

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
Ternopil Ivan Puluj National Technical Universtiy (Ukraine)
The National Academy of Sciences of Ukraine
Pierre and Marie Curie University (The French Republic)
University of Maribor (The Republic of Slovenia)
Lublin University of Technology (The Republic of Poland)
Mogilev state university of food technologies (Republic of Belarus)
Šiauliai State College (Lithuania)
International Academy Mohammed VI of Civil Aviation (Morocco)
National University of Life and Environmental Sciences of Ukrainehas (Ukraine)
T. Shevchenko Scientific Society
Ternopil Regional Organization of the Ukrainian
Union of Scientific and Technical Intelligentsia

CURRENT ISSUES IN MODERN TECHNOLOGIES

Book

of abstract

Volume I

**of the V International scientific and technical
conference of young researchers and students**

17th-18th of November 2016



UKRAINE
TERNOPIL – 2016

УДК 001
А43

Actual problems of modern technologies : book of abstracts of the IV International scientific and technical conference of young researchers and students, (Ternopil, 17th-18th of November 2016.) / Ministry of Education and Science of Ukraine, Ternopil Ivan Puluj National Technical Universtiy [and other.]. – Ternopil : TNTU, 2016. – 396.

PROGRAM COMMITTEE

Chairman: Yasniy P.V. – Dr., Prof., rector of TNTU (Ukraine).

Co-Chairman: Rohatynskiy R.M. – Dr., Prof. of TNTU (Ukraine).

Scientific secretary: Dzyura V.O. – Ph.D., Assoc. Prof., of TNTU (Ukraine)

Member of the program committee: Vyherer T. – Prof. of University of Maribor (The Republic of Slovenia); Kacejko P. – Dr., Prof. Lublin University of Technology (The Republic of Poland); Fraissard J. – Prof. of Pierre and Marie Curie University (The French Republic); Akylich A. – Prof. Mogilev State University of food (The Republic of Belarus); Świć A. – Dr., Prof. Lublin University of Technology (The Republic of Poland); Šedžiuvienė N. – director of Šiauliai State College (Lithuania); Menoy A. – Dr., Prof. of International Academy Mohammed VI of Civil Aviation (Morocco); Loveikin V.S. – Dr., Prof. of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Ukraine); Andreikiv O.Ye. – Dr., Prof. Ivan Franko National University of Lviv, Corresponding Member of National Academy of Sciences of Ukraine (Ukraine).

The address of the organization committee: TNTU, Ruska str. 56, Ternopil, 46001,

tel. (0352) 255798, fax (0352) 254983

E-mail: volodymyrdzyura@gmail.com

Editing, design, layout: Dzyura V.O.

TOPICS OF THE CONFERENCE

- computer and Information Technologies and Communication Systems;
- electrical Engineering and Energy Efficiency;
- fundamental Issues of Food Bio and Nanotechnologies;
- economic and Social Aspects of New Technologies.

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
Національна академія наук України
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)
Маріборський університет (Словенія)
Люблінська політехніка (Польща)
Могілівський державний університет продовольства (Республіка Білорусь)
Шяуляйська державна колегія (Литва)
Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)
Національний університет біоресурсів і природокористування України (Україна)
Наукове товариство ім. Шевченка
Тернопільська обласна організація українського союзу науково-технічної інтелігенції

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник

тез доповідей

Том I

**V Міжнародної науково-технічної
конференції молодих учених та студентів
17-18 листопада 2016 року**



**УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2016**

УДК 001
А43

Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 17–18 листоп. 2016.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль : ТНТУ, 2016. – 396.

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова: Ясній Петро Володимирович – д.т.н., проф., ректор ТНТУ ім. І. Пулюя (Україна).

Заступник голови: Рогатинський Роман Михайлович – д.т.н., проф. ТНТУ ім. І. Пулюя. (Україна)

Вчений секретар: Дзюра Володимир Олексійович – к.т.н., доц. ТНТУ ім. І. Пулюя. (Україна)

Члени: Вухерер Томаш – професор факультету інженерної механіки Маріборського університету (Словенія); Кацейко Пьотр – ректор Люблінської Політехніки, професор (Польща); Фресард Жак – професор університету П'єра і Марії Кюрі (Франція); Акуліч Олесандр – проректор з наукової роботи Могільовського державного університету продовольства (Республіка Білорусь); Шьвічч Антоні – директор інституту технологічних інформаційних систем (Польща); Шяджювене Наталія – директор Шяуляйської державної колегії (Литва); Меноу Абдула – д.т.н., професор Міжнародного університету цивільної авіації (Марокко); Ловейкій В'ячеслав Сергійович – д.т.н., професор, завідувач кафедри конструювання машин національного університету біоресурсів і природокористування України; Андрейків Олександр Євгенович – д.т.н., професор кафедри механіки Львівського національного університету ім. І. Франка, член-корр. НАН України (за погодженням).

Адреса оргкомітету: ТНТУ ім. І. Пулюя, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, 46001, тел. (0352) 255798, факс (0352) 254983

E-mail: volodymyrdzyura@gmail.com

Редагування, оформлення, верстка: Дзюра В.О.

СЕКЦІЇ КОНФЕРЕНЦІЇ, ЯКІ ПРЕДСТВЛЕНІ В ЗБІРНИКУ

- фізико-технічні основи розвитку нових технологій;
- нові матеріали, міцність і довговічність елементів конструкцій;
- сучасні технології в будівництві, транспорті, машино- та приладобудуванні

Секція: ФІЗИКО-ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

УДК 669.146

В.С. Богусhevський, докт. техн. наук, проф., В.Ю. Сухенко, канд. техн. наук
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. І.Сікорського», Україна

АНАЛІЗ УТВОРЕННЯ І ТРАНСФОРМАЦІЇ НЕМЕТАЛЕВИХ ВКЛЮЧЕНЬ ПРИ РОЗКИСНЕНІ СТАЛІ В ПРОЦЕСІ ВИПУСКУ

V.S. Bogushevskiy, Dr., Prof., V.Y. Sukhenko, Ph.D.

ANALYSIS OF THE FORMATION AND TRANSFORMATION OF NONMETALLIC INCLUSIONS DURING DEOXIDATION OF STEEL IN THE PROCESS OF TAPPING

Вступ. Тенденція до збільшення швидкості потягів з 60 – 80 до 100 – 120 і вище км/год., продуктивності газотранспортних систем, що вимагає постійного зростання номінального робочого тиску в магістралі (з 5,4 – 7,4 до 9,8 – 14,0 МПа), обумовлює виробництво сталі більш високої якості. Рішення даної задачі в значному ступені визначається чистотою металу за неметалевиими включеннями (НВ).

При послідовному розкисненні сталі манганом, силіцієм і алюмінієм збільшення кількості неметалевих включень обумовлено головним чином взаємодією алюмінію із залишковим вільним киснем і з НВ, що раніше утворилися, а також з погіршенням ефективності їх видалення у зв'язку із зниженням плинності рідкої сталі [1].

Постановка задачі. Удосконалити існуючі й розробити сучасні технології виробництва конструкційних рейкових і трубних сталей більш високої якості й категорії міцності, шляхом адаптації діючих технологічних схем металургійних підприємств для їх реалізації.

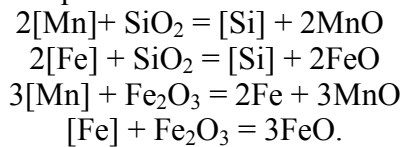
Результати досліджень. Взаємодія металу зі шлаком при випуску плавки із печі призводить до збільшення вмісту НВ в сталі. Так, в процесі розкиснення вуглецевої хромвміщуючої сталі силіцієм, манганом і хромом вміст крупних силікатних НВ розміром більш 10 мкм збільшується з $0,2 \cdot 10^{-3}$ до $0,5 \cdot 10^{-3}$ % об., а в процесі випуску плавки ще збільшується до $1,5 \cdot 10^{-3}$ % об. Після 10 хв. витримки в сталерозливному ковші вміст НВ знижується до $0,7 - 0,8 \cdot 10^{-3}$ % об.

Наведені закономірності підтверджуються результатами роботи [2], що свідчать, про збільшення крупних силікатних НВ розміром порядку 10 мкм із підвищенням інтенсивності перемішування металу в сталерозливному ковші при випуску плавки. При витримці металу в ковші основна частина НВ переходить у шлак.

Вплив футерівки на НВ в сталі обумовлюється хімічною ерозією вогнетривів, яка характеризується відновленням оксидів вогнетривких матеріалів активними елементами рідкої сталі, наприклад, відновлення SiO_2 вогнетриву манганом сталі. Закис мангану MnO , що утворився по цій реакції, а також сполука $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{O}$, що утворюється за рахунок вторинного окиснення, знову реагує з SiO_2 , яке знаходиться у вогнетривах. При цьому утворюються неметалеві включення залізо – манганових силікатів або інших складних силікатів, що вміщують FeO , MnO , SiO_2 , Al_2O_3 . За невеликого вмісту мангану більш інтенсивно взаємодіє з вогнетривами залізо. А FeO і MnO , що утворюються в результаті взаємодії рідкої сталі з киснем повітря, знову реагують з вогнетривами.

Використання мулітових вогнетривів дозволяє дещо уповільнити руйнування вогнетривів і знизити утворення НВ. Із збільшенням відношення $[\% \text{Mn}]/[\% \text{Si}]$ кількість НВ в сталі при контакті з вогнетривами збільшується, при цьому відбувається

розм'якшення й оплавлення поверхні вогнетривів, а потім відбувається хімічна реакція на поверхні розділу фаз. Руйнування вогнетривів рідкою сталлю прогресує під дією нижче наведених реакцій між манганом, що знаходиться у рідкій сталі (або залізом) і SiO_2 , Fe_2O_3 , які присутні у вогнетривах:



При цьому рідка фаза $\text{FeO} \cdot \text{MnO}$ знову реагує з вогнетривами, утворюючи включення системи $\text{FeO} \cdot \text{MnO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$.

В процесі позапічної обробки і неперервної розливки при взаємодії сталі з киснем повітря проходять процеси вторинного окиснення з утворенням НВ, частина із яких переходить в шлак, а частина залишається в металі при кристалізації. Дослідження свідчать про те, що обидві ці частини НВ мають однаковий хімічний і мінералогічний склад, що підтверджує однакове джерело і механізм їх утворення. В роботі [3] стверджують про ідентичність хімічного складу і джерел утворення як дрібних, так і крупних НВ.

В процесі кристалізації металу проходить тверднення часток різних хімічних з'єднань, що знаходяться в рідкій сталі: силікатів і алюмінатів мангану складного складу, залізо-манганових алюмосилікатів, а також алюмосилікатів типу муліту – $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$, спесеартину $3\text{MnO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$ або родоніту $\text{MnO} \cdot \text{SiO}_2$ тощо. З'єднання, що схильні до переохолодження при твердненні утворюють склоподібні неметалеві включення. Кристали даних з'єднань, що утворюються, можуть бути зародками більш складних включень. Частина включень, таких як силікати мангану і заліза, що схильні до переохолодження і тверднення, утворюють саме склоподібні включення.

Розкиснення сталі елементами, що мають більш високу спорідненість до кисню (Al, Ti, Zr) призводить до суттєвої зміни хімічного складу неметалевих включень, при додаванні Al силікати Mn, Mn і Fe, алюмосилікати Mn відновлюються Al. У результаті вторинного окиснення сталі проходить окиснення Al і утворення з'єднань типу $\text{FeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ тощо, які виділяються у вигляді самостійних включень або залишаються основою складних включень. Висока спорідненість деяких елементів (наприклад Ti, Zr) до азоту і вуглецю призводить до утворення нітридів і карбо – нітридів (TiN, Ti(N,C)).

Висновки. Таким чином, на підставі вищенаведеного можна зробити висновок, що в сталі знаходиться багатovid молекулярних форм, структур, фазових станів, макро- і мікророзмірних неметалевих включень. При розкисненні сталі манганом, силіцієм і алюмінієм, манган суттєво впливає на хімічний, структурний і фазовий склад НВ, що утворюються. Подальші дослідження будуть направлені на визначення закономірностей утворення і складу НВ, що утворюються.

Література

1. Гасик Л.Н. Структура и качество промышленных ферросплавов и лигатур / Л.Н. Гасик, В.С. Игнатьев, М.И. Гасик. – К.: Техника. – 1975. – 142 с.
2. Паршиков А.Н. Электрохимический контроль окисленности и неметаллические включения в кордовой стали / А.Н. Паршиков, М.П. Гуляев // Труды 3-го Конгресса сталеплавильщиков. – Москва. – 1990. – С. 274 – 276.
3. Развитие технологии производства стали и повышение качества металла труб нефтяного сортамента / А.С. Дегай, А.И. Степанов, С.П. Бурмасов [и др.] // Труды 10-го Конгресса сталеплавильщиков (г. Магнитогорск, 13–17 октября 2008 г.). – Москва. – 2009 г. – С. 80 – 87.
4. Богушевський В.С. Особливості утворення неметалевих включень в процесі отримання і обробки сталі / В.С.Богушевський, М.В.Каленчук // Матеріали V МНПК Металлургия-2016 (г. Запорожье, 26 – 28 мая 2016 г.). – 2016. – С. 293 – 295.

УДК 534.6.08:534.631

А.М. Гетало, О.В. Хорольський, С.А. Стеценко

Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленка, Україна

РЕЗОНАНСНИЙ МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ АКУСТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ФТОРЗАМІЩЕНИХ СПИРТІВ

A.M. Getalo, O.V. Khorolskyi, S.A. Stetsenko

RESONANCE METHOD OF ACOUSTIC PROPERTIES INVESTIGATION OF FLUORINATED ALCOHOLS

Переважна більшість акустичних методів або мають малу точність на низьких частотах, або потребують значний об'єм рідини для дослідження. Розроблений Еггерсом [1], резонансний метод продемонстрував високі потенціальні можливості, зокрема при роботі в низькочастотному режимі, коли інші методи неефективні. Резонансний метод ґрунтується на використанні стоячих хвиль, які утворюються в рідині між двома кварцовими перетворювачами на резонансній частоті.

Якщо акустичне поле комірки плоске і однорідне, а коефіцієнт відбиття від меж рідина-кварц дорівнює одиниці, то залежність амплітуди резонансного піка від частоти можна виразити так:

$$u = u_{\max} \left(1 + \frac{\sin^2(\pi(f - f_r)/f_0)}{sh(\alpha l)} \right) \approx u_{\max} \left(1 + \frac{\pi^2 \Delta f^2}{c^2 \alpha^2} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (1)$$

де $f_0 = c/2$ – основна частота об'єму рідини, а наближення маємо з умови $\alpha l \ll 1$.

Аналіз (1) показує, що при умові $\frac{\pi \Delta f}{c \alpha} = 1$ або $\frac{\pi \Delta f}{f_n \alpha \lambda} = 1$ маємо $\frac{\Delta f}{f_n} = \frac{\alpha \lambda}{\pi}$, тоді значення

$u \approx 0,707 u_{\max}$. Отже, вимірюючи ширину Δf резонансного піку на висоті 0,707 від максимальної, можна розрахувати величини α .

Частотна ширина полоси Δf залежить від загального стану системи. У реальних системах розширення резонансної полоси викликане не тільки втратами в рідині, але й втратами в п'єзокристалах, розсіянням, тертям біля стінок комірки тощо. Для виключення впливу цих ефектів вимірюють ширину резонансної лінії в рідині, власним поглинанням якої можна знехтувати $\Delta f_{\text{нор}}$. Потім вимірюють ширину резонансної лінії комірки, заповненої досліджуваною рідиною $\Delta f_{\text{досл}}$. Величину добутку поглинання звуку і довжини хвилі в досліджуваній рідині знаходять за співвідношенням:

$$\alpha \lambda = \pi (f_{\text{досл}} - f_{\text{нор}}). \quad (2)$$

На рис. 1 показана схема резонансної установки. Основний вузол – резонансна порожнина з досліджуваною рідиною (комірка), обмежена двома ретельно встановленими п'єзокристалами. Якщо довжина звукової хвилі кратна відстані між п'єзокристалами, то в порожнині генерується стояча хвиля.

Величина резонансного сигналу пропорційна швидкості звуку, а ширина його полоси – поглинанню. Неважко показати, що в різних рідинах зміщення резонансного піка пропорційне різниці величин їх швидкостей і виконується наближена рівність:

$$\frac{\delta c}{c} = \frac{\delta f}{f}, \quad (3)$$

де δc і δf – різниці між швидкостями і частотами відповідно досліджуваної та стандартної рідин. Поглинання визначається за шириною Δf резонансної полоси на

половині її висоти. Паразитні втрати можна оцінити за допомогою стандартної рідини, оскільки величини, обернені до добротності $Q = f / \Delta f = \pi / (\alpha \lambda)$, адитивні:

$$Q_{\text{вим}}^{-1} = Q_{\text{нс}}^{-1} + Q_{\text{втрати}}^{-1} \quad (4)$$

Діапазон застосування цього методу в достатній мірі залежить як від розміру комірки, так і від загальної величини поглинання. При зменшенні об'єму вимірювальної комірки величина $\Delta f_{\text{пор}}$ збільшується, а отже, збільшуються і паразитні втрати в системі. Вимірювання у комірці об'ємом 40 мл, що містить рідину з поглинанням $\alpha f^{-2} \approx 100 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-1} \text{ с}^2$, можна проводити на частотах від 0,5 до 10 МГц, а в комірці об'ємом 10 мл – від 2 до 100 МГц.

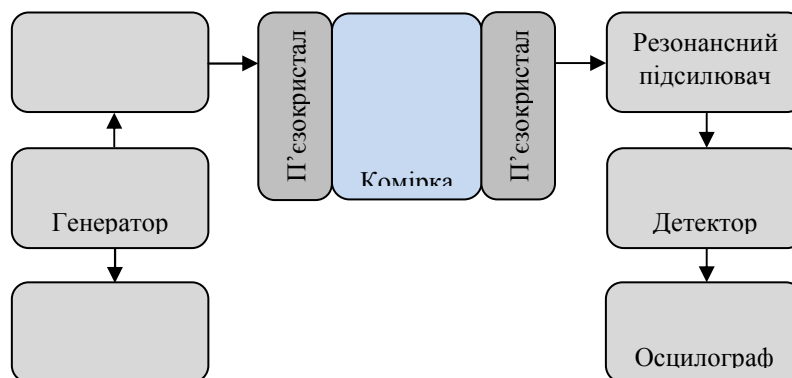


Рис. 1. Схема резонансної установки.

Експериментальні дослідження у гептанолі-1 ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}_2\text{OH}$), 2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7-додекафторгептанолі-1 ($\text{CHF}_2(\text{CF}_2)_5\text{CH}_2\text{OH}$) та 1Н,1Н-тридекафторгептанолі-1 ($\text{CF}_3(\text{CF}_2)_5\text{CH}_2\text{OH}$) проводилися в інтервалі температур (293 ÷ 353) К [2]. Густина (ρ) вимірювалась пікнометричним методом з похибкою 0,05 %. Швидкість поширення звуку (c) і коефіцієнт поглинання звуку (αf^{-2}) вимірювалися резонансним методом, похибки становили відповідно 0,1 % та 3-5 %.

Аналіз експериментальних даних показує, що з ростом температури швидкість поширення звуку лінійно спадає у досліджуваних рідинах. Розраховані коефіцієнти класичного поглинання та об'ємної в'язкості, час акустичної релаксації. Температурна залежність часу акустичної релаксації $\tau_s = f(T)$ у досліджених об'єктах носить складний нелінійний спадний характер. Оскільки у розглядуваному температурному інтервалі величина $\alpha_{\text{екс}} f^{-2}$ зменшується з ростом температури, а відношення η_v / η_s зростає, то можемо стверджувати, що механізм поглинання звуку у фторзаміщених спиртах обумовлений структурною релаксацією [3].

Таким чином, висвітлений резонансний метод дослідження акустичних властивостей рідин, який застосований для вимірювання швидкості поширення та коефіцієнт поглинання звуку у фторзаміщених спиртах. Встановлено, що в даному температурному інтервалі для фторзаміщених спиртів характерна структурна релаксація.

Література

1. Eggers F. Ultrasonic velocity and attenuation measurements in liquids with resonators, extending the MHz frequency range / F. Eggers // *Acustica*. – 1992. – V. 76. – P. 231240.
2. Kirsch P. *Modern Fluoroorganic Chemistry: Synthesis, Reactivity, Applications* / P. Kirsch. – Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2004. – 320 p.
3. Михайлов И.Г. Основы молекулярной акустики / И.Г. Михайлов, В.А. Соловьев, Ю.П. Сырников. – М.: Наука, 1964. – 516 с.

УДК 518.12

Л.Н. Дейнеко

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, Украина

**ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧ ГИДРОГАЗОДИНАМИКИ И
ТЕПЛОМАССОБМЕНА С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА
ANSYS**

L.N. Deineko

**NUMERICAL SIMULATION OF TASKS OF FLUID DYNAMICS AND HEAT AND
MASS TRANSFER USING ANSYS SOFTWARE PRODUCT**

Современное развитие вычислительной техники и ее внедрение практически во все сферы жизни привело к тому, что сегодня исследователи в любой области знаний должны хорошо ориентироваться в мире компьютеров и владеть необходимыми программными средствами.

В настоящее время в гидродинамике и тепломассообмене значительно возрос интерес к численным методикам, позволяющим напрямую получать решения общих уравнений динамики вязкой жидкости, в том числе с учетом сжимаемости и турбулентного характера течения. Реализация таких методик приводит к необходимости проведения вычислительного эксперимента. По сравнению с физическим вычислительный эксперимент экономически существенно дешевле, а в ряде случаев, когда физический эксперимент трудноосуществим из-за сложностей режимов течения, является единственным инструментом исследования.

Многие задачи, с которыми приходится в настоящее время сталкиваться исследователям и инженерам, не поддаются аналитическому решению, либо требуют огромных затрат на экспериментальную реализацию. Современным инструментом у инженера-исследователя стали универсальные математические пакеты используемые для широкого круга задач — расчетов в различных областях гидродинамики, тепло- и массообмена, прочности, электромагнетизма.

На данный момент известны десятки программ и пакетов, построенных на различных математических методах и позволяющих проводить анализ физических процессов в той или иной постановке. Одним из самых распространенных таких комплексов сегодня является программа ANSYS, использующая метод конечных элементов. Многоцелевая направленность программы привела к тому, что именно ANSYS в настоящее время используется во многих университетах для обучения студентов и выполнения научно-исследовательских работ.

В работе проведен анализ ряда течений жидкости из различных разделов гидродинамики и тепломассообмена, решенных с использованием системы ANSYS(FLUENT). Рассмотрено три задачи течения жидкости в каналах различной формы и при различных граничных условиях.

В первом случае рассматривалось симметричное обтекание уступа вязкой несжимаемой жидкости, без учета теплообмена. Данный тип такого течения рассматривается во многих теоретических и прикладных задачах гидродинамики. Фрагменты течения жидкости во внезапно расширяющихся каналах встречаются в различных технических устройствах и сооружениях. Резкое изменение геометрии стенки канала или поверхности обтекаемого тела способно вызвать отрыв потока и существенно изменить его кинематическую структуру. Теоретический расчет таких течений представляет большие трудности из-за образования сложных отрывных и возвратно-циркуляционных течений в области за уступом.

В результате проведенных расчетов были получены поля давлений и поля скоростей. Вычисления были проведены для различной начальной скорости течения на входе в канал и при различной высоте уступа. Проведен анализ зависимости максимального давления течения от начальной скорости течения и максимального давления течения от высоты уступа. Проведенное сравнение полученных результатов дало хорошее совпадение с имеющимися данными других авторов [2, 5].

Во втором случае рассматривалось обтекание тела, расположенного в канале, с учетом теплообмена. В результате расчета были получены поле давления, поле скоростей и поле температур. Расчеты проводились при различных начальных скоростях течения на входе в канал и различной начальной температуре воздушного потока. На основании полученных результатов были построены графики зависимости максимального давления и максимальной температуры от начальной скорости течения. Произведен их анализ. Были получены результаты и для случая вариации геометрических размеров обтекаемого тела канала.

В качестве третьей задачи было выбрано течение жидкости в канале сложной формы, в виде смешивающего колена, которое состоит из двух блоков (первый блок – коленчатый патрубок, который согнут с некоторым радиусом кривизны, второй блок представляет собой полую трубку, врезанную в патрубок в месте его изгиба, диаметр этой трубки существенно меньше диаметра патрубка). На основе разработанной модели были проведены исследования физических процессов внутри смешивающего колена, получены поля скоростей потока жидкости внутри патрубка, проанализировано изменение температуры жидкостей после смешивания, а также оценены величины статического давления на поверхности патрубка.

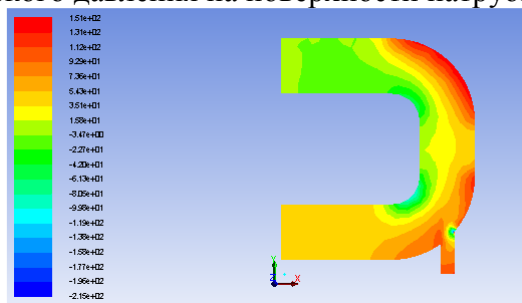


Рис.1 Поле давлений

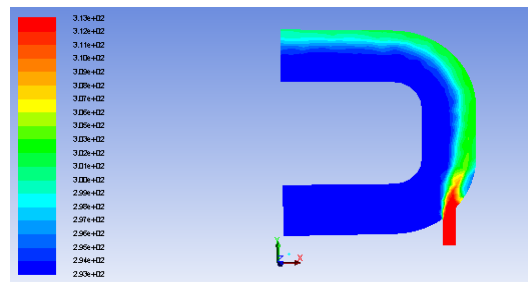


Рис.2 Поле температур

Полученные данные имеют большую практическую ценность при создании новых, более эффективных, систем транспортировки жидкостей в областях техники для дальнейшего развития авиации, энергетики и судостроения. Задача расчета отрывных течений особенно важна для исследований летальных аппаратов и рабочих процессов в их двигательных установках.

Литература

1. Бруйка В.А., Фокин В.Г., Солдусова Е.А. Инженерный анализ в ANSYS Workbench – Самара, 2010. -271с.:ил.
2. Гогиш Л.В., Степанов Г.Ю. Турбулентные отрывные течения. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1979. – 368 с.
3. Патанкар С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости – Москва, 1994.
4. Чигарев А., Кравчук А. ANSYS для инженеров. Справочное пособие – Машиностроение-1, 2004.-512с.:ил.
5. Чжен П. Отрывные течения. Том первый.- М.: Мир, 1972.

УДК 004.94

А. Я. Карвацький, докт. техн. наук, проф., Лазарев Т. В., канд. техн. наук,

А. Ю. Педченко

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ЧИСЛОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗНАЧЕННЯ КОНТАКТНОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ОПОРУ МІЖ ЗАГОТОВКАМИ В ПЕЧІ КАСТНЕРА НА РОЗПОДІЛ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ В ЕЛЕКТРОДНИХ КОЛОНАХ

A. Karvatskii, Dr., Prof., T. Lazariev, Ph.D., A. Pedchenko

NUMERICAL INVESTIGATIONS OF VALUES CONTACT ELECTRIC RESISTANCE BETWEEN THE ARTIFACTS IN CASTNER'S FURNACE FOR DISTRIBUTION TEMPERATURE FIELDS IN ELECTRODE COLUMNS

За допомогою розробленого програмного забезпечення [1] проведено числове дослідження впливу зміни значення контактної електричної опору (КЕО) між вуглецевими заготовками в печі Кастнера на розподіл температурних полів в електродних колонах.

Числові дослідження проводилися із використанням схеми завантаження печі графітування у дві горизонтально розміщені колони. Розмір діаметрів електродних заготовок і зовнішніх діаметрів прокладок становив 435 мм. Розмір внутрішнього діаметра електроконтактної прокладки складав 220 мм, довжина колон – 21 м. Під час числового аналізу теплоелектричного стану печі Кастнера залежно від температури значення КЕО $\rho_c(t)$ збільшувалося на коефіцієнт k , що прямопропорційно збільшувало значення $\rho_c(t)$ в усьому температурному діапазоні.

Після аналізу отриманих результатів числових експериментів встановлено, що збільшення значення коефіцієнта k (відповідно і збільшення значення КЕО між заготовками) дає змогу дещо підвищити мінімальну температуру в крайніх торцевих заготовках в (рис. 1), а в інших заготовках – не призводить до помітної зміни мінімальної температури.

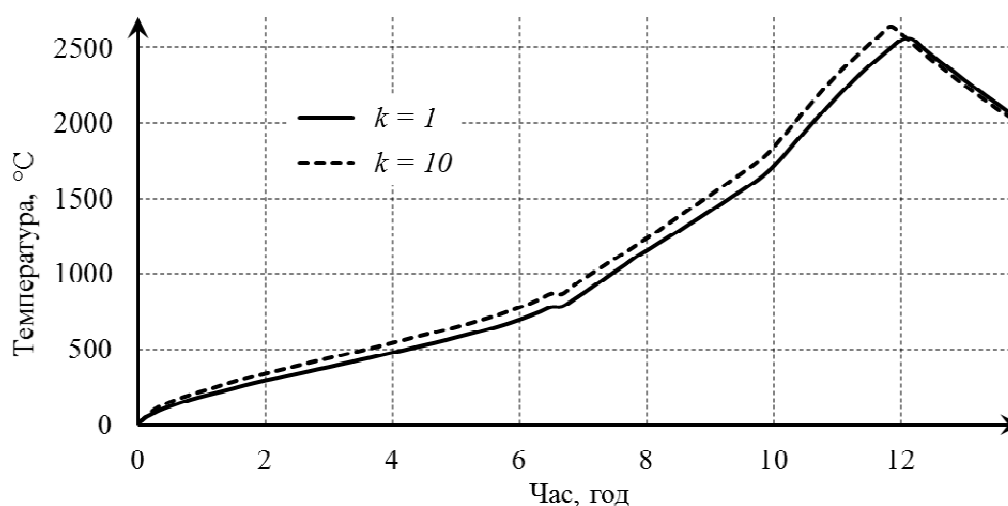


Рис. 1. Зміна мінімальної температури крайніх заготовок під час їх нагрівання у разі зміни значенням КЕО між електродними заготовками

Збільшення значення КЕО також призводить до зміщення максимально досягнутого значення швидкості зміни мінімальної температури в крайніх заготовках в область більш високої їх середньомасової температури (рис. 2).

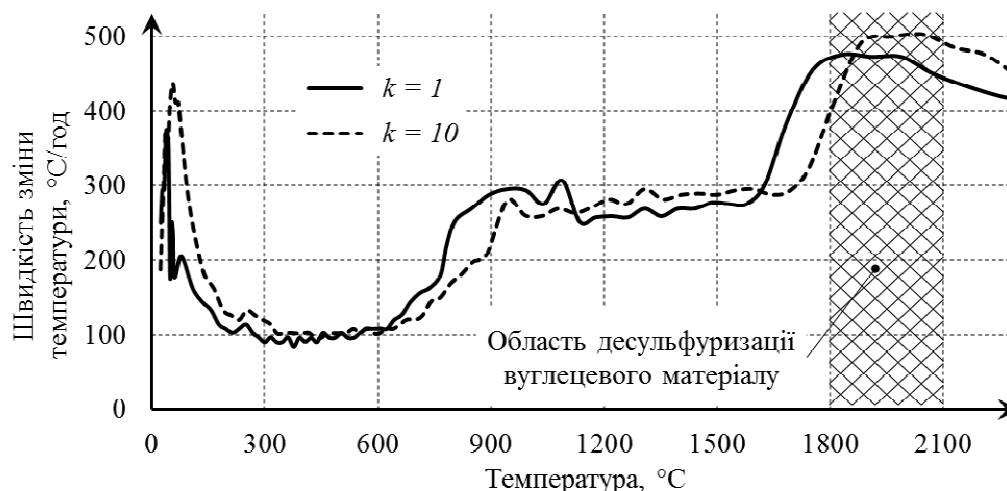
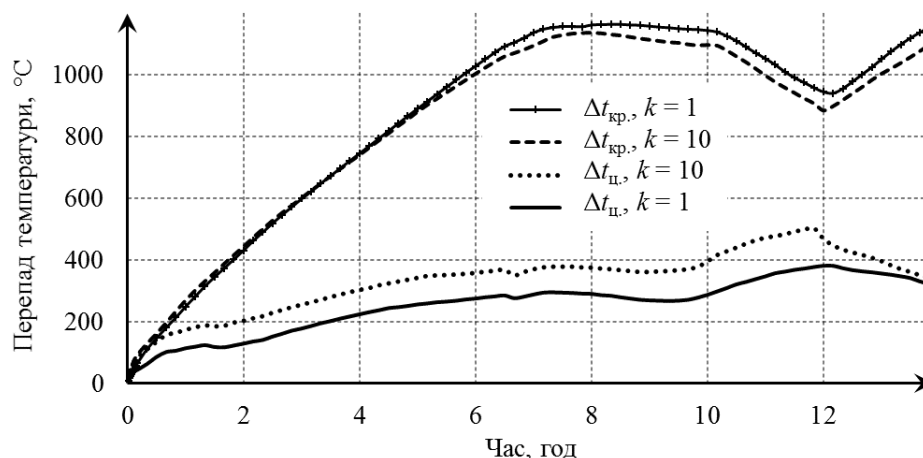


Рис. 2. Швидкість зміни мінімальної температури крайніх заготовок залежно від досягнутого в них рівня середньомасової температури за різних значень КЕО між заготовками

Збільшення значення КЕО викликає зниження значення перепаду температури в крайніх заготовках за високих температур обробки. Так, збільшення КЕО в 10 раз призводить до підвищення перепаду в центральних заготовках колони більше ніж на 100 °С (рис. 3), що може призвести до зниження якості готової електродної продукції.



$\Delta t_{кр}$ – перепад температури в крайніх заготовках; $\Delta t_{ц}$ – перепад температури в центральних заготовках

Рис. 3. Перепад температури в заготовках у разі зміни значенням КЕО між електродними заготовками

Таким чином, для покращення якості готової електродної продукції, графітованої в печі Кастнера, потрібно використовувати міжелектродні електроконтактні прокладки з підвищеним значенням електричного опору на торцях колон і зі зниженим його значенням в інших місцях.

Література

1. Карвацький, А. Я. Розв'язання нелінійної нестационарної задачі тепло-електропровідності методом скінченних елементів [Текст] // А. Я. Карвацький, А. Ю. Педченко / Вісник ПДТУ. Серія: Технічні науки. — 2016. — № 32 — С. 205—214.

УДК 621.73

С. Б. Каргин, канд. техн. наук, доц.
ГВУЗ ПГТУ, Україна

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИ ТОЧНОЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ

S.B. Kargyn, Ph.D., Assoc. Prof.

RESEARCH DEVELOPMENT AND NEW TECHNOLOGIES PRECISION FORGING

При штамповке в открытых штампах круглых в плане поковок получается большой (15-20%) отход металла на заусенец. Для устранения этих отходов применяют штамповку в закрытых штампах. Однако, в этом случае требуется назначить штамповочные уклоны $\gamma=3 \div 5^\circ$, что ведет к дополнительному расходу металла при механической обработке.

Разработан и исследован способ точной закрытой штамповки круглых в плане поковок, имеющих боковые стенки, образующие которых сонаправлены с направлениями действия силы штамповки и силы выталкивания поковки из плоскости штампа.

Сущность способа заключается в том, что в процессе формообразования металла в штампе на его боковых стенках отсутствуют штамповочные уклоны. Штамп, состоящий из 2-х половин по наружному диаметру помещается в обойму (кольцо), которое сдерживает течение металла в стороны. С помощью выталкивателя поковка извлекается из обоймы.

Высоту кольца выбирают с таким расчетом, чтобы к моменту соприкосновения с заготовкой верхний штамп входил в кольцо на глубину 5-10 мм. Зазор между штампами и кольцом принимают 0,1 мм на сторону.

На гидравлическом прессе силой 0,63 МН была отштампована поковка 1-й группы с $D=90$ мм и $H=20$ мм, массой 0,6 кг.

Установлено, что наилучшее заполнение ручья штампа будет при диаметре заготовки, близком к наружному диаметру поковки. Учитывая, что чем меньше диаметр заготовки, тем легче выполнить отрезку ее от прутка, заготовку предварительно следует осаживать на плоских плитах. Диаметр заготовки, помещаемой в штамповочный ручей, принимают на $2 \div 4$ мм меньше внутреннего диаметра кольца. Излишек металла в заготовках при точной штамповке может быть поглощен - за счет толщины перемычки или высоты поковки. Увеличение толщины перемычки не влияет на процесс изготовления поковки, так как прошивку перемычки предусматривают в технологическом процессе. Если допуски по высоте получаемой поковки превышают допуски, установленные ГОСТ 7505-89, то в этом случае вводят дополнительную обработку резанием.

Применение точной штамповки позволяет повысить точность штамповки, значительно приблизить форму поковки к форме готовой детали, благодаря чему возможна значительная экономия металла (20% и более), снижается трудоемкость механической обработки резанием.

Предлагаемый способ точной объемной штамповки круглых в плане поковок повышает надежность штампа за счет упрощения его конструкции.

УДК: 628.543

А.В. Конченко, В.В. Трасковський канд. тех. наук., доц.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІРУ ПУХИРЦІВ ПОВІТРЯ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ФЛОТАЦІЙНОГО ОЧИЩЕННЯ ВОДИ

A.V. Konchenko, V.V. Traskovs'kiy Ph.D., Assoc. Prof.

A STUDY OF THE OPTIMUM SIZE OF AIR BUBBLES FOR EFFICIENT FLOTATION WATER PURIFICATION

Для очищення води від гідрофобних забруднювачів найбільш ефективним є метод флотації. В свою чергу головним технологічним фактором, який обумовлює якість очищення є розмір пухирців повітря.

Пухирці великих розмірів зменшують пульпу (газ-рідина), що знижує швидкість флотації. Великі пухирці швидко спливають але мало перебувають в камері, тому малоефективні. Дрібні ж пухирці, навпаки, знаходяться в пульпі довше, мають більш низьку швидкість спливання.

Темою даної роботи було дослідження і визначення оптимального розміру пухирців повітря з метою підвищення ефективності очищення.

Для визначення розмірів пухирців повітря та крапель емульсії використали ПЗЗ-відеосистему.

У конструкцію флотаційної установки додатково ввели змінні аератори у вигляді коаксіально розміщеної в аеротенку трубки діаметром 4·0,001 м, перфорованої капілярними отворами відповідно 4·0,001; 1·0,001; 5·0,001 м. Така змінна конструкція уможливила формування потоків пухирців повітря розмірами відповідно 4·0,0001...2·0,001 м, 3·0,001 ... 4·0,001 м і 7·0,001...1·0,01 м. Відстань від аератора від днища аеротенка становила 5·0,01. Повітря в аератор подавали під тиском 0.5 МПа.

За результатами виконаних досліджень отримано чисельну залежність ефекту розділення $E(d)$ від середнього діаметра d крапель емульсії за різних розмірів пухирців повітря. Виявлена залежність показує, що ефективність очищення води від гідрофобних забруднювачів за розмірів пухирців 4·0,0001...2·0,001 м дещо підвищується для малих розмірів забруднювачів (від 0,5·0,00001 до 1·0,00001 м) і трохи зменшується для пухирців розміром 3·0,001...4·0,001 м. При формуванні пухирців повітря розміром 7·0,001...1·0,01 м ефективність очищення на тонкоемульгованій фазі практично не відрізняється від базової, а для розмірів крапель забруднювачів, більших за 2·0,00001 м, істотно зростає (до 10%).

УДК 544.4.032.7 + 546.57

В.А. Литвин, канд. хім. наук, І.В. Мусько

Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького, Україна

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ФОРМУВАННЯ НАНОЧАСТИНОК СРІБЛА, СТАБІЛІЗОВАНИХ СИНТЕТИЧНИМИ ФУЛЬВАТАМИ

V.A. Litvin, Ph.D., I.V. Mysko

SPECTROPHOTOMETRIC STUDY OF THE KINETICS OF FORMATION OF THE SILVER NANOPARTICLES STABILIZED BY SYNTHETIC FULVATES

Аналіз наукових публікацій останніх років показує, що переважна більшість робіт присвячена розробці нових методик синтезу Ag-наночастинок на основі доволі обмеженої кількості реакцій і лише незначна частина досліджень присвячена вивченню їх кінетичних закономірностей. З огляду на цю обставину, ми вважаємо актуальним завданням дослідження цих реакцій з позицій хімічної кінетики. В наших експериментах наночастинок срібла одержували відновленням Ag^+ йонів синтетичними фульвокислотами (ФК) у лужному середовищі за методикою [1]. Синтетичні ФК, використані в роботі, одержували у реакції окиснення пірокатехіну молекулярним киснем у сильно лужному середовищі за методикою [2]. В процесі формування наночастинок срібла синтетичні ФК виконували подвійну функцію: як відновника Ag^+ йонів, так і стабілізатора утворених наночастинок.

Особливість оптичних властивостей наночастинок благородних металів, обумовлена явищем поверхневого плазмонного резонансу, дозволяє проводити спектрофотометричне дослідження процесів їх формування [3]. Уявну константу швидкості першого порядку визначали за нахилом прямої залежності $\ln(A_t/(A_\infty - A_t))$ від часу. Нами було визначено константи швидкості процесів формування наночастинок срібла при різних вихідних концентраціях реагуючих речовин. Зокрема встановлено, що константа реакції зменшується зі збільшенням концентрації AgNO_3 , що пояснюється збільшенням кількості утворених центрів нуклеації при незначному рості розмірів утворених частинок, оскільки кількість функціональних груп ФК, які беруть участь у процесі відновлення, у кожному випадку залишається однаковою. Зі збільшенням концентрації ФК в розчині при незмінності концентрацій всіх інших реагентів спостерігається збільшення константи швидкості реакції, що обумовлено збільшенням кількості функціональних груп, здатних відновлювати Ag^+ йони з утворенням наночастинок срібла. Спектрофотометричне дослідження кінетики процесу реакції відновлення Ag^+ йонів синтетичними ФК при різних концентраціях луку в реакційному середовищі показало, що зі збільшенням концентрації луку швидкість реакції зростає, що обумовлено різною кількістю функціональних груп синтетичних ФК, які беруть участь у процесі відновлення та стабілізації.

Література

1. Пат. 78162 Україна, МПК⁶ С 07С 37/00 / Спосіб одержання синтетичних фульватів / Галаган Р. Л.; заявник і власник Черк. нац. унів. ім. Б. Хмельницького. – № а200511458; заявл. 02.12.05; опубл. 15.02.07, Бюл. № 2.
2. Пат. 80074 України на винахід, МПК А 61 К 33/38, А 61 К 31/765, А 61 Р 31/04, С 07 F 1/00. Спосіб отримання колоїдного розчину металічного срібла, стабілізованого синтетичними фульватами / Галаган Р. Л., **Литвин В. А.**; заявник і власник Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького. – № а 200609742; заявл. 11.09.2006; опубл. 10.08.2007, Бюл. № 12.

УДК 66.063.8:51-74

І.І. Лучейко; Т.М. Вітенько, докт. техн. наук, проф.

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПУСКОВОЇ ПОТУЖНОСТІ МІШАЛКИ В РАМКАХ ФЕНОМЕНОЛОГІЧНОЇ МОДЕЛІ

І.І. Lucheyko; T.M. Vitenko, Dr., Prof.

DETERMINING OF THE STARTING POWER OF STIRRER WITHIN THE PHENOMENOLOGICAL MODEL

Для апаратів із мішалками номінальну потужність привода N_{np} оцінюють за величиною робочої потужності N_p з урахуванням пускового періоду T_{II} : $\{N_{np} \geq k_{II}N_p / \eta, T_{II} \leq 12 \text{ с}\}$, де $k_{II} = 1 \dots 4$ – поправочний коефіцієнт; $\eta < 1$ – ККД.

Поправку k_{II} та закономірність зменшення потужності мішалки від пускової $N_{II} = N(\tau = 0)$ до робочої $N_p = N(\tau = T_{II})$ аналітично точно розрахувати неможливо. Тому певну цінність мають феноменологічні моделі зменшення в часі τ – внаслідок послаблення дії інерційної складової опору рідкого середовища – потужності N довільного пристрою з обертовим робочим органом: мішалки, відцентрової помпи, вентилятора.

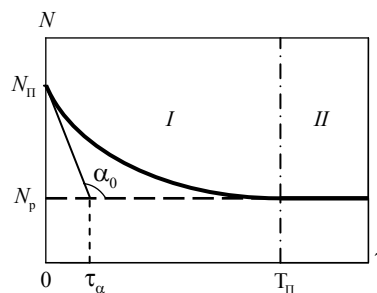


Рис. 1. Загальний характер зміни потужності $N(\tau)$ обертового пристрою від пускового (максимального) значення N_{II} до робочого (номінального) N_p . *I* – зона допустимої величини пускового періоду: $T_{II} \leq 12 \text{ с}$ (мішалка), $T_{II} \leq 15 \text{ с}$ (помпа); *II* – зона усталеного режиму обертання.

Як видно з рис. 1, система необхідних математичних умов, які фізично обґрунтовані, але не конкретизують форму кривої, мають вигляд [1]:

$$\begin{cases} \tau = 0, N = N_{II} \\ \tau = T_{II}, N = N_p \\ \tau \in (0, T_{II}), dN/d\tau < 0 \\ \tau = T_{II}, dN/d\tau = 0, \end{cases} \quad (1)$$

де перші дві рівності очевидні; нерівність відображає плавний спадний характер $N(\tau)$ (без локальних екстремумів) на всьому проміжку часу $0 < \tau < T_{II}$; остання рівність є умовою спряження кривої в області *I* із відповідною прямою $N_p = \text{const}$ в області *II*.

Зрозуміло, що для конкретизації виду залежності $N(\tau)$ необхідно додаткові (достатні) умови, відображені в моделі (2) [2]

$$\varepsilon_N / \varepsilon_{II} = 1 - \left(\frac{2\bar{\tau}}{1 + \bar{\tau}^2} \right)^\chi \Rightarrow \varepsilon_{II} = \varepsilon_N(\bar{\tau} = 0), \quad (2)$$

де $\varepsilon_N = (N / N_p) - 1 \equiv \bar{N} - 1 \leq \varepsilon_{II}$ – відносне відхилення миттєвої потужності від робочої; $\varepsilon_{II} = \bar{N}_{II} - 1$ – відносна різниця N_{II} й N_p ; $\bar{N}(\tau \leq T_{II}) = N / N_p \geq 1$ – миттєва потужність в одиницях робочої; $\bar{\tau} = \tau / T_{II} \leq 1$ – час в одиницях T_{II} .

Характер зміни експериментальної залежності $\varepsilon_N^{\text{експ}}(\bar{\tau})$ задає область значень параметра $\chi < 1$ або $\chi \geq 1$, тобто в рамках даної моделі існують дві характерні області зміни $\bar{N}(\bar{\tau})$. При $\chi < 1$ має місце порівняно різке зменшення потужності (відповідає слабкому опору середовища), а при $\chi > 1$ – більш плавне (опір середовища – істотний). Значення $\chi = 1$ визначає умовну межу поділу областей.

Значення параметра може бути знайдено, використовуючи лінійну для $\bar{\tau} \ll 1$ анаморфозу моделі (2)

$$\lg |\varepsilon_N^{\text{експ}}(\bar{\tau}) / \varepsilon_{II} - 1| \equiv \lg \delta_\varepsilon = \chi \lg \frac{2\bar{\tau}}{1 + \bar{\tau}^2} \stackrel{[\bar{\tau} \ll 1]}{\approx} \chi \lg 2\bar{\tau}, \quad (3)$$

де $\delta_\varepsilon = |(\varepsilon_N^{\text{експ}} / \varepsilon_{II}) - 1|$ – модуль відносної різниці $\varepsilon_N^{\text{експ}}$ й $\varepsilon_{II} \equiv \varepsilon_{II}^{\text{розн}}$.

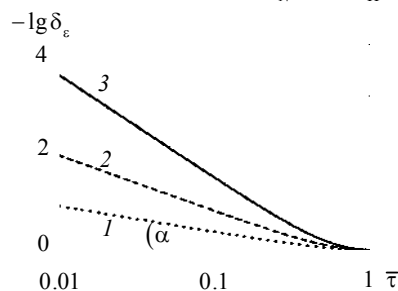


Рис. 2. Розрахункова залежність (3) $-\lg \delta_\varepsilon(\bar{\tau})$ при різних значеннях χ : 1 – $\chi = 0,5$; 2 – 1; 3 – $\chi = 2$

Як видно з (3) і рис. 2, параметр $\chi(\varepsilon_{II})$ розраховується за формулою

$$\chi = \text{tg} \alpha = \frac{\lg[\delta_\varepsilon(\bar{\tau}_2) / \delta_\varepsilon(\bar{\tau}_1)]}{\lg(\bar{\tau}_2 / \bar{\tau}_1)} \quad [\bar{\tau} \ll 1]. \quad (4)$$

При цьому початкова точка відліку $\tau \sim 0$, яка визначає значення параметра $\varepsilon_{II} = \varepsilon_N^{\text{експ}}(\bar{\tau} \rightarrow 0)$, в експериментальному аспекті – найбільш “слабка ланка”. Наприклад, за максимально-допустимої похибки $\delta_{\varepsilon_{\text{max}}}^{\text{доп}} = 10\%$ необхідно для порівняно невеликих значень $\chi = 0,3 \dots 0,7$ оперувати “незручними”, малими проміжками часу $\tau \sim 3 \dots 200$ мс ($T_{II} = 12$ с).

Література

1. Лучейко І.Д., Лучейко І.І. Необхідні фізико-математичні умови для побудови теоретичної моделі зміни потужності обертового пристрою в пусковий період // Всеукр. наук. конф. ТДТУ ім. І. Пулюя: Тези доп. – Тернопіль, 2009. – С. 294.
2. Vitenko T.N., Lucheyko I.I. Phenomenological model of decrease power of mixer in start-up period // XX Mendeleev Congress on General and Applied Chemistry, Vol. 1: Abstract. – Ekaterinburg, 2016. – P. 308.

УДК 546:548.736(546.659:546.73:546.81:546.22)

Х. О. Мельничук, І. Д. Олексеюк, докт. хім. наук, проф., Л. Д. Гулай, докт. хім. наук, проф.; О. В. Марчук, канд. хім. наук, доц.

Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, Україна

КРИСТАЛІЧНА СТРУКТУРА СПОЛУКИ $\text{Sm}_3\text{Co}_{0.5}\text{SnS}_7$

Kh. O. Melnychuk, I. D. Olekseyuk, Dr., Prof., L. D. Gulay, Dr., Prof., O. V. Marchuk, PhD., Assoc. Prof.

CRYSTAL STRUCTURE OF THE $\text{Sm}_3\text{Co}_{0.5}\text{SnS}_7$

Перспективним напрямком розвитку сучасного матеріалознавства є вивчення характеру взаємодії компонентів у складних РЗМ-вмісних халькогенідних системах та кристалічної структури багатокомпонентних сполук, що в них утворюються. Серед таких систем важливе місце займають складні халькогенідні системи $\text{R}_2\text{S}(\text{Se})_3 - \text{MS}(\text{Se}) - \text{DS}(\text{Se})_2$ (R – РЗМ, D^{IV} – Si, Ge, Sn).

Сполуки із загальною формулою R_3MDS_7 (ПГ $P6_3$), (R – РЗМ; M – одновалентний метал (Cu, Ag) або 1/2 двовалентного металу (Mg, Mn, Fe, Co, Ni і ін.) представляють інтерес через можливість їх застосування як перспективних матеріалів з цікавими магнітними властивостями [1].

Вивчення кристалічної структури сполуки $\text{Sm}_3\text{Co}_{0.5}\text{SnS}_7$ є одним із етапів систематичного дослідження взаємодії компонентів вище вказаних систем та кристалічної структури сполук, що в них утворюються [2 - 4] і ін.

Зразок складу $\text{Sm}_3\text{Co}_{0.5}\text{SnS}_7$ готували сплавленням елементарних компонентів напівпровідникової чистоти у вакуумованих кварцевих контейнерах циліндричної форми. Синтез проводили у муфельній печі з програмним управлінням технологічними процесами МП-30. Максимальна температура синтезу – 1420 К, гомогенізуючий відпал тривав 500 годин за температури 770 К.

Розрахунок кристалічної структури нової тетравної сполуки $\text{Sm}_3\text{Co}_{0.5}\text{SnS}_7$ здійснювали за дифрактограмою, яка була отримана на дифрактометрі ДРОН 4-13 в межах $2\theta = 10 - 100^\circ$ ($\text{CuK}\alpha$ – випромінювання, крок сканування – 0.02° , експозиція у кожній точці – 20 с). Обробку даних та визначення кристалічної структури здійснювали за допомогою пакету програм WinCSD [5].

Кристалічна структура нової тетравної сполуки вивчена рентгенівським методом порошку. Дифрактограма складу $\text{Sm}_3\text{Co}_{0.5}\text{SnS}_7$ проіндексована в гексагональній сингонії (просторова група $P6_3$) з періодами ґратки $a = 0,98234(2)$ нм і $c = 0,61355(2)$ нм. Аналіз індексів hkl рефлексів та їх інтенсивностей вказав на можливу приналежність структури сполуки $\text{Sm}_3\text{Co}_{0.5}\text{SnS}_7$ до структурного типу $\text{La}_3\text{Mn}_{0.5}\text{SiS}_7$ (ПГ $P6_3$ [6]). Для уточнення структури був вибраний варіант, в якому положення атомів La сполуки $\text{La}_3\text{Mn}_{0.5}\text{SiS}_7$ зайняте атомами Sm, положення атомів Mn зайняте атомами, Co а положення атомів Si зайняте атомами Sn.

У структурі цієї сполуки (рис. 1) атоми Sm розміщені у тригональних призмах з двома додатковими атомами $[\text{Sm}3\text{S}_14\text{S}_21\text{S}_3]$, атоми Co – у центрах октаєдрів $[\text{Co}6\text{S}_2]$ а атоми Sn – у тетраедрах $[\text{Sn}3\text{S}_11\text{S}_3]$.

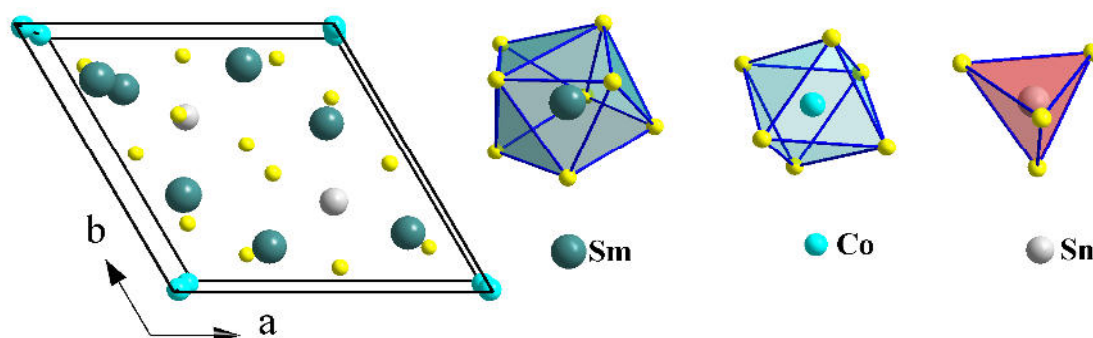


Рис. 1. Елементарна комірка та координаційні многогранники атомів Sm, Co та Sn у структурі сполуки $\text{Sm}_3\text{Co}_{0.5}\text{SnS}_7$.

Рентгенівським методом порошку вперше вивчено кристалічну структуру сполуки $\text{Sm}_3\text{Co}_{0.5}\text{SnS}_7$. Тетрарна сполука кристалізується у гексагональній сингонії (ПГ $P6_3$) з параметрами елементарної комірки $a = 0,98234(2)$ нм, $c = 0,61355(2)$ нм.

Література

1. Crystal structure and magnetic properties of $\text{R}_3\text{Co}_{0.5}\text{GeS}_7$ ($\text{R} = \text{Y}, \text{La}, \text{Ce}, \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Sm}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Ho}, \text{Er}$ and Tm) and $\text{R}_3\text{Ni}_{0.5}\text{GeS}_7$ ($\text{R} = \text{Y}, \text{Ce}, \text{Sm}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Ho}, \text{Er}$ and Tm) / Daszkiewicz M., Pashynska Yu. O., Marchuk O. V. et al. // J. Alloys and compounds. – 2015. – V.647. – P.445-455.
2. Marczuk O.V. Równowagi fazowe w układach $\text{Pr}_2\text{S}_3 - \text{Mn}(\text{Co})\text{S} - \text{GeS}_2$ przy temperaturze 770 K / O. V. Marczuk, V. Ya. Szemet, L. D. Gulay // Fundacja “Oswiata i Nauka bez Granic PRO FUTURO” – 2013. – № 2(1). – P.218-225.
3. Crystal structure of $\text{R}_3\text{Co}_{0.5}\text{GeS}_7$ ($r = \text{rare earth}$) / [Daszkiewicz M., Pashynska Yu., Marchuk O., Gulay L.] // Collected Abstracts of the 55st Polish Crystallographic Meeting. Wroclaw (Poland), 27-29 June, 2013. – A. 47.
4. Crystal structure of $\text{Sm}_3\text{Fe}_{0.5}\text{SnS}_7$ / [Pashynska Yu. O., Daszkiewicz M., Marchuk O. V., Gulay L. D.] // Релаксаційні, нелінійні й акустооптичні процеси та матеріали: матеріали VII Міжнар. наук. конф. – Луцьк : Вежа – Друк, 2014. – С.39-41.
5. CSD-Universal program package for single crystal and powder structure data treatment / L. G. Aksel'rud, Yu. N. Grin', P. Yu. Zavalii et al. // Collected Abstracts 12th European Crystallogr. Meet., Moscow, USSR, 20-28 August, – 1989. – Vol. 3. – P.155.
6. Collin G. Structure cristalline de $\text{La}_6\text{MnSi}_2\text{S}_{14}$ / G. Collin, P. Laruelle // Comptes Rendus Hebdomadaires des Seances de l'Academie des Sciences, Serie C, Sciences Chimiques. – 1970. – V.270. – P.410-412.

УДК 539.2

Ю.М. Морозов

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка,
Україна

МОДЕЛЮВАННЯ В ЗАДАЧАХ КВАНТОВОЇ СТАТИСТИЧНОЇ ФІЗИКИ СИСТЕМ З СИЛЬНИМИ МІЖЕЛЕКТРОНИМИ ВЗАЄМОДІЯМИ

Yu.M. Morozov

MODELING OF SYSTEMS WITH STRONG ELECTRON INTERACTIONS IN QUANTUM STATISTICAL PHYSICS

Моделювання є потужним засобом наукового пізнання. На теоретико-множинному рівні абстрактного опису можна отримувати досить загальні відомості про реальні системи [1]. Вивчення переходу від властивостей реальних об'єктів до властивостей системи є найважливішим завданням теорії систем. Властивість ізоморфності стосується структур систем і функцій їх елементів. Виникає проблема вибору або побудови системи, яка може бути моделлю досліджуваної системи. Одною з відкритих проблем в теорії систем є пояснення властивості емерджентності, коли з окремих елементів утворюється складна єдність цілого, нова сутність, властивості якої не є сумою властивостей складових.

Узагальнена модель Габбарда є математичною абстрактною моделлю, яка успішно використовується для опису широкого класу властивостей вузькозонних систем на основі перехідних металів (див. у цьому зв'язку [2]). Серед методів, які застосовувалися для аналізу властивостей цієї моделі, вкажемо аналітичні методи та чисельне моделювання [3,4] а також статистичне моделювання [5] (метод Монте-Карло) та метод діагоналізації малих кластерів [6].

В цій роботі на основі результатів попереднього дослідження [6] проведено статистичне моделювання та на цій основі проведено аналіз властивостей узагальненої моделі Габбарда.

Література

1. Томашевський В. М. Моделювання систем. – К.: Видавнича група ВНУ, 2005. – 352с.
2. Дідух Л.Д. Модель вузькозонного матеріалу з електронно-дірковою асиметрією // Журнал фізичних досліджень. – 1997. – Т.1. – № 2. – С.241-250.
3. Kramar O., Dohopyaty Yu. Skorenkyu Yu., Didukh L. Mott transition, ferromagnetism and conductivity in the generalized Hubbard model // Acta Physica Polonica A – 2007. – Vol. 111. – p. 635-644.
4. Kramar O., Didukh L., Skorenkyu Yu. Electron correlations in narrow energy bands: modified polar model approach // Condensed Matter Physics – 2008. – Vol. 11. – p. 443-454.
5. Yong-Jun Liu, Jin-Ming Dong, Chang-De Gong. Calculation of the Binding Energy in the One-Dimensional Hubbard Model by the VMC Method // Communications in Theoretical Physics – 1994. – Vol. 21(4). – p.403.
6. Морозов Ю. Дослідження енергії зв'язку мотт-габбардівської системи методом діагоналізації малих кластерів // Матеріали □ Всеукраїнської студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 20-21 квітня 2016 року — Т. : ТНТУ, 2016 — Том 1. — С. 204.

УДК 621.311.25

Є.А. Нагорний, О.А. Дорож, канд.техн. наук, доц.

Одеський національний політехнічний університет, Україна

ВИЗНАЧЕННЯ СЕЛЕКТИВНОСТІ МЕМБРАНИ ЗВОРОТНОГО ОСМОСУ ДО ПОГЛИНАННЯ БОРНОЇ КИСЛОТИ З ТЕПЛОНОСІЯ ПЕРШОГО КОНТУРУ АЕС

Y.A. Nahorni, O.A. Dorozh, Ph.D., Assoc. Prof.

DETERMINATION OF THE SELECTIVITY OF REVERSE OSMOSIS MEMBRANES FOR ABSORPTION OF BORIC ACID WITH COOLANT NPP

На даний час при обробці теплоносіїв на АЕС застосовуються відомі та пропонуються нові методи. Зокрема, іонний обмін має багаторічний досвід застосування в технологіях обробки додаткової води та переробки радіоактивних відходів на АЕС. Установки зворотного осмосу застосовуються на багатьох ТЕС та на Южноукраїнській АЕС. Мембранна технологія знесолення води, заснована на принципі зворотного осмосу (нанофільтрації), має універсальність, дозволяючи видаляти з води більшість розчинених у ній забруднень. Застосування мембран гарантує високу якість очищеної води; крім того, мембранні установки відрізняються компактністю, простотою конструкції й експлуатації. Однією з проблем застосування мембран є необхідність визначати їх робочі характеристики щодо поглинання певних забруднень (зокрема, борної кислоти) тільки за паспортними даними фірм-виробників. Тому в роботі була поставлена задача проведення лабораторних досліджень та розрахунку селективності мембрани до поглинання борної кислоти, як однієї зі складових теплоносія першого контуру АЕС.

На лабораторній установці зворотного осмосу на кафедрі технології води та палива ОНПУ було проведено серію експериментальних дослідів з мембраною TFC-3012-200. За експериментальними даними розрахована селективність мембрани та коефіцієнт концентрування, визначена залежність питомої проникності і відносного виходу перміату перед мембраною від тиску (рис. 1).

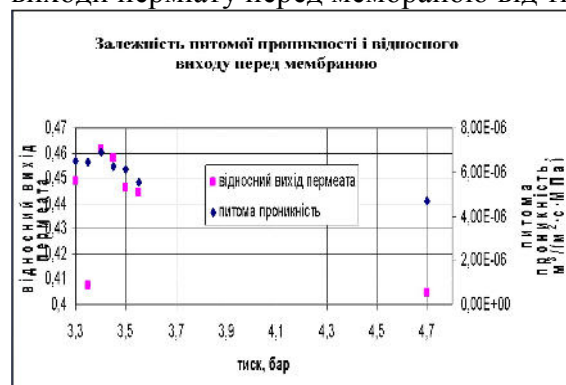


Рис. 1 Залежності питомої проникності та відносного виходу перміату перед мембраною від тиску

Встановлено, що питома проникність в робочому інтервалі тиску має майже постійне значення. А відносний вихід складає не більше 45%. Селективність мембрани для різних складових відрізняється від паспортних значень, особливо для B^+ та K^+ , яка складає 85-86%.

Результати досліджень селективності мембрани можна застосувати для проектування реальних схем обробки теплоносія першого контуру АЕС з застосуванням іонного обміну та зворотного осмосу.

Література

1. Кишневский В.А. Технологии подготовки воды в энергетике //В.А. Кишневский // Одесса: 2008, - 400 с.
2. Карелин Ф.Н., Таратута В.Е., Юрчевский Е.Б. Принцип использования обратноосмотического обессоливания на электростанциях. Теплотехника. – 2003. N 7. – с. 8-10.

УДК 504.064+628.316.12

К. І. Петрушка, М.С. Мальований, докт. техн. наук, проф., І. М. Петрушка, докт. техн. наук, проф.

Національний університет «Львівська політехніка», Україна

МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ТА ШАХТНИХ ВОД ПРИРОДНИМИ СОРБЕНТАМИ

K.I. Petrushka, M.S. Malyovanyu, Dr., Prof., I.M. Petrushka Dr., Prof.

METHODS OF FORECASTING AND EFFICIENCY SEWAGE MINE WATERS NATURAL SORBENTS

В регіонах України з гірничих виробок відкачується і скидається в поверхневі водні об'єкти щорічно до 1 млрд м³ шахтних вод. З них 60–75 % мають мінералізацію понад 1000 мг/дм³, до 20 % – 3000 мг/дм³ і більше. Масштабне надходження таких вод у природні водотоки і водойми, їх інфільтрація в перші від поверхні підземні водоносні горизонти призводить до відчутних негативних наслідків – змін гідрологічного і гідрохімічного режиму природних і штучних водних об'єктів, їх замулення, засмічення і забруднення, погіршення умов водокористування, деградації поливних земель тощо.

У сучасних умовах найбільш поширені в Україні технологічні схеми діючих і проєктованих очисних споруд для шахтних і рудничних (кар'єрних) вод передбачають в основному видалення з них завислих речовин, частково – органічних забруднень, знезараження, реагентну обробку та освітлення води, що скидається. Загальний вміст розчинених мінеральних сполук, зокрема іонів лужних і лужноземельних металів, а також гідрокарбонатних, сульфатних і хлоридних іонів при очистці шахтних чи рудничних вод практично не змінюється. Це зумовлюється тим, що ці сполуки (іони) із солонуватих, наприклад, шахтних вод на очисних спорудах не виділяються і не затримуються.

Широкий спектр методів очищення даних вод є ефективним для незначних об'ємів. Тому розроблення ресурсозберігаючих технологій для зниження рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води в поверхневі водойми підприємствами вугільної промисловості з використанням природних мінералів є актуальною задачею щодо зменшення антропогенного навантаження на навколишнє середовище.

Зважаючи на еколого-економічні аспекти, особливої уваги заслуговують адсорбенти на основі природної сировини, які здатні поглинати з рідкої фази та утримувати у своїй структурі забруднюючі елементи.

Перспективність використання природних адсорбентів у технологічних процесах очищення стоків зумовлена не тільки їх достатньо високою адсорбційною ємністю, але й існуванням ефективних методів покращення адсорбційних властивостей мінералів та природи модифікуванням їх поверхні, широким розповсюдженням в надрах України та промисловим розробленням великої кількості родовищ, невисокою вартістю мінералів.

Характерною властивістю цеолітів є катіонний обмін, який протікає шляхом дифузії катіонів, наприклад: катіони Ca²⁺, Na⁺, які знаходяться в порожнинах і каналах цеолітів, можуть замінюватися K⁺, Mg²⁺, Fe²⁺. Абсорбція речовини цеолітами відбувається через канали або входи-вікна, які мають певні розміри. Проникнути через ці канали всередину цеоліту можуть тільки молекули величина яких менша діаметра каналу. Це обумовлює можливість застосування цеолітів як молекулярних сит.

Визначення оптимальних співвідношень природних сорбентів для підвищення їх сорбційної здатності відносно основних забрудників шахтних вод проводиться експериментально. Проте процес прогнозування степені сорбції може бути і теоретичний на основі розрахункових коефіцієнтів зовнішньої дифузії та розрахункових коефіцієнтів масовіддачі.

Адсорбційні процеси в системі «рідина-тверде тіло» характеризуються різною формою ізотерм рівноваги. Для більшості адсорбційних систем в яких використовуються пористі тіла характерна форма ізотерми Ленгмюра.

Отримані експериментальні дані свідчать про те, що зовнішньодифузійний масообмінний процес найбільш ефективно проходить при 300 об/хв. Подальше збільшення швидкості обертів не впливає на інтенсивність процесу сорбції, що дає змогу стверджувати, що масообмінні процеси переходять у внутрішньодифузійну область, при цьому зовнішні параметри не впливають на кінетику сорбції. В процесі обтікання твердого тіла рідиною поблизу твердої поверхні виникає дифузійний пограничний шар, який характеризується поступовим затуханням турбулентних пульсацій у міру наближення до границі розділу фаз. Тобто для інтенсифікації зовнішньодифузійного процесу адсорбції необхідно максимально зменшити товщину пограничного шару.

У розвинених турбулентних потоках зовнішньої фази, перенесення речовини відбувається в основному міграцією елементарних вихорів, які переміщують макроскопічні об'єми середовища, створюючи хаотичний перерозподіл твердої фази. Внаслідок цього розрахунок коефіцієнту турбулентної дифузії суттєво ускладнюється і для наближених розрахунків його прирівнюють до числа Рейнольдса в рідкій фазі, яка переміщується, що збільшує похибку досліджень.

Для визначення адекватності експериментальних даних теоретичним, нами використана методика розрахунку теоретичного коефіцієнту масовіддачі на підставі теорії локальної ізотропної турбулентності для апаратів з механічними пристроями.

Коефіцієнт масовіддачі β_p в даному випадку можна розрахувати через питому енергію дисипації твердої дисперсії, яка враховує фізико-хімічні характеристики середовища та гідродинамічні і геометричні параметри процесу перемішування:

$$\beta_p = 0,267 \cdot (\varepsilon_0 \cdot \nu)^{\frac{1}{4}} \cdot Sc^{-\frac{3}{4}},$$

де ε_0 – питома енергія дисипації - $\varepsilon_0 = \frac{N}{\rho \cdot V}$; ν – кінематична в'язкість рідини, м²/с;

$$Sc = \frac{\nu}{D} \text{ – число Шмідта; } D \text{ – коефіцієнт дифузії цезію в розчині, м}^2\text{/с.}$$

Результати експериментальних досліджень можуть бути представлені також і у вигляді узагальнених змінних $Sh = f(Re_m)$, що дозволяє отримати лінійне рівняння для прогнозування інтенсивності процесу сорбції забрудників шахтних вод цеолітом.

Незначне відхилення отриманих залежностей, які характеризують теоретичні та експериментальні дані можна пояснити різницею величини радіальної сепарації твердих частинок біля стінок перемішуючого апарату і в центрі, що характерно для апаратів малого діаметру без відбивних перегородок.

УДК 621.73

Р.О. Ткачѳв

ГВУЗ ПГТУ, Україна

ИЗМЕНЕНИЕ РАЗМЕРОВ СЕЧЕНИЯ ТРУБЧАТОЙ ЗАГОТОВКИ ИЗ СТАЛИ И СПЛАВА Д16 ПРИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМ ИНДУКЦИОННОМ НАГРЕВЕ

R.O. Tkachov

RESIZING SECTION OF THE TUBULAR BILLET OF STEEL AND ALLOYS D16 WITH DIFFERENTIATED INDUCTION HEATING

На кафедре ОМД Приазовского государственного технического университета разработан и исследован процесс обжима труб с дифференцированным индукционным нагревом, позволяющий на существующем стандартном оборудовании производить обжим *за один переход* с широким диапазоном относительной толщины стенки трубчатых заготовок (S_0/D_0 от 0,03 до 0,07) и с как угодно большим коэффициентом обжима ($D_0/D_1 \gg 2$). Это создало новые возможности в использовании обжима заготовок с указанными параметрами в серийном и массовом производстве. Для исследования деформаций при обжиме с дифференцированным индукционным нагревом нами были разработаны два варианта выполнения этой операции – обжим с одновременным нагревом очага деформации и обжим с предварительным дифференцированным нагревом деформируемого конца заготовки.

Обжиму подвергались трубы из стали 20, 40, 30ХНМ диаметром 58, 70 и 108 мм с относительной толщиной стенки S_0/D_0 от 0,03 до 0,07 и трубы из алюминиевого сплава Д16Т и Д16М диаметром 95 мм и S_0/D_0 от 0,036 до 0,047.

Графическое представление об изменении относительной толщины стенки трубы при обжиме построено на основании анализа измерений толщин стенок труб обжатых в рекомендованных температурных условиях. Для стальных труб в начале очага деформации температура на основании анализа зависимости предела текучести от температуры и большого числа обжатых концов труб рекомендуется 600 °С. Для труб из сплава Д16 – 150 °С. Допустимы отклонения: ± 50 °С для стали, для сплава Д16 ± 30 °С. Температура в конце очага деформаций при максимальном коэффициенте обжима для стали рекомендована 1000 °С, для сплава Д16 – 380 °С.

Выводы. Широкое экспериментальное исследование деформации стенки при обжиме при дифференцированном индукционном нагреве конца трубчатой заготовки позволило установить, что для различных материалов (сталь, сплав Д16) изменение толщины стенки обжатого конца трубы подчиняется одной закономерности.

1. Деформация стенки при обжиме зависит, главным образом, от максимального коэффициента обжима. Незначительно на изменение толщины стенки влияют форма очага деформаций и небольшие отклонения от установленного температурного интервала, учтенные коэффициентами K_1 ; K_2

2. Изменение толщины стенки при обжиме происходит по различным зависимостям для установившегося и неустойчившегося процессов, определяемым максимальным коэффициентом обжима.

УДК 617.715

Р. А. Ткачук докт. техн. наук., проф., А. А. Ткачук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВЗАЄМОДІЇ ВНУТРІШНЬООЧНОЇ РІДИНИ НА
УТВОРЕННЯ НАПРУЖЕНЬ В ОБОЛОНЦІ ОКА ПРИ ГЛАУКОМІ**

R. A. Tkachuk Dr., Prof., A. A. Tkachuk

**PROCESS MODELING OF THE INTRAOCULAR FLUID INTERACTION ON THE
PRESSURE FORMATION IN GLAUCOMA EYE SHELL**

Основною причиною розвитку глаукоми стає неконтрольована зміна витоку внутрішньоочної рідини через трабекулярну мережу[1], що при патології призводить до підвищення внутрішньоочного тиску (ВОТ). Виникає потреба в моделюванні процесу та виявленні причин накопичення внутрішньоочної рідини всередині ока, яка створює додатковий тиск на стінки оболонки ока та зоровий нерв, що в результаті призводить до погіршення чи повної втрати зору [2]. Відомо, що тиск в межах 9 – 21 мм. рт. ст. який в нормі діє на оболонку ока не деформуючи її, при глаукомі підвищується до 22 – 41 мм. рт. ст., а тому в тонких оболонках ока виникають значні напруження, що призводять до зміни параметрів витоку внутрішньоочної рідини.

Напруження тонкої оболонки ока – це сила, яка її розтягує, співвіднесена з одиницею її ширини. В свою чергу у центральній частині рогівки радіус кривизни оболонки дорівнює приблизно 7 мм, на периферії рогівки – 9 мм, у передньому відділі склери – 11 мм, а в задньому її відділі – 12 мм. [3]. З урахуванням цього, напруга на одиницю площі поперечного перерізу сферичної оболонки можна розрахувати за формулою[4]:

$$T_s = \frac{P \cdot r_k}{2d} \quad (1)$$

де P – ВОТ; r_k – радіус кривизни ока; d – товщина оболонки ока.

В еліпсоїдальній оболонці напруга на одиницю площі поперечного перерізу може розрахуватися за формулою:

$$T_\varphi = \frac{P}{2bd} \sqrt{r^2(b^2 - a^2) + a^4} \quad (2)$$

де P – ВОТ; a – більший діаметр оболонки ока; b – менший діаметр оболонки ка; d – товщина оболонки ока; r – коефіцієнт, що вимірюється за формулою:

$$r = \sqrt{\frac{a^4}{2(b^2 - a^2)}}, \text{ при } (a > b) \quad (3)$$

де a – більший радіус оболонки ока; b – менший радіус оболонки ока;

Розрахунок і побудова графіку виконувалась у MATLAB 2014a. Для візуалізації залежності напруження від тиску і товщини оболонки ока побудовано графіки функції:

$$T_s = f(P, d) \quad (4)$$

де $d \in [0.1, 2]$, $P \in [9, 41]$.

На графіку (рисунок 1) наведено залежність напруження оболонки ока від її товщини при рівнях ВОТ в нормі (9 – 21 мм. рт. ст.) та при глаукомі (22 – 41 мм. рт. ст.).

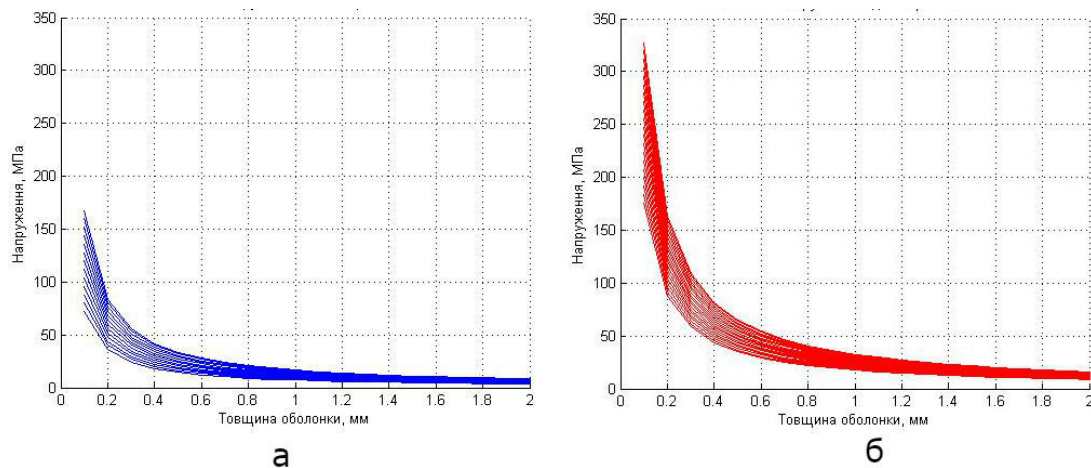


Рис. 1 – Залежність напруження від товщини оболонки в задньому відділі склери, радіус якої дорівнює 12 мм, при рівнях ВОТ а) в нормі 9 – 21 мм. рт. ст. б) при глаукомі 22 – 41 мм. рт. ст.

Отримані результати вказують на те, що при товщині оболонок 0,6 – 2 мм зміни рівня ВОТ не суттєво впливають на зміну напружень в оболонках ока, що перебувають в межах 5 – 30 МПа в нормі та 10 – 55 МПа при глаукомі, проте при товщині оболонок 0,1 – 0,6 мм навіть незначне збільшення рівня ВОТ спричиняє різке підвищення напружень, що є в межах 12 – 167 МПа в нормі, та 28 – 321 МПа при глаукомі. Також чим більший радіус оболонки, тим більші напруження виникають в оболонці при однаковому рівні ВОТ, так, у передньому відділі склери при товщині оболонки 0,1 мм та рівні ВОТ – 41 мм. рт. ст. напруження буде рівним 300 МПа, у задньому відділі склери з радіусом 12 мм та при товщині оболонки 0,1 мм напруження – 321 МПа.

Це пояснює чому при глаукомі пошкоджується очний нерв, оскільки його прикриває тонка оболонка з великим радіусом кривизни, яка деформується від високого ВОТ, що в свою чергу призводить до сліпоти. Тому виникає необхідність запобігти ураженню очного нерва та своєчасно зберегти зір пацієнта.

Література

1. Ри Дуглас Дж. Глаукома: атлас / пер. с англ. под ред. С. Э. Аветисова, В. П. Еричева. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 472 с.
2. Ткачук А. А. Моделювання процесу транспортування внутрішньоочної рідини в дренажних системах при глаукомі // Збірник тез доповідей VIII Всеукраїнська студентська науково-технічна конференція «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання» (23–24 квіт. 2015р м. Тернопіль). – Т.: ТНТУ 2015. – С. 24.
3. Нестеров, А. П. Глаукома: Научное издание / Под общ. ред. А.С.Петров. – М. МИА, 2014. – 360 с.
4. Авдонин, А. С. Прикладные методы расчета оболочек и тонкостенных конструкций / М: Машиностроение, 1969. – 405 с

УДК 539.551, 539.193

О.В. Хорольський, І. Продайко

Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленка, Україна

ВПЛИВ РОЗЧИННИКА НА ГІДРОДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАКРОМОЛЕКУЛ ПОЛІВІНІЛОВОГО СПИРТУ

O.V. Khorolskyi, I. Prodaiko

INFLUENCE OF SOLVENT ON HYDRODYNAMIC PROPERTIES OF POLYVINYL ALCOHOL MACROMOLECULES

Дослідження впливу розчинника на концентраційні режими водних і неводних розчинів полівінілового спирту (ПВС) у широкому діапазоні концентрацій і температур є актуальним завданням для вдосконалення способів таргетної доставки лікарських форм, створення композицій із заданими характеристиками та інших прикладних та фундаментальних проблем фізики рідинних систем.

Без додаткової очистки використано полівініловий спирт марки Mowiol 6-98 (Kuragay) зі ступенем гідролізу $98,4 \pm 0,4$ мол. %. Як розчинники використано двічі дистильовану воду і диметилсульфоксид $((\text{CH}_3)_2\text{SO}$, ДМСО) марки "фарм", який витримували над NaOH і переганяли при низькому тиску (3-5 мм. рт. ст.).

Експериментально досліджені кінематична в'язкість і густина розчинів ПВС у воді та диметилсульфоксиді з концентраціями $C=(0,3; 0,5; 0,7; 1; 3; 5; 7)$ мас. % в інтервалі температур (293-363) К. Розчини готували гравіметрично. Кінематична в'язкість (ν) досліджувалась за допомогою капілярних віскозиметрів з капілярами різних діаметрів, причому похибка вимірювань не перевищувала 2 %. Густина (ρ) визначалась пікнометричним методом з похибкою 0,05 %.

Для обробки експериментальних даних розчинів полівінілового спирту у воді та диметилсульфоксиді були розраховані характеристичні в'язкості, які залежать лише від природи полімеру і не залежать від його концентрації. За значеннями характеристичної в'язкості згідно рівняння Марка-Куна-Хаувінка [1] для розбавлених розчинів полівінілового спирту віскозиметричним методом у межах концентрацій $C = (0,3 \div 0,7)$ мас. % визначали середньов'язкісну молекулярну масу \bar{M}_η . Аналіз отриманих результатів показав, що середній ступінь полімеризації складає $\bar{p} = 1000$.

Для розбавлених розчинів застосована модельна теорія Ейнштейна, яка дозволяє за віскозиметричними даними визначити розмір молекули розчиненої речовини і згідно якої молекула розчиненої речовини розглядається як тверда сфера, а розчинник – як суцільне середовище [2]. Із певними застереженнями модельна теорія Ейнштейна дозволяє оцінити зміну розмірів макромолекули в розбавленому розчині зі зміною температури. Отримані результати вказують на те, що зі збільшенням температури і концентрації ефективні гідродинамічні радіуси макромолекул ПВС у водних і неводних розчинах зменшуються. Ефективні гідродинамічні радіуси макромолекул ПВС у диметилсульфоксиді відчутно більші в порівнянні з такими у водних розчинах ПВС.

Література

1. Геллер Б.Э. Практическое руководство по физикохимии волокнообразующих полимеров: учебное пособие для вузов / Б.Э. Геллер, А.А. Геллер, В.Г. Чиртулов. – М.: Химия, 1996. – 432 с.
2. Застосування віскозиметричного методу для вивчення конфігураційних переходів у водних розчинах глюкози / Л.А. Булавін, О.М. Алексєєв, Л.М. Гаркуша, Ю.Ф. Забашта, С.Ю. Ткачов // УФЖ. – 2011. – Т. 56, № 5. – С. 450-455.

УДК 621.763

І.О. Шуляр, канд. техн. наук, доц.

Івано-Франківського державного технічного університету нафти і газу, Україна

РОЗШИРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ СПОСОБУ ВІДЦЕНТРОВОГО ЛИТВА

I.O. Shuliar, Ph.D., Assoc. Prof.

EXPANDING OPPORTUNITIES OF CENTRIFUGAL CASTING TECHNOLOGY

Дуже багато деталей і вузлів сучасних машин і механізмів, а також інструментів, працюють у важких умовах, за яких мають місце високі швидкості ковзання і кочення, значні контактні навантаження та присутність абразиву. За таких умов окремі деталі, як, наприклад, штоки, плунжери та вали насосів, повинні мати комплексні властивості, що передбачають міцність і пластичність основного металу та високу твердість і зносостійкість поверхневого шару.

У вказаному відношенні метод відцентрового литва [1] дозволяє отримувати заготовки із високими фізико-механічними властивостями, в тому числі біметалеві та армовані [2], які практично неможливо отримувати іншими методами литва. Застосовуючи широкий спектр сучасних матеріалів – сталей, кольорових металів, твердих сплавів і мінералокераміки, а також змінюючи вхідні параметри процесу, можна отримати композиційні заготовки різної форми, розмірів та властивостей.

Точність і якість отримання заготовок при відцентровому литві буде залежати від точності ливарної машини, точності виготовлення виливниці та її балансування, точності закріплення виливниці на передньому кінці шпинделя ливарної машини, а також від технологічних параметрів відцентрового литва: розміщення осі обертання шпинделя (горизонтальна, вертикальна, похила [3]): швидкості обертання форми; температури виливниці; наявності теплоізоляційного покриття на внутрішній поверхні виливниці; температури металу, що заливається у виливницю; дозування металу; швидкості заливання металу і подачі армуючих частинок у виливницю [4]; температури і розміру армуючих частинок [5].

Експерименти свідчать, що шляхом комбінації основного та присадкового металу, армуючих компонентів і їх дисперсності можна отримати армовану зону з комплексними властивостями як приповерхневу (зовнішню, внутрішню чи торцеву), так і практично в будь-якому об'ємі виливка. Вплив кожного з технологічних параметрів процесу армування під час литва треба розглядати як абстраговано, так і у взаємодії між собою. Вказаний спосіб дає можливість отримувати заготовки у формі тіл обертання – циліндри, кільця, втулки, та деталей у яких відсутні осі чи площини симетрії [6]. Останні використовують для оснащення інструментів у гірничому та буровому обладнанні.

При виборі розміщення осі обертання шпинделя відцентрової ливарної машини слід мати на увазі, що при високих вимогах до циліндричності внутрішнього отвору втулки можливо тільки при горизонтальному розміщенні осі обертання виливниці, для заготовок кілець можна використовувати як горизонтальне, так і вертикальне розміщення осі обертання.

Швидкість обертання шпинделя вибирають із умови забезпечення отримання заготовки потрібної якості структури металу. Температура виливниці суттєво впливає на якість поверхні при відцентровому литві, а також є особливо важливим параметром при необхідності армування виливок.

Для підвищення якості поверхні заготовок, точності розмірів і довговічності виливниць застосовують теплоізоляційні покриття.

Точність дозування металу є важливою при відцентровому литві пустотілих заготовок кілець і втулок, так як від цього буде залежати діаметр вільної внутрішньої поверхні виливка. Точність дозування армуючих частин суттєво впливає на їх концентрацію у виливні.

Швидкість заливання металу у відцентрову форму впливає на якість зовнішньої поверхні виливка і на час формування заготовки. Швидкість заливання металу, на практиці вибирають спочатку більшою – для швидкого розподілу рідкого металу по всій поверхні виливниці, а потім зменшують для створення сприятливих умов для направленої твердіння металу. Крім цього, швидкість заливання рідкого металу і швидкість подачі армуючих частинок будуть визначатись необхідною формою зони армування у виливках.

Таким чином, вказаний спосіб отримання заготовок може досить ефективно застосовуватися в різних галузях сучасного машинобудування.

Література

1. Юдин С. Б. Центробежное литье / С .Б. Юдин, М. М. Левин ,С. Е. Розенфельд — М.: Машиностроение.— 1972. – 360 с.
2. А. с. 1001573 СССР, МКИ³ В 22 D 19/02. Способ получения армированных оливок / [Ю. Н. Бугай , Э. Б. Милевский, Р. Т. Карпик, И. О. Загайдук и др. (СССР)]. – № 3216252/22-02; заявл. 15.12.80; не подлежит опубл. в открытой печати. – 8 с.
3. Шуляр І. О. Технологія і устаткування для отримання армованих виливків відцентровим литвом із змінним положенням осі обертання форми / І. О. Шуляр, Л. О. Борушак, В. Г. Панчук // Науковий Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. – Краматорськ. – 2012. - № 2 (10Е). – С. 154–163.
4. Шуляр І. Дослідження руху твердих частинок у рідкому сплаві при відцентровому армуванні з двома взаємно перпендикулярними осями обертання ливарної форми / І. Шуляр, М. Маковійчук, Л. Роп'як // Наукові нотатки. – Луцьк. – 2013. – № 40. – С. 321–330.
5. Бугай Ю. Н. Центробежно-армированный породоразрушающий буровой инструмент / Ю. Н. Бугай, И. В. Воробьев. – Львов: Выща школа, 1989. – 205 с.
6. Пат. 72194 Україна, МПК В 22 D 13/02. Машина для відцентрового литва і армування виливків / І. О. Шуляр, Л. О. Борушак, С. Л. Борушак; u201200992; заявл. 31.01.12; опубл. 10.08.12, Бюл. № 15.

UDC 681.518

Amobi Emmanuel

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine

SIMULATION OF A WEBSITE INTERACTION WITH CLUSTERIZED ENVIRONMENT

Амобі Кхїджіоке Еммануель

МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОДІЇ ВЕБ САЙТУ З КЛАСТЕРИЗОВАНИМ ОТОЧЕННЯМ

In recent decades WWW expanded explosively, paving way for social networks evolution. Structure of social networks has become a subject of study within statistical theory of complex systems [1-3]. Among other parameters determining connectivity of individuals, a space (time zone) distribution is also important in social networks to minimize the efforts and to maintain a social tie connecting users with their spatial neighbors. For a successful optimization [4] of web sites related to local media or social networking as well as E-commerce, it is crucial to assess the spatial component [2], simply put, to check whether on average the majority of users from a subgroup are in one spatial neighborhood. Website for an actual online talk show was designed by the Author which can accumulate necessary statistical data to elucidate this important issue. For each user, a certain number of attributes is known which allow identifying his activity, location or time zone. Basically, the site was built using HTML, CSS and Javascript. The HTML scripts are used for the creation and organization of elements within the web page while the CSS scripts are used for the design and layout of the web page. There is another dimension of a website design which can be described in depths by complex system theory [3], namely links to other sites and social network pages, represented as directed edges. In present study, a stochastic model is developed and used for simulation of a website interaction with clusterized environment to improve web site functionality. Criteria of model-to-system correspondence were chosen and the system parameters identification algorithms were developed in this study. Check of the model adequacy, data for input analysis and validation were collected through the Author's web site.

Literature

1. Barthelemy M. Spatial Networks // arXiv:1010.0302v2 [cond-mat.stat-mech] 4 Nov 2010. Available at scf.berkeley.edu/~aldous/206-SNET/Papers/barthelemy_survey.pdf.
2. Girvan M., Newman M.E.J. Community structure in social and biological networks Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 99, no. 12, p. 7821–7826, 2002 Available at <http://www.pnas.org/content/99/12/7821.full.pdf>.
3. Holovatch Y. et al. Complex networks // Journal of Physical Studies, vol. 10, Issue 4, p.247-289, 2006.
4. Melnyk O.S., Zagorodna N.V. Search engine website optimization // Current issues in modern technologies. Book of abstract of the IV International scientific and technical conference of young researchers and students 25th-26th of November 2015, , Volume I, p.34.

УДК 677.027.2

T.S. Asaulyuk, Ph.D., O.J. Semeshko, Ph.D.

Kherson National Technical University, Ukraine

MODIFICATION OF DISULFIDE BONDS OF KERATIN DURING ELECTRIC DISCHARGE TREATMENT OF WOOL

The use of electric discharge non-linear bulk cavitation (EDNBC) is an effective, economical and environmentally friendly method of modification of wool with the aim of improving the quality of manufactured woolen material [1].

During electric discharge treatment the wool undergoes simultaneous physical and chemical effect. The major factors that have the most significant impact on the process of modification of wool fibers are a direct effect of the electro-hydraulic shock and water cleavage products generated in the working environment under the influence of cavitation. Reactions of keratin which occur during electric discharge treatment in an aqueous environment, are of particular interest because of the large number of cystine bonds which are particularly sensitive to various chemicals.

It was established experimentally that the electric discharge treatment reduces the oxidation-reduction potential of water, due to the formation of hydrogen atom and hydrated electron which are active reducing agents. Thus, the chemical processes occurring during the electro-hydraulic action on the water during the treatment of the wool fiber, will be primarily a reducing nature.

However, during the electric discharge treatment is not possible to completely separate the physical and chemical effects on the treated material. Based on a comprehensive analysis of the processes occurring during the electric discharge treatment, the probable mechanism of modification of wool fiber are proposed.

We assume that under the influence of atomic hydrogen produced in the water at electric discharge treatment of wool fibers interpeptide disulfide bonds are cleaved, cystine goes into cysteine. Furthermore, polypeptide chains with the recovered cystine bonds can move freely relative to each other under the influence of the electro-hydraulic shock. Under the action of oxidizing agents present in the working environment, the sulfhydryl groups of cysteine can be easily re-oxidized to form new cystine bonds. In addition, during cavitation treatment reactive SH-groups can enter into chemical interaction to form other, more stable cross-linkages $-\text{CH}_2-\text{S}-\text{CH}_2-$.

In order to study changes in the chemical structure of wool after electric discharge treatment conducted research using the method of infrared spectroscopy. A comparison of the IR spectra of the modified and untreated wool found that the main changes are related to intermolecular structural changes of hydrogen bonded NH-groups. In the pre-modified samples increases the number of associated NH-groups, which confirms the reallocation of cross-linkages in wool keratin under the influence of EDNBC.

Thus, in the process of electric discharge treatment under the complex influence of EDNBC occur modification of disulfide bonds of wool keratin, leading to a change in its native properties. Formation of new cross-linkages in keratin lead to increased strength, increased resistance to hydrolysis action of oxidizing and reducing agents, as well as reduced tendency to felting of fiber.

Literature

1. Asaulyuk T. The influence of electrical discharge pretreatment on the surface fiber properties during bleaching of wool // T. Asaulyuk, O. Semeshko, S. Myasnykov // Study of problems in modern science: new technologies in engineering, advanced management, efficiency of social institutions. Monograph: edited by Y. Shalapko, Z. Wyszowska, J. Musial, O. Paraska. – 2015. – 753 p. (P. 159-169).

Секція: НОВІ МАТЕРІАЛИ, МІЦНІСТЬ І ДОВГОВІЧНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ

УДК 539.3

¹С.О. Альфавицька, ²М.С. Слободян, канд. фіз.-мат. наук, доц., ³О.В. Білаш

¹Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України

²Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

³Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Україна

ДВОСТОРОННІЙ ЗГИН ПЛАСТИНИ З ДВОМА РІВНИМИ СПІВВІСНИМИ ТРІЩИНАМИ З УРАХУВАННЯМ КОНТАКТУ ЇХ БЕРЕГІВ ТА ЗА НАЯВНОСТІ ЗМІЦНЕНИХ ПЛАСТИЧНИХ ЗОН ПОБЛИЗУ ЇХ ВЕРШИН

S.O. Alfavitcka, M.S. Slobodyan, Ph.D., Assoc. Prof., O.V. Bilash

TWO-AXIAL BEND OF PLATE WITH TWO EQUAL CRACKS TAKING INTO ACCOUNT THE CONTACT OF THEIR BANKS AND STRENGTHENING PLASTIC ZONES NEAR THEIR TIPS

Пластинчасті елементи конструкцій широко використовуються у різних галузях техніки та промисловості. За дії зовнішнього навантаження або у процесі їх експлуатації чи виготовленні можуть виникати тріщиноподібні дефекти, які знижують міцність і надійність елементів конструкцій. У більшості наукових праць наявність зміцнених пластичних зон, які виникають на продовженні тріщин, не враховувалась.

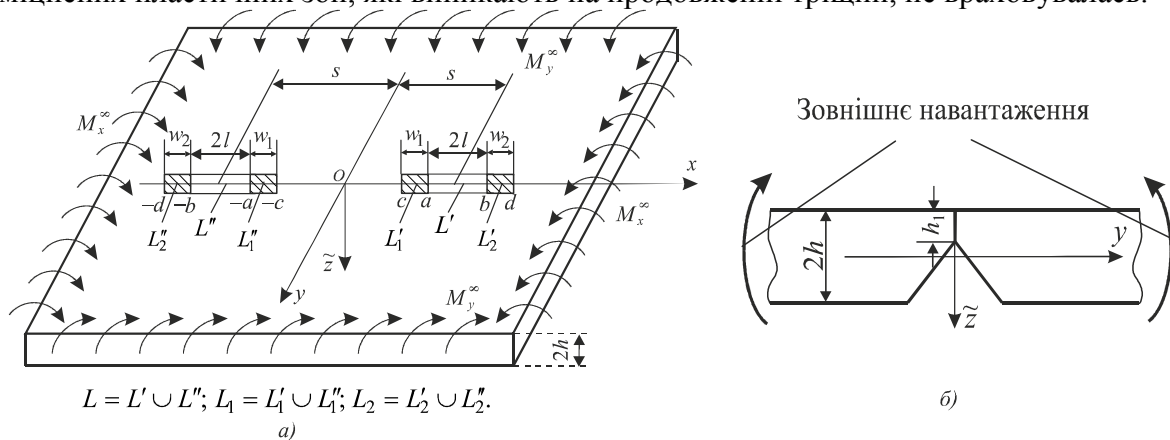


Рис. 1. Схема навантаження пластини та розміщення тріщин

У роботі досліджена задача про двосторонній згин рівномірно розподіленими моментами на безмежності M_x^∞ і M_y^∞ однорідної ізотропної пластини завтовшки $2h$ з двома рівними наскрізними тріщинами завдовжки $2l$. У серединній площині пластини виберемо декартову систему координат $Oxy\tilde{z}$ з початком по середині між центрами тріщин, направивши вісь Ox вздовж тріщин, а вісь $O\tilde{z}$ перпендикулярно до неї. У системі координат $Oxy\tilde{z}$ точки, які співпадають з кінцями тріщини позначимо через a і b , а точки, які співпадають з кінцями пластичних зон через $-c$ і d . Вважаємо, що під дією зовнішнього навантаження береги тріщин приходять у гладкий контакт по області сталої ширини h_1 поблизу верхньої основи пластини, а біля вершин тріщин утворились зміцнені пластичні зони завдовжки w_j ($j=1,2$). Лінію, де розміщені тріщини

позначимо через L , пластичні зони – через L_j ($j=1,2$); відстань між центрами тріщин – через $2s$ (див. рис. 1).

За рахунок контакту берегів тріщин розв’язок задачі подамо у вигляді суперпозиції двох взаємозв’язаних задач: плоскої задачі та задачі згину (класична теорія) за таких крайових умов:

$$\begin{aligned}\sigma_{yy}^{\pm} &= \sigma_0^{(j)} \sigma_{(j)}^*(x), M_y^{\pm} = M_0^{(j)} \sigma_{(j)}^*(x), \quad x \in L_j, j=1,2, \\ \sigma_{yy}^{\pm} &= -N/(2h), M_y^{\pm} = \beta h N, [v] + \alpha h [\partial_y w] = 0, \quad x \in L, \\ \sigma_{xy}^{\pm} &= 0, P_y^{\pm} = 0, \quad x \in L + L_1 + L_2,\end{aligned}$$

де σ_{yy} і σ_{xy} , v – компоненти тензора напружень та компонента вектора переміщень на вісь Oy у плоскій задачі; $\sigma_0^{(j)}$ і $M_0^{(j)}$ – невідомі нормальні напруження та згинальні моменти у пластичних зонах; N – контактне зусилля між берегами тріщини ($N > 0$); w – прогин пластини; M_y і P_y – згинальний момент та перерізувальна сила у сенсі Кірхгофа; значками “+” і “-” позначено граничне значення відповідної величини при $y \rightarrow \pm 0$; $\partial_y f = \partial f / \partial y$; константи α і β [1] та функції $\sigma_{(j)}^*(x)$ ($j=1,2$) мають вигляд

$$\begin{aligned}\alpha &= 0.5 \left\{ 1 + \left(1 - \gamma^2 \right) \right\}, \quad \beta = 1 - \gamma / 3, \quad \gamma = h_1 / h, \\ \sigma_1^*(x) &= m^* + (1 - m^*) \frac{a - |x|}{a - c}, \quad \sigma_2^*(x) = m^* + (1 - m^*) \frac{|x| - b}{d - b}, \quad m^* = \frac{\sigma_e}{\sigma_T},\end{aligned}$$

де σ_e і σ_T – границя міцності та границя текучості матеріалу пластини.

За допомогою комплексних потенціалів плоскої задачі [2] та класичної теорії згину пластин [3], розв’язування задачі зведено до задач лінійного спряження, на основі яких отримано аналітичні розв’язки в класі функцій обмежених у вершинах пластичних зон, як це було зроблено у [4]. Для знаходження їх довжин використано умови пластичності Треска у вигляді поверхневого шару [5]. Числово визначено довжину пластичних зон та побудовано відповідні графічні залежності при різних параметрах задачі.

Література

3. Опанасович В.К. Згин пластини з наскрізною прямолінійною тріщиною з урахуванням ширини області контакту її поверхонь / В.К. Опанасович // Наукові нотатки Луцького технічного університету: міжвузівський збірник (за напрямом “Інженерна механіка”). – 2007. – Вип.20 (2). – С. 123-127.
4. Мухелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости/ Мухелишвили Н.И. – М.: Наука,1966. – 707 с.
5. Прусов И.А. Метод сопряжения в теории плит/ Прусова И.А. – Минск: Изд-во Белорус. ун-та, 1975. – 256 с.
6. Альфавіцька С.О. Згин пластини з наскрізною прямолінійною тріщиною за наявності пластичних зон у її вершинах з урахуванням контакту її берегів та зміцнення матеріалу / С.О. Альфавіцька, М.М. Николишин, В.К. Опанасович, М.С. Слободян // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: фізико-математичні науки. – 2015, спецвипуск. – С. 21-27.
7. Кушнір Р.М. Пружний та пружно-пластичний граничний стан оболонок з дефектами/ Кушнір Р.М., Николишин М.М., Осадчук В.А. – Львів: СПОЛОМ, 2003. – 320 с.

УДК 539.3

О.В. Білаш, канд. екон. наук

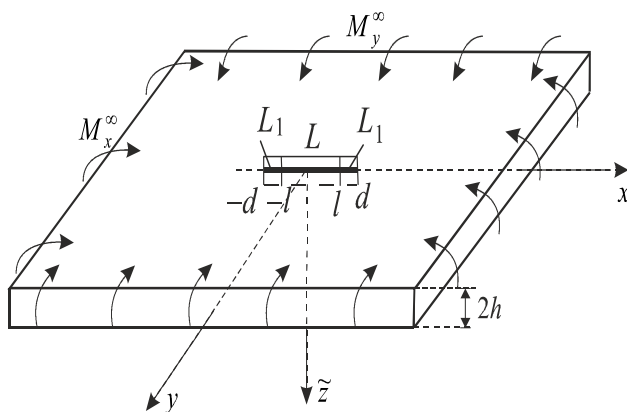
Національна академія сухопутних військ імені Петра Сагайдачного, Україна

**ЗГИН ПЛАСТИНИ ЗІ ЩІЛИНОЮ ЗА НАЯВНОСТІ ПЛАСТИЧНИХ ЗОН У ЇЇ
ВЕРШИНАХ**

O.V. Bilash Ph.D.

**BEND OF PLATE WITH SLIT IN THE PRESENCE OF PLASTIC ZONES IN
ITS TOPS**

В роботі досліджена задача про визначення напружено-деформованого стану ізотропної пластини завтовшки $2h$, основи якої вільні від зовнішнього навантаження, з наскрізною прямолінійною щілиною завдовжки $2l$ за двобічного згину її моментами на нескінченності, вектори яких паралельні і перпендикулярні до берегів щілини, а у її вершинах наявні пластичні зони, де виконуються умови пластичності Треска у вигляді умови пластичності поверхневого шару чи умови пластичного шарніру і де діють сталі згинальні моменти M_0 [1]. Береги щілини вільні від зовнішнього навантаження, а її розміри такі, що її береги в процесі згину не контактують (див. рис.1).



У серединній площині пластини виберемо декартову систему координат $Oxyz$ з початком у центрі тріщини, направивши вісь Ox по ній, а вісь Oz перпендикулярно до площини. Лінію осі Ox , де розміщена щілина, позначимо через L , пластичні зони – через L_1 , їх довжину і кінці через Δ , $-d$ та d відповідно.

Згідно формулювання задачі маємо такі крайові умови

$$M_y^\pm = 0, N_y^\pm = 0, H_{xy}^\pm = 0, x \in L;$$

$$M_y^\pm = M_0, N_y^\pm = 0, H_{xy}^\pm = 0, x \in L_1, (1)$$

Рис. 1. Схема навантаження пластини та розміщення щілини

де значками "+" і "-" позначено граничне значення відповідної величини при $y \rightarrow \pm 0$, M_y – згинальний момент, N_y – перерізувальна сила, H_{xy} – крутний момент.

При розв'язуванні задачі скористаємося класичною теорією згину пластин, ввівши при цьому комплексні потенціали $\Phi(z)$ і $\Omega(z)$ та скориставшись залежностями [2]

$$\left(M_y + ic' + i \int_0^z P(\varepsilon) \partial \varepsilon \right) = m \left[\bar{k} \Phi(z) + \Omega(\bar{z}) - (z - \bar{z}) \overline{\Phi'(z)} \right], \quad (2)$$

$$\partial_x(u + iv) = -\bar{z} \left[\Phi(z) - \Omega(\bar{z}) + (z - \bar{z}) \overline{\Phi'(z)} \right],$$

де $P(x) = N_y + \partial H_{xy}$ – узагальнена у сенсі Кірхгофа перерізувальна сила; u і v – компоненти вектора переміщення на осі Ox і Oy ; c' – невідома стала; $m = -D(1-\nu)$,

$\tilde{\kappa} = (3 + \nu)/(1 + \nu)$, $D = 2Eh^3/(3(1 - \nu^2))$; ν і E – відповідно коефіцієнт Пуассона і модуль Юнга матеріалу пластини; $z = x + iy$, $i^2 = -1$, x і y – координати точки; $\partial_x = \partial/\partial x$.

На основі першої залежності (2) і крайніх умов (1) отримано задачі лінійного спряження для визначення комплексних потенціалів $\Phi(z)$ і $\Omega(z)$,

$$\begin{aligned} & [\tilde{\kappa}\Phi(x) - \Omega(x)]^+ - [\tilde{\kappa}\Phi(x) - \Omega(x)]^- = 0, \quad x \in L + L_1; \\ & \left(\tilde{\kappa}\Phi(x) + \Omega(x) - \frac{ic'}{m} \right)^+ + \left(\tilde{\kappa}\Phi(x) + \Omega(x) - \frac{ic'}{m} \right)^- = \begin{cases} 0, & x \in L, \\ \frac{2M_0}{m}, & x \in L. \end{cases} \end{aligned}$$

розв'язавши які в класі функцій, обмежених у вершинах пластичних зон, та врахувавши поведінку функцій $\Phi(z)$ і $\Omega(z)$ на нескінченності [2], одержимо

$$\Omega(z) = \tilde{\kappa}\Phi(z) + (\tilde{\kappa} + 1)(M_y^\infty - M_x^\infty)/(4D(1 + \nu)) + (M_y^\infty - M_x^\infty)/2m, \quad (3)$$

$$\tilde{\kappa}\Phi(z) + \Omega(z) - \frac{ic'}{m} = -\frac{M_0\sqrt{z^2 - d^2}}{m\pi} \int_{L_1} \frac{dx}{\sqrt{d^2 - x^2}(x - z)} \quad (4)$$

Врахувавши поведінку потенціалів $\Phi(z)$ і $\Omega(z)$ на нескінченності [2], з (4) отримаємо

$$-(\tilde{\kappa} - 1)(M_y^\infty + M_x^\infty)/(4D(1 + \nu)) + (M_y^\infty - M_x^\infty)/2m - ic'/m = \frac{M_0}{\pi m} \int_{L_1} \frac{dx}{\sqrt{d^2 - x^2}}. \quad (5)$$

Прирівнявши в (5) дійсну і уявні частини, одержимо

$$c' = 0, \quad b = l \sec(\pi M_y^\infty / (2M_0)).$$

Для числового аналізу задачі подамо зведену довжину пластичної зони $\varepsilon = \Delta/l$ та зведене розходження берегів щілини на нижній основі у вершині щілини $\tilde{\delta} = (\delta_\kappa E)/(l\sigma_y)$, використавши умову пластичності Треска у вигляді умови пластичності поверхневого шару [1]

$$\varepsilon = \sec(\pi\tilde{\sigma})/2 - 1, \quad \tilde{\delta} = 8(1 + \nu) \ln(1 + \varepsilon)/(\pi(3 + \nu));$$

або умови пластичного шарніру [1]

$$\varepsilon = \sec(\pi\tilde{\sigma})/3 - 1, \quad \tilde{\delta} = 12(1 + \nu) \ln(1 + \varepsilon)/(\pi(3 + \nu)),$$

де $\tilde{\sigma} = 3M_y^\infty/(2h^2\sigma_y)$, $\delta_\kappa = \int_d^l \partial_x(\nu^+ - \nu^-)dx$ – розходження берегів щілини у її вершині

l ; σ_y – межа текучості матеріалу пластини.

Зауважимо, що згинальний момент на нескінченності M_x^∞ не впливає ні на довжину пластичної зони, ні на розкриття у вершині щілини при використанні таких умов пластичності.

Проведено числовий аналіз ε і $\tilde{\delta}$ від значення зведеного максимального згинального напруження по безмежності $\tilde{\sigma}$, який показав, що довжина пластичної зони та розходження берегів щілини у її вершині є більші з використанням умови пластичності Треска, ніж умови пластичного шарніру.

Література

1. Кушнір Р.М. Пружний та пружно-пластичний граничний стан оболонок з дефектами [текст] / Р.М. Кушнір, М.М. Николишин, В.А. Осадчук. – Львів: Вид-во “Спалом”, 2003. – 319 с.
2. Пругов И.А. Метод сопряжения в теории плит [текст] / И.А. Пругов. – Минск: Изд-во Белорус. ун-та, 1975. – 256 с.

УДК 544.015.3

Н.М. Блашко, І.Д. Олексеюк докт. хім. наук, проф.; Л.Д. Гулай докт. хім. наук, проф., О.В. Марчук канд. хім. наук, доц.

Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, Україна

ФАЗОВІ РІВНОВАГИ В СИСТЕМІ $\text{Pr}_2\text{S}_3 - \text{In}_2\text{S}_3 - \text{GeS}_2$ ЗА ТЕМПЕРАТУРИ 770 К

N.M. Blashko, I.D. Olekseyuk Dr., Prof., L.D. Gulay Dr., Prof., O. V. Marchuk Ph.D., Assoc. Prof.

PHASE EQUILIBRIA IN THE $\text{Pr}_2\text{S}_3 - \text{In}_2\text{S}_3 - \text{GeS}_2$ SYSTEM AT TEMPERATURE 770 K

Інтерес до вивчення халькогенідних систем зумовлений пошуком нових матеріалів для інфрачервоної та нелінійної оптики. Вивчення фазових рівноваг у квазіпотрійній системі $\text{Pr}_2\text{S}_3 - \text{In}_2\text{S}_3 - \text{GeS}_2$ є одним із етапів з'ясування природи хімічної взаємодії компонентів у системах аналогічного типу ($\text{R}_2\text{X}_3 - \text{C}^{\text{III}}\text{X}_3 - \text{D}^{\text{IV}}\text{X}_2$ (R – PЗМ; C^{III} – In, Ga; D^{IV} – Si, Ge, Sn; X – S, Se)) і умов утворення та існування нових тетрарних фаз.

Вихідними компонентами досліджуваної системи є бінарні напівпровідникові сполуки Pr_2S_3 , In_2S_3 та GeS_2 , кристалічна структура яких детально вивчена та описана у науковій літературі [1-5].

Для встановлення фазових рівноваг у квазіпотрійній системі $\text{Pr}_2\text{S}_3 - \text{In}_2\text{S}_3 - \text{GeS}_2$ було синтезовано 32 сплави. Зразки отримували розтопленням високочистих елементів (вміст основного компонента не менше 99,99 ваг.%) у вакуумованих кварцевих контейнерах циліндричної форми. Синтез сплавів здійснювали в електричній муфельній печі з програмним управлінням технологічними процесами МП-30. Сплави нагрівали до температури 1370 К; за цієї температури їх витримували протягом чотирьох годин. Після цього вони були повільно охолоджені (10 К/год) до температури відпалу (770 К), який тривав 500 годин. Після відпалу сплави загартовували у холодній воді.

Рентгенофазовий аналіз здійснювали за дифрактограмами, які були отримані на дифрактометрі ДРОН 4-13 ($2\Theta = 10 - 80^\circ$; $\text{CuK}\alpha$ – випромінювання, крок сканування – 0.05° , експозиція у кожній точці – 4 с). Обробку даних здійснювали за допомогою пакету програм CSD [6].

В обмежуваних бінарних системах дослідженої квазіпотрійної системи за температури відпалу сплавів нами підтверджено існування чотирьох тернарних сполук: Pr_3InS_6 (ПГ $P2_12_12$, ромбічна сингонія), $\text{Pr}_4\text{In}_{4,67}\text{S}_{13}$ (ПГ $P6m$, ромбічна сингонія), $\text{Pr}_3\text{Ge}_{1,25}\text{S}_7$ (ПГ $P6_3$, гексагональна сингонія) та $\text{Pr}_4\text{Ge}_3\text{S}_{12}$ (ПГ $R3c$, тригональна сингонія).

За результатами фазового аналізу побудовано ізотермічний переріз квазіпотрійної системи $\text{Pr}_2\text{S}_3 - \text{In}_2\text{S}_3 - \text{GeS}_2$ (рис. 1). За температури відпалу сплавів (770 К) встановлено існування семи одно-, одинадцяти дво- та п'яти трифазних полів.

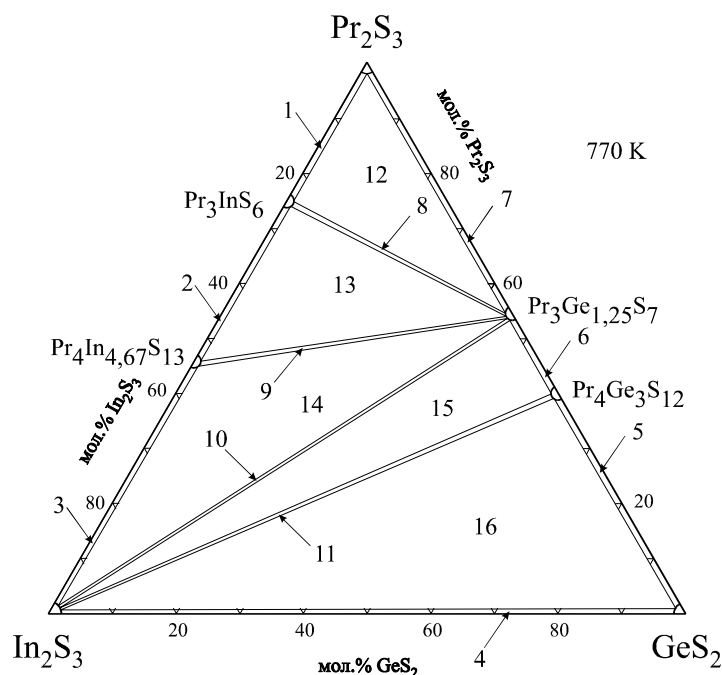


Рис. 1. Ізотермічний переріз системи $\text{Pr}_2\text{S}_3 - \text{In}_2\text{S}_3 - \text{GeS}_2$: 1 – $\text{Pr}_2\text{S}_3 + \text{Pr}_3\text{InS}_6$; 2 – $\text{Pr}_3\text{InS}_6 + \text{Pr}_4\text{In}_{4,67}\text{S}_{13}$; 3 – $\text{In}_2\text{S}_3 + \text{Pr}_4\text{In}_{4,67}\text{S}_{13}$; 4 – $\text{In}_2\text{S}_3 + \text{GeS}_2$; 5 – $\text{GeS}_2 + \text{Pr}_4\text{Ge}_3\text{S}_{12}$; 6 – $\text{Pr}_4\text{Ge}_3\text{S}_{12} + \text{Pr}_3\text{Ge}_{1,25}\text{S}_7$; 7 – $\text{Pr}_2\text{S}_3 + \text{Pr}_3\text{Ge}_{1,25}\text{S}_7$; 8 – $\text{Pr}_3\text{InS}_6 + \text{Pr}_3\text{Ge}_{1,25}\text{S}_7$; 9 – $\text{Pr}_4\text{In}_{4,67}\text{S}_{13} + \text{Pr}_3\text{Ge}_{1,25}\text{S}_7$; 10 – $\text{In}_2\text{S}_3 + \text{Pr}_3\text{Ge}_{1,25}\text{S}_7$; 11 – $\text{In}_2\text{S}_3 + \text{Pr}_4\text{Ge}_3\text{S}_{12}$; 12 – $\text{Pr}_2\text{S}_3 + \text{Pr}_3\text{InS}_6 + \text{Pr}_3\text{Ge}_{1,25}\text{S}_7$; 13 – $\text{Pr}_3\text{InS}_6 + \text{Pr}_4\text{In}_{4,67}\text{S}_{13} + \text{Pr}_3\text{Ge}_{1,25}\text{S}_7$; 14 – $\text{In}_2\text{S}_3 + \text{Pr}_4\text{In}_{4,67}\text{S}_{13} + \text{Pr}_3\text{Ge}_{1,25}\text{S}_7$; 15 – $\text{In}_2\text{S}_3 + \text{Pr}_4\text{Ge}_3\text{S}_{12} + \text{Pr}_3\text{Ge}_{1,25}\text{S}_7$; 16 – $\text{In}_2\text{S}_3 + \text{GeS}_2 + \text{Pr}_4\text{Ge}_3\text{S}_{12}$.

Методом РФА встановлено фазові рівноваги та побудовано ізотермічний переріз квазіпотрійної системи $\text{Pr}_2\text{S}_3 - \text{In}_2\text{S}_3 - \text{GeS}_2$ за температури 770 К. Підтверджено існування чотирьох тернарних сполук: Pr_3InS_6 (ПГ $P2_12_12$), $\text{Pr}_4\text{In}_{4,67}\text{S}_{13}$ (ПГ $Pbam$), $\text{Pr}_3\text{Ge}_{1,25}\text{S}_7$ (ПГ $P6_3$) та $\text{Pr}_4\text{Ge}_3\text{S}_{12}$ (ПГ. $R3c$).

Література

- Schleid T. A- Pr_2S_3 , D- Ho_2S_3 and E- Yb_2S_3 : Synthese und Einkristalluntersuchungen / T. Schleid, F. Lissner // Z. Naturforschung. – 1996. – Vol.51. – P.733-738.
- Steigmann G. A. The Crystal Structure of $\beta\text{-In}_2\text{S}_3$ / G. A. Steigmann, H. H. Sutherland, J. Goodyear // Acta Cryst. – 1965. – Vol.19. – P.967-971.
- Mise en évidence d'une solution solide de type spinelle dans le diagramme de phase du système In-S / [Likforman A., Guittard M., Tomas A., Flahaut J.] // J. Solid State Chem. – 1980. – Vol.34. – P.353-359.
- Diehl R. The Crystal Structure of $\gamma\text{-In}_2\text{S}_3$ Stabilized by As or Sb / R. Diehl, C. D. Carpentier, R. Nitsche // Acta Cryst. – 1976. – Vol.32. – P.1257-1260.
- Dittmar G. Die Kristallstruktur von H.T.- GeS_2 / G. Dittmar, H. Schäfer // Acta Cryst. – 1975. – Vol.31. – P.2060-2064.
- CSD-Universal program package for single crystal and powder structure data treatment / L. G. Aksel'rud, Yu.N. Grin', P.Yu. Zavalii and others // Collected Abstracts 12th European Crystallogr. Meet., Moscow, USSR, 20–28 August, – 1989. – Vol. 3. – P.155.

УДК 539.42, 004.032.26,

І. С. Дідич, О. П. Ясній, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна.

ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДО ОЦІНЮВАННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ

I. S. Didych, O.P. Yasniy, Ph.D., Assoc. Prof.

APPLICATION OF NEURAL NETWORKS FOR THE ASSESSMENT OF DURABILITY OF STRUCTURAL ELEMENTS

Сьогодні актуальним є науковий та практичний інтерес до обчислювальних структур нового типу – штучних нейронних мереж (ШНМ). Він спричинений низкою успішних застосувань цієї нової технології, яка дозволила розробити ефективні підходи до вирішення проблем розпізнавання образів, прогнозування, оптимізації і керування.

Під час експлуатації в елементах конструкцій можуть виникати тріщини, які при подальшому циклічному навантаженні підрастають до критичних розмірів, що в майбутньому призводить до руйнування деталей. Метою даного дослідження є оцінювання довговічності таких елементів конструкцій на етапі їх проектування із урахуванням досягнутого рівня пошкодженості матеріалу.

Довговічність елемента конструкції визначається як кількість циклів до його руйнування. Довжина тріщини a залежить від відповідного числа циклів навантаження N , при якому вона вимірюється. Швидкість росту тріщин da/dN є функцією розмаху коефіцієнта інтенсивності напружень ΔK і коефіцієнта асиметрії циклу навантаження. Модель, яка описує швидкість росту втомної тріщини (РВТ), задається рівнянням:

$$\frac{da}{dN} = f(\Delta K, R),$$

де $f(\Delta K, R)$ – невід’ємна функція; N – кількість циклів навантаження; a – довжина тріщини як функція від N ; $\Delta K = K_{\max} - K_{\min}$; тут K_{\max} , K_{\min} – максимальний та мінімальний коефіцієнт інтенсивності напружень; $R = \sigma_{\min}/\sigma_{\max}$, де σ_{\min} та σ_{\max} – мінімальне та максимальне напруження циклу навантаження, відповідно.

У загальному випадку $K = \sigma\sqrt{\pi a} \cdot Y$ де Y – поправкова функція, яка залежить від геометрії конструкції та тріщини.

Ріст тріщини на середньоамплітудній ділянці діаграми втомного руйнування можна описати рівнянням Уокера [1], яке має вигляд:

$$\frac{da}{dN} = C \left[(1-R)^{m-1} \Delta K \right]^n, R \geq 0,$$

де C , m , n – сталі матеріалу, які визначаються з експерименту.

Параметри матеріалу для втомної тріщини (сталі рівняння Уокера) оцінювали за допомогою нейромережі. В якості входу в мережу використовували експериментальні дані ΔK та da/dN для різного коефіцієнта асиметрії циклу навантаження алюмінієвого сплаву [2].

Результати, отримані авторами в праці [3] показують, що ШНМ можуть успішно застосовуватися до оцінювання поведінки росту втомної тріщини і параметрів матеріалу.

ШНМ побудовані за принципом біологічних нейронних мереж клітин живого організму. Основою цих систем виступає штучний нейрон як імітаційна модель нервової клітини мозку – біологічного нейрона.

По-перше, важливою властивістю нейронних мереж є паралельна обробка інформації одночасно великою кількістю нейронів. Завдяки цьому можна значно швидше обробляти інформацію. По-друге, іншою не менш важливою особливістю нейронних мереж є здатність до навчання та узагальнення інформації [4].

Розглянемо особливості ШНМ. На вхід штучного нейрона надходить деяка кількість сигналів, кожен з яких є виходом іншого нейрона. Кожен вхід множиться на відповідну вагу, аналогічну синаптичній силі, і всі результати додаються, після чого визначається рівень активації нейрона (рис. 1).

ШНМ є системою з'єднаних простих процесорів (штучних нейронів), які взаємодіють між собою. Вектор вхідних сигналів $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, надходить на штучний нейрон. Кожен сигнал множиться на відповідну вагу w_1, w_2, \dots, w_n , і подається на сумуючий блок, позначений Σ . Кожна вага відповідає «силі» одного біологічного синаптичного зв'язку. Сумуючий блок, що відповідає тілу біологічного елемента, додає зважені входи, створюючи вихід, який називають NET. Кожен нейрон мережі має справу тільки з сигналами, які він періодично отримує, і сигналами, які він періодично посилає іншим нейронам. Проте, будучи з'єднаними у досить велику мережу з керованою взаємодією, такі локально прості нейрони разом здатні виконувати достатньо складні завдання.

Сигнал NET далі, як правило, перетворюється активаційною функцією F і дає вихідний нейронний сигнал OUT.

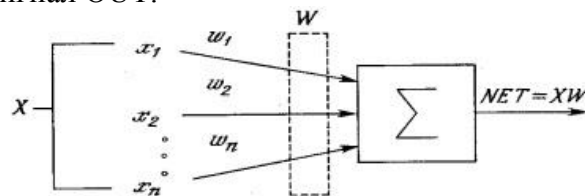


Рис. 1. Штучний нейрон

Нейронні мережі не запрограмовують, натомість вони навчаються. Навчання полягає у знаходженні коефіцієнтів зв'язків між нейронами. У процесі навчання нейронна мережа здатна узагальнювати. Це означає, що у разі успішного навчання мережа зможе повернути правильний результат на підставі даних, які були відсутні у навчальній вибірці, а також неповних та частково перекручених даних [5].

З дослідження можна зробити висновок, що ШНМ – новий підхід до оцінювання складної поведінки росту втомної тріщини для заданого рівня навантажень.

Література

1. Walker K. Effects of Environment and Complex Load History on Fatigue Life / Walker. // American Society for Testing and Materials. – 1970. – С. 1–14.

2. Ясній О. Моделювання росту тріщин за змінної амплітуди навантаження в сплаві Д16ЧТ / О. Ясній, Ю. Пиндус. // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – 2007. – №1. – С. 25.

3. Pidaparti R. M. V. Neural network approach to fatigue-crack-growth predictions under aircraft spectrum loadings / R. M. V. Pidaparti, M. Palakal. // Journal of Aircraft. – 1995. – №4. – С. 825.

4. Коцур Д. В. Використання нейронних мереж – перспективна сфера науки і суспільства [Електронний ресурс] / Д. В. Коцур – Режим доступу до ресурсу: <http://oldconf.neasmo.org.ua/node/139>.

5. Бойчук В. О. Сучасні штучні нейронні мережі та підходи до їх моделювання / В. О. Бойчук, В. Ю. Новакевич. // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2014. – №4. – С. 216–217.

УДК: 622. 692. 24

В.М. Івасів докт. техн. наук, проф., Р.О. Дейнега, В.В. Михайлюк канд. техн. наук, доц.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна

ОЦІНКА ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ТРУБИ МАГІСТРАЛЬНОГО НАФТОПРОВОДУ З КОРОЗІЙНИМИ ДЕФЕКТАМИ

V.M. Ivasiv Dr. Prof., R.A. Deynega, V.V. Mikhailyuk Ph.D., Assoc. Prof.

ASSESSMENT OF THE RESIDUAL RESOURCE OF PIPE OF THE OIL-TRUNK PIPELINE WITH CORROSION DEFECT

У зв'язку із тривалим терміном та умовами експлуатації існуючих трубопроводів України є ризик їх відмови. Під час експлуатації трубопроводів особливу увагу слід звертати на їх корозійні дефекти. Причиною переважаючої кількості аварій є корозійна втома металу [1]. При обстеженні окремих ділянок трубопроводів виявлено загальну кількість корозійних дефектів понад 70% [1].

Забезпечення безаварійної роботи трубопроводу та попередження передчасного корозійно-механічного руйнування є важливим технічним завданням.

З метою визначення довговічності та залишкового ресурсу трубопроводу існують різні методи, одним з яких є побудова кінетичних кривих втоми матеріалу з якого виготовлено трубу. Для побудови кінетичних кривих втоми проведено експериментальні дослідження зразків з корозійними дефектами вирізаних з магістрального нафтопроводу "Одеса-Броди". Схема дослідного зразка зображена на рис. 1.

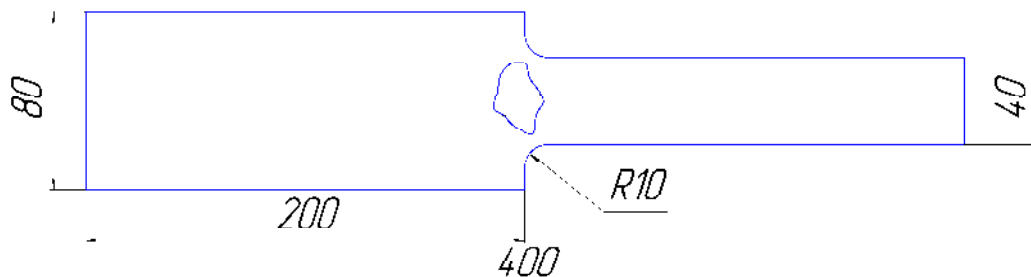


Рисунок 1 – Схема дослідного зразка

Для побудови кінетичних кривих використано рівняння 1 [2]:

$$N = \frac{N_0 \sigma_{rR}}{\sigma} \ln \left[1 + \frac{1}{\exp\left(\frac{\sigma - \sigma_{rR}}{V_0}\right) - 1} \right]; \quad (1)$$

де N – кількість циклів до руйнування дослідного зразка;

N_0 – параметр, який характеризує кількість циклів до точки нижнього перегину кривої втоми;

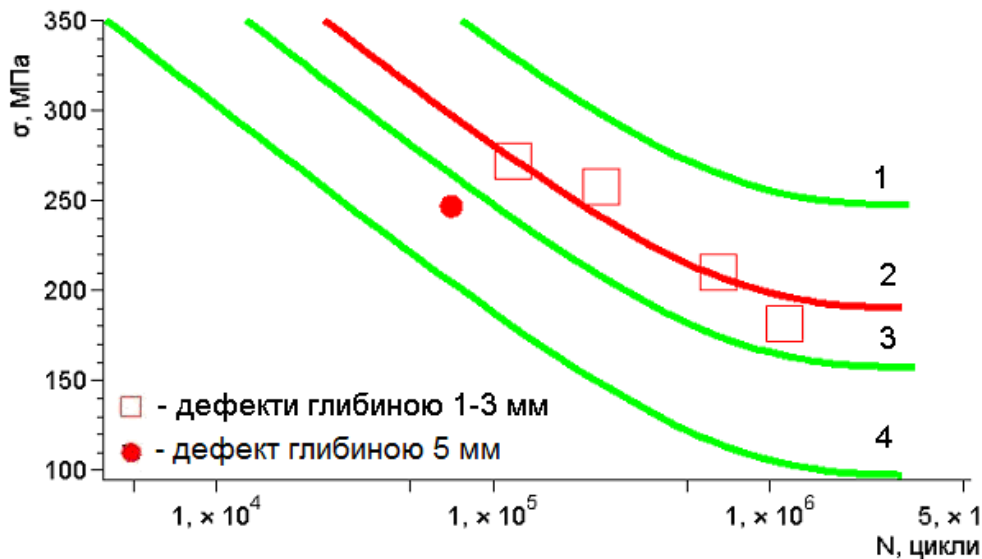
σ_{rR} – границя витривалості з ймовірністю r і асиметрією R ;

σ – максимальне напруження циклу навантаження з постійним значенням коефіцієнта асиметрії;

V_0 – параметр з розмірністю напруження.

Дослідження зразків проведено на розробленій установці для моделювання консольного згину з жорстким навантаженням. Навантаження зразків зі сталі 17ГС здійснювалося за різних амплітуд.

За отриманими результатами експериментальних досліджень з використанням залежності (1) побудована медіанна крива втоми на для різних зразків (з дефектами від 1-3 мм , крива 2).



- 1 – медіанна крива втоми труби без дефектів;
- 2 – медіанна крива втоми дослідних зразків з дефектами 1-3 мм;
- 3 – медіанна крива втоми труби з дефектом;
- 4 – крива втоми труби з дефектом із ймовірністю неруйнування 0,9.

Рисунок 2 – Криві втоми дослідних зразків та труб

Використовуючи отримані графічні залежності можна робити висновок щодо подальшої експлуатації ділянок трубопроводу з подібними дефектами.

Література

1. Мороз А.А. Оценка технического состояния и остаточного ресурса нефтепроводов по результатам диагностики // Автореф. дисс. докт. техн. наук. – Уфа, 2003. – 44 с.
2. Оцінка залишкового ресурсу ділянки нафтопроводу Долина-Дрогобич з урахуванням зміни тиску нафти /В.М. Василюк, В.М. Івасів, В.І. Артими, Р.В. Рачкевич, В.Т. Болонний // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2008.– № 2. – С. 17-20.

УДК 620

О.П. Попадюк , В.П. Козак

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

**АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ФРАКТАЛЬНОЇ РОЗМІРНОСТІ
ПОВЕРХОНЬ РУЙНУВАННЯ ЕПОКСИКОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ**

O. P. Popadiuk , V. P. Kozak

**AUTOMATION DEFINITION OF MATERIAL' FRACTAL DIMENSION OF
FRACTURE SURFACE**

Автоматизація дослідження параметрів матеріалів – це шлях до якісного та швидкого аналізу та до максимізації бажаного результату. Оптимізація вмісту наповнювача у епоксикомпозитних матеріалах потребує дослідження їх механічних властивостей, зокрема й ударної в'язкості. Утворена поверхня руйнування досліджених зразків містить інформацію про механізми руйнування, а її аналіз (фрактодіагностування) забезпечує додаткову інформацію про тріщиностійкість дослідженого епоксикомпозиту.

Завданням даної роботи було автоматизоване обчислення фрактальної розмірності поверхонь руйнування та встановлення кореляційного зв'язку з механічними властивостями епоксикомпозитів.

Відомо, що фрактал – це нескінченно самоподібна геометрична фігура, кожний фрагмент якої повторюється при зменшенні масштабу. Масштабна інваріантність, що спостерігається у фракталах, може бути або точною, або наближеною.

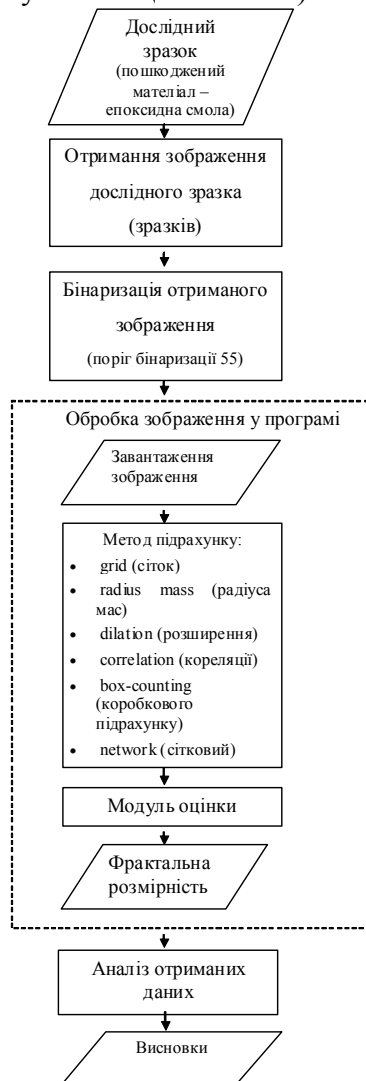
Оскільки фрактал є методом візуального сприйняття, то й його дослідження найкраще проводити з використанням растрових зображень. Існує значна кількість методів обчислення фрактальної розмірності, проте, їх застосування в ручний спосіб є надто трудомістким, потребує значних витрат часу. Саме тому, для підрахунку фрактальної розмірності автоматизовані методи аналізу зображень..

Алгорит використаний у даній роботі містить кілька основних етапів: бінаризація оригінального чорно-білого зображення, його фільтрації та повторна бінаризація отриманого зображення. Особливістю об'єктів аналізу розглянутих у цій роботі є те, що необхідно встановити положення тріщини відносно кожного пікселя та визначити його належність поверхні тріщини або фону. Ця завдання було вирішене за допомогою бінаризація. У бінарному зображенні білі пікселі – фон, а чорні - належали до об'єкту. Поверхню зламів епоксикомпозитів аналізували з використанням відомого програмного забезпечення "Fractalys", розробленого Gilles Vuidel. Тестування програми на зображенні килима Серпінського підтвердило можливість її використання та високу точність очислення фрактальної розмірності.

Можливості програми "Fractalys" дозволили визначити фрактальну розмірність кількома методами:

- сітковим (grid),
- методом радіус маси (radius mass),
- методом розширення (dilation),
- методом кореляції (correlation),
- методом згортки Гаусса (gaussian convolution),
- коробковим підрахунок (box-counting),
- мережевим (Network)

Вибір методу залежав від особливостей досліджуваного зразка (як форми безпосередньо досліджуваного зразка, так і від механізмів руйнування, які попередньо візуально оцінювались).



Для проведення досліджень запропоновано алгоритм, що дає змогу зрозуміти послідовність та логіку наших дій (рис.1)

Проведено розрахунок 4 методами, які вказані на рис. 1. Методи Correlation Default та Correlation White в нашому випадку давали абсолютно однакові результати, отже природа наших зображень ідеально підходить для обрахунку цими методами. Збільшення кількості наповнювача у епоксикомпозитів до певних граничних значень спричиняє зміну мікромеханізмів руйнування, тому два інші варіанти методу кореляції дають дещо інший результат. Значення обчислені цими методами були б більш близькими у разі більш рівномірного розподілу наповнювача у епоксидній матриці.

Отримані результати відображено в таблиці:

Таблиця 1. Результати обробки зображень дослідних зразків у програмі fractalyse

Вихідний зразок		Досліджуваний зразок			
		1	2	3	4
Метод дослідження	Опції				
Radius mas	Quadratic, Barycentre	1.773	1.71	1.768	1.71
Box...	Exponential, Grid	1.722	1.7431	1.797	1.81
	Linear, Grid	1.665	1.656	1.68	1.689
Dilation	Number of dilation: 2	1.717	1.786	1.734	1.61
Correlation	Quadratic, Default	1.734	1.86	1.768	1.742
	Quadratic, Symetric	1.758	1.878	1.768	1.769
	Quadratic, White	1.734	1.86	1.768	1.742
	Quadratic, Internal	1.75	1.881	1.787	1.76

Як бачимо результати одержані різними методами дещо відрізняються. Причиною цьому є невідповідність підбраного методу природі аналізованого зображення.

Питання дослідження фрактальної розмірності поверхонь руйнування зразків, розглянуте у даній роботі потребує подальшого дослідження, проте одержані результати свідчать, що цей параметр є чутливим до структурно-механічних особливостей матеріалів.

Провівши автоматизований аналіз зображень зламів епоксикомпозитів і проаналізувавши отримані дані встановлено, що фрактальна розмірність є інтегральним параметром механізмів руйнування матеріалів.

Попередні етапи обробки зображення спричиняють значний вплив на кінцевий результат та похибку обчислень. Величина похибки також залежить від методу аналізу та фізичної природи аналізованої поверхні.

УДК 621.827.5 : 681.785.4

А.Г. Козловський, М.О. Безуглий, канд. техн. наук, доц.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ОСОБЛИВОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ЕКСЦЕНТРИКА ДЛЯ ФОРМОУТВОРЕННЯ ПОВЕРХНІ ЕЛІПСОЇДАЛЬНИХ РЕФЛЕКТОРІВ

A.G. Kozlovskiy, M.A. Bezuglyi, Ph. D, Assoc. Prof.

FEATURES OF PRODUCTION OF ECCENTRIC FOR ELLIPSOIDAL REFLECTOR SURFACE FORMATION

Еліпсоїдальний рефлектор використовується в сфері оптичної діагностики розсіювальних середовищ в відображеному і/або пройденому світлі, яка має назву еліпсоїдальна фотометрія [1].

Метод обробки фотометричних зображень характеризує просторовий розподіл розсіювання різними технічними і біологічними об'єктами, а саме - ексцентриками. Тому два основних способи виготовлення високоточних ексцентриків для формування поверхні еліпсоїдальних рефлекторів - це точіння на верстатах з ЧПУ (або з використанням пристосування для обробки сфероїда) та друк на 3-D принтері.

Стрімкий розвиток технологій дає можливість знано спростити процес виробництва, дотримуючись при цьому встановлених вимог щодо процесів обробки. До таких технологій відноситься високоякісна обробка сучасними верстатами з ЧПК, а також звичайний та лазерний друк 3-D принтером.

Сучасні верстати з ЧПК здатні самостійно сканувати, моделювати деталь та створювати процес обробки. Системи «CNC-D» та «Scan-D» дозволяють здійснювати сканування готових деталей, подальшого їхнього моделювання та виготовлення. До таких видів належать верстати серій «Eco-line», «Base-line», "PRO". Моделі: ТПК125, МАН0800С, 2455АФ, 2А636, 2С150ПМФ4, FUW315.

3-Д принтер має можливість 3-D сканування та подальшого виготовити деталі складної форми з різних матеріалів (різні види пластмас, метал, дерево). Розроблення системи сканування було здійснено студентами Массачусетського технологічного інституту в 2014.

При виготовленні ексцентрика необхідно дотримуватися наступних технологічних вимог: забезпечити паралельність осей оброблювальних поверхонь обертання, забезпечити конкретне розміщення осей ексцентрика на визначену один від одного відстань, забезпечити необхідний кут повороту (підйому) ексцентрика, забезпечення відповідної міцності та зносостійкості при роботі ексцентрика. [1, с.92]

Складність у виготовленні ексцентрика пов'язана зі змінною величиною кута підйому кривої ексцентрика, який змінюється зі зміною кута повороту [2, с.48].

Тому, виходячи із вищеописаних вимог при виготовленні ексцентрика, розглянемо *перший спосіб* отримання ексцентрика – **за допомогою верстатів з ЧПУ.**

У випадку, коли верстат з ЧПК немає 3-D сканера, як спеціальне обладнання можна додатково установити безліч існуючих систем проектування та сканування для верстатів з ЧПК, деякими прикладами є трьох вимірні сканери типів Штрих, RangeVision, Optiscan 3D, Artex та ін.

Призначення трьох вимірних сканера - отримання математичної моделі твердого об'єкту. Технологія тривимірного сканування, яка використовується в даному сканері, дозволяє з високою точністю і швидкістю знімати інформацію про поверхні об'єктів (глибини), використовуючи принцип структурованої підсвічування. Всі дані виходять

шляхом проектування на об'єкти сцени спеціальної решітки під паралаксним кутом. Спотворення проєкції решітки, створені геометрією об'єктів, дозволяють розрахувати точне положення кожної її точки в тривимірному просторі. Отримані точки триангулюються, утворюючи полігональну поверхню, яка може бути представлена в будь-якому з поширених форматів [3].

Технологічні вимоги щодо виготовлення ексцентриків дещо подібні до вимог для кулачків і становлять наступні параметри:

- Матеріал: сталь 20 X (допускається заміна на сталі інших марок з механічними властивостями не нижче, ніж у сталі 20X).
- Твердість 56..61 HRC. (Цементация h 0.8..1.2 мм.
- Допуск перпендикулярності осі отвору – 0,05 мм.
- Покриття хімічними оксидними домішками згідно ГОСТ 9.306-85 (для металевих та неметалевих поверхонь).

Тому після виготовлення форми ексцентрика на верстаті з ЧПК, виріб піддають термічній обробці, а саме гартуванню та цементації для отримання відповідної твердості. Подальше нанесення хімічного покриття сприяє підвищенню зносостійкості ексцентрика.

Точність точіння верстатів з ЧПК залежить від правильності проектування 3-D моделі розробником та від похибки самого обладнання.

Виготовлення ексцентрика можна виготовляти на вертикально-розточувальних верстатах із застосуванням спеціального **приспособлення для обробки сфероїда**. Дане приспособлення дозволяє точити ексцентрики та еліпсоїди різцем, переміщення якого зумовлене поступально - вертикальний рух штовхача, внаслідок обертання ексцентрика. Таким чином ексцентрик обертається і завдяки своїй геометричній формі створює відповідний закону переміщення, що діє на штовхач.

Другий спосіб виготовлення ексцентрика – **методом** друку на 3-D принтерах. Суть якого полягає в наступному. Для створення 3-D моделі ексцентрика використовують програмні середовище просторового моделювання (Solidwork, Kompas, AutoCad, 3-D Max та ін.) або одержання моделі способом 3-D сканування («Photomodeler Scanner»).

Сучасні 3-D принтери друкують не тільки пластмасою, але й деревом і металом, але щоб здешевити процес виготовлення ексцентрика, його слід виготовляти з пластмаси із нанесенням захисного хімічного покриття для підвищення зносостійкості деталі. Хімічне покриття представляє собою тонкий шар захисної плівки, що утворюється на поверхні деталі з допомогою окисно-відновних процесів, що відбуваються у процесі отримання захисного покриття. Хімічні плівкові покриття служать підвищення стійкості матеріалу деталей до корозії, зносостійкості, електропровідності тощо. Найвища вимога, які пред'являються цим покриттям: міцне зчеплення з поверхнею, відсутність пористості та рівномірність товщини шару на всій поверхні.

Отже, сучасні способи на виробництві, перш за все, передбачають зниження затрат на виробництво, відповідно і собівартості виробу, зберігаючи високу точність та дотримуючись усіх встановлених вимог.

Література

1. Безуглий М.А., Безуглая Н.В., Самияк А.Б. Стаття: «Обработка изображений при эллипсоидальной фотометрии»
2. Соколовский А.П. Основы технологии машиностроения. Том 2. Изд.: НКТМ СССР государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, Ленинград, Москва 1939. 632 с.
3. Антонюк В. Е., Королев В. А., Башеев С. М. Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений. Минск, «Беларусь», 1969. 392 с.

УДК 622.24.065

¹М.М. Лях, канд.техн.наук, проф., ¹Н.В. Федоляк, ²О.О.Рейті

¹ Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна

² ПП „Маркетолог”, Україна

ВИЗНАЧЕННЯ ЖОРСТКОСТІ ВІБРООПОР БУРОВИХ ВІБРОСИТ

M.M. Liakh, Ph.D., Prof., N.V. Fedoliak, O.O.Reiti

DETERMINING STIFFNESS SUPPORTS DRILLING SHAKERS

В якості віброопор вібросита використовуються виті циліндричні пружини стиску, які при прикладанні до них навантаження зменшують свою довжину. Пружини вібросита в процесі його роботи знаходяться під дією змінного навантаження. Коли вібросито не працює, на пружини діє вага віброрами з ситополотном, а якщо воно працює, то на пружні віброопори діє зусилля від маси віброрами з ситополотном і бурового розчину та додатково зусилля, створюване рушійною силою. При виборі жорсткості пружин слід враховувати, що вібросита мають три режими роботи – дорезонансний (при пуску його в роботу), резонансний (коли частота вимушуючих коливань співпадає з частотою коливань пружних елементів), та зарезонансний (робочий режим вібросита). Оскільки найбільші навантаження на пружні опори діятимуть в резонансному режимі роботи, то цей період є критичним для їх роботи. Проте цей період є нетривалим, тому підбір жорсткості пружин проводять для робочих режимів вібросита з урахуванням коефіцієнтів запасу. Коли ж вибрати пружину для резонансних навантажень, то при робочому режимі вона створюватиме додатковий опір та значно гаситиме коливання, створювані вібродвигом, знижуючи ефективність просіювання та зменшуючи амплітуду коливань. Тому може спостерігатись залипання чарунок ситополотна і, як наслідок, знизиться пропускна здатність. Неправильний вибір жорсткості пружин, що використовуються в якості віброопор, може стати причиною їх руйнування.

Причиною злому пружин віброопор є: втомне руйнування, руйнування при проходженні віброситом резонансних навантажень, неправильний монтаж, корозія і т.п. Наприклад, порушення горизонтальності встановлення вібросита на майданчику блоку очищення призводить до нерівномірного розподілу навантаження на раму і ситополотно, та, відповідно, на віброопори при роботі, щоє причиною їх руйнування як результат незбалансованості віброрами [1].

При розрахунку на міцність віброопор вибирають їх жорсткість для конкретних умов експлуатації, геометричні розміри перерізу та визначають амплітуду коливань. Допустимі напруження, що виникають при його роботі, визначають з врахуванням коефіцієнтів запасу. Розрахунок навантажень на віброопори визначається за формулою

$$P_{розр} = P_в + P_{руш} + mP, \quad (1)$$

де $P_в$ - вага віброрами з ситополотном та просіюваного бурового розчину; $P_{руш}$ - рушійне амплітудне навантаження, яке рівне

$$P_{руш} = D \cdot \omega^2, \quad (2)$$

де ω - кутова швидкість вала віброзбудника; D - дебаланс віброзбудника; P – навантаження від дії пружних сил, яке визначається за законом Гука:

$$P = kA, \quad (3)$$

де A – амплітуда коливань; k - жорсткість віброопор. Вібросита мають від чотирьох віброопор пружинного типу (в віброситах ВС-1, ВС-2, ЛВС) до дванадцяти в полічастотних віброситах. Тобто жорсткість віброопор регулюється як їх кількістю, так і жорсткістю кожної з опорних пружин. Оскільки пружини встановлюються паралельно

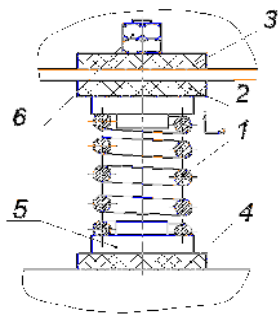


Рисунок 1 – Віброопора бурового вібростита:

1 – пружина; 2,3,4 – пружні еластичні елементи; 5 – опора; 6 - кріплення

і жорсткість пар пружин може відрізнятись, то загальна жорсткість пружних опор становитиме:

$$k = \sum_{i=2}^n k_i, \quad (4)$$

де k_i - жорсткість однієї пружини, n - їх кількість (зазвичай парна). Зі збільшенням жорсткості амплітуда коливань зменшується, оскільки пружина чинить опір переміщенню згідно закону Гука.

Коефіцієнт запасу m вибирають в межах від 1,5 до 3 в залежності від відношення амплітуд резонансної A_{max} та робочої A .

Можливо також розширити діапазон дії віброопор за рахунок додаткового встановлення еластичних прокладок (наприклад, гумових або поліуретанових) (рис. 1). В цьому випадку віброопора складається з декількох пружних елементів різної жорсткості: пружина жорсткістю k_1 опирається на пружні еластичні прокладки жорсткості яких відповідно k_2, k_3, k_4 . Пружні опори 1, 2, 3, 4 встановлено послідовно, тому жорсткість однієї опори k_i , яка складається з t пружних елементів можна визначити за формулою:

$$\frac{1}{k_i} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots + \frac{1}{k_t} = \frac{((k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_t) / k_1) + ((k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_t) / k_2) + \dots + ((k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_t) / k_t)}{k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_t}, \quad (5)$$

$$\frac{1}{k_i} = \sum_{z=1}^t \frac{1}{k_z} = \frac{\sum_{z=1}^t \left(\left[\prod_{z=1}^t k_z \right] / k_z \right)}{\prod_{z=1}^t k_z}, \quad (6)$$

$\prod_{z=1}^t k_z$ - добуток жорсткостей всіх пружних елементів опори; t - кількість пружних елементів. Отож, з формули (6) жорсткість опори k_i рівна:

$$k_i = \frac{\prod_{z=1}^t k_z}{\sum_{z=1}^t \left(\left[\prod_{z=1}^t k_z \right] / k_z \right)}, \quad (7)$$

Для отримання значення жорсткості всіх опорних елементів вібростита слід підставити значення формули (7) у (4), тоді отримаємо:

$$k = \sum_{i=2}^n \frac{\prod_{z=1}^t k_z}{\sum_{z=1}^t \left(\left[\prod_{z=1}^t k_z \right] / k_z \right)}, \quad (8)$$

Тож розрахунок жорсткості віброопор вібростита становить складну задачу, яка потребує подальшого детального вивчення для конкретних умов їх експлуатації.

Література

1 Бережницький Б.С. Дослідження кінематичних і динамічних параметрів вібростит. / Б.С.Бережницький // Прикарпатський вісник НТШ. – 2016. - №1 (33). – с. 328 – 335.

2 Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т. / Ред. совет: В.Н. Челомей (пред.). – М.: Машиностроение, 1981. – Т. 4. Вибрационные процессы и машины / Под ред. Э.Э. Лавендела. 1981. 509 с.

УДК 691.327: 65.011.4:721.011.12

¹И.М. Постернак, канд. техн. наук, доц., ²С.А. Постернак, канд. техн. наук, доц.

¹Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Украина

²ЧП «Композит», Украина

НЕАВТОКЛАВНЫЙ ПЕНОБЕТОН В КОНСТРУКЦИЯХ И ИЗДЕЛИЯХ КОМПЛЕКСА ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЭНЕРГОРЕКОНСТРУКЦИИ

I.M. Posternak, Ph.D., Assoc.Prof., S.A. Posternak, Ph.D., Assoc.Prof.

AN AUTOCLAVE FOAM-CONCRETE IN CONSTRUCTIONS AND PRODUCTS OF THE COMPLEX TOWN-PLANNING POWER RECONSTRUCTION

Энергетический кризис и рост стоимости отопления жилья в Украине (исследования по проблеме «Глобальная стратегия энергосбережения для Украины», которые были проведены рядом иностранных фирм по программе TACIS) внесли в наши устоявшиеся оценки зданий и строительных материалов существенные изменения. Произошла «техническая девальвация» традиционных видов изделий для наружных стен жилых домов – легкобетонных панелей и кирпича. Их применение в однослойных наружных стенах стало недостаточно рационально. Начался процесс создания зданий нового поколения, в которых востребованы стеновые элементы из неавтоклавного пенобетона (далее по тексту НПБ). Перед строительной индустрией особо остро стали задачи экономии минеральных ресурсов, снижения материалоемкости, трудоемкости и энергетических затрат, выполнение которых непосредственно связано с производством самого объемного и крупнотоннажного строительного материала – стеновых изделий и конструкций. В этой ситуации НПБ интересен возможностью достижению двух- трехкратной экономии энергии на отоплении зданий, снижением материалоемкости и трудоемкости, наличием в стране сырьевой базы для развития производства изделий из НПБ, но недостаточно развитыми производственными мощностями [1].

Концептуальными положениями технической политики по производству конструкционно-теплоизоляционного неавтоклавного пенобетона (далее КТ НПБ) являются: использование действующей производственной базы стройматериалов и стройиндустрии; использование отечественной сырьевой базы; использование местных материалов, которые должны обеспечивать снижение затрат энергии как на стадии производства так и в процессе эксплуатации зданий и быть экологически чистым.

Всем этим требованиям в наибольшей степени отвечает НПБ. Изделия, конструкции и товарный бетон можно производить на любом заводе ЖБИ, полигоне или стройплощадке при минимальных затратах на организацию производства. Это новая номенклатура продукции и дополнительные рабочие места. Технология производства изделий и конструкций из НПБ практически не отличается от технологии производства традиционных бетонных и железобетонных изделий и конструкций, а также монолитного домостроения. Учитывая широкую географию размещения заводов и полигонов ЖБИ, НПБ может стать практически местным материалом.

Пенобетон является новым высокоэффективным строительным материалом, имеющим ряд преимуществ перед традиционными строительными материалами. Жилье с применением пенобетона обладает повышенной комфортабельностью и эксплуатационными качествами, а именно: в доме "дышат" стены, зимой сохраняя тепло, а летом - прохладу; отсутствием "мостика холода"; отличной звукоизоляцией - 60 ДБ; экономией энергии на отопление; идеальной поверхностью под любой вид отделки; высокой огнестойкостью; хорошей гвоздимостью стен и распиливаемостью.

Пенобетонные материалы обеспечивают комфортное проживание в микроклимате близком к микроклимату деревянного дома (табл.1).

Табл. 1.

Сопоставление основных физико-технических показателей традиционных стеновых материалов и неавтоклавного пенобетона.

Показатели	кирпич строительный		строительн. блоки		пенобетон (неавтокла вный)
	глиняный	силикатный	керамзит обетон	газобетн (автокла вный)	
1	2	3	4	5	6
Плотность, кг/м ³	1550-1700	1700-1950	900-1200	400-1200	400-1200
Масса 1-го м ² стены, кг	1200-1800	1450-2000	500-900	90-900	90-900
Теплопроводность, Вт/(мК)	0,6-0,95	0,85-1,15	0,75-0,95	0,1-0,38	0,1-0,38
Морозостойкость, цикл	25	25	25	35	35
Расход топлива, кг усл. топ.	246	60-80	35	65	-
Электроэнергия, кВт ч	80-82	36-38	30-32	35	1,5-4,0
Водопоглощение, %	12	16	18	20	14
Предел прочности при сжатии, МПа	2,5-25	5-30	3,5-7,5	0,15-25,0	0,10-12,5

Реконструкция исторической застройки имеет большое социально-экономическое значение. Ее основные задачи состоят не только в продлении срока службы зданий, но и в ликвидации физического и морального износа, улучшении условий проживания, оснащении жилых зданий современным инженерным оборудованием, повышении эксплуатационных характеристик и архитектурной выразительности. В Одессе в контексте международной интеграции к стандартам энергоэффективных зданий действуют городские целевые программы: Городская целевая программа включения центральной исторической части застройки Одессы к основному списку Всемирного наследия ЮНЕСКО на 2013...2018 годы и Городская Программа энергоэффективности г. Одессы на 2013...2018 годы [2].

В качестве одной из перспективных форм интеграции выступают в градостроительной структуре различные комплексы. В процессе формирования планов социального и экономического развития крупных городов все чаще складывается ситуация, когда для повышения эффективности используемых финансовых, материальных и трудовых ресурсов нужна не просто концентрация усилий, но и новые прогрессивные формы организации строительного производства. Нами предлагается создать корпоративные комплексы, имеющие различные масштабы, цели, структуру (в градостроительной реконструкции – Корпоративные научно-технические комплексы градостроительной энергореконструкции "КНТК ГЭРек") [2]. В составе управлений развития и функционирования комплекса энергоэффективно использовать КТ НПБ в конструкциях и изделиях при реконструкции (реставрации) зданий исторической застройки Одессы.

Литература

1. Костюк А.И. Обзор развития, состояния и применения конструкционно-теплоизоляционного неавтоклавного пенобетона в конструкциях и изделиях/ А.И. Костюк, С.А. Постернак, И.М. Постернак// Вісник ОДАБА: зб. наук. праць, вип. № 10. Одеса, ОДАБА, 2003. – С.109 – 116.
2. Постернак И.М. Организационная структура «КНТК ГЭРек» для реконструкции зданий исторической застройки Одессы по стандартам энергоэффективности. /И.М. Постернак, С.А. Постернак// Тези доповідей XIII міжнародної конференції «Управління проектами у розвитку суспільства». Київ 13-14.05.2016. – К.:КНУБА, 2016 – С.201– 203

УДК 621.793.74

Ю.І.Селіверстова, Селіверстов І.А., канд. техн. наук, доц.
Херсонський національний технічний університет, Україна

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПЛАЗМОВИХ ПОКРИТТІВ З УЛЬТРА- ТА НАНОДИСПЕРСНИМИ СКЛАДОВИМИ

J.I.Seliverstova, I.A. Seliverstov, Ph.D., Assoc.Prof.

THE PROSPECT OF USING PLASMA SPRAY COATINGS WITH ULTRA AND NANOSIZED COMPONENTS

З підвищенням довговічності, надійності деталей і механізмів, що працюють в жорстких умовах, різко зростають вимоги до фізико-механічних властивостей поверхневих шарів виробів. У багатьох випадках застосування відомих матеріалів і технології для їх отримання вичерпали можливість поліпшення механічних властивостей.

Для отримання нових властивостей (висока твердість і зносостійкість, високі антифрикційні характеристики) необхідні прийоми і методи, що дозволяють створити абсолютно новий композиційний матеріал.

Одним з методів може бути створення на поверхнях деталей газотермічних покриттів різного функціонального призначення. Останнім часом активно розвиваються дослідження в галузі створення плазмових покриттів, до складу яких входять нерівноважні, ультрадисперсні і нанорозмірні компоненти, які значно підвищують захисні і механічні властивості [1].

Підвищення характеристик міцності та трибологічних властивостей плазмово-порошкових покриттів можливо шляхом застосування модифікаторів, які вводяться в покриття разом з порошком. Функції модифікаторів звичайно виконують ультрадисперсні складові, які забезпечують створення в покритті певного структурного стану характерного твердим та зносостійким матеріалам. Прищеплювати модифікатори до порошків доцільно конгломерацією за допомогою механохімічного синтезу або плакування частинок порошку методами іонно-плазмової металізації.

Методам обробки порошків механохімічним синтезом присвячено багато робіт. Зокрема в роботі [2] представлені результати експериментів з отримання порошків для плазмового напилення з нанокристалічними фазами методом механічного легування.

В роботі застосовували порошок бронзи ПГ19М фракцією 60-80 мкм, і аеросил (SiO_2) (наночастинки діаметром до 5-40 нм). З метою створення стійкого композиту для транспортування в зону плавлення і перенесення матеріалу на підкладку, порошок бронзи піддавався термомеханічній обробці. В результаті чого, аеросил за рахунок своїх силанольних та силосанових зв'язків при змішуванні з частками порошку утворював своєрідний «кокон», конгломерат складався з ядра (частки бронзи), оточений оболонкою з частинок аеросилу.

Застосування такого конгломерованого порошку дозволило підвищити зносостійкість покриття на 40% при незначному вмісті аеросилу (приблизно 2%).

Стосовно плакування порошків методами іонно-плазмової металізації кількість робіт обмежена. Деякі результати з нанесення наноструктурних покриттів з таких металів як мідь, титан, платина на скляний порошок методом магнетронного розпилення наведені в роботі [3]. Незважаючи на високу якість отриманих порошків метод магнетронного розпилення має відносно низьку швидкість осадження покриттів, що значно збільшує час плакування. В даному випадку більшу ефективність може мати метод вакуумно-дугового випаровування, який дозволяє отримувати якісні покриття з

різних матеріалів, сплавів та надтвердих сполук з високою адгезією покриття до підкладки, що є важливим при плазмовому напиленні [4].

Так у роботах [5-6] використовували порошок Al_2O_3 фракцією 40–63 мкм плакований оболонками з металів Ti, Al, Cu. Оболонки на частинках Al_2O_3 мали двошарову будову, перший шар з титану товщиною 70–160 нм, другий з міді або алюмінію товщиною 2–3 мкм (в тексті плаковані порошки позначаються, як $Al_2O_3/Ti/Cu$ та $Al_2O_3/Ti/Al$ відповідно). Титан, як хімічно активний елемент здатний змочувати оксид алюмінію і тим самим забезпечувати взаємозв'язок з іншим шаром оболонки. Алюміній та мідь, як зв'язуючі матеріали, сприяють зменшенню пористості, підвищенню когезійних та адгезійних властивостей напилених покриттів. Плакування здійснювали на вакуумно-дуговій установці, яка обладнана спеціально розробленим вібраційним пристроєм для перемішування порошку [7].

При утворенні плазмового покриття в наслідок деформації та кристалізації плазмово-напиленні сплети частинок неплакованого оксиду алюмінію мають розвинену сітку мікротріщин, що призводить до різкого погіршення механічних властивостей покриттів і в першу чергу адгезійно-когезійних. Застосування плакованого порошку дозволяє усунути мікротріщини. Результати металографічного аналізу показали, що плазмові покриття при напиленні порошку оксиду алюмінію, плакованого титаном і міддю мають значно меншу пористість (4–6%) у порівнянні з покриттям з чистого оксиду алюмінію (10% і більше).

Таким чином, у роботах показано, що застосування плакованих порошків забезпечує підвищення зносостійкості плазмових покриттів у 6-8 разів, із незначним підвищенням мікротвердості до 11,8 ГПа. У разі застосування покриттів з чистого (не плакованого) порошку оксиду алюмінію контртіло зношується у 2–3 рази більше, що пов'язано з абразивним впливом продуктів зношення керамічного покриття.

Література

1. Получение порошков для газотермических покрытий методами механического легирования и механохимического синтеза/ Ю.С. Борисов, А.Л. Борисова, Л.И. Адеева, А.Ю. Туник, А.Н. Бурлаченко, В.Л. Рупчев // Сварочное производство. –2010. –№ 12. – С.18-22;
2. Повышение износостойкости плазменных покрытий на основе композиционного порошка с наночастицами SiO_2 / И.В. Смирнов, И.А. Селиверстов, О.А. Войтович, А.В. Чорный, В.И. Копылов // Вестник национального технического университета «ХПИ». — 2011. — № 2. — С. 70 —74.
3. Schmid G.H.S. A method for uniformly coating powdery substrates by magnetron sputtering / G.H.S. Schmid, C. Eisenmenger-Sittner // Surface & Coatings Technology 236 (2013) 353–360;
4. Khoroshikh V.M. Influence of substrate geometry on ion-plasma coating deposition process/ V.M. Khoroshikh, S.A. Leonov, V.A. Belous // International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum - ISDEIV.– 2008, Vol. 2.– P. 589 – 592.
5. Копылов В.І. Процеси іонно-плазмового плакування порошків для газотермічних покриттів / В.І. Копылов, І.В. Смирнов, І.А. Селіверстов // Наукові вісті НТУУ „КПІ”. – 2009. – №3. – С.11-20;
6. Смирнов И.В. Формирование плазменных покрытий при использовании плакированных и ультрадисперсных керамических порошков // Вісник НТУУ «Машинобудування». – 2011.–№61.–С.117–1.
7. Пат. № 89851 України, МПК (2014) B22F1/00 Пристрій для плакування порошків у вакуумі / Смирнов І.В., Селіверстов І.А., Чорний А.В., Ковальчук В.Ю.; заявл. 31.12.2013; опубл. 25.04.2014, Бюл.№8.

УДК 621.762

М.О. Сисоєв канд. техн. наук, Г.П. Кисла канд. техн. наук, с.н.с., Ю.О. Радом'як
НТУУ «КПІ», Україна

СТРУКТУРА ТА ВЛАСТИВОСТІ КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ $Ti_3Al - B_4C$ - В₄С ОТРИМАНОГО МЕТОДОМ СВС

М.О. Sysoyev Ph.D., G.P. Kysla Ph.D., Y.O. Radomyak
STRUCTURE AND PROPERTIES OF COMPOSITE MATERIAL $Ti_3Al - B_4C$
DERIVED FROM SHS

В даний час інтерметалідні сплави системи Ti - Al є перспективними для застосування в авіаційній промисловості, що обумовлено їх низькою щільністю, високою температурою плавлення, високою питомою міцністю і пластичністю.

В даній роботі було досліджено взаємодію між Ti_3Al та B_4C в процесі СВС з метою створення на їх основі легких та жароміцних композиційних матеріалів зі стабільними при робочих температурах структурою та властивостями.

Для отримання композиційного матеріалу було синтезовано Ti_3Al з порошків титану та алюмінію технічної чистоти. Після синтезу інтерметалід подрібнювали в планетарному млині. За результатами рентгенофазового аналізу визначено наявність двох інтерметалідів - Ti_3Al та ~5% $TiAl$.

Відповідно [1] при взаємодії інтерметаліду Ti_3Al з карбідом бору відбувається утворення нових фаз за хімічною реакцією:



відповідно до якої розраховали вихідний вміст компонентів - 60,71% Ti_3Al та 39,29% B_4C . Спресовані зразки нагрівали в електронно-променевої установці до температури проходження хімічної взаємодії та досліджували вплив часу термічної обробки (ізотермічна витримка 1; 2 та 3 хв. при температурі 1400°C). Мікроструктури отриманих композиційних матеріалів наведені на рисунку.

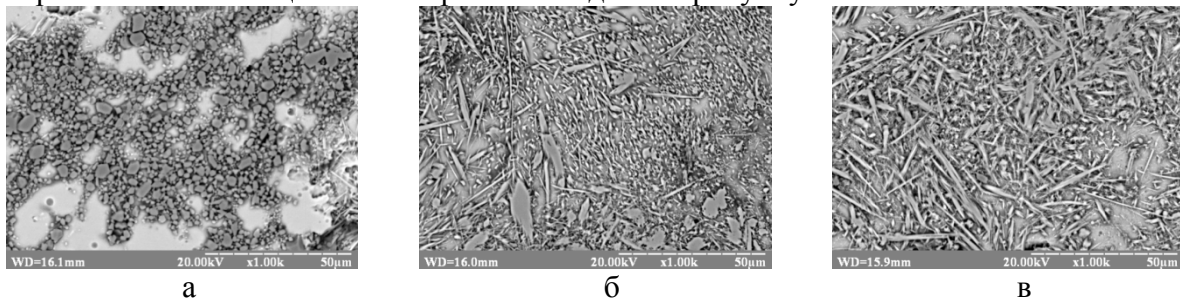


Рисунок 1 – Мікроструктури композиційного матеріалу системи $Ti_3Al - B_4C$ (а – СВС, швидке охолодження; б – витримка 2 хв., в – витримка 3хв).

За результатами рентгенофазового аналізу зі збільшенням часу ізотермічної витримки спостерігається більш повна взаємодія між компонентами, що підтверджується збільшенням твердості від 4 до 11 ГПа.

Література

1. Kevorkijan V.A. Fabrication and characterization of $TiAl/Ti_3Al$ -based intermetallic composites (IMCs) reinforced with ceramic particles/ V.A. Kevorkijan, S.D. Kapin// Maribor, 2009. - С. 75–89.

УДК 539.3

¹М.С. Слободян, канд. фіз.-мат. наук, доц., ¹М.І. Матулка, ²О.В. Білаш

¹Львівський національний університет імені Івана Франка

²Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного

РОЗТЯГ ПЛАСТИНИ З КРУГОВИМ ОТВОРОМ ТА ТРІЩИНОЮ З УРАХУВАННЯМ ПЛАСТИЧНИХ ЗОН БІЛЯ ЇЇ ВЕРШИН

M.S. Slobodyan, Ph.D., Assoc. Prof., M.I. Matulka, O.V. Bilash

TENSION PLATE WITH A CIRCULAR HOLE AND CRACK CONSIDERING PLASTIC ZONES NEAR ITS VERTICES

У багатьох галузях техніки широко використовують пластинчасті елементи конструкцій. Вони можуть містити кругові отвори, а в процесі експлуатації у них можуть виникати тріщиноподібні дефекти, в околах яких виникають локальні зони концентрації напружень. Важливо знати, як ці дефекти будуть впливати на напружено-деформований стан пластини та на її міцність.

Розв'язками плоских задач з отворами та тріщинами за розтягу пластини займалось багато авторів. Проте в цих роботах не враховувалися пластичні зони, які можуть утворитися на продовженні тріщин. У [1] проведено огляд досліджень для задач розтягу тіл з тріщиною, у вершині якої утворюються пластичні зони, та наведено критерії руйнування. У статті [2] досліджено одновісний розтяг пластини з наскрізною тріщиною у пластичній постановці. У роботі [3] з використанням умови пластичності Мізеса визначена пластична область на продовженні тріщини у пластині. Задачі розтягу однорідної та кусково-однорідної пластини з однією або двома прямолінійними тріщинами з урахуванням пластичних зон біля вершин розв'язано у [4-6].

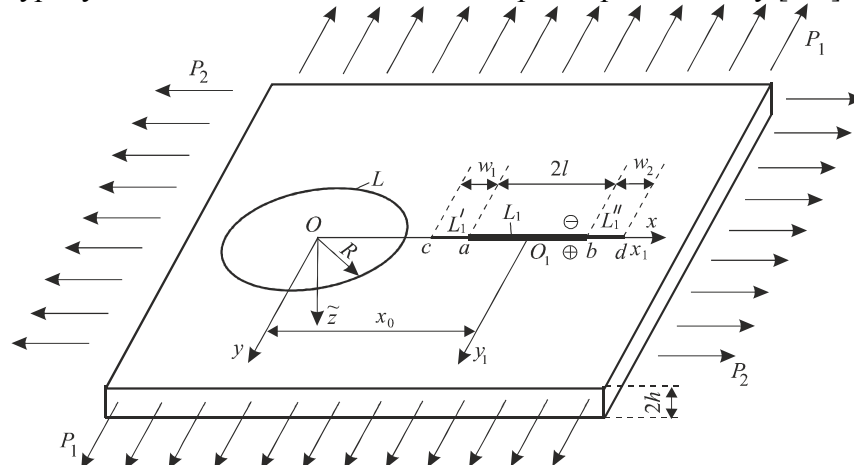


Рис. 1. Схема навантаження пластини та розміщення тріщини

У роботі досліджено задачу про двовісний розтяг безмежної ізотропної пластини завтовшки $2h$ з круговим отвором радіуса R та радіальною прямолінійною тріщиною завдовжки $2l$. Межа кругового отвору та береги тріщини вільні від зовнішнього навантаження. Вважається, що під дією рівномірно розподіленого розтягуючого навантаження на нескінченності P_1 і P_2 (див. рис. 1) біля вершин тріщини утворилися пластичні зони завдовжки w_1 і w_2 . У серединній площині пластини виберемо декартову систему координат $Oxy\tilde{z}$ з початком у центрі кругового отвору, направивши вісь Ox вздовж тріщини, а вісь $O\tilde{z}$ перпендикулярно до неї, та полярну систему координат з центром у точці O та полярною віссю Ox , а в центрі тріщини виберемо

декартову систему координат $O_1x_1y_1$. Межу кругового отвору позначимо через L , лінію, де розміщена тріщина – L_1 , пластичні зони – L'_1 і L''_1 , відстань між центром отвору та центром тріщини – x_0 ; $\tilde{L}_1 = L_1 \cup L'_1 \cup L''_1$.

Розв'язок задачі будемо визначати за таких крайових умов:

$$\sigma_{rr} = 0, \sigma_{r\theta} = 0, t \in L;$$

$$\sigma_{x_1y_1}^{\pm} = 0, x_1 \in \tilde{L}_1; \sigma_{y_1y_1}^{\pm} = 0, x_1 \in L_1; \sigma_{y_1y_1}^{\pm} = \sigma_0^{(1)}, x_1 \in L'_1; \sigma_{y_1y_1}^{\pm} = \sigma_0^{(2)}, x_1 \in L''_1,$$

де $\sigma_{x_1y_1}$, $\sigma_{y_1y_1}$, σ_{rr} і $\sigma_{r\theta}$ – компоненти тензора напружень відповідно у декартовій та полярній системі координат; $\sigma_0^{(1)}$ і $\sigma_0^{(2)}$ – невідомі нормальні напруження у пластичних зонах, для яких виконуються умови пластичності Треска у вигляді поверхневого шару чи пластичного шарніру [7].

Із використанням комплексних потенціалів плоскої задачі [8], розв'язок сформульованої задачі зведений до задач лінійного спряження, на основі яких отримано інтегральне рівняння на межі кругового отвору, а крайові умови на берегах тріщини вдалося задовольнити аналітично. Проведено числовий аналіз довжин пластичних зон при різних параметрах задачі, на основі якого побудовано відповідні графічні залежності.

Література

1. Витвицький П.М. Пластические деформации в окрестности трещин и критерии разрушения. (Обзор) / Витвицький П.М., Панасюк В.В., Ярема С.Я. // Пробл. Прочности. – 1973. – № 2. – С. 3–18.
2. Костюшко І.А. Пружнопластична пластина з тріщиною нормального відриву / Костюшко І.А., Куземко В.А. // Мат. методи та фіз. мех. поля. – 2001. – 44, № 2. – С. 123–126.
3. Castro et alii J.T.P. Characterization of crack tip stress fields / Castro et alii J.T.P. // Forni di Sopra (UD). – 2011. – Pp. 58–65.
4. Nykolyshyn M.M. Biaxial tension of a homogeneous isotropic plate with two equal coaxial cracks with regard for plastic zones near their tips / M.M. Nykolyshyn, V.K. Opanasovych, L.R. Kurotchyn, M.S. Slobodyan // Journal of Mathematical Sciences, Vol. 168, No. 5, 2010.
5. Николишин М.М. Знаходження довжини пластичних зон біля вершин наскрізної тріщини на прямолінійній межі поділу матеріалів при розтязі кусково-однорідної ізотропної пластини / М.М. Николишин, В.К. Опанасович, Л.Р. Куротчин, М.С. Слободян // Методи розв'язування прикладних задач механіки деформівного твердого тіла. – 2012. – Вип. 136. – С. 294-300.
6. Николишин М.М. Двовісний розтяг кусково-однорідної пластини з двома тріщинами на межі поділу матеріалів з урахуванням пластичних зон біля їхніх вершин / М.М. Николишин, В.К. Опанасович, Л.Р. Куротчин, М.С. Слободян // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 2014. – № 6 С. 67-72.
7. Кушнір Р.М. Пружний та пружно-пластичний граничний стан оболонок з дефектами / Р.М. Кушнір, М.М. Николишин, В.А. Осадчук. – Львів: СПОЛОМ, 2003. – 320 с.
8. Мусхелишвили Н. И. Некоторые основные задачи математической теории упругости / Н.И. Мусхелишвили. – М.: Наука, 1966. – 707 с.

УДК 544.015.3

О.В. Смітюх, І.Д. Олексеюк, докт. хім. наук, проф., О.В. Марчук, канд. хім. наук, доц.
Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк, Україна

СИСТЕМИ $\text{SiS}_2 - \text{Y}_2\text{S}_3 - \text{La}(\text{Pr})_2\text{S}_3$ ЗА ТЕМПЕРАТУРИ 770 К

O.V. Smitiukh, I.D. Olekseyuk, Dr., Prof., O.V. Marchuk, PhD., Assoc. Prof.
SYSTEMS $\text{SiS}_2 - \text{Y}_2\text{S}_3 - \text{La}(\text{Pr})_2\text{S}_3$ AT TEMPERATURE 770 K

Необхідність отримання матеріалів, що володіють спеціальними властивостями, висувають перед наукою завдання подальшого розвитку хімії твердого тіла, покликаних розробляти наукові основи створення нових конструкційних матеріалів з заданими властивостями.

Успіх розвитку напівпровідникової техніки та пов'язаних з нею галузей (електроніки, енергетики та ін.) значною мірою визначаються досягненнями в галузі розробки та отримання напівпровідникових сплавів із стабільними електрофізичними, механічними та іншими властивостями. Тому розробка та вирішення завдань, пов'язаних із одержанням напівпровідникових матеріалів, що володіють комплексом прогнозованих перспективних властивостей, є одним з найважливіших завдань науки і техніки [1].

Дослідження фазових рівноваг у системах $\text{SiS}_2 - \text{Y}_2\text{S}_3 - \text{La}_2\text{S}_3$ та $\text{SiS}_2 - \text{Y}_2\text{S}_3 - \text{Pr}_2\text{S}_3$ з метою пошуку нових матеріалів є одним із етапів комплексного дослідження фазових рівноваг у халькогенідних системах $\text{D}^{\text{IV}}\text{X}_2 - \text{R}_2\text{X}_3 - \text{R}'_2\text{X}_3$ ($\text{D}^{\text{IV}} - \text{Si, Ge, Sn}$; $\text{R, R}' - \text{PЗМ}$; $\text{X} - \text{S, Se}$) та кристалічної структури сполук, що в них утворюються [2], [3] і ін.

Синтез достатньої кількості сплавів проводили з простих речовин із вмістом основного компонента не менше 99,99 ваг. % в електричній муфельній печі з програмним управлінням технологічними процесами МП-30. Максимальна температура синтезу становила 1370 К. Гомогенізуючий відпал проводили за температури 770 К протягом 500 годин. Після відпалу контейнери із сплавами загартовувались у холодній воді. Рентгенофазовий аналіз здійснювали за дифрактограмами, отриманими на дифрактометрі ДРОН 4-13 у межах $2\Theta = 10 - 80^\circ$ (CuK_α -випромінювання, крок сканування – $0,05^\circ$, експозиція у кожній точці – 4 с). Для обробки даних використовували пакет програм CSD [4].

У квазібінарних системах $\text{SiS}_2 - \text{Y}_2\text{S}_3$, $\text{SiS}_2 - \text{La}_2\text{S}_3$ та $\text{SiS}_2 - \text{Pr}_2\text{S}_3$ підтверджено існування трьох тернарних сполук: $\text{Y}_3\text{Si}_{1,25}\text{S}_7$ (ПГ $P6_3$), La_2Si_5 (ПГ $P2_1/c$) та $\text{Pr}_4\text{Si}_3\text{S}_{12}$ (ПГ $R3c$). У системі $\text{Y}_2\text{S}_3 - \text{Pr}_2\text{S}_3$ підтверджено існування твердого розчину на основі Y_2S_3 (розчинність Pr_2S_3 становить 20 мол. %) [5].

За результатами проведених досліджень побудовано ізотермічні перерізи квазіпотрійних систем для систем $\text{SiS}_2 - \text{Y}_2\text{S}_3 - \text{La}_2\text{S}_3$ та $\text{SiS}_2 - \text{Y}_2\text{S}_3 - \text{Pr}_2\text{S}_3$ за температури 770 К (рис. 1 та рис. 2).

В досліджених системах за температури відпалу сплавів у стані термодинамічної рівноваги перебуває по 15 фазових полів: 5 – одно-, 7 – дво- та 3 – трифазних.

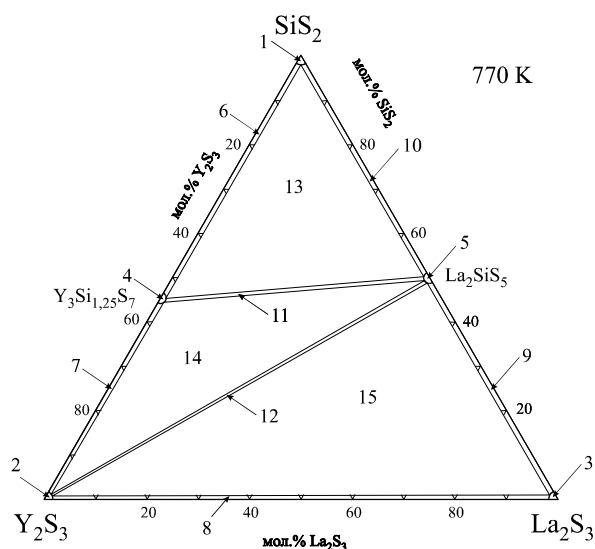


Рис. 1. Ізотермічний переріз системи $\text{SiS}_2 - \text{Y}_2\text{S}_3 - \text{La}_2\text{S}_3$: 1 – SiS_2 ; 2 – Y_2S_3 ; 3 – La_2S_3 ; 4 – $\text{Y}_3\text{Si}_{1,25}\text{S}_7$; 5 – La_2SiS_5 ; 6 – $\text{SiS}_2 + \text{Y}_3\text{Si}_{1,25}\text{S}_7$; 7 – $\text{Y}_2\text{S}_3 + \text{Y}_3\text{Si}_{1,25}\text{S}_7$; 8 – $\text{Y}_2\text{S}_3 + \text{La}_2\text{S}_3$; 9 – $\text{La}_2\text{S}_3 + \text{La}_2\text{SiS}_5$; 10 – $\text{SiS}_2 + \text{La}_2\text{SiS}_5$; 11 – $\text{Y}_3\text{Si}_{1,25}\text{S}_7 + \text{La}_2\text{SiS}_5$; 12 – $\text{Y}_2\text{S}_3 + \text{La}_2\text{SiS}_5$; 13 – $\text{SiS}_2 + \text{Y}_3\text{Si}_{1,25}\text{S}_7 + \text{La}_2\text{SiS}_5$; 14 – $\text{Y}_2\text{S}_3 + \text{Y}_3\text{Si}_{1,25}\text{S}_7 + \text{La}_2\text{SiS}_5$; 15 – $\text{Y}_2\text{S}_3 + \text{La}_2\text{S}_3 + \text{La}_2\text{SiS}_5$.

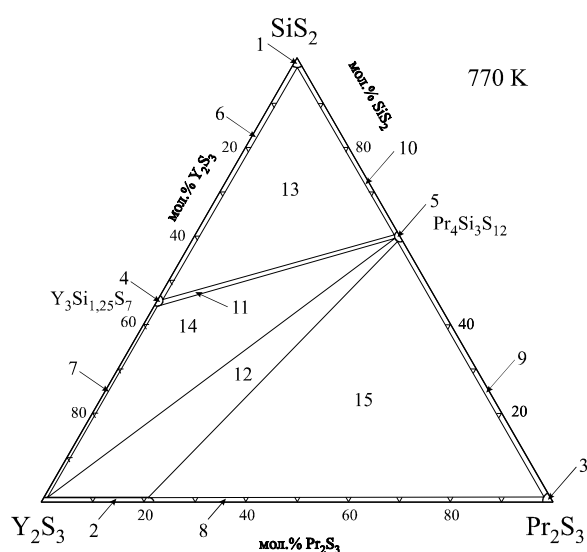


Рис. 2. Ізотермічний переріз системи $\text{SiS}_2 - \text{Y}_2\text{S}_3 - \text{Pr}_2\text{S}_3$: 1 – SiS_2 ; 2 – Y_2S_3 ; 3 – Pr_2S_3 ; 4 – $\text{Y}_3\text{Si}_{1,25}\text{S}_7$; 5 – $\text{Pr}_4\text{Si}_3\text{S}_{12}$; 6 – $\text{SiS}_2 + \text{Y}_3\text{Si}_{1,25}\text{S}_7$; 7 – $\text{Y}_2\text{S}_3 + \text{Y}_3\text{Si}_{1,25}\text{S}_7$; 8 – $\text{Y}_2\text{S}_3 + \text{Pr}_2\text{S}_3$; 9 – $\text{Pr}_2\text{S}_3 + \text{Pr}_4\text{Si}_3\text{S}_{12}$; 10 – $\text{SiS}_2 + \text{Pr}_4\text{Si}_3\text{S}_{12}$; 11 – $\text{Y}_3\text{Si}_{1,25}\text{S}_7 + \text{Pr}_4\text{Si}_3\text{S}_{12}$; 12 – $\text{Y}_2\text{S}_3 + \text{Pr}_4\text{Si}_3\text{S}_{12}$; 13 – $\text{SiS}_2 + \text{Y}_3\text{Si}_{1,25}\text{S}_7 + \text{Pr}_4\text{Si}_3\text{S}_{12}$; 14 – $\text{Y}_2\text{S}_3 + \text{Y}_3\text{Si}_{1,25}\text{S}_7 + \text{Pr}_4\text{Si}_3\text{S}_{12}$; 15 – $\text{Y}_2\text{S}_3 + \text{Pr}_2\text{S}_3 + \text{Pr}_4\text{Si}_3\text{S}_{12}$.

Література

1. Матеріалознавство: підручник / [Дяченко С. С., Дощечкіна І. В., Мовлян А. О., Плешаков Е. І.; за ред. проф. С. С. Дяченко] // – Харків: ХНАДУ – 2007. – 440 с.
2. Фазові рівноваги у системі $\text{SnS}_2 - \text{Y}_2\text{S}_3 - \text{La}_2\text{S}_3$ за температури 770 К / [Олексеюк І. Д., Смітюх О. В., Марчук О. В., Гулай Л. Д.] / Міжвузівський збірник “Наукові нотатки”. – Випуск № 51. – 2015. – Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2015. – С.114-118.
3. Кристалічна структура сполуки $\text{Y}^{3+}_{1,5}\text{Pr}^{3+}_{1,5}\text{Si}^{4+}_{0,75}\text{Si}^{2+}_7\text{Se}^{2-}_7$ / Смітюх О. В., Савчук Р. М., Марчук О. В. і ін. // Збірник тез доповідей XVIII Наукової молодіжної конференції «Проблеми та досягнення сучасної хімії» (17–20 травня 2016 року, м. Одеса) – ТОВ НВП “Інтерсервіс”, м. Київ – 2016. – С.132.
4. L. G. Aksel'rud, Yu. N. Grin', P. Yu. Zavalij, V. K. Pecharsky, and V. S. Fundamensky, Collected Abstr. 12th Eur. Crystallographic Meet., Moscow, August, 1989, Vol. 3, Izv. Acad. Nauk SSSR, Moscow, 1989, p. 155.
5. Система $\text{PbS} - \text{Y}_2\text{S}_3 - \text{Pr}_2\text{S}_3$ за температури 770 К / [Олексеюк І. Д., Смітюх О. В., Марчук О. В., Гулай Л. Д.] // Актуальні задачі сучасних технологій: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф. – Тернопіль – 2015. – С.75-76.

УДК 624.014.078.45

О.Р.Троян

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

ДОВГОВІЧНІСТЬ ВУЗЛІВ ЗВАРНИХ ФЕРМ ПРИ ДІЇ ЦИКЛІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

O.R. Troian

DURABILITY OF NODES OF THE WELDED TRUSSES UNDER CYCLIC LOADS

Проблемним питанням при експлуатації зварних фермових конструкцій є їх пошкодження і руйнування при дії циклічних навантажень з амплітудними значеннями зусиль, які є нижчими від проектних статичних навантажень. Причиною цього є те, що вплив циклічних пошкоджень локалізується у вузлах ферм, де сконцентровані внутрішні напруження в ділянці термічного впливу від зварювання [1, 2].

В роботі досліджено зварну підкрюквяну ферму 18000x3600 мм з кутникового вальцьованого профілю зі сталі ВСт3пс. Для виявлення поведінки зварної ферми при зовнішніх силових впливах виконано дослідження з допомогою Ansys Workbench 17.1. За результатами моделювання отримано розподіл параметрів напружено-деформівного стану в елементах ферми при різних навантаженнях. Виявлено, що максимальні напруження формуються в двох поміжних вузлах на нижньому поясові ферми (рис. 1).

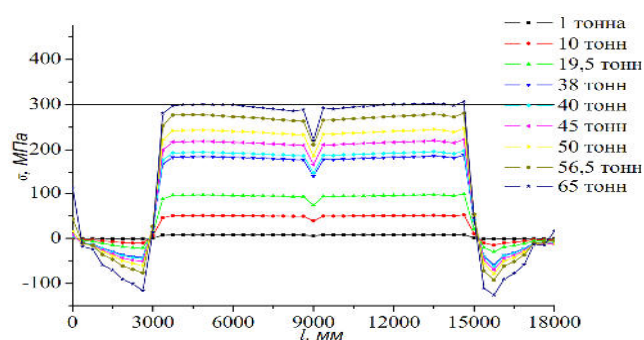


Рисунок 1 – Діаграма напружень вздовж нижнього пояса ферми при різних рівнях навантаження

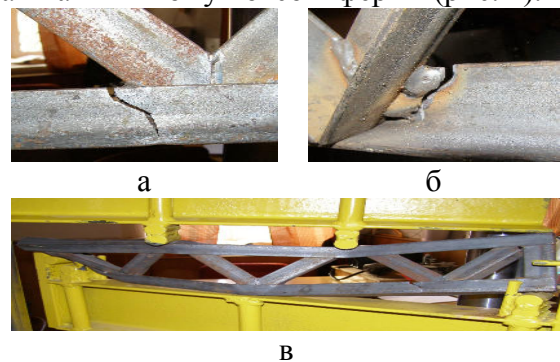


Рисунок 2 – Напівнатурні дослідження а, б – поширення втомної тріщини; в – руйнування пошкодженої ферми

Виконано напівнатурні експериментальні дослідження фізичної моделі ферми з розмірами 600x120 мм. Виявлено місця зародження тріщин й інтенсивність їх поширення при циклічних навантаженнях з різною амплітудою синусоїдального циклу при коефіцієнті асиметрії $R=0,1$ (рис. 2). Розбіжність результатів напівнатурного і комп'ютерного моделюючого експериментів становить 9%.

Результати досліджень доцільно застосувати при проектуванні зварних ферм та виробленні рекомендацій щодо їх безпечної експлуатації в умовах циклічних навантажень.

Література

1. Лобанов Л.М. Сварные строительные конструкции / Лобанов Л.М., Махненко В.И., Труфяков В.И. – К.: Наук. Думка, 2005 – 416 с.
2. Ковальчук Я. О. Моделювання напружено-деформованого стану нижнього пояса будівельної зварної ферми / Я. О. Ковальчук, Н. Я. Шингера, О.І.Рибачок // Вісник ТНТУ ім. Івана Пулюя. – 2014. № 2– С. 34 – 39.

УДК 621.921.1

Д.Д. Федорчук, В.В. Рачинський, С.М. Півень

Херсонський національний технічний університет, Україна

**ВИКОРИСТАННЯ ОБЛАДНАННЯ КАРКАСНИХ КОНФІГУРАЦІЙ З МПС ДЛЯ
АБРАЗИВНОЇ ОБРОБКИ ТА ВИПРОБУВАННЯ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ**

D.D. Fedorchuk, V.V. Rachinskiy, S.M. Piven

**USING THE EQUIPMENT OF FRAME CONFIGURATIONS WITH MPS FOR
ABRASIVE MACHINING AND TESTING OF NEW MATERIALS**

Підвищення технічної і економічної ефективності процесу відновлення сідел клапанів до блоку циліндрів двигунів внутрішнього згоряння викликано необхідністю забезпечення параметрів якості фінішного притирання за рахунок зменшення часу притирання та підвищення точності формоутворення у авторемонтному виробництві. Дану роботу виконано на замовлення ПП «Інтер-Склад» (м. Херсон) в рамках госпдоговірної теми ГД04/2016 (номер державної реєстрації 0116U006393). В області авторемонту особливо в умовах вітчизняних авторемонтних підприємств використання спеціального металообробного обладнання для поставлених цілей являється економічно недоцільним. Тому в технічному завданні від підприємства-замовника було поставлено досягти заданих параметрів з мінімальними капіталовкладеннями, а саме, точності поверхонь сідла, забезпечення герметичності з'єднання клапана з сідлом, зменшення зусиль, часу та витрат абразивного матеріалу є актуальною прикладною і виробничою задачею.

Метою роботи є підвищення точності геометричної форми та визначення необхідних режимів притирання абразивними пастами при обробці поверхонь сідла клапана із застосуванням нових складових паст для притирання. Результати досліджень і отримані технічні характеристики дослідних зразків паст для притирання повинні стати обґрунтуванням нових технічних умов для випуску на підприємстві замовника ПП «Інтер-Склад».

Випробування абразивних матеріалів виконані із застосуванням спеціально розробленого пружного пристрою (рис.1, а) на верстаті СФВПК-4 з механізмом паралельної структури, виготовленого по патенту України № 8633 інв.№10483833 (рис.1, б). Режими випробувань: частота обертання шпинделя 480хв-1; час притирання від 4-15хв; сила навантаження зразка до контр-тіла 20Н. Для забезпечення рівних умов випробувань і зручності вимірювання шорсткості поверхні клапанів та контр-тіл обробка проводилась із зовнішньої торцевої поверхні клапанів, що по матеріалу і умовам напряму відповідає конічному пояску сідла у виробі та не змінює досліджуваних процесів.

Абразивна здатність наданих паст для притирання клапанів оцінювалась по втраті маси клапанів і контр тіл до і після тертя відповідно. Якість поверхні після притирання оцінювали із застосуванням профілометра цехового мод.296 (рис.3) по параметру Ra ГОСТ 2789-73 "Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики". Додатково робоче місце вимірювання мікрогеометрії оснащено цифровим осцилографом IRIS Waveware. Запис профілограф виконувалось на довжині 3 мм.



Рис. 1. Пружне пристосування (а) і зовнішній вигляд (б) стану СФВПК-4 для проведення випробувань абразивної здатності паст для притирання клапанів

Замовником надано 6-ть зразків порошку для визначення розміру фракції абразиву, що застосовується в пастах.

Порошок №2. Основна фракція 25-30 мкм, присутня незначна частина 50-60 мкм

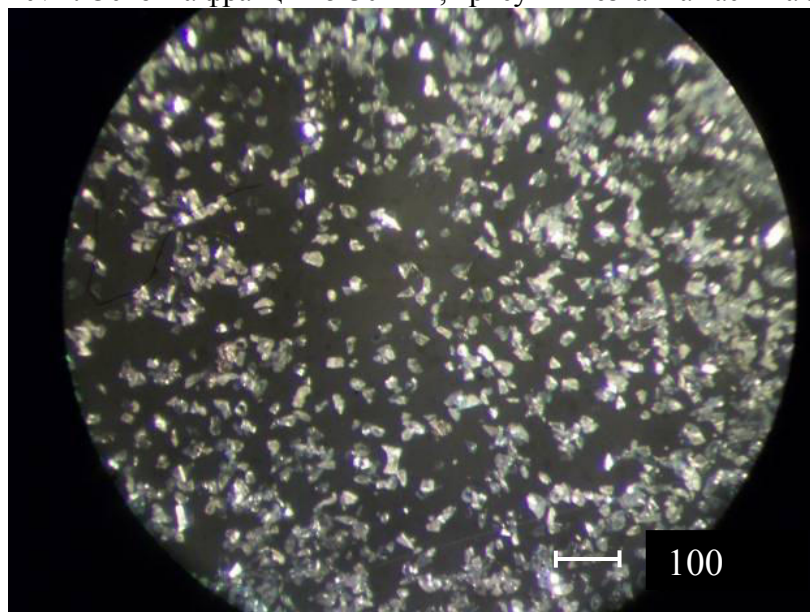


Рис. 2 . Порошок №2

Для наданих зразків абразивних паст досліджено зношування поверхонь притирання після інтервалів часу 15 хв., 10 хв., 8 хв. і 4 хвилини в рівних умовах навантаження . В роботі проведено порівняльні випробування на абразивну здатність і оцінка якості поверхонь після притирання металевих поверхонь впускних клапанів і контр-тіл, що відповідають матеріалу сідел абразивними пастами ЕХРЕРТ торговельної марки ZOLLEX і паста з новим складом ПП06052016, що надано замовником.

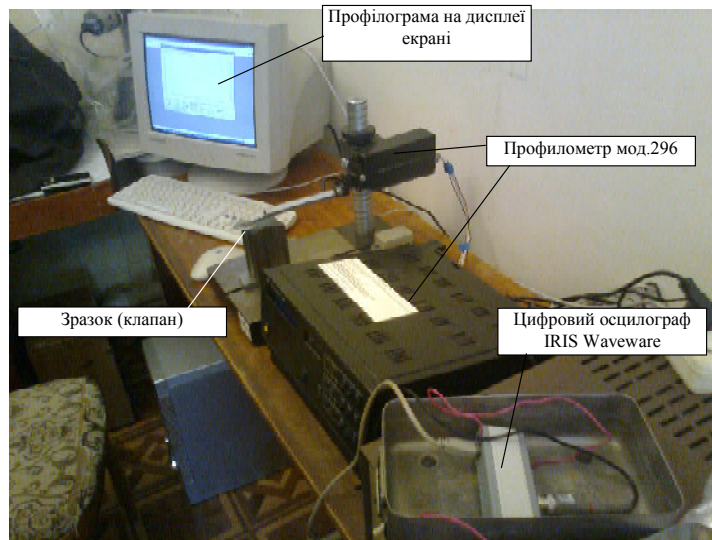


Рис. 3. Робоче місце вимірювання мікрогеометрії поверхонь зразків після притирання

В процесі досліджень застосовано спеціальне програмно-кероване обладнання з паралельною кінематикою СФВПК-4 в якості машини тертя для забезпечення рівних умов навантаження і циклів притирання. Умови проведення експериментів були максимально наближені до відтворення процесу притирання вручну, що відповідають умовам авторемонтних майстерень.

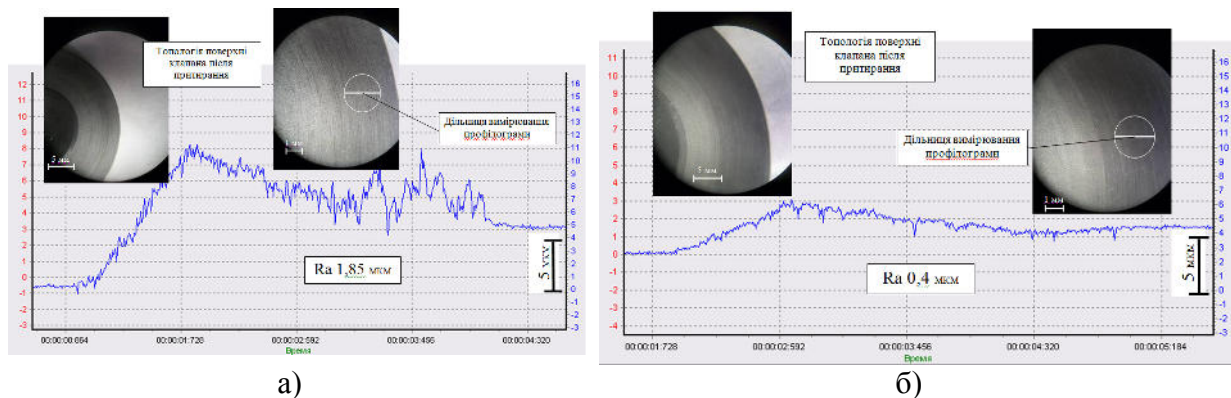


Рис. 4. Приклади отриманих профілограм поверхонь клапанів після притирання 8 хв пастами: а) новий зразок абразивної пасту; б) паста аналог

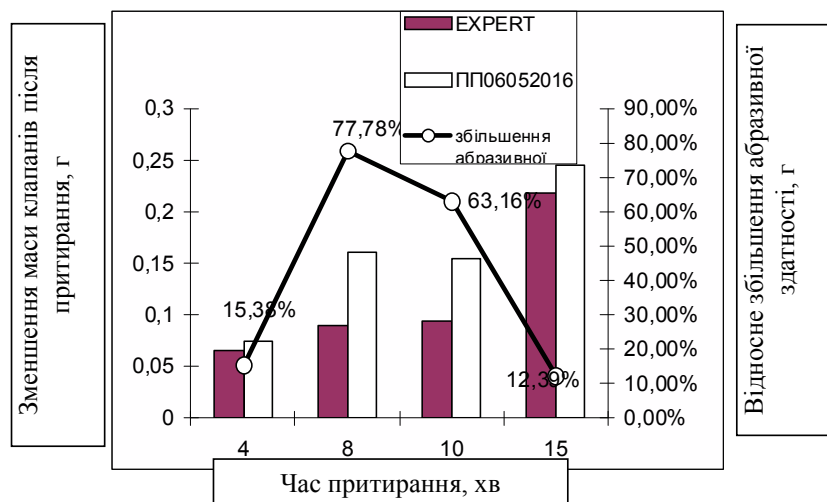


Рис. 5. Порівняння абразивної здатності паст для притирання

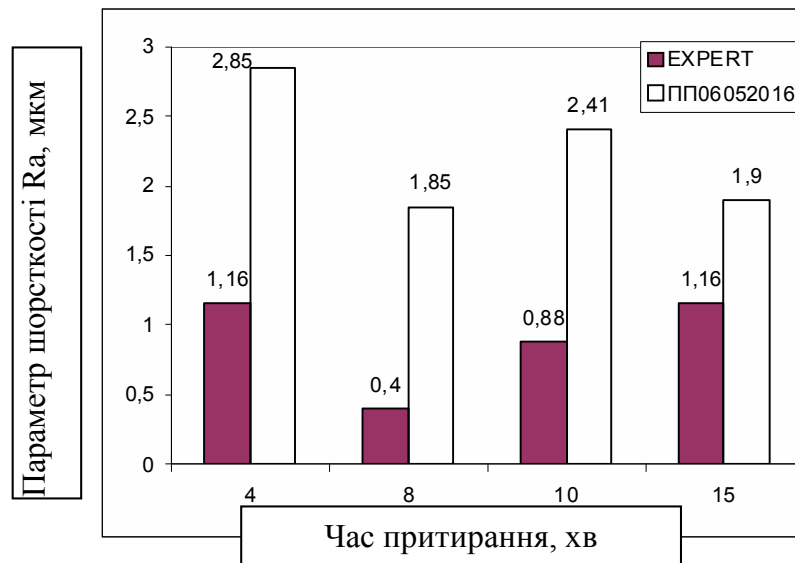


Рис. 6. Порівняння вимірювань після притирання клапанів по параметру шорсткості Ra (мкм) за показниками профілометра цехового моделі 296

Висновки:

1. Наданий зразок абразивної пасти забезпечує підвищену здатність до знімання матеріалу на 60-70% порівняно із пастою EXPERT на рівні 8-10 хвилин притирання.
2. Однак паста ПП06052016 має гірші показники щодо якості шорсткості поверхні у всьому діапазоні випробувань.
3. На поверхнях клапанів і контр-тіл після притирання пастою ПП06052016 наявні глибокі концентричні подряпини, тоді як паста марки EXPERT забезпечує не тільки нижчу шорсткість поверхонь, а і рівномірне розподілення нерівностей у всіх напрямках поверхні, що притирається.
4. Бажано обмежити допуск на розміри абразивних частинок до 35-50 мкм.

Всі вимірювання геометрії, лінійних величин, мікропрофілю поверхонь, втрати маси зразків після тертя проведено із застосуванням повірених засобів вимірювальної техніки в атестованій науково-дослідній лабораторії «Механічних випробувань та якості технологічного обладнання» ХНТУ (свідоцтво про атестацію РЧ-112/2015 від 12.11.2015, див. Додатки)

Література

1. Веремей Г.А., Сапон С.П. Экспериментальное исследование точности восстанавливаемых седел клапанов при изменении режимов резания // Technological Complexes №1/2 (12), 2015. – Р. 62-69
2. Кальченко В.И., Кальченко В.В., Веремей Г.А. Технологические методы достижения точности сопряжения «клапан-седло» в двигателе внутреннего сгорания // вестник СевНТУ. – Севастополь. Серия «Машинобудування та транспорт», Вип. 121/2011. С. 18-21
3. Dmytriev D. New layout and kinematic drill-milling machines with parallel structure mechanisms // Technological Complexes №1 (11), 2015. – Р. 25-29
4. ГОСТ 2789-73 "Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики".

УДК 669.539

П.І. Феськів, В.П. Олексюк канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОЦІНКА МІЦНОСТІ РАМ ДВИГУНІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

P.I. Feskiy, V.P. Oleksyuk Ph.D., Assoc. Prof.

STRENGTH RATING FRAMES OF ENGINES OF AGRICULTURAL MACHINES

Сільськогосподарські машини працюють у вкрай складних експлуатаційних і кліматичних умовах. Ці жорсткі умови експлуатації висувають підвищені вимоги до забезпечення їх надійності і довговічності ще на стадії їх проектування.

Рами двигунів, в більшості випадків, складаються з двох лонжеронів швелерного типу, котрі в передній частині з'єднані поперечною балкою, що призначена для кріплення передніх опор двигуна і опорної торцевої площини проставки гідронасоса, до якої для надання жорсткості приварені косинки і розкоси.

На першому етапі оцінки міцності та довговічності рам двигунів проводиться детальний аналіз умов навантаження рами двигуна при експлуатації машини. Далі виконується статичний розрахунок при дії динамічних навантажень, з метою визначення напружено-деформованого стану (НДС) рами при дії реальних навантажень в умовах експлуатації.

Для врахування реальних динамічних навантажень проводяться експериментальні дослідження в умовах експлуатації, в ході котрих отримуються значення тих чи інших параметрів (напруження, деформації, навантаження, прискорення). За отриманими даними, в результаті розрахунків рами двигуна з врахуванням динамічних навантажень, будуються епюри внутрішніх силових факторів, котрі діють у кожному елементі конструкції. На основі них проводиться аналіз НДС рами і визначаються максимально навантажені і небезпечні перетини.

Другий етап полягає в аналітичному дослідженні НДС в зоні дефекту, у вигляді тріщини визначеної конфігурації, у виявленому небезпечному перетині рами і визначенні розрахункових параметрів, що контролюють цей стан.

При цьому виходять з того, що рами двигунів виготовляються із гнутих швелерних профілів. На третьому етапі проводяться експериментальні дослідження з метою визначення характеристик тріщиноотривкості матеріалу рами, у разі відсутності цих даних у довідковій літературі.

Четвертий етап передбачає розрахунок залежності довговічності роботи рами двигуна від розміру початкового дефекту.

Запропонована експериментально-аналітична методика оцінки міцності та довговічності рам двигунів сільськогосподарських машин дозволяє ще на стадії проектування визначити гарантований ресурс конструкцій з врахуванням можливої їх дефектності та умов експлуатації; вибрати оптимальні конструктивні форми і матеріал з необхідним комплексом властивостей, котрі забезпечують необхідний запас живучості конструкції; намітити необхідні міроприєма (періодичність і форми профілактичних оглядів, режими перевіркових випробувань і т.п.), направлені на своєчасне виявлення небезпечних пошкоджень і запобігання непередбачуваних руйнувань.

Література

1. Олексюк В.П., Матвішин А.Й., Ферендюк О.В. Прогнозування довговічності рам двигунів сільськогосподарських машин // Вісник ХНТУСГ імені П. Василенка – Харків, 2014. – Вип. 145. – С. 34-37.

УДК 539.2

Т.О. Шніцар, В.К. Зеленський, В.П. Ясній, канд. техн. наук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЗАЛЕЖНІСТЬ ПАРАМЕТРІВ ЗОНИ ВИТЯГУВАННЯ ВІД В'ЯЗКОСТІ РУЙНУВАННЯ ТЕПЛОСТІЙКОЇ СТАЛІ

T.O. Shnitsar, V.K. Zelenskyi, V.P. Iasnii, Ph.D.

RELATIONSHIP BETWEEN STRETCH ZONE PARAMETERS AND FRACTURE TOUGHNESS OF HEAT-RESISTANCE STEEL

Колектори пароперегрівачів є важливими елементами конструкцій теплових електричних станцій (ТЕС), раптове руйнування яких може призвести до катастрофічних наслідків. Тому контролювання деградації матеріалу колекторів і своєчасне виявлення пошкоджень є важливою проблемою безпечної експлуатації ТЕС [1]. Для оцінювання граничного стану використовують підходи механіки пружного і пружно-пластичного руйнування, зокрема J- інтеграл та критичне розкриття тріщини [2]. Відомо, що критичне розкриття тріщини може бути оцінено за параметрами так званої "зони витягування", яка формується при руйнуванні зразка чи елемента конструкцій з тріщиною і може бути визначена методами стереоскопічного аналізу фактографічних світлин отриманих методом сканувальної електронної мікроскопії [2,3].

Досліджували параметри зони витягування компактних зразків товщиною 12 мм, випробуваних на вязкість руйнування за позacentрового розтягу із експлуатованої теплостійкої сталі 12Х1М1Ф на повітрі, а також вплив параметрів корозійного розтріскування (швидкість розтріскування, параметри напружено-деформованого стану) на характеристики зони витягування наводнених зразків за статичного навантаження на повітрі. Для дослідження корозійного розтріскування наводнені компактні зразки випробовували за сповільненого деформування розтягом при швидкості переміщення затискачів випробувальної машини 1 mm/hour як на повітрі так і у 0.1 н розчині NaOH за густини струму 100 mA/dm² при температурі 25 °C [4].

Методика досліджень полягала в отриманні стереоскопічних пар фактографічних зображень за допомогою растрового електронного мікроскопу РЕМ-106И в цифровій формі, наступному вимірюванні і обчисленні перепадів рельєфу руйнування в межах зони витягування. Для обчислення висоти рельєфних утворень досліджуваній зразок розміщували таким чином, щоб ділянка поверхні, що аналізується, була перпендикулярна оптичній осі жорстко зафіксованої цифрової фотокамери. В цьому положенні отримували первинне зображення.

На рисунку зображено стереопари в межах зони витягування компактного зразка із сталі 12Х1М1Ф випробуваного на повітрі, отримані поворотом на 20° відносно осі фотокамери один від одного.

Систему координат вибирали з врахуванням того, що осі X і Y орієнтовані в площині поверхні, що аналізується, а вісь Z співпадала з оптичною віссю фотокамери. Після цього зразок повертали навколо координатної осі Y проти годинникової стрілки на кут $\alpha = 20^\circ$ і при фіксованих параметрах зйомки отримували друге зображення I2 ділянки згідно методики [5]. Первинне і вторинне зображення складають стереопару, на основі котрої можна отримати інформацію про висоту (глибину) проаналізованої поверхні. На зображеннях ідентифікували положення базової точки A і фіксували її координату X_{A1} (на першому зображенні) і X_{A2} (на другому).

Далі на обох зображеннях вибирали точку B, для якої необхідно визначити

висоту відносно базової точки А, при цьому фіксували її координати X_{B1} (на першому зображенні) і X_{B2} (на другому).

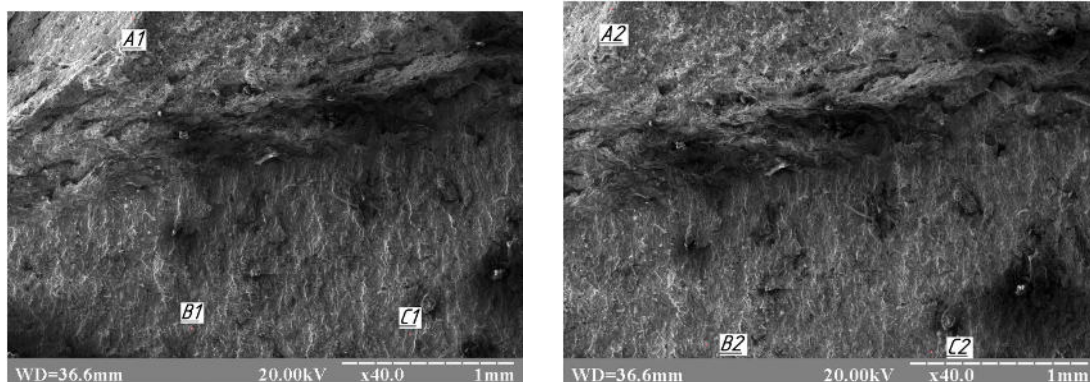


Рисунок. 1. Стереопари зони витягування компактного зразка із сталі 12X1M1Ф випробуваного на в'язкість руйнування на повітрі, отримані поворотом на 20° відносно осі фотокамери один від одного.

Висоту між точками А і В уздовж координатної осі Z визначали за формулі (1.1). Для визначення висоти нерівностей поверхні локальної ділянки зразка, виконували серію дискретних поворотів зразка навколо координатної осі Y з кроком $\alpha = 5^\circ$. Після кожного повороту, при сталих параметрах оптичної системи отримували повторне зображення аналізованої області.

Висоту зони витягування обчислювали за формулою [5]

$$\delta Z_{ABN} = \delta X_{A1B1} (\operatorname{ctg} \alpha - \frac{\delta X_{A2B2}}{\delta X_{A1B1} \sin \alpha}), \quad (1)$$

де $\delta X_{A1B1} = X_{A1} - X_{B1}$, $\delta X_{A2B2} = X_{A2} - X_{B2}$, $\delta Z_{A1B1} = Z_{A1} - Z_{B1}$.

За результатами дослідження отримано розподіл висоти зони витягування і критичного розкриття тріщини по товщині зразків для обох половинок, яка корелює з кривиною (форми фронту тріщини). Виявлено зростання висоти зони витягування зі збільшенням середньої швидкості корозійного розтріскування наводненої сталі, що передувала руйнуванню зразків при кімнатній температурі за статичного навантаження. Отримані результати можуть бути використані для оцінювання експлуатаційного навантаження при експертизі руйнувань елементів конструкцій, за відомим характеристиками в'язкості руйнування, отриманих стандартними методами.

Література

1. Гладь В.Б. Пошкоджувальність структури сталі колектора пароперегрівача за експлуатаційних умов / Гладь В.Б., Собчак А.Р. // Вісник ТДТУ. — 2010. — Том 15. — №1. — С. 27—31. — (механіка та матеріалознавство).
2. Степаненко В.А., Штукатурова А.С., Ясний П.В. Стереофрактографическое исследование зоны статического страгивания и динамического скачка трещины в корпусной стали // Физ.-хим. механика материалов. —1983. —№6. С.71—75.
3. Spitzig W. A. Correlation between fractographic features and plane-strain fracture toughness in an ultrahigh-strength steel // Electron Microfractographie, ASTM STP N453. — Philadelphia. — 1969. — P. 96 — 110.
4. V. Iasnii, P. Maruschak, O. Yasniy, Y. Lapusta, Hydrogen Crack Growth Resistance of Thermal Power Plant Material Collector, Procedia Materials Science. Volume 3. 2014. Pages 1400 — 1405.
5. D. A. Sakseev Deep Microrelief Measurement and Stereo Photography in Scanning Electron Microscopy / D. A. Sakseev, E. M. Ershenko, S. V. Baryshen, A. V. Bobyl, D. V. Agafonov, 2011, published in Zhurnal Tekhnicheskoi Fiziki, 2011, Vol, 81, No. 1. pp. 131 — 136.

УДК 622.276.53:621.671(047)

І.І. Шостаківський

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АТМОСФЕРНИХ ЧИННИКІВ НА СТАН ОЛИВИ ПРИВОДУ ШТАНГОВОЇ СВЕРДЛОВИННОЇ НАСОСНОЇ УСТАНОВКИ

I.I. Shostakivsky

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF ATMOSPHERIC FACTORS ON THE STATE OF ROD PUMPS' DRIVES OIL

Для сучасної нафтогазової промисловості характерним є активне використання засобів механізованого видобування. Потреба постійної інтенсифікації нафтогазовидобувного процесу спричиняє ускладнення умов роботи устаткування. У забезпеченні надійності і довговічності нафтогазопромислового обладнання важливу роль відіграють питання раціонального підбору і застосування олив для відповідних вузлів та механізмів. Використання мастильних матеріалів в нафтогазовій галузі має свою специфіку – обладнання експлуатується на протязі року щоденно і цілодобово, для його роботи характерними є перепади температур, вологості, значні і нерівномірні навантаження, вібрація, високі контактні тиски, наявність абразивного середовища тощо.

Переважна кількість нафтових свердловин, обладнаних засобами механізованого видобування нафти використовує штангові свердловинні насосні установки (ШСНУ). Так, наприклад, в ПАТ «Укрнафта» частка якого у загальному видобутку нафти з газовим конденсатом в Україні у 2015 році складала близько 67,9% парк ШСНУ налічує більш ніж 800 одиниць. Аналіз виробничого досвіду і статистичних даних демонструє, що однією з найменш надійних (і водночас однією з найдорожчих) складових наземного обладнання ШСНУ є редуктори верстатів-качалок. Очевидним є те, що забезпечення надійності важконавантажених зубчастих передач редукторів ШСНУ ускладнюється тим, що їх працездатність визначається багатьма експлуатаційними, конструктивними і технологічними факторами, серед яких чільне місце займає невчасна заміна або невідповідність оливи.

Значна кількість пошкоджень компонентів зубчастих передач силових приводів пов'язана із надмірним спрацюванням деталей та поверхонь, які знаходяться в контакті між собою, з робочим або зовнішнім середовищем. Для роботи редукторів ШСНУ, де, зокрема, в режимі періодичної відкачки частим є пуск під навантаженням після тривалої зупинки, характерним є руйнування зубчастих коліс і шестерень на протязі перших кількох обертів вала редуктора, як результат недостатнього змащування внаслідок стікання оливи або її незадовільної якості.

В процесі експлуатації редуктор ШСНУ постійно зазнає впливу зовнішнього середовища. Одним із результатів такого впливу є поступове накопичення води у вигляді емульсії або у вільному стані, яке може сягати 20 % і більше від об'єму картера. На обводнення нафтопродуктів значним чином впливають зовнішні чинники, головними з яких є вологість середовища, що контактує з нафтопродуктами, температура, тиск, площа і товщина шару, інтенсивність руху газового середовища. Розчинність води в нафтопродуктах невелика і в значній мірі залежить від хімічного складу та зовнішніх умов, проте, наявність води в оливі істотно і різко погіршує трибологічні властивості оливи та призводить до інтенсифікації зношування змащуваних деталей. Встановлено, що при обводненні олив зменшується їх лужне число, погіршується диспергуюча здатність та миючі властивості, а загальна

концентрація присадок може знижуватися до 60 % від початкової. Контакт з водою може викликати гідроліз деяких присадок, що є солями слабких органічних кислот. Такі присадки, наприклад, як діалкілдітіофосфат цинку при контакті з водою утворює органічні кислоти та гідроокис цинку, що випадає в осад. Залежно від кількості вологи також змінюється характер зношування трибоспрямижень. Якщо вміст води в оливі становить до 5 %, то продукт старіння візуально відрізняється темним сіро-коричневим кольором та містить дуже мало металевих частинок. До 50 % вологи – продукти старіння це, в основному, оксиди, а якщо більше 50 % (неприпустимо для виробничих умов) то в зоні тертя створюються передумови того, що мономолекулярний шар води покриває поверхню, відповідно для продуктів спрацювання характерний сірий колір і складаються вони переважно з частинок металу. Також висока вологість і проникнення води в картер значно посилює інтенсивність корозії.

Спостереження за роботою редукторів приводів ШСНУ у виробничих умовах показали, що вода може потрапляти в оливу декількома шляхами, зокрема: поглинання води з вологого повітря гігроскопічними присадками, що містяться в оливі; безпосереднє потрапляння в результаті порушення цілісності корпусу; проте, основним джерелом накопичення води у картері є конденсація на стінках і деталях атмосферної вологи після зупинки редуктора і охолодження нагрітих деталей, а також конденсація внаслідок добових і сезонних коливань температури і вологи.

Важливим і цікавим чинником, що призводить до обводнення олив є явище певної теплової інерційності нафтопродуктів в порівнянні із зовнішньою атмосферою. При підвищенні температури повітря нафтопродукт буде холоднішим, його температура як би поволі «наздоганяє» температуру зовнішнього середовища, за умови, що вона підвищилася і залишається постійною. Навпаки, при пониженні температури зовнішнього середовища температура нафтопродукту протягом деякого часу залишатиметься вищою і буде поволі знижуватися. Чим вище швидкість пониження або підвищення температури навколишнього повітря, тим більше градієнт перепаду температур між нафтопродуктом і зовнішнім середовищем. Перепад температур між нафтопродуктом і зовнішнім середовищем сильно впливає на зміну вмісту води в ньому.

В зв'язку із цим актуальними є організаційні, технологічні та конструкторські заходи, спрямовані на зменшення кількості конденсованої вологи у редукторах ШСНУ. Такі заходи полягають у формуванні оптимального графіку періодичного пуску обладнання, зменшення площ конденсації та їх обробку теплоізолюючими матеріалами, а також максимально можливе обмеження попадання атмосферної вологи всередину редуктора.

Література

1. Зміни стану мастильних олив нафтогазопромислового обладнання у процесі експлуатації / Шостаківський І. І. // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ, № 4'2002 (5), Івано-Франківськ, 2002 р.

2. Вплив мастила на вібраційні характеристики редуктора верстата-гойдалки / Копей В. Б., Копей Б. В., Євчук О. В., Стефанишин О. І. // Нафтогазова галузь України, № 1'2013.

3 Підвищення ресурсу редукторів штангових свердловинних насосних установок / Копей В. В., Парайко Ю. І., Стефанишин О. І., Шостаківський І. І.// Проблеми тертя та зношування: наук.-техн. журнал. - № 56. – К.: Вид. Нац. Авіа. Ун-ту «НАУ-друк», 2011.

4. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення./ Упор. В.Я.Чабанний. – Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2008. – 500с.

УДК 519.622:620

Б.Р. Шуляр, канд. техн. наук

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна

ЗАЛЕЖНОСТІ МІЦНІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРУБНИХ СТАЛЕЙ ВІД ЛЕГУВАННЯ НАНОЧАСТИНКАМИ РІДКІСНОЗЕМЕЛЬНИХ МЕТАЛІВ

B.R. Shuliar, Ph.D.

DEPENDENCIES OF DURABLE CHARACTERISTICS CAUSED BY DOPING PIPE STEELS WITH NANOPARTICLES OF RARE-EARTH METALS

Поліпшення якості та механічних і корозійних властивостей металу здійснюється завдяки мікролегуванню трубних сталей та зварних швів елементами-модифікаторами, зокрема рідкісноземельними металами (РЗМ) [1], які викликають глибокі структурно-фазові перетворення, що гальмують корозійні процеси.

Легували метал у лабораторних умовах методом електрошлакового переплаву двома складами мікродомішок. У першому [2] вміст (в %) модифікаторів для низьколегованої сталі (0,01...0,03 церію; 0,01...0,025 ітрію; 0,007...0,015 барію; 0,001...0,0025 кальцію; 0,02...0,04 цирконію) та зварного шва (0,01...0,02 церію; 0,015...0,022 ітрію; 0,0014...0,0025 барію; 0,0012...0,002 кальцію; 0,031...0,044 цирконію). У другому складі мікродомішок було у два рази більше. Після обробки РЗМ спостерігали чітку тенденцію до підвищення міцності і пластичності сталей. При цьому відносне звуження Ψ зростало помітніше, ніж відносне видовження δ . Таким чином, легуванням РЗМ можна підвищити пластичність сталі навіть за деякого зростання характеристик міцності.

Легування трубної сталі 17Г1С мікродомішками підвищує її міцність та пластичність, а також збільшує опірність металу крихкому руйнуванню за ударною в'язкістю [3]. Домішки РЗМ виявили сильніший ефект за випробувань зразків з U-подібним концентратором напружень. Для V-подібного концентратора відмінності у значеннях K_{CV} для контрольного і легованого металів нівелюються зі зниженням температури випробувань. Для звичайної сталі крихко-в'язкий перехід за зміною механізму руйнування дещо зміщений в область понижених температур проти дослідної, тоді як за ударною в'язкістю – до підвищених. Значення ударної в'язкості з домішками РЗМ вищі за всіх температур випробувань через зростання роботи зародження тріщини. Збільшувати вміст домішок РЗМ понад оптимальний для отримання високої корозійної тривкості сталі нераціонально, оскільки її механічні властивості практично не змінюються, а вартість сталі зростає.

Література

7. Влияние модифицирующих микродобавок на коррозионную стойкость сварных соединений из низколегированной стали / [В. Д. Макаренко, В. А. Беляев, Е. Н. Галиченко и др.]. // Сварочное производство. – 2000. – № 9. – 3–8.
8. Чернов В. Ю. Науково-прикладні основи забезпечення експлуатаційної надійності промислових трубопроводів при низьких температурах: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук: спец. 05.15.13 «Нафтогазопроводи, бази та сховища» / В. Ю. Чернов; Івано-Франків. нац. техн. ун-т нафти і газу. – Івано-Франківськ, 2003. – 32 с.
9. Вплив легування рідкісноземельними металами на механічні властивості трубної сталі 17Г1С / [Д. Ю. Петрина, О. Л. Козак, Б. Р. Шуляр, Ю. Д. Петрина, М. І. Гренділь] // Фіз.-хім. механіка матеріалів. –2012. – Т. 48. – №5. – С. 21–26.

УДК 539.3

Є.Б. Ярема, В.В. Рощот

Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

НАПРУЖЕНИЙ СТАН ПЛАСТИНИ З ЖОРСТКОЮ ЕЛІПТИЧНОЮ ШАЙБОЮ ТА НАСКРІЗНОЮ ПРЯМОЛІНІЙНОЮ ТРІЩИНОЮ

Y.B. Yarema, V.V. Roshchot

STRESS STATE OF THE PLATE WITH RIGID ELLIPTICAL WASHER AND STRAIGHT-THROUGH CRACK

У роботі досліджено напружений стан ізотропної пластини з абсолютно жорсткою еліптичною шайбою та прямолінійною наскрізною тріщиною завдовжки $2l$, береги якої вільні від зовнішнього навантаження. У серединній площині пластини виберемо декартову систему координат Oxy з початком у центрі тріщини, направивши вісь Ox вздовж неї (див. рис. 1). Пластина знаходиться під дією рівномірно розподілених взаємно перпендикулярних зусиль p_1 і p_2 на безмежності, причому p_1 утворює кут α з віссю Ox . Жорстка шайба може повертатися як жорстке ціле на кут ε . Відрізок дійсної осі $[-l; +l]$ позначимо через L , контур жорсткої шайби – через L_1 , а граничне значення відповідної величини при $y \rightarrow \pm 0$ на тріщині будемо позначати значками « \oplus » і « \ominus ». З жорсткою шайбою зв'язуємо локальну систему декартових координат $O'x'y'$, причому нехай вісь $O'x'$ утворює кут β з віссю Ox , а точка O' має координати c і d в системі координат Oxy .

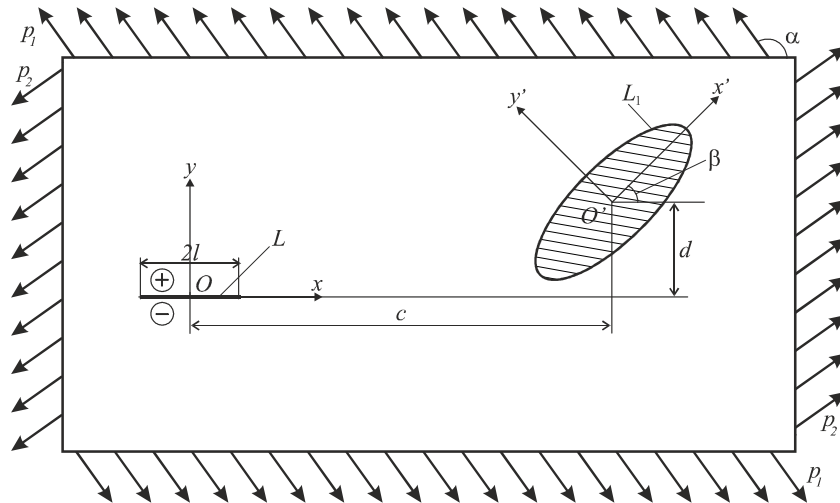


Рис. 1. Схема розміщення жорсткої шайби і тріщини

Згідно формулювання задачі маємо такі крайові умови:

$$\begin{aligned}\sigma_{yy}^{\pm} - i\sigma_{xy}^{\pm} &= 0, & x \in L, \\ \tilde{u} + i\tilde{v} &= i\varepsilon z, & x \in L_1,\end{aligned}$$

де σ_{yy} , σ_{xy} – компоненти тензора напружень, \tilde{u} і \tilde{v} – компоненти вектора переміщення у локальній системі координат $O'x'y'$, $z = z'e^{i\beta}$, $z' = x' + iy'$, $z = x + iy$, $i^2 = -1$.

У більшості наукових праць розв'язок задач такого типу зведено до системи сингулярних інтегральних рівнянь на включенні та тріщині або тільки на тріщині. У цій

роботі було апробовано новий підхід до розв'язування сформульованої задачі. Використавши методи теорії функції комплексної змінної та комплексні потенціали Колосова-Мусхелішвілі [1] та їх подання [2], розв'язок задачі зведено до двох задач лінійного спряження на тріщині, розв'язавши які на межі жорсткої еліптичної шайби отримали сингулярне інтегральне рівняння:

$$\int_{L_1} \left[g_1(u)K(u,t)du + \overline{g_1(\bar{u})}M(u,t)d\bar{u} \right] = \rho(t), \quad t \in L_1,$$

розв'язок якого побудовано числово з використанням методу механічних квадратур [3], де $g_1(u)$ – шукана функція, ядра $K(u,t)$, $M(u,t)$ та функція $\rho(t)$ – відомі.

Зауважимо, що крайові умови на берегах прямолінійної тріщини вдалося задовольнити аналітично.

Коефіцієнти інтенсивності напружень обчислювали за формулою [2]

$$k_1^\pm - ik_2^\pm = 2 \lim_{x \rightarrow \pm l} \left[\sqrt{2\pi|x \mp l|} \Phi_2(x) \right].$$

де

$$\begin{aligned} \Phi_2(x) = & - \left(\Gamma + \frac{1}{2} \overline{\Gamma'} \right) \left(1 - \frac{x}{X(x)} \right) + \frac{1}{4\pi i X(x)} \int_{L_1} \left\{ -q(u) \left[\frac{X(x) - X(u)}{u - x} - 1 + \kappa^* + \right. \right. \\ & \left. \left. + \frac{\kappa^* (X(x) - X(\bar{u}))}{\bar{u} - x} \right] du + \overline{q(u)} \left[\frac{(\bar{u} - u)(X(x) - X(\bar{u}))}{(\bar{u} - x)^2} + \frac{\bar{u}(\bar{u} - u)}{(\bar{u} - x)X(\bar{u})} \right] d\bar{u} \right\}. \end{aligned}$$

Після відповідних перетворень отримали остаточний вигляд формули для обчислення коефіцієнтів інтенсивності напружень

$$\begin{aligned} k_1^\pm - ik_2^\pm = & 2\sqrt{\pi l} \left\langle \left(\Gamma + \frac{\overline{\Gamma'}}{2} \right) \pm \frac{1}{4\pi i l} \int_{L_1} \left\{ q(u) \left[\frac{X(u)}{u \mp l} - \kappa^* + 1 + \frac{\kappa^* \overline{X(u)}}{u \mp l} \right] du + \right. \right. \\ & \left. \left. + \overline{q(u)} \left[\frac{\bar{u} - u}{u \mp l} \left(\frac{\bar{u}}{X(u)} - \frac{\overline{X(u)}}{u \mp l} \right) \right] d\bar{u} \right\} \right\rangle, \end{aligned}$$

де $X(u) = \sqrt{(u^2 - l^2)}$, $\Gamma = \frac{1}{4}(p_1 + p_2)$, $\Gamma' = -\frac{1}{2}(p_1 - p_2)e^{-2i\alpha}$, $\kappa^* = -\frac{3-\nu}{1+\nu}$, ν – коефіцієнт Пуассона.

Також в роботі проведено числовий аналіз коефіцієнтів інтенсивності напружень при різних параметрах задачі, на основі якого побудовано відповідні графічні залежності.

Література

9. Мусхелишвили Н. И. Некоторые основные задачи математической теории упругости / Н. И. Мусхелишвили. – М.: Наука, 1966. – 707 с.
10. Саврук М. П. Двумерные задачи упругости для тел с трещинами / М. П. Саврук. – Киев: Наук. думка, 1981. – 324 с.
11. Панасюк В. В. Распределение напряжений около трещин в пластинах и оболочках / В. В. Панасюк, М. П. Саврук, А. П. Дацышин. – К.: Наук. думка, 1976. – 444с.

УДК 534.134

П.В. Ясній докт. техн. наук, проф., Ю.І. Пиндус канд. техн. наук, доц, М.І. Гудь
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя Україна

ВПЛИВ ПЛОЩІ ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ ПІДКРІПЛЮЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА ВЛАСНІ ЧАСТОТИ ПІДСИЛЕНОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ОБОЛОНКИ

P.V. Yasniy Dr., Prof., Y.I. Pyndus Ph.D., Assoc. Prof., M.I. Hud

THE IMPACT OF CROSS-SECTIONAL AREA OF CORROBORANT ELEMENTS ON THE EIGENFREQUENCIES OF AMPLIFIED CYLINDRICAL SHELL

Підсилени за допомогою стрингерів циліндричні оболонки широко використовуються у ракетобудівній галузі для виготовлення обтікачів ракет носіїв. Оболонки підсилюють за допомогою стрингерів та шпангоутів зсередини. На такий тип конструкцій діє цілий комплекс експлуатаційних навантажень зокрема від оточуючого газового потоку, динамічні навантаження від двигунів. Так, при транспортуванні авіаційним транспортом обтікачі можуть здійснювати як вільні, так і вимушені коливання, що спричинені турбулентністю повітря, роботою двигунів літака, вертикальними прискореннями. Аналіз впливу площі поперечного перерізу стрингерів на властивості вільних коливань є необхідним для вирішення задач оцінки НДС та втомної міцності підсиленої циліндричної оболонки при транспортуванні авіаційним транспортом.

У літературі відомі праці, які присвячені дослідженням динаміки оболонкових елементів ракетноносіїв та теорії підсилених оболонок [1-3]. Для моделювання використовували середовище ANSYS APDL, яке базується на використанні методу скінченних елементів. За допомогою модального аналізу визначали частоти власних коливань конструкції. У декартових координатах створювали скінченноелементну модель тонкостінного циліндра з підсиленням (рис. 1).

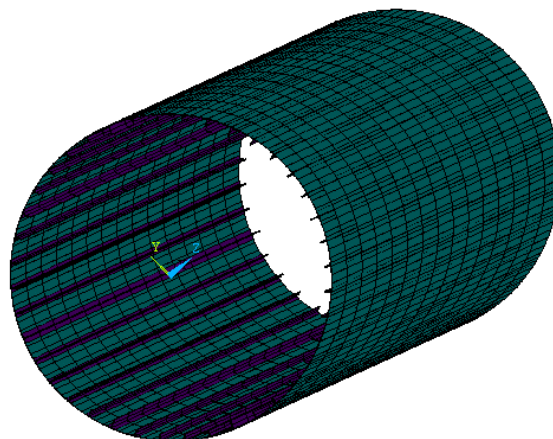


Рис. 1. Скінченноелементна модель тонкостінного циліндра підсиленого стрингерами

Геометричні розміри конструкції $L=6,3$ м, $D=1,8$ м, товщина $t_{\text{стінки}}=0,0015$ м. У підсиленій моделі (рис. 1 б) використовували стрингери ПР109-4 (32 шт) і ПР109-12 (8 шт), які розміщували на внутрішній поверхні оболонки симетрично та з постійним кроком. При моделюванні оболонки та стрингерів застосовували механічні властивості матеріалу Д16АТ: модуль Юнга $E = 7,2 \times 10^5$ МПа; коефіцієнт Пуассона $\nu = 0,3$; $\rho = 2,7 \cdot 10^4$ Н/м³. Для створення оболонки скінченноелементної моделі циліндра використовували елемент SHELL181. Стрингери моделювали використовуючи лінійний двох вузловий просторовий балковий елемент BEAM 188.

Для оцінки впливу площі поперечного перерізу підкріплюючих елементів використовували стрингери типу ПР109-4 у яких поступово збільшували товщину стінок t_1 і t_2 .

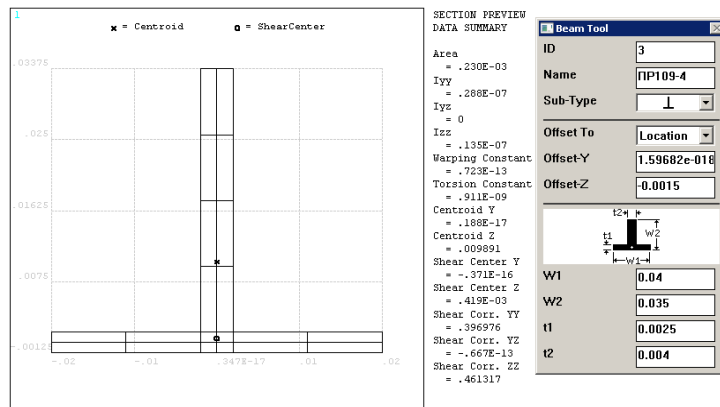


Рис. 2. Поперечний переріз, розміри та геометричні параметри стрингерів ПР109-4

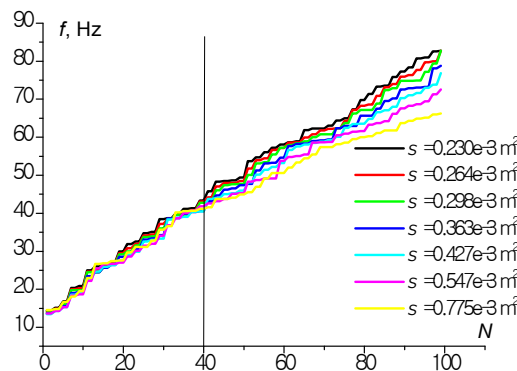


Рис. 3. Вплив площі поперечного перерізу стрингерів на власні частоти підсиленого тонкостінного циліндра

На рисунку 3 подані результати дослідження впливу рівня підсилення (площі (S) поперечного перерізу підкріплюючих елементів (стрингерів) на власні частоти підсиленої циліндричної оболонки.

Очевидно, що із збільшенням площі поперечного перерізу стрингерів власні частоти підсиленого циліндра зменшуються на ділянці вище 40 Гц. На ділянці до 40 Гц, при збільшенні площі поперечного перерізу до $0,54 \times 10^{-3} \text{ м}^2$, власні частоти зменшуються. Проте, при $S > 0,54 \times 10^{-3} \text{ м}^2$ на ділянці до 40 Гц власні частоти починають збільшуватись.

Література

1. Моссаковский В. И. Прочность ракетных конструкций / В. И. Моссаковский, А. Г. Макаренков, П.И. Никитин, Ю. И. Савин, И. Н. Спиридонов. – М.: Высшая школа, 1990. – 358 с.
2. Амиро И.Я. Теория ребристых оболочек / И. Я. Амиро, В. А. Заруцкий. – К.: Наукова думка, 1980. – 367 с. 3.
3. Амиро И.Я. Устойчивость ребристых оболочек вращения / И. Я. Амиро, О. А. Грачев, В. А. Заруцкий, А. С. Пальчевский, Ю. А. Санников. – К.: Наукова думка, 1987, 180 с.

УДК 534.134

П.В. Ясній докт. техн., наук, проф., Ю.І. Пиндус канд. техн., наук, М.І. Гудь
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя Україна

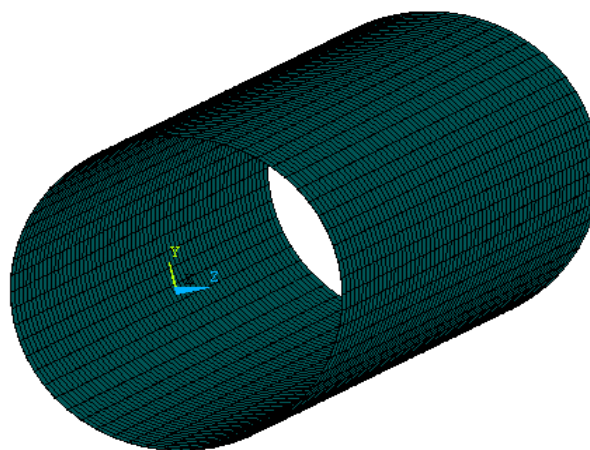
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЧАСТОТ ПІДСИЛЕНИХ ТА НЕПІДСИЛЕНИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ОБОЛОНОК

P.V. Yasniy Dr., Prof., Y.I. Pyndus Ph.D., Assoc. Prof., M.I. Hud
**COMPARATIVE ANALYSIS OF FREQUENCIES OF STRENGTHENED AND NOT
STRENGTHENED CYLINDRICAL SHELLS**

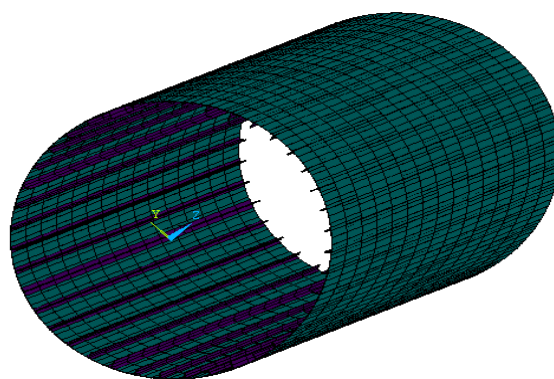
Підсилені стрингерами циліндричні оболонки широко використовуються у ракетобудуванні для виготовлення обтікачів ракет носіїв. Тонкі оболонки підсилюють стрингерами та шпангоутами зсередини. За експлуатаційних умов на обтікачі діють навантаження від оточуючого газового потоку, динамічні навантаження від двигунів. Зокрема, при транспортуванні авіаційним транспортом обтікачі можуть здійснювати як вільні, так і вимушені коливання, що спричинені турбулентністю повітря у польоті, роботою двигунів літака, вертикальними прискореннями (перевантаженнями). Аналіз властивостей вільних коливань є необхідним для вирішення задач оцінки напружено-деформованого стану та втомної міцності підсилених циліндричних оболонок при транспортуванні, зокрема авіаційним транспортом.

Метою дослідження є чисельне моделювання роботи, аналіз частот власних коливань підсилених циліндричних оболонок та ефективності підсилення тонкостінних циліндричних оболонок за допомогою стрингерів.

У літературі відомі праці, які присвячені дослідженням динаміки оболонкових елементів ракетноносіїв та теорії підсиленних оболонок [1-3]. Для чисельного моделювання використовували програмний комплекс ANSYS APDL, який базується на використанні методі скінченних елементів (МСЕ). Для визначення частот власних коливань конструкції використовували модальний аналіз. У декартових координатах створювали скінченноелементну модель тонкостінного циліндра без підсилення стрингерами (рис. 1 а) та з підсиленням (рис. 1 б).



а)



б)

Рис. 1. Скінченноелементні моделі тонкостінних циліндрів без підсилення (а) та з підсиленням стрингерами (б)

Довжина циліндра становила становить 6,3 м, діаметр 1,8 м, товщина стінки 0,0015 м. У підсиленій моделі (рис. 1 б) використовували стрингери ПР109-4 (32 шт) і ПР109-12 (8 шт), які розміщували на внутрішній поверхні оболонки симетрично та з постійним кроком. При моделюванні оболонки та стрингерів застосовували механічні властивості матеріалу Д16АТ: модуль Юнга $E = 7.2 \times 10^5$ МПа; коефіцієнт Пуассона $\nu = 0,3$; $\rho = 2,7 \cdot 10^4$ Н/м³. Для створення оболонки скінченноелементної моделі циліндра використовували елемент SHELL181. Стрингери моделювали використовуючи лінійний двох вузловий просторовий балковий елемент BEAM 188.

Таблиця 1.

Власні частоти не підсиленої та підсиленої оболонок з урахуванням власної ваги

№	Не підсилена оболонка	Підсилена оболонка
1	18,8	14,2
2	18,8	14,2
3	19,4	14,9
4	19,4	14,9
5	23,5	16,5
6	23,5	16,5
7	24,2	19,9
8	24,2	20,2
9	29,8	20,2
10	29,8	20,7

Із результатів обчислень (вибірка з перших 10 мод) власних частот (табл. 1) помітно, що непідсилена та підсилена оболонки мають кратні власні частоти, що характерно для конструкцій з осьовою симетрією. Варто відмітити, що власні частоти підсиленої оболонки є меншими, що є наслідком збільшення жорсткості конструкції.

Література

4. Моссаковский В. И. Прочность ракетных конструкций / В. И. Моссаковский, А. Г. Макаренко, П.И. Никитин, Ю. И. Савин, И. Н. Спиридонов. – М.: Высшая школа, 1990. – 358 с.

5. Амиро И.Я. Теория ребристых оболочек / И. Я. Амиро, В. А. Заруцкий. – К.: Наукова думка, 1980. – 367 с. 3.

6. Амиро И.Я. Устойчивость ребристых оболочек вращения / И. Я. Амиро, О. А. Грачев, В. А. Заруцкий, А. С. Пальчевский, Ю. А. Санников. – К.: Наукова думка, 1987, 180 с.

УДК 539.3

І.М. Яцик

Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

ДВОВІСНИЙ ЗГИН ПЛАСТИНИ РЕЙССНЕРА ЗІ ЩІЛИНАМИ ТА ТРІЩИНАМИ, З УРАХУВАННЯМ ШИРИНИ ОБЛАСТІ КОНТАКТУ ЇХНІХ БЕРЕГІВ

I.M. Yatsyk

BIAXIAL BENDING OF PLATE WITH SLITS AND CRACKS IN VIEW OF THEIR FACES CONTACT ZONE WIDTH

Досліджено згин ізотропної пластини завтовшки $2h$ рівномірно розподіленими згинальними моментами на нескінченності за наявності в ній щілин завдовжки $2l_m$ ($m = \overline{1, M}$) та тріщин завдовжки $2l_n$ ($n = \overline{M+1, M+N}$). Вважаємо, що під дією зовнішнього навантаження береги тріщин зазнають гладкого контакту за всією їхньою довжиною вздовж двовимірної області постійної ширини h_1 поблизу верхньої основи пластини, причому до деформування пластини береги дефектів були вільними від зовнішнього навантаження. Пластина перебуває під дією розподіленого згинального

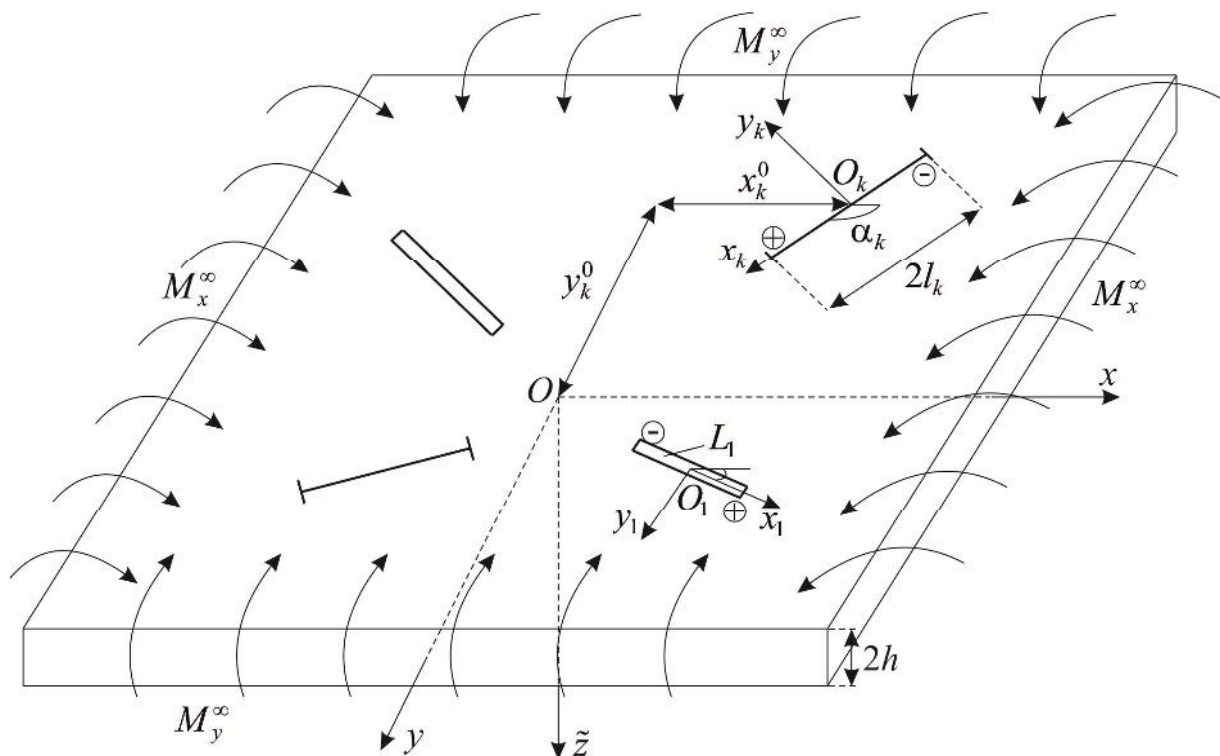


Рис. 1. Схема навантаження пластини та розміщення щілин і тріщин навантаження на нескінченності M_x^∞ і M_y^∞ (рис. 1).

Виберемо глобальну декартову систему координат $Oxuz$ з координатною площиною Oxy у серединній площині пластини. З кожною щілиною та тріщиною зв'яжемо локальну систему координат $O_kx_ky_k$ з початком координат O_k у центрі дефекту, направивши вісь O_kx_k уздовж його лінії. Відрізок дійсної осі O_kx_k , для якого $|x_k| \leq l_k$,

позначимо через L_k , а через $(x_k^0; y_k^0)$ – координати центру k -го дефекту у глобальній системі координат.

За рахунок контакту берегів тріщини задачу розбиваємо на дві задачі: плоску задачу теорії пружності та задачу згину пластини з використанням теорії Рейсснера.

Згідно з формулюванням задачі на берегах щілини та тріщини маємо такі крайові умови:

$$\begin{aligned} \sigma_{yy}^+ = \sigma_{yy}^- = 0, \quad M_y^+ = M_y^- = 0, \quad x \in L_k, \quad k = \overline{1, M}; \\ \sigma_{xy}^+ = \sigma_{xy}^- = 0, \quad H_{xy}^+ = H_{xy}^- = 0, \quad Q_y^+ = Q_y^- = 0, \quad x \in L_k, \quad k = \overline{1, M + N}; \\ \sigma_{yy}^+ = \sigma_{yy}^- = -\frac{N_k}{2h}, \quad M_y^+ = M_y^- = \beta h N_k, \quad \partial_x[v_p] - \alpha h \partial_x[\varphi_y] = 0, \quad x \in L_k, \\ k = \overline{M + 1, M + N}, \end{aligned}$$

де σ_{xy} , σ_{yy} та v_p – відповідно компоненти тензора напружень та проекція вектора переміщення точки на вісь Oy у плоскій задачі; N_k – контактне зусилля між берегами тріщини, причому $N_k > 0$; φ_y – усереднений за товщиною пластини кут повороту нормалі до серединної площини пластини у задачі згину [1]; M_y – згинальний момент; Q_y і H_{xy} – поперечна сила і крутний момент відповідно; $\partial_x = \frac{\partial}{\partial x}$, $[f] = f^+ - f^-$; символами «+» і «-» позначені відповідно граничні значення функції при

прямуванні точки площини при $y \rightarrow \pm 0$; $\alpha = \frac{1+(1-\gamma)^2}{2}$, $\beta = 1 - \frac{\gamma}{3}$, а $\gamma = \frac{h_1}{h}$ – зведена ширина області контакту [2]. Потрібно знайти напружено-деформований стан пластини.

На основі методів теорії функції комплексної змінної, комплексних потенціалів плоскої задачі теорії пружності та задачі згину пластини отримано систему сингулярних інтегральних рівнянь відносно невідомих стрибків переміщень, усереднених кутів повороту нормалі, поперечних сил і крутних моментів на берегах дефектів. У частковому випадку присутності у пластині тільки щілин отримана система співпадає із системою, наведеною у [3].

Ця система розв'язана числово за допомогою методу механічних квадратур. У частковому випадку співвісних щілини та тріщини отримані числові результати та побудовано графічні залежності для контактної зусилля між берегами тріщини, коефіцієнтів інтенсивності зусиль і згинальних моментів при різних значеннях параметрів задачі. Коли у пластині є дві співвісні тріщини, то числові результати співпадають з даними, отриманими у [4].

Література

1. Тимошенко, С.П. Пластины и оболочки [Текст] / С.П. Тимошенко, С. Войновски-Кригер. – Москва: Наука, 1966. – 636 с.
2. Опанасович, В.К. Згин пластини з наскрізною прямолінійною тріщиною з урахуванням ширини області контакту її поверхонь [Текст] / В.К. Опанасович // Наук. нотатки Луцьк. техн. ун-ту. – 2007. – Вип. 20 (2). – С. 123–127.
3. Мазурак Л.П. Изгиб трансверсально-изотропных пластин с дефектами типа трещин [Текст] / Л.П. Мазурак, Л.Т. Бережницький // . – К.: Наук. думка, 1990. – 256 с.
4. Опанасович В. Згин пластини Рейсснера з двома співвісними наскрізними тріщинами різної довжини з урахуванням ширини області контакту їхніх берегів [Текст] / В. Опанасович, І. Яцик // Машинознавство. – 2009. – Вип. № 4 (142). – С. 18–25.

УДК 667.64:678.026

М.В. Браїло, канд. техн. наук, О.С. Кобельник, С.В. Якущенко, В.Д. Нігалатій, Аль-Джавахери Али Андан Мансур

Херсонська державна морська академія, Україна

РОЗРОБЛЕННЯ ПОЛІМЕРНОЇ МАТРИЦІ З ПОЛІПШЕНИМИ АДГЕЗІЙНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ НА ОСНОВІ ЕПОКСИДНОГО ТА ПОЛІЕФІРНОГО ЗВ'ЯЗУЮЧОГО

M.V. Brailo, Ph.D., O.S. Kobelnik, S.V. Yakushchenko, V.D. Nigalatiy Al-Dzhavakhery Aly Andan Mansur

DEVELOPMENT POLYMER MATRIX WITH IMPROVED ADHESIVE PROPERTIES, BASED ON EPOXY AND POLYESTER BINDERS

На сьогодні широко і ефективно використовують композитні матеріали (КМ) на основі епоксидіанової смоли ЕД-20 (ГОСТ 10587-84). Водночас широко використовують матриці для формування КМ на основі поліефірних смол. Тому цікавим і актуальним є поєднання даних компонентів у одному зв'язувачі та створення на їх основі матеріалів з поліпшеними властивостями для підвищення надійності експлуатації деталей та механізмів різного функціонального призначення.

Мета роботи – розробити полімерну матрицю з поліпшеними адгезійними властивостями на основі епоксидного та поліефірного зв'язуючого.

З метою формування матриці використовували наступні інгредієнти: епоксидний олігомер марки ЕД-20; поліефірну смолу Norsodyne O 12335 AL; твердник поліетиленполіамін (ПЕПА) (ТУ 6-05-241-202-78); твердник Бутанокс-М50 (Butanox-M50). Загальновідомо, що для формування полімерної матриці на основі епоксидного олігомеру ЕД-20 (100 мас.ч) необхідно вводити $q = 10$ мас.ч. твердника ПЕПА, при температурі зшивання $T = 393$ К. Водночас, відомо, що оптимальний вміст твердника на основі перекису метилетилетилкетону у поліефірній смолі становить $q = 1$ мас.ч. (ГОСТ 22181-91). На початковому етапі було досліджено адгезійну міцність матеріалів з додаванням до епоксидного олігомери різного вмісту поліефірної смоли у діапазоні $q = 0 \dots 200$ мас.ч. з кроком $q = 10$ мас.ч.. Проаналізовано, що максимальні показники мають матеріали із вмістом поліефірної смоли Norsodyne O 12335 AL у кількості $q = 100$ мас.ч. і епоксидного олігомеру ЕД-20 у кількості $q = 100$ мас.ч. При цьому адгезійна міцність при відриві зростає з $\sigma_a = 18,2$ МПа (для епоксидної матриці) до $\sigma_a = 66,5$ МПа, адгезійна міцність при зсуві підвищується з $\tau = 4,8$ МПа (для епоксидної матриці) до $\tau = 12,5$ МПа. Додатково досліджували залишкові напруження матеріалів на основі епоксидної та поліефірної смол. Встановлено, що при збільшенні вмісту поліефірної смоли до $q = 100$ мас.ч. показники залишкових напружень зменшуються від $\sigma_3 = 2,3$ МПа (для епоксидної матриці) до $\sigma_3 = 1,5$ МПа. Однак, збільшення концентрації смоли Norsodyne O 12335 AL до $q = 200$ мас.ч. призводить до підвищення напружень у матеріалах до $\sigma_3 = 2,3$ МПа..

Висновки. На основі результатів експериментальних досліджень встановлено, що для формування покриттів з поліпшеними адгезійними властивостями необхідно використовувати композицію наступного складу: епоксидний олігомер марки ЕД-20 ($q = 100$ мас.ч.), поліефірна смола марки Norsodyne O 12335 AL ($q = 100$ мас.ч.), твердник Butanox-M50 ($q = 1$ мас.ч.) твердник ПЕПА ($q = 10$ мас.ч.). Температура зшивання композиції становить $T = 393$ К. Розроблений матеріал відзначається наступними властивостями: адгезійна міцність при відриві – $\sigma_a = 66,5$ МПа, адгезійна міцність при зсуві – $\tau = 12,5$ МПа, залишкові напруження – $\sigma_3 = 1,5$ МПа.

УДК 667.64:678.026

А.В. Букетов, докт. техн. наук, проф., О.О. Сапронов, канд. техн. наук,
О.В.Лещенко

Херсонська державна морська академія, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ УДАРНОЇ В'ЯЗКОСТІ ЕПОКСИДНИХ КОМПОЗИТІВ, НАПОВНЕНИХ ВУГЛЕЦЕВИМИ НАНОТРУБКАМИ

A.V. Buketov, Dr., Prof., O.O. Saponov, Ph. D., O.V. Leshchenko

RESEARCH IMPACT STRENGTH EPOXY COMPOSITES FILLED WITH CARBON NANOTUBES

На сьогодні перспективним є використання вуглецевих наноструктур як наповнювачів для формування епоксидних композитів та захисних покриттів на їх основі. Вуглецеві нанотрубки (ВНТ) характеризуються поліпшеними адсорбційними властивостями, що дозволяє покращувати характеристики епоксикомпозитів навіть при введенні часток за незначного вмісту. Особливої уваги при експлуатації захисних покриттів приділяють здатності чинити опір навантаженням ударного характеру. Тому у роботі представлені результати дослідження ударної в'язкості епоксидних композитів із різним вмістом вуглецевих нанотрубок.

Ударну в'язкість епоксидних нанокомпозитів (НКМ) визначали на зразках з розмірами $10 \times 15 \times 75$ мм без надрізу. Випробування проводили на копрі РКР-300 для високошвидкісного навантаження (5,2 м/с) і реєстрацією діаграми деформування в координатах «навантаження – час» і «навантаження – згин зразка».

Експериментально доведено, що введення ВНТ за оптимального вмісту $q = 0,010$ мас.ч. дозволяє на 50% підвищити ударну в'язкість НКМ порівняно із епоксидною матрицею (табл. 1). При цьому значення енергії, яка затрачається на руйнування НКМ, становить $E = 2,40$ Дж. Водночас встановлено, що частки ВНТ здатні блокувати процес поширення тріщин у об'ємі полімеру. Це позитивно впливає на процес структуроутворення та попереджує утворення концентраторів напружень, а отже зумовлює тривалий час експлуатації таких матеріалів.

Таблиця 1 – Значення ударної в'язкості і енергії, затраченої на руйнування матеріалів із різним вмістом нанонаповнювача фулерену C_{60}

Вміст ВНТ q , мас.ч.	Ударна в'язкість КМ із частками ВНТ W , Дж/см ²	Енергія, затрачена на руйнування КМ із частками ВНТ E , Дж
Матриця	0,70	0,90
0,010	1,62	2,40
0,025	1,20	1,50
0,050	0,85	1,00
0,075	0,70	0,90
0,100	0,70	0,90

На основі вищенаведеного можна стверджувати, що частки ВНТ за оптимального вмісту $q = 0,010$ мас.ч. сприяють формуванню матеріалу із максимальним значенням ударної в'язкості – $W = 1,62$ Дж/см². Це дозволяє експлуатувати розроблені нанокомпозити в умовах впливу статичних, динамічних, а також навантаженням ударного характеру.

УДК 667.64.678.026

¹І.Г. Добротвор, докт. техн. наук, ²Д.П. Стухляк

¹Тернопільський національний економічний університет, Україна

²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ГРАФІЧНА МОДЕЛЬ ДИНАМІКИ ХАРАКТЕРИСТИК ЗШИВАННЯ ЕПОКСИДНИХ КОМПОЗИТІВ З ВОЛОКНИСТИМ НАПОВНЮВАЧЕМ

I.G. Dobrotvor Dr., D.P. Stukhlyak

GRAPHIC MODEL OF DYNAMICS CHARACTERISTICS STITCHING EPOXY COMPOSITES WITH A FIBROUS FILLER

Одним із головних завдань при формуванні композитних матеріалів (КМ) є забезпечення оптимальних умов фізико-хімічної взаємодії на межі поділу фаз “олігомер-наповнювач”. Важливим етапом вирішення даної проблеми є розробка методик отримання інформації про міжфазову взаємодію макромолекул зв’язувача з активними центрами на поверхні мінерального наповнювача на стадії формування матеріалу. Важливим є дослідження впливу такої взаємодії на властивості КМ при їх експлуатації. Найголовнішим у даному напрямку досліджень є вивчення процесів утворення перехідної зони між наповнювачем та зв’язувачем, властивості матеріалу якої відрізняються від властивостей матриці. У цьому плані першочерговим є визначення динаміки їх формування при структуроутворенні матеріалу на межі поділу фаз “наповнювач – зв’язувач”. Дослідження параметрів таких зон – зовнішніх поверхневих шарів (ЗПШ) дозволить направлено регулювати характеристики матеріалу при його формуванні.

Тому дослідження динаміки процесів формування, зміни структурних характеристик і геометричних розмірів ЗПШ при структуроутворенні матеріалу, а також створення методів їх прогнозованого регулювання є актуальною задачею сучасного матеріалознавства, що дозволить створити КМ та покриття на їх основі з наперед заданими характеристиками.

Як армуючий волокнистий наповнювач використали скляні та базальтові безперервні волокна з діаметром 9-12мкм. Формували полімерну композицію з таким співвідношенням компонентів:

епоксидно-діановий олігомер марки ЕД-20 – 100 мас.ч.;

твердник - поліетиленполіамін (ПЕПА) – 12 мас.ч., який дозволяє отверджувати композити при кімнатній температурі, що доцільно при нанесенні покриттів на довговимірні поверхні складного профілю технологічного устаткування, механізмів та машин.

Метод вільнозгасних коливань використовували при дослідженнях на приладі, який працює за методом ТВА (TorsionalBraidAnalysis). Це дає можливість вимірювати значення дійсної і уявної частин динамічного модуля пружності, а також тангенс кута механічних втрат $\text{tg}\delta$ рухомої системи “торсіон – інерційна маса” і дозволяє за зміною тангенса кута механічних втрат $\text{tg}\delta$ визначити параметри процесу зшивання полімерної матриці у КМ.

Зміни геометричних параметрів зовнішніх поверхневих шарів від тривалості зшивання КМ, розраховані на різних стадіях зшивання епоксикомпозитів, дають можливість прогнозу фізико-механічних характеристик матеріалу, зокрема модуля зсуву. Також це дало змогу отримати графічну залежність приросту протяжності ЗПШ $D(t) = D(g(t))$ та сумарної товщини ЗПШ $s(t)$ (рис.) від часу тверднення композиту із різними наповнювачами. Вказана операція дала змогу поширити відому область зміни

товщини шарів (3-5,5 год.) на більш ранні стадії формування епоксидного композиту (1,3 – 3 год.) для різних наповнень КМ. Відмітимо, що отримані апроксимації підтверджують результати попередніх досліджень на відомих часових проміжках (3-5,5 год.) тверднення композитів із волокнистим наповнювачем включно із існуванням часових проміжків зменшення товщини ЗПШ.

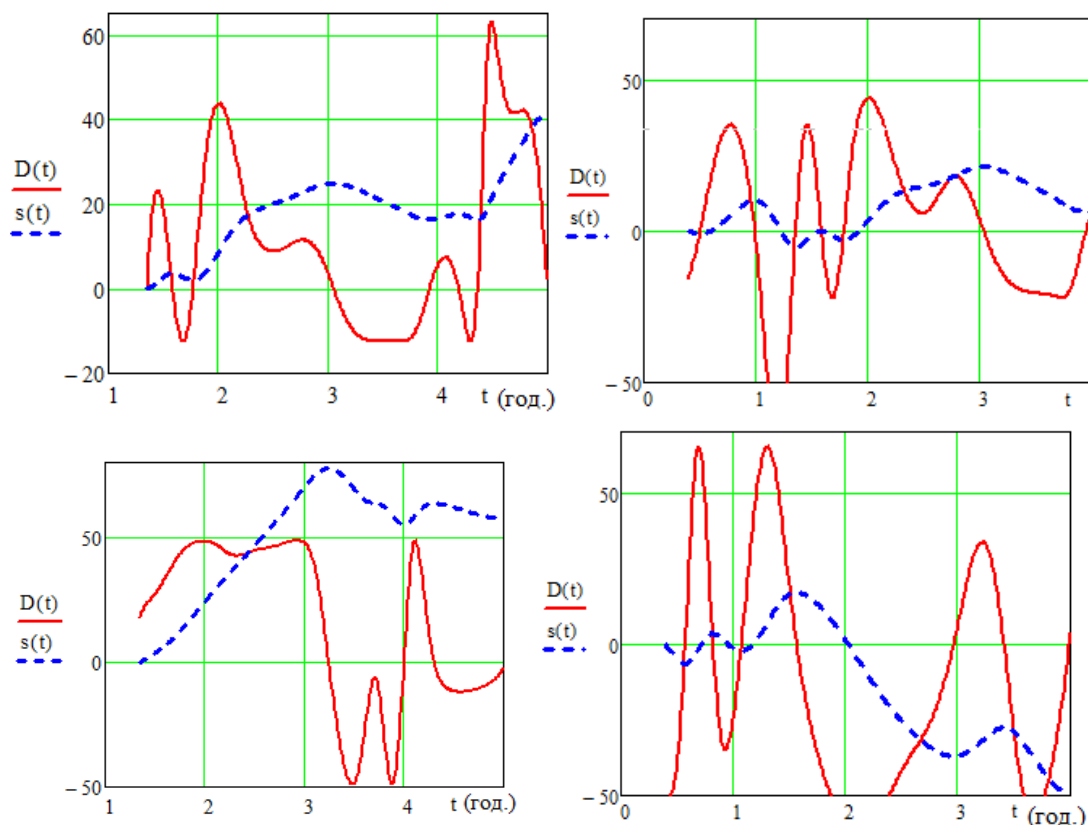


Рис. 1 Залежність приросту протяжності ЗПШ $D(\text{м}\cdot 10^{-5})$ та сумарної товщини ЗПШ $s(\text{м}\cdot 10^{-5})$ від часу тверднення $t(\text{год.})$: а) базальтового волокна, б) скляного волокна просякнута смолою ЕД-20, с) базальтове волокно і оксид міді, д) скляне волокно і коричневий шлам.

Встановлено, що на різних етапах зшивання епоксидного зв'язувача відбувається збільшення об'єму поверхневих шарів, внаслідок фізичної взаємодії макромолекул епоксидної смоли з активними центрами на поверхні наповнювача. Водночас, після критичного моменту, спостерігали зменшення об'єму поверхневих шарів, що характерно для матеріалів з дисперсним наповнювачем. Такий ефект зумовлений перебігом релаксаційних процесів внаслідок перегрупування макромолекул олігомера при структуроутворенні композитів. Доведено, що ультрафіолетове опромінення композицій до введення твердника забезпечує утворення поверхневих шарів з високим ступенем зшивання і значної протяжності. У такому випадку відбувається перерозподіл макромолекул у поверхневих шарах, утворених частками наповнювача і волокнами. Тобто утворюються області перекривання поверхневих шарів, що суттєво збільшує ступінь зшивання зв'язувача і поліпшує когезійну міцність епоксипластів.

Таким чином, результати даних досліджень дозволяють визначити механізми покращення фізико-механічних характеристик за рахунок керування структурою епоксикомпозитів.

УДК 621.941.2-229.323

В.В. Карташов, канд. техн. наук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ ПІД-АЛГОРИТМУ РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ПРИ ОБРОБЦІ ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ ЗМІННИМ МАГНІТНИМ ПОЛЕМ

V.V. Kartashov, Ph. D.

PID-ALGORITHM OF TEMPERATURE CONTROL FOR PROCESSING EPOXY COMPOSITE BY ALTERNATING MAGNETIC FIELD

Композитні матеріали на основі епоксидного олігомера дедалі частіше застосовують в якості електроізолюючої основи для монтажу електричних пристроїв. Висока адгезійна міцність епоксикомпозитів до металевої основи, простота отримання деталей методом холодного лиття зумовлюють їх використання в якості захисних покриттів. Однак більшість міцнісних показників епоксикомпозитних покриттів нижчі ніж у металевої основи. До таких показників можна віднести ударну в'язкість. Для підвищення міцнісних показників епоксикомпозитів застосовують їх модифікацію шляхом введення дисперсних наповнювачів та обробку силовими полями, а саме змінним магнітним полем. Однак модифікація епоксикомпозитів змінним магнітним полем ускладнює технологічний процес їх отримання. Для забезпечення стабільності температури при твердненні епоксидних композицій застосовували ПІД-регулятор.

Для проведення експериментальних досліджень в якості полімерної матриці вибрали епоксидний олігомер марки ЕД-20 (ГОСТ 10587-84), а в якості твердника – поліетиленполіамін (ТУ 6-05-241-202-78). Як наповнювач використали ферит марки 1500НМЗ. Модифікацію змінним магнітним полем проводили на спеціально спроектованому пристрої [1], при наступних режимах: частота $\nu = 100$ кГц, тривалість обробки $t = 3$ год.

Із попередніх експериментальних досліджень відомо, що зшивання епоксидних композицій під впливом постійної дії змінного магнітного поля забезпечує підвищення фізико-механічних характеристик оброблюваного матеріалу. Однак, при надлишковому нагріві композиції внаслідок впливу вихрових струмів зростають значення залишкових напружень матеріалу. При надмірному нагріві спостерігали деструкцію матеріалу внаслідок закипання твердника. Застосування ПІД-алгоритму регулювання температурних показників при зшиванні композиції забезпечує стабільність температури тверднення, однак короткотривалі вимкнення магнітного поля можуть впливати на розорієнтацію впорядкованого стану матеріалу. Внаслідок проведених експериментальних досліджень встановили, що максимальне значення ударної в'язкості для необроблених композицій, зшитих при нормальних умовах становить $7,6$ кДж/м²; для композитів зшитих під впливом додаткового нагріву $8,2$ кДж/м²; для композитів зшитих під постійним впливом змінного магнітного поля $11,7$ кДж/м²; для композитів зшитих під впливом змінного магнітного поля із застосуванням ПІД-алгоритму регулювання $12,4$ кДж/м².

В результаті проведених експериментальних досліджень встановлено, що модифікація епоксикомпозитних покриттів змінним магнітним полем із застосуванням ПІД-алгоритму регулювання покращує їх ударну в'язкість, та стабільність показників.

Література

1. Пат. 62717 Україна, МПК В 03 В 13/04. Пристрій для обробки полімерних композицій змінним магнітним полем / Стухляк П.Д., Карташов В.В., Андрієвський В.В.; заявник та патентовласник Тернопільський нац. техн. універс. - № u 2011 01904; заявл. 18.02.2011 ; опубл. 12.09.2011, Бюл. № 17.

УДК 631. 352

А.М. Курко, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ГЕОМЕТРИЯ КИНЕМАТИКИ ДИСКОВОГО ПЛАНЕТАРНОГО РІЗУЧОГО АПАРАТУ

A.M. Kurko, Ph.D., Assoc. Prof.

GEOMETRY OF KINEMATICS OF THE DISK PLANETARY CUTTING DEVICE

Ротаційні косарки з ножами, що обертаються в горизонтальній площині, набули широкого застосування завдяки низки переваг над косарками з іншими типами ріжучих апаратів. Проте через високу металоємкість та енергоємність застосування ріжучого апарату цього типу в конструкції малогабаритної косарки з шириною захвату 0,8 ... 1,0 м не раціональне.

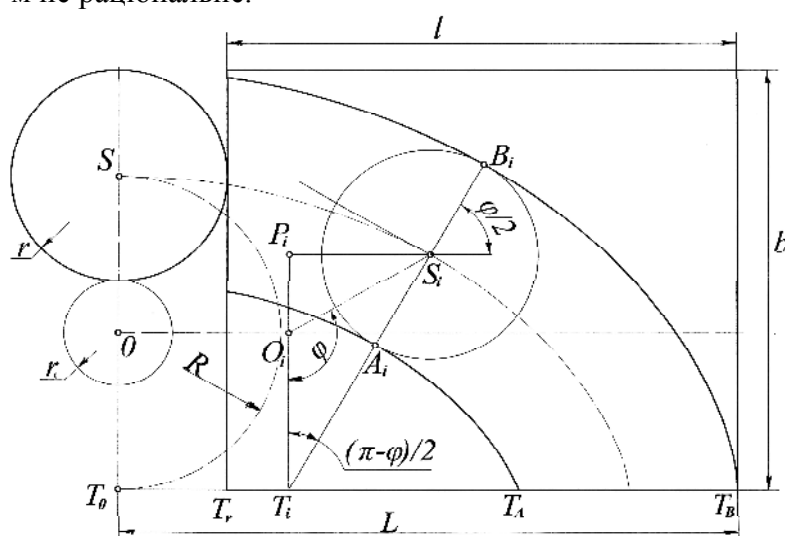


Рис. 1. Розрахункова схема

Одн з можливих напрямів розв'язання цієї проблеми – створення планетарного дискового ріжучого апарату. Вивчаючи та оптимізуючи технологічно-конструктивні параметри такого апарату, насамперед необхідно розглянути кінематику ножів.

При складному рухові сателіта (дискового ножа) очевидно (рис. 1.), що площа зрізу визначається траєкторіями точок A та B, що є еквідистантами траєкторії точки S.

Ця площа визначається переміщенням агрегату l та геометричним параметром $b = (2R + r)$ планетарного дискового ріжучого апарату. Оскільки траєкторією центра сателіта S є циклоїда, то оптимальне співвідношення між швидкостями поступального руху агрегату та обертального руху диска (осі сателіта S навколо центральної осі O) визначається відношенням технологічної площі до площі, скошеної дисковими ножами. Іншим фактором є кількість дискових ножів.

Розрахунки показують, що при $R = 1,5r$ планетарний дисковий ріжучий апарат з двома дисковими ножами вже при збільшенні обертальної швидкості дисків у двічі відносно поступальної швидкості, забезпечує 92% зрізу технологічної маси.

Література

1. Берман Г. Н. Циклоида. – М.: Наука, 1980, 112 с.
2. Маркушевич А. И. Замечательные кривые. Популярные лекции по математике /Выпуск 4. – М.: Наука 1978, 32 с.
3. Кіницький Я. Т. Теорія механізмів і машин. – Київ: Видавництво «Наукова думка», 2001. – 660 с.

Кленин Н. И., Егоров В. Г. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. – М.: Колос, 2003. – 464 с.

УДК 667.64:678.026

В.В. Левицький, канд. техн. наук, О.В. Лах

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОМПЛЕКСНОЇ МОДИФІКАЦІЇ НА ПРОЦЕСИ РЕЛАКСАЦІЇ ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ

V.V. Levytskyy Ph.D., O.V. Lah

INVESTIGATE INFLUENCE OF COMPLEX MODIFICATION EPOXYCOMPOSITES ON THE RELAXATION PROCESSES

Сьогодні, з метою підвищення експлуатаційних характеристик, інтенсивно розвиваються нові технології формування КМ, а саме методи модифікування композицій або їх складових зовнішніми енергетичними полями, у тому числі ультрафіолетовим опроміненням [1, 2]. Для отримання КМ з високими показниками експлуатаційних характеристик слід враховувати природу, реологічні властивості зв'язувача, активність поверхні, геометричні параметри, дисперсність. Незалежно опромінювання компонентів зв'язувача, наповнювача і олігомерних композицій на попередній стадії формування матеріалу (до введення твердника), забезпечує інтенсивніший перебіг фізико-хімічних процесів на межі поділу фаз при формуванні КМ.

Як модифікатори для поліпшення термодинамічної сумісності компонентів гетерогенних систем вибрано інгредієнти олігомерного зв'язувача – епоксидна діанова смола марки ЕД-20, поліефір ПЕ-220 і полідіетилакрилат ПДЕА-4.

З метою поліпшення взаємодії на межі поділу фаз “олігомер – дисперсний наповнювач” було застосовано спосіб модифікування композиції, що складається з двох етапів:

1) змочування часток наповнювача модифікаторами і термооброблення при $T = 353 \pm 2\text{K}$ протягом часу $\tau = 30 \pm 2\text{хв}$;

2) УФО суміші модифікованих дисперсних часток наповнювача та олігомерної композиції до введення твердника [3].

Критеріями оцінювання фізичного модифікування композицій УФО вибрано адгезійну міцність, залишкові напруження, руйнівне напруження при згинанні, ударну в'язкість, ТКЛР і теплостійкість

Аналіз результатів досліджень дозволяє визначити швидкість і ступінь зшивання матриці у поверхневих шарах навколо часток дисперсного наповнювача в КМ. Встановлено, що спосіб комплексної модифікації – попереднього оброблення часток дисперсного наповнювача та ультрафіолетового опромінення епоксидних композицій до введення твердника, значно впливає на підвищення швидкості і ступеня зшивання композитів і, відповідно, на зростання їх когезійної міцності. Підтвердженням цього ефекту є зменшення абсолютної величини тангенса кута механічних втрат і зміщення його максимуму ліворуч по осі часу на кривих залежності тангенса кута механічних втрат від тривалості твердіння епоксикомпозитів з немодифікованими частками, незалежно від їхньої фізичної природи.

Література

1. Качан А.А., Шрубович В.А. Фотохимическое модифицирование синтетических полимеров.-К.:Наукова думка, 1973.-148с.
2. Иванов В.С. Радиационная химия полимеров.- Л. Химия, 1988.-320с.
3. Левицький В. Дослідження кінетики твердіння епоксикомпозитів після ультрафіолетового опромінення // Вісник ТДТУ.- 2006.-Т.11,№2.-С.61-65.

УДК 667.64:678.026

В.Д. Нігалатій, С.О. Сметанкін, Д.О. Зінченко
Херсонська державна морська академія, Україна

ВИКОРИСТАННЯ МОДИФІКАТОРА БЕНЗЕН-1,3-ДІАМІНУ ДЛЯ ПОЛІПШЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕПОКСИДНОГО КОМПОЗИТУ

V.D. Nigalaty, S.O. Smetankin, D.O. Zinchenko

USING MODIFIER BENZENE-1,3-DIAMINE TO IMPROVE THE THERMAL PROPERTIES OF THE EPOXY COMPOSITE

Розвиток науково-технічного прогресу вимагає створення нових матеріалів з підвищеним стандартом якості, поліпшеними експлуатаційними характеристиками і тривалим життєвим циклом. У зв'язку із цим в різних галузях промисловості все частіше використовують вироби на основі полімерних композитів, які є одними з найбільш ефективних і технологічних сучасних матеріалів. Перспективним в цьому плані є використання епоксидного діанового олігомера марки ЕД-20 (основний компонент для зв'язувача) та модифікатора бензен-1,3-діаміну, який містить аміни та активні групи ($C_6H_8N_2$), здатні взаємодіяти з епоксидною смолою. Використання таких матеріалів дозволяє забезпечити поліпшення теплофізичних властивостей композитних матеріалів (КМ).

В роботі особливої уваги відведено динаміці властивостей КМ, які працюють у різних діапазонах підвищених температур. На основі експериментальних досліджень теплофізичних властивостей із використанням сучасних методів дослідження (ДТА-, ТГА-аналіз) встановлені допустимі межі температури, при яких можливо використовувати модифіковані бензен-1,3-діаміном епоксидні композити.

Для формування КМ чи захисного покриття із поліпшеними теплофізичними властивостями у епоксидний зв'язувач доцільно вводити модифікатор у кількості $q = 0,010 \dots 0,25$ мас.ч. У результаті формується матеріал, який, окрім поліпшених фізико-механічних властивостей, відзначається теплостійкістю (за Мартенсом) – $T = 367$ К. У свою чергу, для формування КМ чи захисного покриття, що відзначається лише підвищеними показниками теплофізичних властивостей, у епоксидний зв'язувач слід вводити модифікатор за вмісту $q = 2,00$ мас.ч., теплостійкість (за Мартенсом) таких матеріалів становить – $T = 377$ К.

Додатково досліджено поведінку розроблених КМ під впливом теплового поля. Встановлено, що за максимального діапазону температур $\Delta T = 303 \dots 473$ К доцільно використовувати композити із вмістом модифікатора бензен-1,3-діаміну у кількості $q = 0,10 \dots 0,25$ мас.ч. Такі матеріали характеризуються найменшим значенням термічного коефіцієнту лінійного розширення, який становить – $\alpha = (7,6 \dots 7,8) \times 10^{-5} K^{-1}$.

Методом термогравіметричного та диференціально-термічного аналізу досліджено термостійкість розроблених КМ. Встановлено, що відносна втрата маси для усіх зразків модифікованої матриці у діапазоні температур $\Delta T = 598,3 \dots 754$ К складає $\varepsilon_m = 73,0 \dots 76,6$ %. Максимальне значення екзоэффекту становить $T_{max} = 643,0$ К для КМ, наповненого модифікатором бензен-1,3-діаміном у кількості $q = 0,50$ мас.ч.

За допомогою комплексної оцінки теплофізичних властивостей встановлений оптимальний вміст модифікатора бензен-1,3-діамін у епоксидній матриці – $q = 0,10 \dots 0,25$ мас.ч. Такий матеріал відзначається наступними показниками термостійкості: початкова температура екзоэффекту – $T_n = 594,3 \dots 600,1$ К; кінцева температура – $T_k = 669,0 \dots 669,4$ К, максимальне значення екзоэффекту – $T_{max} = 623,3 \dots 623,6$ К.

УДК 667.64:678.026

О.О. Сапронов канд. техн. наук, О.В. Акімов, Н.М. Букетова

Херсонська державна морська академія, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ УДАРНОЇ В'ЯЗКОСТІ ЕПОКСИДНИХ КОМПОЗИТІВ, НАПОВНЕНИХ ФУЛЕРЕНОМ C₆₀

O.O. Sapronov Ph.D., O.V. Akimov, N.M. Buketova

RESEARCH OF IMPACT STRENGTH EPOXY COMPOSITES FILLED WITH FULLERENE C₆₀

Одним із способів підвищення фізико-механічних властивостей епоксидних композитів є регульоване введення нанорозмірних добавок у епоксидний зв'язувач. Серед відомих наноматеріалів перспективним є використання фулеренів C₆₀, позаяк вони є молекулами із замкнутою поверхнею здатними приєднувати до шести вільних електронів, що дає можливість утворювати безліч нових хімічних сполук. Зважаючи на вищенаведене актуальним для розвитку полімерного матеріалознавства є розроблення захисних покриттів із комплексом підвищених властивостей зокрема і здатністю протидіяти навантаженням ударного характеру.

Ударну в'язкість визначали на зразках з розмірами 10 × 15 × 75 мм без надрізу. Випробування проводили на копрі RKP-300 для високошвидкісного навантаження (5,2 м/с) і реєстрацією діаграми деформування в координатах «навантаження – час» і «навантаження – згин зразка».

Експериментально встановлено, що значення ударної в'язкості епоксидної матриці становить $W = 0,7$ Дж/см² (табл. 1).

Таблиця 1 – Значення ударної в'язкості і енергії, затраченої на руйнування матеріалів із різним вмістом нанонаповнювача фулерену C₆₀

Вміст фулерену C ₆₀ <i>q</i> , мас.ч.	Ударна в'язкість КМ із частками фулерену C ₆₀ <i>W</i> , Дж/см ²	Енергія, затрачена на руйнування КМ із частками C ₆₀ , <i>E</i> , Дж
Матриця	0,70	0,90
0,010	0,8	1,2
0,025	1,8	2,90
0,050	1,1	1,55
0,075	1,1	1,55
0,100	1,1	1,55

Введення фулерену за вмісту 0,025...0,050 мас.ч. дозволяє підвищити ударну в'язкість нанокompозиту до $W = 1,1...1,8$ Дж/см². За таких умов зростає кількість подвійних С=C і одинарних С–С зв'язків у об'ємі полімеру. Тобто, формується просторова сітка полімеру із високим ступенем зшивання. Відповідно енергія, яка затрачається на руйнування НКМ, досягає найбільшого значення $E = 1,55...2,90$ Дж, що збільшує здатність розробленого нанокompозиту чинити опір деформуванню.

Отже, встановлено, що частки фулерену C₆₀ за оптимального вмісту $q = 0,025$ мас.ч. сприяють формуванню матеріалу із максимальним значенням ударної в'язкості – $W = 1,8$ Дж/см², а енергія, яка затрачається на руйнування матеріалів, сягає $E = 2,90$ Дж.

УДК 667.64.678.026

П.Д. Стухляк докт. техн. наук, проф., А.Б. Смачило

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ МЕТОДУ ДОСЛІДЖЕННЯ ЦИКЛІЧНОЇ МІЦНОСТІ ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ

P.D. Stukhlyak Dr., Prof, A.B. Smachylo

ANALYSIS OF METHOD FOR RESEARCH CYCLICAL STRENGTH EPOXYCOMPOSITES

Подібно до металів, епоксикомпозити можуть руйнуватися при дії циклічних навантажень, котрі є меншими ніж межа міцності при статичних випробуваннях. Число циклів, необхідних для руйнування деталі, залежить не тільки від навантаження, температури, вмісту вологи, ступеня кристалічності матеріалу і частоти дії навантаження. При високих частотах навантаження (зазвичай більше 300 циклів в хвилину) енергія деформації практично повністю переходить в тепло, особливо при температурах, при яких для даного матеріалу характерно високе поглинання. Цей ефект прискорює руйнування виробів внаслідок теплового розм'якшення полімеру [1]. Тому дослідження полімеркомполітів на здатність протидіяти циклічним навантаженням є актуальною задачею сучасного матеріалознавства.

При циклічному навантаженні значення навантаження і деформації змінюються за певним законом, коливаючись від мінімальних значень до максимальних. Пристрій для випробування циклічного навантаження зазвичай спроектований так, що деформації і напруження змінюються за синусоїдальним законом. У тих же випадках, коли зміна напруги і деформації відбувається по більш складному закону, його теж можна представити у вигляді суми синусоїдальних змін [2]. Отже, значення деформації коливаються від Y_m до Y_m+2Y (Y -амплітуда динамічної деформації). Напруження, в свою чергу, коливаються від значень X_m , до $X_m + 2X$ (X -амплітуда динамічних напружень). Середні значення деформації та напруження відповідно ДСД і Уд. Таким чином, є чотири характеристики динамічного режиму дві динамічні X_a і Y_a і дві статичні x_a і y_a . Оскільки багаторазове циклічне навантаження призводить до втоми полімерного матеріалу, доцільно класифікувати випробування при циклічному навантаженні відповідно до переліку перерахованих характеристик так, як це прийнято при аналізі стомлення полімерів. Для кожного з чотирьох основних класів випробувань характерна зміна в часі будь-яких двох з чотирьох перерахованих параметрів при сталості двох інших. Природно, що якщо при цьому режимі зберігається постійним середнє значення деформації, щодо якого значення деформації коливаються в часі, то середнє значення напруження буде безперервно зменшуватися внаслідок релаксації напруги. І навпаки, якщо зберігається постійним середнє значення напруження, то середнє значення деформації безперервно зростає внаслідок явища повзучості.

Література

1. Стухляк П.Д. Особенности влияния циклического низкотемпературного воздействия на прочность эпоксидных покрытий / П.Д. Стухляк //Физико-химическая механика материалов. – 1991. – №2. – С. 67–70.
2. Gunaratne, R. D. Microwave and conventional mechanical & thermal analysis of the reactions in epoxy vinyl ester resins / R. D. Gunaratne, R. J. Day // Proceedings of the Fourth World Congress on Microwave and Radio Frequency Applications. Austin, Texas, 2004. – P. 39.

УДК 628.862.3

П.Д. Стухляк, докт. техн. наук, проф., І.П. Федорків, А.М. Черемшук
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ, ЩО ВИНИКАЮТЬ В РЕЗУЛЬТАТІ НАГРІВУ ТІЛ ОБЕРТАННЯ

P.D. Stukhlyak, Dr., Prof., I.P. Fedorkiv, A.M. Cheremshuk
MODELING OF RESIDUAL STRESSES, RESULTING OF HEATING
BODIES ROTATION

З метою покращення експлуатаційних властивостей деталей в сучасних технологіях, широко використовуються різноманітні способи термообробки — цементация азотування, загартовування, відпал, відпуск.

Побудовано математичну модель процесу індукційного нагріву нескінченного суцільного циліндра індуктором скінченної довжини, отримано розв'язки задач для деяких часткових випадків методами інтегральних перетворень Фур'є для наближень, коли струмами зміщення для електропровідного тіла нехтують.

Отримано потужність джерел тепловиділення при індукційному нагріві суцільного нескінченного циліндра індуктором такої ж довжини:

$$Q(r) = \frac{\sigma(\mu_0 \mu \omega R_1 j_0)^2}{2 R_0^2 (e^2 + g^2)} [A^2(r) + B^2(r)]$$

$$\text{де } A(r) = -[Y_1(k_0 R_1) \text{ber}_1(k^* r) + J_1(k_0 R_1) \text{bei}_1(k^* r)],$$

$$B(r) = J_1(k_0 R_1) \text{ber}_1(k^* r) - Y_1(k_0 R_1) \text{bei}_1(k^* r),$$

$$e = \mu k_0 a_{10} + \frac{\mu_0 k^*}{\sqrt{2}} (a_{01} - b_{01}),$$

$$g = \mu k_0 b_{10} + \frac{\mu_0 k^*}{\sqrt{2}} (b_{01} - a_{01}),$$

$$a_{mn} = \text{ber}_m(k^* R_0) J_n(k_0 R_0) - \text{bei}_m(k^* R_0) Y_n(k_0 R_0),$$

$$b_{mn} = \text{bei}_m(k^* R_0) J_n(k_0 R_0) + \text{ber}_m(k^* R_0) Y_n(k_0 R_0), \quad k^* = \sqrt{\omega \mu \sigma},$$

j_0 - густина струму в індукторі, R_0, R_1 - радіус циліндра та індуктора, $\text{ber}_n(x)$ -функції Кельвіна, $J_n(x), Y_n(x)$ - функції Бесселя.

Для знаходження температурних полів розв'язується задача нестационарним теплопровідності для індукційного нагріву із джерелами знайденої потужності. Для моделювання процесів деформування використовуються співвідношений деформаційної теорії термопружнопластичності з використанням методу додаткових деформацій. Значення компонент пластичної деформації для нульового наближень береться рівним цим компонентам, досягнутим на попередньому етапі деформування. За знайденими повними деформаціями обчислюється їх інтенсивність та інтенсивність відповідних напружень, потім к-те наближення параметра пластичності і компоненти пластичної деформації, які використовуються для знаходження повних деформацій на наступному кроці. Враховано температурну залежність електрофізичних і механічних характеристик матеріалу. Для визначення параметра пластичності залежність між інтенсивностями напружень і деформацій будують на основі принципу Мазінга. Для отримання числових результатів використовується метод Г'одунова інтегрування крайових задач для систем звичайних диференціальних рівнянь першого порядку.

Знайдено розподіл температурних полів, часові та залишкові поля напружені, і деформацій при індукційному нагріві циліндричних тіл.

**Секція: ФІЗИКО-ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ НОВИХ
ТЕХНОЛОГІЙ**

УДК 621.76

Д.С. Абакумов, В.Г. Крупко, канд. техн. наук, доц.
Донбаська державна машинобудівна академія, Україна

**АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ І ПАРАМЕТРИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО
НАВАНТАЖЕННЯ ОСНОВНИХ МЕХАНІЗМІВ ГІДРАВЛІЧНОГО
ЕКСКАВАТОРА**

D.S. Abakumov, V.G. Krupko Ph.D., Assoc. Prof.
**ANALYSIS OF STRUCTURES AND PARAMETERS LOADING PROCESS
BASIC MECHANISMS
HYDRAULIC EXCAVATOR**

Як показує світовий досвід, основною тенденцією розвитку і вдосконалення екскаваторного обладнання, як і раніше, залишається створення прогресивних видів і нових типорозмірів мобільних і компактних машин, що відрізняються від традиційних універсальністю застосування і показниками, що характеризують їх більш високий технічний рівень.

До цього прогресивного обладнання, перш за все, відносяться кар'єрні одноковшеві з дизельним двигуном гідравлічні екскаватори. Протягом останніх десятиліть у світовій практиці екскаваторостроєння характеризуються новими тенденціями: більш широке поширення знаходять системи з об'ємним гідроприводом основних механізмів робочого обладнання і вузлів одноковшових екскаваторів.

Розширений діапазон кінематичних і енергосилових можливостей гідрофіційованих кар'єрних одноковшових екскаваторів забезпечив їм успіх на світовому ринку. Незважаючи на різноманіття схем робочого обладнання конструкції робочого обладнання гідравлічних екскаваторів можна об'єднати в чотири групи: стандартна; паралелограмами; з паралелограмами в поєднанні з допоміжними циліндрами; з паралелограмами і з силовими багатокутниками.

До першої групи можна віднести основну масу моделей, в тому числі вітчизняні екскаватори ЕГ-12 і ЕГ-20 і моделі Н-185, Н-241, Н-285, Н-485 фірми «Демаг».

До другої групи відноситься екскаватор RH-300 фірми «Оренштейн-Коппель і М-3560 фірми «Маріон».

Третя група включає моделі фірми «Катерпіллер», EX-1800 і EX-3500 фірми «Хітачі» і РС-650, РС-1500 фірми «Комацу».

Четверта група базується на моделях RH-40С, RH-75С, RH-90С, RH-120С фірми «Оренштейн-Коппель». Основною відмінною особливістю машин третьої і четвертої груп є наявність пристроїв, що дозволяють оператору забезпечити прямолінійний рух ковша або постійний кут його нахилу до забою при управлінні переміщенням тільки однієї або двох груп гідроциліндрів. Так, у екскаваторів третьої групи привід робочого обладнання містить додатковий гідроциліндр, штокові порожнини якого і циліндра стріли комутуються в режимі горизонтирования ковша, а стріла займає «плаваючу» позицію в залежності від положення рукоятки. Аналогічна задача вирішується в машинах четвертої групи шляхом застосування спеціального трохплечевого шарніра. Така конструкція забезпечує заданий кут нахилу ковша до горизонту при підйомі і повороті на вивантаження.

УДК 621.82

І.В. Абраменко

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЛЮНЕТ ДЛЯ ВІДРІЗАННЯ ПРОФІЛЬНИХ ЗАГОТОВОК

I.V. Abramenko

LUNETTE FOR PROFILE CUTTING BLANKS

Люнет токарного верстату виконано у вигляді плити 1, розйомного кронштейна 2, який в поперечному вертикальному січенні має форму нижнього 3 і верхнього 4 неповних півкрусів, які є у взаємодії з циліндричними роликами 5 з можливістю радіального переміщення. Останні зверху є у взаємодії з обмежуючою сіткою 6, з якої виступають їх верхні частини і які є у періодичній взаємодії з заготовкою прутка 7, який одним кінцем жорстко кріпиться в патроні 8 токарного верстату, а другим кінцем впирається в упор 9. Обмежуючі сітки 6 жорстко кріпляться до розйомних кронштейнів верхнього 4 і нижнього 3 відомим способом з можливістю їх прокручування в них і тим самим зменшуючи зусилля тертя.

Розйомний кронштейн 2 жорстко встановлений на плиті-основі 1, яка встановлена на направляючі верстата (на кресленні не показано) з можливістю осьового переміщення. З правої сторони плити-основи жорстко встановлено різцетримач 10 з відрізним різцем 11, а навпроти нього з другої сторони заготовки 7 на плиті-основі жорстко встановлено додатковий різцетримач 12 з спеціальним фасонним різцем 13. З правої сторони каретки встановлено упор 9 на якому встановлюється довжина відрізної заготовки 7, яка кріпиться в токарному патроні 8 верстату з можливістю кругового провертання. Крім цього ролики 5 зі сторони токарного патрона 8 заточенні під кутом 14 для кращого заходу заготовки 7 при її горизонтальному переміщенню під час порізки.

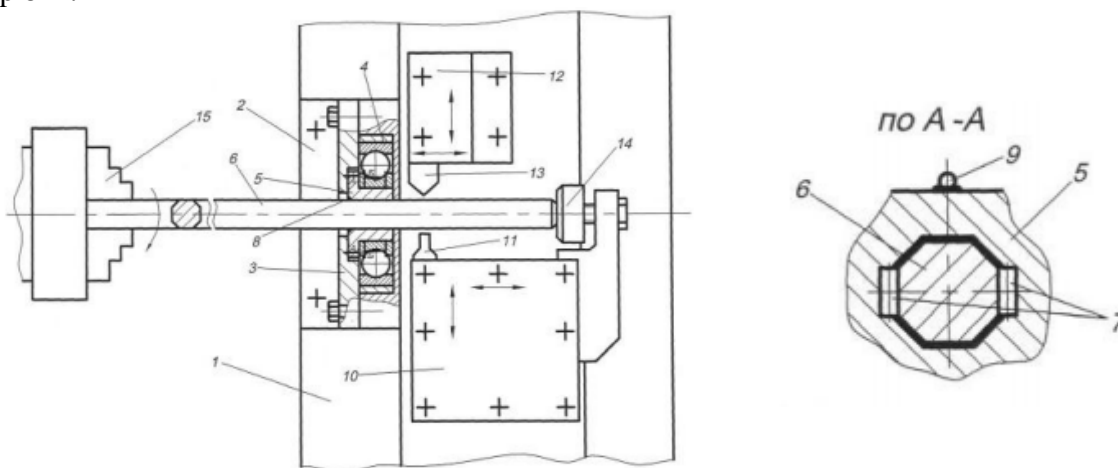


Рисунок. 1. Люнет токарного верстату [3]

Робота верстату з люнетом запропонованої конструкції відбувається наступним чином. Кругла чи профільна заготовка 7 жорстко кріпиться в токарному патроні 8, а її профіль є у взаємодії з тілами кочення 5 для зменшення прогину, які значно зменшують сили тертя, просовується між ролики 5 нижнього і верхнього кронштейна до упора 9. Після чого включають верстат підводять відрізнний різець 11 з основним різцетримачем 10 і надрізають заготовку 7 на глибину 3...4 мм. Після чого фасонним різцем 13 знімають фаску на заготовці, після чого відрізають заготовку.

До переваг лунета відноситься підвищення технологічних можливостей і покращення умов праці.

У даній конструкції лунета заготовка контактує із циліндричними тілами кочення, типу роликів, по чотирьох гранях. Таке конструктивне виконання суттєво зменшує тертя під час поздовжнього переміщення заготовки у лунеті. Проте одночасно ця конструктивна особливість є слабким місцем пристрою, оскільки при значному прогині заготовки можливе руйнування роликів.

Відповідно метою даної роботи є отримання аналітичних залежностей для розрахунку сили тиску заготовки, під час її можливого зміщення, на ролики лунету.

Сила, яка діє на ролики, створюється осьовою складовою P_x сили різання. Відповідно дану складову можна розрахувати за відомою формулою [1]

$$P_x = 10C_p t^x s^y v^n K_p, \quad (1)$$

де C_p – сталий коефіцієнт;

t, s, v – відповідно глибина, подача та швидкість різання;

x, y, n – показники степеня для конкретних умов обробки;

K_p – поправочний коефіцієнт.

Згідно розрахункової схеми (рис.1) результуючу силу P_p , яка протидіє осьовій силі P_x , можна виразити через нормальні сили N_1 і N_2 , що виникають із сторони установочного паза ролика та заготовки.

$$P_p L = N_1 \sin(\alpha/2) + N_2 \sin(\alpha/2) = \sin(\alpha/2)(N_1 + N_2), \quad (2)$$

де L – відстань від місця обробки до осі ролика;

α – кут прогину поверхні заготовки.

Відповідно умова рівноваги сил, при якій не відбувається руйнування ролика, є наступною

$$P_x L \geq P_p \cos(\alpha/2) + P_{T1} \cos(\alpha/2) + P_{T2} + P_{T3} / [\operatorname{tg}(\alpha/2)];$$

$$P_x L \geq P_p \cos(\alpha/2) + P_{T1} \cos(\alpha/2) + P_{T2} + \frac{P_{T3} \cos(\alpha/2)}{\sin(\alpha/2)};$$

$$P_x L \geq P_{T2} + \cos(\alpha/2) \left(P_p + P_{T1} + \frac{P_{T3}}{\sin(\alpha/2)} \right). \quad (3)$$

Література

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. [Текст] / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985.
2. Колев К.С. Технология машиностроения М., 1977.
3. Пат. 98902 Україна, МПК (2006.01) В 65 G 33/14. Лунет для відрізаня профільних заготовок / Гевко І.Б., Білик С.Г. Кучвара І.М., Диня В.І., Фльонц О.В. заявник та патентовласник Гевко І.Б., Білик С.Г. Кучвара І.М., Диня В.І., Фльонц О.В. – № u 2014 12902; заявл. 02.12.14; опубл. 12.05.15, Бюл. № 9.
4. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. – К.:Вища школа, 1993. – 556с.

УДК 621.39

А.О. Абрамович

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

РОЗПІЗНАВАННЯ МЕТАЛЕВИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ АНАЛІЗУ СИГНАЛУ МЕТАЛОШУКАЧА В ЧАСОВІЙ ОБЛАСТІ

A.O. Abramovych

RECOGNITION METAL OBJECTS BY USING SIGNAL ANALYSIS METAL DETECTORS IN THE TIME DOMAIN

Проблема виявлення скритих металевих об'єктів, в тому числі і в ґрунті, залишається стабільно-актуальною ще з першої половини ХХ століття, коли для вирішення цієї задачі почали використовувати електронні пристрої.

На даний час виготовляється велика кількість таких пристроїв, які поділені на класи: магнітометри, металошукачі, георадари і т.д.

Серед такого класу як металошукачі в наш час найбільш поширеними є прилади двох типів - VLF (Very Low Frequency detectors), які працюють на основі передачі/прийому тонального сигналу, та PI (pulse induction), які працюють з імпульсними сигналами [1]. Цей клас представлений такими фірмами-виробниками: Minelab, Fisher, Garret.

Приладами вказаних типів задачу розрізнення чорний-кольоровий метал вирішують з використанням вихрострумowego методу, вимірюванням величини намагніченості металів.

Проте такий метод має значні обмеження при розрізненні металевих зразків, де головним його недоліком є неможливість розрізнити метали в складних умовах, коли два різні метали знаходяться поруч між собою.

Для вирішення цієї задачі було розроблено власний радіолокаційно-вихрострумовой металошукач та за його допомогою проведено серію досліджень. За їх результатами було запропоновано використовувати метод аналізу сигналів від різних металів в часовій області (міжнародний термін - Time Domain), де результуюча форма котрих, за допомогою відповідного програмного забезпечення, перетворюється в цифрові коди.

Сигнал, що поступає на вхід приймального блоку вихрострумowego металошукача описується наступною формулою:

$$\underline{U}_{ВД} = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} \left[\sum_{j=1}^{\infty} r_{j,j+1} e^{2ik \int_0^z n(\tau, f) d\tau} \right] \int_{-\infty}^{\infty} s(t) e^{-2\pi ift} dt}{R} e^{2\pi ift} df *$$

$$j\omega \mu_0 \pi N_D N_3 R_0 \int_0^{\infty} \varphi_1(x, \beta) J_1(x R_3^*) J_1(x) e^{-x h^*} dx$$

$$, \text{ де } \varphi_1(x, \beta) = \frac{\mu_r - \sqrt{x^2 + j\beta^2}}{\mu_r + \sqrt{x^2 + j\beta^2}}; \mu \text{ відносна магнітна проникність; } x = \lambda R_3,$$

$$\beta = R_3 \sqrt{\omega \mu_a \sigma}, \quad \sigma - \text{провідність металу [2].}$$

З формули (1) видно, що різниця у провідності та магнітних властивостях між металевими зразками впливає на прийнятий сигнал, аналіз якого проводився у часовій області.

Метод аналізу в часовій області дозволяє створити базу еталонів різних металів у вигляді цифрових кодів, і таким чином радикально змінити підхід до проблеми виявлення скритих металевих предметів.

Наприклад, можна набрати базу даних різних мін та гранат і при пошукових роботах посеред цвяхів, осколків та іншого металевого сміття ідентифікувати тип закопаного боєприпаса.

Накопичення образів відбувається із наступних сигналів, які представленні на рис.1.

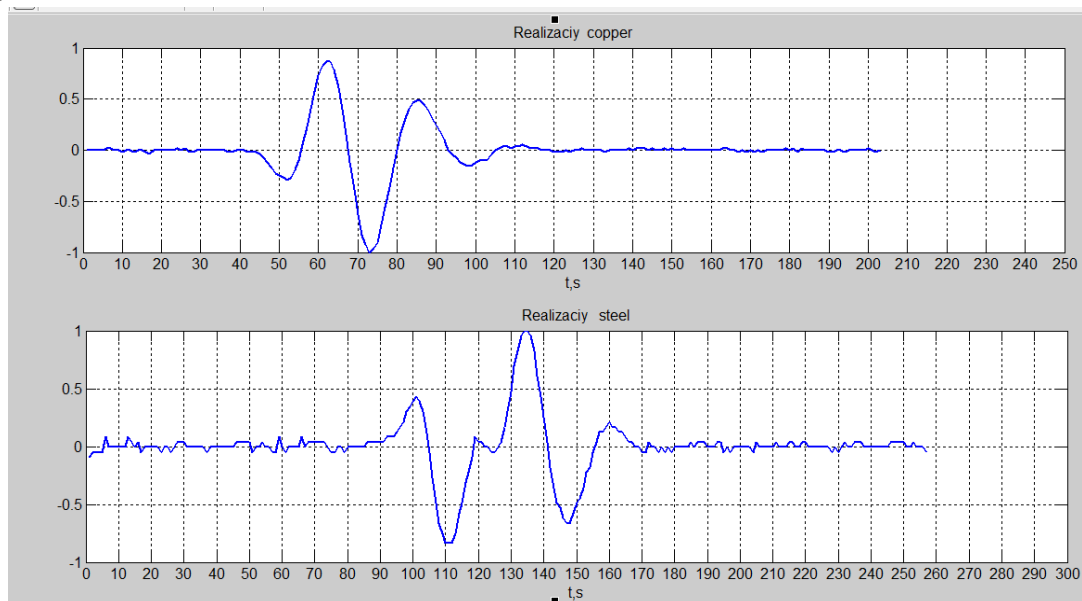


Рис. 1. Сигнал у часовій області від двох металевих зразків однакових розмірів різних металів (верхній рисунок – сигнал від мідного зразка, нижній – від залізного).

Висновки

Головна перевага запропонованого методу - це можливість здійснювати пошукові роботи і серед металевих сміття розрізняти потрібний металевий зразок.

Література.

1. Правда В. І. ГЕОРАДАРИ /В. І. Правда, О. Д. Мрачковський, А. О. Абрамович// Вісник національного університету “Львівська політехніка”, Серія : радіоелектроніка та телекомунікації, № 818 - 2015, — С. 49-54
2. А.О. Абрамович Радіолокаційно-вихрострумний радар // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» Серія – Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – 2014. – Вип. №57. – С. 77-82.

УДК 621.914

М.Р. Паньків канд. техн. наук, доц., Алі Адам Махмуд

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФРЕЗЕРУВАННЯ ЦИЛІНДРИЧНИМИ ФРЕЗАМИ

Pankiv M., Adam Mahmoud Ali

INVESTIGATION OF THE MILLING PROCESS BY THE CYLINDRICAL MILLING CUTTERS

Фрезерування - один із самих продуктивних методів обробки. Фрезеруванням можна одержати деталь точністю по 6-12 квалітету шорсткістю до $Ra=0,8$ мкм. Фрезерування здійснюється за допомогою багатозубого інструмента - фрези. Фрези по виду розрізняють: циліндричні, торцеві, дискові, прорізні й відрізні, кінцеві, фасонні; по конструкції - цільні, складові й збірні. При торцевому фрезеруванні (обробка торцевою фрезою) діаметр фрези D повинен бути більше ширини фрезерування B , тобто $D=(1,25\div 1,5)B$. Для забезпечення продуктивних режимів роботи необхідно застосовувати зміщену схему фрезерування, для чого вісь заготовки зміщується щодо осі фрези. При циліндричному фрезеруванні розрізняють зустрічне фрезерування, - коли вектор швидкості (напрямок обертання фрези) спрямований назустріч напрямку подачі; і попутне фрезерування, коли вектор швидкості й напрямок подачі спрямовані в одну сторону. Зустрічне фрезерування застосовують для чорнової обробки заготовок з ливарною кіркою, з більшими припусками. Попутне фрезерування застосовують для чистової обробки нежорстких, попередньо оброблених заготовок з незначними припусками. Фрезерування циліндричними фрезами є одним з розповсюджених видів оброблення різанням деталей машин. Такий вид оброблення застосовують для формоутворення плоских, циліндричних, контурних поверхонь тощо. Відомо, що фрезерування циліндричними фрезами здійснюється за рахунок поєднання двох рухів: обертального навколо осі фрези - головний рух і поступального у площині перпендикулярній осі фрези - рух подачі. Завдяки цьому будь-яка точка леза зуба фрези рухається за траєкторією, яка є трохойдою (подовжена циклоїда) у зверненій схемі, тобто коли заготовка вважається нерухомою.

При будь-якому методі фрезерування циліндричними фрезами процес різання характеризується деякими суттєвими відмінностями, серед яких можна виділити наступні:

- кожний зуб фрези за один оберт частину часу виконує різання, частину - холостий хід, що обумовлює циклічну переривчастість різання;
- відбувається зміна товщини шару, що зрізається одним зубом при його переміщенні за поверхнею різання;
- при куті нахилу різального леза зуба фрези, відмінному від нуля, товщина шару, що зрізається, за довжиною леза є змінною;
- робоча довжина леза, тобто та його частина, що зрізає припуск, є змінною величиною.

Збільшення глибини різання при циліндричному фрезеруванні викликає збільшення як середньої, так і максимальної величин окружної складової сили різання, причому середня величина збільшується більш високими темпами, ніж максимальна. Це пояснюється відповідним збільшенням мінімальної величини окружної складової, про що свідчить зменшення коефіцієнту нерівномірності фрезерування від повністю нерівномірного процесу (стовідсоткова нерівномірність) до нерівномірності 57% при $H=16$ мм.

УДК 621.891

***В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук, Б.В. Гупка, доц., канд.техн.наук.,
А.Б. Гупка, канд.техн.наук., *Гриньків А.В., асп.**
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
*Кіровоградський національний технічний університет

**МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В ЗОНІ
ФРИКЦІЙНОГО КОНТАКТУ ВАЖКОНАВАНТАЖЕНИХ ПАР ТЕРТЯ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН**

**Aulin V. Dr.; Prof., B.V. Gupka Ph.D., Assoc. Prof., A.B. Gupka Ph.D., Grinkiv A.V.
postgrad.**

**METHODS RESEARCH AREA TRANSIENT IN THE FRICTIONAL CONTACT
HEAVY DUTY OF FRICTION PAIRS AGRICULTURAL MACHINES**

Трибологія, як і інші галузі науки і техніки знаходиться в неперервному розвитку. В роботі розглянута найменш досліджена в триботехніці проблема перехідних процесів тертя, які в значній мірі визначають надійність і довговічність машин в реальних умовах експлуатації. Теоретичні основи перехідних процесів тертя тільки формуються. Тому розглянуто тільки методологічну сторону даної проблеми для вирішення практичних задач. Закономірності перехідних процесів являються суттєво кінетичними. Для них найбільш важливо враховувати термодинамічні обмеження.

Закономірності цих процесів можуть бути встановлені тільки при системному структурно-енергетичному підході, так, як зумовлені вони узгодженням поведінки всіх елементів системи тертя і структурою (спектром) силового навантаження і робочого середовища. Перехідні процеси тертя в машинах протікають в початковий період їх експлуатації (припрацювання), в режимах пуск-зупинка-реверс, динамічного (ступінчастого) характеру силового навантаження, зміні температури. У багатьох випадках при роботі важконавантажених пар тертя ці процеси зумовлюють основну частку зношування і пошкоджуваності, хоча їх тривалість, у часі в порівнянні із періодом експлуатації машин, як правило незначна. В режимі перехідного тертя та зношування працюють елементи багатьох кінематичних пар тертя, в той час, як сама пара тертя навантажується стаціонарно. Практично будь-яка пара тертя, яка працює періодично із коефіцієнтом взаємного перекриття $K_{вп} > 1$, працює в режимі перехідних процесів [1].

На даний час відсутні прості та коректні методи розрахунку і управління тертям та зношуванням, не достатньо обґрунтовані і стандартизовані методи дослідження, критерії оцінки машини тертя (трибометри). Практично більшість прикладних задач триботехніки вирішують емпіричним шляхом з великою затратою часу, матеріалів, коштів і не завжди оптимально. Для дослідження механізмів поверхневого руйнування елементів пар тертя в режимі перехідних процесів необхідна розробка принципово нових методів і приладів, кінетичних критеріїв оцінки, методів моделювання структурного стану поверхонь тертя шляхом врахування масштабного фактору (Квп). Враховуючи вище перелічене, запропоновано конструкцію трибометра для дослідження перехідних процесів в зоні фрикційного контакту важконавантажених пар тертя сільськогосподарських машин [2].

Контртіло здійснює обертовий рух (одно направлений або реверсивний) із плавним характером (рис. 1) зміни частоти обертання в горизонтальній площині. Дана

схема контакту оптимальна як для візуального нагляду за досліджуваними процесами, так і для подачі мастильного матеріалу в зону тертя, форма робочих поверхонь тертя зручна для подальших металографічних досліджень їх структурного стану.

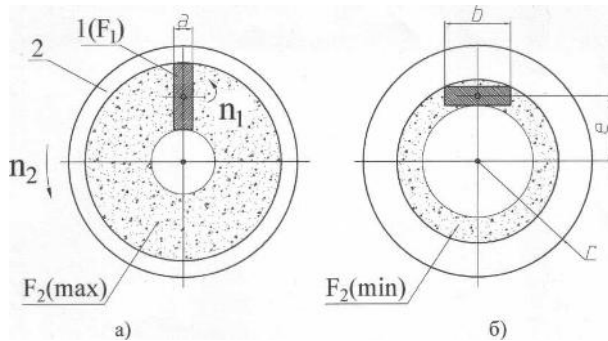


Рис. 1. - Схема контакту пари тертя та зміни Квп а) Квп – min, б) Квп – max.
 n_1 - частота обертання зразка 1,
 n_2 - частота обертання контртіла 2;
 a, b – розміри зразка 1,
 e – ексцентриситет, γ - радіус контртіла 2.

Величина Квп по запропонованій методиці визначається із співвідношення

$$K_{вп} = F_1/F_2 \quad (1)$$

Широкий цикл проведених лабораторних досліджень, одержані експериментальні дані, їх системний аналіз з позицій структурно-енергетичної теорії тертя та зношування дозволили побудувати параметричну модель дослідження перехідних процесів в зоні контакту важконавантажених пар тертя (рис. 2).

Створений науково-дослідний комплекс дозволяє коректно планувати та грамотно проводити лабораторні трибологічні дослідження для вирішення ряду основних практичних задач трибології, створення банку трибологічних даних.

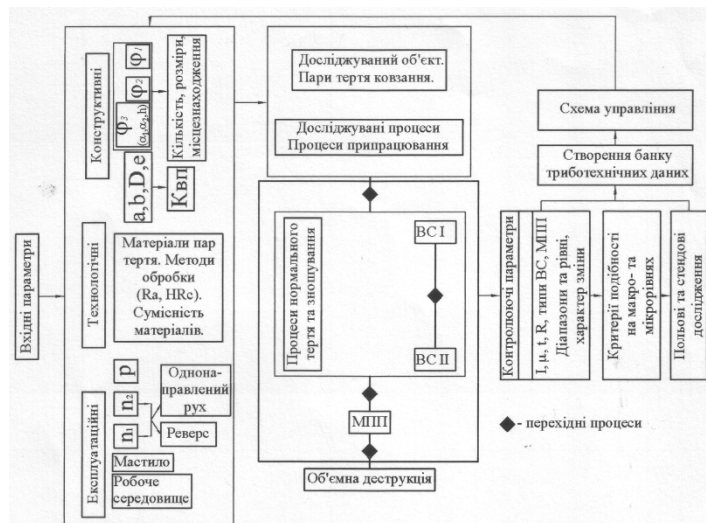


Рис. 2. – Параметрична модель дослідження перехідних процесів в зоні фрикційного контакту важко навантажених пар тертя.

Запропоновані ідеї зреалізовані при вирішенні ряду практичних задач: прискореного припрацювання поверхонь тертя для одержання оптимальної шорсткості поверхні тертя, створення в зоні фрикційного контакту умов для реалізації режиму металоплакування.

Наведені дані - узагальнені для ряду різних матеріалів пар тертя, мастильних середовищ, вихідних значень шорсткості поверхні і характеристик вторинних структур, силових параметрів навантаження (P, V). Для порівняння дослідження проводились, як на серійних машинах тертя, так і на запропонованому трибометрі.

Література

1. Поверхностная прочность материалов при трении. // Под ред Б.И. Костецкого. - Киев: Техника, 1976. - 292 с.

А.с. 1490593, СССР, МКИ G01N3/56. Способ испытания на трение и износ пары диск-палец. Б.И. Костецкий, Б.В. Гупка и др., заявлено 04.12.1987, опубл. 30.06.1989. Бюл. №25. - 5 с.

УДК 633.853.32

В.В. Аулін, проф., докт. техн. наук, А.О. Головатий, В.В. Сандул
Кіровоградський національний технічний університет, Україна

ОПТИМАЛЬНІСТЬ ТА ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ОСНОВНИХ СТРАТЕГІЙ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

V.V. Aulin, Dr., Prof, A.O. Holovaty, V.V. Sandul

OPTIMUM AND PERSPECTIVE OF APPLICATION OF BASIC STRATEGIES OF TECHNICAL SERVICE AND REPAIR OF TRANSPORT VEHICLES

При зростанні напрацювання деталей, вузлів та агрегатів транспортних засобів (ТЗ), особливо, які працюють в умовах сільськогосподарського виробництва (СГВ), безперервно відбувається зміна їх технічного стану, пов'язана із процесами зношування, корозії, накопичення втоми, деформаціями, забрудненням та ін.. Через необоротний характер цих процесів знижується або втрачається працездатність техніки в результаті відмов і несправностей [1].

Оскільки усунення наслідків відмов в експлуатації супроводжується значними витратами, то доцільно керувати технічним станом, надійністю агрегатів ТЗ в цілому, застосовуючи певну стратегію технічного обслуговування і ремонту (ТОіР). Процес управління полягає в сукупності цілеспрямованих технічних дій по відновленню номінальних чи близьких до них значень параметрів стану техніки [2]. Аналіз досліджень питань використання стратегій ТОР, підтримки необхідного рівня технічного стану і надійності ТЗ показує, що на даний момент вони остаточно не вирішені, а тому ця проблема є безумовно актуальною і потребує розв'язання.

Для ТЗ СГВ у 1985р. була розроблена “Комплексна система технічного обслуговування і ремонту машин в сільському господарстві”, яка є діючою на сьогодні і визначає основні заходи щодо підтримки і відновлення справності машин та подовженню терміну їх служби.

З урахуванням виявлення і попередження відмов агрегатів ТЗ ця система пропонує три основні стратегії ТОіР:

- по потребі, після відмови (проведення керуючих дій тільки після відмови);
- планово-запобіжну стратегію (ПЗС) по періодичності (регламентована в залежності від напрацювання (календарного часу) по терміну і змісту ремонтно-обслуговуючих дій незалежно від стану техніки);
- адаптивну (діагностичну) стратегію (АС) по стану (плановий контроль і попереджувальний характер відновних робіт, що проводяться незалежно від напрацювання, а по фактичному технічному стану).

Найбільш оптимальними та перспективними стратегіями на даний момент є ПЗС та АС. Сутність ПЗС полягає в тому, що працездатність техніки і механізмів протягом терміну їх служби підтримується певним комплексом послідовно виконуваних операцій ТОіР, які рекомендуються проводити через рівні, наперед заплановані, інтервали часу.

Існуюча стратегія ТОіР ТЗ не в змозі забезпечити необхідний рівень інформації (умов проведення повноцінного управління) технічного стану. Для підвищення ефективності процесу експлуатації техніки, весь масив отриманої інформації бажано структурувати по наступним напрямкам отримання інформації: про безвідмовність, термін служби, ремонтпридатність і про ефективність експлуатації. Отже потрібна стратегія ТОіР адаптована для постійно змінних умов навколишнього середовища та яка забезпечувала б надходження достатньої кількості інформації про показники ефективності процесу технічної експлуатації.

Альтернативою ПЗС в більшості випадків є АС обслуговування “по стану”. Сутність якої полягає в тому, що ТО проводиться не тільки залежно від того, скільки ТЗ пропрацював, але і з урахуванням його реального поточного технічного стану, контрольованого в процесі експлуатації без яких-небудь розбирань і збирань на базі вимірювання відповідних параметрів працюючого механізму. Природними при цьому є питання, щодо контрольованих параметрів та

вимог, що ставляться до них.

Характерним для даної стратегії ТОiP є:

- контрольовані параметри мають однозначний кількісний взаємозв'язок з первинними параметрами технічного стану;
- вимірювання параметрів забезпечується, по можливості, простими, портативними технічними засобами, що не вимагають спеціальної кваліфікації персоналу;
- технічні засоби використовуються, які метрологічно атестовані;
- діапазон зміни контрольованих параметрів в процесі роботи механізму від стану “добре” до стану “неприпустимо” повинен бути достатньо великим (параметр повинен мінятися не менше, ніж в 15...20 разів) для своєчасного виявлення дефектів, що зароджуються і достовірного прогнозування залишкового ресурсу механізмів;
- вартість виконання робіт по контролю вторинних параметрів і час їх виконання істотно нижчі, ніж при ревізії механізмів;
- достовірність контролю по вторинних параметрах не нижча 80%;
- параметри контролю повинні бути універсальні для діагностики однакових дефектів однотипної техніки або його вузлів [3].

Висловлений перелік не є вичерпним і може ще доповнюватися вимогами залежно від конкретних особливостей механізмів і тих дефектів, які в них можуть з'являтися, але задоволення контрольованих параметрів даному переліку є обов'язковим.

З розвитком і упровадженням нових методів і засобів технічної діагностики область розповсюдження АС ТОiP має тенденцію до розширення. Така стратегія забезпечує майже повне використання ресурсу ТЗ при збереженні високих показників надійності в експлуатації.

Розглянуті стратегії мають як позитивні, так і негативні особливості. При застосуванні ПЗС значна частина ресурсу агрегатів недовикористовується. Якість робіт, що виконуються при проведенні ТОР внаслідок незадовільного контролю низька, крім цього збільшується витрата запчастин, палива та інших матеріалів.

АС ТОiP з економічної точки зору дешевша, але для технічної реалізації необхідно проводити вимірювання та діагностичні параметри. Застосування АС потребує високої культури праці, сучасне контрольовано-діагностичне устаткування, фірмові сервісні станції для діагностування і прогнозування стану ТЗ; мінімізація трудових і матеріальних затрат при заданому (розрахунковому) рівні експлуатаційної надійності ТЗ забезпечується тільки за умови реалізації на практиці суворо індивідуального підходу до кожної одиниці техніки, її агрегатів під час визначення фактичного технічного стану і виконання ремонтних робіт за потребою.

Таким чином, аналіз використання стратегій ТОiP для ТЗ СГВ свідчить, що перед використанням тієї чи іншої стратегії, слід враховувати їх недоліки та переваги для конкретних умов експлуатації, а також специфіку умов експлуатації деталей, вузлів і агрегатів. Важливим у застосуванні певної стратегії ТОiP є безперервне отримання діагностичної інформації про технічний стан агрегатів ТЗ та розміщення і накопичення її на сервері підприємства, що проводить ТО та різні ремонтно-профілактичні роботи.

Література

1. Аулін В.В. Планово-попереджувальна і адаптивні системи технічного обслуговування та ремонту мобільної сільськогосподарської техніки / В.В. Аулін, С.О. Магопець, О.Ю. Жулай // Зб. наук. праць КДТУ. - Кіровоград: КНТУ.- 2005р. - Вип. 16 – С.218-222.
2. Волков В.П. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем / Волков В.П., Матейчик В.П., Никонов О.Я., Комов П.Б., Грицук И.В., Волков Ю.В., Комов Е.А. – Донецк: Изд-во «Ноулидж» (Донецкое отделение). 2013. – 398 с.
3. Аулін В.В. Порівняльний аналіз технічного стану дизелів засобів транспорту в АПК при планово-попереджувальній та адаптивній стратегії ТОР / В.В. Аулін, О.Ю. Жулай, О.М. Лівіцький та ін. // Наук. вісник ЛНАУ Серія: Технічні науки.- Луганськ: Вид-во ЛНАУ, 2009. №2. – С.5-8.

УДК 62-799

В.В.Аулін, докт.техн.наук, проф., Гупка А.Б., канд. техн. наук, Ткаченко А.Б.
Кіровоградський національний технічний університет, Україна

ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ГАЛЬМІВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АВТОМОБІЛІВ

Aulin V. Dr.; Prof., Gypka A., Ph.d., Tcachenko A., stud.

PERFECTION METHODS OF CONTROL BRAKE PROPERTIES THE CARS

На сьогодні технічне діагностування гальмівних систем різних типів є первинним завданням будь-якої випробувальної лабораторії, випробувальних центрів і інших структур, що займаються розробкою і доведенням гальмівних систем. Таке устаткування дозволяє зіставити динамічні властивості автомобіля з характеристиками гальмівної системи, оцінити нерівномірність розподілу гальмівних сил, що характеризує керованість автомобіля в умовах екстреного гальмування.

У міру збільшення середніх швидкостей руху, нерівномірність гальмівних сил здійснює все більший вплив на безпеку дорожнього руху, що перед експлуатаційниками і конструкторами ставиться завдання, яке полягає в проведенні якісного технічного діагностування гальмівних систем. Останнє обумовлює, необхідність розробки дійсно діагностичних методів і відповідного устаткування.

Прикладом цього може бути стенд для випробування гальмівних систем автомобілів.

Мобільний випробувальний стенд, розроблений за модульним принципом, призначений для випробування автомобілів. Стенд для визначення гальмівних властивостей повинен мати наступні властивості:

- при випробуванні на силовому роликовому випробувальному стенді передбачений вимір так званої овальності - оцінка нерівномірності гальмівних сил за один оборот колеса, тобто дослідження усієї поверхні гальмування;

- ГОСТ 26048-83 [1] вимагає проведення кожного виміру по гальмах не менше двох разів, тобто повинна забезпечуватися повторюваність проведення випробувань. В процесі проведення випробувань на стенді обумовлена умова реалізується точним завданням початкової швидкості гальмування зовнішнім силовим приводом;

- важлива умова - безпека випробувань. За цим показником силовий роликовий стенд для визначення гальмівних властивостей є найбільш підготовленим, оскільки кінетична енергія випробовуваного автомобіля на стенді дорівнює нулю [2];

- ГОСТ 26048-83 [1] обмежує зусилля на педалі приводу робочого гальма і органу управління стояночним гальмом. Ця величина з точки зору теорії гальмування визначає зусилля у виконавчих механізмах гальмівної системи, необхідні для гасіння кінетичної енергії автомобіля, що сповільнюється. При проведенні випробувань, коли зусилля передається ззовні від приводних роликів стенду, фізична картина гальмування не порушується. Гальмівна система повинна поглинути енергію, що надходить ззовні, незважаючи на те що автомобіль нерухомий, т. е. не має кінетичної енергії.

Запропонований роликовий кінематичний стенд для випробування автомобілів, що складається з силових модулів, в яких розміщені електродвигуни і ролики, відрізняється від відомих тим, що він забезпечений приводними модулями з роликами, ланцюговою передачею, що сполучає силові модулі, приводні модулі, і основними і додатковою коробкою передач, сполучаючими електродвигун і ролики. Стенд дозволяє випробовувати автомобілі, АБС, що мають підвищену точність визначення

параметрів гальмівного процесу, забезпечують одночасне проведення випробувань на двох осях автомобілів різних класів.

Стенд має наступні конструктивні особливості (рис. 1):

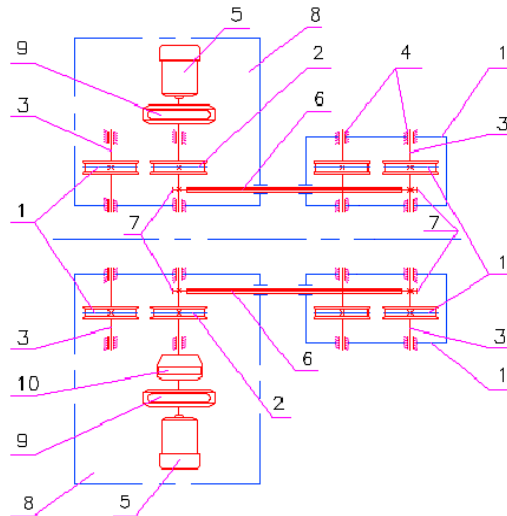


Рис. 1. Кінематична схема стенду:

1 – ведений ролик; 2 - провідний ролик; 3 - вал; 4 - підшипник; 5 - електродвигун; 6 - ланцюгова передача; 7 - зірочка приводного ланцюга; 8 - силовий модуль; 9 - коробка передач; 10 - додаткова коробка передач; 11 - приводний модуль.

– складається з чотирьох модулів, два з яких є силовими (містять в собі двигуни і редуктори, що здійснюють привід роликів), два інших приводні;

– кожен модуль є жорсткою сталеву рамою, на якій конструктивно розміщені : роликовий вузол (танDEM приводного і опорного ролика), в силових модулях - редуктори і електродвигуни, що здійснюють зовнішнє підведення енергії до коліс випробовуваного автомобіля, і додаткові пристрої;

– один з роликів сполучений із зворотним гальмом, інший ролик обертається вільно. Гальмо сполучене безпосередньо з валом ролика або передає зусилля за допомогою ланцюгової передачі. В якості гальма використані промислові двигуни постійного струму з перетворювачами тиристорів. Кожна електромашина забезпечує роботу в режимах гальма або двигуна;

– ролики забезпечені датчиками сили і частоти обертання. Датчик сили дає інформацію про момент, що крутить, на колесі. Датчик частоти обертання дає інформацію про імітовану швидкість руху;

– ролики на торцях мають буртики, які з одного боку обмежують зміщення колеса у бік, з іншого боку виконують функцію крутнів. Зовнішня частина ролика виконана по конічній поверхні, вершини конусів спрямовані один назустріч одному, що сприяє самоцентруванню колеса відносно ролика, в той же час забезпечує наявність необхідної плями контакту і коефіцієнт зчеплення поверхні ролика з колесом.

За такої компоновки діагностичного стенду є можливість проведення багато марочного діагностування автомобілів, а також максимально оцінювати гальмівні моменти на колесах автомобілів. Діагностика гальмівних систем підвищує коефіцієнт технічної технічної готовності і зменшує ризик аварійної ситуації підчас експлуатації транспортних засобів.

Література

1. ГОСТ 26048-83 Техническая диагностика. Системы тормозные автомобилей, тракторов и монтируемых на их базе строительных и дорожных машин. Номенклатура диагностических параметров
2. Говорущенко Н.Я., Волков В.П., Шаша И.К. Обеспечение безопасности движения на автомобильном транспорте. - Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2007. – 361 с.

УДК 62-314

В.В. Аулін, докт. техн. наук, проф., А.Є Чернай

Кіровоградський національний технічний університет, Україна

ШЛЯХИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ГІДРАВЛІЧНИХ СИСТЕМ З ЗОЛОТНИКОВИМ МЕХАНІЗМОМ МОБІЛЬНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТА АВТОТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНІКИ

V.V. Aulin Dr., Prof., A. E. Chernay

WAYS OF SOLVING THE PROBLEM OF IMPROVING THE RELIABILITY OF THE HYDRAULIC SYSTEM WITH SPOOL MECHANISM OF MOBILE AGRICULTURAL MACHINERY

Деталі систем і агрегатів мобільної сільськогосподарської та автотранспортної техніки працюють в складних умовах знакозмінного циклічного та динамічного навантаження, підвищеної запиленості, взаємодії з активними та агресивними робочими середовищами, а тому не виробляють запланованого ресурсу. Зазначимо, що понад 30 % усіх відмов і несправностей, що виникають під час експлуатації сучасної мобільної сільськогосподарської та автотранспортної техніки, відносяться до відмов і несправностей елементів і агрегатів гідравлічних систем.

Забезпечення і підвищення надійності гідравлічних систем є складним завданням, яке потребує комплексного вирішення на всіх етапах життєвого циклу, на основі якісного і кількісного аналізу причин відмов, аналізу впливу зовнішніх та внутрішніх факторів, протікання фізико-хімічних та трибофізичних процесів. Їх відмови призводять до непланових ремонтів, а також до простою основного обладнання.

В процесі експлуатації гідросистем виникає необхідність зміни напрямку потоку робочої рідини на окремих її ділянках з метою зміни напрямку руху виконавчих механізмів машини, оскільки необхідно забезпечувати потрібну послідовність включення в роботу цих механізмів, здійснювати розвантаження насоса і гідросистеми від тиску і т.п. Ці функції виконуються спеціальними гідроапаратами - напрямними гідророзподільниками золотникового типу. Запірно-регулюючим елементом золотникових гідророзподільників є циліндричний золотник. (рис 1)

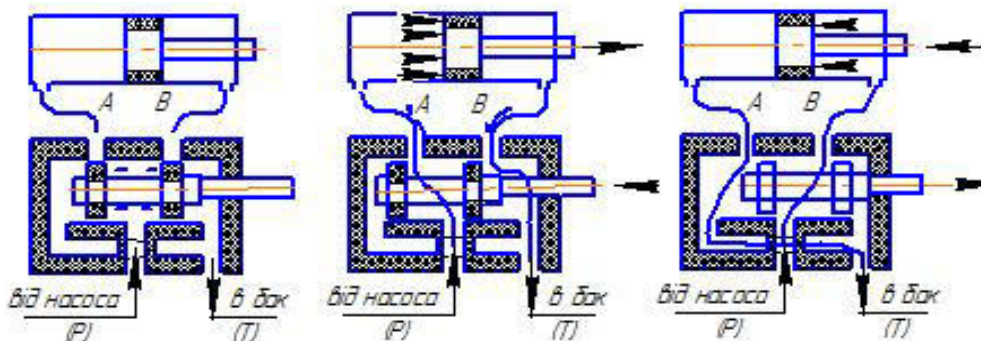


Рис. 1 Схема роботи золотникового гідророзподільника

Золотник - пристрій, що спрямовує потік рідини або газу шляхом зміщення рухомої частини (власне, золотника) відносно вікон в поверхні корпусу (гільзи у випадку циліндричної конструкції), по якій золотник ковзає, в пристрої відбувається ряд фізико-механічних та фізико-хімічних явищ. Одним з головних з них які впливають

на зменшення рівня надійності в золотниковому механізмі є явище облітерації. - зарощування з часом перерізу щілини. Це явище спостерігається при протіканні навіть ретельно очищених рідин за рахунок адсорбції поляризованих молекул, тобто має фізико-хімічну природу. Під тиском рідини на поверхні капіляра осаджується адсорбційний шар поляризованих молекул, які утримуються силами фізичної та хімічної адгезії між рідиною і матеріалом гідравлічного обладнання (золотника). У цьому шарі крім молекул рідини знаходяться тверді частки, рідкі і газоподібні домішки, смолисті утворення, що завжди є в рідині. Товщина такого шару порядку 0,05...10 мкм і залежить від тиску, хімічних і фізичних властивостей рідини і трибофізичних характеристик матеріалу стінок деталей. Облітерація щілин зумовлює зменшення ефективної площі їхнього перерізу, що викликає збільшення гідравлічного опору протіканню рідини, а відповідно і зменшення надійності, що створює проблему, яка потребує негайного вирішення.

Аналіз відомих методів і засобів вирішення даної проблеми показав що вони, не дозволяють в повні мірі забезпечити рівень надійності золотникових гідросистем мобільної сільськогосподарської та автотранспортної техніки. В даній роботі приведені обґрунтовані основні напрями розв'язання поставленої проблеми, серед яких на увагу заслуговують наступні:

- удосконалення конструкції золотникового механізму
- модифікування робочої рідини додаванням присадок і обробкою потоком енергії фізичного поля (електричного, магнітного, електромагнітного, лазерного та інші)
- цілеспрямована зміна триботехнічних характеристик матеріалів деталей залежно - від параметрів, властивостей та розподілу локальних областей робочих поверхонь.
- дослідження фізико-хімічного явища облітерації та керування ним в процесі експлуатації золотникового механізму.

Авторами запропоновано теоретичні основи явища облітерації в триботехнічних та гідравлічних системах. Виявлено, що поряд з явищем облітерації має місце явище самоорганізації. Теоретичні обґрунтування цих явищ розроблені на закономірностях молекул робочої рідини і стінок спряжених деталей, але вони потребують ретельних експериментальних досліджень.

Література

1. Аулин В.В. Влияние комбинированного физико-химического модифицирования моторного масла на изменения момента трения и потребляемой мощности в сопряжениях образцов и деталей / В.В. Аулин//Трение и смазка в машинах и механизмах,2014.–№2.–

2. Аулин В.В. Изменение текстуры рабочей поверхности деталей сельскохозяйственных машин после лазерной обработки / В.В.Аулин, Б.Б.Сомов, Т.М.Аулина // Сб."Конструирование и технология производства СГМ".–Вып.20.–Київ:Техніка,1990

УДК 621.9.016 (075.8)

А.В. Бабич, С.О. Кіжаєв., канд. техн. наук, доц.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», Україна

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ ВПЛИВІВ НА РІЗАЛЬНИЙ ІНСТРУМЕНТ ПРИ ТОЧІННІ СТАЛІ

A.V. Babych, S.O. Kizhaiev, Ph.D., Assoc. Prof.

MODELLING OF TEMPERATURE EFFECTS ON CUTTING TOOL WHEN TURNING STEEL

Зношування ріжучого інструменту в процесі експлуатації відбувається в результаті деформації та тертя в зоні стружкоутворення і тісно пов'язане з розподілом теплових напружень уздовж ріжучої кромки. Це необхідно враховувати в процесі створення інструменту щоб забезпечити йому високі експлуатаційні властивості. Моделювання температурних полів, які виникають вздовж ріжучої кромки в зоні контакту різального клина з оброблюваним матеріалом необхідне також для оптимізації процесу різання.

В даному дослідженні, моделювали температурний вплив на ріжучу пластинку з твердого сплаву Т15К6 при точінні сталі 45 за такими параметрами режиму різання: швидкість $V = 2,0$ м/с; глибина $t = 1.5 \cdot 10^{-3}$ м; подача $S = 0.4 \cdot 10^{-3}$ м/об. При заданому режимі сила різання $P_z = 1495$ Н. З метою підвищення точності та достовірності розрахунків нестационарна задача розповсюдження тепла в основній площині різця вирішувалася за допомогою чисельного моделювання в поєднанні з пакетами SolidWorks Simulation та Mathcad згідно з методикою [1]. Розрахунки виконували безпосередньо в середовищі програмного комплексу SolidWorks Simulation на основі моделей SolidWorks та деталей імпортованої геометрії в такій послідовності:

За основу взята 3D модель різця (рис.1) та імпортована в модуль SolidWorks Simulation.

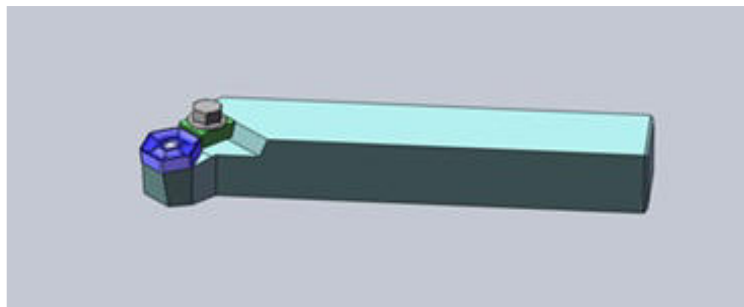


Рис. 1. 3D модель різця

У вкладці «Консультант исследования» обираємо «Новое исследование» та тип дослідження – «Термический». Відкриється дерево дослідження та у рядку «Термические нагрузки» додаємо «Тепловой поток». У відкритій вкладці задаємо теплову потужність (W) і обираємо грані, на які вона діє (рис. 2, а). Аналогічно додаємо рядок «Конвекция», задаємо «Коэффициент конвективной теплоотдачи» та виділяємо потрібні поверхні (рис. 2, б).

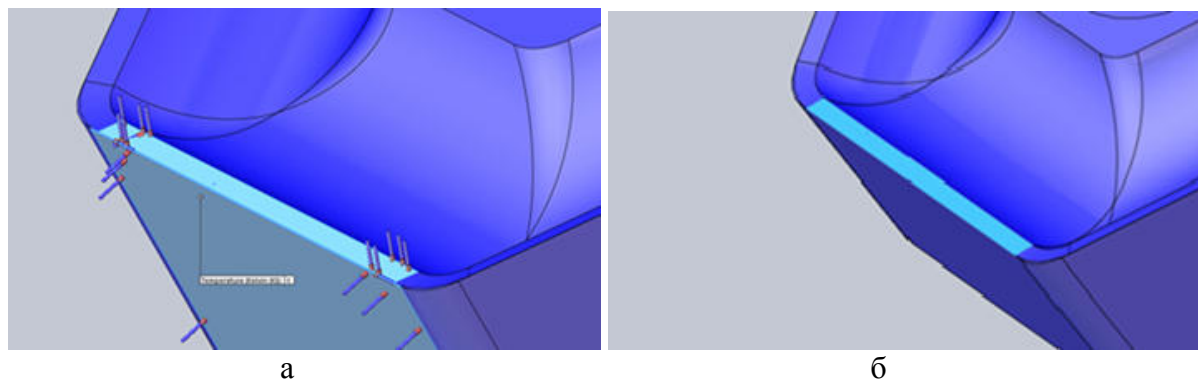


Рис. 2. Термічні навантаження: а – теплова потужність; б – конвекція

На наступному етапі розбиваємо тіло ріжучої пластинки на сітку кінцевих елементів так, щоб розмір елемента сітки не перевищував ширину контакту зі стружкою (рис. 3).

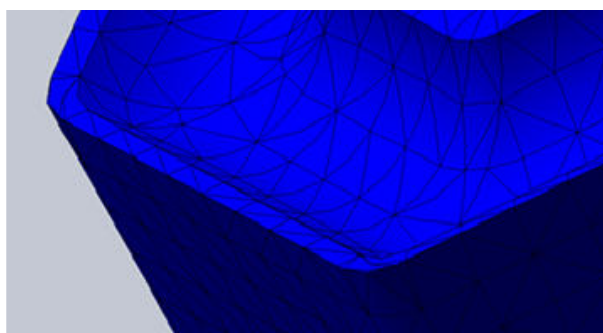


Рис. 3. Сітка кінцевих елементів

На панелі інструментів обираємо команду «Запуск», і після завершення розрахунків отримуємо епюру розподілення тепла по ріжучій пластині (Рис. 4).

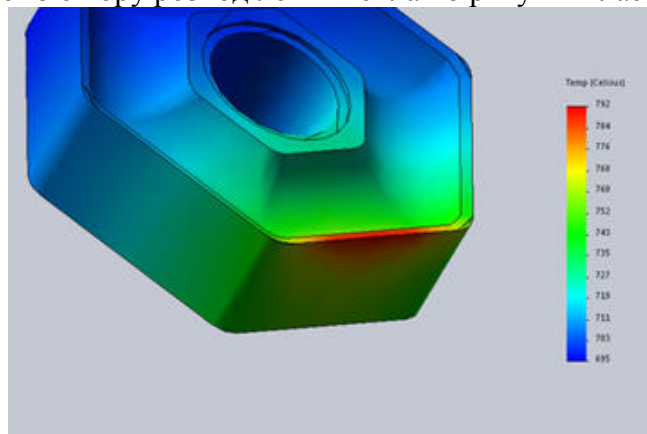


Рис. 4. Епюра розподілення тепла по ріжучій пластині

Таким чином, використана методика забезпечує підвищену точність розрахунків та візуалізацію температурних полів, що виникають в процесі різання.

Література

1. Резников А. Н., Резников Л. А. Тепловые процессы в технологических системах. – М.: Машиностроение, 1990. – 288с.

УДК 536. 532 (088.8)

А.В. Бабич, С.О. Кіжась, канд. техн. наук, доц., О.Л. Чуприна

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», Україна

РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ТА БЛОК-СХЕМИ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ РІЗАННЯ

A.V. Babych, S.O. Kizhaiev, Ph.D., Assoc. Prof., O.L. Chupryna

DEVELOPMENT OF THE DEVICE AND THE FLOWCHART FOR MEASURING THE TEMPERATURE OF CUTTING

Температура є одним з основних фізичних показників процесу різання, який визначає можливості швидкості різання, стійкості інструменту, точності обробки. Причинами утворення теплоти є напружено-пластичні деформації в зоні стружкоутворення та тертя між стружкою, інструментом, поверхнею заготовки. Майже вся робота деформації, яка виникає при різанні, переходить у тепло [1].

Головними труднощами при вимірюванні температури різання є високі механічні навантаження. Експериментально визначити температуру в окремих точках контакту складно, тому визначають середню температуру, для чого існують численні методи вимірювання [2]. До непрямих відносять визначення температури за кольорами мінливості стружки, фазовими й структурними змінами стану поверхні металу, за допомогою термофарб. Безпосередні методи вимірювання здійснюють за допомогою термопар, оптичним і радіаційним методами. В останніх випадках використовують пірометри з оптичним або лазерним наведенням на точку вимірювання (рис. 1).

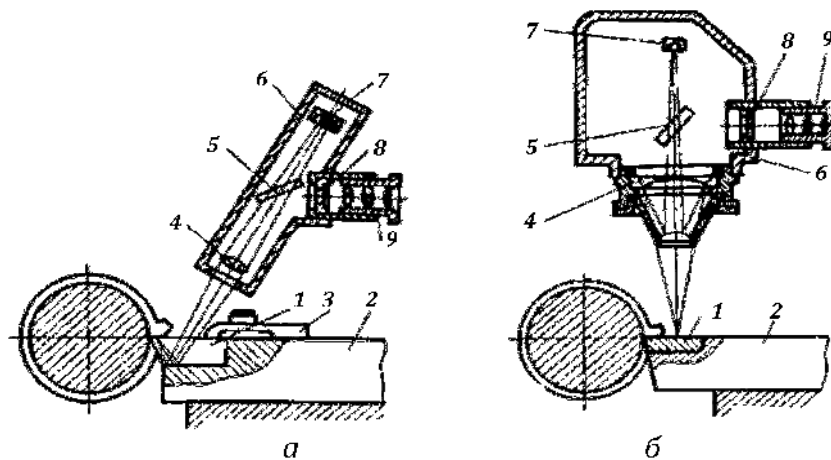


Рис. 1. Оптичний метод виміру температури різання при точінні:

- а – прозорим; б – непрозорим інструментом; 1 – ріжуча пластина; 2 – державка;
3 – притискний механізм; 4 – об'єктив; 5 – напівпрозоре дзеркало; 6 – корпус;
7 – фотоеlement; 8 – сітка; 9 – окуляр

Найдосконалішим є метод, який поєднує мікроскоп з "тепловізором", що дозволяє визначити не тільки розподіл тепла, а й динаміку нагріву та охолодження інструменту. На практиці найчастіше вимірювання здійснюють методом термопар, які мають три різновиди: штучні, напівштучні й природні (рис. 2).

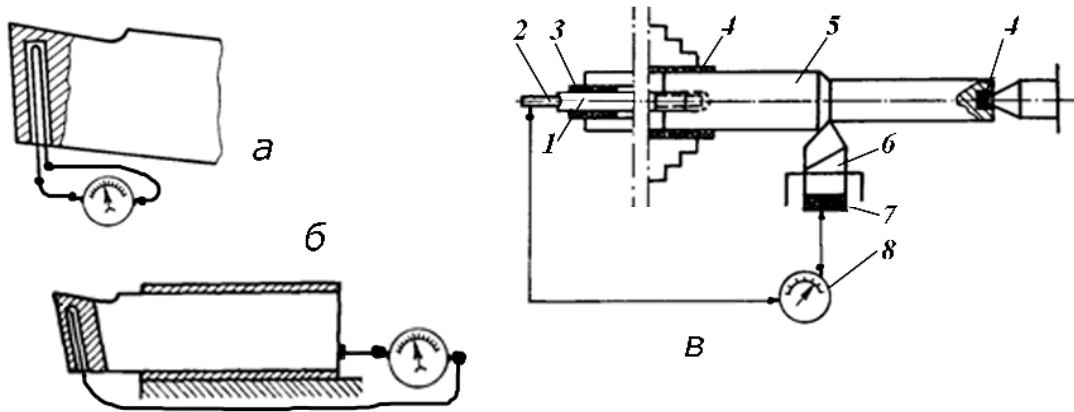


Рис. 2. Схеми виміру температури різання за допомогою термопари:
а – штучної; б – напівштучної; в – природної; 1 – рухомий контакт; 2 - нерухомий контакт; 3 – електроізоляційна втулка; 4 – електроізоляційні елементи; 5 – заготовка; 6 – різець; 7 – контактна група; 8 – вимірювальне обладнання

Нами розроблена конструкція тензометричного збірного різця (рис. 3) та блок-схема вимірювання температури термопарою методом «двох різців» (рис. 4).

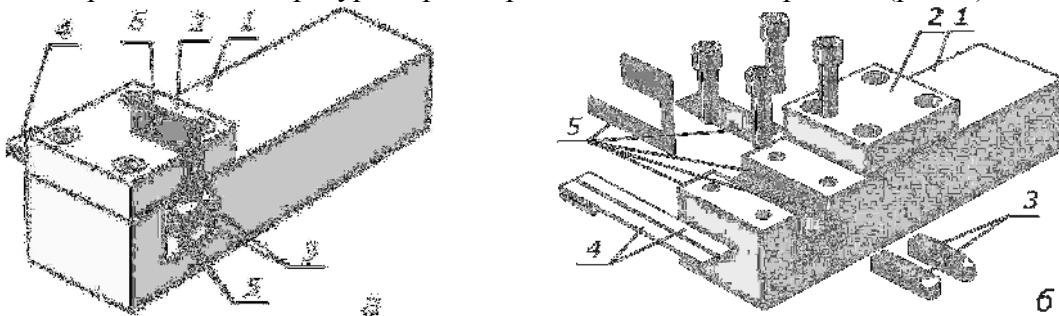


Рис. 3. Різець дволезовий збірний:
а – в зборі; б – рознесений по частинам; 1 – корпус; 2 – притискна пластина; 3 – різальні пластини з різних матеріалів; 4 – струмоводи; 5 – ізоляційні пластини



Рис. 4. Блок-схема дослідної установки для вимірювання температури різання:
1 – різець дволезовий збірний; 2 – мультиметр з ЦАП; 3 – комп'ютер.

Запропонована методика дозволяє підвищити точність вимірювання температури.

Література

1. Ящерицын П. И. Основы резания материалов и режущий инструмент: [Учебник для машиностроительных спец. ВУЗов] / П. Н. Ящерицын, М. Л. Яременко, Н. И. Жигалко. – 2-е изд., доп. и перераб. – Москва: Высшая школа, 1981. – 790 с.
2. Якимов О. В. Теплофізика механічної обробки: Підручник / О. В. Якимов, А. В. Усов, Л. Т. Слободяник, Д. В. Юргачов // Одеса: Астропринт, 2000. – С. 256.

УДК 656.13

М.В. Бабій

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ТРИВАЛОСТІ РОБОЧОГО ЧАСУ ВОДІЯ

M.V. Babiy

RATIONAL DURATION RESEARCH OF DRIVER WORKING TIME

Підвищення аварійності на автошляхах України вимагає детального дослідження причин їх виникнення. Якщо проаналізувати статистичні дані, то ДТП трапляються в двічі частіше після семи годин перебування водія за кермом і майже в десять раз, коли більше дванадцяти годин. Основна частка ДТП з тяжкими наслідками якраз припадає на цей період. Однією із вагомих причин виникнення таких пригод є значне притуплення уваги водія через його втому. Дослідження раціональної тривалості керування транспортним засобом має пряме значення до збереження життя, здоров'я і майна на дорозі.

В ряді літературних джерел можна бачити різні обґрунтування тривалості робочої зміни водія, в основному, всі сходяться на думці, що 8-ми годинна тривалість є найоптимальнішою. Але тут потрібно чітко розмежовувати тривалість робочої зміни водія та час перебування його за кермом. Спираючись на чисельні дослідження такого спрямування, регулювання робочого часу водія та часу перебування його за кермом регламентується на законодавчому рівні.

Якщо мова йде про 8-ми годинну тривалість робочої зміни, то тут потрібно доповнити, що це при 5-ти денному робочому тижні, якщо 6-ти денний робочий тиждень, то тривалість – 7 годин. Крім того, в обох випадках має бути скороченим на 1 год передвихідний день. Практичний досвід показує, що забезпечити це важко при виконанні водіями різних транспортних операцій. В таких випадках використовують підсумований час. В нього входять і час керування, і час відпочинку (простою). Враховуючи це, тривалість зміни не повинна перевищувати 10 год, у виняткових випадках – 12 год (за необхідністю завершити транспортну операцію), але час керування водієм транспортним засобом не повинен перевищувати 9 год. Відповідно до наказу Мінтрансв'язку № 340 від 7 червня 2010 року, тривалість керування транспортним засобом водієм не повинна перевищувати 48 год на тиждень.

Організація робочого графіку водія має враховувати фізіологічні потреби та можливості людини. Якщо безперервне керування транспортним засобом складає 4 год, то обов'язковою є перерва 45 хв. Вона може бути розділеною на частини. Тут також потрібно враховувати, що час відпочинку і харчування в робочий час водія не входять, а післязмінний відпочинок повинен складати неперервних десять годин.

Великою небезпекою сьогодення є нехтування цими правилами у "марафоні за гривнею", навіть зважаючи на можливе покарання за недотримання робочого режиму роботи водія. На практиці багато можна зустріти формальних графіків роботи водіїв, які працюють з "напарниками". В цьому можна пересвідчитись, спостерігаючи за маршрутними автобусами свого міста – одного і того самого водія можна бачити і о сьомій ранку, і о двадцять другий вечора. Звичайно, що автомобільних перевізників зобов'язали використовувати для обліку робочого часу водія тахографи, які ведуть відповідні протоколи. Але і це не є перешкодою до вчинення адміністративного правопорушення. Прикрим є той факт, що коли приходить усвідомлення, то втома за кермом вже тягне за собою важкі наслідки.

УДК 631.352.2

М.В. Бабій

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІТИКО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ МОДЕРНІЗОВАНОГО ПРИВОДУ КОСАРКИ**

M.V. Babiy

**ANALYTICALLY EXPERIMENTAL RESEARCH RESULTS OF WORK
EFFICIENCY OF MODERNIZED MOWERS DRIVE**

Виробництво сільськогосподарської продукції, зокрема продуктів тваринництва, тісно пов'язані з собівартістю кормів, що виробляються даною галуззю. В технологічному процесі виробництва задіяно багато машини, серед яких ключову роль відіграють скошувальні агрегати (косарки). Технологічну та енергетичну ефективність роботи косарок розглянуто в дослідженнях, що висвітлені в роботах [1–2].

Суть проведених вдосконалень складає введення в конструкцію привода косарки регульованого пружинного пристрою (РПП), що дозволяє значно знизити максимальні значення моментів (потужності) на приводі, про що засвідчують проведені експериментальні дослідження, а також виконані теоретичні розрахунки.

Нижче приведено ряд порівняльних таблиць зниження максимальних значень моменту привода косарки при різних частотах ВВП та зміні регульованих параметрів даного пристрою. Це дозволить в умовах експлуатації правильно налаштувати РПП відповідно до можливого кінематичного режиму роботи косарки та фізико-механічних властивостей культури, що скошується. Критерієм ефективності роботи привода косарки з РПП є максимальне зниження пікових значень моменту привода.

Дослідження виконано для найбільш поширених частот ВВП трактора 540 об/хв, а також 724 об/хв – раціональна робоча частота ВВП міні-трактора, на базі якого було проведено експериментальні дослідження. З метою уніфікації деталей регульованого пружинного пристрою в ролі пружних елементів було прийнято пружини стиску (розтягу) 1 класу, 3 розряду за ГОСТ 13768–68. Жорсткість даних елементів сформована при наявності десяти витків.

Результати розрахунків за різними варіантами поєднань значень регульованих параметрів на різних режимах роботи косарки зведено до табл.1 – 2.

Таблиця 1

Зниження максимальних значень моменту привода косарки з частотою ВВП 540 об/хв

№ п/п	№ пружини	Жорсткість пружин, Н/м	Зазор, м	Частота обертання ВВП 540 об/хв у порівнянні з базовим варіантом, %			
				$\varepsilon = 150$,	$\varepsilon = 200$,	$\varepsilon = 250$,	$\varepsilon = 0$
				$(H \cdot m) / m^2$	$(H \cdot m) / m^2$	$(H \cdot m) / m^2$	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	136	21680	0	29,2	23,0	18,8	68,1
			0,002	25,4	19,6	16,1	72,3
			0,004	21,4	16,3	13,2	80,5
2	140	26340	0	25,6	21,3	17,6	51,2
			0,002	23,5	19,0	15,1	57,5
			0,004	19,5	15,8	12,5	63,8
3	144	20240	0	21,9	19,4	16,9	37,2
			0,002	25,6	20,0	16,1	44,4
			0,004	21,2	16,5	13,4	51,5

Продовження табл. 1							
1	2	3	4	5	6	7	8
4	148	34790	0	15,0	15,4	13,7	21,4
			0,002	20,4	20,2	16,1	31,8
			0,004	19,7	17,1	16,1	42,4
5	165	39450	0	7,3	8,9	9,6	2,1
			0,002	13,5	14,5	14,2	13,1
			0,004	19,7	15,8	12,5	23,9
6	169	45790	0	-6,0	0,3	3,4	-7,7
			0,002	1,2	6,4	8,9	-9,2
			0,004	8,2	6,4	14,1	4,8*

*Примітка: при збільшенні зазору (мм) за варіантом ($\varepsilon = 0$) піковий момент привода (%) зменшується на: 6 – 18,3%, 8 – 32,1%, 10 – 37,5%, 12 – 48,5%.

Таблиця 2

Зниження максимальних значень моменту привода косарки з частотою ВВП 724 об/хв
Частота обертання ВВП 724 об/хв

№ п/п	№ пружини	Жорсткість пружин, Н/м	Зазор, м	Зниження максимальних значень моменту привода у порівнянні з базовим варіантом, %			
				$\varepsilon = 150$, (Н·м)/м ²	$\varepsilon = 200$, (Н·м)/м ²	$\varepsilon = 250$, (Н·м)/м ²	$\varepsilon = 0$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	136	21680	0	30,6	26,3	23,1	56,9
			0,002	27,0	23,2	20,4	52,7
			0,004	23,3	20,1	17,6	48,3
2	140	26340	0	37,4	32,9	29,0	69,2
			0,002	32,9	29,1	25,7	64,0
			0,004	28,5	25,3	22,4	58,7
3	144	20240	0	42,6	36,7	32,2	79,4
			0,002	37,7	32,4	28,5	73,5
			0,004	32,5	28,0	24,6	67,4
4	148	34790	0	46,7	42,2	37,1	78,1
			0,002	43,3	37,3	32,7	83,0
			0,004	37,4	32,2	28,3	78,5
5	165	39450	0	42,6	38,2	35,2	67,7
			0,002	46,4	39,4	36,9	73,7
			0,004	39,7	35,9	34,0	77,2
6	169	45790	0	32,7	31,1	29,4	53,6
			0,002	40,2	37,6	34,1	60,8
			0,004	39,2	35,9	29,0	67,7

Отже, отримані значення зниження максимальних моментів на приводі за представленими варіантами дозволять у виробничих умовах правильно налаштувати РПП на найбільш ефективну його роботу.

Література

1. Бабій М. Дослідження роботи енергозберігаючого приводного механізму косарки / М.В.Бабій, А.В. Бабій // Вісник ТНТУ. Випуск 1 (77), 2015. – С.149–161.
2. Бабій А. Динамічна модель енергозберігаючого приводного механізму косарки / А. Бабій, М.Бабій // Вісник ХНТУСГ. – Випуск 145 “Технічний сервіс машин для рослинництва”. – Харків, 2014. – С.112–118.

УДК 631.372

А.В. Бабій канд. техн. наук, доцент, І.Б. Коцюк

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОГЛЯД ПРОБЛЕМАТИКИ УЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТУ РУШІЯМИ ЕНЕРГОЗАСОБІВ

A.V. Babiý Ph.D, Assoc. prof., I.B. Kotsuk

PROBLEMATICS REVIEW OF SOIL COMPACTION BY MOTIVES OF ENERGY MEANS

Зниження собівартості вирощеної продукції рослинництва у сільському господарстві лежить в площині підвищення продуктивності сільськогосподарської техніки та її економічної ефективності. Спрямування сучасних виробників полягає у використанні комбінованих, широкозахватних агрегатів тощо. Все це направлене на мінімізацію окремих операцій в технологічному процесі вирощування тої чи іншої культури. Є намагання суміщати, послідовно чи паралельно виконувати кілька технологічних операцій одночасно. Таким чином можна досягнути зниження собівартості вирощування продукції. Але, які небезпеки тут приховано? Часто буває, що проблема вирішується локально і досягаються добрі ефекти. Глянемо на дане питання більш ширше.

Використання комбінованих чи широкозахватних машин вимагає збільшення енергії на їх привод (переміщення), а це, в свою чергу, вимагає створення більш енергонасичених тракторів чи іншого роду енергозасобів. Не таким вже принциповим є збільшення потужності двигуна, який може забезпечити необхідні крутні моменти для створення тягової сили. Її величина буде обмеженою зчіпною силою його рушіїв, що залежить від сили тертя та зчіпних властивостей ґрунтозачепів. Підвищення зчіпної сили, в основному, забезпечується збільшенням ваги енергозасобу. Тобто покращення його тягових властивостей забезпечується збільшенням тиску на опорну поверхню, викликаючи проблему негативного впливу рушіїв енергозасобів на ґрунт.

Важкі трактори, ущільнюючи ґрунт, змінюють його структуру. Значно збільшується кількість грудок діаметром більше 10 мм на глибині пласта до 60 см. Їх кількість і глибина утворення залежить від значень питомих тисків на ґрунт та кількості проходів важкої техніки його поверхнею. Крім того, в цьому ж процесі значно зростає частка пилоподібних частинок ґрунту діаметром менше 0,25 м. Всі ці фактори погіршують властивості ґрунту як середовища для вирощування рослин. За таких умов ґрунт стає щільнішим, збільшується його твердість, гірше проникає атмосферна волога та повітря, повільніше та неповноцінно розвивається коренева система культурних рослин. Відповідно до цього значно знижується очікувана врожайність.

Друга складова, що утворює зчіпну силу, є опір ґрунту, який виникає при дії на нього ґрунтозачепів рушіїв. Тут небезпека в тому, що при буксуванні відбувається зріз пласта ґрунту. В площині зрізу виникає значне тертя між часточками ґрунту, що руйнує його природну структуру. Якщо розглядати гусеничні рушії, то буксування можливе в межах 6-8%, для колісних – 25-30%.

Отже, використовуючи енергозасоби з різними типами рушіїв, потрібно спочатку проаналізувати які тягові зусилля вони повинні розвивати для приводу робочих машин, враховувати їх вагу та питомі тиски на ґрунт, можливість пробуксування. Ці критерії повинні бути чітко регламентованими на законодавчому рівні. А для зменшення негативного впливу рушіїв на ґрунт розробляти нові ефективні конструкції рушіїв, компонувати робочі машини за принципом «самоприводних», будувати технологічні колії чи опори іншого роду для переміщення робочих машин.

УДК 624.012.25

Ю.В. Головчинська, О.А. Базюра, Ю.О. Стадник

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ АРМАТУРИ У ПІДСИЛЕНИХ
ВУГЛЕЦЕВИМ ПОЛОТНОМ ЗГИНАЛЬНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛКАХ**

Y.V. Holovchinska, O.A. Baziura, Y.O. Stadnyk

**RESEARCH OF THE STRAIN STATE OF STEEL BAR IN REINFORCED
CONCRETE BEAM WITH CARBON PLASTIC LAMINATE**

В останні роки у світовій практиці проведення наукових досліджень все частіше розширюється за рахунок застосування комп'ютерного моделювання. В Україні дані технології лише починають активно запроваджуватись, що викликає велику зацікавленість до можливостей, які можна досягти за допомогою методу скінченних елементів (МСЕ).

Метою дослідження є чисельне моделювання напружено-деформованого стану повномасштабних згинальних залізобетонних елементів та оцінка деформованого стану арматури до та після підсилення вуглецевим полотном Sika Wrap за дії одноразового навантаження.

Даним дослідженням передували експериментальні випробування дванадцяти залізобетонних балок [1]. Зразки армувалися двома поздовжніми арматурними стержнями Ø10 А 500С та поперечними стержнями Ø6 А 240С з кроком 50 мм. Прийнята статична схема однопролітної вільно опертій балки на двох опорах прольотом 1,8 м завантаженої двома симетрично зосередженими силами, відстань між якими 0,5 м.

Повномасштабну тривимірну модель підсиленої вуглецевим полотном залізобетонної балки створювали з використанням скінченноелементного (СЕ) програмного комплексу ANSYS. З урахуванням умов симетрії, моделювали чверть залізобетонної балки. Для дискретизації моделі використано 17741 СЕ, що забезпечує задовільну точність розрахунків [2].

Для достовірного моделювання нелінійної поведінки бетону за стиску та розтягу використали 8-ми вузловий скінченний елемент SOLID65 з трьома ступенями свободи в напрямках OX, OY і OZ. Елемент SOLID65 має здатність до розтріскування при розтягуванні і дроблення при стисканні. Він задовільно описує поведінку бетону відповідно до діаграми деформування. У СЕ модель закладали експериментальні діаграми деформування бетону на стиск та коефіцієнти [2, 3].

Програмно моделювали ступінчасте навантаження балки з кроком 1 кН×м (відповідно до експериментальних досліджень). Результати моделювання деформацій компонентів залізобетонної балки подано на рис. 1,2. Експериментальні криві побудовані за усередненими даними натурних випробувань.

Результати дослідження показують, що міцність залізобетонної балки підсиленої вуглецевим полотном є вищою. Такий метод підсилення залізобетонних конструкцій є ефективним. Проведення дослідження конструкцій за допомогою програмного комплексу ANSYS значно зменшує трудомісткість та час у порівнянні з натурним випробуванням, дає змогу легко змінювати параметри конструкції та навантажень.

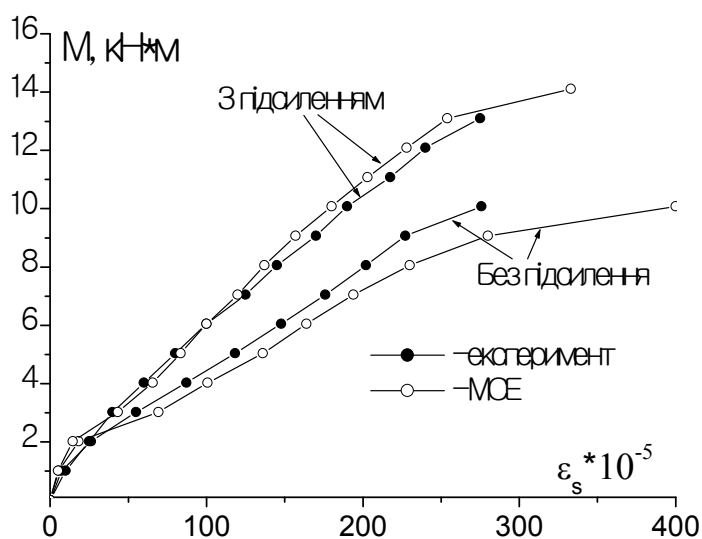


Рис. 1. Відносні деформації внутрішньої сталевій робочій арматури зразків до та після підсилення

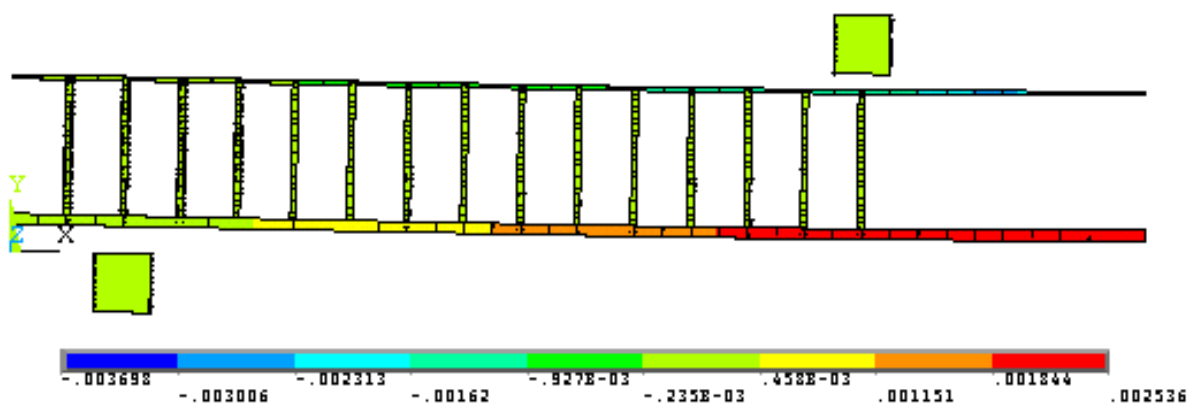


Рис. 2. Розподіл відносних деформацій по довжині внутрішньої сталевій арматури при згинальному моменті $M=13,1$ кН \times м, який передуює руйнуванню

Література

1. Борисюк О.П. Напружено-деформований стан нормальних перерізів згинальних залізобетонних елементів, підсилені вуглепластиками за дії малоциклового навантаження / О.П. Борисюк, О.П. Конончук // Монографія. – Рівне: НУВГП, 2014. – 136 с.

2. D. Kachlakev. Finite Element Modelling of Reinforced Concrete Structures Strengthening with FRP Laminates / D. Kachlakev, T. Miller, S. Yim, K. Chansawat, T. Potisuk. Special Report SP316, Oregon Department Of Transportation, USA, May 2001. 113 p.

3. Пиндус Ю.І. Скінченноелементне моделювання підсилення згинальних залізобетонних конструкцій вуглепластиковою стрічкою / Ю.І. Пиндус, О.П. Конончук // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. пр. – Рівне: НУВГП, 2014. – Вип. 29. – С. 621 – 629.

УДК 621.7.01:539.431:519.237.7

К.С. Барандич, С.П. Вислоух, канд. техн. наук, доц.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ ТОКАРНОГО ОБРОБЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ В УМОВАХ ЦИКЛІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

C.S. Barandych, S.P. Vysloukh, Ph.D., Assoc. Prof.

TURNING PROCESSING OPTIMIZATION OF PARTS, WORKING IN CONDITIONS OF CYCLIC LOADING

Втомне руйнування є причиною виходу з ладу більше 70 % деталей машин таких як вали, зубчаті колеса, шатуни, пальці, шестерні, ротори та їх кріпильні елементи, що працюють під дією змінних навантажень. Надійність роботи технічних засобів в значній мірі залежить від стану поверхневого шару матеріалу деталей, особливо таких, що працюють в умовах змінних навантажень. Крім того, кількість циклів до руйнування деталей суттєво залежить від умов їх експлуатації – амплітудного напруження циклу.

Технологічні режими виготовлення деталей призначаються відповідно до регламентованих конструктором точності розмірів, параметрів якості та, за необхідності, твердості поверхневого шару. Це обмежує можливості технологічного забезпечення втомних характеристик матеріалу деталей та прогнозування циклічної довговічності деталей при експлуатаційних навантаженнях. Крім того, у зв'язку із постійним ростом швидкості оновлення та вдосконалення машин та механізмів, необхідно забезпечити максимальну продуктивність оброблення деталей, враховуючи при цьому вимоги до їх якості та експлуатаційного призначення.

Отже, метою даної роботи є технологічне забезпечення максимальних значень циклічної довговічності матеріалу деталі та продуктивності її виготовлення шляхом визначення оптимальних режимів токарного оброблення.

Механічне оброблення деталі викликає пластичну деформацію, нагрівання та структурні перетворення в поверхневому шарі матеріалу і супроводжується виникненням нерівномірних за глибиною та значеннями залишкових деформацій і напружень. В залежності від того, яке явище є домінуючим (пластична деформація, нагрівання чи структурні перетворення), поверхневий шар може відрізнитися фізико-механічними характеристиками та структурно-фазовим складом [1]. Втомна міцність та циклічна довговічність деталей, які працюють в умовах циклічного і знакозмінного навантаження, залежить від шорсткості поверхонь, окремих дефектів і нерівностей що сприяють концентрації напружень, які можуть перевищити границю міцності [2, 3].

Вплив технологічних умов механічного оброблення на втомні характеристики матеріалу деталі визначали на зразках з конструкційної сталі 40X ГОСТ 4543-71. Для проведення експериментальних досліджень на втому, згідно з ГОСТ 25.502-79, обрано схему навантаження – чистий згин при обертанні зразка, відповідно до якої виготовлено зразки для дослідження. При цьому, з метою видалення рисок на поверхні зразків та округлення гострих крайок на зразках здійснювали шліфування та механічне полірування. Для знаття наклепу від попереднього механічного оброблення, зразки піддавали термічному обробленню в середовищі захисного газу. Токарне оброблення здійснювали на токарному оброблюваному центрі HAAS ST20 різцем PVDNN 2525M-16Q з різальною пластинкою із кубічного нітриду бору VBGW 160404T00815SE без охолодження. Оброблення зразків кожної з трьох групи виконували з глибиною різання

$t = 0,3\text{мм}$ і швидкістю різання $V=80\text{ м/хв}$ та подачею $S=0,12\text{мм/об}$ для першою групи, $V= 120\text{ м/хв}$; $S=0,08\text{мм/об}$ для другої та $V=180\text{ м/хв}$; $S=0,08\text{мм/об}$ для третьої групи. Випробування на втому проводили на випробувальній машині МУИ-6000 за частоти 2000 об/хв.

Отримані експериментальні значення фактичного напруження циклу та кількості циклів до руйнування дозволили методами регресійного аналізу даних [4], встановити математичну залежність циклічної довговічності від режимів токарного оброблення та напруження циклу з довірчою ймовірністю 0,95:

$$N(S, V, \sigma) = e^{(14.437 + 0.0048V + 13.006S - 13.19\sigma + 0.002VS - 0.002V\sigma - 5.941S\sigma + 0.0000004V^2 + 2.929S^2 + 3.013\sigma^2)}, \quad (1)$$

де S – подача інструмента за один оберт шпинделя, мм/об; V – швидкість різання, м/хв.; σ – напруження циклу, МПа.

Отримана залежність (1) дозволяє сформуванню комплексної цільової функції [4], яка складається з двох часткових критеріїв оптимізації – циклічної довговічності та продуктивності процесу оброблення:

$$C(S, V, \sigma) = \left(\alpha_1 \cdot \left(\frac{N(S, V, \sigma) - N_{\min}}{N_{\max} - N_{\min}} \right) + \alpha_2 \cdot \left(\frac{P(S, V) - P_{\min}}{P_{\max} - P_{\min}} \right) \right), \quad (2)$$

де α_i , $i=1,2$ – коефіцієнти, що визначають важливість кожного часткового критерію, значення яких є оцінками експертів; P – продуктивність чистового механічного оброблення, 1/хв; S – подача інструмента за один оберт шпинделя, мм/об; V – швидкість різання, м/хв.; σ – напруження циклу, МПа.

Таким чином, математична модель процесу токарного оброблення деталей, що працюють в умовах циклічно змінних навантажень, представляється сукупністю цільової функції та системи обмежень (по подачі, швидкості, силі та потужності різання, точності оброблення, стійкості інструменту та шорсткості оброблюваної поверхні). Представлена задача багатокритеріальної оптимізації є багатовимірною задачею нелінійного математичного програмування, для розв'язання якої використано метод ковзаючого допуску [4]. Реальні характеристики матеріалу деталі при визначенні втомних його характеристик враховано шляхом визначення коефіцієнту відносної оброблюваності матеріалу згідно з методикою, що представлена в [5]. Розв'язання оптимізаційної задачі дозволяє врахувати можливості використовуваного обладнання та інструменту, точність розмірів оброблюваної поверхні та її шорсткість й визначити оптимальні значення режимів різання, які забезпечують максимальні величини циклічної довговічності матеріалу деталі та продуктивності її виготовлення при відомих експлуатаційних навантаженнях.

Література

1. Урядов С.А. Влияние технологий обработки на сопротивление усталости деталей машин / С.А. Урядов // Справочник. Инженерный журнал. – 2009. – №9. – с.8-11.
2. Суслов А.Г. Инженерия поверхности деталей. / Колл. авт.; под ред. А.Г. Суслова. – М.: Машиностроение. 2008. – 320 с.: ил.
3. P.V. Jadhav, D.S. Mankar • Effect of surface roughness on fatigue life of machined component of Inconel 718 // Bharati Vidyapeeth Deemed University College of Engineering (Pune), International Conference vol. 11, 2010, p. 11.
4. Вислоух С.П. Інформаційні технології в задачах технологічної підготовки приладо- та машинобудівного виробництва: моногр. / С.П. Вислоух. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 488 с.
5. Барандич К.С. Вибір раціональних режимів обробки конструкційних матеріалів. / К.С. Барандич, О.В. Волошко, С.П. Вислоух // Процеси механічної обробки в машинобудуванні: Зб. наук. пр. / Відпов. ред. Г.М.Вигльський, к.т.н., проф. – Житомир: ЖДТУ, 2011. – Вип. 10. – С.64-72.

УДК 531.374

І.Ю.Барш

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗТОЧУВАННЯ ОТВОРІВ РЕГУЛЬОВАНИМИ РІЗЦЯМИ

I.U.Barysch

RESEARCH TECHNOLOGIES ADJUSTABLE CUTTER BORING HOLES

Світові інструментальні фірми (шведські фірми SECO та Sandvik Coromant, німецька фірма GÜHRING) є виробниками широкої номенклатури осьових різальних інструментів та технологій розточування отворів регульованими різцями.

На практиці найбільш поширений діапазон оброблюваних діаметрів - від 30 до 100 мм. Проте асортимент інструменту «Sandvik Coromant» охоплює діаметри від 23 до 550 мм для чорнової обробки і діаметрів від 3 до 975 мм для чистової обробки.

Рекомендована максимальна глибина отвору визначається відношенням довжини оправки до її діаметру і дорівнює чотирьом, хоча для кожного типу інструменту ця величина індивідуальна. Для обробки глибоких отворів, до шести діаметрів, рекомендується використовувати антивібраційні демпфуючі оправки.

Точність оброблених отворів після розточування відповідає IT9, а в деяких випадках може досягати IT6. Досяжна шорсткість поверхні Ra складає 1 мкм. Інструмент для чистового розточування має можливість регулювання для точнішого позионування ріжучої кромки. Проте і чорновим розточувальним інструментом можна добитися хорошої якості поверхні і високої точності за умови точної настройки пластини, що відповідає за формування поверхні отвору.

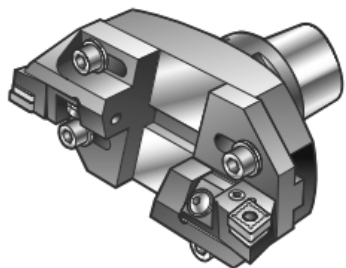


Рис. 1. Регульований інструмент для обробки отворів великого діаметра

Розточувальний інструмент може бути зібраний з окремих модулів (адаптерів, подовжувачів, перехідників і ріжучих головок), що значно розширює можливості його застосування на різних операціях. Однією з безперечних переваг також є можливість застосування демпфуючого оснащення при роботі інструментом з великими вильотами. Це особливо важливо при виконанні чистових операцій, коли значний підтиск інструменту приводить до пошкодження обробленої поверхні при виведенні інструменту з глибокого отвору. Регульований інструмент, як правило, використовується для обробки отворів великого діаметру. З його допомогою також можна виконувати ступінчасте і чистове розточування. Конструкція цього інструменту має схожість з подібним інструментом для обробки менших діаметрів. Приблизна настройка виконується переміщенням повзуна уздовж адаптера або оправки, а потім відбувається точне регулювання положення різцевої вставки.

Література

1. <http://www.sandvik.coromant.com>.
2. <http://www.guhring.ru>.
3. <http://www.secotools.com>.

УДК 624.014.078.45

М.А.Басара

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВУЗЛІВ НА ТРИМКІСТЬ ЗВАРНИХ ФЕРМ

М.А.Basara

THE IMPACT OF THE NODES' STRUCTURAL FEATURES ON BEARING CAPACITY OF WELDED TRUSS

В роботі виконано дослідження фізичної моделі прямокутної підкрюквяної ферми розмірами 2000 x 400мм з різноманітною формою косинок (рис. 1).

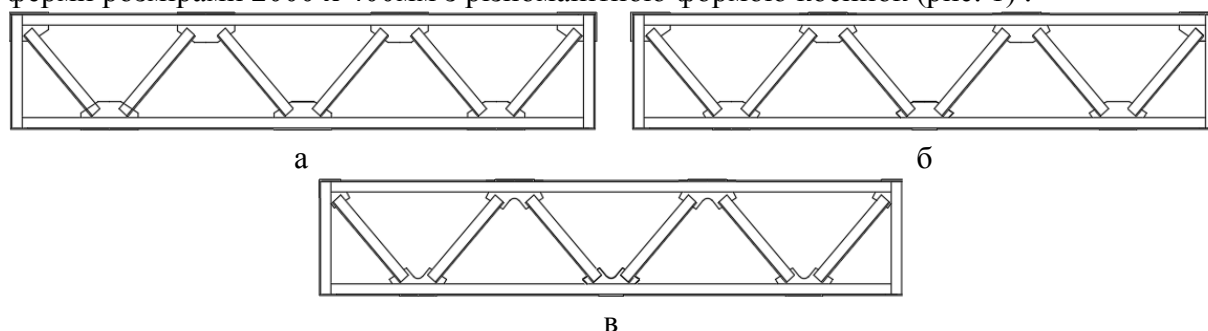


Рис. 1. Досліджувана ферма з різними косинками

а – трапецевидні; б - трапецевидні зі зрізаними кутами; в - з круглими вирізами.

Метою досліджень є виявлення закономірностей деформування, руйнування зварних швів при дії циклічних навантажень. Ферма опирається знизу на крайні вертикальні стійки і сприймає зосереджене циклічне навантаження на 2 вузли на верхньому поясі. Форма циклу синусоїдальна, коефіцієнт асиметрії циклу $R=0,1$. Найбільші напруження виникають в середньому вузлі нижнього пояса.

Дослідження виконано методом комп'ютерного моделюючого експерименту з використанням прикладного програмного пакету Ansys Workbench 17.1. Результати проведеного експерименту наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. – Втомна довговічність вузлів

P, кН	Кількість циклів до появи втомного пошкодження		
	Трапецевидна	Зі зрізаними кутами	З круглими вирізами
39	45768	52984	38932
42	39805	45665	33462
44	34618	40008	28786
47	30107	35179	24731
50	26184	30876	21261

За результатами досліджень виявлено, що найбільш ефективною та доцільною виявилась трапецевидна косинка зі зрізаними кутами.

Отримані в роботі результати досліджень можуть бути використані при вдосконаленні та оптимізації конструкції вузлів зварних ферм при проектуванні.

Література

1. Беленя Е.И., Балдин В.А., Ведеников Г.С., Кошутин Б.Н., Уваров Б.Ю. и др. Металлические конструкции. Общий курс: Учебник для вузов / Е.И. Беленя, В.А. Балдин, Г.С. Ведеников, Б.Н. Кошутин, Б.Ю. Уваров и др. – М.: Стройиздат, 1986. – 560 с.

УДК 616-089.85

А.П.Батурич

НТУУ «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», Украина

ЛАПАРОСКОПИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ИНСТРУМЕНТЫ

A.P.Baturin

LAPAROSCOPIC MACHINERY AND TOOLS

Современная медицина не стоит на месте. Сейчас, многие операции, которые раньше делались только полосным путем можно делать с помощью проколов, то есть делать лапароскопию. Эти операции в нашей стране успешно применяются уже довольно долгое время, и популярность такого метода растет день ото дня. Конечно же для проведения таких операций необходимо специальное оборудование.

В настоящее время многочисленные зарубежные и отечественные фирмы выпускают разнообразное эндоскопическое оборудование – функциональное, надежное, эргономичное, отличающееся современным дизайном.

Лапароскопическая хирургия успешно заменила открытую хирургию, так как изображение гораздо больше, чем то, что видит хирург глазами (современная лапароскопическая аппаратура дает увеличение до 40 раз, то есть операция выполняется почти как под микроскопом), используемая оптика позволяет посмотреть на объект операции под разными углами (с разных сторон), что дает гораздо большую возможность обзора, чем при традиционных операциях. Новым этапом развития лапароскопической хирургии явилось использование специализированных роботов, одним из наиболее известных среди которых является «daVinci». Этот робот снабжен микроинструментами, гораздо меньше стандартных лапароскопических инструментов, а также миниатюрной видеокамерой, воспроизводящей цветное, трехмерное изображение операции в режиме реального времени. Движения хирурга переносятся роботом в плавные движения микроинструментов, способных двигаться во всех направлениях. С их помощью операция совершается намного точнее, сохраняя неповрежденными самые тонкие сплетения нервов и кровеносных сосудов. При проведении лапароскопических операций необходимо специальное и достаточно мощное освещение брюшной полости, причем во избежание ожогов светом, источник света должен быть холодным. Использование эндоскопической видеосистемы явилось наиболее важным элементом новой лапароскопической технологии.

Электронный инсуффлятор углекислого газа обеспечивает постоянную подачу инсуффлируемого газа (CO₂) из газового баллона в брюшную полость для создания определенного оперативного пространства и поддержания заданного давления при выполнении эндоскопической операции. Использование углекислого газа в лапароскопической хирургии обусловлено его безопасностью, не взрывоопасностью.

Сшивающие аппараты предназначены для наложения трехрядных титановых швов в шахматном порядке. Сшивающие аппараты благодаря своей прочности позволяют отказаться от дополнительной перитонизации, экономя тем самым время и усилия хирурга, что позволило расширить область воздействия эндохирургических технологий в лечении различных доброкачественных и злокачественных заболеваний.

На сегодняшний день использование лапароскопической техники позволило врачам делать операции быстро, надежно и практически исключается массивная кровопотеря, а инфицирование раны сводится к нулю. И главное - пациенты практически не испытывают боли после операции, и со временем все рубцы становятся незаметны.

УДК 621.436

Є.Б. Береженко, О.Л. Ляшук докт. техн. наук. доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОЦІНКА ВПЛИВУ ГЕОМЕТРІЇ ПРОТОЧНОЇ ЧАСТИНИ РОЗПИЛЮВАЧІВ ДИЗЕЛЬНОЇ ФОРСУНКИ НА ФОРМУВАННЯ СТРУМЕНІВ ПАЛИВА ТА ПАРАМЕТРІВ ПОТОКУ

E.B. Berezhenko, O.L. Lyashuk Dr, Assoc. Prof

ASSESSMENT GEOMETRY OF SPRAYERS ON DIESEL FUEL NOZZLE AT JET FORMATION OF FUEL AND PARAMETERS FLOW

Для оцінки впливу геометрії проточної частини розпилювача форсунки необхідно використовувати тривимірні моделі кожного з конструктивних рішень і обчислювальними методами знайти параметри течії за усім обсягом проточної частини. Для вирішення такого типу завдань розроблені готові програмні продукти, з використанням яких досягаються дуже точні результати розрахунку [1, 8]. Проте існує безліч чинників, що ускладнюють проведення подібних розрахункових досліджень.

При цьому необхідно враховувати, що із-за наявності місцевих опорів можливе виникнення турбулентних вихрів, що чинять значний вплив на характер течії рідини, і отже, на параметри потоку на виході їх розпилюючих отворів форсунки. Слід також відмітити сильну залежність результатів розрахунку від початкових і граничних умов. Оскільки струмені палива, що розпилюється, формуються розпилювачами форсунок, конструктивне виконання проточної частини розпилювачів впливає на геометричні розміри струменів палива (довжину L , ширину B і кут конуса β струменя). У ряді робіт показано, що для інтенсифікації сумішоутворення потрібно забезпечити найбільшу турбулізацію палива в проточній частині розпилювача [2, 3, 5, 6]. Тому в якості ефективного засобу поліпшення процесів розпилювання палива і сумішоутворення розглядається використання розпилювачів (рис.1.), що мають в проточній частині місцеві гідравлічні опори, які турбулізують течію палива в розпилювачі і на виході з розпилюючих отворів.

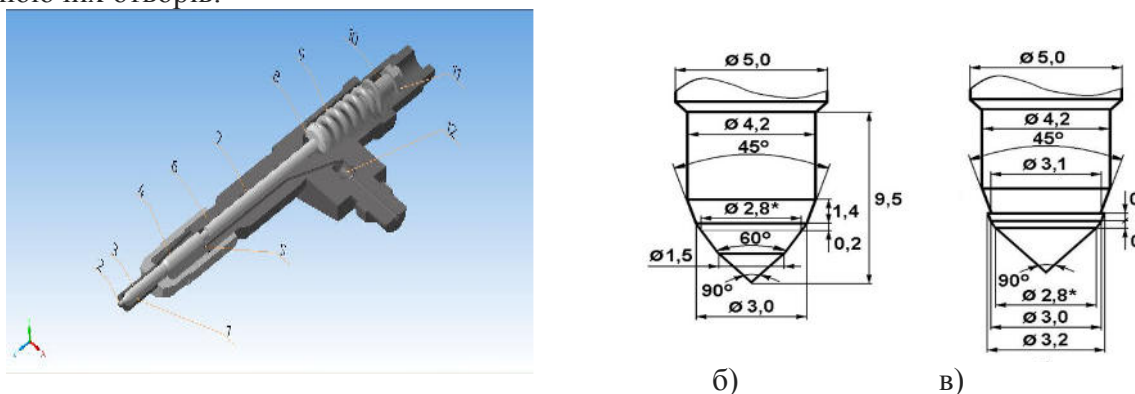


Рис. 1. 3D модель форсунки 204.1112010-50 (ЯМЗ 236) та конструктивні схеми хвостовика голки розпилювача: а) розпилювач №1 б) розпилювач №2;

1– Розпилювач; 2– сопловий отвір розпилювача; 3– голка розпилювача; 4– похилий канал; 5– кільцева канавка; 6– корпус форсунки; 7– штанга; 8– тарілка пружини; 9– пружина; 10– регулювальний гвинт; 11– гайка пружини; 12 – сітчастий фільтр

Розрахункові дослідження проведені для двох типів розпилювачів дизельних форсунок. Розпилювач №1 виконаний з діаметром голки $d_r=5,0$ мм. Максимальний хід голки складає $h_r=0,26$ мм. Хвостовик голки розпилювача має три конусні ділянки з різними кутами цих конусів, рівними $45, 60$ і 90° . Посадка голки на сідло розпилювача

здійснюється по діаметру $d_p=2,8$ мм, розташованому на ділянці з кутом конуса 60^0 . Розпилювач №2 відрізняється від першого тим, що конусна частина хвостовика голки з кутом конуса 45^0 сточена на 0,1 мм (по діаметру) вище за діаметр $d=3,2$ мм з таким же кутом конуса (45^0). В результаті чого на хвостовику голки утворюється горизонтальний кільцевий уступ, який має зовнішній і внутрішній діаметри 3,2 і 3,1 мм, що є місцевим гідравлічним опором.

Розрахунок проводився в програмному комплексі Ansys CFX v12.1 [4, 7], що описують потік палива в проточній частині розпилювача. В якості розрахункової області вибрана проточна частина між хвостовиком голки і сідлом розпилювача при максимально піднятій голці. Тиск палива на вході в розрахункову область був прийнятий рівним 51,5 МПа, витрата палива через розпилювач прийнята рівною 0,08 кг/с. Для уточнення розрахунку в області кільцевого уступу згенерована дрібніша сітка кінцевих елементів.

Проаналізувавши розподіл тисків палива в проточних частинах досліджуваних розпилювачів форсунки слід зазначити наступне. Не дивлячись на те, що створений в дослідному варіанті місцевий опір, безумовно, збільшує гідравлічні втрати, це не призводить до зменшення тиску на виході розрахункової області. Більше того, збільшення перерізів проточної частини розпилювача №2 нижче і вище за уступ наводить до збільшення тиску на виході з розрахункової області цього розпилювача. У розпилювача №1 цей тиск виявився рівним $p=46,8$ МПа, а у розпилювача №2 - $p=47,6$ МПа. Значення кінетичної енергії в одній і тій же точці на виході з розрахункової області для розпилювача №1 і №2 були рівні відповідно $k=10,5$ м²/с² і $16,3$ м²/с², а різниця в середніх по вихідному перерізу значень турбулентної кінетичної енергії виявилася ще більшою на користь розпилювача №2.

Проведені розрахунки розпилювачів показали, що найкращі показники паливної економічності і токсичності відпрацьованих газів забезпечив розпилювач № 2, в якому зроблено підрізування частини хвостовика голки розпилювача, розташованої нижче за посадочний діаметр $d_p=2,8$ мм, під кутом конуса 90^0 , а конусна частина хвостовика голки з кутом конуса 45^0 , розташована вище за діаметр $d=3,2$ мм, сточена на 0,1 мм (по діаметру) з таким же кутом конуса (45^0). В результаті на хвостовику голки утворюється горизонтальний кільцевий уступ із зовнішнім і внутрішнім діаметрами 3,2 і 3,1 мм.

Література

1. Голубков Л.Н. Расчетное исследование способов повышения давления впрыскивания топлива в дизелях / Л.Н.Голубков// Автомобильные и тракторные двигатели внутреннего сгорания: Сб. науч. праць МАДИ. М.: Вид-во МАДИ, 1986р. с.71-76.
2. Горбунов В.В., Токсичность двигателей внутреннего сгорания / В.В. Горбунов, Н.Н.Патрахальцев // М.: Вид-во РУДН, 1998. 216 с.
3. Двигатели внутреннего сгорания: Системы поршневых и комбинированных двигателей: Підручник для ВНЗ / С.И. Ефимов, Н.А. Иващенко, В.И. Ивин та ін. Під ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. М.: Машинобудування, 1985. 456 с.
4. Иващенко Н.А., Моделирование процессов топливоподачи и проектирование топливной аппаратуры дизелей./ Н.А.Иващенко, В.А.Вагнер, Л.В.Грехов // Барнаул - М.: Вид-во АлтГТУ ім. И.И. Ползунова, 2002. 166 с.
5. Кутовой В.А. Впрыск топлива в дизелях./В.А.Кутовой// М.: Машиностроение, 1981. 119 с.
6. Топливные системы и экономичность дизелей / И.В. Астахов, Л.Н. Голубков, В.И. Трусов та ін. М.: Машинобудування, 1990. 288 с.
7. ANSYS CFX, Release 12.1, HELP & Tutorials. Canonsburg (USA): Inc. Release Notes, 2009. 58 p.
8. Vanegas A., Won H., Peters N. Influence of the Nozzle Spray Angle on Pollutant Formation and Combustion Efficiency for a PCCI Diesel Engine // SAE Technical Papers Series. 2009. № 2009-01-1445. P. 1-10

УДК 621

С.В. Богданюк, В.А. Сичук канд. техн. наук
Луцький національний університет, Україна

ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБУ НА ВЕРСТАТІ З ЧПУ ЗА ДОПОМОГОЮ CAD/CAM ПРОГРАМ

S.V. Bohdaniuk, V.A. Sychuk, Ph.D., Assoc. Prof.

MANUFACTURE OF A PRODUCT ON CNC-MACHIN USING CAD/CAM SOFTWARE

За допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, для прикладу такого як ArtCAM, можна легко створити 3D модель з будь-якої фотографії чи зображення, навіть з невеликим розширенням, а отже достатньо лише сфотографувати виріб.

Так як верстати з числовим програмним управлінням програмуються в зв'язці «CAD - CAM» програм, то технологічний процес обробки дерев'яної заготовки на фрезерному верстаті з ЧПУ від проекту (малюнка виробу або креслення) до виготовлення готової деталі умовно складається з трьох етапів:

1 ЕТАП – СТВОРЕННЯ 3D МОДЕЛІ МАЙБУТНЬОГО ВИРОБУ(рис.1.а)

2 ЕТАП – Створення керуючих програм для фрезерного верстата з ЧПУ(рис.1.б)

3 ЕТАП – БЕЗПОСЕРЕДНЬО ПРОЦЕС ФРЕЗЕРУВАННЯ НА ВЕРСТАТІ З ЧПУ(рис.1.в)

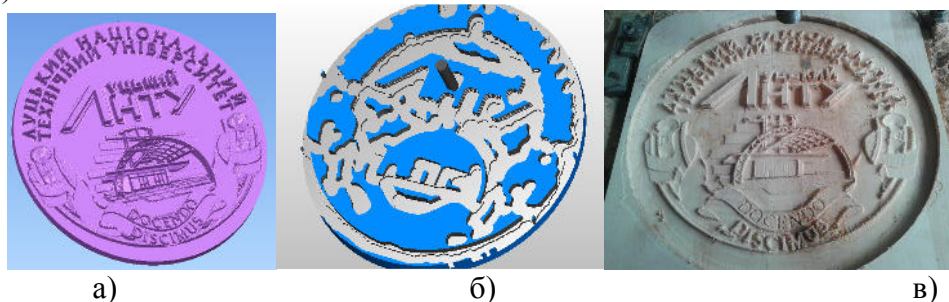


Рис.1. а - Редагування та «згладжування» 3D моделі гербу в програмі PowerSHAPE 2011; б - Імітація процесу оброблення гербу в програмі FeatureCAM; в- виготовлений фрезеруванням на дереві рельєф

За допомогою програмного забезпечення фірми DelCAM plc можна без особливих зусиль моделювати та безпосередньо виготовляти рельєфні тривимірні моделі виробів маючи в своєму розпорядженні лише прості навіть не дуже якісні зображення даних виробів.

1. Справочник технолога - машиностроителя, том 1, 2 / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, 1986 г.
2. Кошкин В.Л. Аппаратные системы числового программного управления. - М.: Машиностроение, 1989. - 248 с. - ил.
3. Р.І. Гжіров, П.П. Серебреніцькій. Програмування обробки на верстатах з ЧПК. Довідник, - Л.: Машинобудування, 1990. - 592 с.

УДК 621. 922

Т.Є. Божко канд. техн. наук, доц., Д.М. Щурук
Луцький національний технічний університет, Україна

**ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ НА ЯКІСТЬ
ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ПРИ ШЛІФУВАННІ ПОРИСТОГО МАТЕРІАЛУ**

T.Y. Bozhko Ph.D., Assoc. Prof., D.M. Suruc

**INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF QUALITY OF
SURFACE LAYER IN GRINDING POROUS MATERIAL**

В сучасному машинобудуванні широке застосування знайшли спечені матеріали з різноманітною пористістю. Специфічною особливістю даних матеріалів є наявність пор, що можуть слугувати мікроконцентраторами напруг, що виникають в процесі різання під дією інструменту. З іншого боку, пори, в залежності від розмірів, характеру і частоти розташування, викликають мікроудари інструменту. У спечених порошкових матеріалів, навіть м'які режими обробки при шліфуванні приводять до утворення мікротріщин на поверхні, які зменшують її механічну міцність. На мікрорельєф поверхневого шару, поряд з пористістю й розмірами спеченого порошку значний вплив мають подача, глибина різання та пористість оброблюваної деталі.

Експерименти проводились на зразках із порошків заліза марки ПЖР-3. Для дослідів використовувались зразки пористістю 24%, 28% та 32%, які виготовлялись методом гідростатичного формування та спікалися при температурі 1050С⁰ в захисному середовищі. Шліфування зразків проводилося без охолодження на універсальному плоскошліфувальному верстаті марки ЗГ71. Застосовувався шліфувальний круг марки 24А20СМ2К. Заміри шорсткості поверхні проводилась на приладі "Surtronic"(Taylor-Hobson, Англія), шорсткість контролювалась по параметру Ra на базовій довжині 0,8 мм.

Як показали дослідження, глибина різання не суттєво впливає на шорсткість поверхні. При збільшенні пористості оброблюваного матеріалу, збільшується висота мікронерівностей оброблюваної поверхні.

Експериментальні дані свідчать, що при зміні подачі з 0,1 мм/хід до 0,3 мм/хід шорсткість оброблюваної поверхні зростає, потім вона різко падає, а при збільшенні подачі до 0,5 мм/хід знову зростає. Це можна пояснити особливостями процесу, що проходить в зоні різання. При невеликих подачах проходить налипання оброблюваного матеріалу на зерна шліфувального круга, що призводить до підвищення мікронерівностей, а при високих подачах збільшується знос ріжучого інструменту, що також призводить до збільшення шорсткості поверхні. Аналіз отриманих даних показав, що найменша шорсткість поверхні при різній пористості спостерігається при S=0,4 мм/хід. Процес шліфування пористого матеріалу супроводжується утворенням мікротріщень на оброблюваній поверхні. Процес тріщиноутворення залежить, в першу чергу, від інтенсивності режимів різання. При подачах в межах 0,1-0,4 мм/хід утворення мікротріщин не спостерігалось при будь якій пористості зразків. Зростання подачі до S=0,5мм/хід у деталях з високою пористістю призводить до утворення мікротріщин.

Таким чином, при формуванні поверхневого шару спеченого заліза під час шліфування слід враховувати характеристики круга, режими обробки і фізико-механічні властивості оброблюваного матеріалу. Навіть м'які режими обробки можуть призводити до утворення мікротріщин на поверхні виробу, які зменшують її механічну міцність.

УДК 531.374

С.А. Бондарук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СВЕРДЛІННЯ СТУПІНЧАСТИХ ОТВОРІВ

S.A. Bondaryk

RESEARCH TECHNOLOGIES DRILLING STEPPED HOLES

За останні десятиліття найбільш значні зміни в технології оброблення отворів пов'язані з вдосконаленням конструкцій осьових різальних інструментів і, в першу чергу, конструкцій сверدل. Зокрема широко використовуються свердла спеціальної конструкції для обробки ступінчастих отворів. Класична технологія обробки ступінчастого отвору передбачає спочатку свердління отвору більшого діаметру, а згодом меншого. Тобто для кожного переходу використовується окремий інструмент, що призводить до збільшення машинного часу на обробку у зв'язку із великою кількістю інструменту в залежності від конфігурації оброблюваного ступінчастого отвору. Цього недоліку позбавлені ступінчасті свердла, які дозволяють проводити обробку складних багатоступеневих отворів за один прохід. Провідні розробники, а саме Sandvik Coromant (Швеція) займаються розробкою та серійно випускають такий інструмент (рис.1). Таким інструментом переважно обробляють отвори під кріпильні деталі, оскільки конструктивно свердло може обробляти отвори діаметром не більше $1...3D_c$, причому $D_c = 13...57$ мм. Технологія обробки передбачає обов'язково наявність змащувально-охолоджувальної рідини (ЗОР) в зоні обробки.

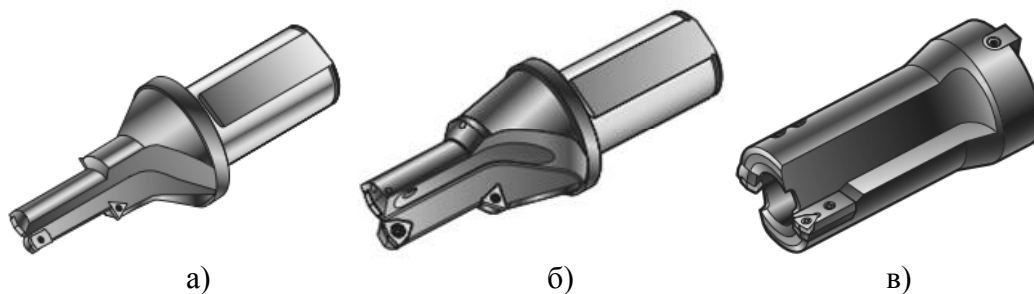


Рис. 1. Свердла Coromant U для обробки ступінчастих отворів

Для розширення технологічних можливостей такого інструменту можна комбінувати дані конструкції (рис.1а, 1б) із виконанням конструкції трепануючого свердла (рис.1в) вище вказаного виробника. Поєднання можливостей ступінчастого інструменту та функцій свердла із порожнистим корпусом дозволить суттєво зменшити зусилля свердління, це актуально для малопотужного обладнання, якщо потужність верстата недостатня для суцільного свердління. Свердло складається з корпусу з точними посадочними поверхнями під пластини і самих твердосплавних пластин, що закріплюються в корпусі за допомогою гвинтів.

Сучасні ступінчасті свердла із змінними пластинами у порівняно зі свердлами з механічним кріпленням пластин попередніх поколінь, свердлами з напаяним твердим сплавом і спіральними свердлами зі швидкорізальної сталі мають наступні переваги: скорочення часу обробки, зниження собівартості обробки і скорочення часу простою обладнання, повне використання можливостей інструменту, простота і зручність у використанні, зниження номенклатури інструменту, скорочення енерговитрат.

Література

1. <http://www.sandvik.coromant.com>

УДК 631.3.001.2

І.М. Бортник, М.Я. Сташків канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ВИСОКОЇ НАПРУГИ В ХІМІЧНОМУ ЗАХИСТІ РОСЛИН

I.M. Bortnyk, M.Y. Stashkiv Ph.D., Assoc. Prof.

USE OF HIGH VOLTAGE IN CHEMICAL PROTECTION

У практиці хімічного захисту рослин як робочу рідину використовують розчини, суспензії та емульсії хімічних засобів із водою у якості носія. Технології та засоби їх внесення постійно вдосконалюються з метою підвищення якості та ефективності виконання технологічних процесів хімічного захисту та боротьби із шкідниками.

Найбільш перспективним на даний час є розвиток способів внесення хімічних препаратів для захисту рослин із наданням робочій рідині електричного заряду.

Електричне розпилювання досягається подрібненням струменя рідини в електричному полі високої напруги. За рахунок перерозподілу електричних зарядів поверхня струменя розтягується, з неї витягується цівка рідини, яка розривається, утворюючи дрібні краплі. Гідравлічна нестійкість струменя рідини спостерігається, коли сили електричного поля перевищують сили поверхневого натягу робочої рідини.

Крім того, електричне подрібнення струменя призводить до електризації крапель робочої рідини, в результаті чого аерозоль набуває нових властивостей, що дозволяє використовувати його більш ефективно.

Електростатичне поле має силову дію на заряджені частинки рідини. Під дією сил, зумовлених перерозподілом електричних зарядів, краплина рідини розтягується і розпадається на дрібніші частини. Умова рівноваги сил, що діють на заряджену сферичну краплину радіусом r , що знаходиться в газовому середовищі, має вигляд:

$$\frac{2\alpha}{r} - p - \frac{U^2}{8\pi \cdot r^2} = 0, \quad (1)$$

де α – коефіцієнт поверхневого натягу, Н/м; p – капілярний тиск, Па, U – напруга, В.

Коли електростатична сила, що діє на поверхні рідини, досягає критичної величини (залежить від поверхневого натягу рідини та радіуса кривизни краплини) поверхня стає нестійкою, її деформація швидко збільшується і вона розпадається на дрібні краплі. Величину заряду, при якому спостерігається гідродинамічна нестабільність краплини з поверхневим натягом $\sigma = \varepsilon_0 \cdot \alpha$, визначив Л. Реллей

$$q = \sqrt{16\pi \cdot \sigma \cdot r^3}, \quad (2)$$

З рівняння випливає, що із збільшенням радіусу краплини r та поверхневого натягу рідини σ граничний заряд краплини зростатиме.

В об'ємі уніполярно зарядженого аерозолу сили кулонівської взаємодії заряджених частин зумовлюватимуть процес електростатичного розсіювання зарядженого аерозолу, концентрація n (м^{-3}) якого описується рівнянням Фукса Н.А.:

$$\frac{dn}{dt} = -\frac{n^2 q^2}{\varepsilon_0 6\pi \eta_{\text{П}} r} \quad (3)$$

$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл²/Н·м² – електрична стала; $\eta_{\text{П}}$ - динамічна в'язкість повітря, Н с/м².

З рівняння випливає, що електростатичне розсіювання є внутрішньою властивістю аерозолу та залежить від розміру, заряду та концентрації частин аерозолу.

Залежності (1)-(3) дозволяють отримати значення напруги, необхідної для забезпечення стійкого протікання процесу надання електричного заряду краплинам робочої рідини при хімічному захисті рослин з використанням обприскувачів.

УДК 656.131

П.В. Босюк, В.М. П'ятковський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПЕРЕОБЛАДНАННЯ АВТОМОБІЛІВ
КАТЕГОРІЇ N1**

P.V. Bosiuk, V.M. Pyatkovsky

STATE AND PROSPECTS RE CARS CATEGORY N1

Автомобільний транспорт є найпоширенішим видом транспорту, який здійснює основну масу перевезень пасажирів і вантажів (табл. 1), бере участь у пасажиро- і вантажообігу.

Таблиця 1 - Перевезення пасажирів за видами транспорту, (млн. /%)

Вид транспорту	1985	1990	1995	1998	2000	2002	2003
Автомобільний	8077/91,0	8331/91,9	3483/85,5	2403/82,5	2604/83,7	3069/86,62	3297/87,1
Залізничний	695/8,0	669/7,39	577/14,1	502/17,2	499/16,0	465/13,1	477/12,6
Морський	29/0,34	26/0,29	8/-	4/-	4/-	5/0,1	6,9/0,2
Річковий	24/0,30	19/0,25	4/-	2/-	2/-	2/0,05	2,2/0,06
Авіаційний	13/0,16	15/0,17	2/-	1/-	1/-	2/0,05	2,4/0,06
Разом 100%	8838	9060	4074	2912	3110	3543	3785,5

За десять років змінилася структура рухомого складу автомобільного транспорту (табл. 2). Він збільшився на 37 %, при цьому кількість легкових автомобілів зросла на 56 %, автобусів – на 6 %, а вантажних автомобілів – зменшилася на 10 %.

Кількість легкових автомобілів віком до 5 років становить 30 %, від 5 до 10 років – 35 %, більш ніж 10 років – 35 %.

Протягом останніх років спостерігається кількісне зростання парку автомобілів в Україні за рахунок легкових автомобілів та маломісних автобусів.

Таблиця 2 - Структура автомобільного парку, (тис.од.)

Тип ДТЗ	1990	1995	1998	2000	2001	2003
Вантажні	918,985	950,9	900,255	837,498	808,612	942,609
Автобуси	132,768	136,2	141,771	140,235	143,453	175,633
Легкові	3362,697	4603,1	5127,323	5250,129	5312,615	5,579,39
Спеціальні	294,257	281,9	249,538	225,088	207,626	118,800
Разом автомобілів	4708,726	5972,014	6418,887	6452,950	6472,306	6,816,44 8,890,07
Причепи вантажні	117,090	118,874	123,482	117,404	125,277	131,046
Напівпричепи	87,100	77,570	69,996	62,434	61,781	66,458

Кількість вантажних автомобілів зменшується, кількість автобусів зростає за рахунок мікроавтобусів, а структура парку вантажних автомобілів оптимізується. За 2000-2004 рр. зменшилася частка автомобілів середньої вантажності з 44,6 % до 39 %, а кількість автомобілів малої вантажності (до 1,5 тонн) збільшилася з 15,6 до 20 %.

Також збільшилася кількість автомобілів великої вантажності. За роками випуску автобуси, яким більше 10 років, складають близько 60 %.

Як бачимо структура парку в Україні змінюється і оптимізується, відповідно збільшується кількість переобладнаних дорожніх транспортних засобів. Насамперед, це викликано тим, що номенклатура існуючої автомобільної техніки явно не задовольняє всіх потреб господарства, особливо щодо спеціалізованих і оснащених додатковим обладнанням колісних транспортних засобів (КТЗ).

Переобладнання КТЗ, шляхом заміни двигунів або силових агрегатів, не передбачених нормативно-технічною документацією на транспортний засіб, повинно відповідати правилам, нормативам і стандартам України. Не дозволяється без погодження з виробниками транспортних засобів та їхніх складових частин або іншою, спеціально уповноваженою на це Кабінетом Міністрів України організацією, переобладнання, що призводить до зміни повної маси та її розподілу по осях, розміщення центра мас, типу двигуна, його маси та потужності, колісної бази чи колісної формули, системи гальмового і кермового керування та трансмісії (ст. 32 Закону).

На рис. 1 наведено кількість зареєстрованих в Україні КТЗ, на підставі офіційних статистичних даних, та кількість звертань щодо узгодження переобладнання КТЗ (за даними бази реєстрації заяв ДП „ДержавтотрансНДІпроект”).

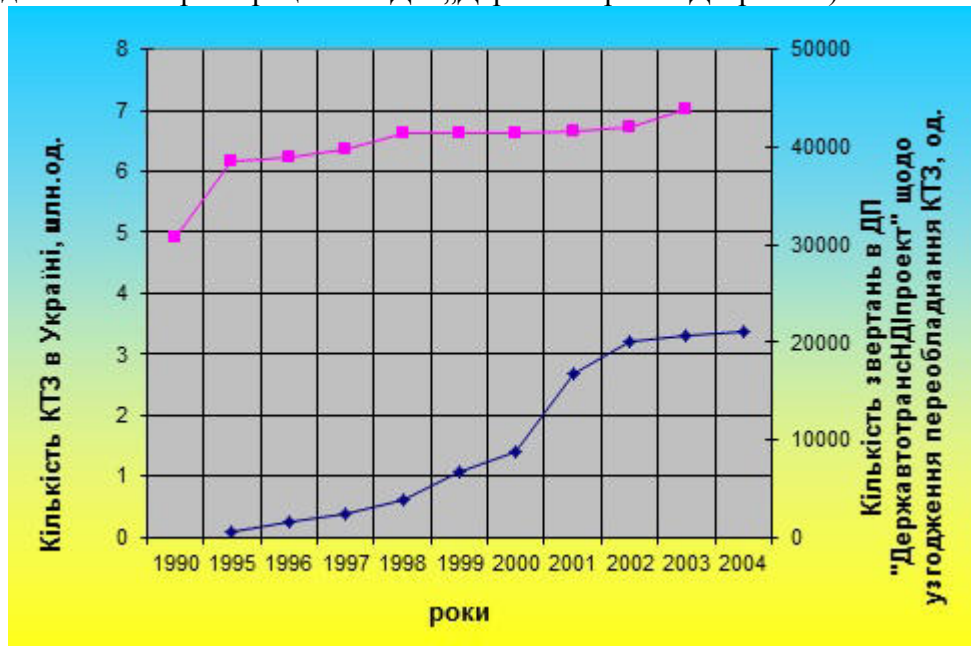


Рис. 1. Кількість КТЗ, зареєстрованих в Україні, та кількість КТЗ, що проходили погодження переобладнання в ДП „ДержавтотрансНДІпроект”

За даними, отриманими в ДП „ДержавтотрансНДІпроект” на автомобілі N1 в експлуатації встановлюють дизелі таких фірм як: Iveco, Andoria, Mercedes-Benz, Ford, Peugeot, Hyundai, VW, VM, Rover, ГАЗ та ін.). Тому актуальним є розробка методики вибору оптимальних параметрів системи „двигун-трансмісія” для автомобілів категорії N1 при переобладнанні з бензинового двигуна на дизель та розробка практичних рекомендацій щодо їх поліпшення в експлуатації.

Література

1. Савич Е.Л. Техническое обслуживание и ремонт легковых автомобилей: Учеб. пособие /Е.Л. Савич, М.М. Болбас, В.К. Ярошевич; Под общ. ред. Е.Л. Савича. – Мн.: Выш. шк., 2001. – 479 с.

УДК 666.97

С.А. Бугаевский, канд. техн. наук., доц., О.Н. Штефан

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина

ВЛИЯНИЕ ДВУХСТАДИЙНОГО ВВЕДЕНИЯ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРА НА СОХРАННОСТЬ САМОУПЛОТНЯЮЩЕЙСЯ БЕТОННОЙ СМЕСИ

S.A. Bugayevskiy, Ph.D., Assoc. Prof., O.N. Shtefan

THE EFFECT OF TWO-STAGED APPLICATION OF SUPERPLASTICIZERS FOR SECURING THE SELF-COMPACTING CONCRETE MIX

Процесс бетонирования монолитных железобетонных конструкций на строительной площадке предполагает доставку автобетоносмесителями (миксерами) бетонной смеси с завода, при этом качество возводимых конструкций на прямую зависит от сохранности, однородности и удобоукладываемости бетонной смеси (реологические свойства) при транспортировании, выгрузке и укладке.

Необходимость повышения жизнеспособности бетонной смеси определяет целесообразность использования способа «запоздалого» введения добавок («two-step mixing method»). Время сохранения удобоукладываемости можно продлить, дозируя суперпластификатор порциями. Количество порций введения суперпластификатора обычно принимается равным двум, при этом существует два подхода к дозировке: введение сверх первоначального количества суперпластификатора еще 0,2% от массы цемента после потери бетонной смесью подвижности или раздельное введение суперпластификатора во время приготовления смеси и непосредственно перед укладкой в конструкцию [1, 2].

Целью проведенных лабораторных и опытно-промышленных работ является обеспечение сохранности реологических свойств самоуплотняющегося бетона во времени. Нами поставлена задача исследования двухстадийного введения добавки суперпластификатора на реологические свойства самоуплотняющегося бетона. Исследования проводились в лаборатории участка железобетонных изделий ОДО Жилстрой-2 в г. Харькове (рис. 1).



Рис. 1. Проведение испытаний самоуплотняющейся бетонной смеси: а) расплыв конуса без блокировочного кольца; б) L-образный ящик с тремя арматурными стержнями; в) V-образная воронка

В ходе лабораторных испытаний проверялась возможность отдельного введения добавки суперпластификатора (СП) для обеспечения сохранности самоуплотняющейся бетонной смеси при ее доставке автобетоносмесителями с бетонного узла к месту укладки для усиления колонн реконструируемого здания по проспекту Тракторостроителей, 144 для центра административных услуг в г. Харькове (рис. 2).

При приготовлении бетонной смеси вводилось 60 и 70% добавки СП от необходимой с 88% воды затворения для обеспечения осадки конуса 20 см для обеспечения перемешивания во время перевозки. Остальная часть воды затворения (12%) и добавки СП (40 и 30% соответственно) вводились через 1,5 часа для сравнения сохранности с показателями состава, приготовленного сразу на бетонном узле (контрольный состав). Контрольный состав укладывался в форму после 1,5 часов выдержки, имитирующей доставку на строительную площадку.



Рис. 2. Бетонирование колонн из самоуплотняющегося бетона: а) второй этап введения суперпластификатора; б) бетонирование усиления нижней части колонны; в) готовые колонны после усиления

Лабораторные испытания показали, что для всех трех составов расплыв конуса составил 680 мм, способность преодолевать препятствие – 0,92, а время протекания через V-образную воронку – 4-5 сек. Максимальную прочность на сжатие в возрасте 3 и 28 суток показал состав с введением СП 60 и 40% соответственно, а минимальную – контрольный состав. При этом количество воды затворения при двухстадийном введении СП не превысило контрольного состава, а даже было меньше на 3-5%.

Полученные результаты позволили осуществить бетонирование усиления колонн 1-го этажа 5-ти этажного здания (рис. 2). При этом 40% добавки СП вместе с 12% воды затворения вводились непосредственно в автобетоносмеситель в момент его прибытия на строительную площадку с последующим перемешиванием бетонной смеси в течение 3-4 минут (рис. 2, а). Бетонирование усиления колонн 1-го этажа высотой около 10 м осуществлялось с применением опалубки в два этапа (рис. 2, б, в).

Литература

1. Kordts Stefan, Grube Horst. Steuerung der Verarbeitbarkeitseigenschaften von Selbstverdichtendem Beton als Transportbeton // Betontechnische Berichte, 2001-2003 Verein dtsh. Zemetwerke, Forschunginst. Zementing. – Dusseldorf: Bau+Techn, 2004. – p. 103-112.

2. Салих Ф., Коваль С.В. Повышение сохранности бетонной смеси при поэтапном введении добавок // Вісник ДНАБА. Сучасні будівельні матеріали, вип. 2013-1(99). – Макеевка: 2013. – С. 145-150.

УДК 658.27:63

А.А. Бугера

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Бережанський агротехнічний інститут, Україна

ОБҐРУНТУВАННЯ ДО ПОБУДОВИ ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ ПОСІВНОГО АГРЕГАТУ

A.A. Bugera

JUSTIFICATION FOR CONSTRUCTION SCHEMATIC DIAGRAM SOWING UNITS

Посівний агрегат призначений для поверхневого обробітку ґрунту з одночасним внесенням мінеральних добрив, висівом насіння і прикочуванням його.

Посівний агрегат входить в комплекс машин для рослинництва, а технічне вирощування сіяних трав переважно однорічних, на корм і насіння.

Розробляється посівний агрегат взамін ґрунтообробних машин з активними робочими органами, машин для висіву гранульованих мінеральних добрив та насіння трав у весняно-осінній період.

Комбінація поверхневого обробітку ґрунту, висіву добрив та насіння з прикочуванням дозволить проводити посів трав на зораних ґрунтах при високій рівномірності розподілу мінеральних добрив і насіння трав по площі поля.

Схема є основою для розробки інших конструктивних документів, вивчення принципу роботи агрегату, налагодження його, проведення контролю і ремонту. Посівний агрегат насіння трав виконаний із використанням вузлів і механізмів ряду машин: ґрунтообробних, машин для висіву добрив і насіння трав, а також котків. Дана схема відповідає певному загальному коефіцієнту уніфікації. Крім того у посівному агрегаті передбачено ряд стандартних вузлів і деталей.

До основних складових одиниць посівного агрегату необхідно віднести фрезу – активний робочий орган, висівний апарат мінеральних добрив, висівний апарат для насіння трав, дві рами, коток, кардан, кожух та деякі інші складові частини.

Переведення посівного агрегату із транспортного положення в робоче і навпаки здійснюється з допомогою силового гідро циліндра трактора.

Посівний агрегат гідрофікований, керування проводиться трактористом-машиністом з місця керування трактором.

Тракторист контролює хід виконання технологічного процесу.

Розміщення і конструкція вузлів і механізмів забезпечує зручний догляд за ними, безпеку при монтажі, експлуатації та ремонті.

Рухомі обертаючі частини посівного агрегату вмонтовані в конструкцію або захищені кожухами безпеки для обслуговуючого персоналу.

Огородження небезпечних зон, які підлягають огляду на протязі зміни легко відкриваються або знімаються.

Важкі вузли і деталі масою більше 20 кг., мають пристрої для завантаження при монтажі, та в інших необхідних випадках їх підйому.

Конструкцією передбачено фіксацію рами у транспортному положенні відносно рухомої за допомогою фіксаторів для зменшення габаритів у транспортному положенні.

УДК 621.914,7:621.833

П.Д.Кривий, канд.техн.наук, доц. В.В.Крупа, канд.техн.наук, А.О.Бутрин
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ФІНІШНЕ ОБРОБЛЕННЯ ПОВЕРХНЕВИМ ПЛАСТИЧНИМ
ДЕФОРМУВАННЯМ ЕВОЛЬВЕНТНИХ ПОВЕРХОНЬ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС З
ФОРМУВАННЯМ РЕГУЛЯРНОГО МІКРОРЕЛЬЄФУ**

P.D.Kryvyy Ph.D., Assoc. Prof., V.V.Krupa, Ph.D., A.O.Butryn
**FINISHING TREATMENT OF THE INVOLUTE SURFACES OF THE DIRECT
GEAR WHEELS BY THE SURFACES PLASTIC DEFORMATION FORMING
REGULAR MICRO-PROJECTION**

Проаналізовано використання фінішних викінчувальних методів оброблення циліндричних зубчастих коліс шляхом зняття стружки, зокрема шевінгуванням і шліфуванням [2, 3]. Відзначено, що створений таким чином рельєф робочих поверхонь зубчастого колеса має незначну мастильну місткість.

Розглянуто існуючі методи поверхневого пластичного зміцнення робочих поверхонь циліндричних прямозубих коліс [1, 4]. Метод деформаційного зміцнення зубчастих коліс [1] побудований на принципі обкатки при взаємодії трьох рівномірно розміщених по ділільному колу деформуючих інструментів, виконаних у вигляді шестерень. При цьому за рахунок пластичного деформування і ковзання на робочих поверхнях створюється зміцнений шар. Метод формування регулярного мікрорельєфу, поданий у [4], має основний недолік, який полягає у спотворенні евольвенти і неможливості забезпечення заданих параметрів сформованого регулярного мікрорельєфу, особливо шорсткості.

Запропонований авторами метод не має вищезгаданих недоліків і суть його у наступному. Інструментом, який формує регулярний мікрорельєф, наприклад, з паралельними канавками, служить прямозубий шевер, спряжений з оброблюваним циліндричним прямозубим зубчастим колесом. При цьому відтворюють зубчасте зачеплення, при якому інструменту – шеверу – надають обертового і зворотно-поступального руху із заданою частотою й амплітудою. Оброблюване зубчасте колесо навантажують відповідним моментом опору. За один повний оберт колеса на його робочих поверхнях з одного боку буде сформований регулярний мікрорельєф. Здійснивши реверс, отримують регулярний мікрорельєф на всіх робочих евольвентних поверхнях колеса.

Отримані залежності для визначення площі евольвентної поверхні зуба колеса і відносної площі віброобкочування.

Література

1. О деформационном поверхностном упрочнении зубчатых колес/В.В.Орлов, Д.Л.Юдин, А.П.Петраков и др. // Вестник машиностроения, 1979, №1. – С.171.
2. Технология машиностроения (специальная часть). 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1973. – 448 с.
3. Харлампиев И.С. Обкатывающее протягивание зубчатых колес/ И.С.Харлампиев (Пер. с болгарского В.А.Дмитриева). – М.: Машиностроение, 1981. – 211 с.
4. Шнейдер Ю.Г. Эксплуатационные свойства деталей с регулярным микрорельефом// Ю.Г.Шнейдер. – М.: Машиностроение, 1982. – 248 с.

УДК 621.855

С.П. Бутрин

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

ІМОВІРНІСНИЙ ХАРАКТЕР КОЕФІЦІЄНТА РЯДНОСТІ БАГАТОКОНТУРНИХ ПАРАЛЕЛЬНО-РЯДНИХ ЛАНЦЮГОВИХ ПЕРЕДАЧ

S.P. Butryn

PROBABILITY NATURE OF THE MULTI-GROVE PARALLEL-ROW CHAIN GEARS ROW COEFFICIENT

Аналізом [2,3,5,7] встановлено, що в результаті нерівномірності навантаження рядів багаторядних і багатоконтурних паралельно-рядових ланцюгів передач несучу здатність шарнірів приводних роликів і втулкових ланцюгів рекомендовано визначати за формулою:

$$F = [p] \cdot A \cdot \frac{K_m}{K_g}, \quad (1)$$

де $[p]$ – допустимий базовий тиск у шарнірі, A – площа опорної поверхні шарніра, K_m – коефіцієнт рядності, K_g – коефіцієнт, що враховує динамічний характер режиму експлуатації.

Відзначено, що на даний час K_m подають у залежності від кількості рядів m , як детерміновану величину, не враховуючи при цьому таких факторів: стохастичного характеру контактних кроків ланцюга, точності контактних кроків і регламентованих стандартами довжин відрізків; жорсткості самих приводних ланцюгів і стохастичності довжин робочих віток.

Показано, що у наукових роботах [3] здійснена спроба несучу здатність шарнірів приводних роликів ланцюгів подавати у імовірнісному аспекті з врахуванням стохастичності величини K_m . Проте у цих роботах розглянуті часткові випадки і на даний час відсутні теоретичні дослідження імовірнісного характеру коефіцієнта рядності багатоконтурних паралельно рядних ланцюгових передач, наприклад 4-и контурної передачі поданої на рис. 1. Тому розв'язання поданої задачі є безперечно актуальним.

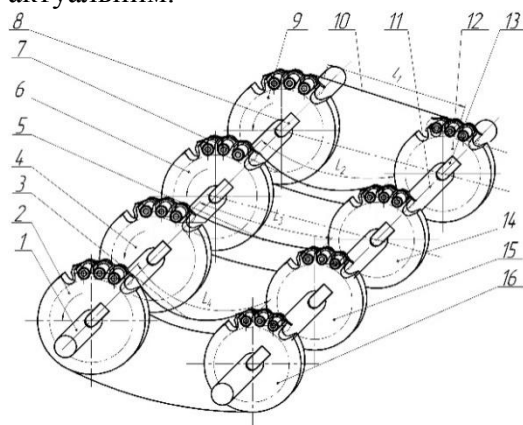


Рис. 1. Схема чотирьоконтурної ланцюгової передачі:

1- ведучий вал, 2, 4, 6-9 – ведучі зірочки, 3,5,7,10 – робочі вітки відповідних контурів передачі, 8 і 13 відповідно шпонки на ведучому 1 і веденому 11 валах, 13,14,15 і 16 – ведені зірочки

Запропоновано, врахувавши [3], коефіцієнт K_m для конкретної передачі поданої на рис.1 визначені із залежності

$$K_m = 4 - \frac{(F_2 - F_1) + (F_3 - F_2) + (F_4 - F_3) + |F_1 - F_3| + |F_1 - F_4| + |F_3 - F_4|}{F_1 + F_2 + F_3 + F_4} \quad (2)$$

де F_1, F_3, F_4 – зусилля, які передаються відповідно першою, третьою і четвертою робочими вітками, величини випадкові з нормальним законом розподілу їх довжин з однаковими характеристиками, тобто щільності розподілу цих величин, середні значення (математичні сподівання) і дисперсії відповідно дорівнюють

$$g(F_1) \sim g(F_3) \sim g(F_4); \overline{F_1} \approx M(F_1) = \overline{F_3} \approx M(F_3) = \overline{F_4} \approx M(F_4);$$

$$D(F_1) = D(F_3) = D(F_4),$$

де F_2 – миттєве зусилля, що передається другою, в даний момент, найкоротшою віткою і визначається за формулою (1)

Визначено щільності, математичні сподівання і дисперсії для випадкової величини $|Z| = |X_i - Y_i|$, де $X = F_1, F_3, Y = F_3, F_4$ для випадку $X \sim N(a, \sigma)$ і $Y \sim N(a, \sigma)$

$$\text{відповідно} \quad g(|z|) = \exp(-z^2/4\sigma^2)/\sqrt{\pi} \cdot \sigma; \quad M(|Z|) = 2\sigma/\sqrt{\pi};$$

$D(|Z|) = \sigma^2(2 - 4/\pi) \approx 0,726\sigma^2$. Здійснивши композицію нормальних законів випадкових величин F_1, F_3, F_4 , знайдено характеристики їх розподілу і визначено композицію закону розподілу величин $(F_2 - F_1) + (F_2 - F_3) + (F_2 - F_4)$

У підсумку знайдено щільність розподілу $g(Z_0)$ величини Z_0 і частки випадкових величин X_0 і Y_0 , де X_0 – випадкова величина чисельника, а Y_0 – випадкова величина знаменника у формулі (2), тобто $Z_0 = \frac{X_0}{Y_0}$ у вигляді

$$g(Z_0) = g\left(\frac{X_0}{Y_0}\right) = \frac{\sigma_{X_0} \cdot \sigma_{Y_0}}{\pi(\sigma_{Y_0}^2 \cdot X_0^2 \cdot \sigma_{X_0}^2)} e^{-\frac{\sigma_{X_0}^2 \cdot \sigma_{Y_0}^2 + \sigma_{Y_0}^2 \cdot X_0^2}{2\sigma_{X_0}^2 \cdot \sigma_{Y_0}^2}} \quad (3)$$

Знайшовши квантиль, що відповідає рівню ризику 0,05 і підставивши його у формулу (1) отримають величину K_m , яке дасть значення загального зусилля, а при заданій швидкості робочих віток і потужності, що передається чотирма робочими вітками передачі, за якими і вибирають типорозмір конкретного приводного ланцюга

Література

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей /Е.С. Вентцель.- М. «НАУКА», 1969.- 576с.
2. Дубиняк С.А. Рядная разнормерность и нагрузочная способность двухрядовых цепей с ориентированными втулками /С.А. Дубиняк, П.Д. Кривий, А.В. Куцевич // Вестник машиностроения, 1984. - №10. - с. 14-16.
3. Кривий П.Д. Работоспособность приводных роликовых и втулковых цепей с ориентированными свертными втулками/ П.Д. Кривий// канд. Дис. Львов: ЛПУ, 1990г.
4. Раскин Р.М. Цепные передачи буровых установок/ Р.М. Раскин, В.С. Кронгауз, Ю.Б. Кин.- М.: Надра, 1972. – 168с.
5. Решетов Д.Н. Детали машин/ Д.Н. Решетов.- М. Машиностроение 1979 – 655 с.
6. Хавасова Н.И. Исследование неравномерности нагружения многорядной цепной передачи и некоторые пути ее уменьшения/ Н.И. Хавасова// канд. десерт. – М.:Институт нефти и газа им. Губкина, 1973г.

Доцільність складання цих залежностей пояснюється необхідністю з'ясування впливу тих чи інших факторів на процес копання. Задаючись кутовою швидкістю ковша ω_K відносно точки кріплення ковша O_K до рукояті, значення якої приймається постійним з існуючих рекомендацій, виведемо аналітичну функціональну залежність ходу штока гідроциліндра, грунтуючись на параметрах розрахункової схеми, представленій на рисунку 1.

$$x_k = \sqrt{k^2 + a^2 - 2ak\cos\gamma} - a + k, \quad (1)$$

де k – відстань між шарніром повороту ковша O_K і шарніром кріплення штока гідроциліндра В до задньої стінки ковша; a – відстань між шарніром повороту ковша O_K і шарніром кріплення гідроциліндра А до рукояті 2; γ – кут повороту ковша відносно точки O_K .

Взявши частинну похідну, отримуємо формули швидкості та прискорення штока. Фізичний інтерес являють собою залежності $a^T_k = f(\gamma)$ та $a^T_k = f(a)$, так як саме у процесі роботи машини виникають прискорення, які неминучі через фактичну нерівномірність проведення копання. Побудуємо відповідні графіки залежностей (рис. 2), які дозволяють простежити характер зміни тангенціального прискорення кінця штока гідроциліндра в процесі роботи ковша від геометричних параметрів обладнання.

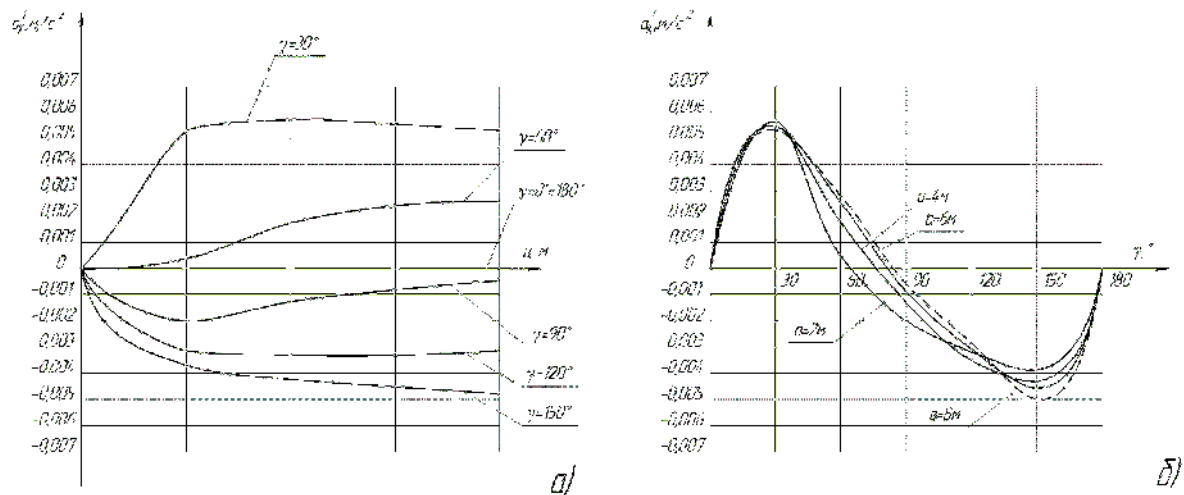


Рис. 2. Графіки залежностей: а – $a_k^T = f(a)$; б – $a_k^T = f(\gamma)$

Амплітудна мінливість і знакозмінний характер зміни цієї величини дозволяє судити про наявність додаткових навантажень, діючих на обладнання.

Проаналізувавши кінематику в процесі копання, можна зробити висновок, що дані кінематичних характеристик залежать від кута повороту ковша та від місця кріплення гідроциліндрів до ковша і рукояті, але не від силових характеристик процесу.

УДК 624.014

О.П. Ваврик, І.В. Василик, І.В. Олійник, Л.А. Петровський, К.Л. Сандуляк, І.М. Підгурський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ПРОЕКТУВАННЯ ЛЕГКИХ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

O.P. Vavryk, I.V. Vasylyk, I.V. Oliynik, L.A. Petrovskyi, K.L. Sanduliak, I.M. Pidgurskyi

INNOVATIVE DESIGN METHODS FOR LIGHT METAL STRUCTURES

Будівельний сектор економіки є одним з найбільших споживачів металопрокату у світі та в Україні. Головною характеристикою сталевих конструкцій є високе співвідношення міцності до ваги, що дозволяє створювати великопрольотні споруди з мінімальними затратами, що в свою чергу, робить їх ефективними та привабливими [1].

Важливим напрямком розвитку металевих конструкцій на сучасному етапі є створення легких металевих конструкцій, високоефективні рішення яких забезпечують суттєве зменшення металоємності виробів, їх пристосованість для високомеханізованого поточного виготовлення, комплектного постачання і блокових методів монтажу.

Основні принципи проектування легких металевих конструкцій є наступні [2]:

- забезпечення мінімальної енергоємності будови;
- технологічності виготовлення конструкцій;
- тонкостінності і використання ефективних типів перерізів;
- концентрації матеріалу;
- оптимальності та раціональності конструктивних рішень легких металевих конструкцій;
- об'єднання огорожувальних та несучих функцій;
- мобільності конструкцій;
- врахування просторової роботи конструкції.

На теперішній час розглядають два види легких конструкцій виробничих будівель [2, 3]. Перший вид – каркаси будівель з традиційними параметрами (прольоти 12...30 м, крок колон 6, 12 м), в деяких випадках можливе застосування підвісного вантажопідйомного обладнання, другий вид – каркаси з прольотами 18...36 м. Каркаси першого виду застосовують в будівлях різних галузей промисловості, особливо легкої, харчової, легкого машинобудування, при спорудженні складів, стоянок, павільйонів, спортивно-оздоровчих споруд та інших. Каркаси другого виду використовують в будівлях де передбачені мостові крани, підвісне вантажопідйомне обладнання, в складальних, зварювальних та інших цехах легкого та середнього машинобудування.

Полегшення конструкцій, зниження маси металу досягається наступними методами [3, 4] :

- використанням сталі підвищеної і високої міцності (забезпечує до 60-80% економії металу);
- застосуванням найбільш ефективних видів прокату і гнутозварних профілів з максимальною тонкостінністю, а також оптимізація основних параметрів конструкції і її окремих параметрів на базі сучасних математичних методів і застосування пакетів прикладних програм. Так, полегшення балок досягається за рахунок зменшення товщини стінки у результаті врахування закритичної стадії роботи, підвищення її

місцевої стійкості шляхом гофрування стінки або виготовлення балок з отворами в стінці (перфоровані стінки).

Зниження металоємності ферм здійснюється, в основному, за рахунок відмови від значної частини фасонки в її конструкції. Використання одиничних кутників, таврів, двотаврів з паралельними гранями полиць забезпечують зниження трудовитрат на виготовлення ферм у порівнянні з традиційними конструкціями стержнів з парних кутників і фасонки (рис. 1). Застосування замкнутих перерізів – круглих і прямокутних труб – забезпечує додаткову економію металу і ефективніше використання сталей підвищеної і високої міцності в стиснутих і стиснуто-згинальних стержнях.

Ефективність перерізів стержнів ферм і колон оцінюється відносними показниками, що залежить від форми (радіус інерції) і площі перерізу (див. рис.). Залежності представлені на рисунку свідчать про явну перевагу круглих і прямокутних труб у порівнянні з гарячекатаними перерізами [4].

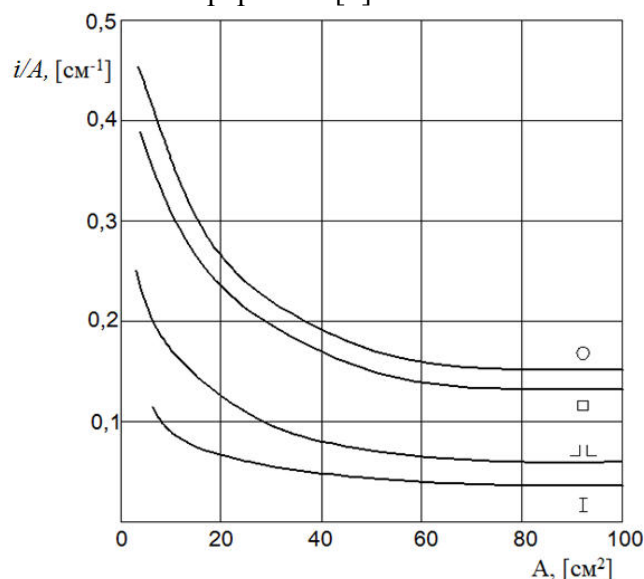


Рис. 1. Порівняння геометричних характеристик замкнутих гнutoзварних профілів (круглих, прямокутних) з гарячекатаними (спарені кутники, двотавр)

Подальше удосконалення ферм іде по шляху їх максимального пристосування для потокового механізованого і автоматизованого виготовлення, особливо для автоматичного зварювання, використання при монтажі фланцевих з'єднань, пристосування ферм для блокового монтажу.

Впровадження у практику будівництва вказаних методів, а також їх застосування у курсовому проектуванні, засвідчило суттєве зниження витрат металу.

Література

1. Лоусон М. Стальные конструкции в архитектуре / Лоусон М., Билык А. – К.: Украинский центр стального строительства, 2015. – 135с.
2. Нілов О.О. Металеві конструкції: загальний курс; підручник для вищих навчальних закладів. – видання 2-е, перероблене і доповнене / під загальною редакцією О.О. Нілова, О.В. Шимановського., Пермяков В.О., Білик С.І., Лаврінченко Л.І, Белов І.Д., Володимирський В.О. – К.: Видавництво «Сталь», 2010. – 869 с.
3. В. В. Бирюлёв Проектирование металлических конструкций / Спецкурс / В. В. Бирюлёв, Н. И. Кошин, Н. И. Крылов, А. В. Сильвестров. – К.: Стройиздат, 1990. – 432с.
4. J.Bródki Konstrukcje stalowe z kształowników zamkniętych / Pod. red. J.Bródki, A. Kozłowskiego – Polska, PWT, 2016. – tom 1.– 342s.

УДК 534.142-621.034

А. П. Васько

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

НОВІ МАТЕРІАЛИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ДАТЧИКІВ У ФІЗИОТЕРАПЕВТИЧНІЙ АПАРАТУРІ

A.P. Vas`ko

NEW MATERIALS AND TECHNOLOGIES OF ULTRASOUND SENSORS IN THE PHYSIOTHERAPEUTIC DEVICES

Розвиток фізіотерапевтичної апаратури відкриває нові можливості в області лікування ультразвуком (УЗ), який мінімізує небажані шкідливі впливи на організм людини. Та головним чинником ефективності проведення процедури є забезпечення відповідних параметрів УЗ, визначення та впровадження яких являється важливою задачею сучасних технологій [1]. Тому метою даної роботи є оцінка нового матеріалу (однорідних, синхронно вирощених кристалів) ультразвукових датчиків.

В роботі досліджено вдосконалену технологію в створенні п'єзоелектричних датчиків, яка, на відмінну від традиційної технології, що використовує декілька сотень дрібних п'єзокристалів, які працюють в однаковому режимі, полягає у використанні однорідної п'єзокераміки. Чисті кристали володіють майже ідеальною однорідністю, завдяки чому забезпечується широкий діапазон частоти роботи датчиків і в два рази більша їх ефективність у порівнянні з датчиками на основі традиційних матеріалів [2].

Завдяки даній технології створюється високо однорідна акустична плоска хвиля із заданими параметрами, що дозволяє вирішити проблему значного розсіювання ультразвукових променів у біологічному середовищі, забезпечуючи значну глибину проникнення [3], а отже й розширення можливостей фізіотерапевтичних процедур.

В попередніх наших роботах проведено аналіз та дослідження оцінки інтенсивності ультразвукових коливань при фізіотерапії, тому для оцінки наведеної акустичної хвилі скористаємось отриманою математичною залежністю:

$$I = \frac{1}{2} \rho c \omega^2 h^2, \quad (1)$$

де I – інтенсивність УЗ, ρ – густина середовища, c – швидкість звуку, ω – кутова частота, h – висота коливань в зоні контакту "випромінювач – шкіра".

Висновки. Проведено аналіз нової технології в створенні п'єзоелектричних датчиків та визначено суттєві переваги застосування однорідної п'єзокераміки в порівнянні з використанням традиційних матеріалів. Запропоновано для оцінки інтенсивності плоскої акустичної хвилі визначати математичною залежністю (1).

Література

1. Терещенко М.Ф. Дослідження параметрів впливу ультразвукового сигналу на біологічні структури / Терещенко М.Ф., Кирилова А.В. // Вісник НТУУ «КПІ». Сер. Приладобудування.-2011.-№41.-С. 152-161.
2. Терещенко М.Ф. Оцінка впливу ультразвукового сигналу на біологічні тканини / Терещенко М.Ф., Кирилова А.В. // Вісник НТУУ «КПІ». Сер. Приладобудування.-2010.-№39.-С. 130-136.
3. Philips.ua [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – [Київ: ТОВ «АФС Медіцинтехнік», 2004-2016]. – Режим доступу: <http://www.philips.ua/healthcare/product/HC795200/epiq-7-ultrasound-system> (дата звернення 04.10.2016).

фУДК 621.91

М.В. Вербовецька

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРИВОДІВ ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ З ЧПК

M.V. Verbovetska

AUTOMATION OF DRIVES OF THE LATHE CNC MACHINE-TOOLS

Обробку поверхонь деталей на універсальних токарних верстатах виконують послідовно кількома інструментами, встановленими в різцетримачі і задній бабці. Підвід і відвід інструментів, переключення та інші допоміжні рухи здійснюються вручну, а одночасна обробка поверхонь потребує великих зусиль. При роботі на універсальному верстаті всі холості ходи і частину робочих переміщень інструменту виконують вручну. Токарно-револьверні верстати за рахунок наявності на них револьверної головки і супорта з кількома інструментами дозволяють багатоінструментальну одночасну обробку кількох поверхонь. Це дає можливість зменшити допоміжний час, але число ручних прийомів залишається великим. Таким чином у токарних і токарно-револьверних верстатах механізована лише подача інструмента, а решта прийомів виконуються вручну.

У сучасних токарних верстатах з числовим програмним керуванням (ЧПК) функції, що виконуються електроприводом головного руху, значно ускладнені. Крім стабілізації частоти обертання, при силових режимах різання потрібне забезпечення режимів позиціонування шпинделя при автоматичній зміні інструменту, що неминуче веде до збільшення необхідного діапазону регулювання частоти обертання.

Вимоги до електроприводів і систем керування верстатами визначаються технологією обробки, конструктивними можливостями верстата і різального інструменту. Серед основних вимог – розширення технологічних режимів обробки з використанням сучасного різального інструменту, максимальна продуктивність, найбільша точність обробки, висока чистота оброблюваної поверхні.

При обробці валів, що мають неоднорідну структуру і різні фізико-механічні властивості, виникають скачки потужності різання, які негативно впливають на якість поверхні валів і точність геометричних розмірів готових деталей.

Стабільність роботи приводу характеризується перепадом частоти обертання при зміні навантаження, напруги електричної мережі, температури тощо.

Похибки частоти обертання для головного приводу токарних верстатів повинні складати не більше: сумарна похибка - 5%; похибка при зміні навантаження - 2%; похибка при зміні напруги обертання - 2%. Коефіцієнт нерівномірності, що розраховується як відношення різниці максимальною і мінімальною миттєвих частот до середньої частоти обертання при холостому ході приводу, повинен бути не більше 0,1

Керування основними рухами верстата (переміщення супортів по осях X і Z) здійснюється від системи цифрової індикації та управління (УЦІ). Операції, пов'язані з перемиканням ступенів головного приводу, регулюванням швидкості обертання шпинделя і подач супорта, переміщення і фіксація задньої бабки, переміщення пінолі, установка і затиск заготовок та різального інструменту на супорті виконуються від органів управління, розташованих на цих складальних одиницях без урахування УЦІ, тобто ці операції не програмуються. Застосування УЦІ К-525 підвищує продуктивність роботи в режимі індикації і перенабору, а в автоматичному режимі обробки за програмою вивільняє оператора, підвищує точність обробки деталей, організовує багатOVERSTATNE обслуговування.

УДК 621.34

Д.Д. Верстюк, М.І. Цепенюк канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ПРИВІДНОГО МЕХАНІЗМУ З АСИНХРОННИМ ДВИГУНОМ

D.D. Verstyuk, M.I. Tsepenyuk Ph.D., Assoc. Prof.

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF DRIVE MECHANISM DYNAMICS WITH ASYNCHRONIC ENGINE

Привідні механізми, обладнані асинхронними двигунами, найбільш широко застосовуються в народному господарстві, так як є прості за конструкцією і мають достатньо високі техніко-економічні показники.

Теоретичні дослідження динаміки механізмів з асинхронними двигунами проводяться, як правило, з врахуванням електромагнітних перехідних процесів при деяких допущеннях, прийнятих при математичному описанні електромеханічної системи. Це приводить до похибки кінцевих результатів досліджень. Крім того, нелінійні диференціальні рівняння досліджуваних систем розв'язуються в переважаючій більшості числовими методами з використанням комп'ютерної техніки, що також впливає на точність результатів розрахунків.

У деяких теоретичних дослідженнях встановлено, що в механічній підсистемі без зазорів і розсіювання енергії при певних значеннях параметрів системи має місце явище резонансу. Резонанс проявляється також і в системах з незначними зазорами і розсіюванням енергії. Враховуючи дані результати, виникає запитання – чи має місце явище електромеханічного резонансу в реальних привідних механізмах з асинхронними двигунами, у яких є завжди розсіювання енергії, а часто і невеликі зазори. Це представляє великий практичний інтерес і тому є об'єктом даного дослідження.

Для проведення експериментальних досліджень була спроектована і виготовлена модель механізму, яка складається із асинхронного короткозамкнутого електродвигуна АО-51-4, маховика і пружної муфти із дискретно змінною жорсткістю. Пружна муфта, яка з'єднує ротор двигуна і маховик, складається із ведучої і веденої півмуфт і пружної з'єднувальної пластини. Використовуючи пластини різної товщини, можна було досліджувати динаміку при змінній жорсткості муфти.

При дослідженні перехідних процесів в однопривідному механізмі визначалися крутний момент на валу маховика і його кутова швидкість обертання. Для вимірювання крутного моменту використовувались напівпровідникові кремнієві тензодатчики, які мають підвищений коефіцієнт тензочутливості, що давало можливість на виході мостової схеми отримувати сигнали без попереднього підсилення. Це, в значній мірі, збільшило точність вимірювання крутного моменту і спростило апаратуру. Для визначення кутової швидкості обертання маховика використовувався тахогенератор постійного струму ТМГ-30П. Дослідження проводились при прямому увімкненні асинхронного електродвигуна при різних значеннях нижчої частоти пружних коливань системи. Порівнюючи результати експериментальних досліджень, встановлено загальну закономірність перебігу перехідних процесів у системі незалежно від частоти. При цьому виявлено, що при нижчій механічній частоті коливань 48,5 Гц у системі має місце резонанс, що приводить до збільшення крутного пружного моменту в 8,5 разів.

Перехідні процеси досліджуваної установки були описані диференціальними рівняннями, розв'язки яких дали можливість порівняти теоретичні і експериментальні результати досліджень.

УДК 621.446

Р.Ф. Височанський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПОДРІБНЕННЯ СТРУЖКИ ПРИ РОБОТІ НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ З ЧПК

R.F. Vysochanskiy

CHIP BREAKING IN CNC LATHES MACHINING

Надійність технологічних систем зокрема в автоматизованому виробництві в значній мірі визначається системами видалення стружки із робочої зони і технологічного обладнання. Стружка, яка утворюється при різанні не повинна бути на робочих поверхнях затискаючих елементів верстата і механізмів пристроїв для автоматичного завантаження деталей, систем контролю. Системи транспортування і збирання стружки повинні володіти високою гнучкістю, так як в умовах автоматизованого виробництва проводиться обробка деталей із різних матеріалів, які необхідно сортувати.

Визначальним являється процес утворення стружки. В умовах автоматизованого виробництва бажано отримувати елементну стружку, яка піддається збиранню і транспортуванню. В свою чергу форма стружки і її параметри визначаються оброблювальним матеріалом, матеріалом ріжучої частини інструмента і його геометричними параметрами, видом обробки, режимами і т. п.

Для отримання такої стружки застосовують різні методи:

- геометрія ріжучої частини різця, на якій зроблені виступи і виймки на передній поверхні різця, оптимальні кути різання, які забезпечують закручування і подріблення;
- програмні цикли, які використовують останнім часом на верстатах з ЧПК для подріблення стружки;
- накладні стружколоми нерегульовані та регульовані;
- екранні стружколоми;
- вібраційне різання з використанням вимушених коливань або автоколивань;
- пневмотранспортні системи.

Стружкоподрібнення за допомогою спеціально підібраної геометрії не потребує додаткових пристосувань легко виконується. Підбір геометричних параметрів в таких різцях відбувається так, щоби забезпечити при різанні закручування стружки і її напрямок на деталь, в результаті чого вона ламається. Цей спосіб найбільш розповсюджений. Розміри виймки вибираються в залежності від режимів різання і властивостей оброблюемого матеріалу. Однак використання виймок не є універсальним методом подріблення стружки, так як виймка певних розмірів може забезпечити подріблення і вивід стружки в відносно вузьких межах режимів різання. Вона знижує стійкість ріжучої кромки, ускладнює заточку інструмента. Крім цього дане рішення потребує великої кількості пластин, які мають різні конструкції і геометрію. Так фірма «Taegu Tap» випускає 27 конструкцій ріжучих пластин для токарних робіт.

Надійне і стійке подріблення стружки незалежно від умов обробки отримується в результаті примінення вібраційного різання. В цьому випадку різцеві надаються додаткові коливальні рухи в напрямку подачі, внаслідок чого міняється товщина зрізу в процесі різання і забезпечується подрібнення стружки. Дані цикли використовуються в останніх моделях верстатів з ЧПК, верстатів для свердління глибоких отворів.

УДК 621.915

Я. І. Вовчансткий

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ І КОНТРОЛЬ ПРИ ОБРОБЦІ НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ З ЧПК

Y. I. Vovchanskyi

INCREASED RELIABILITY AND CONTROL PROCESSING ON CNC MACHINES

На даний час підприємства машинобудування широко застосовують токарні верстати з ЧПК. Одним із найважливіших переваг такого обладнання є можливість його роботи без втручання операторів і наладчиків. На даний момент періоди роботи в автономному режимі недостатньо великі і значно відстають від вимог сучасного виробництва. Одним із факторів, які не дозволяють збільшити цей час є обмежені можливості існуючих систем контролю. Особливо це стосується контролю якості деталей безпосередньо в процесі обробки, яка базується на використанні інтелектуальних систем діагностики і керування. До переваг таких систем відноситься можливість короткочасно прогнозувати стан обладнання і режим підналагоджування безпосередньо в умовах цеху.

В технологічній системі під час обробки мають місце швидкопротікаючі, середньо і повільнопротікаючі процеси. Швидкопротікаючі процеси вимірюються переважно долями секунди. До них відносяться вібрації складальних одиниць, зміна сили тертя в рухомих з'єднаннях, коливання робочих навантажень і інші процеси, які впливають на взаємне розміщення інструмента і заготовки в кожен момент часу і спотворюють цикл роботи верстату.

До швидко- і середньопротікаючих процесів можна віднести зношення зальної кромки інструмента. При нормальному використанні різця, його зношення проявляється стиранням робочої поверхні. В залежності від умов різання і властивостей інструментального і оброблюваного матеріалів найбільш інтенсивно зношується передня та задня поверхня інструмента. При цьому має місце наростотворення, яке не являється стабільним і рівномірним вздовж всієї довжини різальної кромки навіть при умовах найсприятливіших для його утворення. Внаслідок сильного тертя між стружкою і наростом і тертя в зоні контакту наросту з оброблюваною поверхнею та поверхнею різання частинки наросту видаляються, як стружкою так і цими поверхнями. Втрачені об'єми наросту відновлюються за рахунок притоку нових частин металу із основної його маси.

Більшість відмов технологічних систем обумовлено відмовами різальних інструментів. Відсутність об'єктивної оперативної інформації про стан різальної частини інструменту в період його експлуатації часто викликає зниження якості обробки внаслідок його зношення або поломки. Через це досить актуальним є розробка системи діагностики і підвищення надійності функціонування всіх систем. При створенні гнучких автоматизованих виробничих систем необхідно використовувати спеціальні діагностичні пристрої, які здійснюють надійний автоматизований контроль за станом основних вузлів і процесів у верстаті в процесі обробки.

Підвищення надійності сучасних верстатів з ЧПК досягається шляхом удосконалення конструкції і застосування нових матеріалів для виготовлення відповідальних деталей і вузлів верстату. Перспективним вважається оснащення верстатів автоматичними пристроями для налагодження інструмента. Вважається доцільним оснащувати токарні верстати з ЧПК системами контролю деталей або різального інструменту і підналагодження технологічних систем.

УДК 621.941-229.3

В.Н. Волошин канд. техн. наук, доц., І.І. Грицишин, А.І. Ліщина

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВИСОКОШВИДКІСНІ ПЛУНЖЕРНІ ТОКАРНІ ПАТРОНИ З КОМПЕНСАТОРАМИ ВІДЦЕНТРОВИХ СИЛ

V.N. Voloshyn Ph.D., Assoc. Prof., I.I. Gryzyshyn, A.I. Lischyna

HIGH-SPEED PISTON LATHE CHUCKS WITH COMPENSATOR CENTRIFUGAL FORCES

Для оснащення автоматизованих токарних верстатів, що працюють з високими частотами обертання шпинделя, можна використовувати плунжерні затискні патрони (ПЗП), які мають невеликі радіальні габарити, володіють більш високим ККД в порівнянні з клиновими, і дозволяють зменшити виступ заготовки за рахунок використання частини корпусу для її розміщення. Окрім того, вони також повинні забезпечувати необхідну силу затиску в усьому діапазоні частот обертання для забезпечення утримання заготовки в процесі різання.

Причиною зниження сумарної радіальної сили затиску заготовки в процесі обробки є відцентрові сили ексцентрично розташованих відносно осі обертання патрона плунжерів із затискними елементами. Для компенсації відцентрових сил використовується ряд механізмів, серед яких найбільше розповсюдження отримали механізми, виконані у вигляді зрівноважувальних вантажів і важільної системи, завдяки їх простоті і надійності. В загальному випадку затискне зусилля, яке розвиває ПЗП в площині затиску під час обробки, визначається багатьма факторами, основними з яких є конструктивна схема патрона, тип затискних елементів (ЗЕ) та їх маса, положення центра ваги ЗЕ, жорсткість ПЗП та ін. З цієї точки зору актуальною задачею є розробка плунжерних затискних патронів з компенсаторами відцентрових сил та оцінка їх силових характеристик з метою вибору їх конструктивних параметрів.

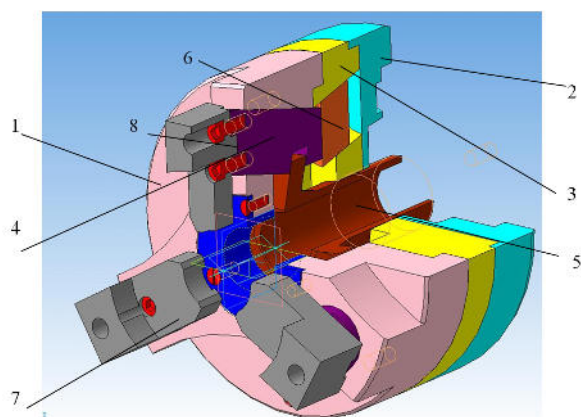


Рис.1. Плунжерний ЗП з компенсацією відцентрових сил

Розроблена конструкція ПЗП приведена на рис.1. В корпусі 1 розміщений плунжер 4, а у фланці 3 знаходиться компенсатор відцентрових сил. Він з'єднується з плунжером за допомогою Г – подібних пазів.

На основі розгляду схем силової дії на плунжер із ЗЕ виведено залежності для визначення сумарної радіальної сили затиску заготовки в статиці, в процесі обертання без компенсації відцентрових сил та в процесі обертання із компенсацією відцентрових сил. За результатами

обробки даних, отриманих в процесі моделювання із використанням математичного пакету MathCAD, побудовані динамічні силові характеристики та визначені допустимі частоти обертання ПЗП. Застосування комп'ютерного моделювання дозволило встановити вплив ряду параметрів конструктивного та експлуатаційного характеру на статичні та динамічні силові характеристики ПЗП з компенсаторами відцентрових сил та вибрати їх раціональні значення для забезпечення надійного затиску в процесі обробки.

УДК 621.941-229.3

В.Н. Волошин канд. техн. наук, доц., П.О. Кульчицький

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ПАТРОНИ ДЛЯ ЗАКРІПЛЕННЯ КІНЦЕВОГО ІНСТРУМЕНТУ СПОСОБОМ ТЕРМІЧНИХ ДЕФОРМАЦІЙ

V.N. Voloshyn Ph.D., Assoc. Prof., P.O. Kulchyzkyj

TOOLHOLDER FOR FIXING THE ULTIMATE TOOL METHODS OF THERMAL DEFORMATIONS

Прогресивним методом виготовлення ряду деталей з легких і кольорових сплавів є їх обробка на високошвидкісних верстатах з ЧПУ з великими швидкостями різання (400-3000 м/хв) кінцевими твердосплавними інструментами фрезами з циліндричними хвостовиками діаметром 3...32 мм. Для базування і закріплення цих інструментів в шпинделях верстатів застосовують спеціальний допоміжний інструмент. Через високі частот обертання (до 30 000 хв⁻¹) необхідно, щоб зібрані комплекти інструменту мали малий залишковий дисбаланс (клас точності балансування порядку G 6,3) і мінімальні габарити. Для цієї мети часто використовуються патрони із інструментальні термопатрони, що забезпечують закріплення хвостовика інструменту способом термічних деформацій.

Однак при цьому відсутні об'єктивні рекомендації щодо вибору їх конструктивних і розмірних параметрів. Тому актуальним є питання підвищення продуктивності високошвидкісної обробки на основі об'єктивного вибору і вдосконалення інструментальних термопатронів для закріплення кінцевого інструменту.

Проведено огляд існуючого допоміжного інструменту і його класифікація за способами базування і закріплення інструменту. Розглянуто способи отримання з'єднань, заснованих на деформації деталей шляхом запресовування або способом термічної деформації. Вивчено тенденції у розвитку допоміжного інструменту для базування і закріплення різального інструменту із циліндричним хвостовиком на верстатах з ЧПУ. Встановлено, що традиційні конструкції допоміжного інструменту не задовольняють ряду вимог до високошвидкісної обробки на верстатах з ЧПУ, а нові конструкції недостатньо досліджені.

На основі розрахунків термічних деформацій затискної частини інструментального патрона з встановленим в ньому циліндричним хвостовиком отримані розрахункові залежності по визначенню сил, що утримують різальний інструмент від повертання в термопатроні під дією сил різання, що гарантує задану точність і шорсткість оброблених поверхонь при високошвидкісному різанні.

Література

1. Кузнецов Ю.Н., Волошин В.Н., Фиранский В.Б., Гуменюк А.О. Инструментальные зажимные патроны: Монография/ Под ред. Кузнецова Ю.Н. – К.: ООО «ГНОЗИС», 2012. – 286 с.

2. Кузнецов Ю.М., Луців І.В., Шевченко О.В., Волошин В.Н. Технологічне оснащення для високоефективної обробки деталей на токарних верстатах: Монографія/ Упоряд. Кузнецов Ю.М.. – К.: - Тернопіль: Терно-граф, 2011. – 692 с.

3. Кузнецов Ю.Н., Драчев О.И., Луцив И.В., Шевченко А.В., Волошин В.Н. Зажимные механизмы и технологическая оснастка для высокоэффективной токарной обработки: Монография. – Старый Оскол: ТНТ, 2014. – 480 с.

УДК 681.2.002: 658.512.4:004

О.В. Волошко, С.П. Вислоух канд. техн. наук, доц.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», Україна

**ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ
ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА**

O.V. Voloshko, S.P. Vysloukh Ph.D., Assoc. Prof.

**INCREASING OF SOLVING QUALITY FOR TECHNOLOGICAL PREPARATION
OF PRODUCTION**

Для сучасної технології приладо- та машинобудування характерне використання величезних інформаційних масивів і значного числа складових елементів та параметрів. Тому при дослідженні таких багатопараметричних систем виникає необхідність виключити деякі з параметрів, а також деякі функції з математичної моделі, зберігши при цьому їх інформативність. Одним з найпоширеніших видів представлення даних про систему є матриця, рядки якої відповідають окремим об'єктам системи (для технологічної системи це виріб, деталь, технологічний маршрут, режими обробки тощо), що описуються набором конкретних значень параметрів, а стовпцями – значення відповідних параметрів цих об'єктів. На практиці розміри розглянутих матриць можуть бути досить великими. Безпосередній, візуальний аналіз таких матриць практично неможливий.

Тому поставлена задача показати ефективність використання багатомірного статистичного аналізу для підвищення інформативності початкової інформації методами факторного простору при розв'язанні задач технологічної підготовки виробництва. Для цього необхідно обґрунтувати застосування методів факторного аналізу, розробити алгоритми цих методів, виконати програмну їх реалізацію та надати приклади використання вказаних методів для зниження розмірності без втрати інформативності початкових даних, використовуваних при технологічній підготовці виробництва.

В багатьох дослідницьких роботах початкова кількість ознак, що характеризують досліджувані об'єкти досить велика, проте ці ознаки варто обробити й осмислити. Тому дослідник, заздалегідь не уявляючи собі, які ознаки будуть найбільш корисні для моделювання, в якості опису об'єкта використовує весь набір характеристик об'єкта, наявний у його розпорядженні. Іноді висловлюється думка, що варто скласти „повний опис” об'єкта, який був би придатним для будь-якого його моделювання. Але такий „повний опис” одержати неможливо, тому що кількість властивостей будь-якого реального об'єкта нескінченно, а вибір кінцевої, але надлишкової кількості ознак приводить до необґрунтованих витрат. По-перше, збільшення кількості ознак призведе до більших витрат машинного часу і, як наслідок, до подорожчання досліджень. По-друге, ступінь представлення вибірки ознак одного і того ж обсягу обернено пропорційна розмірності простору ознак. У випадках малих обсягів навчальних вибірок додання неінформативних ознак може погіршити якість обробки даних. По-третє, при великій розмірності простору опису втрачається наочність подання даних, яка особливо важлива при використанні діалогових систем обробки інформації. Утрудняється також інтерпретація отриманих результатів.

Стиснення масивів початкової інформації методами факторного аналізу шляхом зменшення початкової кількості властивостей досліджуваного об'єкту від n до l факторів (де $l < n$) дозволяє підвищити ефективність дослідження за рахунок більш раціонального використання можливостей машинної обробки, збільшити статистичну вірогідність інформаційної вибірки даних, що представлена для моделювання, та забезпечити кращу наочність й простоту інтерпретації результатів. Це особливо

важливо, коли розмір нового факторного простору $l \leq 3$, тобто можливий безпосередній візуальний аналіз простору опису [1].

Задача факторного аналізу полягає в тому, щоб виразити параметр y_j , де y_j нормоване значення j -ї властивості об'єкта, у вигляді прихованих гіпотетичних факторів. Найпростішою моделлю для опису одного параметра може служити лінійна модель. Модель аналізу методом головних факторів даних має вигляд:

$$y_j = a_{j1}f_1 + a_{j2}f_2 + \dots + a_{jl}f_l, \quad j=1,2,\dots,n$$

де кожний з параметрів лінійно залежить від n некорельованих між собою компонентів (факторів) f_1, f_2, \dots, f_l . Найважливішою властивістю методу є те, що кожен наступний компонент вносить максимально можливий внесок у сумарну дисперсію параметрів.

На основі методики, що викладена в [2, 3], розроблено алгоритм факторного аналізу, який програмно реалізовано й апробовано при обробці різноманітної технологічної інформації [4].

За результатами використання методів факторного аналізу при технологічних дослідженнях та математичному моделюванні можна зробити наступні висновки:

1) методам факторного аналізу інформації характерні математична суворість і закінченість методики;

2) факторний аналіз варто використовувати при наявності значних обсягів інформації про об'єкт дослідження і моделювання;

3) методи факторного аналізу дозволяють зменшити (стиснути) початковий простір у 3...5 разів і скоротити час обчислення з використанням отриманих моделей в 1,5...2 рази;

4) використання методів факторного аналізу дозволяє науково обґрунтовано забезпечити розробку нових нормативів з режимів різання матеріалів, що будуть враховувати реальні фізико-механічні характеристики оброблюваного та інструментального матеріалів та їх хімічний склад;

5) розроблені алгоритми та програми факторного аналізу доцільно включити в підсистему розрахунків режимів різання та нормування процесів обробки матеріалів різанням в якості програмного модуля САПР ТП, який дозволить врахувати всі характеристики оброблюваного та інструментального матеріалів та отримати більш якісні результати технологічного проектування.

Література

1. Айвазян С.А., Бухштабер В.М., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика. Классификации и снижение размерности – М.: Финансы и статистика, 1998. – 587с.

2. Вислоух С.П. Інформаційні технології в задачах технологічної підготовки приладо- та машинобудівного виробництва: моногр. / С.П. Вислоух. – К.: НТУУ “КПІ”, 2011. – 488 с.

3. Antonyk V., D.E., prof., Vysloukh S., PhD, assoc. prof., Filippova M., PhD, assoc. prof., Voloshko O. The increasing of initial data informativeness in solving technological tasks. Przemysl, Nauka i Studia, NR 3(48), 2012. – P. 114-120.

4. Vysloukh S.P., Voloshko O.V., Rogovoy A.N. System of processing of technological information. Сб. Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль в машинобудуванні та приладобудуванні. //Вісник національного університету «Львівська політехніка» № 786. – Львів:, Видавництво Львівської політехніки, 2014. – С. 79-86.

УДК 621.326

Н.Б. Гаврон, П.В. Попович, докт. техн. наук, проф.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ТРИЩИНОСТІЙКОСТІ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ РОЗКИДАЧІВ ДОБРІВ

N.B. Havron, P.V. Popovych, Dr., Prof.

EXPERIMENTAL PROVIDING OF RESEARCHES IS ON TIRELESS DURABILITY BEARINGS FRAMES OF FERTILIZER SPREADER

Відомо, що вихід з ладу с/г транспортних машин спричинений руйнівним впливом випадкових динамічних навантажень на металоконструкцію. Оскільки рама є основною частиною, вся увага зосереджується на створенні методик для проведення проектних розрахунків довговічності тримких рам металоконструкцій. На сьогоднішній час у світовій практиці домінує принцип забезпечення обмеженого ресурсу тримких систем машин з встановленою імовірністю неруйнування, отже значно підвищуються вимоги до точності оцінки ресурсу – помилки призводять до спонтанних передчасних відмов, або до завищеної металоємності металоконструкції. Сучасні методи розрахунку ресурсу металоконструкцій сільськогосподарських машин, які базуються лише на статистичному, або критеріальному підході до оцінки міцності дають неоднозначні результати прогнозованого терміну роботи машини [2, 4, 5]. Для забезпечення коректності проведення експериментальних досліджень необхідно враховувати робоче середовище, а також фактичну експлуатаційну навантаженість елементів металоконструкції розкидача добрив [3, 4, 5, 6].

При проектуванні транспортних с/г машин, необхідна розробка таких методів прогнозування ресурсу роботи, які забезпечують інтегральний підхід до оцінки довговічності. Необхідні у даному випадку експериментальні випробування на циклічну тріщиностійкість металоконструкцій с/г техніки проводять на машинах, які забезпечують навантаженість зразків при заданих параметрах за потрібною схемою навантаження. Типи зразків та схеми їх навантажень приймаються у відповідності до поставленої задачі досліджень, розмірів та форми конструкції, з якої вирізаються зразки, механічних властивостей матеріалу, обладнання, яке використовується в експерименті. Установки для досліджень оснащуються апаратурою для вимірювання максимального і мінімального навантаження, кількості циклів навантаження, довжини тріщини, параметрів навколишнього середовища [1, 2, 5, 6].

В більшості випадків, випробування рам мобільних с/г машин проводяться при однокомпонентному навантаженні, наприклад згині зразка знакозмінним моментом. Реалізація таких випробувань істотно спотворює картину навантаженості вузла через те, що у реальних експлуатаційних умовах має місце сумісна дія згину з крученням, - це призводить до отримання недостатньо коректних результатів. З метою зниження витрат доцільними є випробування зон, лімітуючих довговічність рам. Експериментальні дослідження елементів тримких рам проводяться на спеціальному стенді, який дозволяє відтворювати навантаження, наближене до експлуатаційного, фіксувати початок утворення макротріщини з її подальшою візуальною реєстрацією. Стенд, є машиною з механічним збуджувачем циклічних навантажень (рис. 1.а.). Принцип дії базується на перетворенні обертового руху вихідного вала електродвигуна 1 у коливальний рух зразка 5. Зразок закріплюється у спеціальні тримачі – захвати 6, які при допомозі шарніра 7 з'єднуються з шатуном 4, що перетворює рух ексцентрика 3 у переміщення зразка.

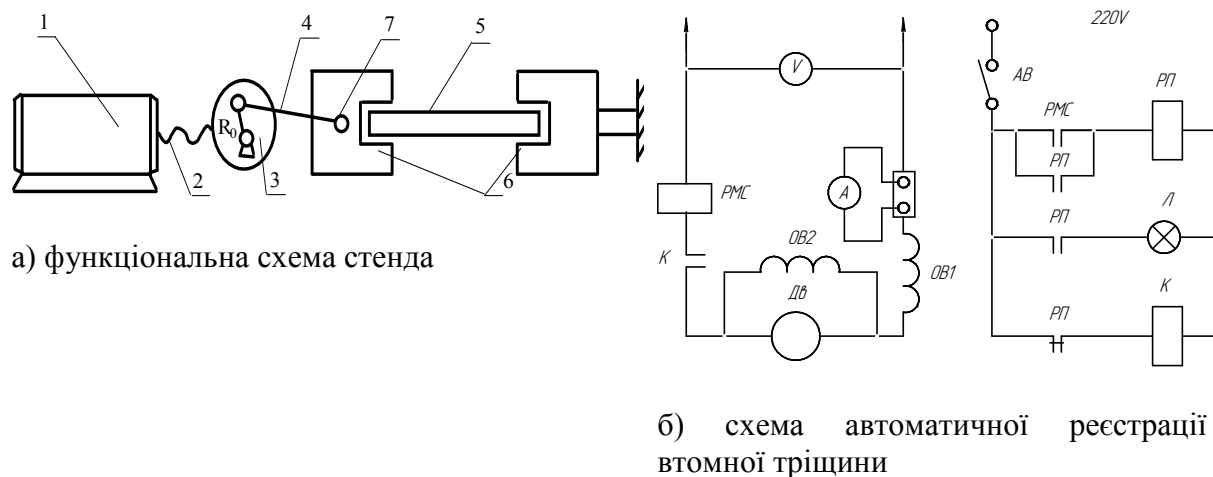


Рис. 1. Стенд для проведення випробувань

Найбільш доступним і таким, що забезпечує оцінку втомного пошкодження на будь-якому етапі випробувань зварних вузлів несучих систем є метод, заснований на зміні потужності привідного електродвигуна установки. Для застосування електродвигуна як датчика у системі реєстрації рівня пошкоженості зразка застосовується електродвигун постійного струму з паралельним збудженням, оскільки даний тип двигуна має "жорстку" характеристику [3]. Для реєстрації моменту зародження втомної макротріщини, враховується, що за умови забезпечення постійності напруги на електродвигуні і частоти вантаження зразка потужність є лінійною функцією струму. Реєстрація зародження макротріщини стає можливою при включенні в ланцюг якоря контактного амперметра або реле мінімального струму, з'єднаних з лампою як засобом сигналізації. На рис. 1.б. показана схема автоматичної реєстрації втомної тріщини з світловою сигналізацією. У момент появи втомної макротріщини починається зниження споживаної потужності, що приводить до спрацювання реле, електродвигун установки зупиняється і включається сигнальна лампа. Подальший ріст тріщини реєструється за допомогою катетометра.

Література

1. Панасюк В. В., Андрейкив А. Е., Ковчик С. Е. Методы оценки трещиностойкости конструкционных материалов. – Киев: Наук. думка, 1977. – 277 с.
2. Миркитанов В. И., Щурин К.В. Мониторинг в системе усталостных испытаний металлоконструкций. /Эксплуатационная надежность машин, роботов и модулей ГПС. Тез. докл. Всес. науч.- техн. конференции. - Свердловск, 1987, с. 135 – 136.
3. Екобори Т. Физика, механика разрушения и прочность твердых тел. Пер. с англ.–М.: Металлургия, 1989.- 86с.43.
4. P. V. Popovich. Corrosion and Electrochemical Behaviors of 20 Steel and St.3 Steel in Ammonium Sulfate and Nitrophoska / P. V. Popovich, Z. B. Slobodyan // Materials Science . – 2014.– Vol. 49, 6. – P. 819-826.
5. R. A. Barna. Influence of Operating Media on the Fatigue Fracture of Steels for Elements of Agricultural Machines/ R. A. Barna, P. V. Popovich // Materials Science . – 2014.– Vol. 50, 3– P. 377 - 380.
6. R. A. Barna. The influence of Operating Environments on Fatigue Crack Grown Resistance of Steels for Elements of Agricultural Machines/ R. A. Barna, P. V. Popovich, R. I. Vovk // Materials Science . – 2014.– Vol. 50, 4– P. 225 - 228.

УДК 621.822

Т.Н. Гальчук канд. техн. наук, доц.; С. О. Слівінський
Луцький національний технічний університет, Україна

ВПЛИВ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ НА ТОЧНІСТЬ ОБРОБКИ КІЛЕЦЬ ПІДШИПНИКІВ

T.N. Galchuk Ph.D., Assoc. Prof.; S.O. Slivinsky
**EFFECTS OF TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS ON PRECISION
MACHINING BEARING RINGS**

В сучасному машинобудуванні вимоги до підвищення точності обробки деталей безперервно зростають, а проблеми досягнення точності характеризуються надзвичайною багатофакторністю. Ряд факторів практично не змінюються у процесі обробки: деформації заготовки та елементів технологічної системи під впливом зусиль закріплення; похибки базових поверхонь заготовки та встановлення її на верстаті; похибки виготовлення та встановлення інструмента; геометричні похибки верстата. Інші фактори суттєво змінюються у процесі обробки під впливом змінних зусиль, змінної жорсткості, зміни температурних умов, зміни параметрів процесів різання, тертя.

Обробка кілець підшипників на токарних операціях, пов'язана з прогином оброблюваних поверхонь під дією сил різання і закріплення з подальшим формуванням пов'язаних з цим похибок обробки. Під час затиску тонкостінних кілець у патронах формується деформація заготовки, яка залежить, зокрема, від кількості точок прикладання сили і величини сили затиску. Деталь стискається, і в точках механічного контакту в матеріалі виникають підвищені напруження викликані виключно зміною товщини стінки заготовки. Це призводить до похибки обробки кільця – некруглості. Некруглість кілець впливає на експлуатаційні показники, зокрема знижує довговічність підшипників кочення в декілька разів. Величина такої похибки залежить від кількості кулачків та від того, наскільки форма їх затискної поверхні наближається до форми деталі. Чим більше кулачків і чим більше їх затискна поверхня відповідає формі деталі, тим похибка буде меншою.

І навіть при ідеально правильній обробці точінням деталь після зняття її з верстата, в результаті релаксації напружень у металі, набуває огранки (часткового випадку некруглості) з числом граней за кількістю кулачків патрона. Для її зменшення необхідно правильно вибирати схему встановлення та закріплення заготовок, що в значній мірі забезпечує точність проведення кінцевої обробки деталей та підвищує продуктивність металообробки.

Експериментальні дані було отримано з практичних випробувань кілець підшипника на АТ «СКФ Україна». Встановлено, що огранка обробленої поверхні є незначною під час прикладання мінімально допустимого зусилля затиску на кулачках патрона. Це пов'язане з тим, що при менших зусиллях затиску зменшуються сили тертя, через які кулачки переміщуються по-різному і спричинюють деформацію поверхні деталі. У зв'язку з цим рекомендується вести обробку при мінімальних зусиллях затиску заготовки, що допускаються по зусиллю різання. Точність форми, що досягається під час обробки, у плаваючому патроні вище, ніж трьохкулачковому для однакових зусиль затиску та режимів обробки.

Проаналізувавши отримані дані відмічається, що кільце отримане після токарної операції має форму (огранки) затискного патрона, а отже набуває технологічну спадковість, що відображається на точності та якості готової деталі.

УДК 621.82

П.А. Гасюк, Ю.І. Пиндус канд. техн. наук, доц., Р.Р. Заверуха

Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, Україна

**ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ
НЕСПРАВНОСТЕЙ СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ НА ЗМІНИ
ІСКРОУТВОРЕННЯ В ЦИЛІНДРАХ ДВЗ АВТОМОБІЛЯ VAZ2112**

P.A.Nasyuk, Y.I. Pyndus PhD., Assoc. Prof., R.R. Zaveruha

**STUDY OF METHODS FOR DETERMINING THE IMPACT OF IGNITION
SYSTEM FAILURES TO THE SPARKING CHANGES IN VAZ - 2112 ICE
CYLINDERS**

Зміна напруги у первинному і вторинному колах системи запалювання є взаємозалежними сигналами. Тому зміна параметрів вторинного кола буде відображена в зміні напруги первинного кола. Для вторинного кола однією з характеристик зміни напруги є пробивна напруга, при якій відбувається пробій іскрового проміжку в свічках запалювання. На величину пробивної напруги впливає багато факторів: - тиск в камері згоряння в момент пробою іскрового проміжку; - температура робочої суміші; - величина іскрового проміжку в свічках запалювання; - склад суміші; - тривалість і форма прикладеної напруги; - полярність пробивної напруги; - матеріал електродів свічки запалювання; - умови та режим роботи двигуна.

На рис. 2. показані графічні залежності величини пробивної напруги від різних факторів. Фактори, що впливають на процес іскроутворення в циліндрах двигуна можна умовно поділити на три групи. У процесі діагностування необхідно враховувати всі три групи факторів.

Перша група факторів є характерною для кожного окремого типу системи запалювання, описаного. Тому в процесі діагностування першим кроком повинно бути визначення типу системи запалювання і відповідно до цього вибір способу визначення діагностичного параметра.

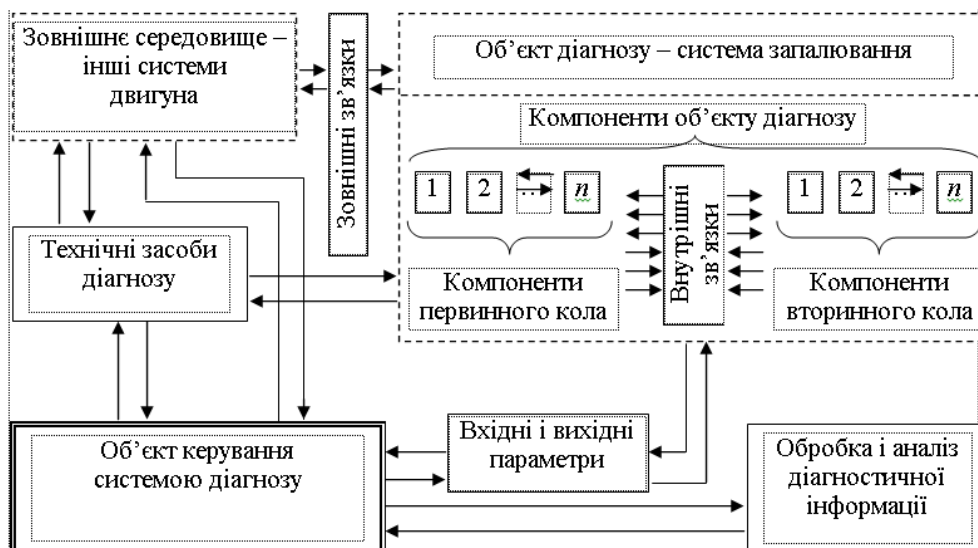


Рис. 1. Функціональна схема діагностичної системи визначення технічного стану системи запалювання

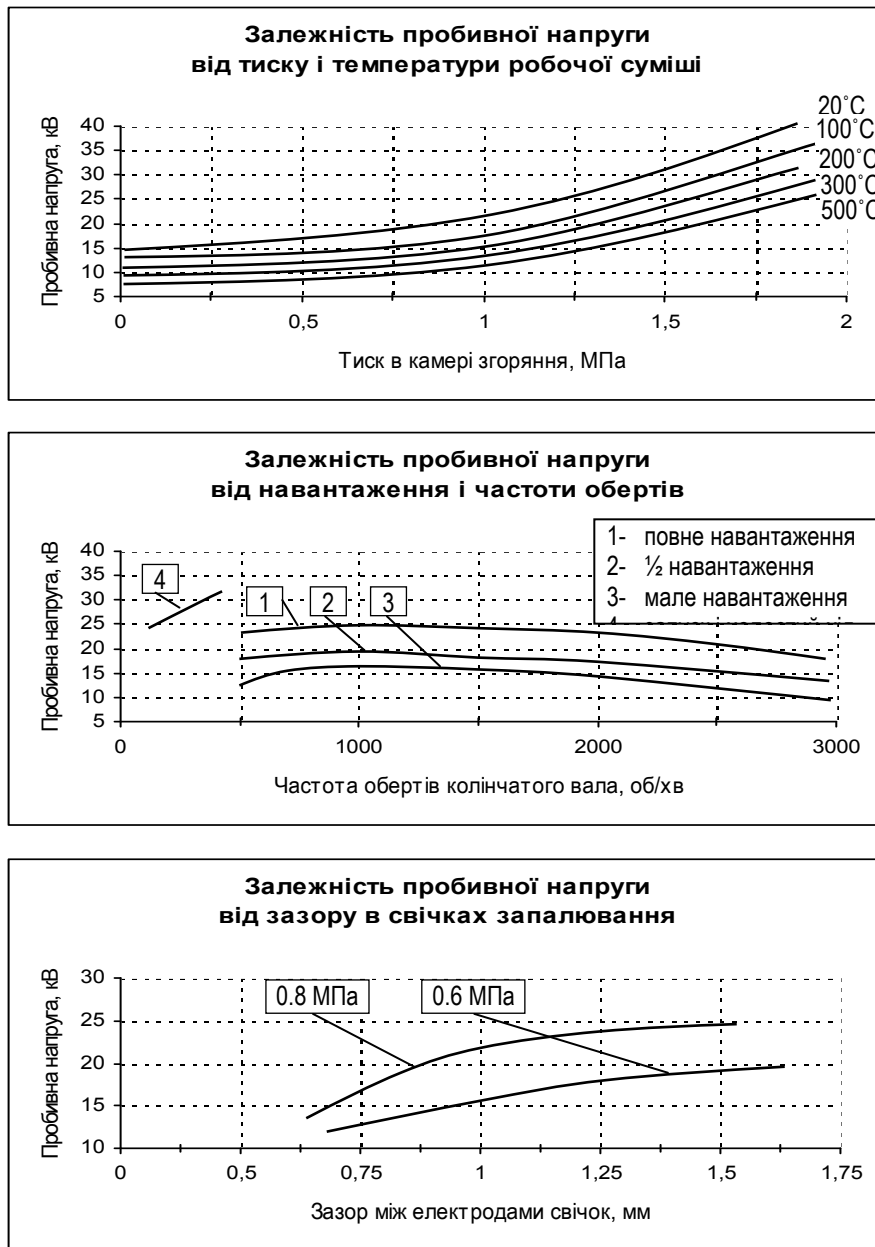


Рис. 2. Графічні залежності величини пробивної напруги від різних параметрів

Друга група факторів за своєю суттю визначає технічний стан елементів системи запалювання. Тому задачу діагностування можна звести до знаходження взаємозв'язку між діагностичним параметром (характером зміни напруги у первинному колі системи запалювання) та впливом факторів цієї групи на цей діагностичний параметр.

Третя група факторів характеризує умови, в яких на даний час функціонує система запалювання. Ці фактори також повинні враховуватись, але спосіб їх визначення не повинен бути таким же, як спосіб визначення факторів другої групи. Такий підхід дасть можливість незалежно проаналізувати кожену групу факторів і окремо визначити вплив кожного фактора на діагностичний параметр.

Література

1. Соснин Д.А. Автотроника. Электрооборудование и системы бортовой автоматики современных легковых автомобилей: Учеб. пособие специалисту по ремонту и владельцам автомобилей // М.: СОЛОН-Р, 2001. – 272 с.

УДК **621.88**

Ів.Б. Гевко докт. техн. наук., проф., Т.С. Дубиняк

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ПРУЖНО-ЗАПОБІЖНА МУФТА ГНУЧКОГО ГВИНТОВОГО КОНВЕЄРА

Iv.B. Nevko Dr., Prof., T.S. Dubynyak

ELASTIC OVERLOAD CLUTCH FLEXIBLE SCREW CONVEYOR

Нами розроблена пружно-запобіжна муфта гнучкого гвинтового конвеєра, яка забезпечує плавний запуск шнека під час пуску привода та зменшення динамічних навантажень на конвеєр в процесі перенавантаження (рис. 1). Муфта складається з ведучої півмуфти, що включає маточину 1, до якої болтами 4 закріплено ведучий фланець 3, в якому рівномірно по колу встановлено знімні лунки 5, та веденої півмуфти, яка складається з цапфи 2, на якій розташовані з можливістю осьового зміщення диск з отворами під елементи зачеплення 8 та торцевий диск 9. Півмуфти взаємодіють між собою через підшипник 12 та лунки 5, в контакт з якими знаходяться конічні стержні 6 та кульки з пружного матеріалу 7, які розташовано в отворах диска 8. Величина передачі моменту регулюється натягом пружини стиску 10 гайками 11. В середині цапфи 2 між нерухомим 13 та рухомим в радіальному напрямку 16 фланцях розташовано кулачкові елементи зачеплення 14 та пружину скручування 15, яку закріплено у нерухомому 13 та рухомому 16 фланцях. Нерухомий фланець 13 жорстко закріплено до лівого торця цапфи 2, а рухомий фланець 16 до втулки 17, яка виконує роль внутрішньої обойми підшипника ковзання в цапфі 2. З правої сторони рухомого фланця 16 виконано хвостовик, який агрегатується із шнеком 19, що знаходиться в гнучкому кожусі 20, який завантажується із бункера 21. При пуску привода 18 пружина скручування 15 дозволяє забезпечити плавний запуск шнека 19 шляхом скручування і поступового введення в зачеплення елементів муфти. При перевантаженні проходить розчеплення півмуфт. При наступних змиканнях півмуфт в режимі буксування кульки з пружного матеріалу 7 і пружина скручування 15 виконують роль демпферів. Така конструкція муфти забезпечує надійний захист гнучкого гвинтового конвеєра.

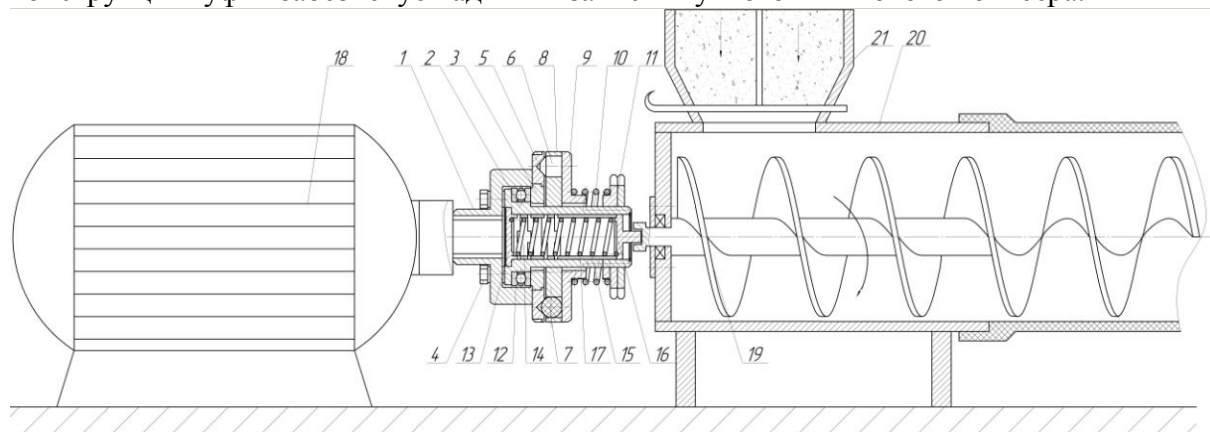


Рис. 1. Гнучкий гвинтовий конвеєр з пружно-запобіжною муфтою

Література

1. Гевко І. Б. Розробка і дослідження низькочастотних пристроїв для виконання технологічних процесів гнучкими гвинтовими конвеєрами : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.20.01 «Механізація сільськогосподарського виробництва» / І. Б. Гевко. – Луцьк, 1997. – 18 с.

УДК 621.86

Ів.Б. Гевко докт. техн. наук., проф., **А.Є. Дячун** канд. техн. наук, доц.,
А.Л. Мельничук, А.Р. Вар'ян

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ВАНТАЖІВ ГВИНТОВИМИ КОНВЕЄРАМИ З ОБЕРТОВИМИ КОЖУХАМИ

**Iv.B. Nevko Dr., Prof., A.E. Dyachun Ph.D., Assoc. Prof., A.L. Melnychuk, A.G. Varian
STAND FOR RESEARCH CARGO TRANSPORTATION SCREW CONVEYOR
WITH ROTATING HOUSINGS**

З метою підвищення продуктивності транспортування вантажів гвинтовими конвеєрами актуальним залишається питання пошуку прогресивних конструкцій гвинтових конвеєрів з підвищеною продуктивністю. До таких механізмів належать гвинтові конвеєри з обертовими кожухами, які дозволяють забезпечувати зрушення транспортуючого матеріалу з метою забезпечення необхідного тертя гвинта з матеріалом та кожухом. На основі проведеного патентного пошуку та аналізу наукових літературних джерел і проведеного синтезу [1] нами розроблено і запатентовано ряд конструкцій гвинтових конвеєрів з обертовими кожухами, на базі яких нами спроектовано і виготовлено стенд для дослідження транспортування вантажів (рис. 1).

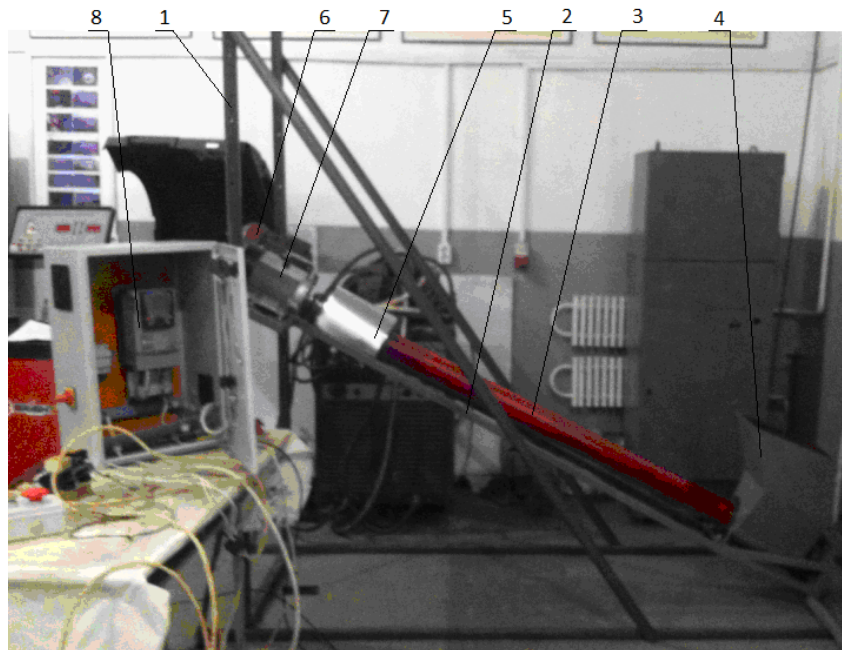


Рис. 1. Стенд для дослідження транспортування вантажів гвинтовими конвеєрами з обертовим кожухом: 1 – опора регулювання висоти подачі вантажу; 2 - рама; 3 - обертовий кожух з шнеком; 4 – бункер; 5 – вивантажувальний патрубок; 6 – привід шнека; 7 – привід кожуха; 8 – пункт керування частотою обертання приводів

Література:

1. Рогатинський Р.М., Гевко Ів.Б., Дячун А.Є., Вар'ян А.Р. Синтез гвинтових транспортно-технологічних механізмів з транспортуючими кожухами. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. «Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві» – 2016. – Випуск № 168, С. 149-155.

УДК 621.86

Ів.Б. Гевко докт. техн. наук., проф., О.А. Круглик, О.В. Катрич

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

СПОСІБ НАВИВАННЯ СПИРАЛЕЙ ПО ЗОВНІШНІЙ ПОВЕРХНІ

Iv.B. Nevko Dr., Prof., O.A. Kruglik, O.V. Katrich

METHOD COILING SPIRAL ON THE OUTER SURFACE

Незважаючи на значну кількість наукових праць, які присвячені способам навивання гвинтових заготовок (ГЗ), рівень технологічного забезпечення для їх виготовлення залишається недостатньо високим, а науково база для його створення не завжди відповідає сучасним вимогам за матеріало- та енергоємністю. Підвищені вимоги до конструктивно-технологічних параметрів ГЗ, їх якості, надійності та довговічності потребують глибокого аналізу існуючих та пошуку нових способів їх виготовлення. Тому розроблення нових прогресивних способів навивання ГЗ дає можливість ефективного застосування у виробництві механізмів з високими якісними характеристиками і сприяє підвищенню продуктивності праці. Сучасна теорія і практика формоутворення ГЗ навиванням пропонує основні способи навивання шляхом їх формоутворення по внутрішній поверхні. Ці способи відрізняються розташуванням ролика по відношенню до оправки та розташуванням полоси по відношенню до ролика і оправки [1]. На сьогоднішній день розроблено ряд способів і конструкцій для формування ГЗ по зовнішній поверхні, один з варіантів яких представлено на рис. 1.

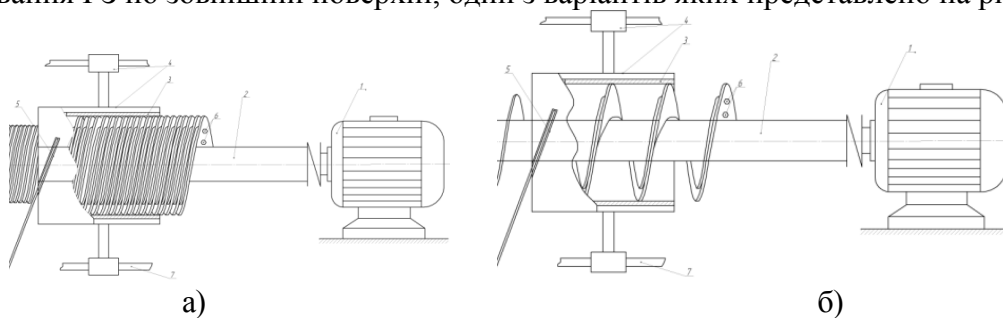


Рис. 1. Способи формування гвинтових заготовок по зовнішній поверхні:
а) щільним пакетом; б) на крок; 1 - керований електропривід; 2 - оправка з калібруючим гвинтовим елементом; 3 - обертова формоутворююча втулка; 4 - рухома в осьовому напрямку втулка; 5 - полоса для формування гвинтової заготовки; 6 - кріплення

На відміну від основних способів формоутворення ГЗ їх навивання по зовнішній поверхні [2] дозволяє зменшити енерговитрати, забезпечити потрібне ущільнення (наклеп) зовнішньої поверхні, отримувати широкополосні шнеки з полоси, в якій проведено вирубку чи вирізання частини матеріалу по внутрішньому контуру трикутної чи трапецеїдальної форми.

Література

1. Технологічні основи формоутворення спеціальних профільних гвинтових деталей / [Б. М. Гевко, О. Л. Ляшук, І. Б. Гевко та ін.]. – Тернопіль : ТДТУ імені Івана Пулюя, 2008. – 367 с.

2. Гевко Ів. Синтез способів навивання гвинтових заготовок / Вісник ТНТУ // Ів. Гевко, О. Катрич – Тернопіль : ТНТУ, 2015. – Том 80. – № 4. – Ст. 153-160.

УДК 621.88

О.І. Гевко

Тернопільський технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ГВИНТОВИХ ЗАВАНТАЖУВАЧІВ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ

О.І. Невко

ECONOMIC JUSTIFICATION OF CHOICE OVERLOAD TRANSPORTER OF BULK CARGO ON A CURVED TRAJECTORY

У зв'язку з бурхливим розвитком сільськогосподарського виробництва і появою значної кількості фермерських та приватних сільськогосподарських господарств постала проблема в їх забезпеченні ефективними завантажувачами, до яких належать гвинтові завантажувачі-транспортери (ГЗТ). Ефективний підбір цих засобів залежить від їх ціни, продуктивності, витрат енергії на виконання процесу, на обслуговування та ремонт, втрат від пошкодження при транспортуванні, габаритів, безпеки експлуатації, довжини траєкторії транспортування і можливості зміни її кривизни, висоти підйому тощо. Одним з найважливіших критеріїв є висока продуктивність, яку необхідно забезпечувати за мінімальних енерговитрат. Тому економічна доцільність застосування гвинтових завантажувачів сипких матеріалів у першу чергу залежить від цих факторів.

На сьогоднішній день значна кількість вітчизняних та зарубіжних підприємств налагодила виробництво ГЗТ (рис. 1). Їх ефективний вибір дозволяє забезпечувати максимальне задоволення існуючих потреб при мінімальних витратах.



Рисунок 1. Гвинтові завантажувачі-транспортери: а) John Deere tractor, Canada; б) КВП-60 ПАТ «ЧеркасиЕлеваторМаш»; в) шнековий ПАТ «Гарант-Агро», м. Кривий Ріг; г) ЕТ «КИСИ-Иван Маринов», Болгарія; д) пересувний ПАТ «Завод Елеваторного Обладнання», м. Кіровоград; е) ООО «Флона», Білорусія

Література

1. Гевко І.Б., Тарасюк Ю.М., Клендій В.М. Обґрунтування параметрів гвинтових завантажувачів. Міжвузівський збірник "Наукові нотатки". Випуск 44, ЛНТУ. Луцьк, 2014, с. 57-62.

УДК 621

О.В. Герасимик, О.В. Заболотний канд. техн. наук, доц.
Луцький національний технічний університет, Україна

ПРОЕКТУВАННЯ І ДОСЛІДЖЕННЯ ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНОГО ВЕРСТАТА

O.V. Gerasymyk, O.V. Zabolotnyj Ph.D., Assoc. Prof.

DESIGNING AND RESEARCHING OF A TURRET-LATHE MACHINE

Особливістю верстатів токарно-револьверної групи є наявність однієї або декількох револьверних головок з вертикальною, горизонтальною або нахиленою віссю обертання. Основне призначення таких верстатів обробка деталей досить складної конфігурації в серійному виробництві.

Перспективою розвитку для даної групи є створення принципово нових конструкцій вузлів і розробка приводів, які завдяки відбору існуючих оптимальних схем дають змогу досягнути значних результатів в досягненні основної цілі – якісного виробництва. При проектуванні нового верстату необхідно пройти етап економічного обґрунтування розробки. Проектована конструкція даного верстату повинна бути економічно вигідною. При цьому враховується річна партія деталей, а також сировина і допоміжні матеріали.

При проектуванні нових верстатів основною метою є обробка заданої кількості деталей з мінімальними затратами на основі прийнятої технології. Більшість деталей, які підлягають обробці характеризуються такими проектними критеріями: річна програма випуску, номенклатура, ритмічність.

При конструюванні нових верстатів необхідно виконувати проектні обмеження.

Проектні обмеження можуть бути пов'язані з функціональними вимогами, з характером виробництва, на якому будуть виготовляти верстати, і з умовами експлуатації на цьому виробництві, де верстати будуть працювати. До важливих функціональних обмежень відносять вимоги до точності розмірів, правильності форми окремих поверхонь і їх шорсткості, до точності взаємного розташування оброблених поверхонь.

На технологічність виготовлення верстата впливає уніфікація, яка пов'язана з насиченням конструкції стандартними і уніфікованими деталями і складальними одиницями. Проектні обмеження на гарантійний термін збереження точності і на довговічність враховують при конструюванні верстата і його окремих вузлів.

Важливими є обмеження, пов'язані з ергономікою. Повинні бути вирішені питання видалення абразивного пилю, дрібної стружки, мастильно-охолоджуючих рідин і їх регенерації.

Враховуючи усі перелічені обмеження конструкція верстату буде конкурентоспроможною та перспективною в сфері верстатобудування.

Література

1. *Металлорежущие станки / под. ред. В. Э. Пуша. – М.: Машиностроение, 1985. – 256с.*
2. *Чернов Н. Н. Metallorezhuschie stan'ki. – 4-e. izd., pererab. i dop. – M.: Mashinostroyeniye, 1988. – 416 s.*
3. *Врагов Ю. Д. Анализ компоновок металлорежущих станков. Основы компонетики. –М.: Машиностроение, 1978. – 208с.*
4. *Проников А. С. Расчет и конструирование металлорежущих станков. Изд.2-е, Высшая школа, 1968. – 431с.*

УДК 621.9

І.О. Герасімюк

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

КОМПЕНСАЦІЯ ВІДТИСКУ БОРШТАНГИ ПРИ РОЗТОЧУВАННІ.

І.О. Herasimiyuk

COMPENSATION-PRESSED BORING BARS WITH TURNING

Відомі методи компенсації відхилення інструменту при зовнішньому точінні за рахунок зміни співвідношення проєкцій сил різання $\frac{F_x}{F_y}$. Підбираючи це співвідношення можна компенсувати відтиск інструменту від деталі під дією сили різання F_y . При зміні режимів різання змінюється вказане співвідношення сил різання, в результаті чого різець повертається навколо миттєвого полюсу повороту супорта верстата і втягується у деталь. Але вказаний метод неможливо використати при розточуванні, коли різець закріплений у борштанзі, тому що відтиск різця від деталі компенсується зміною жорсткості технологічної системи в залежності від напрямку дії сили різання. Жорсткість технологічної системи при розточуванні є постійною і не залежить від співвідношення сил різання $\frac{F_x}{F_y}$.

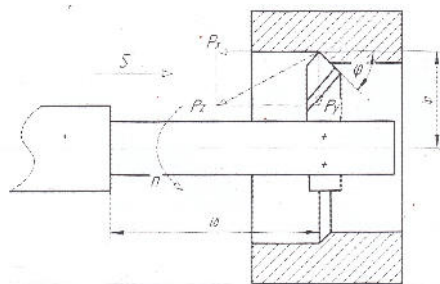


Рисунок 1. Схема дії сил.

Для компенсації відтиску борштанги з різцем необхідно забезпечити рівність з чинних компонентів що діють на борштангу що викликанні дією радіальної та осьової F_y складових сил різання на точність обробки. Для забезпечення компенсації необхідно щоби згинний момент борштанги від радіальної сили F_y був рівний моменту від осьової сили, тобто:

$$F_x l_p = F_y l_\delta \quad (1)$$

$$F_x = F_N \sin\varphi \quad (2)$$

$$F_y = F_N \cos\varphi$$

Де F_N - рівнодіюча складових сил різання F_x і F_y в основній площинні.

φ - головний кут в плані.

Підставивши значення рівняння 2 в 1 отримаємо:

$$F_N \sin\varphi l_p = F_N \cos\varphi l_\delta$$

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{l_\delta}{l_p}$$

$$\varphi = \operatorname{artg} \left(\frac{l_\delta}{l_p} \right)$$

Звідси можна визначити величину кута у плані φ різця, що забезпечують компенсацію відтиску борштанги при розточуванні.

УДК 656:338

Д.В. Голуб, канд. техн. наук, доц., В.В Аулін, докт. техн. наук, проф.
Кіровоградський національний технічний університет, Україна

НАДІЙНІСТЬ ЯК НАЙВАГОМІША СКЛАДОВА ОЦІНКИ ЯКОСТІ РОБОТИ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ

Golub, Ph.D.; Assoc. Prof., V.V. Aulin, Dr.; Prof., D.V.

RELIABILITY AS MOST PONDERABLE CONSTITUENT OF ESTIMATION OF QUALITY OF WORK OF A TRANSPORT SYSTEM

Відомо, що рівень якості роботи транспортної системи встановлюється споживачем. Не дивлячись на велику різноманітність показників якості процесів перевезень вантажів і пасажирів автомобільним транспортом, вони мають практично близькі по значенню параметри, регламентовані державними стандартами України.

В роботі з'ясовано термінологічний апарат надійності функціонування автомобільних транспортних систем перевезень вантажів і пасажирів. Проведено зіставлення і пошук взаємозв'язку таких основних понять як ефективність, якість і надійність. Зазначимо, що оцінка ефективності завжди суб'єктивна і залежить від того, в чіх інтересах і з погляду якого учасника транспортного процесу вона проводиться. Виявлено, що згідно досліджень Д. Бауерсокса і Д. Клосса стосовно ланцюгів процесів перевезень якість роботи транспортних систем доцільно оцінювати її доступністю, функціональністю і надійністю.

Серед зазначених показників якості надійність є однією з найвагоміших складових роботи транспортних систем. Більш того, вона є основною властивістю, оскільки замовнику при укладенні договору на перевезення вантажів і пасажирів потрібні гарантії якісного виконання послуг. Практика реалізації транспортних послуг свідчить, що чим вище надійність роботи виконавця, тим більш ефективні процеси перевезень з погляду замовника. При встановленні взаємозв'язку ефективності, якості і надійності роботи транспортних систем слід намагатися спростити вибір критеріїв оцінки надійності і намагатися чітко сформулювати поняття «надійності», «відмови», та «управління надійністю транспортних систем».

Дослідження проводили розглядаючи проблему кількісної оцінки надійності систем перевезень вантажів і пасажирів, як правило засновану на використанні термінології та забезпеченні надійності технічних об'єктів, використовуючи метод сили аналогій. Відомо, що в техніці поряд з збережуваністю і довговічністю, надійність включає таку властивість як безвідмовність. При цьому надійність вважається задовільною, якщо відмови не перевищують заданого рівня. По аналогії з технічними системами, надійність функціонування транспортних систем оцінювали по кількості порушень договору на перевезення вантажів і пасажирів і у разі відсутності порушень при виконанні транспортної послуги надійність знаходиться на максимально можливому рівні.

З'ясовано перелік можливих порушень за невиконання плану перевезень і прийнятого до виконання разового замовлення, прострочку в доставці і за незбереження вантажів і багажу, що перевозяться, і за які передбачена відповідальність у вигляді штрафу або компенсації завданого збитку. Зазначимо, що ряд порушень може бути здійснений як з вини перевізника, так і фрахтувальника. Перелік і розміри штрафів встановлені «Статутом автомобільного транспорту України», проте міра відповідальності за виниклі порушення може бути розширена договором. Недостатній рівень надійності процесів транспортування не завжди пов'язаний з перевізником, як виконавцем транспортної послуги. Причини зниження надійності можуть бути

обумовлені порушеннями з боку вантажовідправника або вантажоодержувача, а також внаслідок форс-мажорних обставин.

Таким чином, надійність функціонування транспортних систем перевезень вантажів та пасажирів - це комплексна властивість, що включає здатність транспортної системи виконувати злагожені між замовником і виконавцем транспортної послуги вимоги по кількості і стану вантажу, безпеки пасажирів і збереження їх багажу, що перевозиться, дотриманню графіка транспортного процесу, а також підтримка і відновлення заданого рівня транспортного обслуговування.

Щоб зберегти свою конкурентоспроможність автоперевізнику необхідно постійно управляти надійністю своєї роботи. Згідно ДСТУ 2860-94 «Надійність техніки. Терміни та визначення», керування надійністю – це цілеспрямована діяльність щодо обґрунтування, планування, забезпечення, підвищення та підтримки характеристик безвідмовності, ремонтпридатності, довговічності та збережувальності об'єктів, що розглядаються. Зазначене дає можливість зобразити структуру керування надійністю транспортних систем (рис. 1).



Рис. 1. Блок-схема структури керування надійністю транспортних систем

Управління надійністю функціонування транспортних систем доставки вантажів і пасажирів автомобільним транспортом передбачає реалізацію заходів, що забезпечують злагожений сторонами договору рівень надійності процесів перевезень, його підтримку і подальше підвищення до економічно доцільної межі.

Поняття «відмови», на якому ґрунтується методологічний апарат аналізу і кількісної оцінки надійності об'єктів, процесів і систем, незалежно від їх складності, призначення і сфери використання. В теорії надійності технічних систем відмовою є подія, після настання якої робочі параметри агрегату, машини або процесу виходять за допустимі межі. Дане визначення справедливо як для простих об'єктів, так і для складних систем і технологічних процесів. Знаючи кількість таких подій в одиницю часу, можна провести оцінку надійності об'єкту. Надійність буде задовільною за умови, що число відмов не перевищить заданого рівня. Що стосується відмови транспортної системи, то її можна трактувати, як невиконання прийнятого замовлення (заявки) на доставку, а також порушення зазначених в договорі вимог по кількості і якості вантажу, безпеки пасажирів і збереження багажу, що перевозиться, графіку транспортного процесу, відновленню заданого рівня транспортного обслуговування.

Відмови транспортних систем більш складні і комплексні ніж відмови технічного об'єкту, з урахуванням характеристики функціонування великої кількості людей і техніки. Тому проблема забезпечення і підвищення надійності транспортної системи потребує розробки методології її розв'язання з урахуванням всіх її підсистем і елементів та використанням ряду методів: системно-спрямованого підходу, фізико-інформаційного підходу, різноманітних методів резервування, методу адаптації та синергетичного керування.

УДК 621.82

¹Є.В. Гороть, ²П.В. Бурчак

¹ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут», Україна

²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПЕРЕСУВНИЙ ВІЗОК ДЛЯ ЗНЯТТЯ І ВСТАНОВЛЕННЯ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ

Ye.V. Horot, P.V. Burchak

MOBILE TROLLEY FOR REMOVAL AND INSTALLATION BOXES

Пересувний візок для зняття і встановлення коробки передач (рис. 1) містить майданчик зі встановленим в центрі її захоплювачем для коробки передач в якому вкручений робочий гвинт для вертикального переміщення (вгору і вниз) за допомогою важеля. Захоплювач може пересуватися перпендикулярно ходу візка для полегшення заїзду автомобіля і інших чинників несумісних для захоплення з коробкою передач. Майданчик забезпечений стійками у верхній частині, яких розташовані ролики для переміщення візка. Стовпи закріплені на майданчику жорстко.

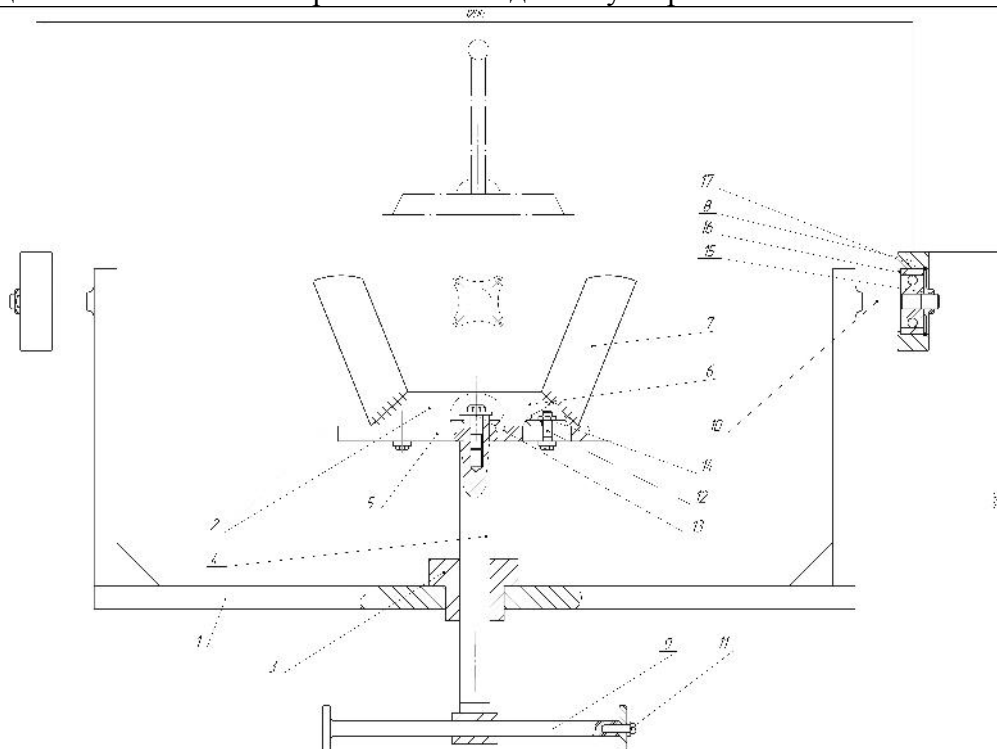


Рис. 1 Пересувний візок для зняття і встановлення коробки передач

Пристрій працює таким чином.

Автомобіль встановлюється на оглядову яму для виконання ремонтних робіт. Під час ремонту муфти зчеплення, заміні вижимного підшипника, сальника первинного валу коробки передач необхідно від'єднати від картера зчеплення і зняти її.

Візок одним працівником підноситься до автомобіля і встановлюється на оглядову яму. Візок пересувається на роликах по оглядовій ямі в необхідне положення і за допомогою гвинта і важеля захоплювач підводиться під коробку передач. Після від'єднання від картера зчеплення коробки передач встановлюється в захоплювач, опускається гвинтом на необхідний рівень і візок відводиться. Після закінчення ремонту відповідного вузла коробки передач в зворотній послідовності встановлюється на місце, після чого візок забирається з оглядової ями.

Розрахунок конструкції проводиться наступним чином.

Так як гвинт навантажений осьовою силою

$$F=M \cdot g, \quad (1)$$

де M – маса коробки; $g=9,8$ м/с прискорення вільного падіння.

То для загвинчування необхідно прикласти момент

$$T_{зав} = T_m + T_p \quad (2)$$

де T_m – момент сил тертя на опорному торці гайки;

T_p – момент сил тертя в різьбі.

$$T_m = F \cdot f \cdot (D_{cp}/2) \quad (3)$$

де

$$D_{cp} = (D_1 + d_1)/2; \quad (4)$$

D_1 – зовнішній діаметр гвинта;

d_1 – зовнішній діаметр гвинта;

F – коефіцієнт тертя на торці гайки.

$f = 0,15$ – для трапецеїдальної симетричної різьби.

Визначуваний момент сил тертя в різьбі

$$T_p = 0,5 \cdot F \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\psi + \varphi) \quad (5)$$

де $\psi = \operatorname{arc} \operatorname{tg} p/\pi d_2$ – кут підйому різьби

p – крок

d_2 – середній діаметр гвинта

$$\varphi = \operatorname{arc} \operatorname{tg} f_{np} \text{ – кут тертя в різьбі} \quad (7)$$

де $f_{np} = 0,65 f$ – приведений коефіцієнт тертя для трапецеїдальної різьби.

Проводимо розрахунок на міцність

Розглядаємо 2 види напруження

– стиск

– кручення

Напруження стиску від сили F

$$\sigma = F/A_{cm} \quad (8)$$

де A_{cm} – діаметр січення гвинта

$$A_{cm} = \pi d_2^2/4 \quad (9)$$

Напруження кручення

$$Z = T_p/Wg \quad (10)$$

де T_p – момент сил тертя в різьбі

Wg – полярний момент опору.

Міцність болта визначають по еквіваленту напруження

$$\sigma_{\text{эк}} = \sqrt{\sigma^2 + 3Z^2}$$

Література

1. Автомобили семейства «Газель». Руководство по техническому обслуживанию и ремонту. С рекомендациями журнала «За рулем»/ Г.Ф. Анисимов, А.М. Баклушин, Н.К. Горбунова и др., Под ред. Ю.В. Кудрявцева – М.: «За рулем», 1999 – 232 с.

2. Справочник по ремонтно-обслуживающему производству агропромышленного комплекса / Корж А.П., Чумак В.К., Ошкало А.Г., Гуторович М.С. – К.: Урожай. 1988- 240 с.

УДК 621.197.3

Ю.М. Горохольський

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

КОРОЗИЙНА ПОВЕДІНКА МАТЕРІАЛІВ ОЧИСНИКІВ ГОЛОВОК КОРЕНЕПЛОДІВ МАШИНИ КС – 6Б В РОБОЧИХ СЕРЕДОВИЩАХ

Y.M Horoholskyy

CORROSIVE MATERIAL BEHAVIOUR CLEANERS HEADS ROOT VEGETABLES ROOT CROP MACHINES KS - 6B IN THE WORK ENVIRONMENT

Надійність експлуатації сільськогосподарських мобільних с/г машин забезпечується, зокрема, наступними базовими показниками: довговічністю, ремонтпридатністю безвідмовністю, та ін. Для неробочий період досягає більше 70% часу експлуатації [1], отже підтримка роботоздатності парку техніки відбувається на етапі міжсезонного зберігання, причому ефективність даного процесу залежить, перш за все, від якісного очищення обладнання від ґрунту, залишків інших середовищ, технології консервації. Появу корозійних пошкоджень металоконструкцій с/г машин з причини тісного безпосереднього контакту з робочими середовищами: ґрунтами, гичкою, ін. спричиняє недотримання вказаних умов. На окремих вузлах комбайнів спостерігали точкову, контактну корозію, корозійне розтріскування, фретинг- корозію [2]. І хоча втрати металу при цьому можуть бути незначними, але найчастіше вони виявляються на відповідальних спряженнях деталей, від яких залежить роботоздатність машин в цілому. В робочий період особливо небезпечним є одночасна дія корозивного середовища та механічних напружень, зокрема підчас завантаження та вивантаження добрив, термін служби обладнання в таких випадках може скоротитись на 40...60%. Виявлено, що корозія сталей 20 та Ст. 3 в соці цукрового буряка, також гноївки змішаної мають локальний характер, зумовлений формуванням поодиноких гальванічних пар, що є наслідком налипання завислих твердих часточок (залишків гички, соломи, ґрунту, тощо). Показано, що після відфільтрування завислих часточок обидва середовища виявляють низьку корозійну активність стосовно сталей 20 та Ст. 3. Швидкість корозії цих сталей за першу добу експозиції становить лише 0,032...0,040 mm/year, що є в 3...4 рази нижчим порівняно із модельним розчином дощової води. Стаціонарні потенціали цих сталей в даних середовищах порівняно із дистильованою водою зміщені в область більш від'ємних значень, а струми корозії в 4–5 разів нижчі. Константи Тафеля для обох сталей вищі, ніж у дистильованій воді, що свідчить про утруднення обох електродних реакцій. Таким чином, сік цукрового буряка, гноївка змішана виявляють незначну корозійну агресивність стосовно низько- та середньовуглецевих сталей. Корозія в цих середовищах протікає за електрохімічним механізмом із швидкостями значно нижчими, ніж у воді при природній аерації.

Література

1. Макаренко М. Пітинг та інші загрози міжсезоння // Агробізнес сьогодні. – 2012. – № 22. – (245).
2. P. V. Popovich. Influence of Organic Fertilizers on the Corrosion-Electrochemical Characteristics of Low-Carbon Steels / P. V. Popovych, L. A. Mahlatyuk, R. B. Kupovych // Materials Science . – 2014.– Vol. 50, 2– P. 284 - 289.
3. P. V. Popovich. Corrosion and Electrochemical Behaviors of 20 Steel and St.3 Steel in Ammonium Sulfate and Nitrophoska / P. V. Popovich, Z. B. Slobodyan // Materials Science . – 2014.– Vol. 49, 6. – P. 819-826.

УДК 629.083

А.В. Гриньків, В.В. Аулін докт. техн. наук, проф.

Кіровоградський національний технічний університет, Україна

ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ ЩОДО РОЗПІЗНАВАННЯ КЛАСУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ДІАГНОСТУВАННЯМ

A.V. Grinkiv, V.V. Aulin Dr., Prof.

THEORETICAL POSITIONS ARE IN RELATION TO RECOGNITION OF CLASS OF THE TECHNICAL STATE OF TRANSPORT VEHICLES TO DIAGNOSTICATING

У загальному випадку, процес контролю технічного стану включає отримання інформації про об'єкт діагностування, а також про процес формування рішень на основі цієї інформації з управління та його обслуговування [1].

Подальше застосування контролю технічного стану пов'язане з розширенням складу параметрів і істотно більш складною обробкою результатів вимірювань. Така обробка включає в себе обчислення деяких функцій, аргументами яких є виміряні значення окремих діагностичних параметрів, що контролюються, а також спільну їх логічну обробку.

Підвищення об'єктивності контролю технічного стану транспортних засобів є актуальним завданням. Однак організація достовірного контролю ускладнюється рядом обставин. Наприклад, перехід об'єкта контролю з одного стану в інший супроводжується появою цілого ряду ознак (змін контрольованих параметрів). Хоча появу тієї чи іншої ознаки вдається однозначно пов'язати з конкретним видом відмови, в більш загальному випадку для виявлення несправності об'єкта необхідно обробити весь комплекс його ознак. При цьому, рішення задачі контролю зводиться до віднесення фактичного стану об'єкта до одного з декількох класів (узагальнених станів), перелік яких встановлюється заздалегідь з урахуванням специфіки досліджуваного об'єкта і експлуатаційних можливостей усунення відмов.

Серед наявних в даний час системи контролю та діагностування є певний клас систем, що розпізнають та дозволяють вирішити завдання статистичної класифікації, яка може бути сформована наступним чином [1]: по результатам вимірювань обмеженого числа діагностичних параметрів транспортних засобів необхідно прийняти оптимальне рішення про належність його до того чи іншого класу станів.

Розпізнавання являється віднесенням досліджуваного об'єкта, що задається у вигляді сукупності спостережень, до одного з взаємовиключних класів. Це означає, що існує однозначне відображення сукупності спостережень, що є кінцевою множиною $\{X\}$ з множини станів $\{S\}$, кількість яких задано, $\{X\} \rightarrow \{S\}$.

Сукупність різних станів об'єкта контролю утворює множину:

$$S_j = \{S_{j0}, S_{j1}, \dots, S_{jM}\} \quad (1)$$

де S_{j0} - справний стан об'єкта; S_j - класи станів, що виражені сукупністю реалізацій конкретної несправності; M - число класів можливих станів транспортних засобів.

Можливі два способи розпізнавання образів: за відстанню між центром розподілу S_{jy} і еталоном S_{je} і по включенню вимірної реалізації в середину області справних станів або несправних станів S_0 або несправних станів $(S_{j1}, S_{j2}, \dots, S_{jM})$ (рис. 1).

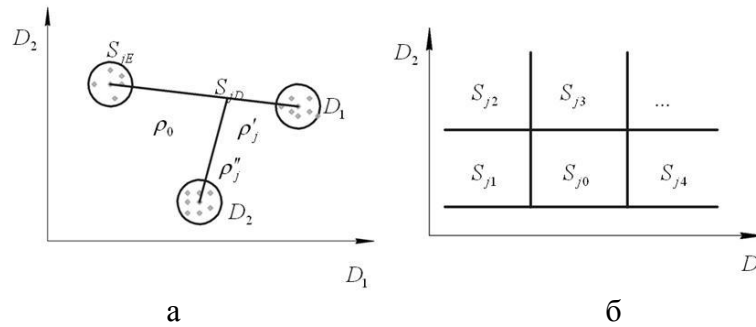


Рис. 1. Геометрична інтерпретація способу розпізнавання образів за відстанню між образами (а) та по включенню реалізацій всередину S_j - го стану (б)

У першому випадку розпізнавання зводиться до визначення відстані між S_{jy} і S_{je} :

$$\rho_s(S_{jy}, S_{je}) = \sqrt{\sum_{k=1}^N (D_k - D_{ke})^2}, \quad (2)$$

де D_k, D_{ke} - значення контрольованих та еталонних параметрів, пред'явлених до розпізнавання; N - число параметрів, що характеризують множину станів; k - число, що характеризує контрольований параметр.

У другому випадку розпізнавання виражається визначенням меж між класами характерних станів.

Проведення технічного діагностування дозволяє запобігти або скоротити тривалість експлуатації транспортних засобів з несправностями і тим самим не допустити виникнення відмов при виконанні ними певної роботи.

Як відомо, відмови бувають поступові, що характеризуються поступовою зміною значень одного або декількох заданих параметрів транспортних засобів, і раптові. Розділення відмов на раптові і поступові є умовним, тому що при експлуатації будь-які стрибкоподібні зміни діагностичних параметрів, попередньо сприяв процес поступової зміни інших фізичних величин [1]. Тому поняття раптової відмови визначається в значній мірі відсутністю інформації про поступову зміну технічного стану в об'єкті.

Досвід експлуатації транспортних засобів показує, що багатьом відмовам попередньо відображалось поступове "відхилення" параметрів, а не їх стрибкоподібна зміна. Іншими словами, будь-яка відмова пов'язана з певними змінами діагностичних параметрів і технічна діагностика сприяє його запобіганню. З цієї причини в даній роботі розглядаються в сукупності поступові і раптові відмови.

Таким чином, розробка методики технічної діагностики транспортних засобів з використанням математичних моделей її обслуговування створюють можливості для організації їх технічного обслуговування в залежності від фактичного стану [1]. Саме великий обсяг інформації про технічний стан дозволить скоротити частку транспортних засобів, що експлуатуються з несправностями. Це в свою чергу дає можливість підвищити рівень їх готовності до використання за призначенням та знизити експлуатаційні витрати.

Література

1. Аулін В.В. Теоретико-фізичний підхід до діагностичної інформації про технічний стан агрегатів мобільної сільськогосподарської техніки/В.В. Аулін, А.В. Гриньків, С.В. Лисенко, Д.В. Голуб, О.Д. Мартиненко// Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2015. - № 158. – С. 252-262

УДК 620.193

Ю.В. Грицай, Т.І. Рибак докт. техн. наук, проф.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

КОРОЗІЙНІ ПОШКОДЖЕННЯ ТА ЇХ ВПЛИВ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ МАШИНИ

Yu.V. Gritsay, T.I. Rybak Dr., Professor

CORROSION DAMAGE AND ITS IMPACT ON FARM MACHINERY

На швидкість корозійних руйнувань сільськогосподарських машин впливає ряд факторів, серед яких виділяють зовнішні і внутрішні. Внутрішні фактори пов'язані із загальними характеристиками металів та конструктивними особливостями складових одиниць вузлів, деталей, механізмів та ін.[1] Що ж до зовнішніх факторів відноситься пагубний вплив навколишнього середовища. Атмосферна корозія металів є найбільш поширеним видом корозії. Особливість її пов'язана з малою товщиною шару електроліту на поверхні металу. Електролітом при цьому є як сама волога, так і зволожений шар продуктів корозії металу.[3] На швидкість атмосферної корозії впливають такі фактори як вологість повітря, домішки повітря та клімат. Зупинити корозію неможливо, але її можна сповільнити. Існує багато способів захисту металів від корозії, але основним прийомом є запобігання контакту заліза з повітрям. Для цього металеві вироби фарбують, покривають лаком або вкривають шаром мастила. У більшості випадків цього достатньо, щоб метал не руйнувався протягом декількох десятків або навіть сотень років. Інший спосіб захисту металів від корозії електрохімічне покриття поверхні металу чи сплаву іншими металами, які є стійкими до корозії (нікелювання, хромування, оцинковування, сріблення й золотіння). У техніці дуже часто використовують спеціальні корозійностійкі сплави. Для уповільнення корозії металевих виробів у кислому середовищі також використовують спеціальні речовини — інгібітори. Залежно від умов техніку можна зберігати трьома способами: в закритих приміщеннях; під навісом; на відкритих обладнаних майданчиках. Вибір зумовлюється конструкційними особливостями, природо-кліматичними умовами та відповідною матеріально-технічною базою.

Найнадійнішим є закритий спосіб зберігання. При цьому відносна вологість становить близько 85% , а добовий перепад не перевищує 12 градусів. [2]

При зберіганні на відкритих площадках або навісах характерні добові перепади температур, сонячна радіація та валив на техніку опадів у вигляді дощу, снігу або туману.

Отже, надзвичайно важливим є вирішення проблематики протикорозійного захисту техніки, гострою є необхідність всебічних досліджень процесів корозії, корозійної втоми та корозійно-механічного зносу. Також, сьогодні, користуються нормативами ГОСНИТИ, ВІИТИиН, ВІМ, основними нормативними документами ГОСТ 7751-85 "Техника используемая в сельском хозяйстве: правила хранения".

Література

1. Акимов Г.В. Теория и методы исследования коррозии металов / М.: Изд.-во АН СССР. – 1945. 414 с.
2. Андрейків О.Є., Гембара О.В., Механіка руйнування та довговічність матеріалів у водневмісних середовищах. – Київ: Наукова думка. – 2008. – 344.
3. Мальцева Г.Н., Электрохимические и химические процессы коррозии / Г.Н. Мальцева ; под ред. С.Н. Виноградова. – Пенза : Изд-во Пенз. Гос. Ун-та. – 2004. – 116 с.

УДК 621.9

М.А. Грицай, Р.М. Полінкевич канд. техн. наук, доцент
Луцький національний технічний університет, Україна

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ГІДРОСТАТИЧНИХ ОПОР НА СТАДІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ПО ДЕМПФУЮЧІЙ ЗДАТНОСТІ

М.А. Gritsay, R.N. Polinkevich Ph.D., Assoc.Prof.

OPTIMIZATION PARAMETERS HYDROSTATIC TRANSMISSION TOWERS AT THE DESIGN STAGE BY DAMPING CAPACITY

Пропонується на стадії проектування оптимізувати конструкцію шпindelних вузлів з ГСО по демпфуючій здатності на відміну від існуючих методів оптимізацій по жорсткості і несучій спроможності.

Основною перевагою ГСО є висока демпфуюча здатність, що сприяє досить високій довговічності даних опор.

Однак проектування даних вузлів з ГСО, засноване лише на залежностях, що визначають статичну жорсткість і несучу здатність, приводить до неповного використання демпфуючої здатності, а відповідно і оцінки динамічної якості шпindelних вузлів (ШВ). Одним з найбільш опертивних і наглядних, а відповідно, і найбільш прийнятних на стадії проектування методів аналізу динамічних характеристик вузлів може бути метод визначення еквівалентної постійної часу демпфування $T_{h_{екв}}$. Еквівалентна постійна часу демпфування (в подальшому “постійна часу”) n послідовно з’єднаних пружно демпфуючих елементів ШВ

$$T_{h_{екв}} = \frac{1}{E_{екв}} \cdot \sum_{i=1}^n E_i T_{hi}, \quad (1)$$

$$E_{екв} = \sum E_i, \quad (2)$$

де T_{hi} – постійна часу i -го елемента;

E_i – податливість i -го елемента.

$$T_h = \frac{h}{j},$$

де j – жорсткість елемента;

h – жорсткість в’язкого тертя;

$$h = \frac{F}{\dot{X}},$$

де F – сила демпфування;

\dot{X} – швидкість руху.

При центральному положенні шпинделя в ГСО без дренажних канавок з чотирма карманами

$$T_{h_0} = 2\mu \frac{q+1}{q} \times \frac{(L-l) \times l}{P_H \times h_0^2}, \quad (3)$$

$$j_0 = \frac{(L-l) \times D \times q}{(1+q)(1+q+2\alpha)} \times \frac{P_H}{h_0}, \quad (4)$$

де D і L – діаметр і довжина підшипника, відповідно;

l – ширина кільцевого змикання карманів;

h_0 – радіальний зазор;

q – відношення гідравлічних опорів на виході із кармана і перемичками між карманами;

j_0 – жорсткість підшипника;

P_H – тиск насоса;

μ – коефіцієнт динамічної в'язкості.

Приклад оптимізації можна проілюструвати на оздоблювально-розточувальній головці з ГСО, спроектованій на основі запропонованого оцінкового аналізу демпфуючої здатності. Розрахункова схема головки приведена на рис. 1. Радіальна опора A і B мають: $D = L = 60$ мм;

$l = 3$ мм; $q = 1$; $\alpha = 0.3$; $h_0 = 20$ мкм.

Еквівалентна постійна часу в точці приведення C (вершини різця), згідно формули (1)

$$T_{\text{екв}} = \frac{1}{E_{\text{сш}} + E_{\text{сш}}} \times (E_{\text{сш}} \times T_{\text{шш}} + E_{\text{сш}} \times T_{\text{шш}}),$$

де $E_{\text{сш}}$ – податливість точки C ,

зумовлена прогином шпинделя і борштанги;

$E_{\text{сш}}$ – податливість точки в наслідок нежорстких опор;

$T_{\text{шш}}$ – постійна часу матеріалу шпинделя;

$T_{\text{шш}}$ – визначається за формулою (3).

Результати розрахунку приведені на рис. 2 ($\mu = 5 \text{сПз}$; $P_H = 1 \dots 6 \text{МПа}$).

З рис. 2 видно, що зниження тиску підведеного мастила від 6МПа до $1,5 \text{МПа}$ призводить до зростання постійної часу демпфування від 3×10^{-5} до 41×10^{-5} (\approx в 14 разів) при одночасному зниженні жорсткості в місці різання на 5%.

Як показала практика, головки з ГСО забезпечують високоякісне розточування

деталей з особистою податливістю до 130мкм/Н , в той час коли подібні головки на опорах кочення (АР-25) допускають безвібраційну тонку обробку при податливості не більше $13 \dots 15 \text{мкм/Н}$.

Література.

1. Пуш А.В. Многокритериальная оптимизация шпиндельных узлов// Станки и инструмент. – №4. – 1987. – С. 14 – 18.

2. Пуш А.В. Расчет и проектирование гидростатических подшипников. Гидростатические подшипники. - М.: Мосстанкин, 1978. – 48 с.

3. Пуш А.В. Расчет сил демпфирования в гидростатических подшипниках// В кн.: Опоры скольжения с внешним источником давления. Вып. 3. – Красноярск: КПИ, 1979.

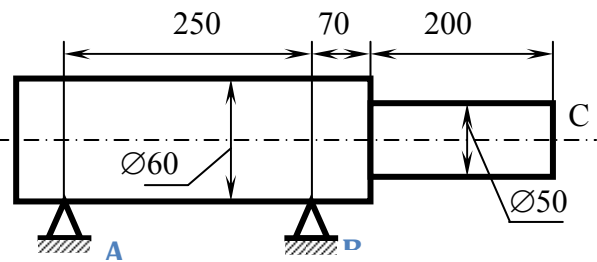


Рис. 1

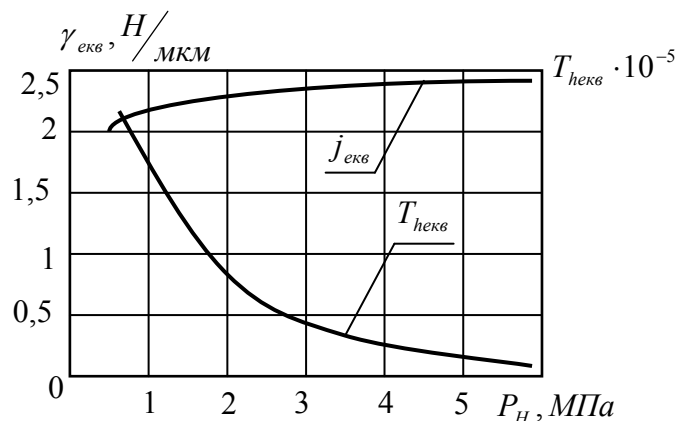


Рис. 2.

УДК 656.131

П.М. Грунтас

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНТИДЕТОНАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ

P.M. Gruntas

ANTI-KNOCK PROPERTIES

Одним із основних показників якості, за яким визначають придатність бензину для того чи іншого двигуна, є його детонаційна стійкість.

На детонаційне згоряння найбільше впливає якість палива, тобто його хімічний склад. Палива різного хімічного складу мають різну стійкість до температури і процесів окислення, здатність утворювати пероксиди та гідропероксиди, тобто мають різну детонаційну стійкість. Найбільшу детонаційну стійкість (здатність протистояти окисленню при високих температурах) мають ізопарафінові та ароматичні вуглеводні, найменшу – н.парафінові вуглеводні. Зі збільшенням молекулярної маси вуглеводнів детонаційна стійкість зменшується внаслідок подовження парафінового ланцюга.

Для оцінки антидетонаційних властивостей палива (детонаційної стійкості) прийнята умовна одиниця – октанове число. Сутність визначення детонаційної стійкості палива полягає в порівнянні її з детонаційною стійкістю еталонних палив.

Підбирають такі суміші еталонних палив, які згоряють у стандартних установках із такою ж інтенсивністю детонації, як бензин, для якого визначають октанове число.

Октанові числа визначають за моторним і дослідницьким методом.

Наприклад, бензини А-92 та А-95 мають значення октанових чисел за дослідницьким методом 92 та 95 відповідно, а за моторним – 82,5 та 85. Тому при визначенні октанового числа бензину вказують метод визначення, наприклад, 85/М; 95/Д, де літери “М” і “Д” відповідно моторний та дослідницький метод. Октанові числа бензинів залежать від їх хімічного складу.

Країни світу використовують, в основному, бензини марок (типів): звичайний або регулярний (зустрічається назва «нормальний») – з октановими числами 80...92, преміальний – з октановими числами до 95, «супер» – з октановим числом 98 (за дослідницьким методом). Бензини багатьох країн мають підвищену температуру кінця кипіння (2150С) та дещо збільшений залишок після розгонки (до 2%).

Кожний двигун вимагає використання бензину відповідного октанового числа. Необхідні значення октанових чисел залежать передусім від ступеня стиснення. Крім того, на вибір значення октанового числа бензину впливають інші фактори, такі як діаметр циліндра, матеріал головок, кількість і розміщення свічок та інші, тобто ті фактори, які впливають на процес згоряння суміші.

Ефективним методом підвищення октанового числа бензинів є добавлення антидетонаційних присадок – антидетонаторів. Антидетонаторами можуть бути селенові, телуrowі, марганцеві, свинцеві, залізні та деякі інші органічні сполуки.

Кожний антидетонатор проявляє свою ефективність дії при введенні його в оптимальній кількості, яка залежить від його хімічного складу та хімічного складу бензину, до якого він додається. Для перетворення металів та їх оксидів в газоподібний стан необхідні додаткові органічні сполуки – так звані «виносії». Виносії для більшості антидетонаторів або малоефективні, або дорогі. Селенові та телуrowі антидетонатори неефективні. Механізм дії антидетонаторів полягає в уриванні ланцюгових реакцій, запобіганні накопичення пероксидних сполук.

УДК 621.855

О.М. Грушицький

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НАТЯГУ НА БОЧКОПОДІБНІСТЬ ВТУЛОК ПРИВОДНИХ РОЛИКОВИХ ЛАНЦЮГІВ ЗАКОРДОННИХ ФІРМ

О.М. Hrushytskyi

INVESTIGATION OF THE TENSION EFFECT ON THE DRIVING ROLLER CHAIN BAREL-LIKE BUSHES OF FOREIGN COMPANIES

Відзначено, що приводні роликові та втулкові ланцюги (ПРВЛ) та ланцюги приводні роликові підвищеної міцності і точності (ЛПМТ) [2] на даний час знайшли найширше застосування у різноманітних галузях техніки, зокрема сільськогосподарському машинобудуванні, авіації, двигунах внутрішнього згоряння, бурових установках нафто-газовидобування тощо.

Встановлено [3-6], що в процесі складання внутрішніх ланок приводних ланцюгів, при запресуванні втулок у отвори внутрішніх пластин, внаслідок радіальної деформації їх кінців вони набувають бочкоподібної форми. Відхилення твірної внутрішньої циліндричної поверхні втулок від прямолінійності спричиняє кромочний контакт між валиком і втулкою, що призводить до високих, у десятки разів більших від допустимих, тисків у шарнірах і як наслідок до високої інтенсивності зношування особливо на етапі припрацювання.

В роботі [3] подані теоретичні і експериментальні дані дослідження форми внутрішньої циліндричної поверхні запресованих у отвори пластин згортних втулок, виходячи з допущення їх суцільності, тобто без врахування наявності стикового шва, що призводить до суттєвих похибок.

В роботах [4-6] подані дослідження форми внутрішньої циліндричної поверхні втулок з врахуванням стикового шва, в результаті чого встановлено, що по куту попороту відхилення від прямолінійності твірної внутрішньої поверхні згортних втулок має певну закономірність і максимальне значення, як правило, розміщене у зоні стикового шва.

Таким чином, бочкоподібність внутрішньої циліндричної поверхні втулок буде мати у певних поздовжніх перерізах розміщених відносно стикового шва за заданими кутами, різні значення, які підкорятимуться, як випадкові величини, певним законам розподілу. Тому дослідження величин натягу і самої бочкоподібності у імовірнісному аспекті є новим і актуальним.

В результаті проведення експериментальних досліджень, здійснено обробку отриманих статистичних даних використавши метод ітерацій за теорією малої вибірки, результати якої подані у таблиці

Істотність відмінностей середніх значень дисперсій, натягів і бочко подібності перевіряли за критеріями Стюдента - t_k , Фішера – F, використавши відповідні формули $t_k = 3|x_1 - x_2|/\sqrt{S_1^2 + S_2^2}$, $F = S_2^2/S_1^2$, де ($S_2 > S_1$), де $x_1; x_2$ і $S_1; S_2$ відповідно середні значення і середньоквадратичні відхилення двох порівнювальних величин. Приймавши за еталон приводний ланцюг виробництва фірми “Elite” (Швеція), встановлено наступне:

Відмінність між дисперсіями розсіювання бочкоподібності ПРВЛ фірми “Elite” порівняно із іншими значеннями дисперсій ПРВЛ інших фірм – істотна.

Таблиця. Значення натягів і бочкоподібності згортних втулок та характеристики розсіювання

Фірми-виробники ПРВЛ з кроком 19,05 мм I,II,III-тип ланцюга					
ChainBelt-I (США)	ChainBelt-II (США)	ChainBelt-III (США)	“Elite” (Швеція)	“Regina” (Італія)	“Renold” (Англія)
Натяг – δ , мкм (варіаційні ради)					
110; 120; 125; 128; 135; 140; 148; 165; 182; 194.	150; 167; 172; 182; 183; 189; 195; 202; 215; 245.	168; 195; 210; 235; 242; 249; 251; 260; 268; 278.	15; 16; 25; 41; 50; 55; 58; 69; 75; 80.	93; 105; 108; 112; 129; 129; 140; 155; 165; 168.	62;68; 71; 77; 83; 85; 87; 92; 96; 98.
Бочкоподібність - Δ , мкм (варіаційні ради)					
62; 68; 71; 77; 83; 85; 87; 92; 96; 98.	35; 35; 49; 50; 51; 53; 61; 64; 70; 71.	27; 35; 37; 39; 40; 45; 48; 55; 60; 71.	5; 6; 7; 9; 9; 11; 12; 14; 20; 25.	26; 29; 32; 34; 37; 41; 41; 43; 45; 50.	21; 24; 26; 27; 30; 35; 37; 39; 50; 59.
Вибіркові середні значення $\bar{\delta} / \bar{\Delta}$, чисельник – натягу, знаменник – бочкоподібності, мкм					
144,7/81,9	190,0/53,9	235,6/45,7	48,4/11,8	130,4/38,0	81,2/34,8
Вибіркові дисперсії $D(\delta)/D(\Delta)$ – чисельник натягу, знаменник – бочкоподібності, мкм ²					
732.2/177.0	709.0/163.0	1197.2/186.0	559.4/64.2	688.5/57.1	148.2/145.3
Коефіцієнти варіації $V(\delta)/V(\Delta)$ – чисельник натягу, знаменник – бочкоподібності					
0,186/0,162	0,140/0,237	0,147/0,298	0,488/0,540	0,202/0,199	0,150/0,346

Визначення і оцінка істотності відмінності між середніми значеннями бочкоподібності за параметром $P(t_R)$ показало, що по відношенню до середнього значення бочкоподібності втулок фірми “Elite” (Швеція), середні значення бочкоподібності втулок ПРВЛ істотні.

Висновок: Отримані результати досліджень свідчать про суттєвий вплив натягу на бочко подібність втулок і можливість корегування розмірних параметрів втулок і отворів внутрішніх платин, забезпечивши мінімальну бочко подібність і регламентовану міцність пресових з’єднань.

Література

- Ланцбгиприводні роликові та втулкові. Загальні технічні умови: (ГОСТ 13568-97 (НСО 606-94), ІДТ), ДСТУ 13568:2006 (НСО 606-94) (ISO 606:1994, NEQ). – [Чинний від 2007-10-01]. – К.: Держспоживстандарт України. 2007.-22с.
- Цепи приводні роликові еповишеної прочності и точности: ГОСТ 21834-67. [Дейстителен от 1989-01-01]. М.: Изд-во стандартов, 1988-15с.
- Жуков К.П. К вопросу об усовершенствовании их технологии изготовления роликовых цепей с целью повышения их работоспособности/ К.П. Жуков//Механические передачи (цепным и зубчатым ремнем)/Под ред. Г.Б. Столбина. – М.: НИИАМШ, 1971- с.6-15
- Кривий П.Д. Работоспособность приводных роликовых и втулковых цепей с ориентированными свертными втулками/ П.Д. Кривий// канд. Дис. Львов: ЛПУ, 1990г.

УДК 629.113.066

А.Г.Гуменюк, Ю.І. Пиндус канд. техн. наук, доц., Р.Р. Заверуха, Т.Д. Навроцька
Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, Україна

**ДОСЛІДЖЕННЯ РЕГУЛЮВАЛЬНОЇ, ЗОВНІШНЬОЇ ТА
СТРУМОШВИДКІСНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЕНЕРАТОРА 94.3701
АВТОМОБІЛЯ ВАЗ-2115**

**A.H. Humenyuk; Y.I. Pyndus PhD; R.R. Zaveruha; T.D. Navrotska
STUDY OF VAZ-2115 GENERATOR REGULATING, EXTERNAL AND
ELECTRICAL CURRENT-SPEED CHARACTERISTICS**

Генератори змінного струму мають ряд переваг перед генераторами постійного струму: меншу масу і габарити при тій самій потужності; більший ресурс при вищому рівні безвідмовності; відсутність колектора у силовому колі, (струм збудження не більше 0,1...0,2 від струму генератора, що знижує знос кілець і відповідно експлуатаційні витрати), менша витрата міді в 2... 2,5 раза, можливість підвищити частоту обертання генератора відносно частоти обертання двигуна більш ніж у 2,5 раза. При такій частоті обертання генератор на холостих обертах двигуна розвиває до 25...50 % своєї номінальної потужності та забезпечує заряд акумуляторної батареї.

При малій частоті обертання ротора величина $c^2_x n^2$ порівняно з $(r+R)^2$ мала, тому струм генератора збільшується майже пропорційно до частоти обертання. Із зростанням обертів величина $c^2_x n^2$ значно збільшується, що призводить до "самообмеження" сили струму генератора і дозволяє відмовитися від обмежувача струму, тобто захисту генератора від перевантаження.

Регульовально-швидкісна характеристика виражає залежність струму збудження від частоти обертання при постійних значеннях навантаження і напруги, тобто $i_z = f(n)$ при $I_d = Const$, $U_d = Const$ (рис. 2).

Характеристику знімають при трьох значеннях струму навантаження:

$$I_d = I_{d_{max}} ; I_d = 0.5I_{d_{max}} ; I_d = 0 . \quad (3)$$

За характеристикою визначають діапазон зміни струму збудження, на який повинен бути розрахований регулятор напруги.

Зовнішня характеристика виражає залежність випрямленої напруги генератора U_d від струму навантаження I_d при постійних частоті обертання й струмі збудження, тобто $U_d = f(I_d)$ при $n = Const$, $i_z = Const$. Характеристика знімається при частоті обертання генератора n_{max} , n_{cp} , n_{min} (рис. 3).

Зниження напруги при збільшенні навантаження генератора відбувається через спад напруги в обмотках статора, зменшення магнітного потоку в повітряному зазорі та спад напруги в ланцюзі випрямляча.

Струмошвидкісна характеристика – це залежність струму навантаження I_d від частоти обертання n ротора генератора при постійних значеннях випрямленої напруги U_d і струму збудження i_z , тобто $I_d = f(n)$ при $U_d = Const$, $i_z = Const$ (рис.4)

У технічних умовах на генератор вказують параметри:

n_x – початкову частоту обертання на холостому ході $I_n=0$;

n_p – розрахункову (або мінімальну робочу) частоту обертання;

$I_{d_{max}}$ – максимальний струм навантаження (струм самообмеження);

n_{max} – максимальну частоту.

Дотична до кривої з початку координат визначає розрахункові параметри I_p , n_p генератора. Розрахунковий струм складає близько 60% номінального. У розрахунковому режимі нагрів генератора найбільший.

На сьогодні замість розрахункових параметрів вказують мінімальну робочу частоту обертання ротора, що приблизно відповідає обертам холостого ходу двигуна (умовно беруть 1500 об/хв). Сила струму при цій частоті звичайно становить 40-50% від номінального струму генератора й повинна бути достатня для забезпечення живлення життєво важливих споживачів енергії на автомобілі.

За струмшвидкісною характеристикою визначають $I_d \max$ і, відповідно, потужність генератора:

$$P_n = U_{дн} I_d \max \quad (4)$$

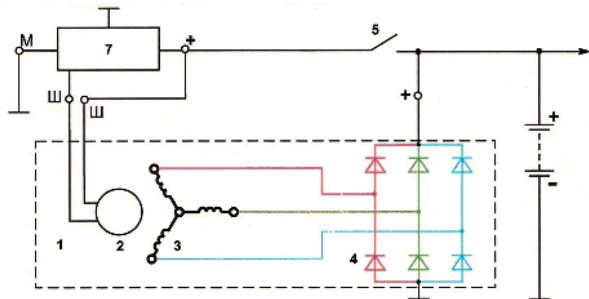


Рис.1. Схема електрична генераторної установки автомобіля ВАЗ-2115

- 1 – генератор; 2 – обмотка збудження;
3 – обмотка статора; 4 – випрямляч;
5 – вимикач; 6 – регулятор напруги

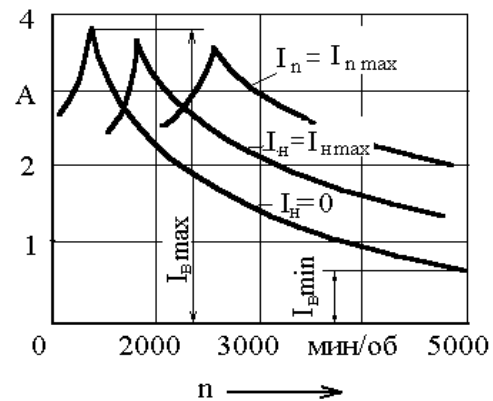


Рис.2. Регульовально-швидкісна характеристика генератора 94.3701

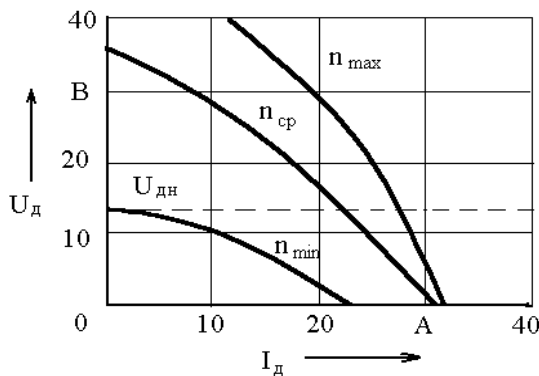


Рис.3. Зовнішня характеристика генератора генератора 94.3701

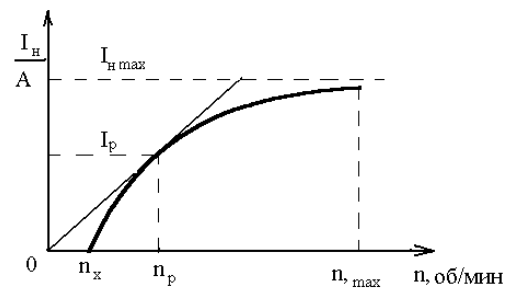


Рис.4. Струмшвидкісна характеристика генератора генератора 94.3701

Література

1. Руководство по ремонту, техническому обслуживанию и эксплуатации автомобилей ВАЗ-2115 // М.: Издательский Дом Третий Рим, 2000. – 176 с.
2. Краткий автомобильный справочник // М.: Транспорт, 1985. – 220 с.

УДК 621.891

Я.В. Бень, В.М. Рудяк

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЕЛЕКТРИЧНІ КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ТРИБОЛОГІЧНОЇ НАДІЙНОСТІ ВАЖКОНАВАНТАЖЕНИХ ПАР ТЕРТЯ АВТОМОБІЛІВ

Ya.V.Ben., V.M.Rudyk

ELECTRIC OF RELIABILITY EVALUATION CRITERIA OF TRIBOLOGICAL HEAVY DUTY PAIR FRICTION CAR

З позицій структурно-енергетичної теорії тертя та зношування запропоновані комплексні електричні критерії оцінки поверхневої міцності матеріалів при терті та зношуванні важко навантажених пар тертя автомобілів. Приведена методика ідентифікації триботехнічних, структурно-енергетичних та електричних параметрів пар тертя для одержання об'єктивної інформації про процеси в зоні фрикційного контакту. Стало можливим, завдяки залученню до вирішення даних проблем останніх досягнень фізики твердого тіла, механіки, фізичної хімії, матеріалознавства, термодинаміки відкритих систем, триботехніки та інших. Враховуючи, що більше 80% відмов в роботі машин відбувається через інтенсивне зношування робочих поверхонь деталей у вузлах тертя, особлива увага приділяється комплексному вивченню процесів тертя та зношування, які відіграють основну роль в забезпеченні нормальної експлуатації пар тертя із заданими параметрами надійності та довговічності в т.ч. автомобілів.

На сучасному етапі розвитку науки триботехніки потрібний якісно новий рівень знань про процеси, які протікають в зоні фрикційного контакту, з'явилась необхідність в розробці нових матеріалів і конструкцій, ефективних засобів відновлення зношених поверхонь деталей, здатних задовольняти широкий діапазон вимог до вузлів тертя машин та механізмів. Стало очевидним, що тільки з розвитком фундаментальних і прикладних досліджень в галузі тертя, мащення та зношування можливе вирішення проблеми підвищення надійності і довговічності машин, економії матеріальних ресурсів. Стало необхідним одержання об'єктивної інформації про процеси в зоні пар тертя автомобілів.

При використанні більшості існуючих машин тертя, методів вимірювання і контролю триботехнічних, структурно-енергетичних параметрів фіксується кінцевий результат і не розкриваються причинні зв'язки, які зумовили конкретні значення даних параметрів, відсутній зв'язок із фізикою процесу тертя та зношування. Одним із основних недоліків традиційних методик являється значна тривалість процесу яка пов'язана із специфікою роботи пар тертя автомобіля в режимі нормального механохімічного зношування.

На даний час високого рівня розвитку і широкого застосування одержали електричні методи (відповідні параметри) при оцінці показників процесу тертя та зношування. Приведена узагальнена інформація про можливість використання і трибологічну інформативність методу контактного електроопору (КЕО) пари тертя (R) як кінетичного методу неперервного контролю процесів тертя та зношування в режимах припрацювання, нормального механохімічного зношування та перехідних процесів. Згідно запропонованої методики вимірюються наступні параметри КЕО (R) вихідне (стабільне) значення КЕО при заданих силових параметрах навантаження, ΔR - величина падіння КЕО після чергового збільшення силових параметрів навантаження, t - час виходу пари тертя на нове стабільне значення КЕО, $\Delta R/R_{\text{вих}}$. В діапазоні

структурної пристосовуваності (СП), який характеризується наявністю вторинних структур (ВС) з оптимальними властивостями, дані параметри стабільні і оптимальні, за межами даного діапазону (процеси припрацювання, об'ємної деструкції) дані параметри мають максимальне значення і нестабільні в часі. Значення параметрів $\Delta R/R_{вих}$ і ΔR залежать від термодинамічних, геометричних та фізико-механічних властивостей ВС. Як показали проведені дослідження і одержані дані запропоновані електричні критерії є високоінформативними просторово-часовими показниками процесу тертя та зношування і кінетики структурного стану поверхонь тертя.

Для одержання об'єктивної інформації про ефективність чи неефективність запропонованих технічних рішень по відновленню зношених поверхонь тертя деталей вузлів тертя автомобіля дослідження необхідно проводити в широкому діапазоні зміни силових параметрів навантаження (питоме навантаження P , швидкість ковзання V , температура t), при їх плавній зміні з можливістю реверсивного характеру руху, можливості імітації руху досліджуваного зразка по новому сліду. На існуючих машинах тертя реалізувати дані вимоги практично неможливо.

Дослідження проводились на спеціально сконструйованій машині тертя, яка дозволяє моделювати основні пари тертя автомобіля, плавно змінювати силові параметри навантаження в широких діапазонах, відрізняється простотою конструкції, невеликими габаритами, зручністю в експлуатації і в сукупності з металографічним аналізом структури поверхонь тертя складає комплекс, що володіє певним ступенем досконалості. Технічні можливості і надійність робочих вузлів машини тертя підтверджена досвідом її експлуатації (табл. 1).

Табл. 1 - Технічна характеристика машини тертя

Силові параметри навантаження			Напря м руху	Розміри пари тертя, мм		Експлуатаційні особливості
P , МПа	V , м/с	Характер зміни		Зразок	a	
0,1- 25	0,05- 12	Плавний	Однонаправлений Ревервний		b	15- 40
		Ступінчастий			D	100- 225

Призначення машини тертя - підвищення точності визначення триботехнічних параметрів процесу припрацювання відновлених пар тертя, скорочення циклу дослідження, забезпечення циклічно змінних значень швидкостей ковзання і напрямків відносного руху.

Розроблені комплексні електричні критерії можуть бути використані в якості критеріїв оцінки СП матеріалів при терті та зношуванні. Це обумовлено тим, що вони дозволяють оцінити динамічний стан всієї трибосистеми, масштабних, геометричних, динамічних і теплофізичних характеристик вузла тертя. Запропоновані критерії дозволяють вести безперервний контроль за процесами тертя та зношування з дослідженням кінетики утворення, трансформації і руйнування ВС безпосередньо в процесі випробування. У сукупності з металографічним аналізом поверхонь тертя запропоновані критерії дозволяють більш об'єктивно керувати процесами тертя і зношування, розкривати фізичну природу триботехнічних взаємодій.

УДК 621.891

Б.В. Гупка, доц., канд.техн.наук., А.Б. Гупка, канд.техн.наук., В.В. Нефьодов
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ТРИБОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРИ ОБРОБЦІ МЕТАЛІВ РІЗАННЯМ.
МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ.**

B.V. Gupka Ph.D., Assoc. Prof., A.B. Gupka Ph.D., V.V. Nefyodov.
**TRIBOLOGICAL ASPECTS IN PROCESSING METALS BY CUTTING.
A TECHNIQUE OF RESEARCH.**

В загальній теорії систем окремо виділено поняття трибологічної системи, в тому числі і при різанні металів. Значна частина триботехнічних задач в даний час вирішується малоефективним, емпіричним шляхом, що призводить до великих матеріальних та енергетичних витрат, не враховуються параметри трибологічної надійності та довговічності машин, механізмів, ріжучих інструментів ще на етапі конструювання. Серед інших причин - це і відсутність комплексної методики дослідження, яка б включала в себе кінетичні критерії оцінки процесів в зоні фрикційного контакту при різанні металів, універсальні машини тертя, параметричні моделі дослідження. Сучасний розвиток термодинаміки незворотних процесів, фізики твердого тіла, матеріалознавства, синергетики, експериментальних методик дозволив одержати обширні дані про механізми трансформації та руйнування поверхневих шарів, створити банк триботехнічних даних, побудувати відповідні фізичні, параметричні моделі процесів тертя при різанні, виявити загальні закономірності процесу тертя та зношування, дати конкретні практичні рекомендації [1].

Важливу роль відіграє при цьому геометрія контактуючих поверхонь тертя χ (масштабний фактор), яка визначає значення коефіцієнту взаємного перекриття (K_{en})-Величина K_{en} суттєво змінює швидкість процесів тертя та зношування при переході від точкового до лінійного контакту і нарешті до контакту по площині. В умовах тертя при різанні металів це призводить до зміни співвідношення швидкостей процесів утворення, трансформації та руйнування захисних вторинних структур (ВС).

Передня поверхня різця взаємодіє з прирізцевою поверхнею стружки, а задня поверхня - з відтворюваною поверхнею різання. На обидві поверхні діють перемінні тиски, постійно змінюються площа контакту, шорсткість поверхні, умови тепловідводу, наростоутворення та мікровикришування, контактна температура, що призводить до різних інтенсивностей зношування робочих поверхонь різця.

В конкретних випадках, коли необхідно перенести результати лабораторних досліджень на реальні вузли тертя використовують елементи теорії моделювання із врахуванням теплової динаміки процесу тертя та зношування при різанні металів. Це зrealізовано в запропонованій методиці дослідження і підтверджено одержаними результатами. Аналізуючи вхідні параметри та умови різання (важконавантажені пари тертя), попередні експериментальні дослідження та дослідження інших авторів, вибрана наступна схема контакту пари тертя: пальчиковий зразок - плоска торцева поверхня диска (контртіло). Положення зразка суттєво впливає на умови мащення та охолодження (характер подачі змащуючо-охолоджуючих рідин (ЗОР) в робочу зону тертя), що в свою чергу формує конкретні значення параметрів контактного електричного опору КЕО (R), інтенсивності зношування J , коефіцієнта тертя μ , температури T °C.

Дослідження по даній методиці проводились на спеціально виготовленому трибометрі [2], в широкому діапазоні зміни силових параметрів навантаження по

заданому закону (P , V). Крім цього запропоновано електричні критерії оцінки структурної пристосовуваності матеріалів при терті в процесі різання (контактний електроопір пари тертя KEO (R), ΔR , $\Delta R/R_{max}$), які дозволили значно скоротити цикл досліджень, об'єктивно ідентифікувати основні триботехнічні параметри із відповідним структурним станом поверхонь тертя, чітко фіксувати критичні точки взаємопереходу процесів: припрацювання - нормальне тертя та зношування - пошкоджувальність (об'ємна деструкція). Параметрична модель дослідження процесів тертя та зношування при різанні металів зображено на рис. 1.

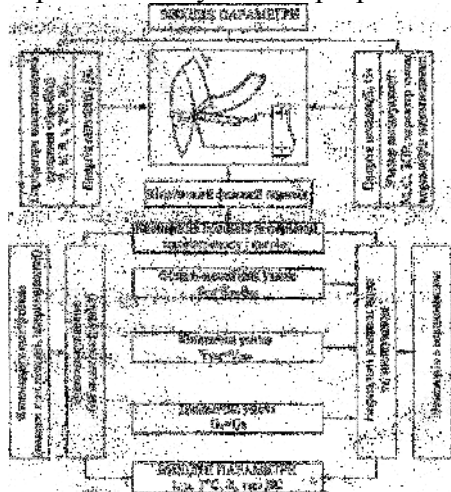


Рис. 1. Параметрична модель дослідження процесів тертя та зношування при різанні металів

P - сила різання; V - швидкість різання;
 S - подача; t - глибина різання;
 $T^{\circ}C$ - температура; S_{bc} - міцність ВС;
 S_{om} - міцність основного металу;
 K_z - коефіцієнт зміцнення; $V_{увс}$ - швидкість утворення ВС; $V_{рвс}$ - швидкість руйнування ВС; J - інтенсивність зношування;
 μ - коефіцієнт тертя; R - контактний електроопір пари тертя; M - матеріал пари тертя; C - робоче середовище; ЗОР - змащувально- охолоджувальна речовина.

Проведений цикл досліджень дозволив побудувати узагальнений графік залежності основних триботехнічних показників і структурного стану поверхонь тертя від значення K_{en} (рис. 2)

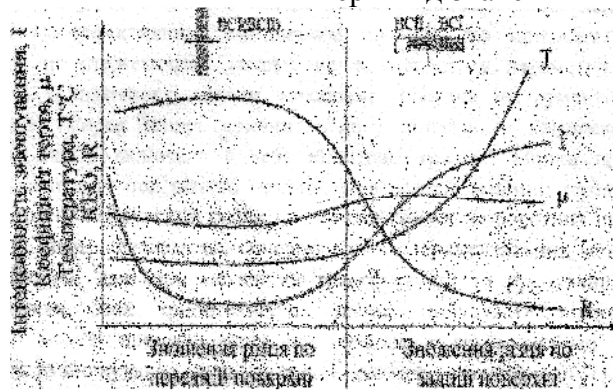


Рис. 2. Вплив K_{en} на процеси в зоні фрикційного контакту при різанні металів

Дана методика дослідження дозволила шляхом фізичного моделювання процесів тертя та зношування, при різанні металів, значно зменшити трудомісткість експериментальних досліджень, а також дати фізичне обґрунтування зношуванню інструментів при різанні та забезпечити достовірність і співвідношення одержаних результатів.

Література

1. Поверхностная прочность материалов при трении // Под ред. Б.И. Костецкого. Киев: Техніка, 1976., -292 с.

2. А.С. 1490593 СРСР МКИ G01N3/56 Способ испытания на трение и изнашивание пары диск-палец // Б.И. Костецкий, Б.В. Гупка и др. -4339216/25 - 28, Заявлено 04.12.87, Опубликовано 30.06.89, -Бюл. №24, -5 с.

УДК 621.891

Б.О. Стайоха, В.М. Вакуленко

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МЕТОД ПАСПОРТИЗАЦІЇ ПРИ ОЦІНЦІ ТРИБОЛОГІЧНОЇ НАДІЙНОСТІ ПАР ТЕРТЯ ХАРЧОВОГО ОБЛАДНАННЯ

B.O. Stayoha, V.M. Vakulenko.

METHOD OF ASSESSMENT CERTIFICATION TRIBOLOGICAL RELIABILITY OF FRICTION PAIRS FOOD EQUIPMENT

Одними із факторів, які суттєво впливають на особливості конструкцій робочих органів машин та механізмів харчового обладнання є їх технологічність та умови експлуатації. При конструюванні вузлів тертя машин та механізмів необхідно забезпечити не тільки експлуатаційні вимоги, які безпосередньо пов'язані з виробничим процесом (силовими параметрами навантаження пар тертя), а й вимоги до економічних показників технологічного процесу їх виготовлення. Чим менші трудомісткість і собівартість виготовлення, тим більш технологічним вважається даний виріб, а чим менші сили тертя в елементах механізмів, тим кращі експлуатаційні показники. Технологічність конструкції елементів пар тертя машин та механізмів харчового обладнання передбачає широке використання уніфікованих складальних одиниць, стандартизованих і нормалізованих деталей та їх елементів. При проектуванні та виготовленні вузлів тертя машин та механізмів необхідно одночасно вирішувати дві задачі. По перше: конструкція повинна бути якомога простішою і технологічнішою; по друге - забезпечувати необхідні показники надійності, довговічності та ремонтпридатності. В цьому полягає технічне протиріччя, оскільки перше негативно відбивається на другому.

Одними із основних показників надійності, довговічності, ремонтпридатності даних машин та їх вузлів є трудомісткість та енергомісткість. Трудомісткість виробу та його складових частин під час його виготовлення, складання або ремонту виражається сумою нормо-годин, витрачених на відповідні технологічні процеси.

Забезпечення трибологічної надійності пар тертя робочих органів - це взаємозв'язане рішення конструкторських, технологічних та експлуатаційних завдань, направлених на підвищення надійності і продуктивності виконання технологічного процесу виготовлення, технічного обслуговування і ремонту.

Оцінку технологічності конструкцій проводять в двох напрямках - якісному і кількісному. Якісна оцінка характеризує технологічність конструкцій, виходячи з досвіду конструктора. Кількісна оцінка виражається числовими показниками і доцільна у випадку, коли ці показники суттєво впливають на технологічність конструкцій. Кількісну оцінку технологічності базової і запропонованої конструкції оцінюємо масою виробу, коефіцієнтом використання матеріалу, собівартістю виготовлення та ін. [1].

Розроблення ефективних міроприємств по підвищенню надійності і довговічності важко навантажених пар тертя залежить від наявності інформації про найбільш слабкі і вразливі вузли, які лімітують працездатність, а також про причини, які викликають їх відмову. Важливо мати інформацію про ведучий вид зносу і причини пошкоджуваності зазначених пар тертя. Для її досягнення використано метод паспортизації робочих поверхонь пар тертя механізмів харчового обладнання (табл. 1)

Основою для розробки даного методу послужили загальні положення структурно-енергетичної теорії тертя та зношення. В результаті системного аналізу обґрунтовано вибір вхідних параметрів, їх вплив на процеси утворення, трансформації

та руйнування поверхневих шарів елементів пар тертя. Запропоновано комплекс кінетичних критеріїв оцінки зносостійкості важко навантажених пар тертя.

Таблиця 1 - Структурна схема методу паспортизації при дослідженні пар тертя

1 Технічна функція трибомеханічної системи					
Аналіз тертя і зношування спряжень					
2 Робочі параметри					
Тип руху, КВП, характер руху, тривалість роботи, схема контакту					
Навантаження P , швидкість V , температура t , коефіцієнт тертя μ , КЕО					
Матеріали пари тертя, фрикційність та антифрикційність, робоче середовище					
3 Структура трибомеханічної ситеми					
Властивості ТЕ	ТЕ-1 ТЕ-2 ТЕ-3 ТЕ-4				
Позначення ТЕ, матеріал	Геометрія контакту	Хімічний склад, структура поверхневого шару	Фізико-механічні, експлуатаційні властивості	Топографія робочої поверхні	Робоче середовище
4 Трибологічні взаємодії					
5 Трибологічні характеристики пари тертя					
Зміна властивостей трибоелементів	Ескізи спряжень [2]		Триботехнічні параметри		
Зношування елементів пар тертя в робочому середовищі. Зміна властивостей матеріалу і шорсткості поверхні тертя. Формоутворення вторинних структур	<p>1 – контртіло, 2 – зразок, P – зусилля навантаження n – частота обертання</p>		Інтенсивність зношування, коефіцієнт тертя, температура, КЕО, питома робота руйнування, енергоємність системи тертя		

Запропоновані ідеї зrealізовані при вирішенні ряду конкретних задач: прискореного припрацювання поверхонь тертя для одержання оптимальної експлуатаційної шорсткості поверхні тертя створення в зоні фрикційного контакту умов для реалізації режиму металоплакування.

Література:

1. Поверхностная прочность материалов при трении. // Под ред Б.И. Костецкого. - Киев: Техника, 1976. - 292 с.
2. А.с. 1490593, СССР, МКИ G01N3/56. Способ испытания на трение и износ пары диск-палец. Б.И. Костецкий, Б.В. Гупка и др., заявлено 04.12.1987, опубл. 30.06.1989. Бюл. №25. - 5 с.

УДК 621.791.763

Д.А.Гурский

Тернопольский национальный технический университет имени Ивана Пулюя, Украина

ПРИНЦИПЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ СВАРКИ

D.A.Hurskiy

PRINCIPLES OF AUTOMATIC PROCESS CONTROL OF ELECTRIC ARC WELDING

Для повышения технологических характеристик сварных соединений, которые выполнены контактной двухсторонней точечной сваркой, необходимо использовать методы и способы с программированным изменением параметров и режимов сварки, или программированным воздействием на зону формирования точечных сварных соединений, которые позволяют управлять термическими и деформационными процессами, протекающими в зоне сварки.

Программированное воздействие процессами сварки обеспечивается принципами построения та методами расчета автоматических систем – теории технических средств автоматики или элементов программирования и теории автоматического управления.

Параметрами, которые наиболее значимо влияют на процесс формирования сварного соединения и различают между собой все многообразие известных способов электродуговой сварки, являются напряжение сваривания, род сварочного тока и форма его импульса. Эти различия обусловлено в основном особенностями устройства силовых электрических контуров машин электродуговой сварки или источников питания.

Программированное воздействие процессами сварки, или автоматическое управление свариванием осуществляется двумя основными методами – системой автоматического управления (САУ) за возбуждением (рис. 1) и за отклонением (рис. 2) управляемой величины.

Третий дополнительный метод программного воздействия – комбинированный, который объединяет первые два основных методы.

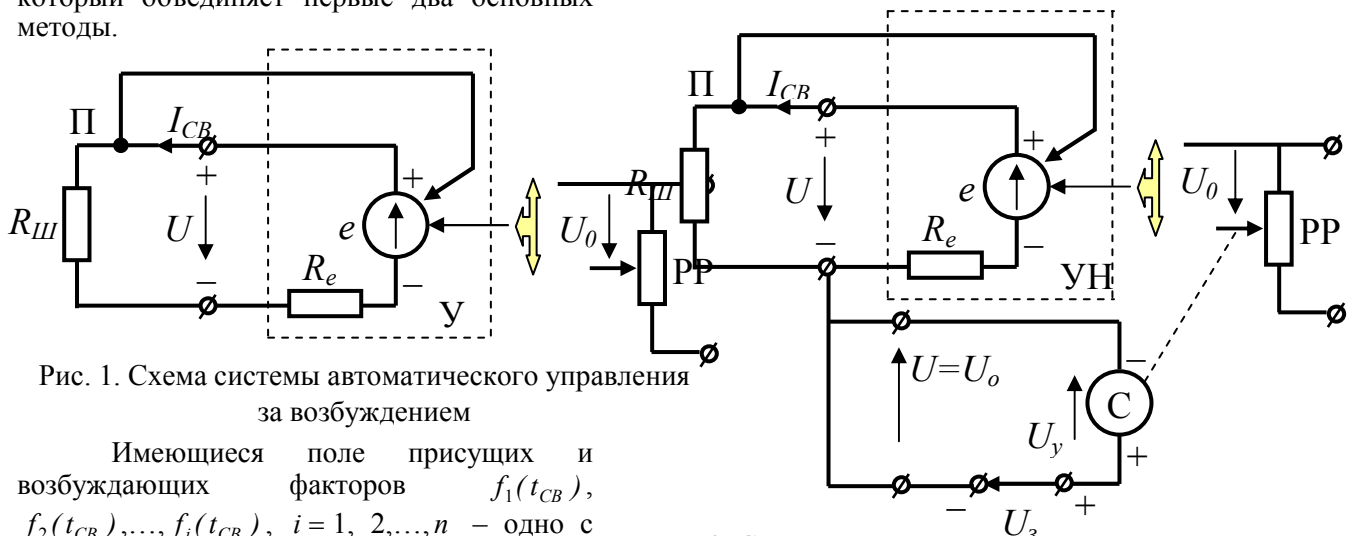


Рис. 1. Схема системы автоматического управления за возбуждением

Рис. 2. Схема системы автоматического управления за отклонением

Имеющиеся поле присущих и возбуждающих факторов $f_1(t_{CB}), f_2(t_{CB}), \dots, f_i(t_{CB}), i = 1, 2, \dots, n$ – одно с главных оснований и подтекстов, которые отклоняют управляемую величину (напряжение выхода U , рис. 1) от автоматического закона управления.

Если возбуждающий фактор вызывает увеличение управляемой величины U , тогда регулятор создает управляющее воздействие (влияние), направленный на уменьшение регулируемой величины до заданного (установленного) значения.

Напряжение на выходе U усилителя напряжения (УН) будет определяться за выражением и законом управления (условием):

$$U = e - I_{CB} R_e = const, \quad (1)$$

при этом для измерения величины возбуждающего фактора (силы тока I) используют питатель тока (ПТ), а

закон управления имеет вид:

$$U = kU_0 + (ka - R_e), \quad (2)$$

где $e = k(U_0 + aI_{CB})$, а $aI = R_{III}$ – сопротивление шунта, который выступает в качестве ПТ. За

условия $ka = R_e$ напряжение на выходе ПТ всегда постоянное, то есть $U = kU_0 = const$. Данная зависимость и определяет заданный режим или желательный закон управления, или программного воздействия на процесс сварки, путем введения компенсирующей связи по этому возбуждению.

Принцип управления за отклонением (рис. 2) предусматривает выполнение равенства $y(t_{CB}) = f(t_{CB})$, то есть согласование функции $y(t_{CB})$, которая описывает изменение во времени t_{CB} управляемой величины и функции $f(t_{CB})$, которая представляет закон управления. При этом всегда имеется величина $x(t_{CB}) = f(t_{CB}) - y(t_{CB})$, которая определяет отклонение работы САУ, или отклонение. Для приведения управляемой величины до заданного значения необходимо наличие обратной связи или замкнутого контура передачи управляющих сигналов с выхода на вход объекта управления.

В САУ (рис. 2) объектом управления есть УН, а управляемой величиной – напряжение выхода $U = const$, или закон управления. Вал серводвигателя (СД) связан с регулирующим регулятором (РР), при этом за условия, когда напряжение управления СД равно нулю, или $U_y = 0$, вал СД есть неподвижным. Тогда выполняется равенство

$$U = U_{o.c} = U_3, \quad (3)$$

где $U_{o.c}$ – напряжение обратной связи; U_3 – напряжение задания.

Если условие (3) не выполняется, тогда должно появиться напряжение U_y

управления

$$U_y = U_3 - U_{o.c} = U_3 - U. \quad (4)$$

При этом вал СД начинает вращаться и регулировать напряжение входа ПТ до тех пор, когда не уравниваются напряжение задания U_3 и напряжение U на выходе ПТ.

Определяющими

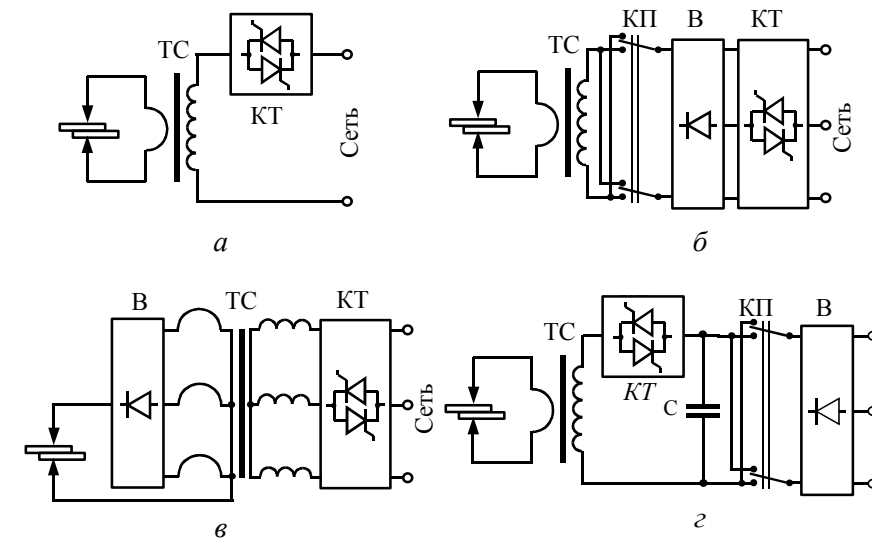


Рис. 3. Структурные силовые схемы машин дуговой сварки:

ТС – силовой сварочный трансформатор; КТ – контактор

(тиристорный); В – выпрямительный блок; КП – коммутирующий

параметрами, которые наиболее значимо влияют на процесс формирования сварного соединения и различают между собой все многообразие известных способов электродуговой сварки, являются род сварочного тока и форма его импульса. Это их различие (рис. 3) обусловлено в основном особенностями устройства силовых электрических контуров сварочных машин. Поэтому способы электродуговой сварки по роду сварочного тока и форме его импульса разделяют на следующие группы: электродуговая сварка переменным током; низкочастотная электродуговая сварка (током пониженной частоты монополярными или униполярными импульсами); конденсаторная электродуговая сварка; электродуговая сварка постоянным током. Каждая из этих групп способов имеет свои особенности, преимущества и недостатки в технологическом и техническом аспектах. Кроме того, они различаются и экономической эффективностью.

Использование теории автоматического управления в процессе контактного точечного сваривания элементов конструкции сельскохозяйственных машин позволит повысить уровень сварочных работ и качество свариваемых деталей.

Литература

1. С. Н. Козловский С. Н. Основы теории и технологии сварки : монография / С. Н. Козловский. – СибГАУ. – Красноярск, 2003. –328 с.
2. Попович М.Г. Теорія автоматичного керування / М.Г. Попович, О.В. Ковальчук. – К., 1977. 215 с.

УДК 692.484

В.В. Гуцалюк

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НАВАНТАЖЕНЬ НА КРОКВЯНІ КОНСТРУКЦІЇ РІЗНИХ ТИПІВ

V.V. Hutsaliuk

THE INFLUENCE OF LOADS ON ROOF STRUCTURES OF VARIOUS TYPES

Виконано дослідження навантажень на трикутні, трапецоїдні і з паралельними поясами кроквяні конструкції ферм.

Метою дослідження є виявлення оптимальної конструкції з точки зору несучої здатності і витрат матеріалу.

Дослідження виконано методом комп'ютерного моделюючого експерименту з використанням прикладного програмного комплексу ЛІРА з дотриманням вимог [1] і [2].

Для виконання досліджень прийняті такі силові чинники:

- власна вага;
- вага покриття;
- снігове навантаження;
- вітрове навантаження.

Конструкції досліджуваних ферм подана на рис. 1.

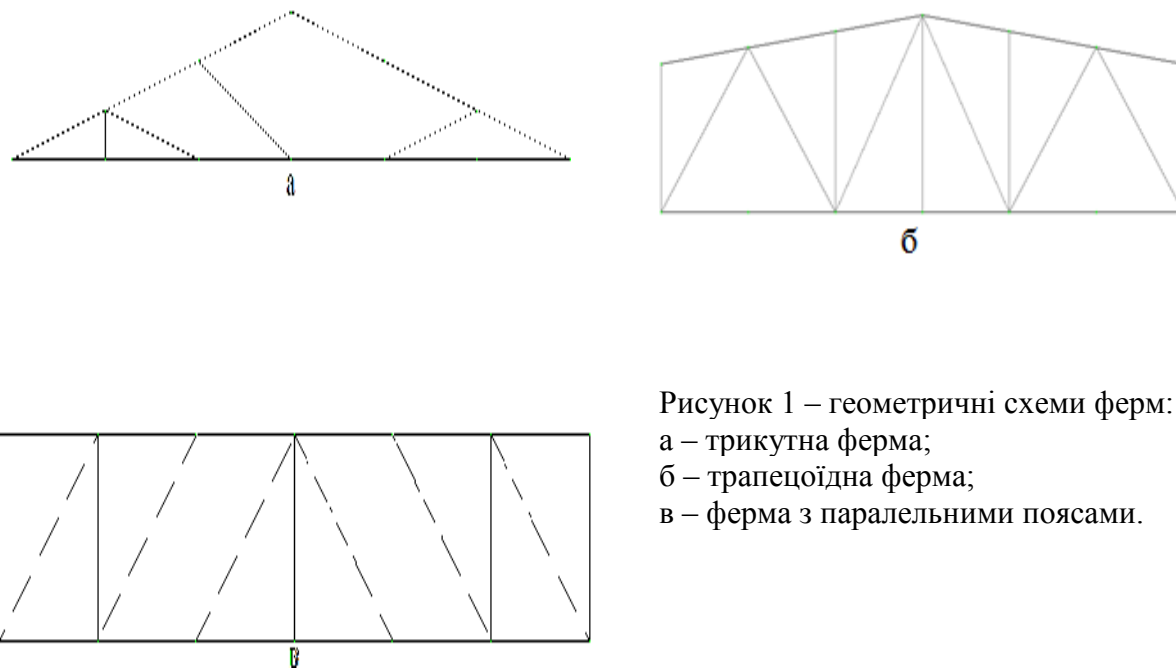


Рисунок 1 – геометричні схеми ферм:
а – трикутна ферма;
б – трапецоїдна ферма;
в – ферма з паралельними поясами.

За результатами досліджень виявлено, що оптимальне співвідношення тримкості і витрат матеріалу є в трикутній ферми.

Отримані при дослідженні результати доцільно використовувати при проектування ферм такого типу.

Література

1. ДБН В.2.6-198:2014 «Сталеві конструкції», Київ 2014.
2. ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи», Київ 2006.

УДК 621.914

М.Р. Паньків канд. техн. наук, доц., П.А. Давиденко

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕСУ СВЕРДЛІННЯ

M.R. Pankiv Ph.D., Assoc. Prof., P.A. Davudenko

RESEARCH METHODS OF DRILLING PROCESS POWER CHARACTERISTICS

Оброблення осьовими лезовими різальними інструментами внутрішніх отворів в суцільному матеріалі свердлінням, або попередньо виготовлених отворів розсвердлюванням є достатньо поширеними видами механічного оброблення.

Осьовий різальний інструмент - це лезовий інструмент для оброблення з обертальним головним рухом різання та рухом подачі вздовж осі головного руху різання. До осьових різальних інструментів відносяться: свердла, зенкери, розвертки, мітчики, плашки, зенківки та цековки. Типові послідовності оброблення осьовими інструментами забезпечують оброблення отворів з точністю розмірів IT12-IT7 та параметрами шорсткості обробленої поверхні $Ra\ 20 - Ra\ 1,25$.

Найбільшу трудомісткість оброблення осьовими різальними інструментами в суцільному матеріалі складає свердління. Найбільш поширеною конструкцією свердел є гвинтові спіральні свердла. Для оброблення склопластиків виготовляються спеціальні свердла з металокерамічних твердих сплавів переважно з групи ВК. Для оброблення чавунів використовуються сучасні конструкції збірних свердел, які оснащуються змінними багатограними пластинами з механічним закріпленням, але ці конструкції осьових різальних інструментів застосовуються для оброблення отворів діаметром більше 20мм. Швидкорізальні інструментальні сталі (ШС) мають широке застосування для виготовлення різальних інструментів, які працюють в умовах значних силових навантажень та середніх температур на різальних кромках. Основні фізико-механічні характеристики ШС, які забезпечують достатню роботоздатність різальних інструментів є: висока міцність та в'язкість; висока поверхнева твердість робочих поверхонь; зносостійкість контактних поверхонь, задовільна теплостійкість до $600^{\circ}\dots 650^{\circ}\text{C}$. В процесі різання на свердло діють осьова сила P_o та момент свердління $M_{св.}$. Характеристики силової дії на свердло визначаються впливом всіх факторів, які визначають режим різання процесу оброблення, фізико-механічні характеристики оброблюваного матеріалу, фізико-механічні характеристики інструментального матеріалу, геометричні параметри різальної частини інструменту, характеристики змащувально-охолоджувального технологічного середовища. Узагальнення практичного досвіду машинобудівного виробництва показує, що розсвердлювання попередньо оброблених отворів доцільно застосовувати для оброблення отворів в діапазоні діаметрів 20-50 мм. Відповідно для забезпечення сталих умов процесу різання при розсвердлюванні, необхідно передбачати глибину різання $h_{min} \geq 5$ мм. Таким чином, діаметр отвору, підготовленого під операцію розсвердління, не повинен перевищувати $D_{св.} - h_{min}$. Проектування сучасних технологічних процесів механічного оброблення з використанням САМ-систем потребує визначення сил та моментів, що діють в технологічній обробляючій системі, а також енергетичних витрат на виконання окремої технологічної операції. Оскільки такі силові характеристики процесу різання в основному визначаються параметрами шару припуску, що зрізується, виникає потреба у їх розрахунку.

UDC 621.81

L.M. Danylchenko, Ph.D., Assoc. Prof.; I.M. Kuchvara, Ph.D; Vignesh Arivalagan
The Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Ukraine

RESEARCHES ON SINGLE POINT CUTTING TOOL DEFLECTION

Л.М. Данильченко, канд. техн. наук, доц., І.М. Кучвара, канд. техн. наук, Вігнеш Арівалаган

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОГИНУ ОДНОЛЕЗВІЙНОГО РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ

Firstly the cutting forces were measured using dynamometer which is taken from reference, then finite element method (FEM) was used to obtain the cutting tool deflection which is finite element analysis (FEA). The FEA results were then validated using cantilever beam model results. The predicted results from FEA were very close to the theoretical study. Though the prediction from FEA and the theoretical results are reasonably accurate.

The researches of single point cutting tool deflection is important on the basis of accuracy. Cutter deflection consist of different directional deformation such as axial deformation, tangential deformation, radial deformation due to cutting forces exist during cutting. Also other factors like depth of cut, cutting speed, and feed also effects on the accuracy of ideal geometry. However, the deflection of tool under the action of cutting forces could be beyond acceptance level especially when the geometric condition of tool is changed. Over the years many researchers focused to compensate many different factors affected by cutting forces and geometrical changes of tool. Flank wear of single point cutting tool due to cutting forces by varying side cutting edge angle can be calculated by using shear area of cutting process [1]. Cutting force varies as there is change in cutting condition such as width of cut, thickness of cut, feed, depth of cut and tool cutting edge angle. So the cutting forces are influenced not only by the cutting condition but also the cutting edge geometry and material of workpiece [2]. Cutting parameters have influence tool temperature, tool wear, cutting forces and surface roughness of carbide coated tools [3]. Using von-Misses theory tool life's increment can be achieved by increasing back rake angle. The resultant von-Misses stress can be calculated using FEA simulation [4]. Deflection of tool effects on their tool life, surface roughness and dimensional correctness. The results can be calculated using Taguchi's experimental design method and FEM analysis using ABAQUS finite element program.

Analytical solution may not predict the deflection very accurately whereas the more realistic prediction by FEA requires extensive computational time and space. Thus the tool deflection can be predicted by FEA prediction and results may compared and validated with beam model. Cantilever beam model predicts the deflection to very close accuracy similar to finite element. The predicted deflections in axial, radial, tangential directions by FEA can assimilated to Beam model results at different side cutting edge angle and increasing side rake angle for single point cutting tool for steel materials.

References

1. C.S. Chang, K.H. Fuh. A force model of single point cutting tool with a chamfered main cutting edge. *Journal of Materials Processing Technology*, 1997. - Vol. 4.
2. R. Miroslov. Experimental determination of cutting forces by longitudinal turning of C60E steel. *Romanian Technical Science Academy*, 2006. - Vol. 2.
3. F. M. Aherio et al. Turning hardened steel using coated carbide at high cutting speed. *Journal of the Brazilian society of Mechanical Science and Engineering*, 2009. - Vol. 2.
4. D. Lathwal, D. Bhardwaj. Study and analysis of single point cutting tool under variable rake angle. *IJRASET*, 2013. - Vol. 1, issue 1.

UDC 621.81

L.M. Danylchenko, Ph.D., Assoc. Prof.; V.V. Bobryk; Faronbi Michael Olusegun
The Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Ukraine

OPTIMIZATION CUTTING TOOL GEOMETRY FOR TITANIUM ALLOYS

Л.М. Данильченко, канд. техн. наук, доц., В.В. Бобрик, Фаронбі Майкл Олусегун
ОПТИМІЗАЦІЯ ГЕОМЕТРІЇ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ТИТАНОВИХ
СПЛАВІВ

Titanium alloys are extensively used in mechanical engineering and metal-working industry, automobile and chemical applications due to their classical properties of high strength to weight ratio, specific strength at high temperatures, corrosion resistance, creep and fatigue strength etc. Manufacture of precise components from titanium alloys is a challenging task as the alloys comes under difficult to cut material due to the inherent qualities of low thermal conductivity, low modulus of rigidity, work hardening, high chemical reactivity with tool, built-up edge formation etc. during machining.

The cutting tools exhibits forces on the work piece and similar forces are experienced by the cutting tool while cutting the work material. Cutting tool geometries such as cutting angles and nose radius play a vital role in machining of any work material (titanium alloys). The rake angles have major effects on cutting forces and chip formation by giving adequate strength to the cutting tool. The tool nose radius has effect on strength of the cutting edge and surface finish. The manufacturing engineers always quest for optimized cutting tool geometry, but it is very difficult to carry out the experiments with various tool geometries as it involves consumption of tools, material and time etc. Hence, to address the above issues, a computer aided engineering (CAE) approach has been adopted in the recent days. Here, the cutting tool geometry can be optimized by design of experiments (DOE) techniques and a machining simulation and analysis (Deform 3D) software by defining required material properties of titanium alloys, tool geometry, cutting parameters etc. The axial directional feed force, radial directional thrust force and tangential cutting force may be calculated for turning experiments through computer aided machining simulations. These cutting forces need to research in statistical (Minitab) software for percentage contribution of cutting tool geometries such as back rake angle, side rake angle and nose radius.

In machining process, most of the mechanical energy used to remove material becomes heat. This heat generates high temperature in the cutting region. The new challenge in machining is to use high cutting speed in order to increase the productivity. This is the main reason for rapid tool wear. For titanium and its alloy, this problem is more severe due to their low thermal conductivity. 80% of the heat generated in the cutting region goes to the cutting tool and cause wear. It is convenient to use transient cutting speed for machining the highly reactive material like titanium alloy. So, it is better to optimize the variables either cutting parameters or tool geometry parameters for tool life to increase the productivity at good surface finish. The influence of each control factor can be more clearly presented with the Taguchi method as a well-known technique that provides a systematic and efficient methodology for process optimization and this is a powerful tool for the design of high quality systems. Taguchi approach to design of experiments (DOE) is easy to adopt and apply for users with limited knowledge of statistics, hence gained wide popularity in the engineering and scientific community. This is an engineering methodology for obtaining product and process condition, which are minimally sensitive to the various causes of variation, and which produce high-quality products with low development and manufacturing costs.

УДК 631.312.4.072.3

Д.П. Дверій

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЯГОВОГО ОПОРУ МАЛОГАБАРИТНОГО ПЛУГА

D.P. Dverii

STUDY OF TRACTION RESISTANCE OF SMALLSIZE PLOUGH

Обробіток ґрунту – один з важливих агротехнічних заходів, спрямованих на підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Основним завданням механічного обробітку ґрунту є створення сприятливих умов для розвитку культурних рослин з метою одержання високих урожаїв. У результаті механічного обробітку ґрунт розпушується, знищуються бур'яни, шкідники та збудники хвороб, загортаються післяжнивні рештки, добрива, створюються умови для накопичення вологи.

Значну частину сільськогосподарських підприємств України складають невеликі фермерські господарства з посівними площами до 50 га, які потребують надійної малогабаритної техніки, що не вимагає спеціалізованого технічного обслуговування, проста за конструкцією та не потребує значних матеріальних вкладень.

Запропоновано конструкцію малогабаритного двокорпусного плуга, всі деталі якого є штампо-зварні а не литі, що підвищує ремонтпридатність плуга в малих господарствах. Для покращення транспортування плуг виконано повністю розбірним. Лівий кронштейн начіпки виконано рухомим, що дозволяє регулювати положення плуга в залежності від необхідного кута входження лемеша в ґрунт.

Енергетична оцінка малогабаритного плуга запропонованої конструкції проводилася за його тяговим опором в ході виконання польових випробувань з використанням сертифікованого обладнання дослідної лабораторії «Навчально-науково-виробничого центру випробування функціонально-технічних засобів виробництва і взаємодії з науково-промисловими комплексами» ТНТУ ім. Івана Пулюя.

Польові дослідження малогабаритного плуга проводилися в умовах, типових для основного обробітку ґрунту, а саме: агрофон - стерня озимої пшениці, кількість рослинних залишків 355 г/м², тип ґрунту - чорнозем, рельєф рівний, мікрорельєф – вирівняний, вологість ≈ 19%, твердість ґрунту ≈ 5 Н/см².

Для польових досліджень було прийнято трифакторний симетричний план. Рівні варіювання факторів подано в таблиці 1.

Таблиця 1

Рівні варіювання факторів польового випробування малогабаритного плуга

№ п/п	Фактор	Код	Рівні факторів		
			-1	0	+1
1	Глибина обробітку	X_1	14	18	22
2	a , см.	X_2	2,37	2,78	3,06
3	Робоча швидкість руху v , м/с. Твердість ґрунту p , Н/см ² .	X_3	4,7	5,1	5,4

В результаті реалізації повного факторного експерименту другого порядку отримано рівняння моделі, що характеризує вплив глибини обробітку та швидкості руху при фіксованій твердості ґрунту на тягове зусилля малогабаритного плуга:

$$P_T = 7.2 + 4.345X_1 + 1.0X_2 + 0.504X_1^2 + 0.01X_2^2 + 0.515X_1X_2. \quad (1)$$

Аналіз рівняння показує, що домінуючим фактором є глибина оранки. Комплексний вплив глибини обробітку та швидкості руху плуга, який визначається коефіцієнтом при добутку факторів, в цілому незначний. Для робочої швидкості руху плуга 2,8 м/с тяговий опір плуга становить 7,2 кН.

УДК 629.113.066

С.М. Демборинський, В.М. Клендій, канд. техн. наук, Р.Р. Заверуха, Т.Б. Пиндус
Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, Україна

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ РОБОЧИХ ПАРАМЕТРІВ ГЕНЕРАТОРА
АВТОМОБІЛЯ ВАЗ-2114 ЗА РІЗНИХ РЕЖИМІВ НАВАНТАЖЕННЯ**

**S.M. Demborynskyy, V.M. Klendiy, Ph.D, R.R. Zaveruha, T.B. Pyndus
STUDY OF VAZ-2114 GENERATOR OPERATING PARAMETERS UNDER
VARIOUS LOADING MODES**

Сучасні генератори - складні і високотехнологічні пристрої. Їх конструкції постійно ускладнюються. Висока щільність монтажу ускладнює їх розбирання, а особливо збірку, і вимагає для ремонту спеціалізованого обладнання. Намічається стійка тенденція до ремонту генераторів тільки в спеціалізованих центрах, що потрібно мати на увазі як ремонтникам, так і автовласникам. Постійна боротьба з «надмірною вагою» автомобіля, звичайно ж, торкнулася і генераторів. Зменшення його габаритів з одночасним збільшенням потужності призвело до більш напруженого теплового режиму генератора. Крім більш щільного монтажу та застосування деталей, що працюють при більш високій температурі, почали з'являтися і нетрадиційні рішення. Це дозволяє забезпечити нові властивості системи зарядки, які йдуть на користь АКБ і дають інші переваги. Дослідження характеристик здійснювалося по схемі на рис.1.

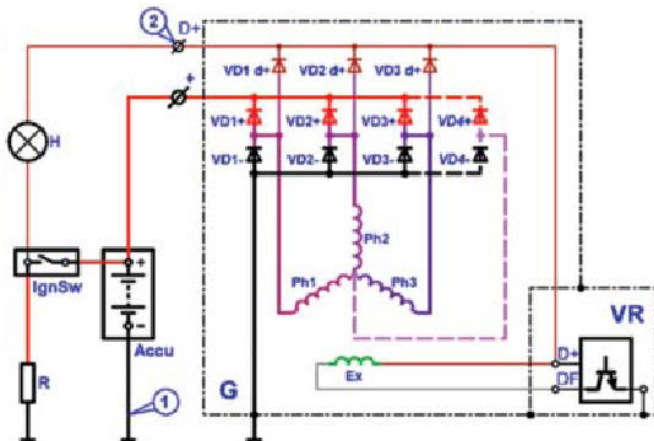


Рис.1. Принципова схема генераторної установки і точки підключення для проведення досліджень

G - генераторна установка; Ph1 .. Ph3 - обмотка трьох фаз статора; VD1 + ... VD3 + (VD4 +) - позитивні діоди силового випрямляча; VD1- ... VD3- (VD4-) - негативні діоди силового випрямляча; + - Силовий вивід «+» генераторної установки; VD1 d +. VD3 d + - діоди збудження; Ex - обмотка збудження; VR - регулятор напруги

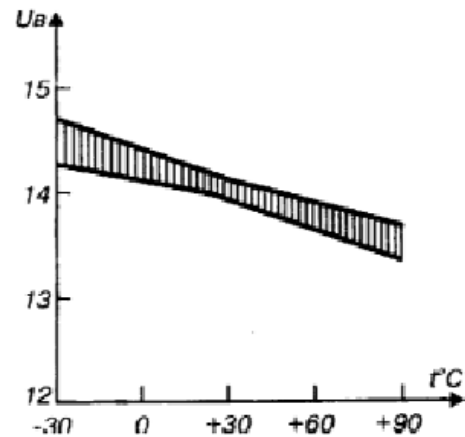


Рис.2. Температурна залежність напруги, яку підтримує регулятор при частоті обертання ротора 6000 хв" і силі струму 5А.

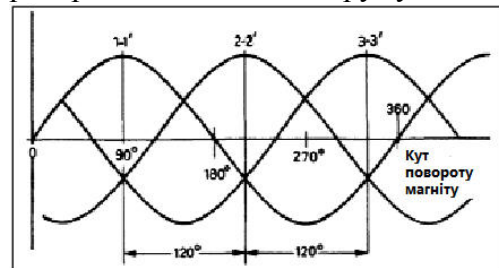


Рис. 3. Графік напруги трифазного генератора

Здатність регулятора напруги генератора змінного струму і системи керування двигуном обмінюватися інформацією означає нові можливості, підвищену ефективність і більш якісну роботу. Осцилограма справного генератора наведена на рис. 8, а несправного - на рис. 5,6,7,9.. На осцилограмах несправного генератора видно, що відповідний сигнал спотворений.

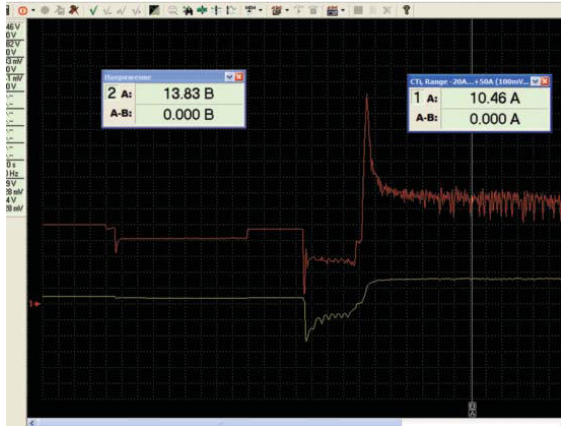


Рис.4. Осцилограма струму та напруги АКБ\генератор зняті при запуску ДВЗ

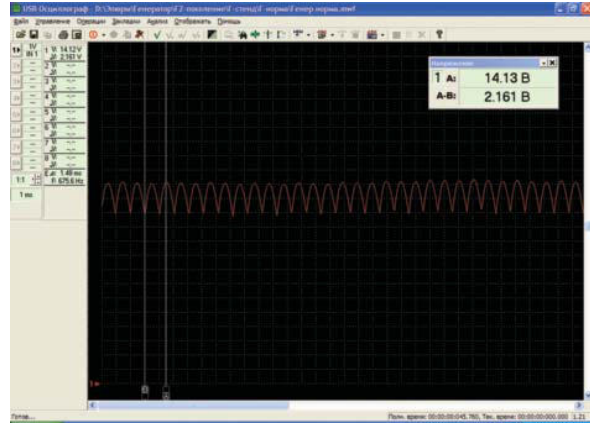


Рис.5. Осцилограма несправності в роботі генератора 1

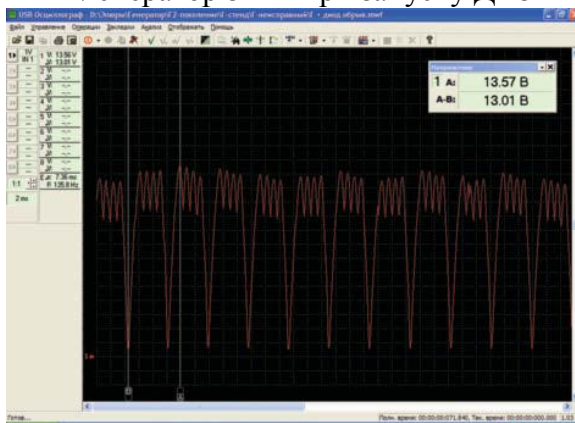


Рис.6. Осцилограма несправності в роботі генератора 2

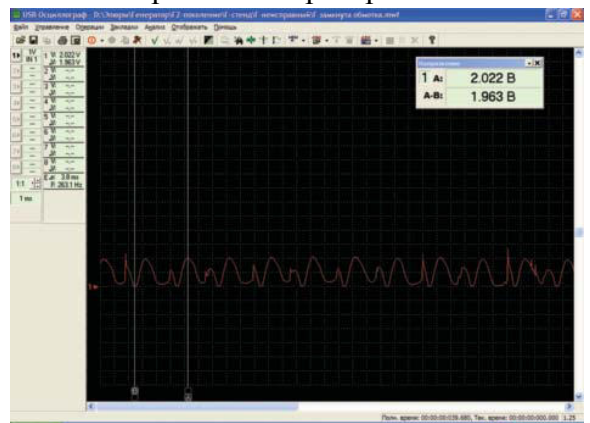


Рис.7. Осцилограма несправності в роботі генератора 3

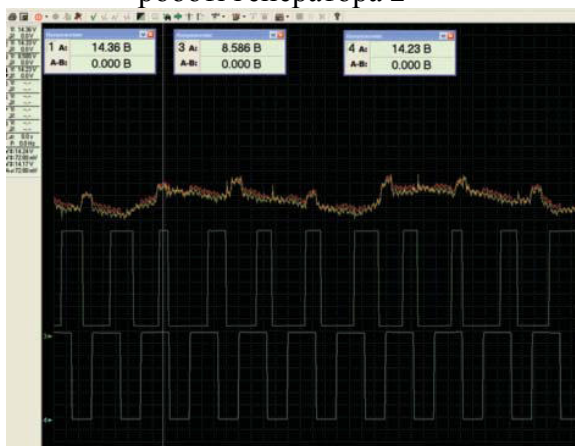


Рис.8. Осцилограма справного генератора 1

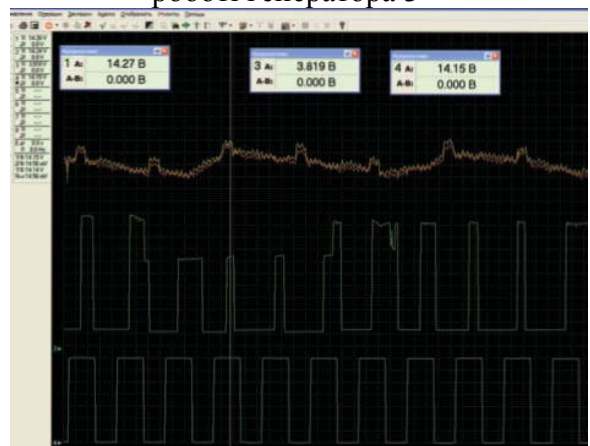


Рис.9. Осцилограма несправного генератора 1

Література

1. Руководство по ремонту, техническому обслуживанию и эксплуатации автомобилей ВАЗ-2114/ / М.: Издательский дом Третий Рим, 2000. – 176 с

УДК 621.38

В.О. Демчук, П.С. Федорів

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ДЕТЕКТОРІВ ПОЛОЖЕННЯ ПРИ УПАКОВЦІ ПРОДУКЦІЇ

V.O. Demchuk, P.S. Fedoriv

USING OF POSITION DETECTORS FOR PRODUCT PACKAGING

Для точних вимірювань положень об'єктів та їх переміщень на довгих і коротких відстанях найкраще використовувати оптичні системи, що працюють у близькому інфрачервоному (ІЧ) спектральному діапазоні. Прикладами таких систем є позиційно-чутливі детектори (ПЧД). До складу модуля визначення положення об'єкта, який є активним пристроєм, входить світловипромінюючий діод (СВД) і ПЧД із фотодетектором.

Випромінювання від СВД (рис.1), що працює в близькій ІЧ області спектра, проходячи через лінзу коліматора, формує промінь із малим розсіюванням (менше 2°). Випромінювання являє собою імпульс тривалістю 0,7 мс. Відбиваючись від об'єкта, промінь попадає назад на детектор і фокусується на чутливій поверхні ПЧД.

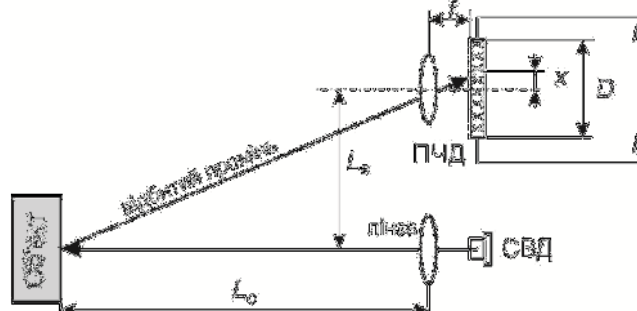


Рисунок 1 Схема роботи позиційно-чутливого детектора

Вихідні сигнали ПЧД (струм I_A і I_B) пропорційні відстані x між центром детектора й світловою плямою. Інтенсивність отриманого випромінювання сильно залежить від відбивних властивостей об'єкта. Дифузійна відбиваюча здатність у близькому ІЧ діапазоні практично та ж, як у видимій області спектра, тому інтенсивність світла, що попадає на поверхню ПЧД, міняється досить відчутно. Однак, точність вимірів практично не залежить від інтенсивності отриманого світла.

ПЧД працює на принципі фотоефекта, коли використовується залежність опору поверхні кремнієвого фотодетектора від інтенсивності падаючого випромінювання. На відміну від МОП пристроїв, які представляють собою матриці фотодіодів, ПЧД має безперервну чутливу область. Світлову пляму, яка переміщається по чутливій зоні, ПЧД перетворює в одномірний або двовимірний сигнали, пропорційний відстані до об'єкта.

Література

1. Jacob Fraden. Handbook of Modern Sensors. Physics, Designs, and Applications. Fourth edition. Springer-Verlag New York, 2004. P. 663

УДК 664.653.4

А.В. Деркач, І.Я. Стадник, докт. тех.наук, проф.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПИТОМОЇ ПОВЕРХНІ НАГНІТАЛЬНИХ ВАЛКІВ

A. V. Derkach, I.Y. Stadnik Dr., Prof.

DEFINITION METHOD OF THE SPECIFIC SURFACE OF INGESTION ROLLS

Основною вимогою до проектування обладнання є забезпечення можливих конструкцій за технічними характеристиками замовника в короткий інтервал часу із малими витратами і високою надійністю. До числа головних вимог формувальних машин з валковими робочими органами відноситься: відповідність продуктивності системи, надійність підтримання номінальних температурних параметрів, швидкості течії середовищ, обмеженому піноутворенню тощо. Вибір геометрії валка орієнтується на деякі особливості та додаткові запити. Так до числа важливих може відноситися вимога мінімізації витрат енергоресурсів, матеріалу на виготовлення валків, надійність усього процесу [1]. Тому цим факторам відповідає рівність діаметра і довжини з пазами циліндричного валка. При цьому очевидно, що мінімальним витратам матеріалу має відповідати мінімальна площа поверхні за інших рівних умов і при дотриманні заданої умови якісного нагнітання. Математичне співвідношення між поверхнею вала $S_B = \pi dl + \pi d^2 / 4$ (1), і його об'ємом $V_B = \pi d^2 l / 4$ (2) для циліндричного:

де d і l – відповідно діаметр і довжина валка.

Якщо прийняти умову мінімізації його поверхні $l = d$, то ввівши цю умову у рівняння (1) і (2) та врахувавши корисну площу валка, запишемо: $S_B = \pi d^2 + \pi d^2 / 2 = 0,35\pi d^2$ (3); $V_B = \pi d^3$ (4)

Звідси витікає очікуваний висновок про те, що поверхня валка пропорційна квадрату його розміру, а об'єм – кубу цього ж розміру. Визначимо їх співвідношення у формі: $S_B / V_B = 0,35 / d$ (5)

Аналіз (5) дає можливість встановити, що питома площа поверхні (площа поверхні віднесена до об'єму) різко зменшується за формулою гіперболи, що відображується нижченаведеним співвідношенням:

D	0,1	0,15	0,2	0,25
S_B / V_B	3,5	2,3	1,75	1,4

Отже, нарощування геометричного параметра d в решті-решт може привести до неможливості стабілізації нагнітання, а це і температури середовища, підтвердженням такої ситуації є досвід науковців [2]. Тому валки у формувальних машинах виготовлені з діаметрами від 160...200мм. В тістоподільних машинах їх діаметр може змінюватися в залежності від конструкції камери нагнітання, ділильної головки. Відповідно конструктивні параметри впливають на структурно-механічні властивості середовища, так як відбувається в'язке тертя відповідно, до зміни температури.

Література.

1. І. Я. Стадник. Визначення рух середовища при дії кута захвату валків [Текст] / І. Я. Стадник, А. І. Деркач, І. Г. Добротвор // Хранение и переработка зерна. - 2015. - № 6/7 (194). - С. 71-72.

2. Мачихин Ю.А. Инженерная реология пищевых материалов/Ю.А. Мачихин, С.А. Мачихин.-М: Легкая и пищевая пром.-сть, 1991.-216с.

УДК 624.137.2

А.М.Б. Дзюбак

Тернопільського національного технічного університету ім. І.Пулюя Україна

СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА ГОРИЗОНТАЛЬНИМИ ЗСУВАМИ СПОРУД

A.M.B.Dzyubak

OBSERVATION HORIZONTAL SHIFT BUILDINGS

Виконано дослідження горизонтальних зсувів споруд або їхніх окремих елементів лінійно-кутовим, створним і стереофотограметричним способом.

Метою дослідження є визначення зсувів недоступних точок споруди, мережі з витягнутих трикутників з обмірюваними сторонами й висотами – для протяжних споруд криволінійної форми.

Відомі дослідження в цьому напрямку описано в роботах : Ф. М. Красовського [1], А. С. Чеботарьова[2], І.Ю. Праніс-Правевіча [3].

Дослідження виконано за результатами аналізу і узагальнення перелічених робіт.

Виявлено, що у багатьох випадках застосовують комбіновані схеми, коли, наприклад, триангуляція або трилатерація використовуються для визначення стійкості вихідних пунктів, з яких способами зарубок або полігонометрії визначаються зсуви точок на земляній споруді. Лінійно-кутові побудови застосовують у випадку, коли величини зсувів необхідно визначити по двох координатах. Ці побудови можуть розвиватися у вигляді спеціальних мереж триангуляції й трилатерації, комбінованих мереж, кутових і лінійних зарубок, ходів полігонометрії, мереж з витягнутих трикутників з обмірюваними сторонами й висотами. Застосування того або іншого виду побудови залежить від характеру споруди і його геометричної форми, необхідної точності й умов вимірів, організаційних й інших чинників.

Часто через неможливість азимутальної прив'язки використовують лише прив'язку координатну. Порівняння лінійно-кутових побудов роблять загально відомими способами. Координати пунктів обчислюють в умовній системі координат. Для попереднього визначення точності побудови мережі в загальному випадку використовують формулу

$$m_q = \mu \sqrt{2Q_{f1}},$$

де m_q – необхідна (задана) середня квадратична помилка визначення величини зсуву; μ – середня квадратична помилка одиниці ваги; Q_{f1} – зворотня вага функції оцінюваного елемента, що характеризує якість проекту схеми вимірів.

Узагальнюючи результати відомих досліджень, можна зробити висновок, що для вимірів деформацій кожний з видів лінійно-кутових побудов має свої особливості, переваги та недоліки. Однак для всіх видів характерним є сталість схеми вимірів і необхідність одержання в остаточному підсумку не самих координат деформаційних точок, а їхніх змін у часі, тобто є різницею координат у двох циклах.

Результати роботи можна використовувати в геодезичних дослідженнях у вигляді одиночних ходів, що опираються на вихідні пункти.

Література

1. Ф. М. Красовського
2. А. С. Чеботарьова
3. І.Ю. Праніс-Правевіча

УДК 711.4

В.О.Дзюра канд. техн. наук, К.А. Дерлуця

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВИМОГИ ДО ОБЛАШТУВАННЯ МІСЦЬ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

V.O. Dzyura, K.A. Derlutsa

REQUIREMENTS FOR THE ARRANGEMENT OF SPACE TO STORE INDIVIDUAL VEHICLES

Тому зменшення регламентованих державними будівельними нормами (ДБН) площ прибудинкових територій за рахунок таких елементів планувальних структур як дитячі майданчики, місця для зберігання індивідуальних транспортних засобів, ширина тротуару є звичним явищем.

Часто також спостерігається паркування індивідуальних транспортних засобів (ІТЗ) на газонах, дитячих майданчиках та інших не відведених для цього місцях. Особливо гостро стоїть це питання для будинків, які зводяться в центральних частинах міст та мікрорайонів, де вже сформована транспортна та інша інфраструктура.

Кількість машино-місць на прибудинкових територіях збільшують за рахунок ширини тротуару, яка регламентована і повинна становити згідно ДБН В.2.3-5-2001 для житлових вулиць 1,5 м [1].

Тому дотримання правил облаштування прибудинкових територій, зокрема місць для зберігання індивідуальних транспортних засобів в межах населених пунктів, особливо обласних центрів є актуальною задачею при проектуванні міської забудови.

Розглянемо, чому трапляються такі ситуації, адже при будівництві житлових будинків повинно передбачатись, що у їх мешканців будуть ІТЗ.

Дійсно, при будівництві та реконструкції житлових будівель архітектори повинні дотримуватись державних будівельних норм, зокрема ДБН 360-92 [2], де передбачено планування місць під ІТЗ для мешканців будинку та відвідувачів. Зокрема в цьому документі пункт 7.43 викладений у такій редакції: "Зберігання легкових автомобілів у містах (населених пунктах) слід передбачати відповідно до функціонального зонування їх територій. У житлових районах повинне бути забезпечене постійне зберігання усіх автомобілів (100%), які належать жителям цих районів, тимчасове зберігання автомобілів відвідувачів.

При розробленні проектної документації на будівництво житлових комплексів та окремих житлових будинків, залежно від передбачуваної їх категорії за рівнем комфорту та соціальної спрямованості, конкретизується прийнята в містобудівній документації потреба в машино-місцях для цих будинків та тип гаража чи відкритої автостоянки [2].

Для вирішення проблеми постійного зберігання ІТЗ в межах обласних центрів, де вартість земельних ділянок досить висока, є декілька шляхів, зокрема:

- будівництво гаражних кооперативів або відкритих автостоянок на територіях між мікрорайонами;
- зведення підземних гаражів в цокольних та підвальних приміщеннях житлових будинків;
- будівництво надземних багатопверхових гаражів та стоянок.

Розглянемо переваги та недоліки кожного пункту окремо.

Будівництво гаражних кооперативів – хороший варіант для невеликих міст, оскільки кооператив повинен знаходитись недалеко від житлових районів міста. Однак

кооператив займає значну земельну ділянку, будівництво якого в межах житлового мікрорайону недоцільно, що зумовлено високою вартістю земельної ділянки, відведеної під його будівництво. Вирішенням цієї проблеми може бути зведення гаражних кооперативів на схилах та непридатних для будівництва багатоповерхових будинків ділянках землі. Поверхня схилу може забезпечувати каскадне розміщення гаражів, тобто підлогове перекриття верхнього гаража є стельовим перекриттям нижнього гаража. Однак таке рішення можливе лише при специфічному рельєфі місцевості.

Якщо ж говорити про відкриті автостоянки, то їх розміщення регламентується ДБН 360-92 [2]. Відповідно до них відкриті майданчики для постійного зберігання особистих автомобілів місткістю до 300 легкових автомобілів слід розміщувати на периферії мікрорайонів або спеціально виділених ділянках житлових районів з віддаленням від дитячих ігрових майданчиків, місць відпочинку населення, шкіл, дошкільних закладів.

Зведення підземних гаражів в цокольних та підвальних приміщеннях житлових будинків широко використовують за кордоном та у великих містах України. Однак зведення підземних гаражів і стоянок в 1,5-2 рази дорожче, ніж зведення відповідних надземних об'єктів. Тому таке рішення доцільне лише при дуже високій вартості земельних ділянок, наприклад у великих містах.

Тому актуальним в даних умовах є будівництво багатоповерхових гаражів та стоянок, що досвідом закордонних країн.

Крім цього таке будівництво рекомендоване зміною №1 ДБН 360-92 [2], пункт 7.43, якого викладений в такій редакції: "Вважати за доцільне проведення поступової реконструкції існуючих кооперативів одноповерхових гаражів із надбудовою над ними 3-5-поверхових механізованих (автоматизованих) гаражів", та пунктом 7.45, цього ж документа, який викладений в такій редакції: "У житлових районах із новою багатоповерховою забудовою пріоритетним типом гаражів для постійного зберігання індивідуальних легкових автомобілів повинні бути окремо розташовані багатоповерхові наземні (до 9 поверхів), підземні (до 5 поверхів) та комбіновані наземно-підземні, в тому числі і механізовані (автоматизовані) гаражі. Допускається влаштування гаражів, вбудованих у перші, цокольні й підвальні поверхи багатоповерхових житлових будинків, а також відкритих автостоянок із наступним їх перевлаштуванням у гаражі різного типу".

Такі рішення повністю вирішили б проблему розміщення і зберігання ІТЗ.

Література

1. Державні будівельні норми України. Вулиці та дороги населених пунктів. ДБН В.2.3-5-2001. – К.: Держбуд України, 2001. – 52 с. Чинний з 1 жовтня 2001 р.
2. Державні будівельні норми України. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень. ДБН 360-92*. – К.: Мінбудархітектури України, 1993. – 110 с. Чинний з 1 квітня 1992 р.

УДК 539.3

О.В. Дивдик, В.П. Ясній канд. техн. наук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ СПЛАВІВ З ПАМ'ЯТТЮ ФОРМИ МЕТОДОМ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

O.V. Dyvdyk, V.P. Iasnii Ph.D.

MODELING THE BEHAVIOR OF A SHAPE MEMORY ALLOYS WITH FINITE ELEMENT METHOD

Сплави з пам'яттю форми завдяки своїм унікальним властивостям (суперпружності і термопружності) широко застосовуються в медицині, аерокосмічній, машинобудівній, будівельній та інших галузях. Поведінка сплавів з пам'яттю форми обумовлена їх здатністю до реверсивної дифузійної фазової трансформації, відомої як мартенситне перетворення. При високій температурі сплави з пам'яттю форми мають впорядковану первинну фазу аустеніту, який при охолодженні переходить в менш впорядковану мартенситну фазу. При відсутності напружень це призводить до утворення вільно орієнтованих пластин, тобто до утворення двійникових ґраток без будь-яких мікроскопічних деформацій. При навантаженні відбувається роздвійникування і пластини мартенситу орієнтуються за напрямками, які залежать від прикладеного напруження. У цьому випадку непружна макроскопічна деформація може досягати декількох відсотків. Ця деформація може бути усунена нагріванням. В цьому випадку сплав з пам'яттю форми повертається в початкову недеформовану аустенітну форму. Простий ефект пам'яті форми відноситься до здатності сплаву запам'ятовувати свою форму при високій температурі.

Інший ефект пов'язаний з сплавами пам'яті форми відноситься до псевдопружності, які характеризуються здатністю сплаву з пам'яттю форми широким гістерезисом і тривалим температурним інтервалом. При сталій і високій температурі і поверненню до недеформованого стану при розвантаженні. Термічний ефект, який є здатністю при деформуванні початкового аустеніту охолодженням під дією постійного напруження і здатність повертатися до аустенітної форми при нагріванні.

З використанням програмного забезпечення ANSYS змодельовано напружено-деформований стан і поведінку призматичного зразка із нікель - титанового сплаву за одночасного навантаження розтягом і наступного розвантаження. Для побудови скінченноелементної сітки вибрано тривимірний скінченний елемент SOLID 185 і задано йому фізико-механічні властивості сплаву. Побудована геометрична модель кубічної форми з розмірами 1x1m і ведена дискретизація моделі скінченими елементами SOLID185.

За результатами обчислення побудовано залежності між напруженням і інтенсивністю деформації при навантаженні і розвантаженні модельного зразка вище температури завершення аустенітного перетворення (ефект псевдопружності).

Змодельовано ефект пам'яті форми при навантаженні зразка між температурами початку мартенситного і аустенітного перетворення, під час якого відбувається трансформація мартенситної фази і зростає деформація, яка частково залишається навіть після зняття навантаження. Залишкова деформація усувається нагріванням вище температури завершення аустенітного перетворення.

Побудована також залежність деформації, яка виникає при охолодженні і нагріванні, від температури (температурне навантаження), коли матеріал нагрітий вище температури завершення аустенітного перетворення і навантажений зусиллям 100 МПа.

УДК 621.326

Т.А. Довбуш, М.Я. Сташків канд. техн. наук, доц., Н.І. Хомик, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

РОЗВИТОК КРАЙОВОЇ ТРІЩИНИ ПРИ ЗГІНІ ТОНКОСТІННОГО Z-ПОДІБНОГО ПРОФІЛЮ

T.A. Dovbush, M.Y. Stachkiv, Ph.D., Assoc. Prof., N.I. Khumox, Ph.D., Assoc. Prof.

RECEIVING BOUNDARY VALUE OF CRACK DEPENDING BENDING THIN-WALLED Z-SHAPED PROFILE

Аналіз пошкоджень елементів несучих систем транспортних машин, навантаження яких описується здебільшого випадковими процесами, показує, що більшість з них зазнає втомного руйнування. Відмови несучих вузлів мобільних машин найчастіше викликані зародженням і розвитком втомних тріщин [1].

Традиційні методи розрахунково-експериментальної оцінки довговічності конструкцій базуються на припущенні про недопустимість виникнення втомних напружень (тріщин) у найбільш навантажених елементах, а в основу цих критеріїв покладені залежності між амплітудами напруження і числом циклів навантаження, що визначають момент появи перших ознак руйнування. При цьому нестационарність навантаження враховують з допомогою різних (як правило лінійних) теорій сумування пошкоджень, а можлива невідповідність між характеристиками втоми для зразка і реальної конструкції компенсується за рахунок введення коефіцієнтів запасу [1, 3]. Незважаючи на очевидну спрощеність і наближеність вказаних методів, вони у значній мірі виправдали себе і досі є основними в інженерних розрахунках при встановленні нормативних показників ресурсу і надійності несучих параметрів і вузлів, вибору геометричних параметрів перерізів і матеріалу з необхідними властивостями.

На даний час розроблені досить ефективні методи аналітичного дослідження напружено-деформівного стану тіл з тріщинами (метод комплексних потенціалів Колосова-Мухомішвілі, метод інтегральних рівнянь та інші). Однак, дані методи дозволяють отримати замкнуті розв'язки задач лише для тріщин досить простої конфігурації і розташованих у безмежних тілах. Тому безпосередньо застосувати їх для конкретних інженерних розрахунків досить складно. Великі можливості у цьому напрямку відкриває застосування числових методів: скінченних елементів, граничних інтегральних рівнянь.

Одним із найбільш важливих і трудомістких етапів дослідження тріщиноотривкості елементів конструкції є визначення величини коефіцієнта інтенсивності напруження (надалі КІН) для певного типу зразка з характерними дефектами при заданих умовах навантаження. Визначення цих величин для тіл з тріщинами різної конфігурації є на даний час самостійною галуззю теорії пружності. Розроблені різноманітні достатньо ефективні методи аналітичного дослідження НДС тіл з тріщинами (метод комплексних потенціалів Колосова-Мухомішвілі, метод сингулярних інтегральних рівнянь, метод сіток, коллокацій та ін.). Ці методи дозволяють, в основному, отримати завершений розв'язок задач лише для ізольованих тріщин достатньо простої конфігурації, розміщених у деформованих тривимірних тілах. Однак, задачі, які мають значний практичний інтерес, переважно є багатопараметричними.

За розрахункову модель для визначення КІН K_I виберемо крайову втомну тріщину, яка розвивається у тонкостінному Z-подібному перетині лонжерона рами розкидача добрив типу ПРТ-9.

Для опису росту крайової тріщини розглянемо тонкостінний Z-подібний профіль (рис. 1) навантажений згинальним моментом M відносно осі Y .

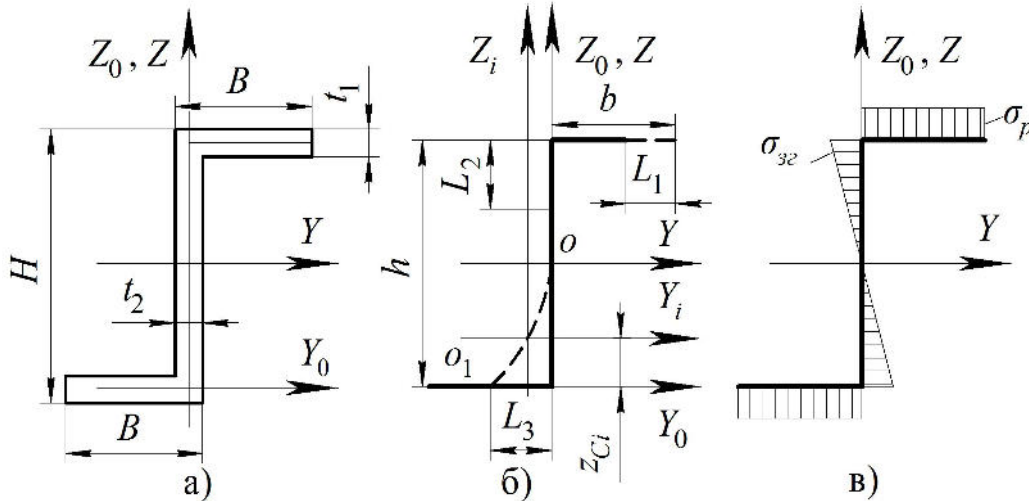


Рис. 1. Розрахункова схема до визначення геометричних характеристик тонкостінного профілю з крайовою тріщиною:

- а) схематизація Z-подібного поперечного перетину;
- б) схематизація Z-подібного поперечного перетину з крайовою тріщиною, $O-O_1$ –траєкторія зміщення центра ваги при розвитку тріщини;
- в) розподіл напружень в бездефектному поперечному перетині.

При дії згинального моменту M на тонкостінний профіль його горизонтальні полиці будуть працювати на розтяг, а вертикальні – на згин. Напружений стан, що виникає в стінках прямокутного профілю з тріщиною, з певним наближенням, можна моделювати, якщо розглядати кожну стінку як окрему пластину тієї ж товщини і ширини з боковою тріщиною при аналогічному силовому навантаженні.

Вираз КІН для випадку розвитку тріщини у стінці Z-подібного тонкостінного профілю [2, 3]:

$$K_I^{(32)} = \frac{M}{I_Y} \cdot \frac{h}{2} \sqrt{\pi \cdot L_2} \cdot F_2(\varepsilon), \quad (1)$$

де $F_2(\varepsilon)$ – безрозмірний поправочний коефіцієнт, який враховує зміну геометрії стінки тонкостінного профілю при поширенні в ній втомної тріщини.

Напруження $\sigma_{ном}^{(p)}$ та $\sigma_{ном}^{(32)}$ необхідно вибрати таким чином, щоб вони повністю відповідали реальній картині розподілу напружень у перерізі полицки з тріщиною. Ця задача зводиться до визначення напружено-деформівного стану в перетині з тріщиною при дії згинального моменту M .

Література

1. Механика разрушения и прочность материалов: Справ. пособие: В 4 т./ Саврук М. П. – К.: Наук. думка, 1990. – т.2. – 620 с.
2. Довбуш Т.А., Довбуш А.Д., Хомик Н.І. Аналітичне дослідження напружено-деформованого стану складних конструктивних систем з довільним зовнішнім навантаженням. «Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві» Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Х.: ХНТУСГ. – 2015. – Вип. 158, С.44-50.
3. Рибак Т.І. Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин. – Тернопіль: ВАТ ТВПК «Збруч», 2003. – 332 с.

УДК 621.82

¹А.П. Драган канд. техн. наук, ²Р.М. Котик

¹ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут», Україна

²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ГВИНТОВИХ ГОФРОВАНИХ ЗАГОТОВОК З РІЗНИМ ПРОФІЛЕМ ГОФР

A.P. Dragan Ph.D., R.M. Kotik

PRISTRİY FOR VIGOTOVLENNYA GVINTOVIH GOFROVANIH BLANKS W RIZNIM PROFILEM CORRUGATION

Пристрій для виготовлення гвинтових гофрованих заготовок з різним профілем гофр (рис. 1) виконано у вигляді станини 1, до якої жорстко закріплено електродвигун 2, коробку швидкостей 3 і механізм формоутворення, який складається з механізму радіального підтиску 4 з формувальним роликком 5 і рукояткою регулювання величини підтиску 6. Механізм гофроутворення і подачі заготовки встановлено перед механізмом приводу перпендикулярно до його осі і виконано у вигляді привідної оправки 7 з індивідуальним приводом (на кресленні не показано), двох конічних гофроутворюючих коліс 8, механізму радіального підтиску 9, рух якого у горизонтальній площині здійснюється за допомогою рукоятки 10.

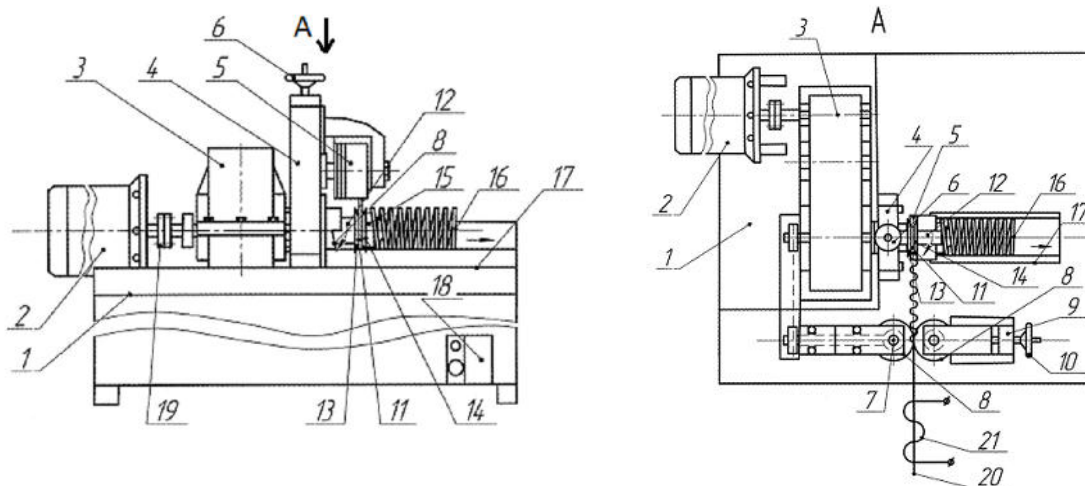


Рис. 1 Пристрій для виготовлення гвинтових гофрованих заготовок з різним профілем гофр

Механізм калібрування гвинтової гофрованої заготовки 11 виконано у вигляді оправки 12 на якій жорстко встановлена конічна калібрувальна шестерня 13, яка з правого торця є у взаємодії з гофрованою гвинтовою заготовкою 11, а та, в свою чергу, з правої сторони є у взаємодії з притисною калібрувальною шестірнею 14, яка встановлена на шліцах оправки і підтиснута гайкою 15 з можливістю регулювання зазору між калібрувальними конічними шестернями. Причому ширина підтискної конічної калібрувальної шестірні 14 є меншою кроку гвинтової гофрованої заготовки 16. Крім цього, під калібрувальними конічними шестернями 13 і 14 встановлено півкруглий жолоб 17, який є у взаємодії з гвинтовою гофрованою заготовкою 16.

Органи керування процесом навивки, гофроутворення і приводом розміщені на панелі 18, яку встановлено на станині. Пристрій дозволяє здійснювати виготовлення гвинтових гофрованих заготовок 16 декількох типорозмірів, тому оправка 12, калібруючі конічні колеса 13 і 14, гофроформувальні колеса 8 є змінними елементами.

Для попередження поломки вузлів і елементів приводу між двигуном і коробкою швидкостей встановлена запобіжна муфта 19.

Особливістю конструкції є те, що механізм гофроутворення в межах формувальних зубчастих коліс на певних ділянках обидві шестерні мають попарно спеціальний профіль – завишений або занижений для утворення гвинтових гофрованих заготовок з різним профілем для змішувальних подрібнюючи та інших операцій, в яких частина впадин між зубами і параметри зубів є змінені в межах зазору між зубами і товщиною заготовки, яка формує гофровану поверхню, а частина зубів є нормальною.

Гофроформувальні колеса 8 механізму гофроутворення виконані у вигляді конічних зубчастих коліс з можливістю регулювання зміни кута їх зачеплення відомим способом. Крім цього, на вході подачі плоскої стрічкової заготовки 20 між двома гофроформувальними колесами 8 встановлено індуктор 21, який охоплює і в разі потреби нагріває плоску стрічкову заготовку, що подається, відомої конструкції з можливістю її відносного переміщення.

Різний профіль зубів і відповідно гофр на одній парі зубчастих коліс виготовляють спеціальними пальцевими, модульними фрезами або спеціальними протяжками. При цьому формувальні колеса для виготовлення гофрованих гвинтових заготовок з різним профілем обертаються з однаковою кількістю обертів.

Робота пристрою для виготовлення гвинтових гофрованих заготовок з різним профілем здійснюється наступним чином. Плоску заготовку 20 встановлюють в індукторі 21 і між двома гофроформувальними колесами 8, після їх нагрівання і проходження утворюється прямолінійна гофрована стрічка 11, кінець якої встановлюють в щілину між двома калібрувальними конічними шестернями 13 і 14, які прокручуючись калібрують гвинтову гофровану заготовку 16 і подають її в півкруглий жолоб 17, і вона надходить на вихід верстата в тару. Після завершення процесу навивання гофровану заготовку знімають з жолоба 17. Навивання нової заготовки здійснюється аналогічно до попередньої.

До переваг верстата для виготовлення гвинтових гофрованих заготовок з різним профілем гофр належить розширення технологічних можливостей верстата і підвищення продуктивності праці.

Оскільки в розглянутих конструкціях здійснюється навивання витків з подальшим їх обробленням, то однією з умов одержання точних ГГЗ є правильний розрахунок діаметра оправки. Під час навивання вузьких ГГЗ на оправу малого діаметру внутрішній діаметр щільних витків практично дорівнює діаметру оправки d_0 . Значення d_0 для плоских витків з щільним навиванням визначають за умови розтягу витків на крок за експериментально встановленою залежністю, що прийнято і для ГГЗ:

$$d_0 = \frac{2B(1 - 0,021T / d)}{\sqrt{(\pi^2 D^2 + T^2) / (\pi^2 d^2 + T^2) - 1}} \quad (1)$$

Зовнішній діаметр ступені навивної оправки вибирають залежно від зовнішнього діаметру шнека:

$$D_{opr} = (0,8 - 1,2)D. \quad (2)$$

Література.

1. Гевко І. Взаємозв'язок між конструктивними характеристиками гвинтових механічних систем і захисних механізмів та характеристики навантаження / І. Гевко // Вісник ТНТУ. – 2012. – № 3 (67). – С. 217–225.
2. Гевко І.Б., Тарасюк Ю.М., Клендій В.М. Обґрунтування параметрів гвинтових завантажувачів. Міжвузівський збірник (за галузями знань "Машинобудування та машинообробка", "Інженерна механіка", "Металургія та матеріалознавство") "Наукові нотатки". Випуск 44, ЛНТУ. Луцьк, 2014, с. 57-62.

УДК 677.044.132

В.І. Дублянко

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯМ БЕТОНУ ДЛЯ ПОКРИТТЯ ПІДЛОГИ

V.I.Dublianko

RESEARCH OF CONCRETE FOR FLOOR COVERING

Виконано дослідження впливу пластифікаторів на бетонний розчин.

Метою дослідження є покращення властивостей бетону: пластичності, міцності, корозійної стійкості.

Дослідження виконано за допомогою приладу МІИ-100 з дотриманням вимог [1] і [2].

Для виконання досліджень прийняті такі показники: міцність при стиску; міцність на згин; водопоглинання; щільності.

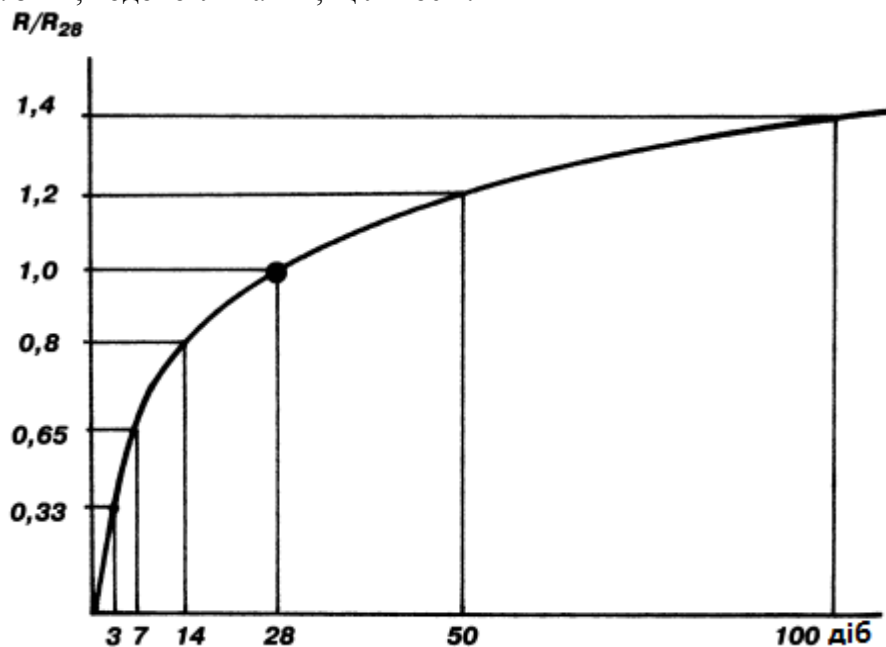


Рис. 1. Графік міцності бетону, % від 28-добової міцності.

За результатами досліджень виявлено, що найбільшу міцність бетону при стиску отримали при використанні пластифікатора Поліпласт СП-1.

Отримані при дослідженні результати доцільно використовувати при виготовленні бетонних конструкцій.

Література

3. ДСТУ Б.В. 2.7-96-2000 «Суміші бетонні»;
4. ДСТУ Б.В.2.7-44-96 «Цементи загальнобудівельного призначення».

УДК 621.9

**С.І. Дядя, канд. техн. наук, доц., В.О. Логомінов, канд. техн. наук,
В.С. Штанкевич, Зубарев А.Є.**

Запорізький національний технічний університет, Україна

САОМОРГАНІЗАЦІЯ АВТОКОЛИВАНЬ ПРИ ЦИЛІНДРИЧНОМУ КІНЦЕВОМУ ФРЕЗЕРУВАННІ

**S.I. Diadia, Ph.D, Assoc.Prof., V.A. Logominov, Ph.D., V.S. Shtankevich, Zubarev A.E.
SELF-ORGANIZING CHATTER IN A CYLINDRICAL END MILLING**

Коливання, що виникають при циліндричному кінцевому фрезеруванні можна поділити на п'ять швидкісних зон [1]. Найбільш поширеною при чорновій та напівчистовій обробці важкооброблюваних матеріалів є третя зона, для якої характерними є такі коливання деталі, як вимушені від дії інструменту, автоколивання при різанні та вільні коливання після закінчення різання. Автоколивання негативно впливають, як на якість оброблюваної поверхні, так і на стійкість різального інструменту. Для призначення заходів зі зниження їх інтенсивності необхідно визначити умови, за яких вони розвиваються.

Дослідження попутного та зустрічного кінцевого циліндричного фрезерування показали, що автоколивання мають нахил до самоорганізації відповідно до зміни товщини зрізу. Зустрічне фрезерування починається з її найменшого значення, що збільшується до виходу зуба фрези з зони різання. При попутному фрезеруванні товщина шару поступово зростає до найбільшого значення, що дорівнює радіальній глибині різання, після чого зменшується до виходу зуба інструменту з зони різання.

Аналіз отриманих при дослідженнях осцилограм показав, що автоколивання виникають та підтримуються при зменшенні товщини зрізу. Збільшення товщини зрізу демпфує зріст амплітуди автоколивань. Тому при зустрічному кінцевому фрезеруванні автоколивання виникають при врізанні інструменту в деталь та гасяться на виході. При попутному фрезеруванні автоколивання зароджуються при врізанні інструменту в деталь, але не встигають розвинути, бо зростає товщина зрізу. Після проходження найбільшої товщини і до виходу інструмента з деталі виникають і підтримуються автоколивання. Частота автоколивань однакова, як для інструменту, так і для деталі. Вона не дорівнює їх власним частотам коливань. Характерною особливістю самоорганізації автоколивань при кінцевому фрезеруванні є те, що період коливань не постійний, а змінюється зі зміною товщини зрізу. При зменшенні товщини зрізу збільшується період автоколивань. Виходячи з того, що при кінцевому фрезеруванні в третій швидкісній зоні, як при попутному, так і при зустрічному, товщина зрізу змінна, тому завжди є умови для виникнення автоколивань.

Одним із шляхів позбутися їх є призначення режимів різання, при яких час проходження інструментом ділянки поверхні різання з мінімальною товщиною зрізу був би менший за період автоколивань.

Література

1. Дядя С.И. Систематизация колебаний при концевом фрезеровании тонкостенных элементов деталей/ С.И.Дядя, Е.Б.Козлова, Э.В.Кондратюк, А.Е.Зубарев, В.А.Кришталь //Вестник двигателестроения. №1,2016. С.68-71

УДК 621.941

А.Є. Дячун, канд. техн. наук, доц., М.Ю. Бондарук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЦАНГОВО-ГВИНТОВИЙ ЗАТИСКНИЙ ПАТРОН

A.Ye. Diachun, Ph.D., Assoc. Prof., M.Yu. Bondaruk

COLLET SPIRAL CLAMPING CHUCK

Для здійснення рівномірного затиску тонкостінних циліндричних деталей розроблено конструкцію цангово-гвинтового центрувально-затискного патрона, який зображено на рис. 1.

Цангово-гвинтовий центрувально-затискний патрон виконано у вигляді планшайби 1, яка з правого торця від шпинделя виконана у вигляді циліндра 2 із цанговими пелюстками 15 та канавкою 3. На зовнішній поверхні циліндра 2 нарізана різь, яка є у взаємодії з лівою 4 і правою 5 гайками, які з'єднані між собою болтами 6 і зафіксовані у визначеному місці контргайкою 7. Між торцями гайок 4 і 5 виконана циліндрична канавка 8, яка є у взаємодії з поводковою шайбою 9, внутрішній діаметр якої є більшим внутрішнього діаметра гвинтового конічного елемента 10. Останній встановлено між цанговими пелюстками 15 циліндра 2, причому лівий кінець гвинтового конічного елемента 10 жорстко з'єднано з поводковою шайбою 9, яка встановлена у внутрішню канавку 3 з можливістю осевого переміщення. По зовнішньому діаметру останньої рівномірно по колу виконані, наприклад, три поводки, які є у взаємодії з косими пазами 11, які виконані на циліндричній поверхні циліндра 2 з можливістю осевого переміщення. Правий кінець гвинтового конічного елемента 10 жорстко закріплено до шайби 12, яка жорстко закріплена до правого торця циліндра 2, а внутрішній діаметр шайби 12 є більшим внутрішнього діаметра гвинтового конічного елемента 10. Останній внутрішнім діаметром є у взаємодії з зовнішнім діаметром заготовки 13 для її закріплення. Крім цього у канавку 3 циліндра 2 запресована втулка 14, яка є упором для базування заготовки 13.

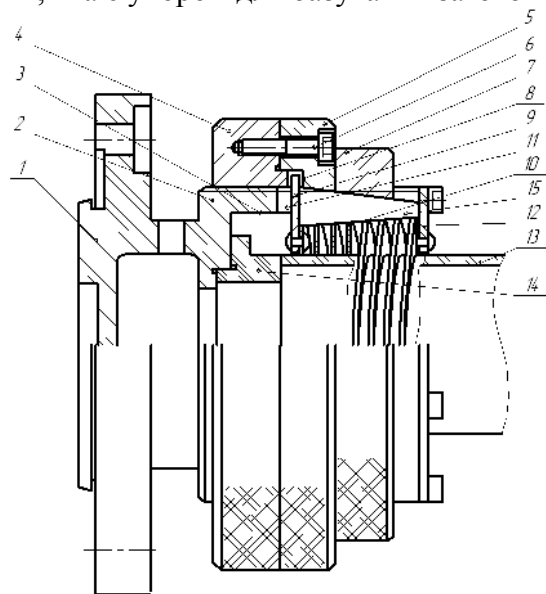


Рис. 1. Конструкція цангово-гвинтового затискного патрона

Робота патрона здійснюється наступним чином. Патрон на планшайбу 1 жорстко кріпиться до шпинделя, наприклад, токарного верстата (на кресленні не показано). За допомогою гайок 4 і 5, які переміщують в праве крайне положення, гвинтовий конічний елемент 10 стискають, при цьому його внутрішній діаметр має більший діаметр ніж заготовка. Встановлюють циліндричну заготовку 13 до упора з втулкою 14, гайки 4 і 5 вручну переміщують у ліве крайне положення розтягуючи гвинтовий конічний елемент 10, в результаті чого внутрішній діаметр шнека зменшується і при цьому здійснюється затиск заготовки 13, цангові пелюстки 15 стискаються, забезпечуючи підвищення жорсткості затискних елементів.

УДК 621.791.763

О.Ю. Єфімов

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОНТАКТНОГО ТОЧКОВОГО ЗВАРЮВАННЯ ТОНКИХ ПЛАСТИН

О.Ю. Efimov

EXPERIMENTAL STUDIES RESISTANCE SPOT WELDING OF THIN PLATES

У процесі проведення експериментальних досліджень значення зусилля P_D моделювали у вигляді комплексного впливу ряду технологічних факторів точкового зварювання: під час проведення двофакторного експерименту типу ПФЕ 3^2 як функціонал $P_{1Д} = f_1(t, \delta)$, де t – відстань між звареними точками, δ – величина зазору між звареними точками; під час проведення двофакторного експерименту типу ПФЕ 3^2 [1] як функціонал $P_{2Д} = f_1(u, s)$, де u – відстань від кромки листа до звареної точки, s – товщина деталей. При цьому приймали постійні значення $t^* = const$ – відстань до суміжних зварених точок; $r_E = const$ – радіус сфери робочої поверхні електродів.

Деформацію зразків проводили на експериментальній установці, яку виготовлено на базі розривної машини УММ-5 (рис. 1) та заподіяно згідно з [2].

Верхній 1 і нижній 2 електротримачі з установленими в них електродами закріплено в губках розривної машини 3 і 4. На нижньому електротримачі 2 жорстко закріплено направляючу скобу 5, в пазу 6 якого верхній електротримач 1 встановлено з можливістю осевого переміщення. На кронштейні 7 верхнього електротримача 1 жорстко закріплено індикатор переміщення годинникового типу 8 з можливістю установки нуля регулювальним гвинтом 9. Деталі 10, які деформуються розміщуються між електродами перпендикулярно їх осі, а приспособлення 11 служить для фіксації просторового положення деталей, що деформуються.

Прогин z одного деформованого листа деталей 10 визначали з точністю $\pm 0,005$ мм за формулою

$$z = (l - \Delta h) / 2, \quad (1)$$

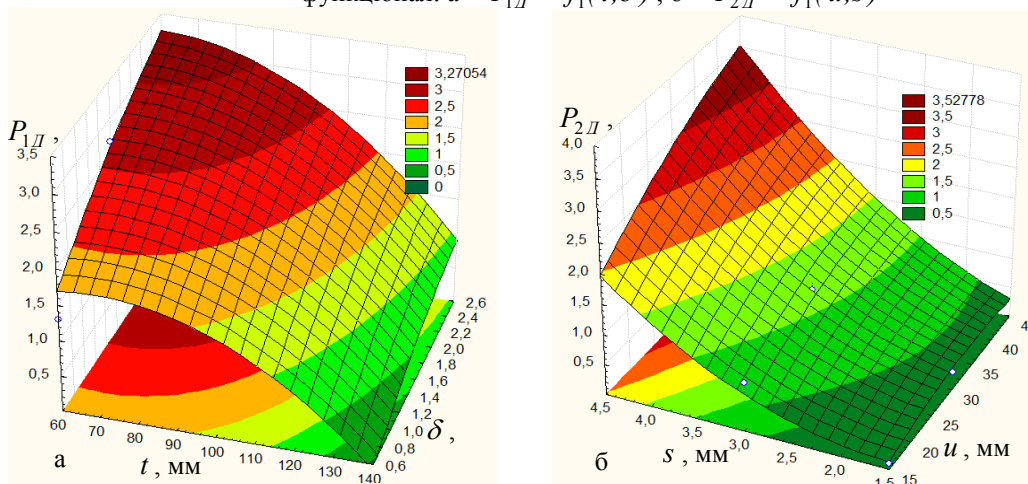
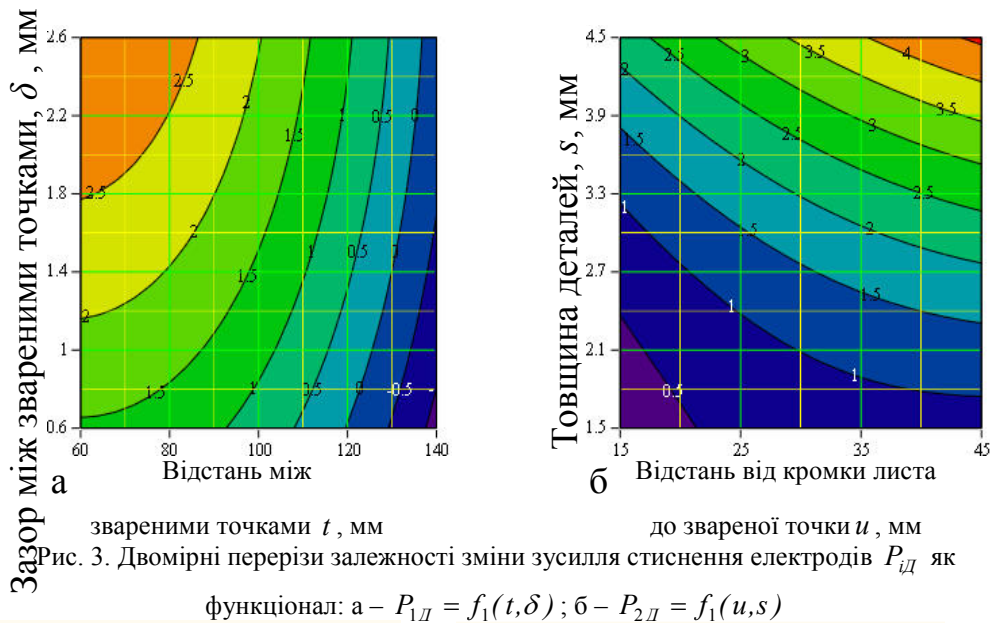
де l – відстань зближення електродів 1 і 2; Δh – величина відхилення відстані зближення деталей 10 і 11 (середньостатистична поправка), яка залежить від деформації одного листа зусиллям стиснення P_D , яке визначали за показником шкали індикатора 8 з точністю ± 10 Н.

Рівні варіювання факторами та їх позначення наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Рівні варіювання факторами та їх позначення

Назва фактора	Позначення		Рівень варіювання	Межі варіювання		
	Кодоване	Натуральне		-1	0	+1
Відстань між звареними точками, мм	x_1	t	40	60	100	140
Зазор між звареними точками, мм	x_2	δ	1,0	0,6	1,6	2,6
Відстань від кромки листа до звареної точки, мм	x_3	u	15	15	30	45
Товщина деталей, мм	x_4	s	1,5	1,5	3,0	4,5



Апроксимуючу функцію, яка описує поведінку параметра оптимізації у вигляді функціоналів $P_{1D} = f_1(t, \delta)$ і $P_{2D} = f_1(u, s)$ приймали у вигляді функціональної залежності полінома другої степені.

Після перевірки адекватності вибраної емпіричної моделі за критерієм Фішера та оцінки статистичної значимості коефіцієнтів рівняння регресії за критерієм Стюдента, одержано рівняння регресії у натуральних величинах зміни зусилля стиснення електродів

$$P_{1D} = -0,82 + 0,05t + 1,5\delta - 0,004t\delta - 0,0004t^2 - 0,15\delta^2; \quad (2)$$

$$P_{2D} = 0,28 + 0,27t - 0,78\delta + 0,02t\delta - 0,007t^2 + 0,19\delta^2. \quad (3)$$

Зі збільшенням відстані між звареними точками t у межах $60 \leq t \leq 140$ мм зусилля стиснення електродів P_{1D} , яке знаходиться у діапазоні зміни $P_{1D} = 0,1 \dots 3,3$ кН, зменшується, причому значний спад P_{1D} спостерігається за значення $t \geq 80$ мм – від 1,5 до 0,1 кН. На ділянці зміни $60 \leq t \leq 80$ мм зусилля стиснення електродів P_{1D} зменшується всього на 0,2кН (рис. 2а, рис.3а).

Література

1. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментальных исследований и обработки данных / Г.В. Веденяпин – М. : Колос, 1973. – 159 с.
2. Козловский С. Н. Основы теории и технологии контактной точечной сварки : монография / С. Н. Козловский. – СибГАУ. – Красноярск, 2003. – 328 с.

УДК 621.91

М.М. Заблоцький, Заболотний О.В., канд. техн. наук, доц.
Луцький національний технічний університет, Україна

МЕТОДИ ОБРОБКИ СКЛАДНИХ ФОРМ ДЕТАЛЕЙ НА ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТАХ З ЧПУ

M.M. Zablotskij, O.V. Zabolotnyj, Ph.D., Assoc. Prof.

METHODS OF PROCESSING COMPLEX SHAPES OF PARTS ON CNC MILLING MACHINES

Фрезерування в порівнянні з іншими видами технологічних процесів механічної обробки відрізняється найбільшою універсальністю у відношенні типу оброблюваних поверхонь. Фрезеруванням можуть бути з визначеною точністю оброблені практично будь-які поверхні. Це обумовлено тим, що фрезерні верстати мають широкі кінематичні можливості формоутворення. Аналіз методів обробки складних форм деталей зручно проводити, спираючись на класифікацію взаємодії інструмента і деталі.

Згідно літературних джерел інформації класифікація взаємодії інструмента і деталі, зводиться до наступного, що з погляду геометрії дотику поверхонь деталі та інструментальної формотворчої поверхні можна розділити на наступні їх види: точкове, лінійне і поверхневе. В свою чергу дані приведені види можна розділити на наступні підвиди:

- Точкове фрезерування: точкове, локально-лінійне, локально-поверхневе (першого роду);
- Лінійне фрезерування: лінійне, локально-поверхневе (другого роду);
- Поверхневе фрезерування: поверхневе,

Перехід від власне точкового фрезерування поверхонь деталі й інструмента до локально-лінійного і потім до локально-поверхневого першого роду, лінійного, локально-поверхневого другого роду і власне поверхневого їхнього дотику змінює характер та час формоутворення поверхні деталі. Тому в залежності від виду дотику поверхонь деталі й інструмента всі способи формоутворення поверхонь деталей в порядку збільшення продуктивності формоутворення в першому наближенні можна розкласти за складністю наступним чином: точковий, локально-лінійний, локально-поверхневий першого роду, лінійний, локально-поверхневий другого роду і поверхневий дотик поверхонь деталі та інструмента.

Види та підвиди фрезерування наведені вище грають велику роль при розробці методів оброблення поверхонь деталей на верстатах з числовим програмним управлінням. Розробка програмного забезпечення, що дозволяє створити керуючу програму, в автоматизованому режимі, для верстатів з ЧПУ, згідно якої здійсниться процес оброблення поверхні деталі є дуже важливою науково технічною задачею. Вирішення такої задачі призведе до збільшення продуктивності роботи верстатів з ЧПУ.

Література

1. Радзевич С.П. Формообразование сложных поверхностей на станках с ЧПУ – К.: Выща школа, 1991. – 192 с.
2. Родин П.Р., Линкин Г.А., Татаренко В.Н. Обработка фасонных поверхностей на станках с числовым программным управлением. “Техніка”, 1976, 200с.
3. Шарин Ю.С. Обработка деталей на станках с ЧПУ. – М.: Машиностроение, 1983. – 116 с.

УДК 620.191.33

М.Т.Заєць

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДЕФОРМУВАННЯ НЕСУЧОЇ КОНСТРУКЦІЇ АРОЧНОГО АНГАРУ

М.Т. Zayets

DEFORMATION OF BEARING STRUCTURE OF ARCHED HANGAR

Дослідження виконано з метою виявлення оптимальних конструктивних параметрів арочного ангару при комплексному впливі силових чинників [1].

При виконанні досліджень вивчено і покладено за основу роботи [2-3].

Для даного дослідження було побудовано в ПК ЛІРА скінченно-елементу модель несучої конструкції ангару. Відомі напрацювання розширені дослідженнями прогинів арочних конструкцій в залежності від висоти поперечного профілю [4].

Трьох шарнірну арку з наступними параметрами висота арки 15 м, довжина 36 м.

Форма поперечного перерізу – складений дво-тавр. Випробування про-водились для двотаврів висотою 260 мм, 360 мм і 460 мм., ширина полицок у всіх випадках була однаковою і становила 160 мм, товщина 8 мм. На арку діяли наванта-ження від власної ваги (генеруються розрахун-ковою системою автома-тично), від вітру, снігу та покриття типу сендвіч. На рис.1 неведено графік залежності прогину від висоти поперечного перерізу

Як помітно, зі збільшенням висоти перерізу максимальні прогини несучої конструкції зменшуються, що підтверджується попередніми дослідження. Проте, зі збільшенням висоти поперечного перерізу конструкції збільшується металомісткість і в не критичних перерізах конструкції з'являються частки не задіяного в роботі матеріалу, тому подальші дослідження проводитимуться з максимальним включенням матеріалу поперечного перерізу в роботу. Отримані результати можна використати при проектуванні конструкції такого типу.

Література

7. Д.Б.Н. В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування.-К.Мінбуд України,2006.-75с.

8. Кузнецов И.Л. Фахрутдинов А.Э. Назначение оптимального очертания оси арки из унифицированных элементов // Известия КазГСУ, 2011, №1(15). - С.115-121

9. Кузнецов И.Л. Облегченные конструкции арочныхзданий(Исследования, разработка, внедрение). Автореферат диссертации на соиск. уч. ст. д.т.н. Казань: КазИСИ, 1995-33с

10. Богза В., Богданов С., Практическая методика поиска оптимальной формы арок облегченной конструкции // MOTROL, 2008 10В, -С.246-255.

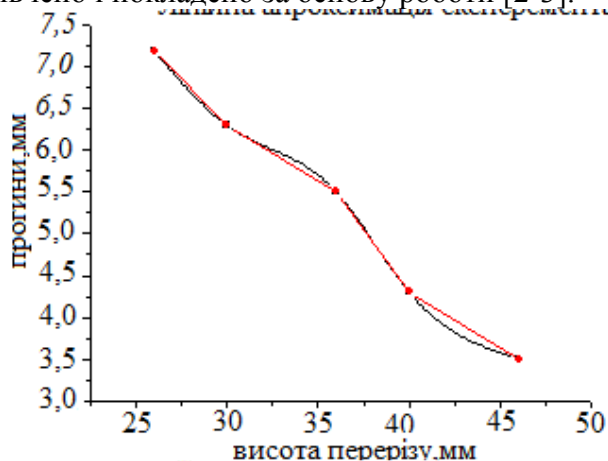


Рис. 1. Залежність прогинів від висоти перерізу
—■— Результати комп'ютерного моделювання експерименту
—●— Лінійна апроксимація експериментальних даних

УДК 681.786

Є.О. Зайцев, канд. техн. наук., с.н.с.

Інститут електродинаміки НАН України, Україна

**ВИКОРИСТАННЯ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ КУТОВИХ ВИМІРЮВАНЬ
ПРИ ОБРОБЦІ РЕЗУЛЬТАТІВ СПОСТЕРЕЖЕНЬ В СИСТЕМАХ
МОНІТОРИНГУ ПОВІТРЯНОГО ЗАЗОРУ В ГІДРОГЕНЕРАТОРАХ**

I.O. Zaitsev, Ph.D., Sen. Res.

**USE STATISTICS OF DIRECTIONAL DATA PROCESSING
FOR MONITORING SYSTEMS AIR GAP IN THE HYDROGENERATORS**

Побудова систем моніторингу повітряного зазору гідрогенераторів є актуальною науково-технічною проблемою забезпечення безпечної та безперебійної роботи гідрогенераторів. Моніторинг повітряного зазору між нерухомим статором і рухомим ротором в процесі експлуатації гідрогенератора, дозволяє по відхиленню поточного значення зазору від норми аналізувати значення та зміну траєкторію зміни вектору направленості ексцентриситету ротора, спотворенні форми ротора або статора, а також отримувати аналітичні дані про стан підшипників [1].

Для вирішення задачі моніторингу повітряного зазору в гідрогенераторах перспективним є застосування сучасних комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних систем (ІВС) із спеціалізованим програмно-математичним забезпеченням. Застосування комп'ютеризованих ІВС при контролі дозволяє створювати та використовувати діагностичну базу даних на основі історії вимірювань повітряного зазору гідрогенератора. В свою чергу, для отримання вимірювальної інформації перспективним є використання спеціалізованих датчиків, що адаптовані до умов експлуатації та конструктивних особливостей вузлів гідрогенераторів. Найпоширенішим типом датчика, що набув використання при вимірюванні повітряного зазору, на даний час є ємнісний. Наявність встановлених сенсорів дозволяє проводити контроль значення величини повітряного зазору в гідрогенераторі. Особливістю проведення такого контролю є наявність принаймні двох ємнісних давачів (датчиків) для вимірювання повітряного зазору в генераторах [2], які розташовані в одній горизонтальній площині під кутом 90^0 один до одного. При цьому засоби обробки віднесені на деяку необхідну відстань, яка забезпечує низький рівень зовнішніх впливів (електромагнітні поля, температура і т.д.). Розроблена структурна схема, що реалізує систему контролю, представлена на рис.1.

На схемі прийняті наступні позначення: ПСК – перетворювач ємність-код, ДЦВ – датчик повітряного зазору з цифровим виходом, МК - мікроконтроллер, ЕОМ – електронно-обчислювальна машина, ЛЗ – лінія зв'язку, ВС - вимірювальний сенсор.

Модуль конфігурування, збору, обробки та аналізу даних призначений для керування роботою мікросхеми 24-розрядного сигма-дельта перетворювача ємність-код "AD7745" та інших апаратно-програмних модулів, здійснення первинної обробки, збору та передачі даних від перетворювачів до пристрою, призначеного для вторинної статистичної обробки отриманих даних, аналізу, зберігання та відображення результатів моніторингу в доступній для оператора формі.

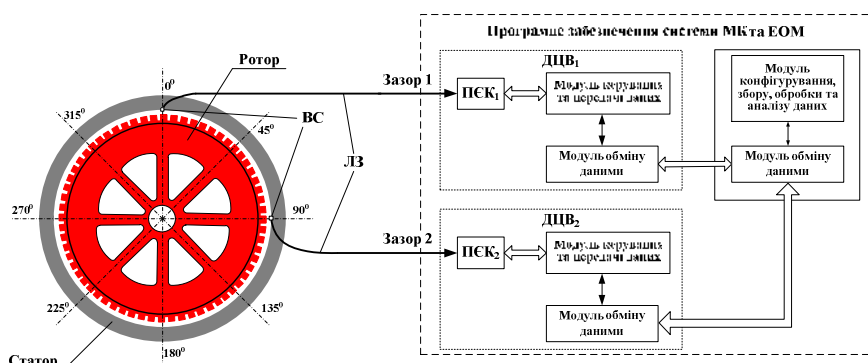


Рис. 1. Структурна схема системи моніторингу повітряного зазору

В доповіді наведено результати використання методів статистичного аналізу кругових статистик[3], які значно полегшують аналіз отриманих даних про повітряний зазор (рис.2), дозволяють прогнозувати зміну повітряного зазору для кожного з полюсів

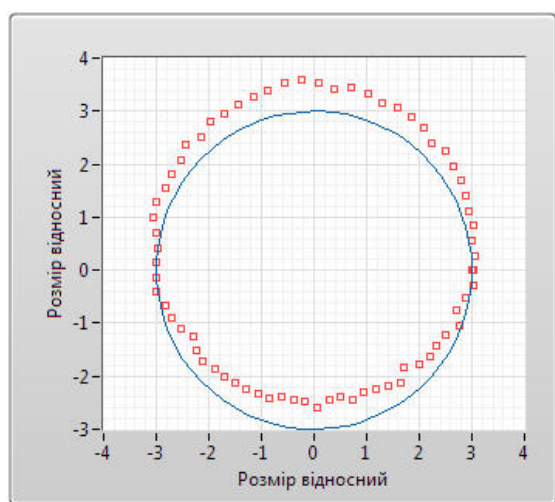


Рис. 2. Інтерфейс користувача моніторингової системи

робота, а також зміну вектора направленості та значення ексцентриситету та інше.

Для реалізації програмного забезпечення та інтерфейсу користувача системи моніторингу повітряного зазору в гідрогенераторах розроблено та створено програмний додаток з інтерфейсом користувача в середовищі графічного програмування LabVIEW [4]. Інтерфейс користувача створеного програмного додатку в середовищі LabVIEW зображено на рис. 2 та призначено для перегляду на екрані монітору поточної інформації про стан повітряного зазору у полярній системі координат.

Література

1. Левицький А.С, Федоренко Г.М., Грубой О.П. Контроль стану потужних гідро- та турбогенераторів за допомогою ємнісних вимірювачів параметрів механічних дефектів. – Київ: Ін-т електродинаміки НАН України, 2011. – 242 с.
2. Заявка на патент України, МКИ G01B7/14. Ємнісний сенсор для вимірювання повітряного зазору в генераторах [Текст] / Левицький А.С., Зайцев Є.О., Кромпляс Б.А.; заявник Інститут електродинаміки НАН України. – № а 2016 03404; заявл. 01.04.2016.
3. Мардиа К. Статистический анализ угловых наблюдений. – М.: Наука, 1978. – 240 с.
4. Тревис Дж. Трэвис, Дж. Кринг LabVIEW для всех: Пер. с англ. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 880 с.

УДК 631.358.42

С.З. Залуцький

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ШНЕКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ З ЕЛАСТИЧНОЮ ГВИНТОВОЮ ПОВЕРХНЕЮ

S.Z. Zalutskyi

RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF SCREW WORKING BODY WITH ELASTIC HELIX

З проведеного огляду літературних джерел та патентної літератури, проспектів провідних зарубіжних фірм, можливих варіантів транспортування сипких матеріалів по прямолінійних і криволінійних трасах [1-4] можна зробити висновок, що найменш ресурсозатратним є застосування гвинтових конвеєрів, які виконані на основі суцільних та секційних гвинтових робочих органів.

В патентній літературі дедалі частіше зустрічаються конструктивні рішення, які спрямовані на більш кардинальне вирішення проблеми зниження ступеня пошкодження зернового матеріалу шляхом застосування полімерних спіральні накладки на гвинтових ребрах. Також відомі конструкції шнеків, периферійна поверхня якої виготовлена у вигляді еластичної щітки.

Метою даного дослідження є розробка нової конструкції установки для дослідження параметрів шнека з еластичною гвинтовою поверхнею для встановлення їх впливу на ступінь пошкодження зернового матеріалу. Для реалізації поставлених завдань розроблено установку та шнека з еластичною гвинтовою поверхнею, для дослідження параметрів процесу транспортування сипких матеріалів (рис.1).

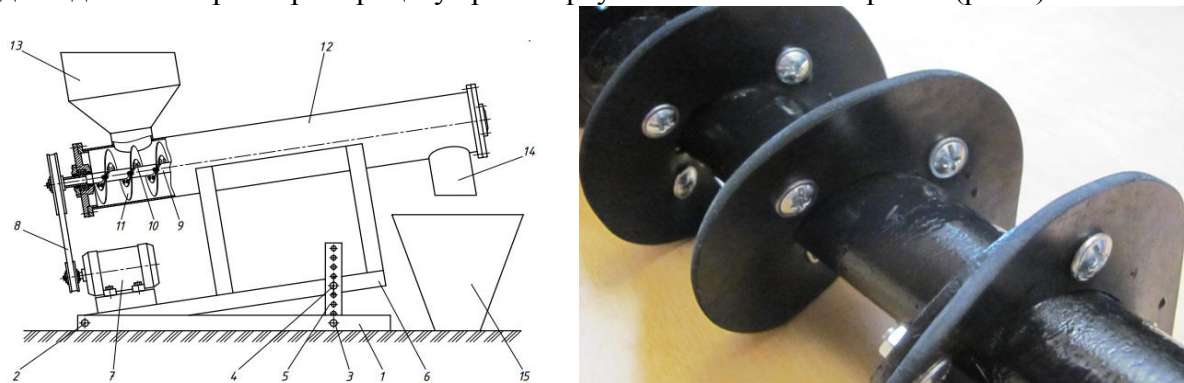


Рис.1. Конструктивна схема установки та шнека з еластичною гвинтовою поверхнею для дослідження параметрів процесу транспортування сипких матеріалів

Вона містить раму 1, на якій шляхом шарнірного з'єднання 2 з однієї сторони та шарнірних з'єднань 3 і 4 з іншої сторони, за допомогою кронштейна з отворами 5 з можливістю кутового повертання та фіксації, закріплена підрама 6. На підрамі 6 встановлений електродвигун 7 з пасовим приводом 8 шнекового робочого органу, який виконано у вигляді вала 9 із закріпленою несучою смуговою спіраллю 10, по периферії якої закріплена робоча еластична спіраль 11.

Шнековий робочий орган розташований в корпусі транспортера 12, на якому з однієї сторони (в зоні завантаження сипкого матеріалу) розташований бункер 13, а з іншої сторони (в зоні вивантаження сипкого матеріалу) встановлений вивантажувальний патрубок 14, під яким розташована місткість 15 для відбору матеріалу.

Загальний вигляд установки при горизонтальному розташуванні транспортера представлено на рис.2.

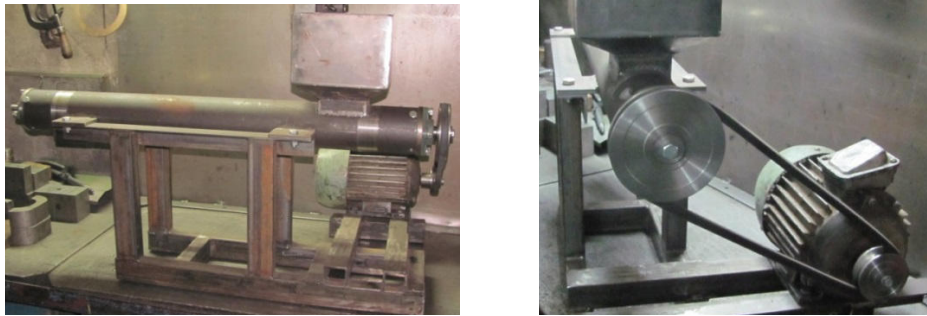


Рис.2. Загальний вигляд установки при горизонтальному розташуванні транспортера

Результати порівняльних експериментальних досліджень при транспортуванні зернового матеріалу жорстким шнеком (суцільна лінія) та шнеком з еластичною поверхнею (штрихова лінія) при різних зазорах між шнеком і кожухом ($\delta = 2; 6$ мм), кутах нахилу шнека β та частотою його обертання n представлено на рис.3.

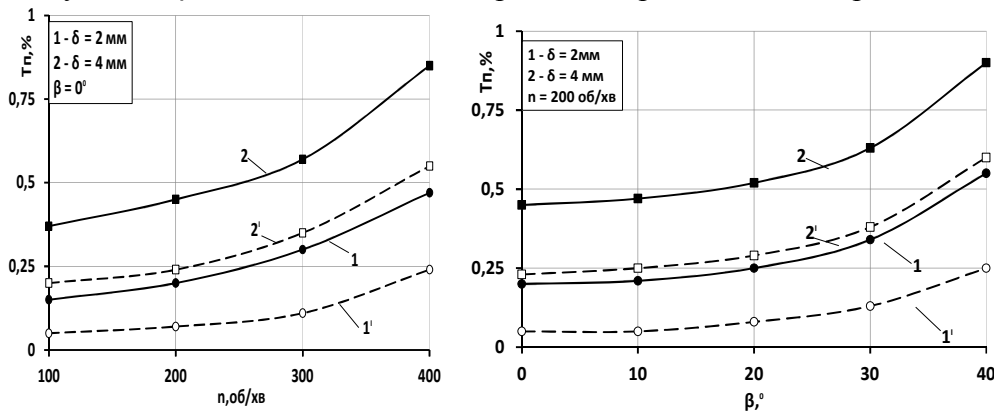


Рис.3. Графічні залежності травмування зернового матеріалу T_n % жорстким шнеком (суцільна лінія) та шнеком з еластичною поверхнею (штрихова лінія) при різних зазорах δ між шнеком і кожухом, кутах нахилу шнека β та частотою його обертання n

Аналіз даних графічних залежностей показав, що застосування еластичних накладок на поверхні шнека у порівнянні з жорстким шнеком забезпечує зменшення ступеня пошкодження зернового матеріалу, яке для частоти обертання шнекового робочого органу 100...400 об/хв знаходиться в межах 1,55...3,0 рази, а для кутів нахилу шнекового робочого органу до горизонту 0...40° знаходиться в межах 1,63...4,0 рази.

Література

1. Hevko R.B., Klendiy O.M. – The investigation of the process of a screw the conveyer safety device actuation, INMATEH: Agricultural engineering, vol. 42, no. 1/2014, pg. 55-60, Bucharest, Romania.

2. Hevko R.B., Dzyura V.O., Romanovsky R.M. – Mathematical model of the pneumatic-screw conveyor mechanism operation, INMATEH: Agricultural engineering, vol. 44, no. 3/2014, pg. 103-110, Bucharest, Romania.

3. Підвищення технічного рівня гнучких гвинтових конвєсрив: монографія/ Гевко Р.Б., Вітровий А.О., Пік А.І. Монографія.- Тернопіль: Астон, 2012.-204 с.

4. Hevko R.B., Zalutskiy S.Z., Tkachenko I.G., Klendiy O.M. (2015) – Development and investigation of reciprocating screw with flexible helical surface, INMATEH: Agricultural engineering, vol.46, no.2/2015, pg.133-138, Bucharest, Romania.

5. Hevko R.B., Klendiy M.B., Klendiy O.M. (2016) – Investigation of a transfer branch of a flexible screw conveyer, INMATEH: Agricultural engineering, vol.48, no.1, pg.29-34.

УДК 629.113.066

А.О. Зарічний, Ю.І. Пиндус канд. техн. наук, доц.; Р.Р. Заверуха, М.Г. Левкович канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК КОНТАКТНОЇ СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ АВТОМОБІЛЯ ВАЗ-2106

A.O.Zarichnyy; Y.I. Pyndus Ph.D., Assoc. Prof., R.R. Zaveruha; M.G. Levkovych, Ph.D., Assoc. Prof.

STUDY OF THE CONTACT IGNITION CHARACTERISTICS OF VAZ-2106

Компоновка контактної системи запалювання автомобіля ВАЗ 2106 показана на рис.1. Основною характеристикою контактної системи запалювання є залежність максимальної напруги у вторинному колі від частоти обертання колінчастого вала двигуна $U_{2max}=f(n_d)$ (рис.2).

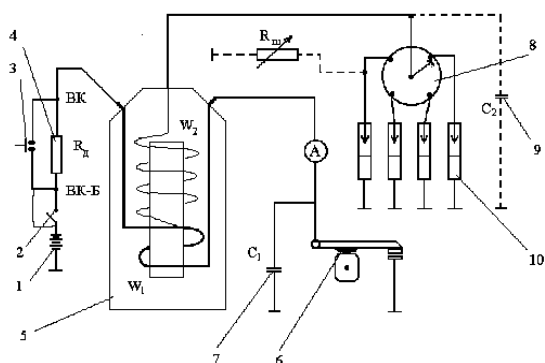


Рис.1. Схема контактної системи запалювання

1–дж.живл., 2–вимик. запалювання, 3–контакти реле стартера, 4–додатковий опір, 5–індукційна котушка, 6–переривник, 7–конденсатор, 8–розподільник, 9 – ємність вторинного кола, 10 – свічки запалювання

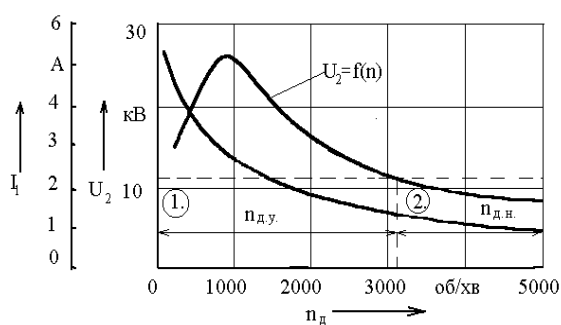


Рис.2. Характеристика контактної системи запалювання автомобіля ВАЗ-2106

Робочий процес контактної системи запалювання розподіляють на три етапи:

1 – й етап. Замикання первинного кола контактами переривника. На цьому етапі конденсатор C_1 замкнений контактами переривника. При цьому вторинне коло вважають розімкненим, що не впливає на процеси в первинному колі.

При замиканні контактів відбувається наростання первинного струму згідно закону:

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} \left(1 - e^{-\frac{R_1 t_3}{L_1}} \right), \quad (1)$$

де U_1 – напруга в системі електропостачання, В; R_1 – опір первинного кола, Ом; L_1 – індуктивність первинної обмотки, Гн; t_3 – час замкненого стану контактів, с.

Первинний струм досягає сталого значення I_{Iycm} практично при закінченні часу $t_3=5T$, де $T=L_1/R_1$ – стала часу первинного кола, стосовно автомобільних котушок

$t_3=0,01...0,02$ с. Розрив ланцюга при $I_{I_{уст}}$ спостерігається при пуску двигуна і його роботі на холостих обертах. При великих частотах обертання к.в. $I_1 < I_{I_{уст}}$.

Час замкненого стану контактів:

$$t_3 = \frac{\alpha_3}{\alpha_3 + \alpha_p} \times \frac{120}{n_o z}, \quad (2)$$

де α_3, α_p – відповідно кут замкненого і розімкненого стану контактів переривника; n_o – частота обертання к.в. двигуна, об/хв; z – число циліндрів двигуна.

2 – й етап. Розмикання первинного кола контактами переривника. При цьому електромагнітна енергія, що накопичилася в котушці, переходить в енергію електричного поля конденсаторів C_1 і C_2 (вторинного кола) та частково перетворюється на тепло.

Максимальне значення вторинної напруги

$$U_{2max} = I_p \sqrt{\frac{L_1}{C_1 \left(\frac{W_1}{W_2}\right)^2 + C_2}}, \quad (3)$$

де W_1 і W_2 – число витків первинної та вторинної обмоток котушки запалювання; I_p – сила струму в первинному колі в момент розриву.

Однак, значення U_2 дещо нижче за значення, розраховане за формулою (3), через втрати енергії у магнітопроводі й електричному колі, а також в опорі нагару, що шунтує іскровий зазор.

Величина коефіцієнта втрат η для контактних систем запалювання становить 0.75... 0,85.

З урахуванням втрат:

$$U_2 = I_p \sqrt{\frac{L_1}{C_1 \left(\frac{W_1}{W_2}\right)^2 + C_2}} \cdot \eta. \quad (4)$$

На величину напруги у вторинному колі значно впливають параметри первинного і вторинного кола, величина замкненого стану контактів переривника, ємність конденсатора в первинному колі, нагар на ізоляторі свічки запалювання.

3 – й етап. Електричний розряд між електродами свічки. Температура в каналі розряду радіусом 0,2...0,6 мм досягає 10000 °С. Розряд на свічці складається з двох фаз: ємнісної та індуктивної.

Ємнісна фаза розряду характеризується малим проміжком часу ($30 \cdot 10^{-6}$ с) з великими струмами (до 300 А) при частоті коливань $10^6 \dots 10^7$ Гц.

Індуктивна фаза розряду має відносно малу швидкість подачі енергії. Тривалість її декілька мс при струмі розряду 50...100 мА.

Відповідно до формул (1) – (3), з підвищенням частоти обертання колінчастого вала двигуна зменшується час замкненого стану контактів переривника t_3 , а отже, зменшується сила струму в первинному колі в момент розриву I_p і відповідно знижується напруга у вторинному колі. Перетин заданої пробивної напруги $U_{пр}$ з кривою U_2 дає максимальну частоту обертання колінчастого вала, до якої буде забезпечуватися безперебійне запалювання робочої суміші при даній кількості циліндрів. Зона 1 вважається зоною безперебійного іскроутворення, а зона 2 – зоною нестійкого запалювання.

Література

1. Ламм А.Б. Исследование надежности и разработка методов диагностирования элементов систем зажигания автомобилей: Автореф. дис. канд.техн.наук: 05.09.03 / Моск. гос. автомоб.-дор. ин-т. – М., 1994. – 20 с.

УДК 621.873

¹П.В. Збітнєв, ²О.Б. Нєженцев, канд. техн. наук, доцент

¹Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, Україна

²Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», Україна

ЗНИЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ПРИ ГАЛЬМУВАННІ МОСТОВОГО КРАНА З ЧАСТОТНИМ КЕРУВАННЯМ

P.V. Zbitniev, O.B. Nyezhenstev, Ph.D., Assoc. Prof.

REDUCING OF DYNAMIC LOADS DURING BRAKING OF OVERHEAD CRANE WITH FREQUENCY CONTROL

Аналіз гальмівних процесів мостових кранів з частотно-керованим електроприводом пересування показав, що в залежності від зміни таких факторів як крок зміни частоти ($h_{\text{ч}}$), час витримки на одній частоті ($T_{\text{р}}$), швидкість крана на якій відключається двигун і спрацьовує колодкове гальмо ($V_{\text{г}}$), динамічні навантаження на металоконструкцію крана $S_{\text{м}}$ і вантаж $S_{\text{к}}$, а також час гальмування крана $t_{\text{г}}$ можуть як значно знизуватися, так і істотно зростати.

З метою визначення залежностей динамічних навантажень при гальмуванні крана з частотним керуванням від вказаних факторів було проведено дослідження на прикладі мостового крана в/п 20 т, представленого у вигляді тримасової моделі, рух якої описується нелінійними диференціальними рівняннями другого порядку [1]. За допомогою теорії планування експерименту були побудовані рівняння регресії максимальних динамічних навантажень $S_{\text{м}}$ і $S_{\text{к}}$, а також часу гальмування крана $t_{\text{г}}$ при гальмуванні частотно-керованого крана за законом управління, описаним в роботі [2]. Рівні та інтервали варіювання факторів $T_{\text{р}}$, $h_{\text{ч}}$, $V_{\text{г}}$ наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 - Рівні та інтервали варіювання факторів $T_{\text{р}}$, $h_{\text{ч}}$, $V_{\text{г}}$

Фактори	$T_{\text{р}}$, с	$h_{\text{ч}}$, Гц	$V_{\text{г}}$, м/с
Код (Z_i)	Z_1	Z_2	Z_3
Основний рівень (код 0)	0,2	1,5	0,6
Інтервал варіювання (ΔZ_i)	0,025	1,0	0,4
Верхній рівень (код +1)	0,225	2,5	1,0
Нижній рівень (код -1)	0,175	0,5	0,2
Зіркова точка (код +0,5)	0,2125	2,0	0,8
Зіркова точка (код -0,5)	0,1875	1,0	0,4

Після перевірки значимості та відкидання незначущих коефіцієнтів рівнянь регресії, були отримані наступні поліноми:

$$S_{\text{м}}^{\text{max}} = -28,2 - 5,4Z_2 + 0,6Z_3 + 1,15Z_1Z_2 + 2,3Z_2Z_3 - 8,1Z_2^2 - 0,45Z_3^2; \quad (1)$$

$$S_{\text{к}}^{\text{max}} = -13,5 + 1,25Z_1 - 6,0Z_2 - 0,5Z_3 + 0,6Z_1Z_2 - 2,2Z_2Z_3 - 1,1Z_2^2 - 0,15Z_3^2; \quad (2)$$

$$t_{\text{г}} = 6,3 + 0,8Z_1 - 5,3Z_2 - 0,7Z_3 - 0,7Z_1Z_2 - 0,3Z_1Z_3 + 1,6Z_2Z_3 + 4,26Z_2^2; \quad (3)$$

де Z_1 , Z_2 , Z_3 – кодовані значення факторів, відповідно, $T_{\text{р}}$, $h_{\text{ч}}$, $V_{\text{г}}$.

Рівняння регресії (1-3) дозволяють досліджувати вплив кожного з факторів і їх взаємодію на максимальні динамічні навантаження і тривалість перехідного процесу. На рис. 1 показано типові графіки залежності максимальних динамічних навантажень на металоконструкцію крана $S_{\text{м}}$ і вантаж $S_{\text{к}}$ від кроку зміни частоти $h_{\text{ч}}$ частотного перетворювача при різних значеннях витримки на одній частоті $T_{\text{р}}$ та швидкості крана на якій відключається двигун і спрацьовує колодкове гальмо $V_{\text{г}}$.

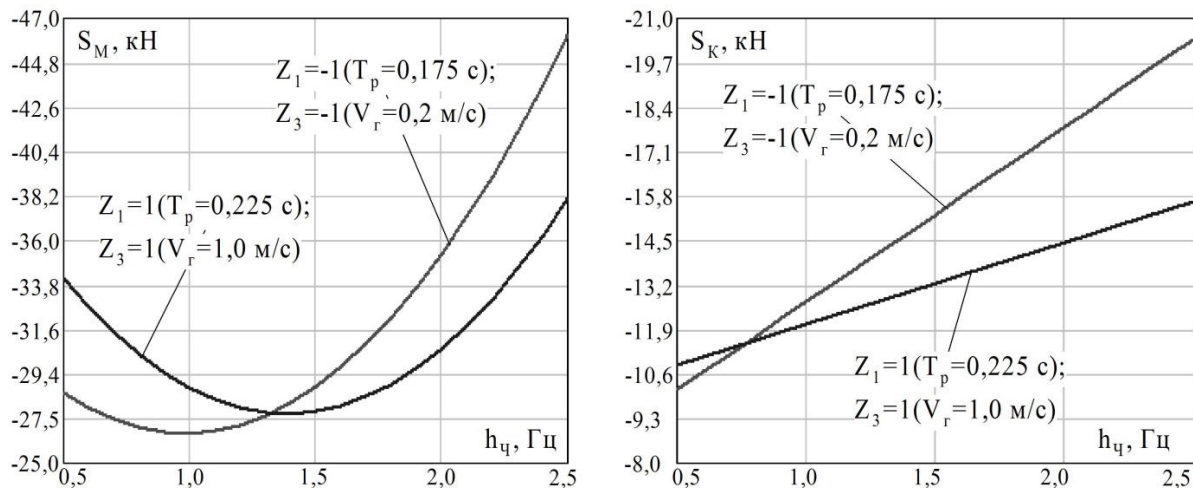


Рис. 1 Залежність максимальних горизонтальних динамічних навантажень S_M та S_K від кроку зміни частоти $h_ч$ частотного перетворювача

Аналіз результатів проведених досліджень дозволив зробити висновки:

- при збільшенні кроку зміни частоти $h_ч$ динамічні навантаження S_M можуть зростати більше ніж на 60%, а S_K – вдвічі. При цьому час гальмування крана t_r зменшується більше ніж в чотири рази;

- зі збільшенням часу витримки на одній частоті T_p навантаження S_M і S_K та час гальмування крана t_r можуть як знижуватися (при великому кроці зміни частоти $h_ч$), так і зростати (при маленькому кроці зміни частоти $h_ч$) більше ніж на 20%;

- вмикання колодкового гальма при різних швидкостях пересування мостового крана може як збільшувати максимальні динамічні навантаження S_M і S_K так і зменшувати їх в залежності від величини кроку зміни частоти $h_ч$. Це пояснюється тим, що при великому кроці зміни частоти $h_ч$ двигун розвиває середній гальмівний момент, більший, ніж момент колодкового гальма, а при маленькому кроці – менший.

- для зниження рівня максимальних динамічних навантажень на металоконструкцію крана S_M і вантаж S_K при гальмуванні частотно-регульованим приводом пересування мостового крану необхідно: встановлювати крок зміни частоти $h_ч$ в інтервалі 1 - 1,25 Гц; час роботи частотного перетворювача (час витримки на одній частоті T_p) в процесі гальмування повинен наближатися до максимально можливого.

Література

1. Будиков Л.Я. Многопараметрический анализ динамики грузоподъемных кранов мостового типа: Монография: – Луганск: Изд-во ВНУ им. В. Даля, изд. 2-е, 2003. - 210 с.

2. Збітнєв П.В. Математична модель приведеної сили електропривода крана з частотним управлінням / П.В. Збітнєв, О.Б. Неженцев // Тези доповідей всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та студентів «Інновації молоді - машинобудуванню». Секція «Машинобудування», підсекція «Прикладна механіка». – К: НТТУ «КПІ», 2016. – С. 23-25.

УДК 658.27:63

А.А. Іванов

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Бережанський агротехнічний інститут, Україна

УДОСКОНАЛЕНА КОНСТРУКЦІЯ ДВОХРЯДНОГО КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНУ ККП-2ВС

A.A. Ivanov

IMPROVED CONSTRUCTION TWO ROW POTATO HARVESTERS ККП-2ВС

Для забезпечення максимальної продуктивності комбайна при мінімальних пошкодженнях бульб технологічний процес повинен проходити так, щоб одночасно виконувалось дві вимоги:

Процес відсіювання дрібного ґрунту повинен закінчуватися тільки в кінці другого сепаруючого робочого органу

Кількість твердих домішок, що поступають на механічний сепаратор, не повинна перевищувати його максимальну пропускну здатність.

При виконанні першої умови картоплезбиральні машини сильно травмують бульби через недостатнє завантаження другого сепаруючого органу ґрунтом.

При недостатній пропускну здатності сепараторів збиральні машини на легко просіюваних ґрунтах навіть на підвищених швидкостях повністю не завантажуються. В результаті чого не забезпечується максимальна продуктивність агрегату.

Щоб забезпечити виконання вказаних вимог потрібно забезпечити можливість варіювання швидкості комбайну в широких межах, а також режимів роботи сепаруючих робочих органів.

При розрахунку комбайну ставляться дві основні вимоги:

Комбайн повинен бути розрахований на роботу при великому діапазоні варіювання робочих швидкостей. Оскільки не можливо розрахувати технологічний процес для нескінченної кількості варіантів поступаючої ґрунтової маси, найбільш доцільно провести розрахунок комбайну на швидкості 1.2...1.3 м/с на перегрудковатому легко сепаруючому ґрунті та низькій швидкості 0.5 - 0.7 м/с на ґрунті з вмістом великої кількості твердих домішок.

Розроблено удосконалену конструкцію двохрядного картоплезбирального комбайну ККП-2ВС. Суть удосконалення полягає в удосконаленні вивантажувального механізму. Він включає в себе бункер і вивантажувальний транспортер, який представляє собою шарнірно з'єднані між собою і приводом їх повороту секції, основна з яких з'єднана з бункером.

Відмінними признаками є те, що стінка бункера з сторони вивантажувального пристрою виконана фігурною з виходом у вигляді усіченого конуса. Основна секція транспортера жорстко пов'язана з бункером у площині меншої основи усіченого конуса. На боковинах конусної частини встановлені під кутом, повернені до площини бункера паралельні між собою направляючі площини, які утворюють щілини, зв'язуючи площину бункера з транспортером. При цьому одна з бокових сторін бункера виконана поворотною.

Переваги розробленого пристрою в порівнянні з існуючими полягає в тому, що розширюється функціональні можливості, підвищується продуктивність і спрощується конструкція (за рахунок вилучення шнеків).

УДК 620.192

Д.К. Івіцька, В.Г. Баженов, канд. техн. наук, доц.

Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Україна

АНАЛІЗ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОГО МЕТОДУ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ ДЛЯ РІЗНИХ ТИПІВ СТРУКТУР МАТЕРІАЛІВ

D.K.Ivitska, V.G. Bazhenov, Ph.D., Assoc. Prof.

THE ANALYSIS OF ELECTROSTATIC NON-DESTRUCTIVE TESTING FOR DIFFERENT TYPES OF STRUCTURES

Останнім часом значно підвищився інтерес до створення методів контролю структури об'єкту, не використовуючи щільний контакт з ним. Провідні промислові виробники наголошують на можливості контролю за параметром потенціалу електричного поля, пропонуючи споживачам свої новітні продукти.

Є багато різних видів неруйнівних методів контролю, які зазвичай використовуються у промисловості. Серед найбільш поширених: УЗД, рентген, контроль проникаючими речовинами і вихрострумний контроль [1].

Ультразвук є одним з найбільш широко використовуваних методів у цивільній, аерокосмічній і медичних сферах. Як правило, випробування проводяться з використанням імерсійного середовища або щільного контакту. Однак, використання води або гелю, як контактного середовища не завжди можуть бути рекомендованими для певних ситуацій контролю, наприклад, де матеріал поглинає воду, або там, де поверхня забруднена або пошкоджена. Таким чином, був підвищений інтерес у використанні повітряного проміжку як зв'язку середовища. Використання рентгенівських променів завжди було популярним методом для важких матеріалів, але рентгенівські системи використовують іонізуюче випромінювання і тому вимагають належного екранування для захисту користувачів. Крім того, вони також є порівняно дорогими.

Поточний діапазон електромагнітних методів, які найбільш часто використовуються для характеристики структури включають вихрострумний метод контролю, метод постійного і змінного струму, потенціальний метод і магнітні методи витоку магнітного потоку. Вихрові струми в їх найбільш поширену форму використання - котушки розташовані близько до поверхні зразка, який контролюють. В цей час наводяться вихрові струми на поверхні провідного матеріалу, і зміни в цьому процесі можуть бути сприйняті по зміні опору котушки, фазового зсуву чи аналізі амплітуди вихідної напруги вихрострумного перетворювача. Потенціальний метод також вимагає провідну поверхню для проведення контролю, і часто використовують електродні масиви, які контактують з поверхнею, і багато електромагнітних і магнітних методів можуть тільки застосовуватися для деяких матеріалів.

На сьогоднішній день існує електростатичний (електроємнісний) спосіб неруйнівного контролю, який дає змогу проводити контроль як діелектричних матеріалів, так і металів.

Він дозволяє виявляти різні несучільності, включення, дає узагальнену картину про об'єкт контролю. Таким чином ми надалі можемо судити про стан або структуру ОК з отриманого сигналу фазового зсуву та визначити наближено відсоток цих включень за амплітудним параметром. Даний метод поширюється на вуглецеве волокно, композитні матеріали, плексигласи та метали тощо, що підтверджує його

універсальність застосування в НК. Також метод не потребує спеціальної підготовки поверхні об'єкта контролю [2].

Одна з основних особливостей ємнісного методу контролю у порівнянні з іншими видами НК полягає в тому, що вихідна інформація, що надходить від перетворювача, залежить від великої кількості параметрів ОК й інших впливаючих факторів, за аналогією вихрострумового методу.

Типовий первинний перетворювач для електростатичного методу має вигляд розгорнутого плоского конденсатора, між пластинами якого знаходиться об'єкт контролю - ОК (рис. 1). Наявність дефекту в межах чутливості електричного поля в ОК призведе до зміни величини заряду, індукованого на вимірювальному електроді. Якщо розглядати пару електродів, зображену на рис. 1, як конденсатор, то наявність дефекту в ОК між пластинками цього конденсатора призведе до зміни сумарної діелектричної проникливості середовища, що в свою чергу призведе до зміни електричної ємності конденсатора. Тому цей метод також можна назвати конденсаторним, все залежить від вибору представлення чутливого фізичного параметру досліджуваного явища [3].

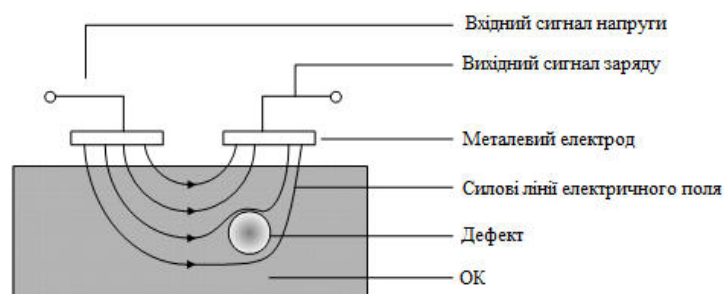


Рис. 1. Схематичне зображення процесу вимірювання електростатичним методом неруйнівного контролю

Головним недоліком даного методу є низька завадостійкість до електромагнітних завад, що потребує додаткових заходів для їх усунення. Такими заходами зазвичай є введення у електричну схему приладу додаткових частотних фільтрів, та обладнання самого пристрою електромагнітним екраном, який може погіршити характеристики вимірювального каскаду приладу, так як створює додаткову ємність в електричній схемі.

Чутливість перетворювачів до електромагнітних завад спричинена тим, що вони мають плоску форму у вигляді електропровідної (зазвичай мідної) пластини, і по суті, є «антенною» для електромагнітних хвиль широкого спектру частот. Це можуть бути хвилі радіостанцій, бездротових протоколів передачі інформації, хвилі, породженні електронними пристроями, статичними розрядами, а також електромережою. Всі ці завади спричинюють індукцію додаткового заряду на вимірювальних пластинках перетворювачів, що зменшує достовірність контролю на дефекти даним методом.

Тому виникає необхідність знаходження способів збільшення завадостійкості електростатичного методу за рахунок використання перетворювачів оригінальної конструкції та розрахунок їх чутливості до дефектів різної форми.

Література

1. Неразрушающий контроль. В 5 книгах. Книга 3./Под ред. В.В. - Сухорукова М.: Высшая школа 1992 – 278с.
2. Nondesructive Testing Handbook. By edition Albert S. Birks and Robert E.Green. ASNDT, second edition, v.7, 1991.
3. Неразрушающий контроль металлов и изделий. Справочник. Под ред. Г.С. Самойловича. М.: Машиностроение 1976 – 420с.

УДК 621.82

П.В. Казмірчук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ГОЛОВКА РОЗТОЧНА

P.V. Kazmirchuk

HEAD ROZTOCHNA

Розточна головка (рис. 1) виконана у вигляді хвостовика 1 з верхньою конусною частиною, якщо оправка встановлюється в шпindelь верстату. Хвостовик 1 жорстко з'єднаний з циліндричним корпусом 2 в середині якого виконано вікно 3 куди встановлені двохступічасті розточні різці 4 підсиленої конструкції з можливістю радіального переміщення від мікрометричного гвинта 5, який з'єднаний з різцями 4 зубатим зачепленням. Різці 4 є змінними з можливістю їх заміни. Крім цього всередині мікрометричного гвинта встановлено затискний гвинт 6 для стопоріння різців.

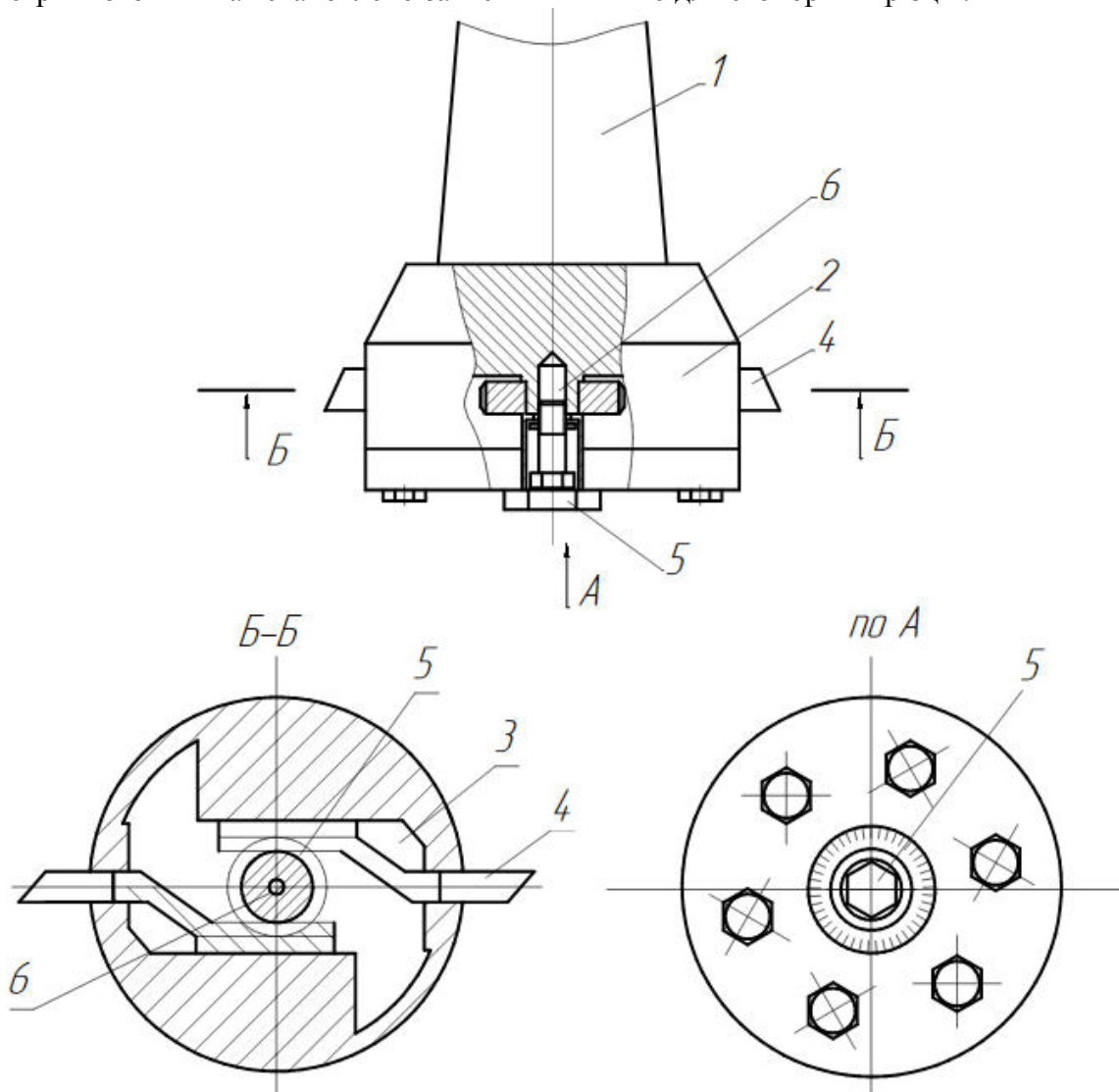


Рис. 1 Розточна головка

УДК 621.82

¹В.І. Карась, ²В.В. Рудик

¹ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут», Україна

²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПРИСТРІЙ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ І СКЛАДАННЯ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ

V.I. Karas, V.V. Rudik

DEVICE FOR DISASSEMBLY AND ASSEMBLY TRANSMISSION

Ремонт коробки передач - відповідальний і трудомісткий процес.

Провівши порівняльний аналіз ремонту коробки передач, було виявлено, що для підвищення продуктивності праці і якості виконуваних робіт, розбирання і збирання коробки передач необхідно виконувати на спеціальному стенді, де знаходиться необхідні пристосування і інструмент.

На рис. 1 показана схема стенду, який призначений для ремонту коробок передач.

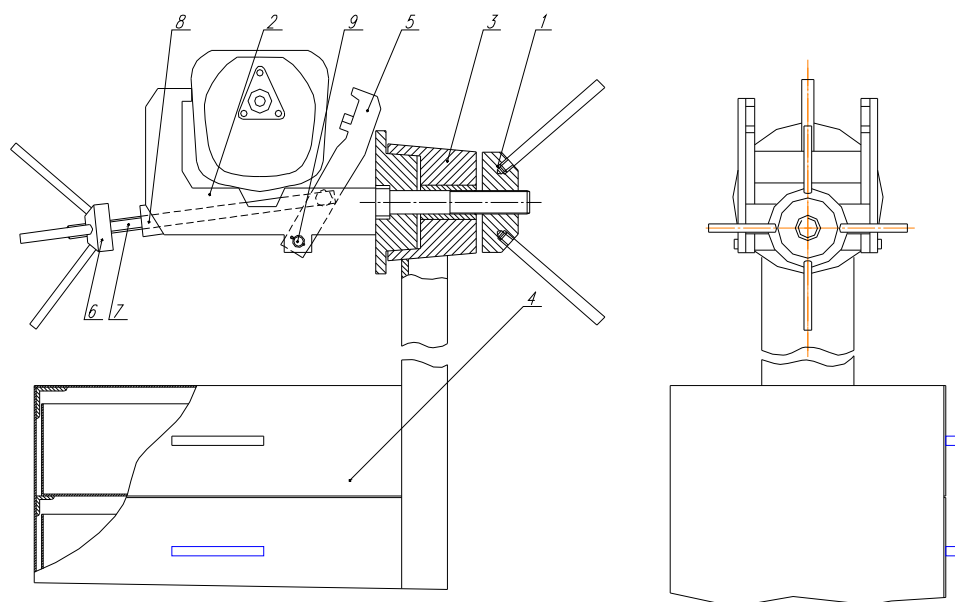


Рис. 1. Принципова схема стенду для ремонту коробок передач

1 - гайка; 2 - скоба; 3 - станина; 4 - ящик; 5 - важіль; 6 - гайка;

7- гвинт; 8 – втулка; 9 – вісь

Стенд для ремонту коробок передач (рис. 1) складається з станини 3. В станині розміщені чотири ящики 4 для інструментів. У верхній частині стійки 5 приварена бобишка, в якій через спеціальну втулку встановлена скоба 2 та зафіксована спеціальною гайкою 1 від провертання. Для фіксації коробки передач передбачений важіль 5. Встановлений важіль 5 на вісі 9 і приводиться в дію за допомогою гайки спеціальної 6 через втулку 8 та гвинт 7.

Коробка передач встановлюється в скоби, де вона затискається важелем 5. Для зручності робіт коробку передач можна повертати навколо осі утримуючи під будь-яким кутом, відкрутивши гайку 1 і повернувши коробку передач. Для того, щоб не роздавити корпус коробки передач вона затискається із зусиллям $F = 400 \text{ Н}$.

Під час навантаження згинаючим моментом і крутним моментом найбільш слабким місцем в стенді є зварне з'єднання, міцність якого визначають по формулі:

$$\sigma = \frac{F}{\delta l} + \frac{GM}{\delta l^2} \leq [\sigma], \quad (1)$$

де l - довжина зварного шва, мм; δ - товщина матеріалу, мм; $[\sigma']$ - допустиме напруження для зварних з'єднань, $[\sigma'] = 0,9 \cdot [\sigma]_p$

Допустиме напруження на розтяг для матеріалу деталей, що з'єднуються, визначається по формулі:

$$[\sigma]_p = \frac{\sigma_m}{S}, \quad (2)$$

де S - запас міцності, $S = 1,4 \dots 1,6$ [8, с.75]; σ_m - напруження текучості, МПа.

Напруження від крутного момента визначаємо по формулі:

$$\tau_T = \frac{2T}{0,7 \cdot \kappa \cdot \pi \cdot d^2}, \quad (3)$$

$$\tau_M = \frac{2M}{0,7 \cdot \kappa \cdot \pi \cdot d^2}, \quad (4)$$

Сумарне напруження визначається по формулі:

$$\tau = \sqrt{\tau_M^2 + \tau_T^2} \leq [\tau'], \quad (5)$$

Для того, щоб запобігти повертанню вузла необхідно визначити силу затягування і розрахувати діаметр болта:

$$F \leq i \cdot F_m = i \cdot F_{зам} \cdot f, \quad (6)$$

де i - число площин стику деталей; f - коефіцієнт тертя в стику, $f = 0,15 \dots 0,20$.

$$F_{зам} = \frac{\kappa \cdot F}{i \cdot f}, \quad (7)$$

де F - зусилля зрушення деталей, Н; κ - коефіцієнт запаса, $\kappa = 1,8 \dots 2$.

З причини небезпеки розкриття стику деталей доцільно прийняти високе затягування з'єднань, особливо при змінному навантаженні:

$$F_{зам} = F \cdot \kappa_{зам}, \quad (8)$$

де $\kappa_{зам}$ - коефіцієнт затягування, $\kappa_{зам} = 2,5 \dots 4$.

Визначаємо діаметр гвинта по умові зносостійкості:

$$d = \sqrt{\frac{F_{зам}}{\pi \cdot \Psi_n \cdot \Psi_n \cdot [\sigma_{см}]}}, \quad (9)$$

де Ψ_n - коефіцієнт висоти гайки, $\Psi_n = 1,2 \dots 2,5$;

Ψ_n - коефіцієнт трапецеїдального різьблення, $\Psi_n = 0,5$; $[\sigma_{см}]$ - напруження зминання.

Сила, прикладена до ключа з довжиною плеча $l = 15 + d$ [8, с. 55]

$$F_\kappa = \frac{T_{зам}}{l}, \quad (10)$$

Довжина важеля до осі обертання визначається по формулі:

$$L = \frac{l}{\sin \alpha}, \quad (11)$$

де α - кут нахилу важеля.

Література

1. Иванов М.Н. Детали машин. - М.; Высшая школа, 1991.- 383с.
2. Сідашенко О.І., Науменко О.Н. та ін. /Ремонт машин – К: Урожай, 1999 р.- 400с.

УДК 621.73

**С. Б. Каргин, канд. техн. наук, доц.
ГВУЗ ПГТУ, Україна**

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИ ТОЧНОЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ

S. B. Kargin, Ph., Assoc. Prof.

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF NEW PRECISION FORGING TECHNOLOGY

При штамповке в открытых штампах круглых в плане поковок получается большой (15-20%) отход металла на заусенец. Для устранения этих отходов применяют штамповку в закрытых штампах. Однако, в этом случае требуется назначить штамповочные уклоны $\gamma=3 \div 5^\circ$, что ведет к дополнительному расходу металла при механической обработке.

Разработан и исследован способ точной закрытой штамповки круглых в плане поковок, имеющих боковые стенки, образующие которых сонаправлены с направлениями действия силы штамповки и силы выталкивания поковки из плоскости штампа.

Сущность способа заключается в том, что в процессе формообразования металла в штампе на его боковых стенках отсутствуют штамповочные уклоны. Штамп, состоящий из 2-х половин по наружному диаметру помещается в обойму (кольцо), которое сдерживает течение металла в стороны. С помощью выталкивателя поковка извлекается из обоймы.

Высоту кольца выбирают с таким расчетом, чтобы к моменту соприкосновения с заготовкой верхний штамп входил в кольцо на глубину 5-10 мм. Зазор между штампами и кольцом принимают 0,1 мм на сторону.

На гидравлическом прессе силой 0,63 МН была отштампована поковка 1-й группы с $D=90$ мм и $H=20$ мм, массой 0,6 кг.

Установлено, что наилучшее заполнение ручья штампа будет при диаметре заготовки, близком к наружному диаметру поковки. Учитывая, что чем меньше диаметр заготовки, тем легче выполнить отрезку ее от прутка, заготовку предварительно следует осаживать на плоских плитах. Диаметр заготовки, помещаемой в штамповочный ручей, принимают на $2 \div 4$ мм меньше внутреннего диаметра кольца. Излишек металла в заготовках при точной штамповке может быть поглощен - за счет толщины перемычки или высоты поковки. Увеличение толщины перемычки не влияет на процесс изготовления поковки, так как прошивку перемычки предусматривают в технологическом процессе. Если допуски по высоте получаемой поковки превышают допуски, установленные ГОСТ 7505-89, то в этом случае вводят дополнительную обработку резанием.

Применение точной штамповки позволяет повысить точность штамповки, значительно приблизить форму поковки к форме готовой детали, благодаря чему возможна значительная экономия металла (20% и более), снижается трудоемкость механической обработки резанием.

Предлагаемый способ точной объемной штамповки круглых в плане поковок повышает надежность штампа за счет упрощения его конструкции.

УДК 621.9

¹В.Ю. Клименко, ¹П.В. Глушко ²К.Б.Балушок канд. техн. наук

¹Запорізький національний технічний університет, Україна

²АТ «Мотор Січ», Україна

ВИГОТОВЛЕННЯ ТОРЦЕВИХ МУФТ ІЗ ЗУБОМ «CURVIC» ЗА ДОПОМОГОЮ CAD/CAM/CAE СИСТЕМ

V.Y.Klymenko, P.V. Glushko, K.B. Balyshok Ph.D.

MANUFACTURING FIXED CURVIC COUPLING USING CAD/CAM/CAE SYSTEMS

Випуск нового виробу або модернізація існуючого, навіть з незначними змінами в авіаційній промисловості вимагає серйозного підходу зі зміни підготовки виробництва, яка в свою чергу включає комплекс взаємопов'язаних організаційних, технічних, технологічних, планових, економічних та інших заходів, що забезпечують виконання виробничої програми підприємством в необхідні терміни при мінімальних затратах праці, матеріально-технічних та інших ресурсів. Використання сучасних CAD/CAM/CAE систем дозволяє виконувати зазначені вище завдання.

Однак при використанні цих систем разом з вирішенням технічних завдань слід дотримуватись і вимог, які передбачені етапами життєвого циклу виробу по втіленню в ньому сподівань споживачів. Використовуючи CAD/CAM/CAE системи для проектування, розрахунків та виробництва необхідно відслідковувати взаємозв'язок між кресленням виробу, технологією виготовлення, оснащенням, інструментом та металообробним обладнанням.

Зазначений підхід було використано при виготовленні торцевих муфт з зубом «CURVIC». Особливістю даних муфт є здатність до точного центрування та роботі з великими навантаженнями, що виникають при роботі валів газотурбінних двигунів. Це забезпечується геометричними параметрами зубців двох напівмуфт. Зубці однієї напівмуфти мають випуклу форму, а другої – ввігнуту.

В залежності від умов експлуатації розраховуються геометричні параметри муфти та виконується 3D модель у Unigraphics NX. Виконується перевірка прилягання зубців муфти при граничних значеннях неспіввісності валів. При необхідності виконується корекція зубців. Далі готуються робочі креслення напівмуфт. Для забезпечення точності їх виготовлення з використанням Unigraphics NX визначаються граничні похибки для оснащення. Їх значення використовуються при будівництві 3D моделей оснащення та подальшому проектуванні складальних та робочих креслень. Формування профілю зубців виконується на зуборізних верстатах з ЧПК фірми «Gleason» абразивним кругом, для якого при обробці передбачено контроль форми. Після виготовлення напівмуфт виконується їх контроль на контрольно-вимірвальній машині, з визначенням усіх параметрів, що впливають на експлуатаційні властивості виробу. Перевіряється відповідність вимогам робочого креслення. Після цього співставляються значення, на які були налаштовані верстати і які були отримані після контролю. Якщо вони не співпадають, то, за програмою обробки поверхонь деталі, визначаються місця і причини відхилень та проводиться корекція. Такий підхід до використання CAD/CAM/CAE систем дозволяє на етапах життєвого циклу виробів не тільки відслідковувати, а й забезпечувати при проектуванні та виготовленні виконання вимог споживача до них.

УДК 62-97:621.43

О.О. Ключєва

Херсонський національний технічний університет, Україна

**ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЕКОНОМІЧНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ПЛАЗМОВОГО
ПОКРИТТЯ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ РУЛЬОВИХ РЕЙОК
АВТОТРАНСПОРТУ**

О.О. Klyueva

**EFFECTIVENESS AND ECONOMY OF TECHNOLOGY OF PLASMA
COVERING UNDER RENEWAL OF SURFACE OF DETAILS OF STEERING
RACK OF AUTOMOBILE TRANSPORT**

Однією з проблем, що існує в галузі експлуатації автотранспорту, в тому числі і сучасного легкового парку, є інтенсивне зношення рульової рейки. Клієнти не завжди готові віддавати гроші на купівлю нової деталі, а тому часто користуються послугою ремонту рейки в автомайстерні. Сьогодні активно розвиваються дослідження в області створення газотермічних покриттів, до складу яких входять нерівноважні, дисперсні і нанорозмірні компоненти, які допомагають значно збільшити захисні й механічні властивості технічних об'єктів [1].

Дослідження, наведені в роботі, виконувались на замовлення сервісного центру Volkswagen в м. Херсон на кафедрі транспортних систем і технічного сервісу Херсонського національного технічного університету. Метою роботи є аналіз та порівняння існуючих технологій відновлення деталей рульової рейки з точки зору їх застосування, економічності та ефективності на станціях автосервісу.

Існує дві основні технології відновлення рульових рейок: традиційна та альтернативна з плазмовим покриттям. В традиційній технології знімається пошкоджений шар металу до ремонтного розміру глибиною до одного міліметра, після цього отримують абсолютно чистий вал, позбавлений корозії. В альтернативній технології із плазмовим покриттям, після зрізання зіпсованого шару проводять напилення, а потім деталь шліфують до номінального розміру. В результаті отримують відновлений вал заводських параметрів.

Технологічна послідовність традиційного методу відновлення полягає в тому, що пошкоджений (зношений) шток рульової рейки обробляють на круглошліфувальному верстаті до необхідного «ремонтного» розміру. При цьому необхідно забезпечити задані параметри циліндричності, круглості, шорсткості поверхні. Даний спосіб передбачає наявність контрольно-вимірювального обладнання й круглошліфовального верстата, при цьому верстат повинен забезпечувати обробку штоків заданих габаритів. Перевагою методу є: наявність верстатної бази, поширеність технології (простота освоєння технології), низька собівартість. До недоліків можна віднести обмеженість застосування, зниження терміну експлуатації.

Для нового методу відновлення після напилення шток шліфується до номінального розміру. В дослідженні [2] пропонується плазмове напилення за допомогою порошку Fe₃Al та порошку, що складається з механічної суміші Fe й Al. Покриття мають високу зносостійкість та можуть конкурувати з бронзами. Переваги методу: теоретично нескінченна кількість ремонтів; можливість нанесення стійких покриттів і, як наслідок, підвищення ресурсу роботи вузла; універсальність – можливість відновлення практично будь-яких пошкоджень й будь-яких деталей. До недоліків можна віднести – складність освоєння технології, та, при порушенні

технології проведення роботи (підготовка поверхні, наплавлення, термічна обробка, шліфування) – низька адгезія наплавного шару.

Основні технічні показники технології плазмового напилення: висока щільність покриття з низькою пористістю (0,1%); низький вміст оксидів в напилювальному шарі; високі адгезійні властивості; висока температура плазми дозволяє напилювати тугоплавкі матеріали; широкий діапазон матеріалів; твердість до 80 HRC.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика технологій відновлення рульової рейки по матеріальному забезпеченню

Традиційна технологія відновлення	Запропонована технологія відновлення з використанням плазмового напилення
Обладнання	
Діагностичний стенд – 150 000 грн. Монтажний стіл з набором інструментів – 10 000 грн. Ванна для мийки деталей – 5 000 грн. Стенд для діагностики геометрії штока рульової рейки - 5 000 грн. Круглошліфувальний верстат - від 500 000 грн.	Діагностичний стенд - 150 000 грн. Монтажний стіл з набором інструментів - 10 000 грн. Ванна для мийки деталей - 5 000 грн. Стенд для діагностики геометрії штока рульової рейки - 5 000 грн. Круглошліфувальний верстат - від 500 000 грн. Стенд для плазмового напилення матеріалів - від 600 000 грн.
Витратні матеріали	
Абразивні круги - ціна залежить від типу і характеристик верстата (від 500 до 5000 грн.) Змашувально-охолоджуюча рідина - ціна залежить від типу і характеристик верстата (близько 1000 грн) Електроенергія - 50 кВт / добу = 100 грн на добу.	Абразивні круги (від 500 грн до 5000) Змашувально-охолоджуюча рідина (близько 1000 грн) Дрібнодисперсний металевий порошок матеріалу, що наплавляється. Електроенергія - 70 кВт / добу. = 140 грн. в зміну.
Інструменти	
Універсальний вимірювальний - 5 000 -10 000 грн. Нутромер, мікрометр, індикатор годинникового типу, зразки шорсткостей, профілометр.	Універсальний вимірювальний - 5 000 - 10 000 грн. Нутромер, мікрометр, індикатор годинникового типу, зразки шорсткостей, профілометр.
Разом: 690 000 грн.	Разом: 1 290 000 грн.

З урахуванням вищевказаних переваг методу плазмового поверхневого напилення, та потенційного збільшення міжремонтних періодів, отримана більш висока собівартість методу не є перешкодою для подальшого вивчення можливостей його застосування при ремонтах деталей та вузлів на автотранспорті.

Висновки. В роботі розглянутий спосіб відновлення штоків рульових рейок із застосуванням методу нанесення плазмових покриттів. Це дозволить розширити коло потенційних клієнтів за рахунок відновлення практично будь-яких пошкоджень, а також розширить номенклатуру відновлюваних деталей (моторної групи, трансмісії, великовантажної, сільськогосподарської техніки), збільшити міжремонтні періоди. Це допоможе підвищити рівень завантаження устаткування та вивести підприємство на новий, конкурентний рівень.

Література

1. Новые плазменные покрытия многофункционального назначения и их самоорганизация / Н. А Руденская // Защита металлов. – 2004. – том 40, №2. – С. 173-177.
2. Исследование структуры и свойств плазменных покрытий на основе Fe-Al/ И. А. Селиверстов, Г. Н. Троцан, И. В. Смирнов, С. Р. Селиверстова // Науковий Вісник Херсонської державної морської академії. – 2014. – № 1. – С. 249 -254.

УДК663.17

М.Г. Левкович, канд. техн. наук, доц., В.Я. Коваль, Р.Р. Заверуха

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧИХ ПАРАМЕТРІВ АМОРТИЗАТОРІВ 2110-2905003,
2110-2915004**

M.G. Levkovych, Ph.D.; Assoc. Prof., V.J. Kovul, R.R. Zaveruha

**RESEARCH OPERATING PARAMETERS ABSORBERS 2110-2905003,
2110-2915004**

Одним із основних важливих завдань поставлених перед робітниками автомобільного транспорту, являється підвищення надійності автомобілів.

Вирішення цієї задачі забезпечується автомобільною промисловістю шляхом здійснення методів технічної експлуатації, підвищення продуктивності праці, зниження трудомісткості робіт по технічному обслуговуванню і ремонту автомобілів.

На рівень технічної готовності автотранспортних засобів і обсяг одночасних і поточних матеріальних затрат на їх утримання істотно впливають методи проектувань нових об'єктів автомобільного транспорту, а також реконструкції і технічного переоснащення діючих автотранспортних, обслуговуючих і ремонтних підприємств. Тому, в процесі технічної підготовки автотранспортних засобів до транспортування необхідно, в першу чергу, забезпечувати їх надійність і передумови ефективної експлуатації.



Рис. 1. Стенд для перевірки та визначення робочих параметрів амортизаторів: 1 – нижнє кріплення амортизатора; 2 – амортизатор; 3 – верхнє кріплення амортизатора; 4 – динамометричний механізм; 5 – стійки; 6 – коромисло; 7 – повзун; 8 – шатун; 9 – корпус; 10 – захисна обшивка.

Для перевірки та визначення робочих параметрів амортизаторів розроблено спеціальний стенд (рис. 1). Конструкція стенда дозволяє проводити дослідження, що стосуються вивчення параметрів амортизаторів за умов, наближених до експлуатаційних.

Враховуючи робочі характеристики амортизаторів та їх різну геометрію для забезпечення зняття результатів дослідження передбачено конструкцію динамометричного механізму з можливістю встановлення зусиль стиску-розтиску та додаткового запасу ходу.

У вказаному механізмі використовуються дві однакові циліндричні пружини зі змінним кроком, що дає можливість одержати стабільну залежність зміни стиснення від навантаження.

Також конструкція динамометричного механізму запобігає руйнуванню стенда при неправильному його регулюванні.

При проведенні дослідження

визначаємо зусилля яке необхідне для повного стискання та розтягу від часу (рідинний амортизатор). Для заміру робочих характеристик рідинного амортизатора необхідно провести регулювання стенду під висоту амортизатора.

Для встановлення правильних залежностей робочих параметрів амортизаторів дослідження проводити при температурі в лабораторії $+17^{\circ}+20^{\circ}\text{C}$ та при повному охолодженні амортизаторів перед кожним дослідом.

Вмикаємо стенд та записуємо результатами. Після того, як зусилля перестає змінюватися припиняємо дослід. На основі отриманих результатів будуємо графіки залежності зусилля стиску та розтягу від часу (рідинний амортизатор).

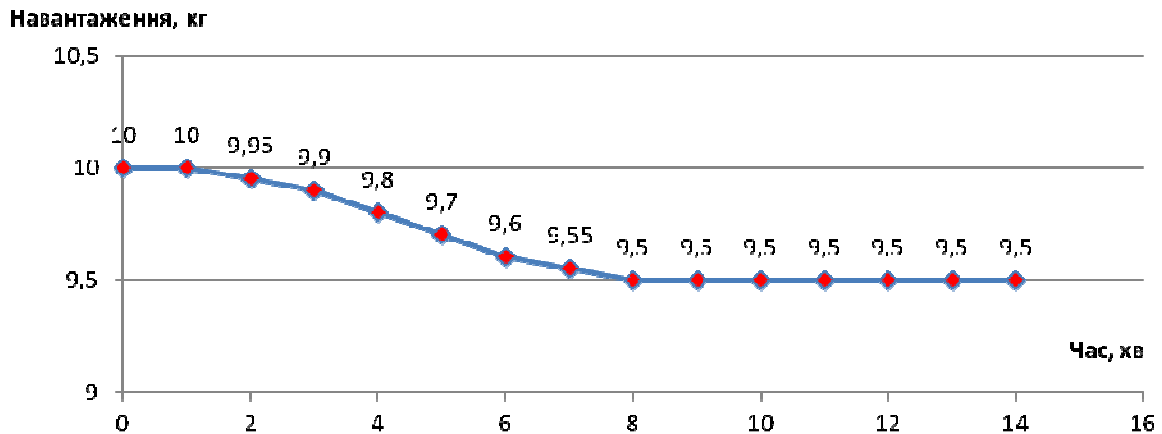


Рис. 2. Графік залежності зусилля стиску від часу(рідинний амортизатор)

Аналізуючи отримані результати робимо висновки, що при тривалій роботі амортизатора рідина у ньому нагрівається та стає менш в'язкою, що сприяє швидшому проходженню рідини через клапани. Через 15 хвилин роботи амортизатора зусилля зменшується на 0,5 кг.

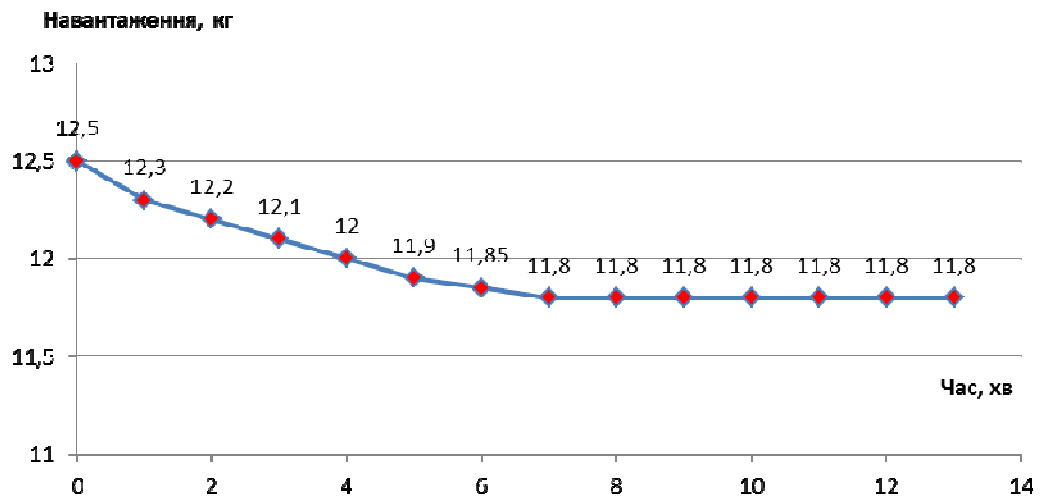


Рис. 3. Графік залежності зусилля розтягу від часу(рідинний амортизатор)

Аналізуючи отримані результати робимо висновки, що при тривалій роботі амортизатора рідина у ньому нагрівається та стає менш в'язкою, що сприяє швидшому проходженню рідини через клапани. Отже, через 15 хвилин роботи амортизатора спостерігаємо падіння зусилля на 0,7 кг. Після проведених дослідів спостерігаємо зменшення прикладеного зусилля на рідинний амортизатор – це зумовлено збільшенням температури та зменшенню часу на перетікання через перепускні клапани.

Література

Кислик В.Ф., Луцик В.В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. - 6-те вид. - К.: Либідь, 2006. 400 с.

УДК 621.91.05

І.І.Коваль

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ ПОХИБОК ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ НА МЕТАЛОРИЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ

I.I.Koval

ERROR ANALYSIS OF MACHINING PARTS ON METAL CUTTING MACHINE TOOLS

Відомо, що для здійснення технологічної операції необхідно здійснити налагодження верстата, тобто зробити підготовку металорізального обладнання і технологічного оснащення для забезпечення заданої точності обробки.

Наявність і формування похибки обробки деталей на металорізальних верстатах визначаються наступними факторами: недостатня жорсткість верстата; коливання сили різання через нерівномірність твердості заготовки і припусків на обробку; неточність верстатів; похибки керуючих програм (для верстатів із ЧПК, найбільш істотні – похибки апроксимації); похибки установки (базування і закріплення) заготовки на верстаті; похибки настроювання інструмента і верстата на розмір; похибки обробки, викликані неточністю інструмента і його зношенням; теплові деформації тощо.

Дія всіх цих факторів, що впливають на точність обробки, приводить до виникнення сумарної похибки обробки.

У відповідності до методу визначення точності обробки елементарні похибки δ_i визначаються дією кожного з приведених вище факторів, і приймаються практично незалежними один від одного. Їхнє сумування проводять по імовірнісному методу

$$\delta_{\Sigma} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (k_i \cdot \delta_i)^2}, \text{ де } n - \text{кількість похибок, що враховуються; } k_i - \text{коефіцієнт, що}$$

враховує закон розподілу i -ої похибки ($k=1,0 - 1,73$) для різних законів розподілу, δ_i – i -а елементарна похибка обробки.

Сучасні прилади для настроювання інструментів на розмір мають високу дозволяючу здатність: ціна поділки координатних шкал 1 мкм і оптичне збільшення проектора до 30 разів. Однак, якою високою не була б точність виконання приладу, інструмент завжди буде настроюватись з деякими відхиленнями. Вони складаються з похибок самого приладу і похибок установки на верстаті налаштованого на розмір інструмента, а саме: похибка шкал приладу, похибка відліку розміру по шкалах, несуміщення початків відліку шкал і пристрою для кріплення інструмента, похибка від неточності кутового розташування на приладі пристрою для кріплення інструмента, розбіжність нуля відліку координат інструмента з теоретичним положенням через неточність розташування поверхонь, що базують інструмент на верстаті, похибка від неправильного кутового розташування на верстаті поверхонь, що базують, похибка викликана деформаціями елементів, що кріплять інструмент. Використовуючи вказану вище формулу, а також знаючи реальні значення похибок і коефіцієнтів можна визначити сумарну похибку. У технологічних довідниках наведені середньостатистичні дані по точності обробки, які отримані статистичними методами на основі обробки результатів експериментів. Основний недолік визначення точності обробки полягає в тому, що неможливо врахувати індивідуальні особливості конкретних верстатів. В ідеальному випадку необхідно мати дані по точності кожного верстата, причому ці дані повинні періодично поновлюватись.

УДК 621.923

¹С.О. Ковальчук, ²М.В. Бабій, ²Тернова І.І.

¹Національний транспортний університет, Україна

²Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОРГАНІЗАЦІЇ МІЖНАРОДНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

С.О. Kovalchuk, M.V. Babij, I.I. Ternova

ORGANIZATION OF INTERNATIONAL PASSENGER TRANSPOR

На сучасному етапі функціонування економіки України характерним є підвищення ролі пасажирського міського та міжміського транспорту, який забезпечує функціонування і розвиток економіки держави шляхом покращення показників життєдіяльності населення, обороноздатності держави, розвитку додаткових можливостей досягнення інтеграційних цілей країни.

Транспортний комплекс є важливою компонентою структури економіки України, причому ефективне функціонування державної транспортної системи та включення її у європейську і світову транспортні мережі сприяють вирішенню найважливіших завдань сьогодення забезпечуючи можливість збільшення обсягів перевезень, у тому числі міжнародних. Оптимальні управлінські рішення здатні забезпечити підвищення рівня ефективності функціонування підприємств транспортної галузі, особливо, з позицій підвищення рівня рентабельності, тих, економічна діяльність яких стосується міжнародних пасажирських перевезень. Зміна рівня мобільності населення держави призводить до збільшення кількості спеціалізованого рухомого складу, реконструкції існуючих і будівництва нових автомобільних доріг, автовокзалів, ін. За даними Державного комітету статистики України, щорічно автобусами перевозиться більше трьох мільярдів пасажирів, що в три рази перевищує об'єми перевезень за іншими видами транспорту, проте незважаючи на значне збільшення об'ємів перевезень, організація автобусних сполучень і якість обслуговування пасажирів не в повній мірі відповідає об'єктивним потребам сьогодення.

Ефективна робота автобусів і належні показники якості обслуговування пасажирів можуть бути забезпечені винятково при наявності комплексних повних даних про величину і потужність пасажиропотоку, також його розподіл за довжиною, напрями маршрутів з врахуванням сезонності протягом року, місяця, днів тижня, годин на добу. Традиційно, пасажиропотоком вважається кількість пасажирів, що фактично перевозяться, або які потрібно перевезти на досліджуваній ділянці, маршруті, магістралі, сітці протягом періоду часу. Наявність коректних вихідних даних про пасажиропотік забезпечує максимально раціональну за економічними показниками організацію роботи автобусів на лінії у координації з іншими видами транспорту, проведення повної, або часткової зміни маршрутної схеми, організацію нових актуальних маршрутів, а також забезпечення можливості усунення недоліків існуючої, вибір рухомого складу, складання розкладу руху, раціональної розстановки зупиночних пунктів з встановленням режимів роботи. Вказана вихідна інформація про пасажиропотік визначає коректність складання оперативних планів перевезень на маршрутах, а також використовуються при застосуванні стандартизованих розрахунково – аналітичних методів прогнозування перспективних транспортних перевезень. Наявність повних вихідних даних про властивості пасажиропотоку дає можливість з максимальною якістю прогнозувати тенденції вектора перевезень

населення, що детермінує розвиток транспортних зв'язків з необхідними для цього службами, ріст виробництва рухомого складу, побудову і оптимальне за визначеними умовними чи безумовними критеріями оптимізації розміщення автотранспортних підприємств, ін. і є необхідною базою розробки теорії ефективної організації пасажирських перевезень і покращення транспортного обслуговування населення.

На організацію вибору рухомого складу, зокрема автобусів, впливають розміри пасажиропотоків, дорожні умови, методи організації праці водіїв, економічна ефективність експлуатації типів автобусів при проведенні порівняльних розрахунків за обґрунтованими показниками. На вибір марки, кількості і виду транспорту, зокрема на міжнародних маршрутах, впливає визначена кількість чинників, об'єднаних в групи за параметрами впливу на обґрунтування вибору:

- економічні: капітальні вкладення в рухомий склад і в матеріально-технічну базу за його зберіганням, ремонтом і обслуговуванням, включно з поточними витратами;

- соціальні: вартісна оцінка втрати одиниці часу на очікування, привабливість суспільного транспорту для пасажирів, наявність достатнього контингенту персоналу водіїв;

- технічні: динамічні якості автобусів, дорожні умови, конструктивні особливості рухомого складу;

- нормативні: допустиме наповнення рухомого складу пасажирами, вимоги по забезпеченню безпеки руху, екологічні вимоги;

- санітарно-гігієнічні.

Головним завданням розвитку транспортно-дорожнього комплексу України на середньостроковий період та до 2020 року згідно з «Транспортною стратегією України на період до 2020 року» Кабінету міністрів України, а також програмою «Перспективи та напрями розвитку галузі автомобільного транспорту» Міністерства інфраструктури України, є визначення шляхів розв'язання проблем розвитку транспортної галузі, зростання попиту на транспортні послуги, активізації процесів інтеграції транспортно-дорожнього комплексу України до європейської та світової транспортних систем. На розвиток зовнішньоекономічної діяльності України суттєво впливають стан транспортного забезпечення та обсяги міжнародної торгівлі послугами транспорту. Вирішення питань підвищення ефективності використання вітчизняного транспорту та зростання його конкурентоспроможності на міжнародних ринках транспортних послуг потребує створення економічних і правових засад, необхідних для захисту та підтримки діяльності вітчизняних транспортних підприємств при здійсненні ними пасажирських перевезень. Питання міжнародних перевезень пасажирів є одними з найскладніших з позиції міжнародного комерційного права, що потребує втручання держави при можливих конфліктах інтересів перевізників та пасажирів для забезпечення оптимальних показників роботи системи транспорту.

Отже, проблематика забезпечення ефективності міжнародних перевезень пасажирів включно з покращенням рівня якості логістичного управління процесами АТП є актуальним і потребує раціонального вирішення в короткостроковій перспективі, причому підвищення ефективності перевезень залежить від вдосконалення рівня управління і організації систем та структур пасажирського автомобільного транспорту в міжнародному сполученні.

Література

1. Л.М. Костюченко, М.Р. Напетян Автомобільні перевезення у міжнародному сполученні. – Видавничий Дім «Слово», 2007. – 656с

2. Щуріхін В.К., Коваленко В.М. Принцип дії системи якості та здійснення міжнародних перевезень ВПУ-3.-К.,201.-52 с.

УДК 621.827.5 : 681.785.4

А.Г. Козловський, М.О. Безуглий канд. техн. наук, доц.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМОУТВОРЕННЯ ПОВЕРХНІ ЕЛІПСОЇДАЛЬНИХ РЕФЛЕКТОРІВ

A.G. Kozlovskiy, M.A. Bezuglyi Ph.D., Assoc. Prof.

FEATURES OF ELLIPSOIDAL REFLECTOR SURFACE FORMATION

Еліпсоїдальна фотометрія є новим вимірювальним методом, що може використовуватись в сфері оптичної діагностики розсіювальних середовищ у відбитому та/або пропущеному світлі [1]. Серед функціональних можливостей фотометрів, побудованих на основі даного методу, є також можливість здійснювати порівняльний аналіз просторового розподілу розсіяного випромінювання для реальних та модельних середовищ [2]. Перетворювальним інтегруючим ядром даного класу фотометрів є еліпсоїдальний рефлектор з внутрішньою відбиваючою поверхнею. З'ясуванню особливостей формоутворення еліпсоїдальної форми внутрішньої поверхні перетворювача присвячена дана робота.

Серед основних сучасних методів формоутворення такого роду поверхонь належать точіння: за копіром, на верстатах з ЧПУ, на вертикально-розточувальних верстатах з використанням спеціального пристосування, а також друк на 3-D принтерах. При траєкторному копіюванні необхідне виготовлення точного копіру з формою функціональної частини еліпсоїда, що також може бути забезпечене шляхом обробки заготовки на верстаті з ЧПУ або на 3-D принтері. У свою чергу точіння на вертикально-розточувальних верстатах з використанням ексцентрикового пристосування також потребує виготовлення окремого формо-забезпечувального елемента з заданим законом.

Дане пристосування дозволяє точити еліпсоїди різцем, переміщення якого зумовлене поступально - вертикальним рухом штовхача, внаслідок обертання ексцентрика. Таким чином ексцентрик обертається і завдяки своїй геометричній формі створює відповідний закону переміщення, що діє на штовхач. Тому для отримання ексцентрика для даного виду обробки може бути використані верстати з ЧПК, а також звичайний або лазерний друк 3-D принтером.

Сучасні верстати з ЧПК здатні частково сканувати, моделювати деталь та створювати процес обробки. Системи «CNC-D» та «Scan-D» дозволяють здійснювати сканування готових деталей для подальшого їх моделювання та виготовлення. До таких видів належать верстати серій «Eco-line», «Base-line», «PRO», моделі: ТПК125, МАН0800С, 2455АФ, 2А636, 2С150ПМФ4, FUW315. Система 3-D сканування для принтерів для виготовлення деталей складної форми з різних матеріалів лише розробляються.

При виготовленні ексцентрика необхідно дотримуватися наступних технологічні вимог: забезпечити паралельність осей оброблювальних поверхонь обертання, забезпечити конкретне розміщення осей ексцентрика на визначену один від одного відстань, забезпечити необхідний кут повороту (підйому) ексцентрика, забезпечення відповідної міцності та зносостійкості при роботі ексцентрика.

Складність у виготовленні ексцентрика пов'язана зі змінною величиною кута підйому кривої ексцентрика, який змінюється зі зміною кута повороту [3]. Тому,

виходячи із вищеописаних вимог при виготовленні ексцентрика, розглянемо перший спосіб отримання ексцентрика – за допомогою верстатів з ЧПУ.

У випадку, коли верстат з ЧПК немає 3-D сканера, як спеціальне обладнання можна додатково установити безліч існуючих систем проектування та сканування для верстатів з ЧПК, деякими прикладами є трьох вимірні сканери типів Штрих, RangeVision, Optiscan 3D, Artec та ін.

Призначення трьох вимірного сканера - отримання математичної моделі твердого об'єкту. Технологія тривимірного сканування, яка використовується в даному сканері, дозволяє з високою точністю і швидкістю знімати інформацію про поверхні об'єктів (глибині), використовуючи принцип структурованого підсвічування. Всі дані виходять шляхом проектування на об'єкти сцени спеціальної решітки під паралаксним кутом. Спотворення проекції решітки, створені геометрією об'єктів, дозволяють розрахувати точне положення кожної її точки в тривимірному просторі. Отримані точки триангулюються, утворюючи полігональну поверхню, яка може бути представлена в будь-якому з поширених форматів.

Технологічні вимоги щодо виготовлення ексцентриків дещо подібні до вимог для кулачків і становлять наступні параметри [4]: матеріал: сталь 20 X (допускається заміна на сталі інших марок з механічними властивостями не нижче, ніж у сталі 20X); твердість 56..61 HRC; допуск перпендикулярності осі отвору – 0,05 мм; покриття хімічними оксидними домішками згідно ГОСТ 9.306-85 (для металевих та неметалевих поверхонь).

Тому після виготовлення форми ексцентрика на верстаті з ЧПК, виріб піддають термічній обробці, а саме гартуванню та цементації для отримання відповідної твердості. Подальше нанесення хімічного покриття сприяє підвищенню зносостійкості ексцентрика.

Другий спосіб виготовлення ексцентрика – методом друку на 3-D принтерах.

Суть якого полягає в наступному. Для створення 3-D моделі ексцентрика можна використовувати різні програмні середовища просторового моделювання, наприклад Solidwork, Kompas, AutoCad, 3-D Max, Blender та ін.

Іншим способом одержання моделі є спосіб 3-D сканування, наприклад за допомогою програми «Photodeler Scanner» від компанії «Photodeler», що в подальшому після сканування дає змогу відредагувати відскановану модель.

Сучасні 3-D принтери друкують не тільки пластмасою, але й металом, але щоб здешевити процес виготовлення ексцентрика, його слід виготовляти з пластмаси із нанесенням захисного хімічного покриття для підвищення зносостійкості деталі.

Хімічні плівкові покриття служать підвищення стійкості матеріалу деталей до корозії, зносостійкості, електропровідності тощо. Найвища вимога, які пред'являються цим покриттям: міцне зчеплення з поверхнею, відсутність пористості та рівномірність товщини шару на всій поверхні [5].

Отже, сучасні способи на виробництві, перш за все, передбачають зниження затрат на виробництво, відповідно і собівартості виробу, зберігаючи високу точність та дотримуючись усіх встановлених вимог.

Література

1. М. А. Bezuglyi, N. V. Bezuglaya, Ellipsoidal reflectors in biomedical diagnostic, Proc. SPIE, 9032 (2013)
2. Безуглый М.А., Безуглая Н.В., Самияк А.Б. Обработка изображений при эллипсоидальной фотометрии // Приборы и методы измерений. 2016; 7(1): с. 67-76.
3. Антонюк В. Е., Королев В. А., Башеев С. М. Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений. Минск, Беларусь, 1969. 392 с.
4. ГОСТ 12192-66. Приспособления станочные. Кулачки эксцентрикковые торцовые двусторонние. Конструкция.

УДК 621.436

І.В. Колеснік, М.В. Ганиш, О.Л. Ляшук докт. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені І.Пуллюя, Україна

СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РУЛЬОВИХ ТА ГАЛЬМІВНИХ ПАРАМЕТРІВ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ

I.V. Kolesnik, M.V. Hanysh, O.L. Lyashuk Dr, Assoc. Prof.

STAND FOR RESEARCH STEERING AND BRAKING PARAMETERS OF PASSENGER CARS

Сучасний автомобіль повинен відповідати цілому ряду вимог, що забезпечують його довговічність, економічність і безпеку руху. До них відносяться: стійкість автомобіля, легкість керування, на усіх режимах руху, мінімальне спрацювання механізмів та деталей, максимальне зниження витрати палива та інше. Визначення розташування передніх коліс автомобіля та їх регулювання до оптимальних параметрів підвищує його стійкість, збільшує швидкість руху при незмінній потужності і економічність автомобіля за рахунок руху «накатом», зменшення спрацювання шин і деталей передньої підвіски. Правильне установлення керованих коліс автомобіля визначається параметрами: кутом нахилу коліс (розвал), сходженням коліс, кутом поперечного та поздовжнього

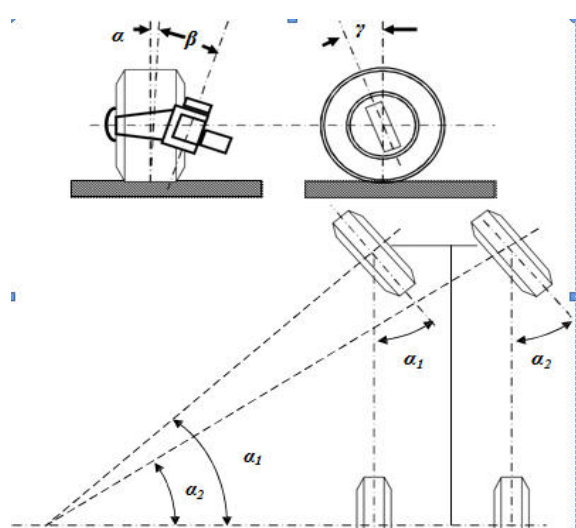


Рис.1-Кути установки передніх коліс автомобіля

нахилу вісі оберту коліс. В процесі роботи кути встановлення керованих коліс автомобіля змінюються і необхідно їх час від часу перевіряти і регулювати. Контрольні значення кутів установки управляючих коліс наведені в таблиці 1. Сходження керованих коліс – це різниця між відстанями А та Б (рис. 1 яку вимірюють по внутрішніх бокових поверхнях шин у середній площині спереду і ззаду кожного колеса [1, 2]. Лінійна величина сходження складає від 1 до 4 мм для легкових (при замірах по бокових поверхнях шин); та від 1,5 до 11 мм для вантажних автомобілів (при замірах по ободам)

Таблиця 1. – Контрольні значення кутів установки керованих коліс різних марок автомобілів

Марка автомобіля	Кути установки управляючих коліс			
	Сходження		Розвал, градуси	Поздовжній нахил, градуси.
	мм	градуси		
Audi A6	3,45±0,45	0°30'±2'	-0°25'±25'	-
BMW M3	2,0±0,6	0°17'±5'	-0°55'±30'	9°18'±30'
BMW M5	2,5±0,5	0°20'±5'	-0°30'±30'	8°28'±30'
DAEWOO Nexia	0±1	0°±10'	-0°25'±45'	1°45'±1°
DAEWOO Lanos	0±1	0°42'±17'	0°25'±10'	1°45'±1°
OPEL Vectra	-1,5±1,0	-0°15'±10'	-0°40'±45'	2°±1°



Рис.2 - Стенд для дослідження параметрів кермових та гальмівних властивостей автомобіля

Розроблений і виготовлений стенд (рис.2) для дослідження параметрів кермових та гальмівних властивостей автомобіля, а також для перевірки гідропідсилювачів та кермових рейок. Даний стенд складається з рами (1) на яку закріплено дві стійки (2). Обертаний момент від електродвигуна (3) передається на піввісі (4), які в свою чергу обертають колеса (5). Гальмування коліс відбувається за рахунок гальмівної системи, яка встановлена на стенді. Повертання коліс відбувається за допомогою керма (6) яке передає зусилля на кермову рейку (7). Кут повороту керма визначаємо за допомогою шкали (8), а тиск, який створюється в системі гідронасосом (9) відображається на манометрі (10). На основі даного стенда проведено дослідження визначення залежності тисків в рульовій рейці та визначення гальмівного шляху при різному дорожньому покритті. Дана характеристика дає змогу побачити різницю тисків при обертанні рульового колеса як вліво так і вправо. При обертанні колеса ліворуч бачим, що тиск більший ніж при повороті праворуч, це сигналізує про те, що перехід рідини не однаковий у зв'язку з спрацюванням рульової рейки. Таким чином можна перевіряти стан рульових рейок на різницю тисків, які представлено на рис.3. Для визначення гальмівного шляху проводимо розгін колеса до чотирьох різних швидкостей, а потім натиском педалі загальмовуємо колесо, вимір швидкості і її зміну проводимо за допомогою обладнання, яке змінює частоту обертання ротора електродвигуна представлено на рис.4.

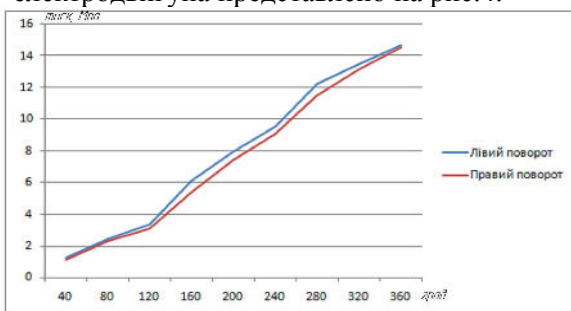


рис.3. Графік залежності тиску від кута повороту рульового колеса

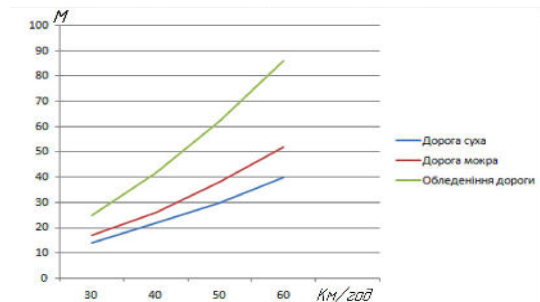


Рис.4. Графік залежності гальмівного шляху від швидкості, при різному дорожньому покритті

Література

- 1.Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів / О.А. Лудченко // – К.: Знання-Прес, 2003. 216 с.
- 2.<http://avtosovet.com.ua/remontavto/rulove-keruvannya-avtomobilya-sxema-pristriij-roboti-nespravnosti>.

УДК 623.521

П.І. Кондратенко

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Бережанський агротехнічний інститут, Україна

РОЗРОБЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ МЕХАНІЗМУ РОЗМОТУВАЧА РУЛОНІВ

P.I. Kondratenko

CONSTRUCTION DEVELOPMENT MECHANISM SCOTCH ROLLS

Льонорозмотувач призначений для розмотування рулонів льоносировини. Застосовується як у сільському господарстві так і на льонопереробних заводах. Він складається із двох транспортерів: ланцюгово-пластинчастого на якому безпосередньо обертається рулон та стрічковий, по якому просувається шар льоносировини.

Ланцюгово-пластинчастий транспортер кріпиться на рамі льонорозмотувача, та складається із: привідного валу в зборі, веденого валу в зборі, та ланцюга з планками. Стрічковий транспортер теж складається із приводного та веденого валів в зборі та стрічки, що кріпиться на рамі.

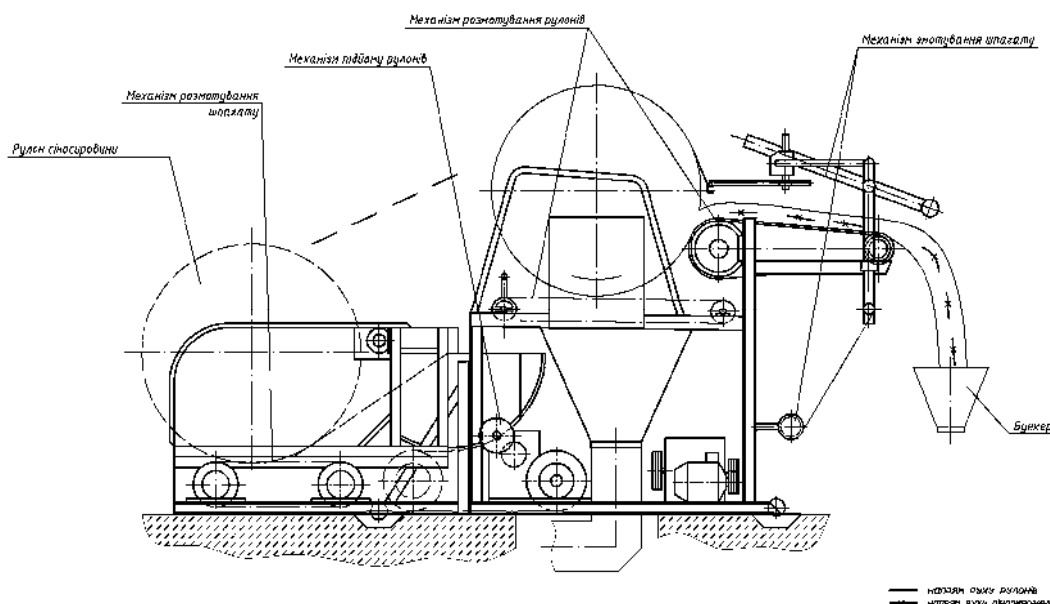


Рис.1. Конструкція механізму розмотувача рулонів

Агрегат виконує наступні технологічні операції:
Підготовча операція для підготовки рулона до розмотування,
Підйом рулонів для подачі рулонів у механізм розмотки,
Розмотка рулонів для розмотування рулонів льоносировини та змотування шпигату на приймальну котушку.

Агрегат розмотування рулонів льоносировини працює стаціонарно в закритому приміщенні в режимі розмотування.

УДК 631.316.023

Т.І. Рибак докт. техн. наук, проф., С.І. Коноваленко

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ НЕСУЧИХ СИСТЕМ ШИРОКОЗАХВАТНИХ КУЛЬТИВАТОРІВ ФІРМИ HORSCH

T.I. Rybak Dr., Prof., S.I. Konovalenko

RELIABLE OPERATION PROBLEMS OF BEARING SYSTEMS WIDE-GRIP HORSCH CULTIVATORS

Підвищення врожайності та зниження собівартості сільськогосподарських культур залишаються ключовими завданнями сільськогосподарського виробництва. Досягнути поставленої мети неможливо без дотримання технологій вирощування та постійного їх покращення. Те саме стосується і сільськогосподарських машин. Шляхом зниження собівартості продукції є підвищення продуктивності машин, які беруть участі у технологічному процесі її вирощування. Однією з ключових операцій при підготовці ґрунту до посіву чи посадки є культивація. Її глибина, наприклад при мілкому обробітку ґрунту, відповідно до агротехнічних вимог становить – 8...16 см. Але часто буває так, що виробник культиваторів закладає в конструкцію машини можливість і більш глибокого обробітку – глибокорозпушення (до 35 см). Крім якісного виконання машиною технологічної операції вона повинна бути надійною та забезпечувати розрахунковий термін безвідмовної роботи.

Об'єктом дослідження виступає широкозахватний культиватор Tiger 8 LT фірми Horsch (рис. 1), який може проводити глибоку культивацію до 35 см, при цьому виконуючи рівномірне глибоке розпушування, інтенсивне змішування та вирівнювання поверхні ґрунту. Культиватор складається з трьохбалкової панелі лап (MulchMix), одного ряду вирівнюючих дисків та ряду шинних ґрунтоущільнювачів. Крім того, машина обладнана запобіжними пристроями TerraGrip, що спрацьовують при перевищенні робочого навантаження на лапу від 5000 Н та забезпечують висоту їх відхилення до 30 см. Все це сприяє підвищенню довговічності та роботоздатності лап та рами машини.

Проте, як показує практичний досвід, в результаті експлуатації балки крайніх секцій не витримують динамічного навантаження і в місцях стику виникають тріщини. Це призводить до виходу з ладу машини, її простою та часу на ремонтні відновлення. Всі ці фактори не сприяють підвищенню продуктивності машини, її експлуатаційній ефективності.

У виробничих умовах підсилення рами виконують косинцями та додатковим обварюванням, рис. 2. Але такий ремонт дає лише тимчасовий ефект і після певного терміну напрацювання все повторюється. Тому завдання досліджень полягає у вивченні реальних навантажень на елементи рами, їх перерозподіл та концентрацію.



Рис. 1. Загальний вигляд широкозахватного культиватора Tiger 8 LT фірми Horsch



Рис. 2. Дефектність типу тріщин несучої системи культиватора Tiger 8 LT фірми Horsch

Аналізуючи відомі методи аналізу напружено-деформованого стану рамних конструкцій, модифікований метод мінімуму потенціальної енергії деформації є одним з найефективніших і простих в інженерній практиці. Для його реалізації потрібно визначити експериментальним шляхом діючі навантаження на елементи рами, ввести ці дані в розроблену розрахункову модель та виконати аналіз напруженого стану даної конструкції. Основу цього методу складає розрахунок потенціальної енергії з врахуванням депланації основних елементів рами культиватора. Отримана картина розподілу напружень вздовж елементів рами підкаже, які конструктивні рішення потрібно буде прийняти для збільшення міцності та жорсткості певних перетинів рами.

Після аналітичних розрахунків будуть проведені повторно експериментальні дослідження для визначення напружено-деформованого стану вдосконаленої рамної конструкції широкозахватного культиватора. У підсумку це повинно підвищити надійність та довговічність несучої системи даної ґрунтообробної машини.

Література

1. Т. Рибак Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин. – ВАТ «ТВПК «Збруч»», 2003. – С. 21-185.
2. Рибак Т.І., Сташків М.Я., Перчишин В.Б. Вплив депланації замкнутих профілів на втомне руйнування конструктивних структур. Трибофатика. Праці симпозіуму. Том 1, Тернопіль, 2002. – С. 482-486.
3. Рибак Т.І., Олексюк В.П. Підвищення надійності і довговічності сільськогосподарських машин. Тези доповідей 5-го Між. Симз. Українських інженерів-механіків у Львові. – Львів, 2001. – С. 76-77.
4. Баловнев Г.Г., Кипнис С.Б., Богомоллов П.К., Будников Г.С. Усталостная прочность сварных рамных конструкций с.-х. машин. – Тракторы и сельхозмашины, 1968, №6 с. 31-33.

УДК 621.82

В.Г. Костів

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПРИСТРІЙ ДЛЯ НАРІЗАННЯ ЗОВНІШНІХ ГВИНТОВИХ ПРОФІЛЬНИХ КАНАВОК

V.H. Kostiv

DEVICE FOR EXTERNAL CUTTING SPIRAL GROOVES PROFILE

Пристрій для нарізання зовнішніх гвинтових профільних канавок виконано у вигляді корпусу 1, в якому виконано центральний наскрізний отвір 2 діаметром більшим зовнішнього діаметра заготовки 3 з можливістю відносного переміщення. Корпус 1 жорстко закріплений за допомогою оправки 4 в поздовжньому супорті верстату (на кресленні не показано) з можливістю осевого переміщення.

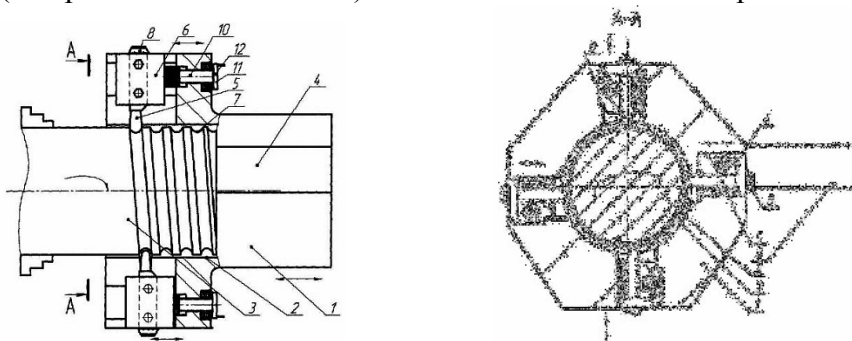


Рис. 1 Пристрій для нарізання зовнішніх гвинтових профільних канавок

Причому корпус 1 оснащений різальними інструментами 5, які жорстко закріплені в різцевих блоках 6, що розміщені рівномірно по колу у вертикальній і горизонтальній взаємоперпендикулярних площинах і встановлені, наприклад, чотири по гвинтовій лінії гвинтової канавки 7 заготовки 3 по два в кожній площині з можливістю їх радіального переміщення. Профіль різальних інструментів 5 яких є рівним профілю канавок. Крім того до різальних інструментів приєднано мікрометричні регульовальні пристрої 8 вильоту різців зі шкалою ноніуса. Регулювання різальних інструментів 5 на крок здійснюється переміщенням різцевих блоків 6, які жорстко встановлені в корпусі 1 і оснащені прямокутними замками 9 разом з відрегульованим на певний виліт різальних інструментів 5 по передачі гвинт-гайка. В якості гайки використовуються різцеві блоки 6, які є в зачепленні з гвинтом 10, що жорстко закріплений в корпусі 1 з можливістю осевого обертання через підшипник 11 за допомогою маховика 12 з рукояткою відомої конструкції.

Робота пристрою для нарізання зовнішніх гвинтових профільних канавок здійснюється наступним чином. Виставляють різальні інструменти 5 в різцевих блоках 6 на необхідну величину вильоту за допомогою мікрометричних регульовальних пристроїв 8 на стендах (на кресленні не показано).

Потім встановлюють різцеві блоки з виставленими різальними інструментами 5 в корпус 1 пристрою і вводять в зачеплення з гвинтом 10. Потім встановлюють пристрій на супорті верстату і закріплюють. Різальні інструменти регулюються на крок за допомогою передачі гвинт-гайка по шаблону. Після налагодження пристрою на супорті верстату, вмикають верстат і проводять процес канавкоутворення. Після нарізання канавок на певну довжину при реверсі на робочій подачі відводять пристрій від шпинделя верстату, заготовку знімають, встановлюють нову і проводять процес канавкоутворення.

УДК 621.82

Р.М. Котик

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

БАГАТОСТУПЕНЕВА ОПРАВКА ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ТИПУ КІЛЕЦЬ І ВТУЛОК

R.M. Kotik

MULTI-MANDREL FOR PROCESSING PARTS SUCH AS RINGS AND BUSHINGS

Багатоступенева оправка (рис. 1) виконана у вигляді корпуса 1, який закріплений у шпинделі токарного верстату, ексцентричного валка 2, який є у взаємодії з розпорною деталлю 3, яка виконана у вигляді деталі зрізаного конуса з можливістю соєвого переміщення. Причому торець більшого діаметра розпорної втулки 3 виконано у вигляді радіусної виточки 4, яка є

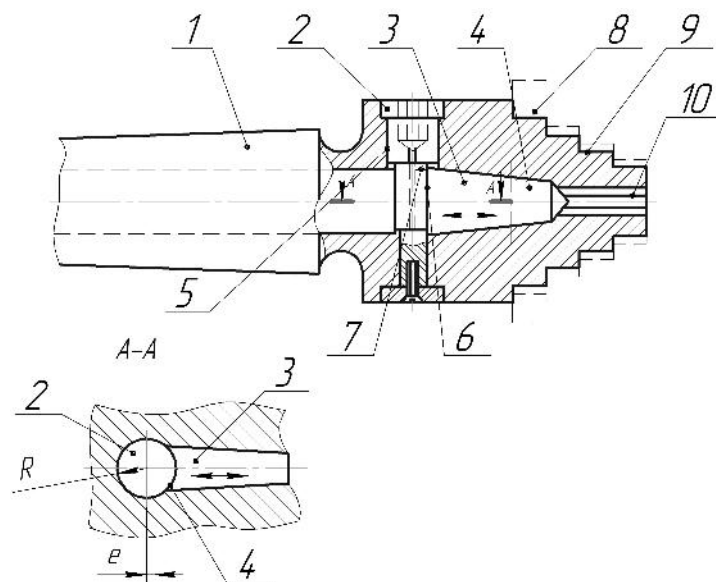


Рис. 1 Багатоступенева оправка для оброблення
деталей типу кілець і втулок

у взаємодії з тілом ексцентричного валка 2 з можливістю осевого переміщення на величину ексцентриситету "e". Для забезпечення роздачі правого кінця оправки він є розрізаним в осевому напрямку 6 з можливістю відпружинення. На правому кінці оправки 5 виконані ступінчасті виступи 7 різних типорозмірів на які встановлюють заготовки 8 різних типорозмірів, а в разі потреби встановлення більших типорозмірів під заготовки 8 встановлюють допоміжні втулки 9.

Крім цього верхня частина ексцентричного валка з внутрішнім шестигранником знизу якого виконано осевий отвір 10, який заповнений консистентним мастилом 11, яке поступає в зону тертя розпорної втулки 3, що зменшує сили тертя і покращує роботу оправки.

Робота оправки здійснюється наступним чином. Вона жорстко закріплюється в шпинделі токарного верстату, ексцентричний валок 2 за допомогою спеціального шестигранного ключа відводиться у вихідне положення, при цьому кінець оправки стискується і на виступи 7 встановлюють заготовки 8, а якщо вони мають більші типорозміри під них закладають допоміжні втулки 9. Після цього за допомогою ексцентричного валка 2 розпорну втулку 3 переміщують вправо і здійснюють технологічний процес закріплення заготовок 7 і їх оброблення. Після закінчення технологічного процесу ексцентричний валок 2 повертають у вихідне положення і готові деталі знімають з оправки. В разі потреби запобігання витікання мастила головка з ексцентричного валка 2 закрита пластмасовою пробкою відомої конструкції.

До переваг оправки відноситься розширення технологічних можливостей і підвищення ефективності роботи оправки.

УДК 621.867

Д. Кошланський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**АНАЛІЗ ДЖЕРЕЛ ПОЯВИ ПОХИБОК ПРИ АКТИВНОМУ
АВТОМАТИЗОВАНОМУ КОНТРОЛІ В СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ
ВЕРСТАТАМИ**

D. Koshlanskij

**ANALYSIS OF SOURCES OF APPEARANCE THE ERRORS AT THE ACTIVE
AUTOMATED CONTROL IN SYSTEMS OF MACHINE-TOOLS**

Одним з найбільш складних питань в автоматизації технологічних процесів є автоматизація контролю. Автоматизація контрольних операцій може здійснюватись по лінії (активного) технологічного і післяопераційного методу контролю. Вони відображають два принципово різні напрями розвитку технічного контролю: післяопераційний контроль передбачає сортування деталей на “придатні” та “брак”; активний контроль спрямований тобто на забезпечення необхідної якості (точності) розмірних та інших параметрів виробів в самому процесі їх отримання.

Якщо післяопераційний автоматизований контроль склався давно і його методи добре відомі та висвітлені в технічній літературі, то розвиток активного контролю почався порівняно недавно. Одна з головних причин використання активного контролю на верстатах полягає у технологічній точності шляхом компенсації похибок, які викликані спрацюванням інструменту, тепловими і силовими деформаціями технологічної системи. Саме ці фактори в основному і викликають розсіювання розмірів деталей при їх обробленні на металообробних верстатах. Якість систем активного контролю в значній мірі визначається тим, наскільки повно і досконало вони вирішують задачу компенсації технологічних похибок.

Похибки, викликані спрацюванням інструменту, тепловими і силовими деформаціями технологічної системи та ін., досить важко компенсувати методом попереднього налагодження верстату. Неможливість програмування вказаних похибок викликана тим, що вони носять випадковий характер.

Ці задачі вирішуються за допомогою приладів активного контролю. При активному контролі розмірні ланцюги великої довжини, які включають в себе елементи самого верстата, замінюються більш короткими розмірними ланцюгами вимірювальних пристроїв. Похибку умов активного контролю можна класифікувати залежно від таких факторів: форми числового вираження (абсолютні, відносні); закономірності прояву (систематичні, випадкові); режимів роботи пристрою (статичні, динамічні); дії навколишнього середовища (власні, та зовнішні); способів прояву (поелементні та сумарні); послідовності (причин) виникнення (методичні, інструментальні, налагоджувальні й експлуатаційні).

Критерієм точності роботи верстату є сумарна похибка оброблення. При розрахунках і аналізі виникає задача виявлення її складових похибок і їх граничної ваги у комплексній похибці. Джерелами поелементних методичних похибок, викликаних недосконалістю методів вимірювання, можуть бути: невиконання основних принципів побудови схем головок пристроїв; невірний вибір розмірного ланцюга і вимірювальної схеми; застосування непрямих вимірювань; контроль виробу в одному перерізі (без врахування похибок форми); контроль без врахування температури деталі; контроль без врахування деформації деталі тощо.

Джерелами виникнення поелементних інструментальних похибок, тобто похибок, які викликані неточностями виготовлення та збирання або недосконалістю конструктивних елементів приладу, можуть бути: неточності елементів базування і закріплення деталі, неточності виконання кінематичної системи (передаточних і сумуючих механізмів, штоків, важелів, непропорційність переміщення ланцюгів, наявність зазорів в опорах тощо), похибки первинного і вторинного перетворювача (підсилювача електронного реле), похибки виконавчого механізму та ін.

Зменшення цих похибок перешкоджає або створює неможливість надто точного виготовлення вузлів і відсутності матеріалів з необхідними властивостями, які володіють ідеальними характеристиками, або значного подорожчання конструкції.

Група експлуатаційних похибок, які виникають у результаті експлуатації обладнання за нормальних умов роботи, є найбільш багаточисельною. Джерелами виникнення поелементних експлуатаційних похибок можуть бути:

1. Відміна умов експлуатації від оптимальних – непостійність температурного режиму (температури приміщення, охолоджувальної рідини, деталей що подаються і виходять), вологості, атмосферного тиску, наявності забруднення, недостатнього часу прогріву електросхеми, наявності сторонніх джерел вібрації та інших перешкод.

2. Спрацювання рухомих частин деталей передаточних сумарних механізмів, штоків, важелів, перетворювачів, електричних контактів, елементів підвісок і кріплення обладнання, базуючих елементів, рухомих частин виконавчих механізмів тощо.

3. Непостійність характеристик матеріалів та окремих вузлів в часі (наприклад, зміна характеристик внаслідок «старіння» напівпровідників).

4. Непостійність вимірювального зусилля в часі внаслідок гістерезису пружини і феромагнітних матеріалів, пружної післядії, непостійність сил тертя, невідбалансованості окремих деталей обладнання, динамічних навантажень тощо.

5. Непостійність технологічних характеристик обладнання (коливання швидкостей різання і подач, затуплення різального інструменту тощо).

6. Непостійність властивостей контролюючих деталей (значення припуску, похибок форми, шорсткості поверхні, складу металу, твердості, що приводить, наприклад, до зміни глибини «врізання» кінцевика в тіло виробу.

7. Непостійність характеристик джерел живлення (напруги, частоти, тиску), крім того, можлива поява грубих відхилень від нормального процесу вимірювання у вигляді: попадання під наконечники великого числа частинок абразиву, металу, забруднення, поява заїдань, поломок, виникнення розгерметизації корпусу тощо.

Зменшення впливу цих похибок перешкоджає дотриманню багаточисленних і жорстких вимог до параметрів навколишнього середовища, технологічної системи, джерелам живлення, великої тривалості між періодами ремонту, перевірок тощо.

У приладах для автоматичного контролю розмірів лінійні переміщення зазвичай перетворюється в інші види енергії, зручні для дистанційних вимірювань, а також для зв'язку з системами автоматичного регулювання технологічного процесу.

Важливість дистанційних вимірювань полягає в тому, що автоматичний контроль розмірів деталей у процесі їх оброблення потребує побудови малогабаритних елементів (перетворювачів), які можуть бути встановлені в зоні оброблення у важкодоступних місцях з метою отримання інформації про зміну розмірів деталі. Для цілей управління технологічним процесом зазвичай вимірювальний імпульс перетворюють в електричний сигнал, так як електрична енергія є найбільш універсальною і зручна для управління виконавчими органами верстатів, верстатних ліній, прокатного обладнання тощо.

УДК 621.197.3

М.О. Кравчинок

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

ОСОБЛИВОСТІ КОРОЗІЇ МАТЕРІАЛІВ БУНКЕРА ТУКОВИСІВНОГО ПРИБОРУ КАРТОПЛЕСАДЖАЛКИ КС-4 В СЕРЕДОВИЩАХ ДОБРИВ

М.О. Kravchynyuk

FEATURES CORROSION OF MATERIALS METALWARE BUNKER POTATO TUKOVYSIVNOHO UNIT KS-4 IN HOSTILE ENVIRONMENTS FERTILIZERS

За даними Державного комітету статистики України під сільгоспкультури щороку вноситься біля 0,7 млн. т неорганічних та 13 млн. т органічних добрив. Дія корозії с/г машин виявляється у погіршенні функціональних властивостей окремих вузлів та деталей, наприклад контактів ланок ланцюгів, транспортерів, корпусів редукторів, ін. [1]. Актуальним є раціональний вибір металу для виготовлення с/г машин. За один міжсезонний період деталі кородують із швидкістю 0,015...0,045 mm/year. Швидкість корозії нижніх частин сільськогосподарських машин (ходові колеса, сошники, опори та ін.) може сягати і 0,42...0,44 mm/year [2]. І хоча, масові втрати металу в коренезбиральних машинах незначні, технічний стан прокородованих деталей чинить спонтанний негативний вплив на роботоздатність агрегату в цілому. Найбільшу небезпеку для деталей несе поєднання корозійного чинника та циклічних і ударних навантажень, причому строк служби може скоротитись на 40-60% [2, 3]. Особливості корозійних процесів при контакті поверхні сталей з мінеральними та органічними добривами, також їхніми водними розчинами вивчені недостатньо. Відсутність надійних даних ускладнює розроблення ефективних методів протикорозійного захисту сільськогосподарських машин і раціонального вибору матеріалів металоконструкцій. В [3, 2] досліджено швидкості та механізми корозії сталі 3, а також 20 у середовищах добрив і встановлено, що насичені розчини сульфату амонію та нітрофоски, на відміну добрив в стані постачання чинять інтенсивні корозійні пошкодження сталей, причому швидкість корозії даних сталей досягає 0,29...0,33 мм/рік, що до 2,5 раз більш в порівнянні із дощовою водою. Показано [3, 2], що швидкість корозії сталей 20 та 3 в розчинах міндобрив максимальна за першої доби експозиції та поступово знижується до величин, сумірних із швидкістю корозії цих сталей в дистильованій воді. Такий характер залежності швидкості корозії від часу експозиції зумовлений формуванням на поверхні сталі захисних шарів сольової для сульфату амонію і для нітрофоски пасиваційної природи, корозія сталей 20 та 3 в насичених розчинах нітрофоски та сульфату амонію носить локальний характер. Корозійна тривкість сталі 20 незначно перевищує Ст. 3. Таким чином, при виборі матеріалів металоконструкцій с/г машин, зокрема бункерів туковисівних пристроїв картоплесаджалок, також робочих органів, доцільним є застосування менш вартісних, проте достатньо технологічних сталей звичайної якості.

Література

1. Михайлович Я., Рубець А. Проблема зберігання сільськогосподарської техніки. // Пропозиція. – 2008. – № 12. – С. 90–104.
2. P. V. Popovich. Influence of Organic Fertilizers on the Corrosion-Electrochemical Characteristics of Low-Carbon Steels / P. V. Popovich, L. A. Mahlatyuk, R. B. Kupovych // Materials Science . – 2014.– Vol. 50, 2– P. 284 - 289.
3. P. V. Popovich. Corrosion and Electrochemical Behaviors of 20 Steel and St.3 Steel in Ammonium Sulfate and Nitrophoska / P. V. Popovich, Z. B. Slobodyan // Materials Science . – 2014.– Vol. 49, 6. – P. 819-826.

УДК 656.131

В.А. Кріль

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВПЛИВ РІЗНИХ ФАКТОРІВ НА ІНДИКАТОРНІ ТА ЕФЕКТИВНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ ДВИГУНА

V.A. Kril

IMPACT OF VARIOUS FACTORS ON INDICATOR AND THE EFFECTIVE INDICES OF ENGINES

Для того щоб розглянути можливі шляхи вирішення такого питання як економічність двигуна слід розглянути ряд показників що мають важливий вплив на індикаторні і ефективні показники карбюраторних двигунів, а зокрема: склад робочої суміші, кут випередження запалення, навантаження двигуна, частота обертання колінчатого вала двигуна, ступінь стиску і ін. Розглянемо детальніше один із показників. Відомо, що в двигуні внутрішнього згорання великий відсоток енергії що вводиться з паливом втрачається із-за недосконалості робочого процесу. Одним із методів підвищення індикаторних, ефективних показників і економічності автомобільного двигуна є підвищення ступеня стиску, що дозволяє підвищити ефективний коефіцієнт корисної дії.

Робочий цикл двигуна внутрішнього згорання характеризується декількома параметрами а зокрема середнім індикаторним тиском, індикаторною потужністю і індикаторним к. к. д.

Середній індикаторний тиск. Зміна тиску протягом усього робочого циклу двигуна з іскровим запалюванням показано на розрахункових індикаторних діаграмах (рис. 1). Площа неокруглених діаграм ($aczba$) у визначеному масштабі виражає теоретичну розрахункову роботу газів за один цикл двигуна. Ця робота, віднесена до ходу поршня, є теоретичним середнім індикаторним тиском p_i .

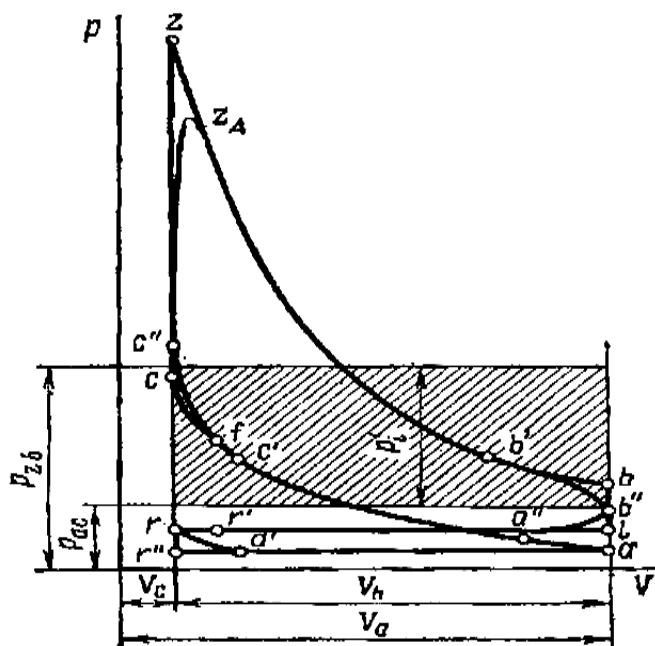


Рис. 1. Індикаторна діаграма карбюраторного двигуна

При графічному визначенні p_i по індикаторній діаграмі (рис. 1) необхідно:

а) визначити площу під кривою ac (робота, витрачена на стиск робочої суміші) і, відносячи її до ходу поршня, одержати величину середнього тиску процесу стиску $P_{a,c}$;

б) визначити площу під кривою zb (рис. 1), що виражає роботу розширення. Відносячи цю площу до ходу поршня, визначити середній тиск процесу розширення p_{zb} ,

в) визначити $p'_i = p_{zb} - P_{a,c}$ для карбюраторного двигуна

г) порівняти площу заштрихованого прямокутника зі сторонами p'_i і V_h з площею індикаторної діаграми $ac(z')zba$.

При правильному визначенні p_{ac} , p_{zb} , p'_i порівнювані площі повинні бути рівні.

Для карбюраторного двигуна (рис. 1), що працює за циклом з підведенням теплоти при $V=const$, теоретичний середній індикаторний тиск.

$$p'_s = \frac{P_c}{\varepsilon - 1} \left[\frac{\lambda}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) \right] \quad (1)$$

Середній індикаторний тиск p_i дійсного циклу відрізняється від значення p'_i на величину, пропорційну зменшенню розрахункової діаграми за рахунок скруглення в точках c , z , b .

Зменшення теоретичного середнього індикаторного тиску внаслідок відхилення дійсного процесу від розрахункового циклу оцінюється коефіцієнтом повноти діаграми φn і величиною середнього тиску насосних втрат Δp_i .

Коефіцієнт повноти діаграми φn приймається рівним:

Для карбюраторних двигунів. 0,94 - 0,97.

Для дизелів - 0,92 - 0,95.

Середній тиск насосних втрат (мПа) при процесах впуску і випуску

$$\Delta p_i = p_r - p_a \quad (2)$$

Для чотиритактних двигунів без наддуву величина Δp_i позитивна. У двигунах з наддувом від приводного нагнітача при $p_a > p_r$ величина Δp_i від'ємна. При газотурбінному наддуві : значення p_a може бути як більше, так і менше p_r , тобто величина Δp_i може бути як негативна, так і позитивна.

При проведенні розрахунків втрати на газообмін враховуються в роботі, що затрачується на механічні втрати так як при експериментальному визначенні роботи тертя звичайно користуються методом прокрутки двигуна і відповідно таким методом механічних затрат на прокрутку двигуна враховуються і затрати і на насосні ходи. В зв'язку з цим приймуть що середній індикаторний тиск p_i відрізняється від p'_i на коефіцієнт повноти діаграми φn :

$$p_i = \varphi n \cdot p'_i \quad (3)$$

При роботі на повному навантаженні величина p_i (мПа) досягає:

Для чотиритактних карбюраторних двигунів.....6—1,4

Для чотиритактних карбюраторних форсованих двигунівдо 1,6

Для чотиритактних дизелів без наддування.....7—1,1

Для чотиритактних дизелів з наддуванням.....до 2,2

Менші значення середнього індикаторного тиску в дизелях без наддуву, у порівнянні з карбюраторними двигунами, пояснюється тим, що дизелі працюють з великим коефіцієнтом надлишку повітря. Це тягне за собою неповне використання робочого об'єму циліндра і додаткові втрати теплоти на нагрівання надлишкового повітря.

Література

1. Шумик С.В. и др. Техническая эксплуатация автотранспортных средств: Курсовое и дипломное проектирование: Учебное пособие /С.В. Шумик, М.М. Болбас, Е.Н. Петухов: под ред. С.В. Шумика. – МН.: Выш. шк., 1988. – 206 с.

2. Савич Е.Л. Техническое обслуживание и ремонт легковых автомобилей: Учеб. пособие /Е.Л. Савич, М.М. Болбас, В.К. Ярошевич; Под общ. ред. Е.Л. Савича. – Мн.: Выш. шк., 2001. – 479 с.

3. Марчук М.М. Технічна експлуатація автомобілів: Навчальний посібник, – Рівне 1999. – 194 с.

4. Канарчук В.Є. та ін. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3-х кн. Кн. 2. Організація, планування й управління: Підручник/В.Є. Канарчук, О.А. Лудченко, А.Д. Чигринець. – К.: Вища шк. 1994. -383 с.

УДК 620.22

**В. М. Кропивний канд. техн. наук, проф., В. В. Аулін докт. техн. наук, проф.,
О. В. Кузик канд. техн. наук, доц.**

Кіровоградський національний технічний університет, Україна

МОДИФІКУВАННЯ ЛАЗЕРНОЮ ОБРОБКОЮ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ, ВИГОТОВЛЕНИХ З СІРОГО ЧАВУНА

**V. N. Kropivnyy, Ph.D., Prof., V. V. Aulin, Dr., Prof., A. V. Kuzyk Ph.D., Assoc. Prof.
MODIFICATION LASER PROCESSING VEHICLE PARTS MADE
OF GRAY CAST IRON**

Незважаючи на інтенсивний розвиток різноманітних композиційних матеріалів чавун зберігає провідне положення серед ливарних конструкційних матеріалів, зростає виробництво виробів з високоміцних чавунів. Проблемою значних об'ємів (більше 40 млн. тонн на рік) литва чавунів є дефіцит модифікаторів, їх висока вартість, висока енергоємність процесів і їх технологічна нестабільність. Сірий чавун не в змозі витримувати великі навантаження і повинен замінюватися іншими матеріалами або підлягати модифікуванню потоками енергії та речовини. Особливий інтерес викликає трансформація структури графіту в сірому чавуні під впливом концентрованих потоків енергії (КПЕ) (лазер, електронний промінь і т. д.). За даними фірм DAF та SINTER CAST у результаті використання чавун з вермикулярним графітом ЧВГ замість сірого чавуну підвищується потужність двигуна, зменшується вага двигуна, зростає питома потужність. ЧВГ використовується для заміни чавуну з глобулярним графітом при виготовленні опорних деталей, кронштейнів, важелів, корпусів зубчатих передач, з'єднувальних фланців тощо.

У високоміцного чавуна з вермикулярним графітом (ЧВГ) сприятливо поєднуються фізико-механічні, теплофізичні та технологічних властивості. Відомі способи одержання ЧВГ ковшеvim модифікуванням кремній-магнієвими лігатурами характеризуються низькою стабільністю одержуваних результатів, а також погіршенням санітарно-гігієнічних умов праці.

КПЕ властиві надвисокі швидкості нагрівання і охолодження, процеси перекристалізації залізобуглецевих сплавів в нерівноважних умовах та формування дрібнокристалічної структури. Специфічно розвиваються дифузійні процеси й стимулюється механізм утворення зсуву γ -фази.

При лазерній обробці (ЛО) сірих чавунів з опалвленням поверхневого шару чітко проглядається межа у вигляді нерівної лінії між зонами опалвлення і термічного впливу. При цьому феритна матриця біля графітних включень насичується вуглецем і температура її плавлення знижується. Нижче лінії опалвлення спостерігається світла смуга, мікротвердість якої при насиченні її до формування аустенітоцементитної структури досить висока й досягає мікротвердості зони опалвлення. У середній області термічного впливу спостерігається чергування світлих і темних ділянок, що пояснюється різним рівнем насичення вуглецем матриці від графітних включень.

Виявлено, що повне розчинення графітних включень можливо тільки при ЛО з малою швидкістю. Завдяки утворенню твердої аустенітоцементитної і менш твердої аустенітомартенситної структур при насиченні вуглецем металевої матриці відбувається зміцнення сірих чавунів.

При збільшенні швидкості ЛО кількість аустенітоцементитної структурної складової в зоні термічного впливу зменшується, а мартенситної – збільшується, що пояснюється меншим насиченням матриці вуглецем з графіту і з розчиненням вторинного

цементиту. Пошаровим фазовим аналізом встановлено, що зі збільшенням товщини знятого шару зони лазерного впливу (ЗЛВ) кількість цементиту і аустеніту зменшується, а вміст мартенситу підвищується.

Лазерна обробка чавунів без оплавлення поверхні має свої особливості: в ЗЛВ утворюються в основному аустенітно-мартенситні структури з переважанням мартенситу. При цьому можуть утворюватися дрібнодисперсні продукти розпаду аустеніту у вигляді ізольованих ділянок, що оточують графітні включення. На мікроструктурах чавуну до ЛО і після лазерного впливу (рис. 1) спостерігаються значні виділення вуглецю, що мають глобулярну форму. Вихідні пластинки різної форми в ході лазерного впливу як би зтягуються в глобули (рис. 1в).

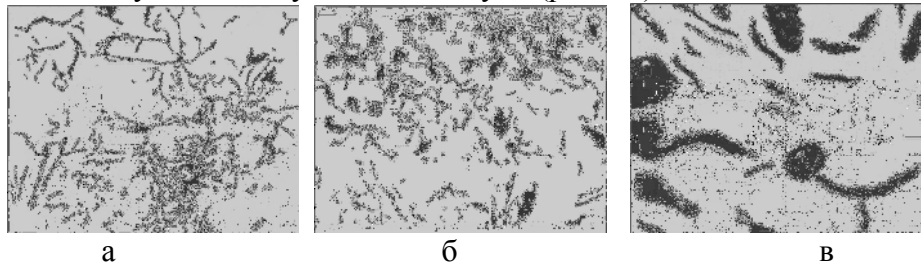


Рис. 1. Мікроструктура поверхні тертя зразків чавуну СЧ20 (x100): до лазерного впливу (а) (x100); після лазерної обробки (б) (x100), (в) (x400)

Елементний аналіз групи глобул показав, що частина з них складається практично з чистого вуглецю, тоді як інша містить домішки кремнію (до 7,1%), хрому (до 4,5%), заліза (до 1,1%) і кисню (до 20,7%). Різність складу глобул можна обґрунтувати динамікою розвитку всієї сукупності фазових і дифузійних процесів за час ЛО.

Результати досліджень ЛО поверхні чавуну свідчать, що графіт в приповерхневому шарі нагрівається і перетворюється в глобулах в карбін і при наступному швидкому самоохолодженні приповерхневого шару, розкладаючись, карбін перетворюється в непрозорий піровуглець. Виявлено, що утворення ВГ при ЛО відбувається при переохолодженнях, близьких до тих, що мають місце при формуванні кулястого графіту.

Явища трансформації структури включень графіту знаходять пояснення в гіпотезах, що розглядають модифікуючий ефект глобуляризованих елементів як результат їхньої взаємодії із ростучими включеннями графіту. При цьому форма графітних включень визначається відношенням швидкості дифузії вуглецю до швидкості кристалізації, і умова $v_d/v_k < 1$ відповідає утворенню компактних форм графіту.

Таким чином, експериментальними дослідженнями на зразках сірого чавуну в процесі його обробки неперервним лазерним випромінюванням виявлено зміну формоутворення графіту й переходу його з пластинчастого до вермикулярного та кулястого в режимах з оплавленням та без оплавлення поверхні.

Література

1. Савуляк, В. І. Економічні технології високоміцних графітізованих сплавів заліза: монографія / В. І. Савуляк, О. Б. Янченко. – Вінниця: ВНТУ. 2014. 160 с.
2. Аулін, В. В. З'ясування природи процесів структурних та фазових перетворень в залізобуглецевих сплавах на основі утворення молекулярної форми вуглецю / В. В. Аулін, В. М. Кропівний, О. В. Кузик // Зб. наук. праць КНТУ. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. / вип. 29. – Кіровоград 2016 р.

УДК 621.9.06

В. В. Крупа, канд. техн. наук, О. Р. Торчило

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШПИНДЕЛЬНОГО
ВУЗЛА ІЗ ПРУТКОВОЮ ЗАГОТОВКОЮ**

V.V. Krupa, PhD, O.R. Torchilo

**THE STUDY OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF SPINDLE UNIT
WITH ROD BLANC**

Із значним збільшенням швидкохідності робочих органів верстатів, зокрема шпиндельних вузлів, для забезпечення високошвидкісної обробки значно збільшився вплив їх динамічних характеристик на точність обробки деталей. Велика кількість робіт [1-3] присвячена дослідженням динамічних характеристик шпиндельних вузлів та встановленню закономірностей їх формування в залежності від конструкції, комплектації та монтажу шпиндельного вузла, а також впливу їх динамічних характеристик на точність обробки. У токарних автоматах на коливання системи ТОС впливає також і коливання частини заготовки, що розміщена всередині шпинделя, яка при високих частотах коливань (15-20 тис. об/хв. і більше) матиме значний вплив на точність обробки. Дане питання в існуючих дослідженнях висвітлено недостатньо.

Розроблено динамічну модель шпиндельного вузла токарного автомата з врахуванням пруткової заготовки. Шпиндельний вузол представлено у вигляді механічної коливної системи, що складається з підсистем заготовки, інструменту (цанги), власне шпинделя і корпусу, пружно закріпленого на станині верстата. Проведено аналіз динамічних характеристик шпиндельного вузла з заготовкою, а саме визначено його динамічну податливість динамічну податливість, АФЧХ, форми коливань. Досліджено динамічні параметри шпинделя в залежності від вильоту шпинделя та міжпорної відстані, а також діаметра оброблюваної заготовки. Моделювання проводились з використанням пакету SPINCH. Для діаметра заготовки 14 мм встановлено максимальні значення динамічної податливості та запропоновано методи її зменшення.

Проведені дослідження дозволяють отримати необхідні динамічні показники пружної системи верстата, що дасть можливість змінювати конструктивні параметри шпиндельного вузла, а також визначити найбільш нестабільні місця і встановити в них вібродемпфуючі пристрої.

Література

1. Кирилин Ю.Н. Методика расчета виброустойчивости станков / Ю.Н. Кирилин // СТИН. – 2005. - №1. – С. 3-6
2. Чуприна В.М. Динамічні розрахунки верстатів та їх вузлів за методом кінцевих елементів у САПР / В.М. Чуприна // Вісник ЧДТУ. – 2013, №2. – С.81-91
3. Данильченко Ю.М. Моделирование форм колебаний механической колебательной системы «Шпиндельный узел» металлорежущего станка / Данильченко Ю.М., Петришин А.И. // Вісник НТУУ «КПІ». –2012. – №66. – С. 46-50.
4. Кедров С.С. Колебание металлорежущих станков / С.С. Кедров . – М.: Машиностроение, 1978. – 199 с.

УДК 621.879

І. В. Крупко канд. техн. наук., доц., О. В. Держинська, В. В. Сегін
Донбаська державна машинобудівна академія, Україна

СУЧАСНІ НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМІВ ПЕРЕСУВАННЯ ПОТУЖНИХ ЕКСКАВАТОРІВ

I.V. Krupko Ph.D., Assoc. Prof., O.V. Dzerzhinska, V.V. Sehin
**MODERN WAYS OF IMPROVEMENT MECHANISMS OF MOVEMENT
POWERFUL EXCAVATORS**

Основними машинами, що забезпечують розробку корисних копалин відкритим способом, є потужні екскаватори. На сучасних кар'єрних екскаваторах застосовують в основному гусеничні механізми пересування, які мають цілий ряд недоліків, основними з яких є низька довговічність ведучих коліс. В той же час аналіз працездатності (відмов) екскаваторів – драглайнів показав, що найменше число відмов (6-8%) відноситься до крокуючих механізмів пересування, що пояснюється простотою конструкції саме ходового обладнання. Тому постає актуальним питання про застосування крокуючого ходового обладнання на потужних екскаваторах – прямих механічних лопатах.

Крокуючі механізми пересування знайшли широке застосування в гірничій промисловості, особливо на машинах з малою швидкістю пересування. Крокуючі механізми, як правило, застосовують на потужних екскаваторах – драглайнах з ковшем місткістю 4 м³ і більш. У порівнянні з гусеничним ходовим обладнанням крокуючі рушії мають такі переваги як: більш низькі вимоги, щодо несучої здатності ґрунтової поверхні, так як вони, за рахунок значної поверхні опорних елементів, можуть забезпечити низькі питомі тиски на ґрунт від 0,05 до 0,15 МПа ; відсутність швидкозношуваних шарнірних з'єднань, які притаманні гусеничним передачам; відсутність внутрішніх складових опорів пересуванню машини; простота конструкції опорної частини тощо. Серед недоліків можна відзначити значну потужність приводу, так як протягом кожного циклу виникає необхідність підйому всієї машини,

Характерною особливістю сучасних крокуючих рушіїв є те, що частина сили тягіння машини передається на ґрунт двома або більшою кількістю опорних елементів – опорними елементами (лижами), або опорною базою поперемінно або одночасно, в залежності від режиму роботи. Таким чином, крокуючі рушії складаються з опорної частини (бази або плити) і рухомої приводної частини – опорних башмаків (лиж). На вітчизняних і закордонних екскаваторах застосовуються крокуючі механізми, у яких в процесі переміщення змінюються кути нахилу машини і опорної плити до горизонту, при цьому кромка опорної бази ковзає по ґрунтовій основі. До таких механізмів відносяться кривошипно-шарнірний з трикутної рамою, кривошипно-ексцентриковий, кривошипно-крейцкопфний, гідравлічний з двома гідроциліндрами з кожного боку екскаватора.

Оригінальністю конструкції відрізняється новий чотириопорний крокуючий хід для кар'єрних екскаваторів кінематична схема якого представлена на рис. 1. Відмінною рисою такого механізму є відсутність опорної бази, функції якої беруть на себе чотири лижі, а основними перевагами в порівнянні з трьохопорним механізмом є: менша питома металоємність; відсутність зношеної кромки бази; постійне значення тиску на ґрунт при пересуванні; менші динамічні навантаження при пересуванні. До недоліків такого ходового обладнання, по відношенню до трьохопорного, можна віднести: меншу маневреність, наявність окремого приводу.

Відмінною особливістю чотирьохопорних крокуючих механізмів є наявність в такому русії двох пар опорних лиж (див.рис. 1), внутрішніх 7 і зовнішніх 6, що приводяться до руху двома парами ексцентриків 5. У процесі руху в такому механізмі відбувається підйом і опускання візка за рахунок внутрішніх і зовнішніх опорних елементів, які попарно піднімаються та опускаються. При роботі екскаватора у вибої вага машини рівномірно розподіляється на всі чотири опорні ліжі. З огляду на конструкцію такого русія, в якому відсутня значна кількість швидкозношуваних деталей (наприклад, в порівнянні з гусеничним ходом), а також менша маса (в порівнянні з крокуючим трьохопорним механізмом, зважаючи на відсутність опорної бази), можна припустити, що в процесі експлуатації такі русії виявляться більш ефективними, ніж існуючі. Для промислового використання чотирьохопорного крокуючого механізму, тим не менш, слід досліджувати: особливості переміщення русія для різних умов роботи; вплив на енергоємність процесу переміщення силових, геометричних і кінематичних параметрів ходового обладнання; зміну навантажень на елементи ходового обладнання в процесі переміщення. Стримуючим фактором його реального застосування є відсутність обґрунтованих рекомендацій щодо визначення його раціональних параметрів з урахуванням конструктивних особливостей конкретної машини. Тому на кафедрі ПТМ ДДМА проводиться цілий ряд експериментальних досліджень на фізичній моделі чотирьохопорного механізму пересування з метою підвищення ефективності його використання.

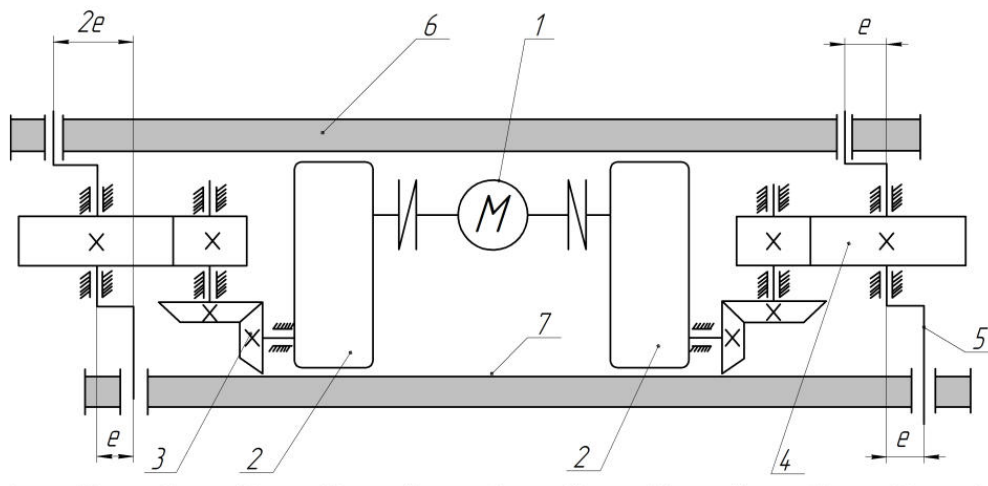


Рис. 1. Кінематична схема моделі крокуючого чотирьохопорного механізму:

- 1 – електродвигун із двома вихідними валами; 2 – редуктори;
- 3 – конічні передачі; 4 – відкриті зубчасті передачі; 5 – вали;
- 6, 7 – опорні ліжі

Науково-практичні завдання, щодо вдосконалення існуючих трьохопорних механізмів крокування, а також обґрунтування параметрів чотирьохопорного крокуючого ходу є дуже актуальними, а рішення їх дозволить підвищити технічний рівень, як механізмів пересування, так і кар'єрних екскаваторів в цілому.

УДК 699.814

Б.І. Крутигорова, А.П. Сорочак, канд. техн. наук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ СТІЙКОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

B.I. Krutyholova, A.P. Sorochak, Ph.D.

ANALYSIS OF APPROACHES TO FIRE RESISTANCE ASSESSMENT OF CONSTRUCTION PROJECTS

Дослідження вогнестійкості будівель та споруд являє собою невід'ємну складову частину заходів щодо забезпечення пожежної безпеки. Впровадження нових проектних вирішень неможливе без проведення оцінки їх вогнестійкості. Експериментальне визначення вогнестійкості на практиці проводиться під час використання лабораторних методів випробувань конструкцій або проведенням натурних вогневих випробувань будівлі чи споруди загалом. Залежно від методик проведення випробувань та оцінки їхніх результатів залежатимуть характеристики вогнестійкості будівель та споруд.

Численні міжнародні та національні стандарти, які регламентують методи випробування на вогнестійкість різних типів будівельних конструкцій (BS 476, ISO 834, ASTM E119), ґрунтуються на загальних принципових положеннях. Відмінності у номенклатурі випробовуваних конструкцій, мінімально допустимих розмірах зразків для випробувань, критеріях оцінки досягнення межі вогнестійкості не є істотні. Це дає можливість виконувати зіставлення результатів випробувань конструкцій під час використання різних стандартів.

Лабораторні методи оцінки вогнестійкості конструкцій не дають змоги достовірно оцінити їх поведінку в умовах реальної пожежі. Розвиток будівництва, застосування нових конструктивних схем, матеріалів, конструкцій вимагає проведення натурних випробувань для оцінки їх вогнестійкості. В Україні діє ДСТУ Б В.1.1-18:2007, згідно якого проведення натурних вогневих випробувань передбачає використання реального будівельного об'єкта або його фрагмента, який збудовано за відповідним проектом. Модельне вогнище пожежі під час спалювання повинно відображати температурний режим пожежі, наближений до стандартного, за ДСТУ Б В.1.1-4-98.

Під час проведення натурних випробувань проводиться вимірювання температур в об'ємі приміщення, на поверхнях конструкцій та у перерізах елементів. Для цього встановлюються термопари у горизонтальній площині біля поверхні стель (на відстані 100 мм від стелі), на поверхнях протилежних стін (на відстані не менше ніж 850 мм від стелі), а також над віконними прорізами. Також проводяться геометричні вимірювання деформацій та їх порівняння з допустимими.

Проведення повномасштабних досліджень є цінним джерелом інформації, але водночас дуже дорогими та складними для широкого використання. Тому натурні випробування все частіше замінюються комп'ютерним моделюванням пожежі та її наслідків. Це дозволяє за потреби провести за стислий період та при обмеженому бюджеті дослідження пожежної стійкості будівлі, змоделювати різні варіанти виникнення та розвитку пожеж. Комп'ютерне моделювання та постійне удосконалення програмного забезпечення відкриває можливість до широкого використання та дослідження пожежної стійкості будівель на ранніх етапах проектування.

УДК 624.012.25

Н. М. Ксьондзик, М. І. Борис, М. В. Вербіцький, О. П. Конончук, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ДОСЛІДЖЕННЯ КУБОВОЇ МІЦНОСТІ БЕТОНУ НЕРУЙНІВНИМИ
МЕТОДАМИ КОНТРОЛЮ**

**N.M. Ksiondzyk, M.I. Borys, M.V. Verbitskyi, O.P. Kononchuk Ph.D., Assoc. Prof.
RESEARCH OF CUBIC CONCRETE STRENGTH BY NON-DESTRUCTIVE
METHODS OF CONTROL**

Методи неруйнівного контролю міцності бетону широко застосовуються для діагностики технічного стану бетонних і залізобетонних конструкцій з певним терміном експлуатації, а також контролю якості зведених конструкцій (споруд). До сучасних методів неруйнівного контролю міцності бетону відносять метод ударного імпульсу, ультразвуковий метод, метод відриву зі сколюванням та ін. При застосуванні даних методів, неруйнівними характеристиками міцності є значення відскоку бойка, швидкість ультразвукової хвилі, зусилля місцевого руйнування бетону при відриві від нього анкерного пристрою. Міцність бетону при застосуванні неруйнівних методів отримують за попередньо встановленою градуовальною залежністю між величиною міцності бетону та побічною характеристикою міцності (показом приладу). Метод відриву зі сколюванням ґрунтується на лінійній залежності між опором бетону на стиск і зусиллям відриву конусного фрагмента бетону F в поперечному напрямку. При цьому міцність бетону f_F обчислюють за градуовальною залежністю:

$$f_F = m_1 m_2 \cdot F,$$

де m_1 – коефіцієнт, що враховує максимальний розмір крупного заповнювача у зоні вириву; m_2 – коефіцієнт пропорційності для переходу від зусилля вириву до міцності бетону.

Найбільш ефективним і уживаним непрямым методом контролю міцності бетону в конструкціях є ультразвуковий метод, який дозволяє визначати міцність не тільки у поверхневому шарі конструкції, а й наскрізним прозвучуванням. Окрім цього, цей метод є найменш трудомісткий. Фізична сутність даного методу полягає у зв'язку між міцністю бетону конструкції і швидкістю проходження в ньому поздовжніх ультразвукових хвиль.

Ударно-імпульсний метод вимірювання міцності ґрунтується на кореляційній залежності параметрів ударного імпульсу від пружно-пластичних властивостей контрольованого матеріалу. Вимірювач міцності складається з перетворювача, виконаного у вигляді ударного механізму (склерометра з п'єзоелементом) і електронного блоку, що містить на лицевій панелі цифровий дисплей і кнопки управління. При ударній взаємодії з поверхнею бетонного виробу перетворювач виробляє електричний імпульсний сигнал, який реєструється електронним блоком і перетворюється в міцність.

Виходячи з цих передумов, була розроблена методика експериментальних досліджень. В рамках даної методики було виготовлено три серій зразків з бетону класу С8/10, С30/35 та С32/40. Кожна серія складалася з шести кубів розмірами 150x150x150 мм та залізобетонної плити розмірами 150x300x450 мм. Залізобетонні плити були конструктивно армовані двома сітками з дроту \square 4 Вр-I (див. рис. 1).

Усі зразки досліджувались приладами неруйнівного контролю (НК) у віці 7, 14 та 28 діб. В майбутньому планується випробування даних зразків в «старому віці» (більше 50 діб). Бетонні куби та залізобетонна плита досліджувались методом

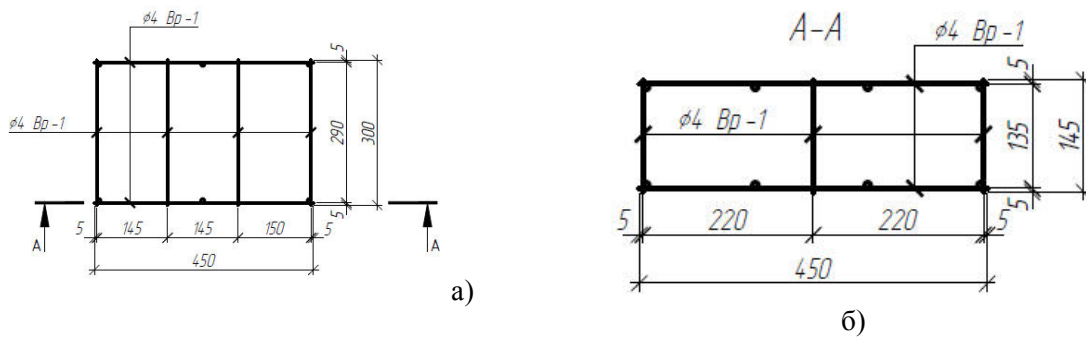


Рис. 1. Арматурний каркас $\phi 4$ Bp-1:

а) конструктивний вигляд зверху; б) конструктивний вигляд збоку ударного імпульсу та ультразвуковим методом. В свою чергу, залізобетонна плита була додатково досліджена методом відриву зі сколюванням (див. рис. 2). Для контролю даних, отриманих методами НК бетонні куби у «старому» віці планується випробувати на пресі П-250 на стиск до руйнування для встановлення їх фактичної кубової міцності. На основі проведених досліджень планується встановити залежність похибки показів приладів від зміни міцності бетону з віком, побудувати градувальні залежності між прямими і непрямыми характеристиками міцності бетону.

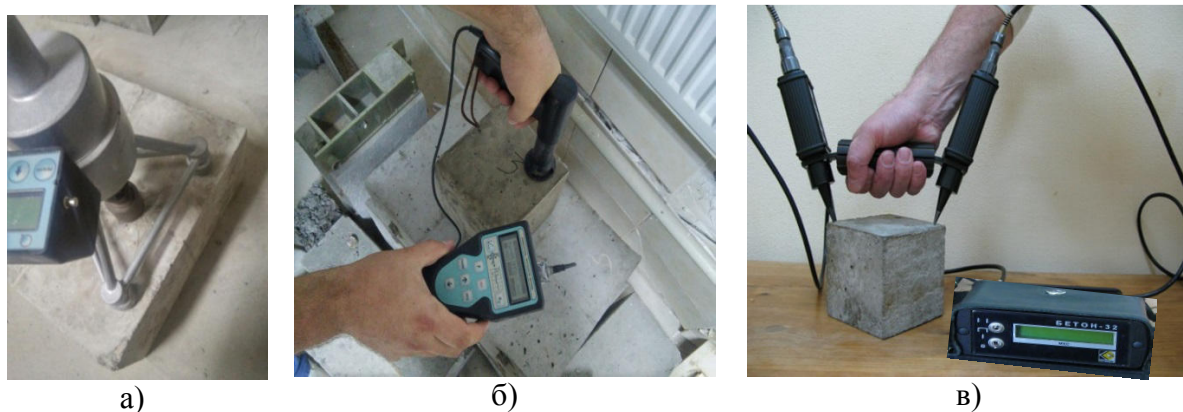


Рис. 2. Дослідження зразків неруйнівними методами контролю:

а) відривом зі сколюванням приладом ПОС-50 МГ 4.0; б) методом ударного імпульсу приладом ИПС–МГ4.03; в) ультразвуковим методом приладом Бетон-32

Література

1. ДСТУ Б В.2.7-223:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за зразками, відібраними з конструкцій. – ДП НДІБК, К. Мінрегіонбуд України, 2010. – 16 с.
2. ДСТУ Б В.2.7-224:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Правила контролю міцності. – ДП НДІБК, К. Мінрегіонбуд України, 2010. – 23 с.
3. ДСТУ Б В.2.7-220:2009 Будівельні матеріали Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю. – ДП НДІБК, К. Мінрегіонбуд України, 2010. – 20 с.
4. ДСТУ Б В.2.7-226:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Ультразвуковий метод визначення міцності. – ДП НДІБК, К. Мінрегіонбуд України, 2010. – 27 с.
5. ДСТУ Б В.2.6-4-95 Конструкції будинків і споруд. Конструкції залізобетонні. Магнітний метод визначення товщини захисного шару та розташування арматури. – ДП НДІБК, К. Мінрегіонбуд України, 1995. – 20 с.

УДК 621.914

М.Р. Паньків канд. техн. наук, доц., І.Я. Кулик

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРОЦЕСУ РІЗАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ДИНАМІЧНОГО КОМПЕНСАТОРА КОЛИВАНЬ

M.R. Pankiv Ph.D., Assoc. Prof., I.Y. Kyluk

RESEARCH OF DYNAMIC PROPERTIES OF THE CUTTING PROCESS BY USING DYNAMIC OSCILLATION COMPENSATOR

Процеси механічної обробки характеризуються високими швидкостями різання, що приводить до виникнення інтенсивних коливальних процесів у динамічній системі верстата. Особливості динамічних процесів можуть бути використані для підвищення якості оброблених поверхонь. Тому роботи направлені на вивчення динамічних процесів при різанні є актуальними. Наукова проблема в загальному вигляді полягає в розробці нових методів формування поверхонь деталей із заданими характеристиками. Проблема пов'язана із важливими науковими і практичними завданнями по створенню вузлів машин із високими якісними показниками, зокрема створення високоефективних рухомих і нерухомих з'єднань деталей машин. В останніх дослідженнях і публікаціях розглянуті методи обробки деталей шляхом розплавлення поверхневого шару. Це здійснюється інструментом який має криволінійну поверхню значного радіусу кривизни. Розплавлення матеріалу деталі відбувається за рахунок фрикційної взаємодії деталі та інструменту. В окремих публікаціях розглянута обробка деталі крайкою дискового інструменту. Методів обробки, що реалізують особливості динаміки технологічної системи верстата в літературних джерелах не виявлено. Дослідження направлені на вирішення невирішеної раніше частини проблеми, а саме на розробку комплексних методів обробки деталей. Методи базуються на особливостях динамічних процесів, що протікають у технологічній системі верстата. Метою досліджень є створення комплексних методів обробки деталей, що реалізують особливості динаміки технологічної системи верстата. Для досягнення мети поставлені і вирішені наступні задачі досліджень: створення інструменту і вібраційного стола для обробки деталі; аналіз робочих процесів, що мають місце при обробці; математичне моделювання та експериментальне дослідження динамічного процесу обробки; визначення параметрів обробленої поверхні.

При синтезі систем автоматичного керування при процесі різання виникає необхідність задатися бажаними значеннями деяких показників якості. Для досягнення заданих значень деяких прямих, частотних та кореневих показників було розроблено відповідні інженерні методи розрахунку. Але часто виникає необхідність досягнення задовільних значень одразу декількох показників якості, тому для розрахунку систем автоматичного керування використовують також інтегральні критерії якості, за допомогою яких можна дати комплексну оцінку якості регулювання. При використанні інтегральних критеріїв метою синтезу системи є досягнення мінімального значення обраного критерію. Для синтезу автоматичних систем регулювання з метою досягнення мінімального значення обраного інтегрального критерію якості доцільно використовувати процедуру параметричної оптимізації або оптимального параметричного синтезу. Така реалізація цієї процедури дозволяє автоматизувати розрахунок систем регулювання на етапі проектування, а також забезпечує простоту повторного розрахунку при виборі іншого критерію або нових параметрів оптимізації.

УДК 629.113.066

Т.І. Лагіш; О.Л. Ляшук, докт. техн. наук, доц., Р.Р. Заверуха, Т.Б. Пиндус;
Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ УТВОРЕННЯ ПАЛИВНОЇ СУМІШІ ДВИГУНА ЗМЗ-406210

T.I. Lahish, O.L. Lyashuk Dr., Assoc. Prof., R.R. Zaveruha, T.B. Pyndus

STUDY OF FUEL MIXTURE QUALITY OF ZMZ-406210 ENGINE

Керування двигуном не можна розглядати у відриві від управління автомобілем. Швидкісні й навантажувальні режими роботи двигуна залежать від швидкісних режимів руху автомобіля в різних умовах експлуатації, які містять у собі прискорення й гальмування, рух з відносно постійною швидкістю, зупинки. Вихідні характеристики двигуна при цьому залежать від складу паливо повітряної суміші й кута випередження запалювання, керування якими здійснюється за допомогою механічних, електронно-механічних або електронних систем керування двигуном, автоматично (рис.1).

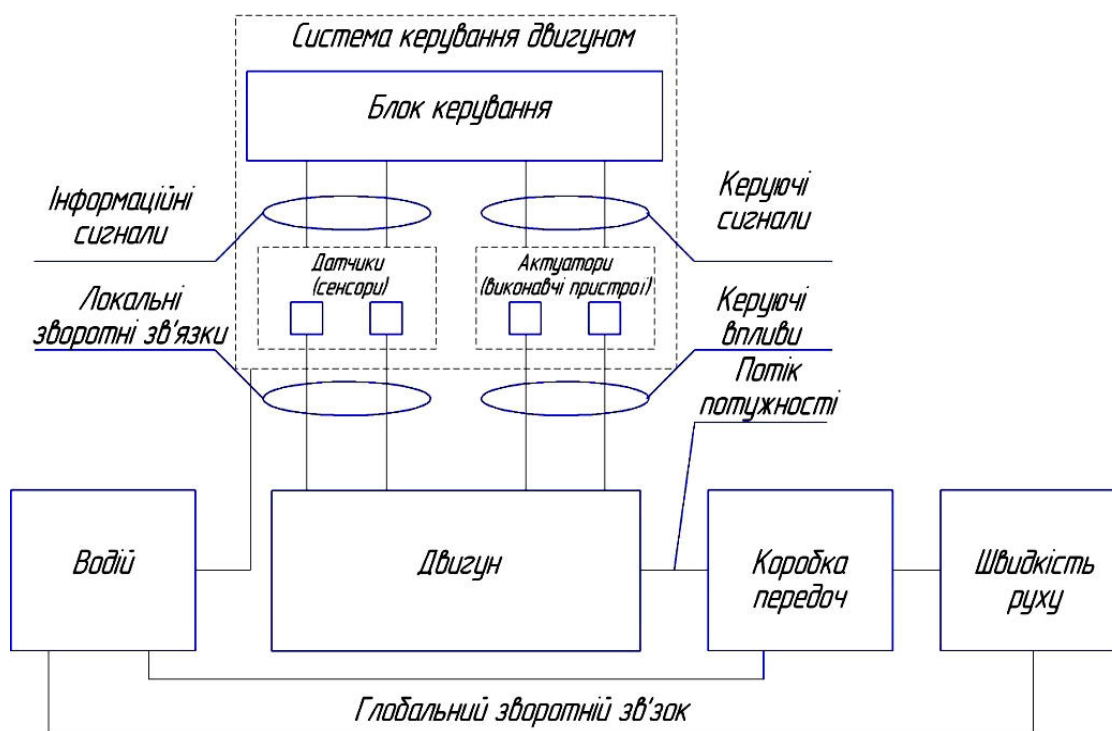


Рис.1. Керування автомобільним двигуном

Для двигуна внутрішнього згорання характерна періодична повторюваність робочих циклів. Тому важливим принципом керування двигуном є циклічність керування. Це спричинює необхідність узгодження частотних параметрів керуючих впливів із частотою робочих циклів двигуна. Іншими словами, СКД повинна встигати сприймати інформацію про стан двигуна, обробляти її й передавати відповідні керуючі впливи на двигун протягом обмежених за часом тактів робочого циклу (2-3 мс), що накладає жорсткі вимоги на швидкодію СКД.

Як об'єкт керування двигун є нелінійним, тому що реакція на суму будь-яких зовнішніх впливів не дорівнює сумі реакцій на кожен із впливів окремо. З огляду на те, що двигун звичайно працює на нестационарних (змінних у часі) режимах, виникає

проблема оптимального і адаптивного (саморегульованого) керування двигуном. Принципи оптимального й адаптивного керування виявилось можливим реалізувати завдяки розвитку електронних систем керування.



Рис.2. Програмний сканер

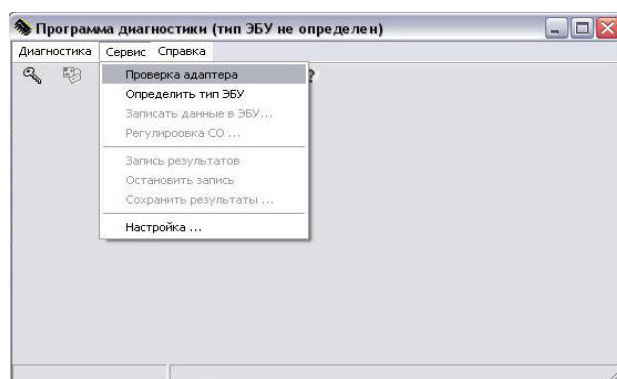


Рис.3. Вікно програми діагностики

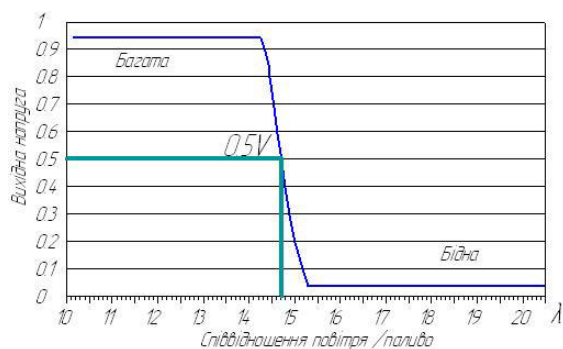


Рис.4. Залежність напруги на сигнальному проводі лямбда зонда від коефіцієнта лямбда

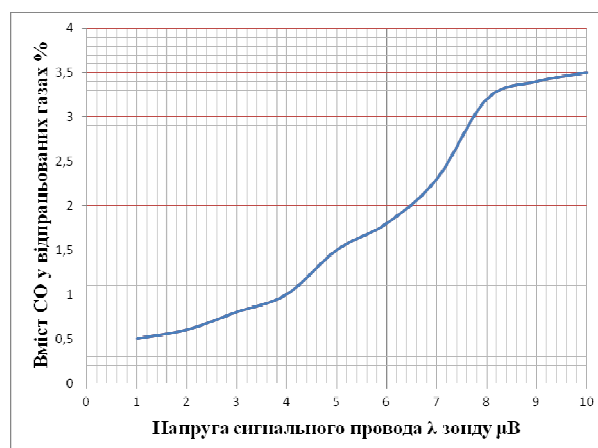


Рис.5. Графік залежності напруги сигнального проводу λ зонда від вмісту СО у відпрацьованих газах за результатами дослідів

При проведенні діагностики двигунів з сучасними системами керування виникає потреба у застосуванні спеціального обладнання, вартість якого є досить висока, що часто унеможливує проведення діагностики електронних систем керування. Через це нами був проведений пошук альтернативного, дешевшого обладнання, яке можна виготовити самостійно і яке у своїх функціональних можливостях нічим не поступається від фірмового устаткування. Випробування пристрою для перевірки якості паливної суміші здійснювалось згідно запропонованої методики. Під час діагностики та налагодження системи подачі палива бензинових двигунів часто постає задача визначення якості паливної суміші, що вимагає наявності газоаналізатора. Для вирішення даного питання запропоновано використовувати лямбда зонд в комплексі з індикатором рівня сигналу.

Література

1. Двигатель ЗМЗ-406 и его модификации. Руководство по эксплуатации и ремонту. ОАО «Заволжский моторный завод» // Нижний Новгород: Пламя, 2009. – 207 с.

УДК 624.014.078.45

О.С.Ласківський

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

ПОВЕДІНКА ЗВАРНИХ ФЕРМ ПРИ ПОЖЕЖІ

O.S.Laskivskyi

BEHAVIOR WELDED ASSEMBLIES OF STEEL TRUSSES IN FIRE

Суттєвим недоліком зварних фермових конструкцій, які застосовуються у будівництві, є втрата їх несучої здатності при пожежі. Це зумовлено тим, що підвищення температури знижує показники міцності сталей, що, в свою чергу, сприяє появі у металоконструкціях пластичних деформацій при дії штатних експлуатаційних навантажень. Настає руйнування конструкції. Метою досліджень є виявлення поведінки зварної підкроквяної ферми при пожежі. Виконано дослідження фізичної моделі зварної підкрокв'яної ферми. Досліджуваний зразок виготовлено зі сталюого кутникового профілю 40x40x5 мм зі сталі ВСт3пс. Ферму встановлено на два крайні вузли на нижньому поясові й навантажено на 2 проміжних вузли на верхньому поясові.

На першому етапі досліджень виконано натурний експеримент на стандартних зразках зі сталі ВСт3пс, які розтягували на випробувальному комплексі СТМ-100 в термокамері при різних температурах. За результатами натурних досліджень виявлено вплив температури на межу текучості ВСт3пс (рис. 1). Для виявлення поведінки зварної ферми при пожежі виконано другий етап досліджень методом комп'ютерного моделюючого експерименту з використанням прикладного програмного пакету Ansys Workbench 17.1. За результатами дослідження отримано розподіл параметрів напружено-деформівного стану вздовж елементів ферми при різних навантаженнях і температурах. Виявлено, що максимальні напруження формуються в двох поміжних вузлах на нижньому поясові ферми (рис. 2).

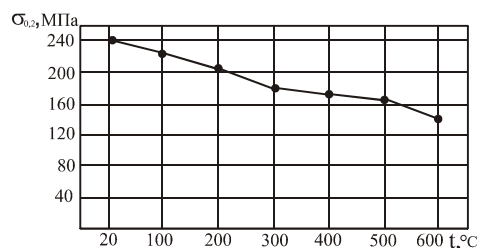


Рис. 1. Вплив нагрівання на межу текучості сталі ВСт3пс.

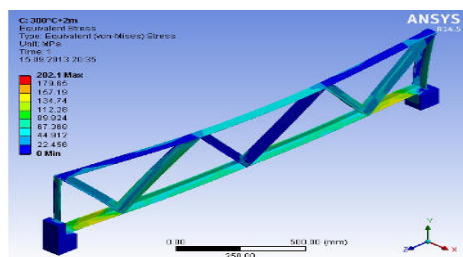


Рис. 2. Еквівалентні напруження в елементах ферми при навантаженні 20 кН та температурі 300 °С.

Підвищення температури конструкції при пожежі до 500⁰С знижує її несучу здатність на 34%, що зазвичай, вище, ніж закладений при проектуванні запас міцності ферми. Отримані результати комп'ютерного моделювання порівняно з результатами натурного експерименту [2]. Отримано співпадання 7...9%, що свідчить про правильно вибрані параметри скінченно-елементної моделі при комп'ютерному моделюванні.

Результати досліджень доцільно застосувати при проектуванні зварних ферм.

Література

1. Лобанов Л.М. Сварные строительные конструкции / Лобанов Л.М., Махненко В.И., Труфяков В.И. – К.: Наук. Думка, 2005 – 416 с.
2. Ковальчук Я.О. Особливості напружено-деформованого стану зварної ферми з урахуванням температурних впливів / Я.О. Ковальчук, Н.Я. Шингера, Рибачок О.І., Бойчук А.В., Бобик М.П. // Науково-технічний збірник «Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві»: – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. –2012. – №2 (13) – С. 16–19.

УДК 621.891:631.31

С.В. Лисенко, канд. техн. наук, доц., В.В. Аулін, докт. техн. наук, проф.,

В.В. Сандул

Кіровоградський національний технічний університет, Україна

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ДЕТАЛЕЙ СИСТЕМ І
АГРЕГАТІВ МОБІЛЬНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТА
АВТОТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНІКИ ТЕХНОЛОГІЯМИ ТРИБОТЕХНІЧНОГО
ВІДНОВЛЕННЯ**

V.V. Aulin, Dr., Prof., S.V. Lysenko Ph.D., Assoc. Prof., V.V. Sandul

**PROVIDING IMPROVE THE RELIABILITY OF COMPONENTS AND SYSTEMS,
MOBILE UNITS AND AGRICULTURAL MOTOR VEHICLES TRIBOLOGICAL
RECOVERY TECHNOLOGY**

Проблема підвищення надійності мобільної сільськогосподарської (МСГТ) та автотранспортної (АТТ) техніки подовженням ресурсу спряжень деталей їх систем і агрегатів з часом не тільки не знижується, а навпаки неухильно зростає. Основні спряження деталей дизелів МСГТ та АТТ працюють в умовах сільськогосподарського виробництва при підвищеному знакозмінному навантаженні, високій запиленості, що приводять до суттєвих механічних втрат на тертя і їх системи і агрегати не виробляють запланованого ресурсу через інтенсивне зношування робочих поверхонь деталей трибоспряжень. Найбільш вагомими у загальному балансі є механічні втрати дизелів МСГТ і АТТ на тертя (45...50%), що приходяться на деталі ЦПГ. В результаті чого зростають витрати пального та оливи на вигар, підвищується прорив газів в картер та зменшується ресурс спряжень деталей систем і агрегатів МСГТ і АТТ. Інтенсивність та характер зношування деталей істотно залежать від мікрогеометрії поверхневих шарів деталей систем та агрегатів, точності взаємного розташування їх робочих поверхонь в спряженнях. Різні види цих відхилень, в основному, обумовлені порушеннями технології виготовлення та збирання вузлів і агрегатів у виробництві та ремонті. Через втрату точності розташування деталей і їх переміщень в процесі експлуатації можуть відбутися заклинювання, удари, вібрації, порушення герметичності спряжень та ін. Зазначене приводить до відмов, зниження ресурсу, втрат енергії, перегрівання спряжень агрегатів, підвищення витрат паливно-мастильних матеріалів. Поліпшенням ефективності процесів припрацювання ресурсовизначальних спряжень, забезпеченням їх високої якості та формування оптимальної мікрогеометрії поверхневих шарів деталей, підготовкою їх до сприйняття експлуатаційних навантажень можна вирішити проблему підвищення надійності вузлів і агрегатів. Слід також зазначити, що у багатьох випадках відсутні методи обґрунтованого вибору змашувальних матеріалів та режимів експлуатації дизелів через ускладнення мастильних композицій, отриманих додаванням присадок різноманітної функціональної дії.

Нормальна робота трибоспряжень деталей характеризується мінімальною інтенсивністю зношування їх матеріалів і одночасним утворенням рівноважних геометричних і фізико-механічних параметрів поверхневого шару. Тривалість періоду припрацювання спряжень поверхневих шарів деталей систем і агрегатів МСГТ та АТТ залежить від того, наскільки вихідні параметри якості поверхневого шару відрізняються від оптимальних. Необхідно на етапі проектування технологічних операцій закладати технології припрацювання та триботехнічного відновлення (ТТВ), що будуть забезпечувати позитивне прийняття експлуатаційних навантажень і формування заданих характеристик і властивостей робочих поверхонь деталей

агрегатів, зокрема і такою важливою характеристикою як зносостійкість. Використання зазначених "безрозбірних" технологій може бути покладено в основу створення трибосистеми (ТС), що володіють подовженим ресурсом і високою надійністю.

Разом з тим, окремі приклади триботехнологій не вирішують цілісної задачі підвищення ними ресурсу і працездатності машин і обладнання безпосередньо в експлуатації, оскільки потрібна регламентація комплексного застосування прийомів триботехніки на всіх етапах життєвого циклу машин і обладнання, обумовлених виготовленням вузлів і агрегатів, проведенням експлуатаційної обкатки, настанням номінальних, а пізніше – граничних значень їх ресурсних параметрів. Зазначене свідчить про те, що в технічну експлуатацію машин та устаткування доцільно через нормативну технічну документацію додатково включити ряд процесів, що стосується триботехнологій: експлуатаційна обкатка, профілактика зношування, ремонтно-відновлювальні, обкатувально-профілактичні з відповідними трибопрепаратами.

Під керівництвом проф. Аулін В.В. проведені ряд досліджень по припрацюванню спряжених деталей в різних умовах їх функціонуванні і вдосконалені трибохімічний, електротрохіміко-механічний, трибоелектрохімічний і електротрибохімічний методи, методи припрацювання сполучень поверхонь деталей і моторних олив електричним і магнітним полем, а також фізико-хімічний метод з використанням наночастинок і наноматеріалів. Останні три методи ТТВ є найбільш вигідними з технологічної точки зору, оскільки не мають істотних недоліків і дають можливість відновлювати зношені деталі сполучень агрегатів і систем без їх розбирання. Дослідженнями встановлено, що комплекс процесів в зонах тертя поєднує в собі сукупність процесів, пов'язаних з руйнуванням виступів поверхні, виділенням теплової енергії та формування антифрикційного шару на поверхні деталей та ін.

ТТВ робочих поверхонь деталей трибоспряжень мають великі можливості для їх розвитку реалізувати режим "беззносності тертя" і мають великі можливості для їх розвитку та розвитку за наступними напрямками: варіювання вмісту компонентів в припрацювальних середовищах; створення композиційних технологічних і робочих середовищ; реалізація і керування трибохімічними реакціями на поверхнях тертя; використання різних за своєю природою внутрішніх і зовнішніх потоків енергії для спрямованої і прискореної доставки компонентів антифрикційних, зносостійких покриттів в зону тертя; формування шару вторинних структур на поверхнях матеріалу елементів трибоспряжень; розробка способів формування аморфних плівок на поверхнях елементів тертя; дослідження характеристик і керування процесами самоорганізації вторинних структур на поверхнях тертя під час припрацювання і експлуатації елементів трибоспряження.

Наприклад, спосіб автоматичного керування зносом деталей дизелів в процесі експлуатації, який включає введення в моторну оливу присадки, при компенсації зносу, дозволяє ефективно підвищити ресурс деталей і спряжень; підвищити компресію в циліндрах двигуна до рівня 90%; знизити вміст шкідливих викидів у відпрацьованих газах (окису вуглецю, вуглеводню, сажі) в 2 рази; зменшити споживання паливно-мастильних матеріалів на 20%; досягти підвищення ресурсу машин на основі фізичного ефекту беззносності за рахунок стабілізації технічного стану трибоспряження.

Таким чином, проведені дослідження свідчать, що застосування технологій триботехнічного відновлення на різних етапах життєвого циклу мобільної сільськогосподарської та автотранспортної техніки дозволяють підвищити надійність деталей систем і агрегатів, з врахуванням особливостей умов та режимів роботи, специфіки зміни процесів і станів деталей, технологій виготовлення та формування оптимальної мікрогеометрії їх поверхневих шарів.

УДК 621.9.06-529-8

О. В. Литвин, канд. техн. наук, доц, І.Р. Ящук, І.О. Давидкін

Київ, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"
ім. І.Сікорського

СТРУКТУРНО – МОРФОЛОГІЧНИЙ СИНТЕЗ ЗАТИСКНИХ ПАТРОНІВ ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ

O.V. Litwin, Ph.D., Assoc. Prof., I.R.Yashchuk, I.O. Davidkin

STRUCTURAL - MORPHOLOGICAL SYNTHESIS CLAMPING LATHES CARTRIDGES

Метою дослідження є синтез компонувань затискних патронів, що розглядається як різноманітна оптимізаційна задача. При розробці технологічного компонування затискних патронів можуть бути сформовані конкуруючі варіанти просторового розташування і базування заготовки в системі затискний патрон - верстат. У свою чергу, при конструкторському проробленні (компонуванні) затискних патронів можуть бути сформовані конкуруючі варіанти компонувальних схем з різним сполученням і просторовим розташуванням силового механізму і вузла затискного механізму. Критерієм оцінки варіантів компонувальних схем затискних патронів доцільно прийняти компактність конструкції і її відповідність технічному завданню.

Одним із шляхів вирішення завдання створення нових конструкцій затискних патронів є втілення прогресивних методів пошуку нових технічних рішень на ранніх стадіях технологічної підготовки виробництва. До одних із таких методів відноситься структурно – морфологічний синтез з використанням дерева цілей. Дерево цілей - це структурована, побудована за ієрархічним принципом (розподілена по рівнях, ранжируваних) сукупність цілей системи, в якій виділено генеральна мета («вершина дерева»); підпорядковані їй підцілі першого, другого і подальшого рівнів ("гілки дерева"). Дерево цілей дозволяє виявити, які можливі комбінації забезпечать найкращу віддачу.

Для реалізації рівнів дерева цілей, тобто для деталізації процесу конструювання можна використати метод морфологічного аналізу [1]. Варіюючи усіма відомими варіантами реалізації елементів об'єкта, можна отримати найнесподіваніші нові рішення. Морфологічний аналіз можна проводити з застосуванням ієрархічної структури, в такому випадку варіанти систем, побудовані в ході розгляду морфологічної таблиці, будуть альтернативами одного з параметрів морфологічної таблиці більш високого рівня. Наприклад, для аналізу способів з'єднання змінного кулачка з основним може бути запропонована така матриця (табл.1).

Таблиця 1 - Морфологічна матриця виконання кріплення змінного кулачка

№	Основний кулачок	Змінний кулачок	Спосіб кріплення	матеріал
	1	2	3	4
1	призматичний	призматичний	висувна шпонка	твердий
2	губка цанги	круглий	ексцентриковими втулками	пружний
3	прихват	циліндричний	гвинтом	сипучий
4	інший	ексцентрик	ластівковим пазом	оболонка
5		інший	гвинтами та поперечним пазом	
6			клиновий фіксатор та пружина	
7			гвинтом і гайкою	

Для заповнення елементів морфологічної матриці можна скористатися методом уніфікаційного синтезу [2]. Структура відображає різноманіття варіантів реалізації

затискного патрона, який включає підготовку та подачу енергії, процеси перетворення енергії в переміщення передавально – підсилюючої ланки, зв'язок передавально – підсилюючої ланки з затискними елементами, забезпечення положення заготовки відносно інструмента та збереження цього положення при силовому впливі інструменту на заготовку, створення зусилля затиску заготовки, компенсацію центрострімних сил, а також завантаження і вивантаження заготовки.

Деревовидні графічні структури можуть бути описані у вигляді структурних формул, складених з позначень що визначають, деталізують та ознак альтернативних різних рівнів. Структурну формулу затискного патрона можна представити у вигляді

$$\hat{O}_{CI} = \{ \hat{E}_i^{j1s}; \hat{III} \hat{E}_i^{j2s}; \hat{O} \hat{A}_i^{j3s}; \hat{C} \hat{A}_i^{j4s}; \hat{C} \hat{A}_i^{j5s} \}$$

де i та s – позначення номера варіанта виконання відповідно елемента та сукупності елементів; j та k – відповідно номери груп ієрархічних рівнів у яких розміщені елемент і сукупність елементів ієрархії, 1...5 - номер ієрархічного рівня елемента затискного патрона ; К- корпус; ППЛ – передавально –підсилюючий механізм; УЕ – установочні елементи; ЗЕ1 – основні затискні елементи; ЗЕ2 – додаткові затискні елементи - номер (вид) ієрархічного рівня. В табл.2 наведені варіанти моделі технічної системи «Затискний патрон» стосовно альтернатив кріплення змінного кулачка

Таблиця 2– Варіанти моделі технічної системи «Затискний патрон» стосовно альтернатив кріплення змінного кулачка

№	Морфологічна формула	Структурна формула	Схема конструкції	Характеристика
1	1.1-2.1-3.1-4.1	$3_1^1 1_5^0$		Фіксація за рахунок рухомої висувної шпонки
2	1.1-2.1-3.2-4.1	$3_2^1 2_5^0$		Фіксація ексцентриковими втулками з кільцевими канавками
3	1.1-2.1-3.3-4.1	$3_3^1 3_5^0$		Фіксація гвинтом
4	1.1-2.1-3.4-4.1	$3_4^1 4_6^0$		Ексцентриковою втулкою та напрямними типу ластівкового хвоста
5	1.1-2.1-3.5-4.1	$3_5^1 5_7^0$		Фіксація гвинтами та поперечним пазом А.с №831399

Запропоновано підхід може бути ефективно використаний при синтезі будь – яких затискних патронів.

Література

1. Кузнецов Ю.Н. Теория технических систем: учебник. /Ю.Н. Кузнецов, Ю.К. Новоселов, И.В. Луцив – Севастополь: СевНТУ, 2010. – 242 с., 2011. – 246 с.

2. Васильків В. В., Генік І. С., Скиба О. П.. До питання синтезу конструкції механізмів з робочими затискними пружними гвинтовими елементами // Житомирський державн. Технологічний університет. Зб. наук. праць. Вип. 3. – Житомир, 2006. - С. 171-180.

УДК 621.923

В.М. Лотоцька, А.М. Біткіна.

Технічний коледж Тернопільського національного технічного університету ім. І. Пулюя, Україна

ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ ПРИ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ

V.M. Lototska, A.M. Bitkina

LEGAL REGULATION OF THE INTERNATIONAL TRANSPORT

Перехід світової економіки у фазу постіндустріального розвитку та глобалізація міжнародної торгівлі були б неможливими без розвитку транспорту. Міжрегіональна та внутрішньоконтинентальна торгівля в рамках створених наднаціональних інтеграційних, торгівельних, політичних союзів, зон вільної торгівлі, вимагала подовження транспортних шляхів, скорочення термінів доставки та збільшення кількості перевезень пасажирів і вантажів, створення нової системи транспортної мережі дистрибуції на базі єдиної мережі міжнародних транспортних коридорів, удосконалення системи комбінованих перевезень.

Провадження зовнішньоекономічної діяльності неможливе без здійснення міжнародних перевезень транспортом різних видів. Під міжнародним перевезенням розуміється перевезення вантажів та пасажирів між двома та більше державами, що виконується на умовах, які встановлені укладеними цими державами міжнародними угодами.

Характерною особливістю правового регулювання в цій сфері є те, що основні питання перевезень (як-от: вимоги до перевізної документації, порядок приймання вантажу до перевезення та видачі його в пункті призначення, умови відповідальності перевізника, процедура пред'явлення до перевізника претензій і позовів) вирішуються в міжнародних угодах (транспортних конвенціях), які містять уніфіковані норми, що одноманітно визначають умови міжнародних перевезень. Ці конвенції, на відміну від конвенцій у галузі міжнародної купівлі-продажу, носять імперативний характер. За відсутності уніфікованих матеріально-правових норм звертаються до норм національного законодавства у відповідності з колізійними нормами транспортних конвенцій або національного законодавства.

Особливістю міжнародних перевезень є те, що при відправленні вантажу, як правило, керуються законодавством країни відправлення, а при його видачі в кінцевому пункті – законом країни призначення. Правове регулювання відносин, які виникають із здійснення міжнародних перевезень, має певну специфіку.

Види правового регулювання доцільно виділяти за такими ознаками: кількість сторін договору, предмет договору, напрям операції.

Правове регулювання міжнародних перевезень може бути:

- багатостороннім – міжнародні перевезення погоджуються та регулюються багатосторонніми міжнародними договорами залежно від виду транспорту, яким здійснюється перевезення;

- двостороннім – питання міжнародних перевезень регулюються двосторонніми договорами між двома країнами залежно від виду транспорту, яким здійснюється перевезення;

- одностороннім (національне законодавство) – це національні нормативно-правові акти про міжнародні перевезення, які ґрунтуються на конвенційних нормах або акти, частина норм яких регулює міжнародні перевезення.

В Україні регулювання відносин у сфері діяльності транспорту відноситься до пріоритетних напрямків внутрішньої політики держави, оскільки створення правових стимулів щодо розвитку транспортної системи є одним з основних резервів підвищення добробуту суспільства, його економічного потенціалу відповідно до напрямків розвитку держави, закріплених Конституцією України. Розвиток транспорту та інших засобів комунікації визначає не тільки структуру економічного простору держави, тобто екстенсивний процес економічного росту, але й якісне вдосконалення економіки, тобто процес інтенсивного росту.

Принципи державного регулювання транспортної системи – правила, на основі яких здійснюються взаємовідносини між суб'єктами державного регулювання транспортної системи, причому взаємовідносини мають характер, відповідний до державного режиму. Здійснено класифікацію принципів за такими ознаками:

- системність (загальносистемні, тобто основні правила діяльності системи суб'єктів як державного утворення та специфічні, тобто правила, на основі яких функціонує кожне структурне утворення транспортної системи як певна підсистема);
- функціональна ознака (підсистема кадрів, інформаційного забезпечення, технологій державного управління транспортною системою, оперативно-пошукова та контрольна підсистеми);
- структурні (структурно-цільові, структурно-функціональні, структурно-організаційні, структурно-процесуальні).

Радикальні зміни в економіці України, наявність конкуренції на ринку надання транспортних послуг потребує суттєвих змін у організації управління транспортною системою. Як об'єкт державного управління транспортна система повинна відповідати рівню соціально-економічного розвитку держави, позитивно впливати на національну безпеку, забезпечувати здійснення зовнішньоекономічних зв'язків.

Регулювання у сфері транспортного забезпечення зовнішньоекономічної діяльності в сучасних умовах здійснюється на основі міжнародних договорів, рішень міждержавних економічних конференцій, міжнародних звичаїв та рішень міжнародних організацій. Характерно, що міжнародні організації є одночасно й суб'єктами міжнародних економічних відносин (поряд із фізичними, юридичними особами та державами), і частиною механізму міждержавного регулювання цих відносин.

Основними причинами, що стримують розвиток транспортного забезпечення у сфері зовнішньоекономічної діяльності України, є: невпорядкованість системи державного регулювання щодо контролю на кордоні та справляння зборів; висока вартість послуг, що надаються митними брокерами, контрольними службами й транспортними терміналами; численні бюрократичні перепони при оформленні міжнародних перевезень; брак комплексного, у тому числі інформаційного, обслуговування на шляху здійснення міжнародних перевезень; недостатність, а на окремих напрямках і відсутність комплексу нормативно-правових актів, що регулюють міжнародні перевезення та їх обслуговування.

Діяльність органів державного управління транспортом спрямована, в основному, на здійснення непрямого регулювання транспортної системи шляхом тарифної політики, ціноутворення, координації діяльності різних видів транспорту. Особливості державно-управлінської діяльності обумовлені ступенем розвитку ринкових відносин, станом економіки країни.

Література

1. В. М. Гайворонський, В. П. Жушман Міжнародне приватне право. - Навчальний посібник, Київ. Юрінком Інтер 2007.
2. В. Ф. Опришко Міжнародне економічне право Підручник. — Видання друге, перероблене і доповнене. — К.: КНЕУ, 2003. — 311 с.

УДК 626.21.9

**І.В. Луців, докт. техн. наук, проф., І.Т.Ярема, канд. техн. наук., ст. наук. співр.,
О.О. Стахурський, С.Р. Гречух**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ СИЛОВИХ ФАКТОРІВ ПРИ ОБРОБЦІ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ РІЗАННЯМ

**I.V. Lutsiv, Dr., Prof., I.T. Yarema, Ph.D., Sen. Res., O.O. Stakhurskyi, S.R. Grechukh
ANALYSIS OF MACHINING FORCE FACTORS IN THE PROCESS OF POLYMER
MATERIALS CUTTING**

В порівнянні з металами полімерні матеріали мають малу густину, низькі механічні властивості, невеликі теплостійкість та теплопровідність і тому закономірності процесу різання для них будуть інші. Процес утворення стружки при їх різанні із-за їхньої високої пружності відбувається за рахунок пружних деформацій. Така закономірність процесу стружкоутворення характерна тільки для пластмас. При різанні термопластів (полістирол, поліамід, поліпропілен та ін..) під дією пружних деформацій утворюється суцільна стружка. При різанні реактопластів проходить, як правило, утворення роздробленої стружки.

В процесі різання пластмас на ріжучий клин інструмента діють сили, які прикладені до його передніх і задніх поверхонь. Сили N і F , які діють на передню поверхню, активно беруть участь в процесі стружкоутворення. Сили N_1 і F_1 , які діють на задню поверхню, не беруть участь в процесі стружкоутворення, а виникають як результат пружної реакції матеріалу, що обробляється. Для практичних розрахунків сили, яка діє на ріжучий клин інструмента, представляють у вигляді трьох складових: P_y , P_x і P_z , кожна із яких складається із сил, які прикладені до передньої і задньої поверхонь. Головною складовою, як і при різанні металів, є сила P_z , так як по її величині розраховують потужність електродвигуна верстата та проводять розрахунок на міцність різальних інструментів. P_y – радіальна складова сили, яку використовують для розрахунків пружних деформацій заготовок, P_x – осьова складова сили, яка використовується для розрахунків механізму подачі. Сили P_z , P_y , P_x при різанні пластмас визначають експериментально з допомогою динамометрів.

Малі значення сил – це перша закономірність при різанні пластмас. Друга закономірність полягає в тому, що основну долю сил P_z , P_y , P_x складають сили, які діють на задню поверхню інструментів. Геометричні параметри інструментів мають великий вплив на сили P_z , P_y , P_x . Найбільший вплив має передній кут γ , при збільшенні якого від -20° до $+40^\circ$ зменшується значення сил в 2-4 рази. Глибина і подача при різанні пластмас різних марок по різному впливають на сили різання. При різанні реактопластів збільшення подачі і глибини викликає збільшення сил P_z , P_y , P_x . При обробці термопластів картина дещо інша. При точінні поліметилметакрилату різцем ВК8 із збільшенням подачі сили P_z і P_y збільшуються, а сила P_x зменшується, при точінні вініпласту збільшення подачі приводить до зменшення сил P_y і P_x .

З вищенаведеним врахуванням визначення силових факторів, авторами розроблена технологія виготовлення із блочного поліаміду лабіринтних ущільнень ротора для відцентрових нагнітачів газоперекачувальних агрегатів компресорних станцій магістральних газопроводів фірми «Купер Бессемер» (США), «Нуово Піньоне» (Італія) та інших. Спеціально спроектовані різці та оптимально підібрані режими різання дозволяють виготовити ущільнення з ефективними параметрами профілів гребенів, чистотою поверхонь та високою точністю розмірів.

УДК 621.941

**І.В. Луців, докт. техн. наук, проф., І.Т. Ярема, канд. техн. наук., ст. наук. співр.,
В.В. Чепчур**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ПОРІВНЯЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОБРОБКИ ПОЛІМЕР-КОМПОЗИТНИХ
МАТЕРІАЛІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ БАГАТОЛЕЗОВИХ СИСТЕМ
АДАПТИВНОГО ТИПУ**

I.V. Lutsiv, Dr., Prof., I.T. Yarema, Ph.D., Sen. Res., V.V. Chepchur

**COMPARATIVE EFFICIENCY OF POLIMER AND COMPOSITE MATERIALS
MACHINING USING MULTIEDGE SYSTEMS OF ADAPTIVE TYPE**

Використання полімер-композитних матеріалів в машинобудуванні дає значний економічний і технічний ефект. Значна частина пластмас випускаються промисловістю і вигляді дисків, плит, стержнів, втулок та інших напівфабрикатів, із них велика кількість деталей виготовляється обробкою різанням. У виробничій практиці доведена висока ефективність використання зазначених матеріалів для деталей обладнання магістральних газопроводів. Внаслідок особливостей полімер-композитних матеріалів їх механічна обробка суттєво відрізняється від аналогічної обробки металів. Для отримання якісних і точних по розмірах деталей необхідне не тільки надійне і точне верстатно-інструментальне оснащення, але й оптимально розрахована технологія виготовлення з мінімізацією енергетичних затрат. У зв'язку з цим підвищення ефективності обробки деталей із полімерно-композитних матеріалів можливе зокрема за рахунок вдосконалення багатолезової обробки адаптивного типу [1].

Ефективність технологій виготовлення і обробки деталей залежить від ряду факторів, тому для її оцінки слід в першу чергу розглянути такі найважливіші характеристики як зростання продуктивності обробки, підвищення її точності (зменшення макропохибок), стабілізацію зусиль різання, зменшення шорсткості отриманої поверхні деталей. В результаті наших досліджень сформовані інтегральні показники ефективності технологій виготовлення і обробки деталей з полімерних матеріалів як приклад для обладнання магістральних газопроводів, зокрема у вигляді інтегральних діаграм.

Порівняльний аналіз цих діаграм показує, що при дволезовій обробці деталей магістральних газопроводів із матеріалу капролон В якість виготовлення заготовок, точність обробки і її продуктивність зростають відповідно у 1,5; 2,4; 1,3 рази, стабілізація сил різання відбувається ефективніше у 1,8 рази, а шорсткість отриманої поверхні – зменшується у 1,4 рази порівняно із не адаптивним однолезовим різанням. Аналогічно при дволезовій обробці адаптивного типу фторопласту 4 якість заготовок, точність обробки і її продуктивність зростають відповідно у 1,6; 3,1; 1,4 рази, стабілізація сил різання покращується у 1,7 рази, а шорсткість отриманої поверхні – зменшується у 1,5 рази порівняно із не адаптивним однолезовим різанням. Подібні результати щодо порівняльної ефективності отримані також для випадку використання трилезового різання адаптивного типу.

Наведені інтегральні показники наглядно ілюструють підвищення технічної ефективності обробки деталей із полімер-композитних матеріалів.

Література

1. Технологічне оснащення для високоефективної обробки деталей на токарних верстатах: монографія/ [Кузнецов Ю.М., Луців І.В., Шевченко О.В., Волошин В.Н.]. – К.: – Тернопіль: Терно-граф, 2011. – 692 с.

УДК 678.5.067

**І.В. Луців, докт. техн. наук, проф., І.Т. Ярема, канд. техн. наук., ст. наук. співр.,
Б.А. Воробець**

Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулля, Україна

ВПЛИВ КОНСТРУКЦІЇ ПЛАСТМАСОВИХ ВИРОБІВ НА ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ

**I.V. Lutsiv, Dr., Prof., I.T. Yarema, Ph.D., Sen. Res., B.A. Vorobets
THE EFFECT OF PLASTIC WARES DESIGN CONSTRUCTIONS ON THEIR
OPERATING PROPERTIES**

Працездатність деталей та виробів із полімерних матеріалів залежать від властивостей матеріалу, який використовується, технології їх виготовлення і конструкції. Вдосконаленням конструкції виробу можна підвищити та змінити функціональне призначення та властивості і їх техніко-економічну ефективність.. Відомо, що просте копіювання конструкції металевої деталі при переході на виготовлення її із пластмас не дозволяє отримати бажаний ефект, а в деяких випадках приводить і до негативних результатів. Раціональна заміна одного матеріалу на інший тільки тоді дає позитивний ефект, коли одночасно змінюється конструкція деталі таким чином, щоб максимально могли проявитись позитивні властивості вибраного полімерного матеріалу. В той же час, змінена конструкція повинна перешкоджати прояву негативних властивостей того чи іншого полімерного матеріалу.

Наявність в пластмасах пружних та пружно-пластичних деформацій є в багатьох випадках їх перевагою, а іноді і недоліком. В тих випадках, коли необхідно підвищити жорсткість виробу, використовують відомі прийоми конструювання: передбачаються ребра жорсткості, проектується січення деталі з великим моментом опору, створюються багатошарові конструкції та ін. Використання таких конструктивних засобів дозволяє змінити величину деформації елементів деталі у 2÷2,5 рази. Завдяки хорошим деформаційним властивостям пластмас відбувається рівномірне розподілення навантажень, які до них прикладаються. Так, наприклад, зубчасті колеса із поліаміду ніколи не виходять із ладу через зминання зубів по поверхні контакту, тоді як металеві колеса часто виходять із ладу із-за цього. При проектуванні пластмасових підшипників ковзання важливе значення має правильне конструктивне оформлення вузла. Поскільки полімерні матеріали мають малу теплопровідність, що перешкоджає відведенню тепла із зони тертя через корпус підшипника, то товщина втулки повинна бути мінімальною. Модуль пружності і теплопровідність антифрикційних матеріалів повинні бути максимальними; густина матеріалу – великою, шорсткість робочої поверхні мінімальною.

Конструкція пластмасової деталі суттєво впливає на конструкцію прес-форми для її виготовлення методом лиття під тиском. Від конструкції прес-форми, відповідно, залежить як технологія виготовлення, так і якісні показники виробу в цілому. При проектуванні пластмасових виробів необхідно забезпечувати оптимальні умови протікання розплавленого полімеру у формі для заповнення формуючих порожнин. Вироби повинні мати технологічні ухили та радіуси скруглення для збільшення механічної міцності та зменшення концентрації напружень. Стінки виробу, по можливості, повинні бути рівної товщини без різких переходів; необхідно уникати внутрішніх проточок і виступів. Для запобігання появи внутрішніх залишкових напружень, тріщин і раковин в матеріалі, а також коробленню виробів товщина стінки

не повинна перевищувати 5 мм. Літникові канали потрібно розміщувати таким чином, щоб сліди їх видалення не впливали на точність і міцність деталі.

Рациональний підхід до конструювання виробів із пластмас дозволяє часто із простих, багатотоннажних полімерів і відомої, освоєної технології їхньої переробки, отримувати нові якісні показники виробу. Так, при розробці пластини клапана газомоторного компресора ГМК-8 запропонована така конструкція, яка суттєво вплинула на експлуатаційні властивості як самої деталі, так і роботи вузла в цілому. В пластмасовій пластині для самодіючого клапана діаметром 160 мм чотири окремих металевих кільця замінені двома двохкільцевими пластинами із склонаповненого поліаміду. Концентричні кільця з'єднані між собою трьома перемичками. Поперечний переріз кожного кільця має складний профіль, який забезпечує йому підвищену поперечну жорсткість та покращені газодинамічні характеристики клапана. Пластина із склонаповненого поліаміду на відміну від штатної металевої менше зношує сідло клапана, знижує рівень шуму при його роботі, збільшує термін експлуатації клапана у 2÷3 рази. Лабіринтні ущільнення у відцентрових компресорних машинах запобігають перетокам газу між камерами високого і низького тиску. Ефективність роботи безконтактного лабіринтного ущільнення, насамперед, залежить від його конструкції. Так, для відцентрового нагнітача фірми «Нуово Піньоне» газотурбінного компресора ГТК-25I авторами розроблена нова пластмасо-металева конструкція, яка складається з металевої обойми 1 та пластмасової вставки 2 (рис. 1).

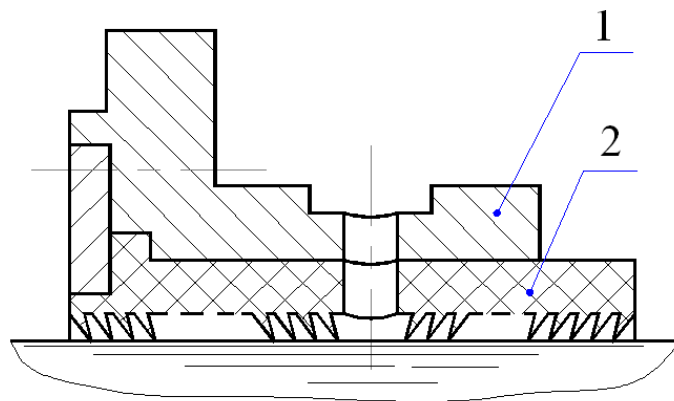


Рис. 1. Конструкція пластмасо-металевого лабіринтного ущільнення відцентрового нагнітача фірми «Нуово Піньоне» ГТК-25I

В якості металевої обойми використовується пошкоджене штатне ущільнення, в якому збережені усі приєднувальні розміри та фіксуючі елементи у яку запресовується пластмасове кільце. Виготовлення лабіринтних гребенів здійснюється механічним способом на токарному верстаті спеціальними профільними різцями. Пластмасова вставка являє собою лабіринтне ущільнення із нахиленими назустріч один одному гребінцями. Довжина робочої ущільнюючої поверхні лабіринтного ущільнення збільшена на 19 мм у порівнянні із штатним, змінені розміри і форма лабіринтних гребенів. Випробування в експлуатаційних умовах компресорних станцій показали, що така конструкція лабіринтного ущільнення працює ефективно і дає можливість суттєво скоротити втрати мастила та перекачаного газу.

УДК 621.941

І.В. Луців докт.техн.наук, проф., О.О. Стахурський, М.П. Регейло

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

МОРФОЛОГІЧНИЙ СИНТЕЗ ВЕРСТАТНО-ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ КІНЕМАТИЧНОГО ДРОБЛЕННЯ СТРУЖКИ

I.V. Lutsiv Dr., Prof., O.O. Stakhurskyi, M.P. Reheilo

MORPHOLOGICAL SYNTHESIS OF MACHINE-TOOL EQUIPMENT FOR KINEMATIC CHIP BREAKING

Розробку нових схем оснащення для кінематичного дроблення стружки із застосуванням зв'язків адаптивного типу між окремими різальними елементами для обробки поверхонь обертання зручно провести за допомогою методу морфологічного синтезу. Для його здійснення диференціюємо морфологічні ознаки оснащення. При цьому будемо виділяти лише найсуттєвіші характеристики, що чинять істотний вплив на процес дроблення стружки. Окрім цього зауважимо, що розглядуваний синтез стосується лише способу обробки поділом подачі, бо саме поділ подачі забезпечує взаємно пов'язані осциляції різальних елементів у процесі функціонування зв'язків адаптивного типу.

Всю множину морфологічних ознак схем дроблення стружки із застосуванням зв'язків адаптивного типу зручно розподілити на 5 груп.

Перша група ознак (*typ*) стосується кількості різальних елементів (лез) (*no*), що беруть долю в обробці та зв'язків між цими різальними елементами (*lk*): без зв'язків адаптивного типу; лише із зв'язками адаптивного типу; коли одне лезо жорстко закріплене, а між іншими мають місце зв'язки адаптивного типу.

Друга група ознак (*kin*) стосується сукупності рухів (*mo*), що їх здійснюють елементи верстатно-інструментального оснащення при подрібненні стружки: рухи відсутні; існує лише рух механізму зв'язків адаптивного типу; рух супорту (інструментального блоку); рух заготовки; рух супорту (інструментального блоку) і заготовки. Реалізація цих рухів може забезпечуватися додатковим приводом (*pr*), що надає системі коливальних (*os*), характер яких може бути за формою синусоїдальним чи у вигляді імпульсів прямокутної, трикутної чи параболічної форми.

Третя група ознак (*sys*) пов'язана із налагодженням технологічної системи (налагодження інструментів (*to*) та установка заготовки (*de*)) на дроблення. Адже налагодження різальних елементів на обробку може бути однаковим, або ж леза можуть бути виставлені на різні глибини різання, з похибкою по висоті, нерівномірно розміщені по колі деталі, а заготовка може бути закріплена з ексцентриситетом, або так, що її поздовжня вісь не співпадає з віссю обертання шпинделя (інструменту), а становить з цією віссю певний кут β .

Четверта група ознак (*cut*) стосується різниці в геометрії самих різальних лез (*an*) (різні головні кути в плані, різні передні кути, різні кути нахилу різальних лез) або ж у загостренні цих чи інших лез (*hr*), які можуть бути однаковими або із різними радіусами при вершині.

П'ята група ознак (*mes*) пов'язана із конструктивними особливостями механізмів із зв'язками адаптивного типу, які можуть включати систему керування (*wc*), а можуть бути і без цієї системи (*uc*). До цих особливостей, зокрема, можна віднести різні характеристики вирівнювальних механізмів, різнокроковість гвинтових пар, різні кути при вершинах клинопальцевих і кульково-конусних механізмів, різні

кількості зубів (діаметри) зубчастих чи фрикційних механізмів, різні діаметри гідро (пнемо) циліндрів чи камер та інші.

Об'єднання цих ознак дозволяє розробити основну морфологічну модель, комбінації елементів якої утворюють множину схем дроблення стружки при багатолезовій обробці із застосуванням зв'язків адаптивного типу. Загальну логічну функцію схем дискретного різання можна представити так:

$$\tau = \text{typ} \wedge \text{kin} \wedge \text{sys} \wedge \text{cut} \wedge \text{mec}. \quad (1)$$

Зв'язки між окремими ознаками в кожній групі не можна записати однозначно. Проте матриця побудована так, що в загальному випадку має місце:

$$\text{typ} = \text{mt} \wedge \text{nb} \wedge \text{lk}; \quad \text{kin} = \text{mo} \wedge \text{pr} \wedge \text{os}; \quad \text{sys} = \text{to} \wedge \text{de}; \quad \text{cut} = \text{an} \wedge \text{hr}; \quad \text{mec} = \text{uc} \wedge \text{wc}.$$

Відповідно загальна формула схем:

$$\tau = (\text{mt} \wedge \text{nb} \wedge \text{lk}) \wedge (\text{mo} \wedge \text{pr} \wedge \text{os}) \wedge (\text{to} \wedge \text{de}) \wedge (\text{an} \wedge \text{hr}) \wedge (\text{uc} \wedge \text{wc}). \quad (2)$$

Можна також записати для окремих груп ознак:

$$\text{– Група typ: } \text{mt} = \bigvee_{i=1}^6 (\text{mt}_i); \quad \text{no} = \bigvee_{j=1}^5 (\text{no}_j); \quad \text{lk} = \bigvee_{k=1}^5 (\text{lk}_k).$$

$$\text{– Група kin: } \text{mo} = \left[\bigvee_{i=1}^6 (\text{mo}_i) \right] \bigvee \left[\bigvee_{r=1}^3 (\text{mo}_2 \wedge \text{mo}_{2+r}) \right]; \quad \text{pr} = \text{pr}_1 \vee \text{pr}_2; \quad \text{os} = \bigvee_{m=1}^5 (\text{os}_m).$$

$$\text{– Група sys: } \text{to} = \left[\bigvee_{n=1}^5 (\text{to}_n) \right] \bigvee \left[\bigvee_{s=1}^2 (\text{to}_2 \wedge \text{to}_{2+s}) \right]; \quad \text{de} = \left[\bigvee_{g=1}^4 (\text{de}_g) \right] \bigvee \left[\bigvee_{p=1}^2 (\text{de}_2 \wedge \text{de}_{2+p}) \right].$$

$$\text{– Група cut: } \text{an} = \left[\bigvee_{i=1}^5 (\text{an}_i) \right] \bigvee \left[\bigvee_{f=1}^3 (\text{an}_2 \wedge \text{an}_{2+f}) \right]; \quad \text{hr} = \left[\bigvee_{e=1}^3 (\text{hr}_e) \right] \bigvee \left[(\text{hr}_2 \wedge \text{hr}_3) \right].$$

$$\text{– Група mec: } \text{uc} = \bigvee_{o=1}^7 (\text{uc}_o); \quad \text{wc} = \bigvee_{v=1}^4 (\text{wc}_v).$$

Аналіз приведених логічних співвідношень дозволяє помітити, що в межах загальної формули деякі сполучення не є дійсними. Тому можна, також, записати логічні обмеження, які слід мати на увазі при побудові схем, наприклад:

$$\text{mt}_2 \wedge \text{no}_1 = \text{mt}_2 \wedge \text{no}_3 = \dots = \text{mt}_2 \wedge \text{no}_5 = \text{false};$$

$$\text{mt}_3 \wedge \text{no}_1 = \text{mt}_3 \wedge \text{no}_2 = \text{mt}_3 \wedge \text{no}_4 = \text{mt}_3 \wedge \text{no}_5 = \text{false};$$

$$\text{lk}_1 \wedge \text{mo}_2 = \text{false}; \quad \text{lk}_2 \wedge \text{mo}_1 = \text{lk}_2 \wedge \text{mo}_3 = \dots = \text{lk}_2 \wedge \text{mo}_5 = \text{false};$$

$$\text{lk}_1 \wedge \text{mo}_1 \wedge \text{pr}_2 = \text{false}; \quad \text{uc}_i \wedge \text{wc}_j = \text{false}; \quad (i = \overline{1, 7}; \quad j = \overline{2, 5}); \quad \text{і т.д.}$$

Варіанти з цими обмеженнями слід вилучити із розгляду.

Таким чином, множину варіантів схем можна представити формулою:

$$\tau_p = [\text{true}(\tau)]. \quad (3)$$

Логічні операції з морфологічною матрицею дають можливість отримати значну кількість реальних схем кінематичного дроблення стружки при застосуванні зв'язків адаптивного типу. З врахуванням багатфункціональності верстатно-інструментального оснащення системний підхід до проектування дозволяє реалізувати раціональну стратегію вибору варіантів оснащення для дроблення стружки при токарній обробці.

УДК 624.074.2

Й.Й. Лучко докт. техн. наук, проф., Я.В. Скопецка

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ КРУГОВИХ ТА КОНЬКОВИХ СКЛЕПІНЬ У ПК ЛІРА

J.J. Luchko Dr., Prof., Y.V. Skopetska

MODELING OF THE RADIAL AND RIDGE VAULTS IN SOFTWARE LIRA

У будівельній практиці досить довго застосовували прості геометричні моделі (паралелепіеди, призми, піраміди, конуси, сфери). Розвиток культури, науки, накопичення практичного досвіду привели до фантастичних досягнень і будівництва найрізноманітніших будівель і споруд промислового і цивільного призначення. Ці здобутки відображаються в архітектурному образі будівель, у використовуваних при будівництві матеріалах, а також у технології їх спорудження.

Згодом простих геометричних форм виявилось недостатньо для нужд архітекторів і будівельників. З'явилася потреба у використанні нових, більш складних математичних моделей, а, отже, і необхідність виявлення взаємозв'язку між параметрами геометричної моделі і параметрами проектованої споруди.

В останні роки з'явилися принципово нові можливості у використанні просторових конструкцій при проектуванні будівель і споруд, завдяки активному впровадженню інформаційних технологій. Сучасні прикладні комп'ютерні пакети (ArchiCAD, AutoCAD, Компас, Ліра, ANSYS та інші) дозволяють легко отримати образ проектованої конструкції на основі наявних примітивів, виконати її розрахунок і навіть отримати проектну документацію.

Існуючі програмні комплекси дозволяють створювати моделі і виконувати розрахунки конструкцій практично будь-якої форми, але при цьому вбудовані функції комплексів орієнтовані, в основному, на використання найпростіших геометричних форм, що ускладнює розв'язання задач геометричного моделювання при проектуванні просторових конструкцій, зокрема куполів, враховуючи їхні конструктивні параметри.

Задачі геометричного моделювання та їх застосування в різних областях розглядаються в роботах А.Ш. Готмана[1], С. Кривошапка[2], В.Г. Рекача[3], та ін.

До найбільш простих поверхонь відносяться поверхні другого порядку: еліпсоїди, однопорожнинні і двопорожнинні гіперболоїди, Параболоїд, гіперболічні параболоїди, конічні поверхні, а також еліптичні, гіперболічні і параболічні циліндри. Всі ці поверхні можуть служити основою для моделювання склепінь прямокутних в плані. Розглянемо деякі принципи геометричного моделювання таких склепінь. При моделюванні оболонок і склепінь у формі циліндричних поверхонь другого порядку направляючі лінії в окремих випадках задаються тими ж рівняннями, що і твірні поверхонь обертання- куполів. Виключення становить найпростіша циліндрична поверхня, що є моделлю конькового зводу. Загальний вигляд рівняння частини циліндричної поверхні, що моделює склепіння, може бути записаний у вигляді

$$r^2 = x^2 + y^2 + f^2(y) - \frac{l_1^2}{2} x^2 - \frac{l_2^2}{2} y^2, \quad -\frac{l_1}{2} \leq x \leq \frac{l_1}{2}, \quad -\frac{l_2}{2} \leq y \leq \frac{l_2}{2} \quad (1)$$

де $f(y)$ - функція, що задає направляючу лінію, $f(0)=H$ - висота склепіння, l_1 і l_2 - поперечні розміри склепіння або оболонки в плані. Для конькового склепіння функція, що задає направляючу лінію, може бути записана в наступному вигляді:

$$f(y) = H - \frac{2H}{l_2} y \quad (2)$$

Підстановка функції (1) в рівняння (2) дає математичну модель конькового склепіння, яке зображено на рис. 1.

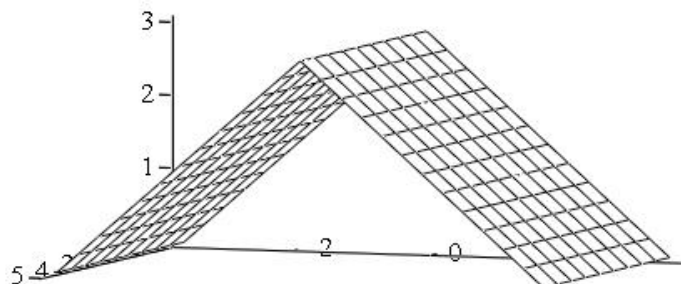


Рис. 1. Конькове склепіння при $H = 3$ м; $l_1 = 5$ м, $l_2 = 7$ м

Для кругового склепіння функція, що задає направляючу лінію, має вигляд:

$$f(y) = H - r + \sqrt{r^2 + y^2} \quad (3)$$

Радіус r дуги кола направляючої лінії може бути виражений через конструктивні параметри склепіння аналогічно тому, як це робилося при моделюванні сферичного купола, за формулою:

$$r = \frac{H^2 + (\frac{l_2}{2})^2}{2H} \quad (4)$$

Підстановка функції $f(y)$, що задається рівністю (3), в рівняння (1) дає математичну модель радіального склепіння, яке наведено на Рис. 2.

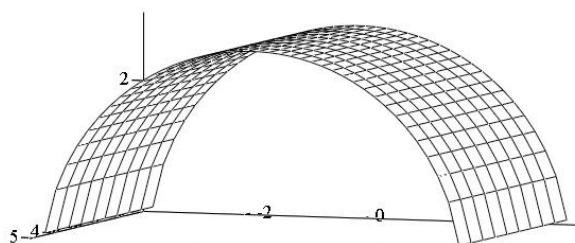


Рис.2. Кругове склепіння при $H = 3$ м; $l_1 = 5$ м, $l_2 = 7$ м

Висновки:

1. Запропоновано спосіб завдання поверхонь, що дозволяє моделювати просторові об'єкти, використовуючи векторно-матричний апарат, і створювати зображення конічних та кругових склепінь, що моделюються безпосередньо на екрані комп'ютера за допомогою прикладних пакетів.

2. Отримано формули, що виражають взаємозв'язок між параметрами математичної моделі склепіння і конструктивними параметрами самої конструкції (висота, розміри в плані).

Література

1. Готман А.Ш. Проектирование хорошо обтекаемых судовых обводов из развертывающихся поверхностей. – Л.: Судостроение, 1974.
2. Кривошапко С.Н., Олодо Эссе Эммануэль. О построении торсовой поверхности с направляющими параболоми произвольного порядка //Исследования по строительной механике пространственных систем: сб.науч. Трудов. – М.: УДН, 1990. – С. 32-37
3. Рекач В.Г., Кривошапко С.Н. Расчет оболочек сложной геометрии: монография. – М.: УДН, 1988. – 176 с.

УДК 624.074.2

Й.Й. Лучко докт. техн. наук, проф., М.Ю. Шишка

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ СКЛЕПІНЬ ТА КУПОЛІВ У ПК ЛІРА

J.J. Luchko Sc.D., Prof., M.Y. Szyszka.

MODELING VAULTS AND DOMES IN THE SOFTWARE LYRA

У будівельній практиці досить довго застосовували прості геометричні моделі (паралелепіеди, призми, піраміди, конуси, сфери). Розвиток культури, науки, накопичення практичного досвіду привели до фантастичних досягнень і будівництва найрізноманітніших будівель і споруд промислового і цивільного призначення. Ці здобутки відображаються в архітектурному образі будівель, у використовуваних при будівництві матеріалах, а також у технології їх спорудження.

Згодом простих геометричних форм виявилось недостатньо для нужд архітекторів і будівельників. З'явилася потреба у використанні нових, більш складних математичних моделей, а, отже, і необхідність виявлення взаємозв'язку між параметрами геометричної моделі і параметрами проектованої споруди.

В останні роки з'явилися принципово нові можливості у використанні просторових конструкцій при проектуванні будівель і споруд, завдяки активному впровадженню інформаційних технологій. Сучасні прикладні комп'ютерні пакети (ArchiCAD, AutoCAD, Компас, Ліра, ANSYS та інші) дозволяють легко отримати образ проектованої конструкції на основі наявних примітивів, виконати її розрахунок і навіть отримати проектну документацію.

Існуючі програмні комплекси дозволяють створювати моделі і виконувати розрахунки конструкцій практично будь-якої форми, але при цьому вбудовані функції комплексів орієнтовані, в основному, на використання найпростіших геометричних форм, що ускладнює розв'язання задач геометричного моделювання при проектуванні просторових конструкцій, зокрема куполів, враховуючи їхні конструктивні параметри.

Задачі геометричного моделювання та їх застосування в різних областях розглядаються в роботах А.Ш. Готмана[1], С. Кривошапка[2], В.Г. Рекача[3], та ін.

При моделюванні куполів круглих в плані поверхнями обертання зручно скористатися параметричним способом їх завдання. З використанням циліндричних координат φ і ρ загальний вигляд рівняння поверхні може бути представлений у вигляді:

$$r = f(\varphi) \cos \varphi, \sin \varphi, f(\varphi) \sqrt{1 - \cos^2 \varphi}, 0 \leq \varphi \leq 2\pi \quad (1)$$

де $f(\varphi)$ - функція, яка задає твірну поверхні склепіння.

З урахуванням поставлених завдань моделювання в подальшому будемо також використовувати такі конструктивні параметри купола: для купола без отворів - H - висота підйому бані, R - радіус основи купола; для купола з купольним отвором (центральною кільцею) - H_1 - висота купола, тобто відстань від основи купола до отвору, R_2 - радіус основи купола і R_1 - радіус отвору (центрального кільця).

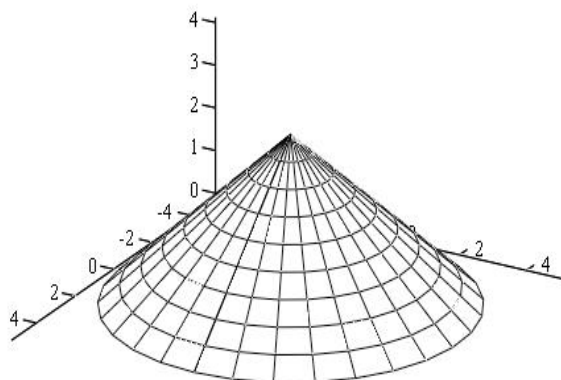
Для конічного купола твірною є пряма лінія. Її рівняння з використанням конструктивних параметрів можна записати у вигляді:

$$f(\rho) = H \left(1 - \frac{\rho}{R}\right), 0 \leq \rho \leq R \quad (2)$$

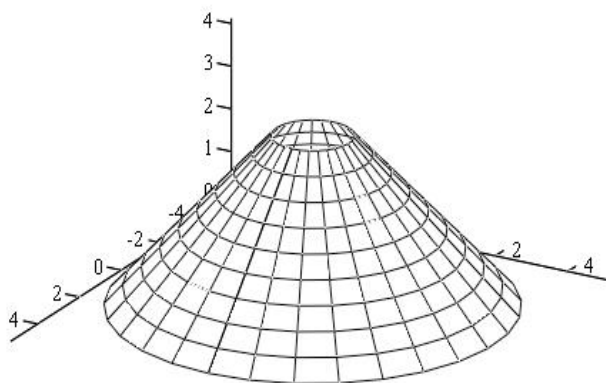
Для купола з центральним отвором рівняння твірної записується рівністю:

$$f(\rho) = \left(\frac{H_1}{R_1 - R_2}\right)(R_1 - \rho), R_1 \leq \rho \leq R_2 \quad (3)$$

Підстановка функцій, заданих рівняннями (2) і (3), в рівність (1) дозволяє отримати математичну модель відповідних куполів, поверхні яких представлені на рис. 1.



а)



б)

Рис. 1. Конічний купол: а - купол без отвору при $R = 5$ м і $H = 4$ м;
б - купол з отвором при $R_1 = 1$ м, $R_2 = 5$ м і $H_1 = 4$ м

Висновки:

1. Запропоновано спосіб завдання поверхонь, що дозволяє моделювати просторові об'єкти, використовуючи векторно-матричний апарат, і створювати зображення конічних куполів, що моделюються безпосередньо на екрані комп'ютера за допомогою прикладних пакетів.

2. Отримано формули, що виражають взаємозв'язок між параметрами математичної моделі купола і конструктивними параметрами самої конструкції (висота, розміри в плані).

Література

1. Готман А.Ш. Проектирование хорошо обтекаемых судовых обводов из развертывающихся поверхностей. – Л.: Судостроение, 1974.

2. Кривошапко С.Н., Олодо Эссе Эммануэль. О построении торсовой поверхности с направляющими параболом произвольного порядка // Исследования по строительной механике пространственных систем: сб. науч. Трудов. – М.: УДН, 1990. – С. 32-37

3. Рекач В.Г., Кривошапко С.Н. Расчет оболочек сложной геометрии: монография. – М.: УДН, 1988. – 176 с.

УДК 631.333

Т.В. Макаров

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Бережанський агротехнічний інститут, Україна

РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ КОНСТРУКТИВНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МАШИНИ ДЛЯ РОЗКИДАННЯ ТВЕРДИХ ОРГАНІЧНИХ ДОБРІВ

T.V. Makarov

THE CALCULATION OF BASIC STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS MACHINES SPREADER SOLID ORGANIC FERTILIZERS

Для визначення технологічних і кінематичних параметрів роботи машини і робочих органів розглянемо умову виконання технологічного процесу подачі і розкидання органічної маси гвинтовим роторним розкидачем.

Швидкість руху транспортера в кузові розкидача для подачі сапропелів на розкидаючі бітери визначають, виходячи з секундної подачі добрив. В свою чергу, маса розкиданих на поле органічних добрив в секунду визначається з залежності:

$$q = V_{tp} \cdot H \cdot L_v \quad (1)$$

де V_{tp} – швидкість переміщення транспортера м/с; H – товщина шару добрив у кузові, м; L_v – довжина шнекового гвинтового бітера розкидача, м.

Норма внесення добрив Q_n (кг/см²) на одиницю площі знаходиться в прямій залежності від секундного розходу і визначається з залежності:

$$Q_n = q / B_n V_m \quad (2)$$

де B_n – ширина смуги розкидання, м; V_m – поступова швидкість агрегату, м/с.

Приймаючи до уваги вираз (1) і підставляючи значення q у формулу (2), отримуємо формулу для визначення норми внесення сапропелів на одиницю площі:

$$Q_n = V_{tp} H L_v / (B_n V_m) \quad (3)$$

b і h – відповідно ширина і висота захоплювача маси гвинтовим бітером, м; V_3 – колова швидкість гвинтового бітера, м/с; H – товщина шару добрив, які подаються транспортером, м; B_{tp} – ширина подаючих транспортером добрив, м; V_{tp} – швидкість транспортера, м/с.

Значення величин H , L , B_n і V , лімітуючи параметрами кузова і для окремих машин, є постійними. Із формули (3) видно, що норма внесення добрив прямо пропорційна поступовій швидкості транспортера V_{tp} і обернено пропорційна швидкості агрегату V_m – тобто її можна регулювати зміною швидкостей V_{tp} і V_m .

При відомих конструктивних параметрах розкидача і заданої норми внесення добрив швидкість транспортера визначають з залежності:

$$V_{tp} = Q_n B_n V_m / (H L_v) \quad (4)$$

Для забезпечення нормальної роботи розкидаючого механізму необхідно, щоб продуктивність гвинтових бітерів була більшою від продуктивності транспортера

$$Q_{\text{біт}} \geq Q_{tp} \text{ або } b \cdot h \cdot v_3 \geq H \cdot B_{tp} \cdot V_{tp} \quad (5)$$

де Q_H – норма внесення добрив, кг/см²; $Q_{\text{біт}}$ – продуктивність бітера, кг/см².

Колова швидкість гвинтового бітера:

$$V_3 = \pi r n / 30 \quad (6)$$

де n – частота обертання гвинтового бітера; r – радіус роторного розкидача, м.

Підставляючи значення V_p в формулу (5), отримуємо співвідношення, звідки мінімальна частота обертання гвинтового бітера:

$$\begin{aligned} b h \pi r / 30 &\geq H B_{tp} V_{tp} \\ n &= 30 H B_{tp} V_{tp} / (b h \pi r) \end{aligned} \quad (7)$$

УДК 621.73.04

О. Є. Марков, докт. техн. наук, проф., А. О. Шарун; М. С. Косілов, К. В. Орлик
Донбаська державна машинобудівна академія, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ КУВАННЯ ПОРОЖНИСТИХ ПОКОВОК ВІДПОВІДАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

О.Е. Markov, Dr., Prof., A. O. Sharun, M. S. Kosilov, K. V. Orlik

THE STUDY OF THE FORGING OF HOLLOW WORKPIECE WITH RESPONSIBLE DESTINATION

З розвитком енергетичного машинобудування все більше уваги приділяється якості одержуваних поковок для днищ, працюючих під високим тиском. Відомі методи отримання днищ не забезпечують проробки структури металу, мають велику кількість переходів, недостатню надійність зварного шва, а також вимагають наявності потужного обладнання.

Огляд способів отримання великогабаритних днищ показав, що найбільш перспективним з точки зору мінімальних затрат і якості одержуваних поковок є спосіб роздачі днищ конічною та сферичною плитами (рис. 1).

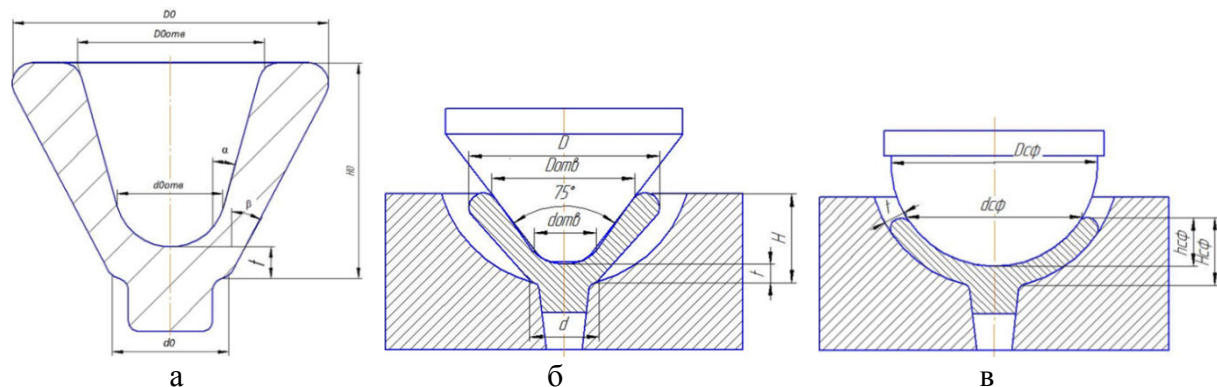


Рисунок 1 - Схема роздачі порожнистої заготовки (а) конічною (б) та сферичною (в) плитами

Проблема отримання сферичних днищ з використанням нового способу полягає у визначенні оптимальної геометрії порожнистої заготовки, яка після осадження сферичною плитою прийме задану форму. Для наближення форми заготовки до форми поковки і можливості бездефектного отримання днищ необхідно використовувати порожнисті конічні злитки. Операція роздачі проходить з нерівномірною деформацією стінки порожнистої заготовки по висоті. Отже, даній операції необхідно піддавати заготовки з початковою різнотовщинністю по висоті.

Для проектування нового технологічного процесу визначаємо вихідні розміри зливка до роздачі конічною плитою завдяки проведеному кількісному порівнянню параметрів напружено-деформованого стану і формозміни для різних видів заготовок. В результаті моделювання в програмі QForm 2D процесу роздачі заготовки сферичною плитою, був отриманий графік залежності впливу відносного зовнішнього діаметра заготовки $D/D_{сф}$ на відносну товщину поковки $S_k/D_{сф}$ (рис. 2). За цим графіком можна визначити розміри заготовки після роздачі конічною плитою. Для попередження утворення складок рекомендується прийняти $d_{отв} / D_{сф} = 0,2$; $d / D_{сф} = 0,25$. Висота заготовки розраховується виходячи з сталості об'ємів $V_{пок} = V_{пр. заг.} = V_{сл}$.

Визначивши розміри проміжної заготовки знаходимо розміри вихідного злитка на основі моделювання у програмі QForm 2D процесу роздачі злитка конічною плитою. Для можливості вилучення стрижня зі злитка необхідно забезпечити кут конусності $\alpha = 15^\circ$. Знаючи необхідний проміжний відносний зовнішній діаметр $D/D_{сф}$ (рис. 2), знаходимо кут β (рис. 3). Аналіз отриманих результатів дозволив встановити рекомендоване значення параметра $D_{отв}/D_{сф}$, який буде гарантувати мінімальну різнотовщиність та виключення утворення складок і затисків на поковці. Рациональний діапазон цього параметра складає 0,6..0,8.

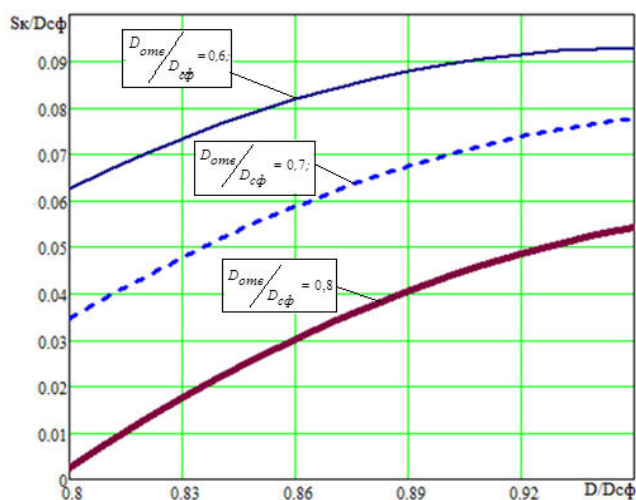


Рисунок 2 – Графік залежності одержуваної відносної кінцевої товщини стінки від відносного зовнішнього діаметра заготовки при різних відносних внутрішніх діаметрах заготовки.

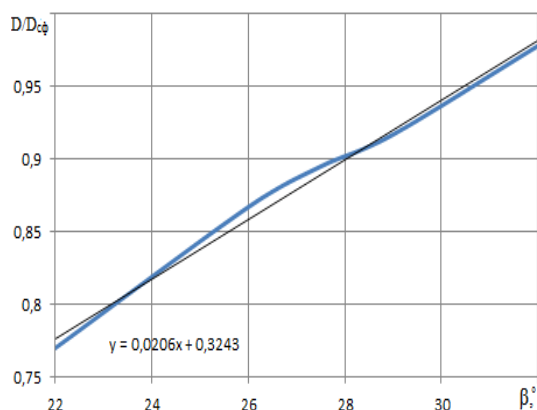


Рисунок 3 – Графік залежності отриманого проміжного зовнішнього діаметра від кута β .

Для уникнення утворення затисків в нижній частині поковки необхідно збільшити жорсткість стінки за рахунок створення сферичного дна злитка. Деформування сферичною та конічною плити з вирізами дозволяють зменшити зусилля деформування в 2 рази, що дає можливість застосовувати менш потужне обладнання.

Висновок

В результаті теоретичного і експериментального моделювання встановлена оптимальна геометрія інструмента і ефективна схема роздачі. Завдяки цій схемі була визначена раціональна геометрія заготовки після роздачі конічною плитою. На підставі якої визначена раціональна геометрія злитка до роздачі конічною плитою. Ці параметри відповідають: $d_{отв}/D_{сф} = 0,2$; $d_0/D_{сф} = 0,25$; $\alpha = 15^\circ$; $\beta = 28^\circ$.

Література

1. Пат. 86882 Україна, МПК В21J 5/00 Спосіб кування крупних днівц / О.Є. Марков, М.О. Маркова.; власник О.Є. Марков – № 09699; заявл. 5.08.2013; опубл. 10.01.2014; Бюл. № 1. – 6 с.:ил.
2. Пат. 79728 Україна, МПК В21J 1/04 Спосіб кування осесиметричних виробів локальним деформуванням / Єфімов М. В., Селютін О. А., Панов В.В., Бугайов С. П., Лобанов О. І, Гунько М. І.; власник Єфімов М. В. – № 13550; заявл. 26.11.2012; опубл. 25.04.2014; Бюл. № 8. – 5 с.:ил.

УДК663.17

О.П. Маруніч

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПРИСТРІЙ ДЛЯ НАВИВАННЯ ПРОФІЛЬНИХ ГВИНТОВИХ ВИВАНТАЖУВАЛЬНИХ ЗАГОТОВОК

О.Р. Marunych

DEVICE FOR STUFFING SCREW PROFILE UNLOADING WORKPIECES

Пристрій для навивання профільних гвинтових вивантажувальних заготовок виконано у вигляді патрона 1, ступінчастої оправки 2 з центральним наскрізним отвором 3, торцева поверхня якої виконана у вигляді гвинтової поверхні 4 з кроком рівним ширині притискного ролика 5. Посередині ступінчастої оправки 2 жорстко закріплено торцевий копір-кулачок 6, з правого торця якого виконана Г-подібна виточка 7, яка відповідає еквідистанті профільної оправки 8. В торцевій частині копір-кулачка 6 виконано осьовий паз 7, який є у взаємодії з зігнутими кінцем Г-подібної смуги 9.

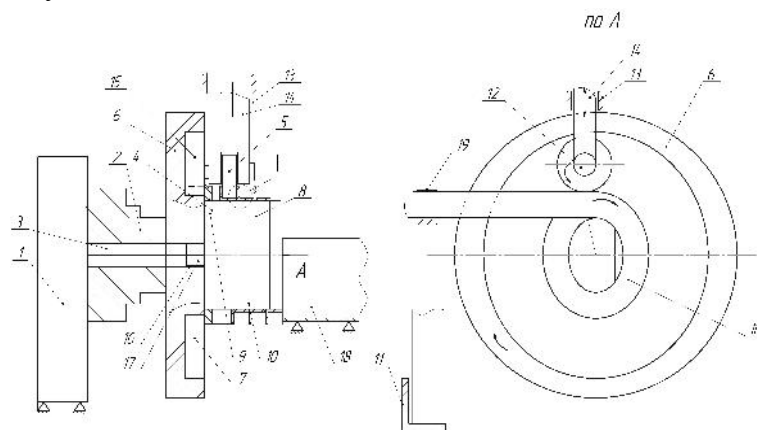


Рис. 1 Пристрій для навивання профільних гвинтових вивантажувальних заготовок

нижньої полицки 11, який встановлено на осі 12 в осьовий паз 13 штока 14. З лівої сторони притискного ролика 5 на цій же осі встановлено копірувальний ролик 15, який зовнішнім діаметром є у взаємодії з внутрішнім діаметром виточки 7, форма якої відповідає еквідистанті профільної оправки 8 з можливістю його осьового переміщення. Ця дія разом з направляючим штоком 14 і з притискним роликком 5 здійснює осьові переміщення при формуванні профільної гвинтової заготовки 10.

У торцевій поверхні більшого ступеня (копіра-кулачка 6) по її центру виконано профільний отвір 16, який є у жорсткій взаємодії з профільною поверхнею 17 меншого діаметра торця профільної оправки 8. Точка прикладання притискного ролика 5 знаходиться з зони деформації стрічкової заготовки на ділянці формування гвинтової заготовки 10 в зоні мінімального радіуса профільної оправки.

У випадку значної довжини заготовки 10 вона розміщується в направляючому жолобі 18, який жорстко кріпиться до рами.

До переваг пристрою належить розширення технологічних можливостей і підвищення продуктивності праці. Використання Г-подібних вивантажувальних заготовок у вивантажувальних механізмах сприяє підвищенню їх жорсткості, експлуатаційної надійності і довговічності.

Параметри (радіуси) профільної оправки 8 виконані розміром меншим, ніж параметри навивної профільної заготовки 10 з врахуванням її відпружинення. Крім цього профільна оправка 8 виконана конусної форми в сторону сходження навивної заготовки під кутом $1...3^\circ$ для зручності її знімання з оправки. Радіальне притискання смуги 9 здійснюється притискним роликком 5 ширина якого є більша ширини

УДК 621.82

Н.М. Марчук, М.І. Клендій

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПАТРОН ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ПАЛЬЦЕВИМИ РІЖУЧИМИ ІНСТРУМЕНТАМИ

N.M. Marchuk, M.I. Klendii

KEMPER DIGITAL PROCESSING PARTS CUTTING TOOLS

Патрон для оброблення деталей пальцевими ріжучими інструментами (рис. 1) виконано у вигляді ступінчастого корпусу 1 з лівої сторони у центральному еліпсному отворі 2 якого жорстко встановлено еліпсну оправку з можливістю осьового і кругового переміщення, яку виконано із двох половинок нижньої 3 і верхньої 4.

Між ними встановлені пружні елементи – пружини 5 з горизонтальним розміщенням між ними з великим кроком. В другому варіанті пружина 5 встановлені

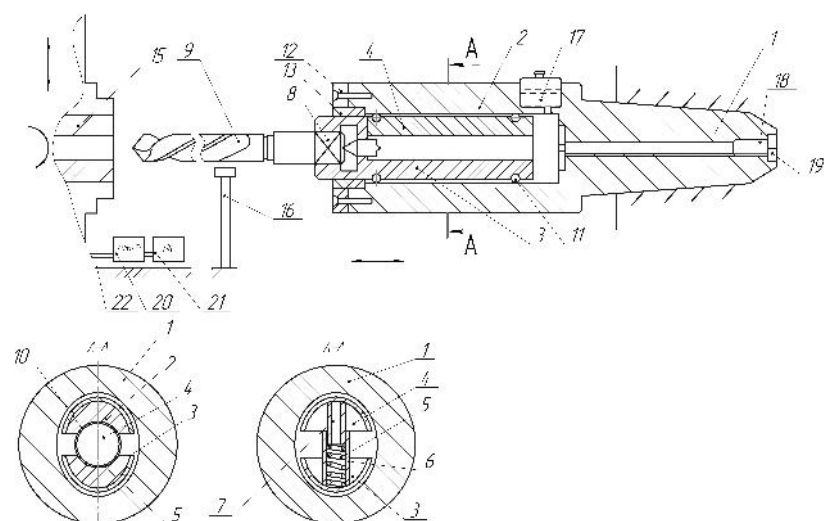


Рис. 1 Патрон для оброблення деталей пальцевими ріжучими інструментами

вертикально в отвори 6 з верхніми центрувальними елементами 7 в кількості 2...4штук в залежності від величини крутного моменту і довжини оправки, яку в зборі мають діаметр рівний меншому діаметрі еліпсної оправки з можливістю кругового провертання. Причому з лівого кінця нижньої половинки 4 виконано глухий квадратний отвір 8, який є у взаємодії з кінцями ріжучого інструменту 9. Верхня частина 4 еліпсної

оправки по довжині є коротшою від нижньої і вони виконані у двох варіантах. Перший між нижньою 3 і верхньою 4 половинками виконано осьовий отвір 10, який є у взаємодії з циліндричною пружною пружиною 5 з великим кроком. Другий варіант фіг.3 пружини 5 встановлені вертикально в отвори 6 нижньої півкруглої половини в кількості 2...4штуки в залежності від довжини оправки і величини крутного моменту. Крім цього половинки розрізаних оправок зцентровані відомими центрувальними елементами 7 і стягнуті пружними елементами 11 відомої конструкції.

Крім цього еліпсний отвір з лівого торця ступінчастого циліндричного корпусу закритий кришкою 12 і еліпсним ущільнення 13, який є у взаємодії з зовнішнім діаметром еліпсної оправки 3 і 4 з можливістю осьового і кругового переміщення. Це забезпечує відповідну фіксацію положення вильоту еліпсної оправки 3 з мітчиком 9, який встановлений в глухий квадратний отвір 8 еліпсної оправки з лівого її кінця. Мітчик 9 служить для виконання відповідних операцій в заготовці 15, яка жорстко закріплена в патроні токарного верстату, він здійснює осьове переміщення, заготовки.

Для обмеження осьового переміщення і включення реверсу в нижній зоні переміщення торця оправки 3 і 4 встановлено упор-перемикач 16 на станині верстату. Крім цього в зону еліпсного отвору 2 залито мастило для зменшення тертя, яке розміщено зверху корпусу 1 в ємкості 17. З правого торця корпусу отвір 18 закритий (заглушений) гвинтом 19. Крім цього на столі верстата встановлені Altivar71 20 і персональний комп'ютер 21 для заміру зусилля і параметрів різання. Використання еліпсного з'єднання оправка еліпсний отвір значно зменшують сили тертя і підвищують точність проведення досліджень.

Роботу патрона розглянемо на прикладі нарізання різі, яка здійснюється наступним чином. Заготовка 15 в центральному отворі якої необхідно нарізати різь, жорстко кріпиться в патроні 22, а мітчик 9 жорстко кріпиться в квадратному отворі оправки 3. Включається верстат і патрон задньою бабкою здійснює рух осьової подачі вліво і здійснює процес нарізання різі. При цьому рух ступінчатого циліндричного корпусу 1 призупиняється, а оправка 3 з мітчиком 9 продовжує нарізання різі до того часу коли оправка з своїм лівим торцем не переключить упор-перемикач 16. Після цього включається реверс і заготовка 15 з патроном 22 обертаються в протилежному напрямку. Після виходу мітчика 9 з отвору заготовки 15 верстат зупиняється і заготовку знімають, а на її місце встановлюють наступну.

До переваг дослідного патрона відносять розширення технологічних можливостей і підвищення чутливості системи і точності замірів процесів нарізання різі.

Оскільки даний пристрій призначений для високоточних операцій то на точність обробки, можуть впливати поздовжні зміщення еліпсної оправки, які виникають при крученні. Величину поздовжніх зміщень можна визначити з відповідної формули [1]

$$z = \frac{M_{кр} \left[(a/2)^2 - (b/2)^2 \right]}{G\pi (a/2)^3 (b/2)^3} xy, \quad (1)$$

де $M_{кр}$ – крутний момент;

a, b – розміри січення еліпсної оправки по осях x і y ;

G – модуль зсуву.

Крутний момент можна виразити через кут ϕ закручування еліпсної оправки

$$M_{кр} = GC\phi, \quad (2)$$

де C – жорсткість еліпсної оправки на кручення.

$$C = \pi \frac{(a/2)^3 (b/2)^3}{(a/2)^2 + (b/2)^2}. \quad (3)$$

Конструктивно забезпечивши жорсткість патрона можна запобігти поздовжньому зміщенню еліпсної оправки, проте з врахуванням перспективи обробки отворів значної довжини необхідно, при проектуванні аналогічних пристроїв, попередньо проводити такого роду розрахунки з метою встановлення можливості забезпечення необхідної точності обробки.

Література

1. Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений. – М.: Высшая школа, 1980. – 342 с.

2. Биргер И. А. и др. Расчет на прочность деталей машин: Справочник/ И.А. Биргер, Б.Ф. Шорр, Г.Б. Иосилевич. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1993. – 640 с.

3. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. - К.: Вища школа, 1993. – 556 с.

УДК 656.862:669.013

А.В. Маслак канд. техн. наук, доц., А.С. Красулин

ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», Украина

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПРОКАТНЫХ ЦЕХОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

A.V. Maslak Ph.D, Assoc. Prof., A.S. Krasulin

TO THE QUESTION OF INCREASING THE EFFICIENCY OF ROLLING MILLS TRANSPORT SERVICE AT METALLURGICAL ENTERPRISES

Необходимость обеспечения конкурентоспособности продукции ставит перед металлургическими предприятиями новую проблему существенного снижения транспортных издержек на основе разработки адаптационных решений по повышению эффективности функционирования промышленного транспорта.

Поставленная задача уже нашла своё отражение в ряде публикаций [1, 2]. Они касаются процесса переработки вагонов внешнего парка в системе сдвоенных операций, а также в транспортно-грузовых комплексах приёма сырья и отгрузки готовой продукции.

Разработанные методы, модели и алгоритмы позволили снизить продолжительность использования вагонов внешнего парка и плату за их использование. Однако, в настоящий момент транспортное обслуживание грузовых комплексов требует новых подходов и разработки новых эффективных энерго- и ресурсосберегающих транспортных технологий.

Работа железнодорожного транспорта в транспортно-грузовых комплексах прокатных цехов (ТГК ПЦ) связана с отгрузкой металлопродукции три раза в сутки вагонов внешнего парка согласно производственной программе цеха, а также подачей и уборкой групп вагонов технологических грузов (отходы металла, мусор), перевозка которых осуществляется по контактному графику.

Цикл оборота вагонов в ТГК ПЦ при отгрузке продукции включает следующие операции:

- расстановку групп порожних вагонов (от 2 до 15 вагонов) по грузовым фронтам цеха;
- собственно погрузку металлопродукции и её документальное оформление;
- уборку гружёных групп вагонов со всех фронтов цеха и выставку их на отправочный путь станции;
- формирование поезда и отправление на заводскую сортировочную станцию комбината.

Анализ эксплуатационных показателей использования локомотивного парка при обслуживании прокатного производства осуществляется по двум группам показателей: временных и мощностных. Для этого были проведены хронометражные наблюдения в течение сменного времени работы локомотива ТГМ 4. Все технологическое время было разделено на группы маневровых работ, характеризующихся определённой функцией. Выполнение каждой функции осуществляется набором холостых (без вагонов) и рабочих (с вагонами) полурейсов вытягивания и осаживания на соответствующие погрузочные фронты и характеризуется максимальным размером перемещаемой группы вагонов.

На основе полученных данных суточное время фактической работы локомотива составило 1257 минут. Учитывая ежедневное техническое обслуживание ТО-1, а также

ТО-2, проводимое 4 - 5 раз в месяц, полезная работа тягового подвижного состава образует 89,08 % фонда рабочего времени. Данный показатель удовлетворяет эффективности использования локомотивного парка при обслуживании прокатного цеха.

Вторая группа эксплуатационных показателей связана с определением мощностных характеристик локомотива при выполнении указанных функций при обслуживании цеха. Проведенные исследования позволили установить, что для локомотива, обслуживающего прокатный цех, характерны три зоны реализации мощности дизельной установкой:

- первая зона (нулевая, первая и вторая позиции контроллера, реализуемая мощность - от 0 до 101 л.с), эксплуатируется на 80 – 85 % рабочего времени локомотива;

- вторая зона (третья позиция контроллера, реализуемая мощность - от 101 до 201 л.с), эксплуатируется на 20 – 15 % рабочего времени локомотива;

- третья зона (с четвертой по восьмую позиции контроллера), в работе тепловоза не эксплуатируется, поскольку в этом нет необходимости, как по массе маневровых подач, так и по уклонам продольного профиля.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют про использование мощности силовой установки тепловоза ТГМ 4 на 11,2 % от номинальной мощности (750 л.с), а сцепного веса на 19,6 % от номинального (80 т).

Выполненный анализ эксплуатационных показателей использования локомотивного парка при обслуживании прокатного производства показывает неэффективное применение тяговых единиц по мощности и по весу, что приводит к значительным транспортным издержкам. Такое положение дел приводит к высоким транспортным издержкам, в составе которых преобладают (до 70 %) затраты на энергоресурсы.

Одним из направлений уменьшения указанных затрат является замена на транспортном обслуживании прокатных цехов мощных тепловозов на более экономичные тяговые средства. Решение этой проблемы связано с необходимостью внедрения в транспортный процесс тяговых средств на базе колёсных тракторов или самоходных шасси на комбинированном ходу [3]. При этом установление тягового усилия и других параметров в соответствии с конкретными эксплуатационными условиями, а также возможность одновременного применения такого тягового средства на железнодорожных и автомобильных перевозках существенно увеличивает эффективность его использования.

Литература

1. Маслак А.В. Проблемы переработки вагонопотоков внешнего парка в системе сдвоенных операций металлургических предприятий / А.В. Маслак // Вісник СНУ ім. В.Далі. – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В.Далі. – 2012. – № 4 (175). – С. 199 - 205.

2. Парунакян В.Э. Моделирование логистической цепи материалодвижения при отгрузке металлопродукции [Текст] / В.Э. Парунакян, А.В. Маслак // Под'ємно-транспортна техніка. – 2008. – № 3. – С. 3-16.

3. Парунакян В.Э. Применение энергосберегающей транспортной технологии для повышения эффективности обслуживания предприятий. / В.Э. Парунакян, А.С. Красулин, В.Я. Агарков, А.Ф. Примак // Металлургическая и горнорудная промышленность: Научно-технический и производственный журнал. – 2010. – №4. – С. 138-140.

УДК663.17

М.Г. Левкович канд. техн. наук, доц., В.І. Матвіїв

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ РАМИ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ МЕТОДОМ СКІНЧЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

M.G. Levkovych Ph.D.; Assoc. Prof., V.I. Mutvyjyv

RESEARCH FRAMES VEHICLES OF FINITE ELEMENT METHOD

На сучасному етапі розвитку народного господарства автомобільний транспорт займає одне з ведучих місць.

Автомобільний транспорт являється найбільш мобільним і універсальним засобом комунікації і займає важливе місце в транспортному комплексі країни, доставляючи 80% всіх вантажів і більше 75% пасажирів. Специфіка автомобільного транспорту, а також переважання екстенсивних форм розвитку зробили автомобільний транспорт великим споживачем ресурсів.

Рама - це основний несучий елемент автомобіля. На неї встановлюють і закріплюють двигун, агрегати шасі, кабіну й кузов автомобіля. Рама сприймає навантаження від маси автомобіля, а також навантаження, що виникають під час руху та дорожньо-транспортній пригоді.

Будь-якій автомобільній рамі властива відмінна риса з точки зору конструкції. Вона полягає в поділі функцій несучих деталей кузова і його панелей, що мають декоративне значення. Декоративні панелі також можуть бути оснащені підсилюючим каркасом. Такий каркас може розташовуватися, наприклад, в районі дверних прорізів, проте в цьому випадку він не бере участі в сприйнятті силових навантажень під час руху автомобіля.

На нерухому раму автомобіля діють статичні навантаження від власної ваги. Під час розрахунків не враховувались навантаження які викликані такими додатковими елементами: крісла для сидіння, бак з бензином, пасажир тощо. Розподіл напруження від власної ваги представлений на (рис.1).

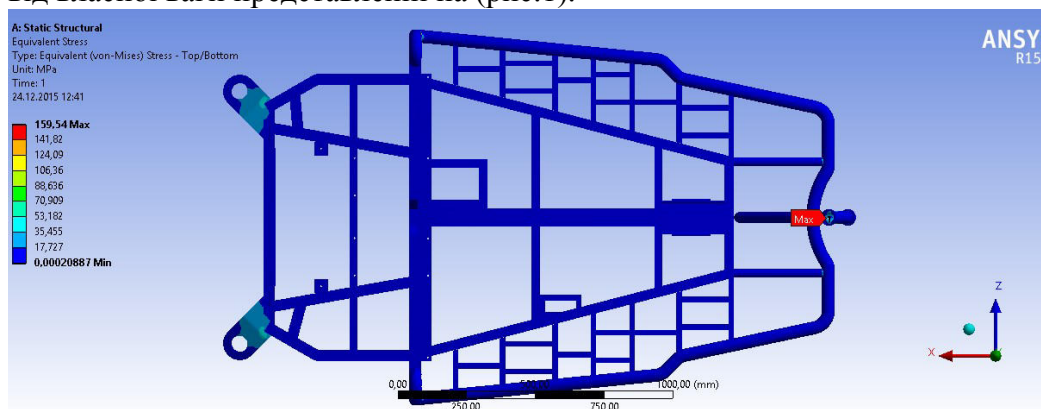


Рис. 1. Розподіл напружень при статичному навантаженні від власної ваги в площині XZ

Аналізуючи розподіл напружень рами транспортного засобу від різних навантажень були визначенні найбільш небезпечні вузли, представленні на (рис. 2), зображенні як елементи 1, 2, та 3, які потребують більш детальний огляд.

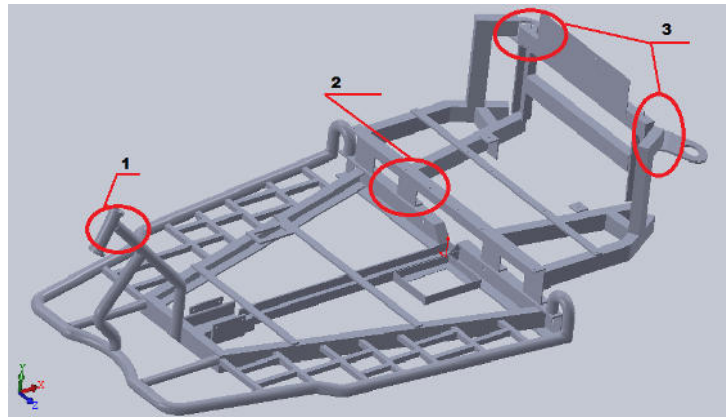


Рис. 2. Найбільш небезпечні вузли ТЗ

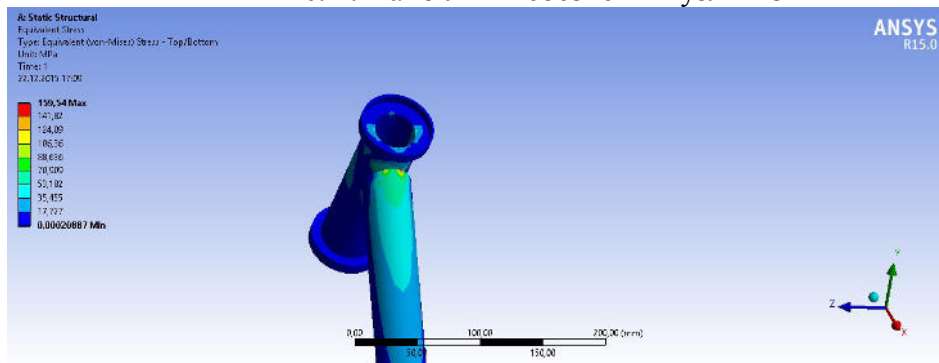


Рис. 3. Небезпечний елемент передньої частини

При заміні навантаження рами на еквіваленті сили ми отримали результат, який показує нам тільки напруження в зоні яку потрібно розглянути детально (рис. 3).

За основу максимального навантаження було взято занос ТЗ з вільним переднім колесом, тормозіння та навантаження від власної ваги та відтворено при більш детальній геометрії цього вузла.

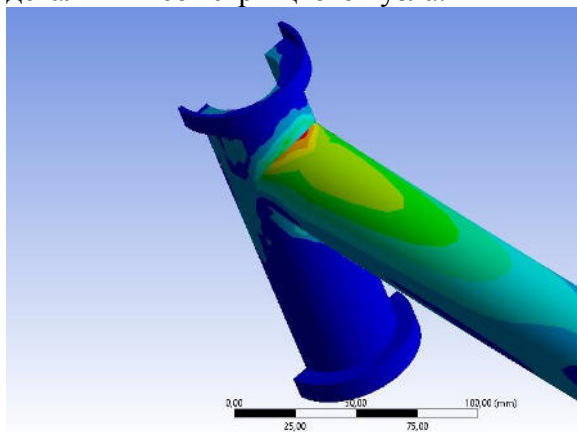


Рис. 4. Розподілення напружень в наслідок власної ваги в небезпечному вузлі конструкції.

Література

1. Лукин П.П. и др. Конструирование и расчет автомобиля: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности “Автомобили и тракторы” / П. П. Лукин, Г. А. Гаспарянц, В.Ф.Родионов.–М. :Машиностроение, 1984.-376 с.

2. Автомобили: Конструкция и элементы расчета: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.К. Вахламов. – М. : Изда тельский центр «Академия», 2006. – 480 с.

УДК 621.923

А.Й. Матвійшин, канд. техн. наук, доц. І.Д. Гуменюк

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ У ВИРОБНИЧІЙ СФЕРІ

A. J. Matvijshyn , Ph.D., Assoc. Prof. I. Humeniuk

TRUCKING IN PRODUCTION

Рівень функціонування транспортної галузі є необхідною умовою спеціалізації і комплексного розвитку народногосподарських комплексів регіонів, причому це сприяє суспільному територіальному поділу праці, формуванню зв'язків між населеними пунктами та всередині їх. Без транспорту неможлива інтеграція України у загальносвітову економічну систему що визначає потребу в модернізації існуючих та будівництва нових транспортних магістралей міждержавного значення.

Вказана галузь забезпечує виробничі і невиробничі потреби матеріального виробництва, також невиробничої сфери та населення в усіх видах перевезень. Транспорт виступає необхідною передумовою функціонування як матеріального виробництва, так і сфери обслуговування. Виробниче значення транспорту визначається об'єктивною необхідністю переміщення вантажів ланцюгами постачань від місць виробництва до місць споживання. Головною задачею транспорту являється своєчасне, якісне і повне задоволення потреб народного господарства у перевезеннях.

Для ефективного рішення поставлених завдань в досліджуваній галузі вантажних перевезень необхідно:

- забезпечити розвиток єдиної транспортної системи країни при її взаємодії з галузями народного господарства, удосконалювати координацію всіх видів транспорту, зменшувати нераціональні перевезення, скорочувати строки доставки вантажів і забезпечувати їх збереження;
- прискорити створення власних, чи впровадження імпортованих сучасної техніки і технологій, підвищити темпи оновлення рухомого складу;
- ширше застосовувати прогресивні методи перевезення вантажів, збільшити об'єм перевезень в контейнерах і в пакетному вигляді;
- розвивати і вдосконалювати централізовані автомобільні перевезення, підвищити ефективність використання автотранспортних засобів, в першу чергу за рахунок широкого використання причепів і напівпричепів, скорочення невиробничих простоїв, порожніх пробігів автомобілів і нераціональних перевезень.

Вантажний транспорт — галузь виробничої інфраструктури. Не виробляючи безпосередньо матеріальної продукції, вантажний транспорт є четвертою галуззю матеріального виробництва після видобувної, переробної промисловості і сільського господарства, причому ні одна з вказаних основних галузей матеріального виробництва не здатна функціонувати без транспортного забезпечення. Очевидно, продукція може реалізувати власні споживчі властивості винятково в разі доставки до кінцевого споживача.

Правильне складання маршрутів забезпечує досягнення найвищого коефіцієнта використання пробігу, отже забезпечує підвищення продуктивності АТЗ і зниження собівартості перевезень при умові, що продукція транспорту не може нагромаджуватись, а ефективність його розвитку залежить від формування вантажопотоків. Внаслідок чого відбувається взаємодія розміщення транспорту й продуктивних сил. Завдяки обслуговуванню різних форм суспільної організації виробництва (спеціалізація, концентрація, кооперування й комбінування) він впливає на підвищення ефективності розміщення виробництва за галузями.

УДК663.17

С.Л. Мельничук, Т.Б. Пиндус

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПІДНІМАЛЬНО-ТРАНСПОРТНИХ ЛЕБІДОК В НАРОДНОМУ ГОСПОДАРСТВІ ДЕРЖАВИ

S.L. Melnychuk, T.B. Pyndus

LIFT-USE AREA TRANSPORTNYH BARRELS IN THE ECONOMY STATES

Сучасний стан розвитку народного господарства України характеризується дальшим підвищенням ролі піднімально-транспортних механізмів у різних галузях народного господарства, який вимагає значного підвищення техніко-економічних показників засобів механізації і автоматизації технологічних процесів і особливо підвищення їх вантажопідйомності та розширення технологічних можливостей.

Існуючі конструкції піднімально-транспортних лебідок (ПТЛ) характеризуються обмеженими функціональними можливостями і не завжди відповідають технологічним вимогам і можливостям, особливо у польових умовах, де відсутні елементи опор, транспортні проїзди та інше.

Галузі народного господарства і операції, де доцільно використовувати ПТЛ з гвинтовими опорами, наступні:

- піднімання, опускання і переміщення вантажів;
- натягування канатів ліній радіо- і електропередач;
- натягування канатів при вирощуванні хмелю і винограду;
- прикладання різних типів проводів, трубопроводів, в земляні та підводні траншеї і на узбережжях рік, озер і морів де останнім часом встановлюють спортивно-розважальні і спортивні комплекси;
- ремонтні та будівельні роботи де відсутні будь-які опори, проїзні шляхи та інше.

Крім цього ПТЛ доцільно використовувати й при добуванні сапропелів. Так, одним із перспективних шляхів підвищення родючості ґрунтів є внесення сапропелів прісноводних озер, найбільша кількість яких знаходиться у Північно-західному регіоні України і налічує сотні мільйонів тон [1].

Тому серед актуальних проблем с.г. виробництва є покращення родючості ґрунтів з застосуванням локального внесення органічних добрив з відповідним обґрунтуванням технології і конструктивно-кінематичних параметрів робочих органів машин для їх реалізації.

На сучасних підприємствах системи ПТЛ органічно пов'язані з технологічним обладнанням, яке забезпечує нормальну безперебійну роботу всього виробництва. Вони є основою комплексної механізації виробничих процесів будь-якого виробництва. Існує багато типів піднімально-транспортних машин, конструкції яких залежать від виду вантажу, місця та умов установаження, ступеня складності.

Режим роботи – це комплексна характеристика механізму, яка враховує характер навантаження та їхню тривалість і він є основою для розрахунку енергосилових параметрів і елементів машин на міцність та опір втомленості. Залежно від режиму роботи механізму визначають навантаження, потужності приводу, розраховують гальма, вибирають запаси міцності для канатів, захватних пристроїв та інші.

Канатний механізм переміщення вантажів, який виконано у вигляді (рис.1).

Методика розрахунку параметрів основних та відповідальних елементів аналогічних конструкцій відома давно.

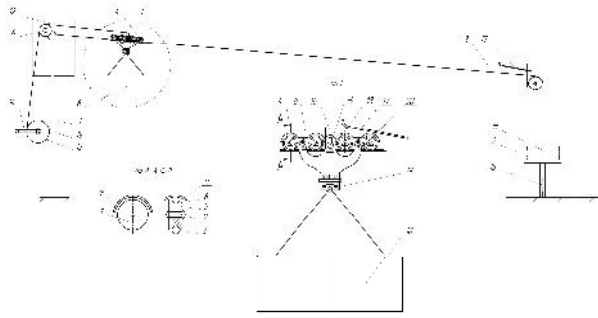


Рис. 1. Загальний вигляд канатного механізму переміщення вантажів

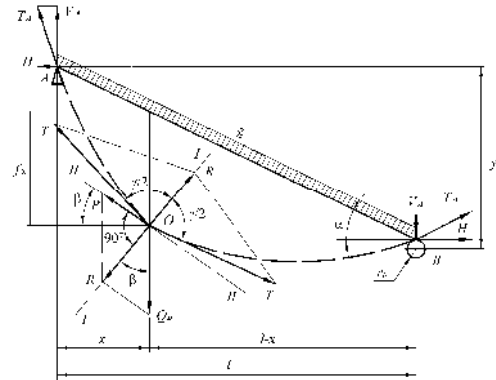


Рис. 2. Схема дії сил на елементи канатної траси

Свій вклад у методологію розрахунку канатних пристроїв внесли і сучасні науковці, проте відповідно до індивідуальних особливостей певних пристроїв вона має свою специфіку. Запропонована конструкція канатного механізму для переміщення вантажів має класичне компонування, тобто його виконано у вигляді двох опор – передньої і задньої, які з'єднані між собою на певній висоті канатом. Причому перша із них має більшу висоту, а друга меншу. Відповідно буде спостерігатися провисання канату під власною вагою, а додаткове провисання забезпечує вага вантажу (рис.2).

На даний час відома методика розрахунку сумарного прогину канатної траси, але у даній конструкції передбачено противагу, яка зменшує провисання канату. Сумарний прогин канату у довільній точці траси рівний [1].

$$f_x = \frac{x(l-x)}{2H} \left(\frac{g}{\cos \alpha} + \frac{2Q_B}{l} \right), \quad (1)$$

де x – відстань від опори до місцезнаходження вантажу; l – відстань між опорами. H – горизонтальна складова натягу каната; g – погонна маса каната; Q_B – маса вантажу.

Кут підйому траси α можна визначити згідно розрахункової схеми

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y - r_p}{l}, \quad (2)$$

де y – різниця висоти між опорами; r_p – радіус натяжного ролика.

Відповідно сумарний прогин траси рівний

$$f_x = \frac{x(l-x)}{2H} \left(\frac{g}{\cos \left[\arctg \left(\frac{y - r_p}{l} \right) \right]} + \frac{2Q_B}{l} \right). \quad (3)$$

Провисання канату спостерігається у вигляді деякої кривої прогину. Відповідно у місці розміщення вантажу масою Q_B ця крива буде ламаною. У місці розламу діє натяг канату T , вектори якого різнонапрямлені і утворюють кут γ між собою. Рівнодіюча натягу рівна тиску вантажу і напрямлена по бісектрисі кута γ в напрямку осі $I-I$. Для рівноваги вантажу до нього необхідно прикласти певне тягове зусилля. Оскільки вантаж розміщується у вагонетці то вона взаємодіє із канатом через відповідні ролики, тобто тягове зусилля напрямлене в напрямку осі $II-II$ перпендикулярно тиску роликів. Якщо не враховувати опір коченню у роликах, то дане тягове зусилля можна розрахувати за відомою формулою [1]

$$P = Q_B \sin \beta, \quad (4)$$

де β – розрахунковий кут підйому вантажу.

Література

1. Дукельский А.И. Подвесные канатные дороги и кабельные краны. - М.: Машиностроение, 1966. - 484 с.

УДК 699.822

В.Є. Млинко

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНІ ПОКРИТТЯ ДЛЯ БЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

V.Y. Mlynko

WATERPROOFING COATINGS FOR CONCRETE CONSTRUCTIONS

Підвищення водонепроникності бетонних конструкцій, які працюють в умовах постійної або наперемінної дії води, на сьогоднішній день є вкрай важливим питанням для будівельників. Водонепроникність бетонних конструкцій, які працюють в умовах постійного зволоження, визначає надійність і довговічність будівельних споруд.

Метою дослідження є встановлення можливості використання шлакомістких цементів з добавками цеоліту для отримання гідроізоляційних матеріалів проникної дії з покращеними експлуатаційними властивостями та підвищеним терміном експлуатації.

Експериментальні дослідження проведено на основі шлакомістких цементів, що склалися з портландцементу марки ПЦ 500, доменного гранульованого шлаку, модифікованих добавками природного цеоліту різного ступеня аморфізації структури, взятих у різних співвідношеннях. Компонентний склад базового шлакомісткого цементу підбирали з використанням двофакторного планування експерименту. В якості змінних факторів було обрано вміст меленого доменного гранульованого шлаку (від 20 до 40%) та добавки меленого цеоліту, що вводили у в'язучу композицію у кількості 5, 10 і 15 % від маси цементу.

Приготування розчинових сумішей здійснювали змішуванням вихідних компонентів у лабораторному змішувачі до отримання гомогенної суміші.

Виходячи з необхідності одержання рухомих сумішей, що легко наносяться на поверхню бетону і мають достатню розтічність, кількість води підбирали за нестандартною методикою так, щоб розплив конуса Віка знаходився в межах 9,5-10 см.

Кінетика набору міцності в'язучої системи досліджена на зразках цементно-піщаного розчину розміром 2x2x2 см, що тверднули в нормальних умовах протягом 1, 2, 3, 7, 14 та 28 діб.

Вивчали водопоглинання в'язучої композиції після твердіння в нормальних умовах протягом 28 діб. Зразки занурювали у воду на 24 години і визначали його водопоглинання за масою по формулі:

$$W_M = 100(m_v - m_c) / m_c,$$

де m_v і m_c – маси водонасиченого та сухого зразків.

Отже, виходячи з результатів досліджень, встановлено можливість використання шлакомістких цементів на основі 70% портландцементу і 30% доменного гранульованого шлаку, модифікованого добавкою 5% природного та випаленого цеоліту у якості базової в'язучої системи для одержання гідроізоляційних матеріалів проникної дії. А також доведено, що введення добавок солей-електролітів сприяє підвищенню міцності покриття при стиску та зниженню його водопоглинання.

Література

1. Ярмоленко Н.Г., Искра Л.И. Справочник по гидроизоляционным материалам для строительства. Киев, «Будівельник», 1972. 180с.
2. Современные гидроизоляционные материалы/ Войтов А.И., Козачук В.Л., Лайкин В.В., Шкуратовский А.А. - Киев: АО «Мастера», 2006. - 192 с.
3. Троян В.В. Добавки для бетонів і розчинів: навчальний посібник. – Ніжин: ТОВ «Видавництво «Аспект-Поліграф», 2010. – 228 с.

УДК 621.867

Я. Моніч

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**КОМПЕНСАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОХИБОК ПРИ ВИКОРИСТАННІ
ПІДНАЛАГОДЖУВАЛЬНИХ СИСТЕМ І ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ ВЕРСТАТІВ З
ЧПК**

Ja. Mnich

**EGUALIZATION OF TECHNOLOGICAL ERRORS AT THE USE OF
SUBADJUSTINGS AND CONTROLS SYSTEMS OF CNC MACHINE-TOOLS**

Підналагодження являє собою одну з форм здійснення розмірних зворотних зв'язків при обробленні на металорізальних верстатах. До підналагоджувальних пристроїв відносяться вимірювальні прилади, які через ланцюг зворотного зв'язку викликають зміну настроювання верстату, коли значення параметру, який регулюється, виходить за допустимі межі або відхиляються від заданого значення. Наприклад, після шліфування на прохід кільця, рухаючись суцільним потоком, вони вступають на позицію вимірювання і контролюються за допомогою електроконтактного приладу. В міру зношування шліфувального круга розміри кілець постійно збільшуються і наближаються до верхньої межі поля допуску. В певний час замикається контакт датчика і по ланцюгу зворотного зв'язку подається команда на підналагодження. Виникаючий в датчику електричний імпульс після підсилення поступає в електромагніт, який керує роботою храпового механізму. Храпове колесо і зв'язаний з ним ходовий гвинт повертаються, і шліфувальна бабка переміщується (по стрілці) на величину підналагоджувального імпульсу. При цьому розміри кілець зменшуються і цикл підналагодження повторюється знову.

На теперішній час при безцентровому шліфуванні кілець підшипників створено пристрої, які містять в собі функції підналагодження. Якщо розмірне спрацювання круга перевищує допустиму величину, то замикається контакт і електричний імпульс, який виникає при цьому, надходить у храповий механізм. Поворот храпового колеса через диференціальну гайку передається на шпиндель. У даній системі вихідним параметром є положення різальної поверхні шліфувального круга.

При нарізанні зубчатих коліс використовуються також під налагоджувальні пристрої, які безпосередньо їх контролюють. Такі системи використовуються на зубофрезерних, зубодовбальних, зубошліфувальних і шліцеоброблювальних верстатах.

Недоліком такої схеми є достатньо довгий кінематичний ланцюг передачі під налагодженого переміщення. Деформації цього ланцюга можуть не привести в рух досить масивну бабку ведучого круга, а при повторних командах перемістити бабку на велику відстань за рахунок накопичення сил пружних деформацій. Тому, в особливо важких верстатах використовують схему, в якій переміщення бабки ведучого круга продовжується до моменту, доки не буде отримано сигналу про виконання команди.

При розробленні засобів активного контролю великих розмірів особливо слід приділяти увагу компенсації різних температурних деформацій контрольованої деталі та вимірювального пристрою. При автоматичному контролі великих розмірів досить часто використовують непрямі методи контролю, так як використання звичайних пристроїв у вигляді двоконтактних, триконтактних скоб пов'язано з величиною конструкції та їх великою вагою, а звідси і значними силовими і температурними деформаціями, компенсація яких є складною технічною задачею. Тому цю похибку неможливо видалити за рахунок внесення змін коригування у настроювання приладу.

УДК 621.82

Т.Д. Навроцька, В.В. Коцюбинський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПРИСТРІЙ ДЛЯ РОЗТОЧУВАННЯ КІЛЬЦЕВИХ КАНАВОК

T.D. Navrotska, V.V. Kotsyubinsky

PRISTRİY GROOVES FOR ROZTOCHUVANNYA KILTSEVIN

Він складається з хвостовика 1, з верхньою конусною частиною, якою він кріпиться до шпинделя верстату. На нижній частині хвостовика з можливістю осьового переміщення, встановлена втулка 2, яка верхнім торцем контактує з пружиною стискування 3. Остання зверху контактує з гайкою і контргайкою 4, які нагвинчені на верхній кінець циліндричної частини втулки 1. На різбову частину оправки 2 нагвинчені дві гайки 5 між якими встановлена втулка 6. В останню вкручені рівномірно по колу 3 пальці 7 (фіг. 2), положення яких в пазах 8 втулки 2 і 9 хвостовика 1 визначає

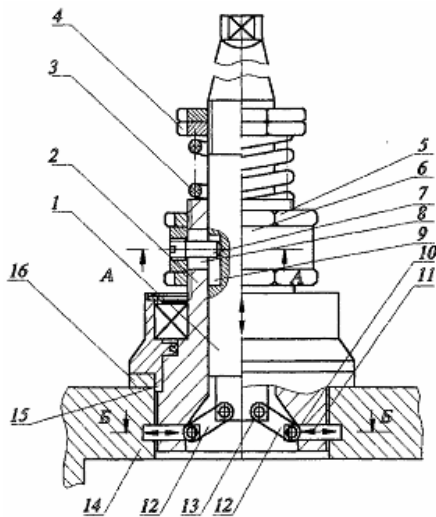


Рис. 1 Пристрій для розточування кільцевих канавок

величину переміщення різців 10, які розміщені в нижній частині втулки 2 в радіальних пазах 11. До неро-бочих кінців різців 10 прикріплені робочі пластини 12 за допомогою пальців 13 з можливістю приєднання до кінця хвостовика 1, який має прямокутну форму, причому товщина стінки, до якої кріпляться робочі пластини, рівна товщині тіла різця, а робочі пластини жорстко кріпляться до різців 10 і нижньої частини хвостовика 1 за допомогою шарнірів 13.

Таке конструктивне виконання механізму відведення різців 10 у вихідне положення після розточування за допомогою робочих пластин 12 і пальців 13 забезпечує надійність виконання технологічного процесу розточування кільцевих канавок в корпусних і інших деталях. Точне центрування оправки відносно отвору корпусу 14 здійснюється центрувальним корпусом пристрою

15, а місце розміщення розточної канавки в корпусі визначається регулювальними шайбами 16.

Глибина розточування регулюється величиною опускання хвостовика 1. Величина ходу останнього регулюється величиною відносного ходу хвостовика 1 і втулки за допомогою гайок 5 і пазами 8 і 9, стружка просипається через зазор між корпусом 14 і нижньою частиною втулки 2. Після закінчення розточування кільцевої канавки хвостовик 1 під дією пружини 3 піднімається вгору, при цьому, він діє на робочі пластини 12, які відводять різці у вихідне положення. Закінчивши технологічний процес розточування пристрій переставляють на другий отвір для розточування. В разі необхідності збільшення або зменшення глибини кільцевої канавки проводиться регулювання розміщення пальців за допомогою гайок 5.

Ширина кільцевої канавки визначається шириною ріжучої кромки різця. До переваг пристрою відноситься підвищення надійності виконання технологічного процесу за рахунок усунення можливих випадків засідання різців в кільцевих канавках корпусів 14.

УДК 629.113.066

В.І. Нацюк, О.Л. Ляшук, докт. техн. наук, доц., Р.Р. Заверуха, Т.Б. Пиндус
Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСЦИЛОГРАМ ЗМОДУЛЬОВАНИХ ТИПОВИХ НЕСПРАВНОСТЕЙ ТА ПОРІВНЯННЯ СПЕКТРІВ СИГНАЛІВ СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ АВТОМОБІЛЯ ГАЗ-3110

V.I.Natsyuk, Y.I. Pyndus Ph.D., R.R. Zaveruha, T.B. Pyndus

STUDY OF TYPICAL FAILURES OF MODULATED OSCILLOGRAMS AND COMPARISON OF GAZ-3110 IGNITION SIGNAL SPECTRUMS

Програма експериментальних досліджень, в межах діагностування системи запалювання, включає в себе стандартні задачі, які притаманні процесам визначення технічного стану довільної системи:

- визначити комплекс діагностичних параметрів системи, які найбільш достовірно її оцінюють і мають найбільшу діагностичну цінність. Таким параметром, для системи запалювання вибрано сигнал зміни напруги в первинному колі;

- визначити закономірності зміни цих параметрів у залежності від різних факторів у процесі функціонування системи, тобто визначити вплив різних типових несправностей системи запалювання на спектральні характеристики сигналу напруги системи запалювання;

- визначити гранично допустимі значення діагностичних параметрів, або створити відповідну базу даних, яка містить описання діагностичних параметрів при різних зовнішніх факторах;

- вибрати або розробити відповідні технічні засоби, які дозволять визначати і контролювати діагностичні параметри

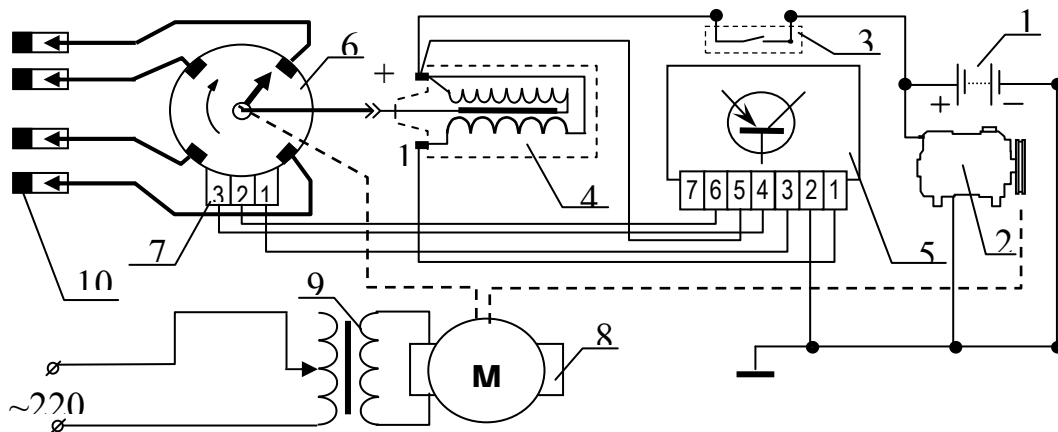


Рис.1. Функціональна схема діючої моделі безконтактної системи запалювання
1 - АКБ, 2 - генератор, 3 - вимикач, 4 - катушка запалювання, 5 - комутатор,
6 - розподільник, 7 - датчик, 8 - електродвигун, 9 - трансформатор, 10 – свічки запалювання.

Для діагностування системи запалювання такого типу необхідно зчитати три сигнали: 1) сигнал зміни напруги первинного кола; 2) керуючий імпульс датчика Хола; 3) імпульс верхньої мертвої точки першого циліндра.

Сигнали напруги первинного кола системи запалювання зчитуються з справного

автомобіля та при моделюванні типових несправностей системи запалювання. Приклади сигналу напруги системи запалювання з деякими несправностями показані на рис. 2.

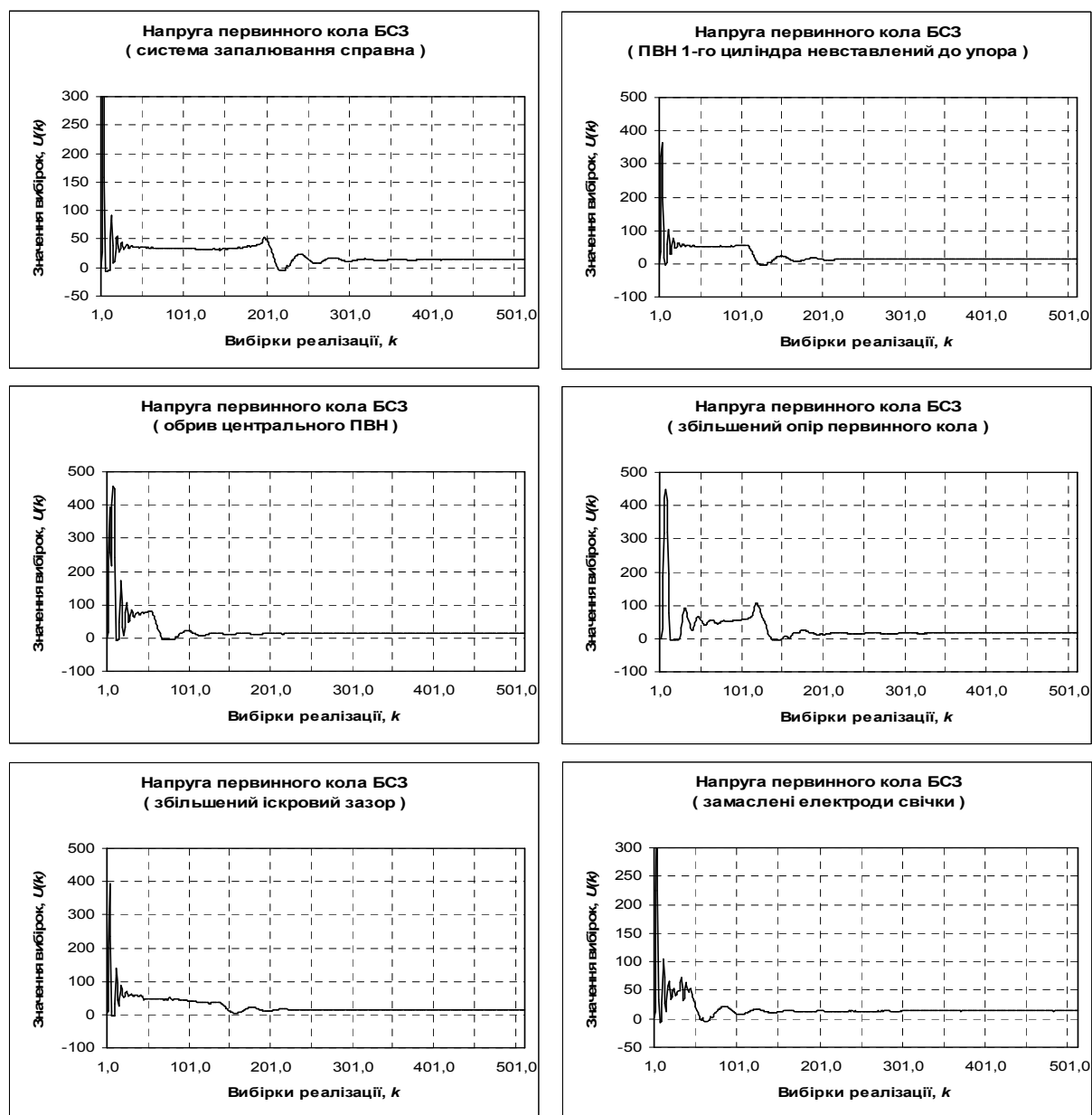


Рис.2. Усереднені значення реалізації сигналу первинного кола безконтактної системи запалювання

Загальний діапазон частот, в якому доцільно розглядати частотні характеристики сигналу напруги системи запалювання при її діагностуванні, визначений експериментально і він знаходиться в межах 5 кГц – 60 кГц .

Література

1. Ламм А.Б. Исследование надежности и разработка методов диагностирования элементов систем зажигания автомобилей: Автореф. дис. .канд.техн.наук: 05.09.03 / Моск. гос. автомоб.-дор. ин-т. – М., 1994. – 20 с.

УДК 621.923

В.С. Антонюк докт. техн. наук, М.О. Недоля

Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Україна

ОЦІНКА НАПРУЖЕНЬ НЕБЕЗПЕЧНОЇ ЗОНИ ЛЕЗОВОГО РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТА

V.S.Antonyuk Dr., M.O. Nezdolya

THE EVALUATION OF STRESSES THE DANGER ZONE OF THE BLADE CUTTING TOOL

Для лезового різального інструменту актуальним є забезпечення його міцності та надійності. Вплив підвищених силових і температурних навантажень часто призводить до «раптових» відмов працездатності інструменту через його руйнування – краху і сколів в процесі різання, особливо при чорновій обробці, переривчастому різанні крихкий стан настає задовго до досягнення граничного зносу.

Крихке руйнування різальної частини твердосплавного інструменту, приводить або до непоправної поломки інструменту, або до великих втрат при переточуванні, що знижує ефективність обробки деталей. Вивчення механізму руйнування, встановлення його закономірностей, створення інженерних методів розрахунку міцності різальної частини інструменту представляє собою актуальну проблему [1, 2].

Метою роботи є розробка методу оцінки напружень небезпечної зони лезового різального інструменту.

Аналіз руйнування різальної частини інструменту, показав, що є чотири зони руйнувань: при вершині різального клину лезового інструменту; в контактній зоні передньої поверхні; на задній поверхні різальної частини інструменту і на ділянці передньої поверхні, що лежить за межами контакту. У кожній з цих зон спостерігається свій характер руйнувань, умови їх виникнення, причини виникнення руйнувань, способи підвищення міцності, наслідки крихких руйнувань [3].

Найбільш небезпечними є руйнування на ділянці, що лежить за межами контакту, так як виникають значні розтягуючі напруження, особливо при переривчастому різанні. Такий вид крихких руйнувань викликає миттєву втрату працездатності і невіправні поломки інструмента, а іноді може призвести до браку оброблюваних деталей [4].

В основу оцінки напружень, що виникають в небезпечній зоні різальної частини лезового інструменту прийнятий метод розрахунків, запропонований. Бетанелі А. І [1].

Цей метод принципово відрізняється від розрахунку напружено-деформованого стану різальної частини інструменту в області, наближеної до вершини, коли неминучий розрахунок числовими методами [2].

В роботі [3] запропоновано перетворення формули Бетанелі А.І, у вигляді:

$$\sigma_1 = \frac{K_z P_z - K_y P_y}{br} \quad (1)$$

де K_z , K_y – коефіцієнти; P_z , P_y – складові сили різання; b – ширина зрізу; r – відстань від вершини до розрахункової точки передньої поверхні.

Коефіцієнти K_z , K_y визначаються за формулами:

$$K_z = 2 \left[\frac{\sin \frac{\beta}{2}}{\beta - \sin \beta} \cos \left(\frac{\beta}{2} + \gamma \right) - \frac{\cos \frac{\beta}{2}}{\beta + \sin \beta} \sin \left(\frac{\beta}{2} + \gamma \right) \right], K_y = 2 \left[\frac{\sin \frac{\beta}{2}}{\beta - \sin \beta} \sin \left(\frac{\beta}{2} + \gamma \right) - \frac{\cos \frac{\beta}{2}}{\beta + \sin \beta} \cos \left(\frac{\beta}{2} + \gamma \right) \right] \quad (2)$$

де β – кут загострення; γ – передній кут.

Як видно коефіцієнти K_z і K_y постійні при заданій геометрії клина.

Наявність коефіцієнтів суттєво спрощує розрахунки, що виникають у небезпечній зоні напружень за формулою 1, при відомих величинах складових сил різання P_z і P_y . Підставити величину горизонтальної складової сили різання – $P_{xy} = \sqrt{P_x^2 + P_y^2}$.

Прирівнявши чисельник перетвореної формули Бетанелі А.І. до нуля, отримуємо умову, при якій на передній поверхні різального клина виникають «нульові» напруження тобто нейтральна лінія збігається з передньою поверхнею:

$$K_z P_z - K_y P_y = 0 \text{ чи } K_z P_z = K_y P_y \text{ звідки } P_y/P_x = K_z/K_y \quad (3)$$

Ця умова виконується по всій передній поверхні за межами контактної зони і не залежить від величин складових сили різання, а залежить тільки від їх співвідношення. Позначивши відношення $\varepsilon_{факт} = P_y/P_z$; $\varepsilon_0 = K_z/K_y$, а отримаємо наступні умови: якщо $\varepsilon_{факт}$ менше ε_0 то в різальному клині існують зони як розтягуючих так і стискаючих напружень, розділених нейтральною лінією; якщо $\varepsilon_{факт}$ дорівнює ε_0 то нейтральна лінія збігається з передньою поверхнею, в іншій частині клину – стискаючі напруження; якщо $\varepsilon_{факт}$ більше ε_0 то в різальному клині виникають тільки стискаючі напруження.

Коефіцієнти K_z , K_y постійні при заданих кутах різального клина.

Оптимальні умови експлуатації різального інструменту за запропонованим критерієм міцності при «нульових» напруженнях на його передній поверхні визначається тим, що: гарантована відсутність розтягуючих напружень в різальному клині при мінімально можливих (для даних умов різання) величинах сили різання; оскільки методи підвищення міцності різальної частини інструменту викликають значне зростання сил різання, то перевищення оптимальної величини геометричних параметрів різального клина викликає небажане підвищення навантажень, а міцність різальної частини інструмента при цьому буде знижуватися.

Запропонований метод визначення параметрів, що забезпечують нульові напруження на передній поверхні, полягає в створенні таких умов різання, при яких

$$\varepsilon_{факт} = \varepsilon_0.$$

Цих умов можна досягти, або максимально наблизитися до них, шляхом: зміни величини переднього і (або) заднього кутів різального клина; при заданих величинах кутів різального клина; округленням різальної кромки або нанесенням фаски з негативним переднім кутом.

Висновки: Запропонована методика розрахунку напруження, що виникають у небезпечній зоні різальної частини лезового інструменту, за критерієм «нульового» рівня напруження на його передній поверхні, на основі перетвореної формули Бетанелі А.І., дала практично близькі результати, що підтвердило можливість її застосування для оцінки напружень у різальному інструменті.

Література

1. Бетанелі А.І. Міцність і надійність різального інструменту [Текст] : наукове видання / А. І. Бетанелі. – Тбілісі : Сабчота Сакартвело, 1973. – 304 с.
2. Остаф'єв В.А. Фізичні основи процесу різання. / В.А.Остаф'єв, В.С. Антонюк, С.П. Вислоух [і ін.] ; під. ред. В.А. Остаф'єва. – Київ: вид. «Вища школа», 1976. - 136 с.
3. Петрусенко Л.А. Розрахунок напружень, що виникають в небезпечній зоні лезв'їної частини різального інструменту / Л.А. Петрусенко, В.С. Антонюк // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»: Машинобудування – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – Вип.77. - С. 131 -140.
4. Ільченко Н.Я. Про особливості напруженого стану різальної частини інструменту при переривчастому різанні / Н.Я. Ільченко, В.В. Ковтуненко, Л.А. Петрусенко // Різання та інструмент. Харків, 1979. - №22. - С.72-77.

УДК 621.941

Н.І. Ногачівський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ПРОТОЧУВАННЯ ЗОВНІШНЬОЇ
КРАЙКИ ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК З ВИГНУТИМ ПРОФІЛЕМ**

N.I. Nogachivskuy

**TECHNOLOGICAL FEATURES OF FOREIGN EDGE CUTTING PIECES OF
CURVED SPIRAL PROFILE**

Гвинтові деталі машин та механізмів мають надзвичайно широке використання у різних галузях народного господарства, а гвинтові заготовки з вигнутим профілем (ГЗВП) є їхнім розповсюдженим різновидом. Їх використовують у якості робочих органів гвинтових транспортерів, змішувачів, подрібнювачів, грануляторів, сепараторів, шнекових транспортерів та гвинтових спусків у будівельній, харчовій, переробній промисловості, порошковій металургії, в сільськогосподарських машинах і механізмах, системах вентиляції та теплообмінних системах (рис. 1).

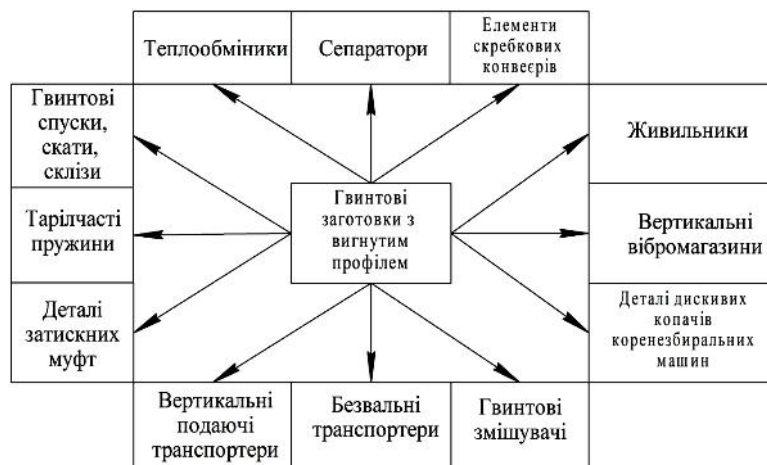


Рис. 1. Сфери практичного використання ГЗВП в конструкціях машин і механізмів

Особливості геометрії гвинтових заготовок (ГЗ) мають значний вплив на динаміку процесу їх проточування, а також на конструкцію необхідних пристроїв та інструментів. Проточування зовнішніх і внутрішніх діаметрів ГЗ можна проводити прохідними різцями як і для звичайних циліндричних поверхонь. Проте цей процес має суттєві відмінності. По перше: ГЗ характеризуються порівняно низькою жорсткістю, а по друге - вони відносяться до перервних поверхонь. Тому процес їх точіння пов'язаний із надзвичайно складними ударними та формотворними процесами, особливо це стосується точіння зовнішньої крайки ГЗВП. Внаслідок цього виникає необхідність у побудові математичної моделі, яка б показувала характер зміни навантажень при точінні на систему: верстат – ГЗВП – оправа - різець. Загальну оцінку динамічного характеру проявлення навантаження можна одержати на основі введення коефіцієнта динамічності k_d , як відношення величини деформації системи при динамічній і статичній дії. Дослідженню навантажень на систему верстата - різець, як інструмент обробки, присвячено ряд праць, тоді як характер навантаження на систему

(ГЗВП) - оправу та особливості проточування поверхонь із змінною глибиною різання потребують подальшого вивчення та аналізу [1].

Проточування перервних поверхонь ГЗВП відноситься до перехідних динамічних процесів. Вирішення задачі щодо виявлення дійсних навантажень на ГЗВП, оправу, різець та конструктивні елементи верстата під час перехідного процесу з врахуванням коливань являє собою одну із важливих проблем теорії розрахунку вказаних елементів. Дослідження деталей динамічної системи шляхом виділення їх із ланцюга не може дати достатньо точного уявлення про дійсні напруження в складових частинах системи ГЗВП – оправу - різець. Тому розрахунок системи взаємозв'язаних деталей потрібно проводити з врахуванням пружності їх зв'язків, а отже і коливального руху всіх її елементів [2].

Схема проточування ГЗВП представлена на рис. 2. Особливістю цієї схеми є те, що діаметр витків після формування є змінний вздовж вісі оправу, а сама поверхня ГЗВП має кінчну форму з кутом α . Після проточування одержують ГЗВП циліндричної форми.

Значення моментів сил пружності для даної системи, можуть бути знайдені при вирішенні диференціальних рівнянь руху – рівнянь динаміки, які описують перехідні процеси в системі верстат – ГЗВП – оправу – різець.

Якщо розглядати реальний процес проточування зі всіма складовими, прийшлося би створювати складну систему диференціальних рівнянь, яку б не тільки було важко вирішити, але й проаналізувати. Тому, щоб визначити основний характер проточування ГЗВП, відкидаємо другорядні фактори і приходимо до деякої ідеалізації системи.

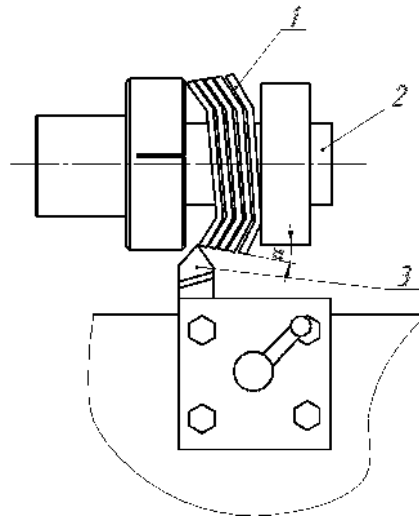


Рис. 2. Схема проточування зовнішньої крайки ГЗВП: 1 – ГЗ; 2 – оправу; 3 – різець

Література

1. П.Бочвар А.А. О разных механизмах пластичности в металлических сплавах / П.Бочвар А.А. // Изв. АН СССР. - 1948. - №5. - С. 649 - 653.
2. Гупка А. Б. Технологічні основи формоутворення спеціальних профільних гвинтових заготовок / О. Л. Ляшук, А. Г. Палух, А. Б. Гупка // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки. – Житомир, 2015. – Вип. 1 (70). - С. 27-31.

УДК 629.113.066

О.О. Огірок, Ю.І. Пиндус, канд. техн. наук, доц., І.Б. Гевко, канд. техн. наук,
доц., Р.Р. Заверуха

Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧИХ ТА МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАРТЕРА СТ142Б АВТОМОБІЛЯ КамАЗ-5410

О.О. Ohirok; Y.I. Pyndus, Ph.D., I.B. Gevko, Ph.D., R.R. Zaveruha

STUDY OF KamAZ-5410 STARTER ST42B OPERATING AND MECHANICAL PARAMETERS

Найбільші труднощі має запуск двигуна при низьких температурах внаслідок підвищення в'язкості масла та пального, зниження його випаровування. Погіршення умов для запалювання та горіння паливно-повітряної суміші, а також характеристик системи запалювання зумовлено спадом напруги акумуляторної батареї під час її роботи в стартерному режимі. Потужність двигуна стартера визначається необхідним обертовим моментом (залежить від літражу й конструкції двигуна, кількості циліндрів, ступеня стискання, в'язкості масла та частоти обертання) і мінімальною частотою обертання.

Якості стартерних електродвигунів постійного струму залежать від способу збудження й оцінюються за робочими (швидкісними, моментними, потужними) та механічними характеристиками.

В електродвигунах із паралельним збудженням обмотка збудження підімкнута паралельно з обмоткою якоря до джерела живлення U (рис. 1, а). Особливістю цього електродвигуна є те, що струм збудження I_z не залежить від струму якоря I_a , тобто від навантаження на валу.

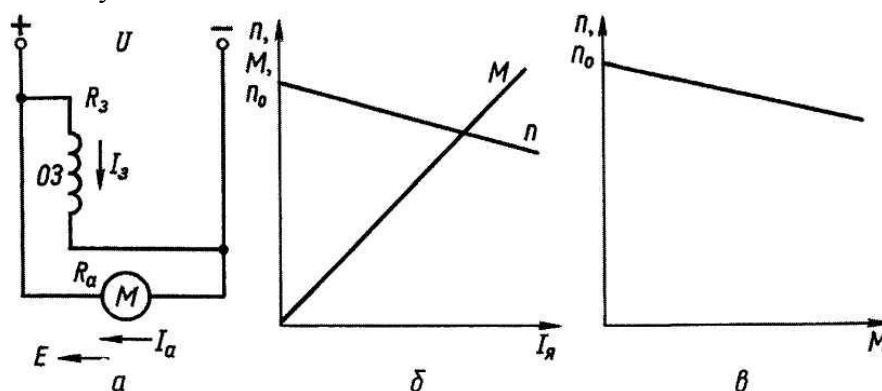


Рис. 1. Схема електродвигуна з паралельним збудженням (а) і його електромеханічна (б) та механічна (в) характеристики

Електромеханічна характеристика електродвигунів із паралельним збудженням наведена на рис. 1, б, а механічна характеристика – на рис. 1, в., вони мають лінійний характер. Величина n_0 називається частотою обертання ідеального холостого ходу, при $M = 0$.

Якщо обмотка якоря електродвигуна і обмотка збудження підімкнуті до різних джерел живлення, то його називають двигуном із незалежним збудженням. Його електричні та механічні характеристики аналогічні характеристикам двигуна з паралельним збудженням, оскільки у нього струм збудження I_z не залежить від струму якоря I_a .

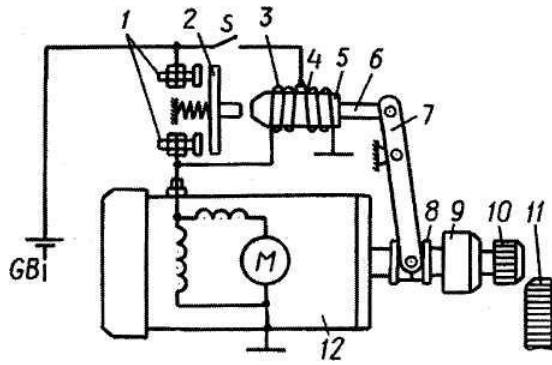


Рис. 2. Схема керування електростартером СТ 142Б:

1 – силові контакти; 2 – рухомий контактний диск; 3, 4 – втягувальна та утримувальна обмотки тягового реле відповідно; 5 – якор тягового реле; 6 – шток; 7 – важіль приводу; 8 – повідкова муфта; 9 – муфта вільного ходу; 10 – шестірня приводу; 11 – зубчастий вінець маховика; 12 – електродвигун

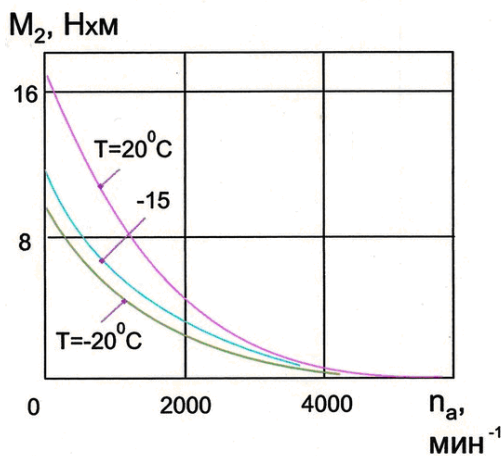


Рис.4. Характеристики електродвигуна стартера СТ 142Б при різних температурах (механічні характеристики)

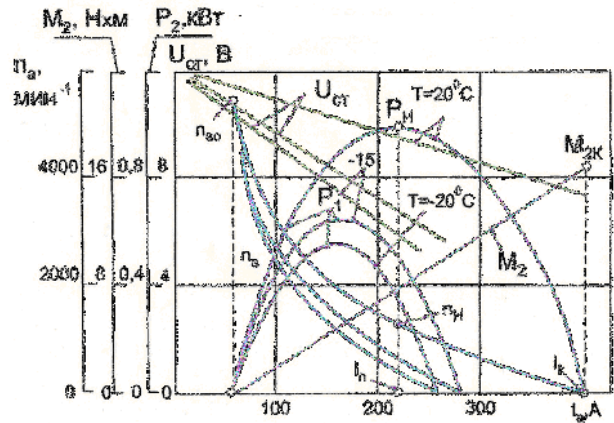


Рис.3. Характеристика електродвигуна стартера СТ 142Б при різних температурах (робочі характеристики)

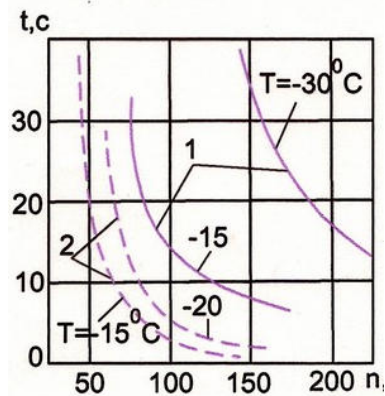


Рис.5. Пускова характеристика ДВЗ з використанням стартера СТ142Б

1 – без засобів полегшення пуску
2 – з електрофакельним пристроєм

Література

1. Технические условия на капитальный ремонт автомобилей КамАЗ-5410 // М.: Транспорт 1977. - 520с.

УДК 621.22+62-5

М.М. Огієнко, канд. техн. наук, доц., І.О. Дмитрієнко,
МТУ «Миколаївська Політехніка»

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ГРАВІТАЦІЙНОГО ВОДОПІДЙОМУ В МОРСЬКИХ ПОРТАХ

N.N. Ogiyenko, Ph.D., Assoc. Prof., I. O. Dmitriyenko

USING OF TECHNOLOGY GRAVITATIONAL WATER LIFTING IN SEAPORTS

Питання енергоефективності та енергозбереження є одними з найважливіших завдань, які повинні вирішуватися підприємствами будь-якої форми власності, причому дуже гостро ця проблема стоїть для портових комплексів України. Для енергозабезпечення портових зон в залежності від місцевих умов використовують різні схеми насосно-силового обладнання, які вимагають для своєї роботи коштовних ліній передачі електроенергії або палива для двигунів внутрішнього згорання, вітрової чи сонячної енергії (котрі також необхідно перетворювати в електроенергію). Всі перелічені схеми для своєї реалізації вимагають значних витрат і є енергоємними. Тому зниження енерговитрат при експлуатації систем водопостачання та одержання дешевої енергії для забезпечення безперервної роботи технологічного портового обладнання є надзвичайно актуальним аспектом роботи морських підприємств.

Проведений огляд літературних джерел та патентно-інформаційних матеріалів щодо застосування систем та обладнання для водопостачання показав, що існуючі технічні рішення для підймання води, як правило, мають низькі коефіцієнти корисної дії (ККД) і при експлуатації потребують значних енерговитрат [1,2]. Тому для вирішення проблеми енергозабезпечення і водопостачання портових комплексів пропонується впровадження інноваційної технології гравітаційного водопідйому (ТГВ) на основі використання типової гравітаційної енергетичної установки (ГЕУ), яку можна застосувати як альтернативне джерело електроенергії [1].

По результатам проведених досліджень на експериментальній установці «Система гравітаційного водопідйомника» з застосуванням інноваційної ТГВ виконана конструктивна розробка ГЕУ, в склад якої (рис. 1) входять: базові ємності O_1 і O_2 для стиску атмосферного повітря за допомогою води з джерела живлення (компресор); транзитні ємності $1_T, 2_T, 3_T, \dots, n_T$; магістраль стисненого повітря атмосфери Землі – М; напірні трубопроводи – Т; крани для води і повітря – K_1, \dots, K_n ; K_{01} і K_{02} ; крани зливу K_{C1} і K_{C2} ; K_{H1} і K_{H2} ; клапани герметизації і розгерметизації – В; гравітаційна башта – 1; водопровід до турбіни – 2; турбіна – 3; генератор – 4; блок автобаластного навантаження – 5; блок автоматичного регулювання – 6; вивід електроенергії до споживачів – 7; джерело живлення ИП, яке створює гравітаційний стовп води з необхідним перепадом, з оголовком – 8; робочий накопичувач води – РН.

При використанні інноваційної ТГВ на ГЕУ всі технологічні операції виконуються в наступній послідовності: спочатку через кран K_{mp} заповнюють водою транзитну ємність 1_T і герметизують її за допомогою клапана В.

Одночасно з цим базову ємність (наприклад O_1) також герметизують і заповнюють водою через кран K_{H1} , створюючи при цьому в ній тиск атмосферного (стиснутого) повітря $P_A = P_{амм} + \gamma h$, де γ - питома об'ємна вага води, а h – висота стовпа води наявного тиску $H_{расп}$ в джерелі живлення ИП. Далі, через кран K_{01} стиснуте повітря з ємності O_1 спрямовують в магістраль М і через клапан K_{01} в транзитну ємність 1_T , з якої воду

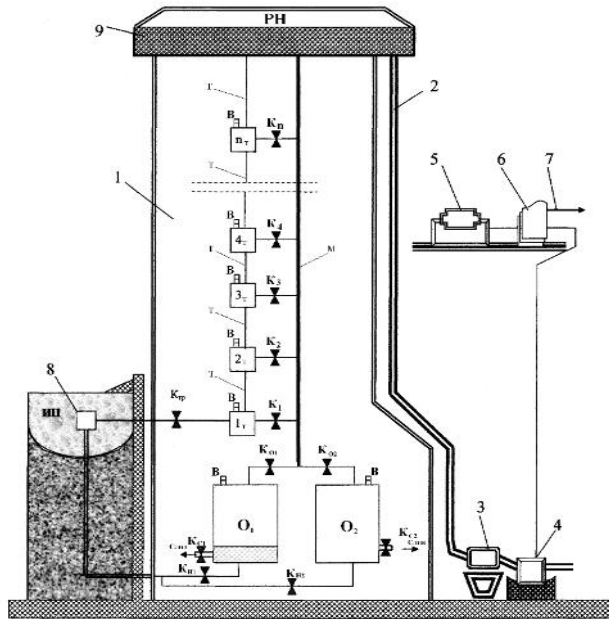


Рис. 1. Гравітаційна енергетична установка (ГЕУ)

витискують стиснутим повітрям по трубопроводу Т в транзитну ємність 2т і заповнюють її, після чого виконують повторення циклу витіснення води для транзитної ємності 2т, т.ч. після її заповнення водою вона також герметизується за допомогою клапана В. Процес заповнення водою і витіснення її з наступних по рахунку транзитних ємностей відбувається аналогічно, при цьому кожна транзитна ємність ГЕУ, починаючи з 2-ї, забезпечує на конкретному своєму рівні підйом води на величину напору $H = \gamma h$, при цьому забезпечення постійної і безперервної подачі стиснутого повітря в магістраль М для водопідйому передбачає послідовне і синхронне включення двох базових ємностей O_1 і O_2 , а також двох перших транзитних ємностей.

При використанні інноваційної ТГВ вихідна потужність ГЕУ буде визначатись наступною залежністю від витрати води Q при врахуванні її сумарного ККД = 0,85:

$$N_{ГЕУ} = 8,3 \cdot Q \cdot H \cdot n, \text{ КВт} \quad (1)$$

Підставляючи в (1) максимальні значення параметрів: $Q = 0,6 \text{ м}^3/\text{с}$, $H = 12 \text{ м}$, $n = 5$ (кількість рівнів між транзитними ємностями прийнята з урахуванням економічної, конструктивної і операційної доцільностей створюваної ГЕУ з оптимальною висотою підйому води в РН до $H = 60 \text{ м}$), одержуємо $N_{ГЕУ} = 300 \text{ КВт}$.

Розглянута вище послідовність операцій при виконанні інноваційної ТГВ на ГЕУ та розрахункове максимальне значення вихідної потужності дозволяють зробити висновок про повну можливість конструктивного і технологічного її виконання для виробництва електроенергії на підприємствах морегосподарського комплексу.

Висновки. 1. Застосування ТГВ на ГЕУ для виробництва електроенергії не вимагає створення спеціальних дамб в прибережних районах плавання.

2. Впровадження в морських портах додаткових місцевих ГЕУ дозволить забезпечити автономною електроенергією широке коло споживачів та значно підвищити безпеку мореплавства в акваторіях портів. 3. Вказані переваги і можливості ГЕУ дозволять суттєво покращити рівень природної екологічної чистоти навколишнього середовища.

Література

1. Шкатов А.С. Гравитационный напор жидкости – альтернатива традиционным источникам энергии. Motrol, motoryzacia and energetika rolnicwa/ Motorization and power industry in agriculture / А.С. Шкатов, С.И. Пастушенко, Е.А. Горбенко, Н.Н. Огиенко. - Lublin, 2007. – Т. 9А.

2. А.с. 1276772 СССР. МКИ E03, B1/02, 7/04. Система водоснабжения зданий / Н.Н.Чистяков, А.С.Вербицкий, А.Л. Ликмунд (СССР). – № 3952158/29-33; заявл. 24.06.1985; опубл. 15.12.1986, бюл. № 46.

УДК 693.5

Л.Я. Олійник

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

КОЕФІЦІЄНТ КОНСТРУКТИВНОЇ ЯКОСТІ ЯК ПОКАЗНИК ЕКСПРЕС-ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ БЕТОНУ

L.Y. Oliinyk

STRUCTURAL QUALITY FACTOR AS AN INDICATOR OF THE EXPRESS- EVALUATION OF CONCRETE EFFECTIVENESS

При проектуванні монолітних конструкцій важливим питанням є ефективність бетону. Для визначення цієї характеристики матеріалу проводиться експрес-оцінка ефективності на стадії проектування бетону (при виборі цементу, добавок та складу бетону). Експрес-оцінка ефективності бетону передбачає використання показників, що приводять до «загального знаменника» основні складові ефективності бетону монолітних конструкцій.

При цьому під ефективністю бетону розуміють поєднання наступних його характеристик [1-3]:

- 1) реологічні властивості бетонної суміші та їх збереженість в часі;
- 2) експлуатаційні властивості бетону (міцність, пружність, проникність);
- 3) довговічність (збереження експлуатаційних властивостей бетону в часі).

Наведені складові ефективності бетону взаємопов'язані. Для прикладу, підвищення міцності бетону, як правило, супроводжується зниженням його проникності і підвищенням морозостійкості. З одного боку, це дозволяє зменшити переріз монолітної конструкції, але підвищення вмісту цементу призводить до погіршення деформативних властивостей бетону та підвищення температури його саморозігріву. Все це, в свою чергу, зумовлює збільшення ширини і глибини розкриття тріщин внаслідок власних термічних напружень бетону і призводить до зниження довговічності залізобетонної конструкції [4].

Дослідження [5] показують, що підвищення рухомості бетонних сумішей дозволяє отримати більш досконалу структуру бетону, що зумовлює підвищення його міцності, щільності і довговічності. В той же час бетони з високорухомих бетонних сумішей характеризуються підвищеними усадочними деформаціями і, відповідно, підвищеним тріщиноутворенням при висиханні [6].

Сучасні підходи [4-6] до оцінки ефективності матеріалу рекомендують застосовувати комплексні показники, зокрема коефіцієнт конструктивної якості (ККЯ). Величина цього коефіцієнта визначається діленням межі міцності при стисненні R_{cm} на відносну щільність матеріалу відносно води d :

$$ККЯ = \frac{R_{cm}}{d} \quad (1)$$

Основними факторами, що визначають власний термонапружений стан бетону монолітних конструкцій є питоме тепловиділення цементу та його вміст в складі бетону. Питоме тепловиділення цементу та його вміст в складі бетону прямо пов'язані з ККЯ. Так, збільшення ККЯ бетону з одного боку передбачає використання цементів вищих марок з вищим питомим тепловиділенням, з іншого – підвищення вмісту цементу в складі бетону, що призводить до підвищення температури його розігріву.

Як у випадку питомого тепловиділення цементу, так і у випадку температури саморозігріву бетону спостерігається певна дисперсія значень що може досягати 20-30% при відповідних значеннях ККЯ. Це свідчить про можливість підвищення

ефективності бетону шляхом забезпечення мінімальних значень температури саморозігріву бетону при проектних значеннях ККЯ. При цьому мінімізація температури саморозігріву бетону забезпечується за рахунок використання низькоекзотермічних цементів і мінімізації вмісту цих цементів в складі бетону.

Ще одним з основних факторів, що призводить до тріщиноутворення на поверхні бетону, є його усадочні деформації [7]. Відомо, що усадка є функцією вмісту води в бетонній суміші, В/Ц відношення і ступеню гідратації цементу. Підвищення ККЯ супроводжується закономірним зниженням В/Ц відношення, а підвищення ефективності бетону призводить до зниження загального вмісту води в бетонній суміші. Отже, підвищення значення ККЯ бетону монолітних конструкцій дозволяє одержувати бетони з мінімальними значеннями сумарних усадочних деформацій, а значить і мінімальним тріщиноутворенням внаслідок висихання бетонних конструкцій.

Розглянуті дані, що стосуються різних аспектів ефективності бетонів монолітних конструкцій, свідчать про можливість використання коефіцієнту конструктивної якості в якості критерію експрес-оцінки ефективності бетонів монолітних конструкцій. Проте, для його практичного використання необхідні експериментальні дослідження для встановлення кореляційних залежностей між ККЯ та складом бетонів, а саме: вмістом і маркою цементу, вмістом води, В/Ц відношенням тощо.

Література

1. Дворкин, Л. И. Основы бетоноведения / Л. И. Дворкин, О. Л. Дворкин. – СПб: СтройБетон, 2006. – 690 с.
2. Штарк, Й. Долговечность бетона / Й. Штарк, Б. Вихт; пер. с нем. А. Тулаганова; под ред. П. Кривенко. – К.: Оранта, 2004. – 293 с.
3. Курбатова, И. И. Химия гидратации портландцемента / И.И. Курбатова. – М.: Стройиздат, 1977. – 159 с.
4. Троян, В. В. Термонапружений стан залізобетону як аспект довговічності монолітних конструкцій / В. В. Троян // Науково-технічний збірник «Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка». – Вип. 35. – К.: Товариство «Знання України», 2010. – С. 119-124.
5. Рудченко, Д. Г. О повышении коэффициента конструктивного качества газобетона автоклавного твердения / Д. Г. Рудченко // Строительные материалы и изделия. – 2011. – № 4. – С. 13-16.
6. Троян, В. В. Аспекти ефективності бетонів для монолітних конструкцій / В. В. Троян // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. – 2012. – Вип. 43. – С. 175-179.
7. Троян, В.В. Молекулярная архитектура суперпластификаторов как фактор, определяющий функциональность бетонов / В. В. Троян // М-лы 10-й Межд. научно-практ. конф. «Дни современного бетона». – Запорожье: «Планета», 2008. – С.162-179.

УДК 621.2

О. І. Онкалюк, Р.Ю. Муха, С.С. Заєць

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»
ім. І. Сікорського, Україна

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ І ПРОДУКТИВНОСТІ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ НА БАГАТОЦІЛЬОВИХ ВЕРСТАТАХ

O.I. Onkaliuk, R.Y. Mukha, S.S. Zaiets

METHODS FOR IMPROVING THE QUALITY AND PRODUCTIVITY OF PROCESSING DETAILS FOR MULTI-PROCESSING

Однією з основних проблем виготовлення деталей приладів, а саме контролю стану інструмента та виробу в процесі обробки, є проблема забезпечення точності та якості деталей в умовах як серійного так і дрібносерійного автоматизованого виробництва, що набуває особливого значення для забезпечення стабільної роботи приладів. Здебільшого невизначеність цього фактору виробничого процесу призводить не тільки до надмірних перевантажень інструменту, деталі і обладнання, але і до їх руйнації.

Існують два взаємодоповнюючих підходи забезпечення надійності процесу обробки: 1-поліпшення експлуатаційних характеристик технологічного встаткування (елементи верстата й пристосування, конструкція фрези й фізико-механічні властивості ріжучої пластини); 2 - використання системи моніторингу процесу обробки, що оперативно надає інформацію про поточні значення контрольованих параметрів від датчиків, розміщених на технологічному встаткуванні.

Надійність — властивість об'єкта зберігати в часі і в установлених межах значення всіх параметрів що характеризують можливість виконувати деякі функції в заданих режимах і умовах застосування. Стійкість — здатність конструкції або її елементів зберігати певну початкову форму пружної рівноваги, відповідаючи на малі збільшення статичного навантаження малими приростами деформацій.

Однією з головних задач проблеми надійності і довговічності є розробка контролю та визначення числових значень показників надійності і довговічності технологічного обладнання.

На багатоцільових верстатах, найчастіше оброблюються різноманітні корпусні деталі, що мають різні за точністю площини, на їх точність впливає стан процесу обробки і зокрема різального інструменту. Вирішення даної задачі полягає у поєднанні методу контролю, оцінки та прогнозування стану процесу обробки і різального інструмента. Досягнення стабільної якості механічної обробки різанням на верстатах з числовим програмним управлінням (ЧПУ) можливо лише при постійному використанні систем моніторингу та аналізу стану різального інструмента, та деталей що оброблюються. Отже доцільним є створення задачі діагностування стану технологічного процесу обробки металу та побудова методів і систем реалізації цієї задачі з огляду адаптивного керування. Тому актуальною є розробка нових надійних методів і систем оцінки-діагностики стану технологічного процесу обробки деталей на фрезерних верстатах в автоматизованому виробництві.

Проблема полягає у виборі методу підвищення якості і продуктивності обробки деталі на багатоцільових верстатах.

Більш доцільно буде використати метод Акустичної емісії (АЕ), тому що джерелом сигналу служить сам матеріал, а не зовнішнє джерело, тобто метод є пасивним (а не активним, як більшість інших методів контролю). На відміну від інших

методів АЕ виявляє рух дефекту, а не статичні неоднорідності, пов'язані з наявністю дефектів, тобто АЕ виявляє розвиваючі дефекти, які є найбільш небезпечними.

Метод акустичної емісії при вивченні процесів механічної обробки застосовували вчені різних країн: у США (проф. Дорнфельд, Каліфорнійський університет, м. Беркли), у Японії (проф. Мориваки), у Великобританії (проф. Дилма), у Німеччині (проф. Данеган), у Росії (проф. В.Н. Подураев, А.А. Барзов, А.А. Кибальченко) і ін. В Україні акустичну емісію широко використали для діагностики процесів механічної обробки твердосплавними інструментами на кафедрі технології приладобудування НТТУ «КПІ» (проф. В.А. Остаф'єв).

Дослідники, що займаються вивченням АЕ в процесі різання встановили, що випромінюваний сигнал АЕ несе в собі дві складові: стаціонарну й нестаціонарну. У стаціонарній складовій досліджуваного сигналу АЕ укладена інформація про зношування інструмента h_3 і про одержувану в процесі різання шорсткості обробленої поверхні Ra . Головні труднощі для аналізу представляє нестаціонарна складова, у якій зосереджені неперіодичні сигнали, що виникають у результаті можливих мікро відколів ріжучої крайки й випадкових процесів утворення стружки - ударів стружки з оброблюваною деталлю й з інструментом, а також зривів наросту на фрезі.

Метод АЕ є одним із пасивних методів акустичного контролю. АЕ полягає в генерації пружних хвиль напруги в твердих тілах в результаті локальної динамічної перебудови їх структури. Метод заснований на аналізі параметрів цих хвиль. За допомогою даного методу можна дізнатись про утворення і розвиток тріщини а також визначення її місцезнаходження. На практиці існує два напрямки в обробці та аналізі АЕ інформації: за високочастотною і низькочастотною складовою електричного сигналу АЕ, який реєструється на виході перетворювача АЕ.

Датчики АЕ призначені для перетворення пружних зсувів, що виникають у матеріалі, в електричний сигнал, використовується для подальшої обробки електронними засобами. Існують різні методи перетворення механічних коливань поверхні матеріалу в електричний сигнал. Серед них: оптичні, ємнісні, магнітострикційні й п'єзоелектричні. Однак основне поширення одержали п'єзоелектричні методи з використанням п'єзоелектричних перетворювачів через їхню високу чутливість.

Джерелами випромінювання сигналів АЕ при фрезеруванні є три зони. Сигнал з області зрушення містить інформацію про пластичну й (у меншому ступені) пружної деформації зрушення й руйнуванні в поверхні зрушення, а сигнали від двох поверхонь роздягнула — фреза-стружка і фреза - оброблювана деталь несуть інформацію про контактну взаємодію, у тому числі про тертя на цих поверхнях. Таким чином, інформація про зношування фрези й шорсткості обробленої поверхні втримується в сигналі АЕ із джерела - поверхні контакту заготовки й задньої поверхні фрези.

Використовуючи даний метод діагностики з'являється можливість застосовувати сучасні системи методи обробки сигналу, за допомогою різноманітних програмних продуктів, що мають широке застосування. На основі отриманих даних можна створити систему управління процесом обробки на багатоцільових верстатів з урахуванням даних діагностики. Перевагою методу АЕ є те що він успішно доповнює традиційні методи.

Найбільше повно переваги цього методу очевидні при вивченні процесів фрезерування з надтвердих матеріалів, тому що ці матеріали застосовуються переважно для чистових операцій, де силові методи контролю не можуть вірогідно відбивати зношування ріжучої пластини фрези і якість обробки.

УДК: 351.31

О.В. Павлишин, Ю.Я. Вовк, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний університет імені Івана Пулюя, Україна

СТАЛИЙ РОЗВИТОК ТРАНСПОРТУ В УКРАЇНІ

O.V. Pavlyshyn, Y.Y. Vovk, Ph.D., Assoc. Prof.

SUSTAINABLE TRANSPORT DEVELOPMENT IN UKRAINE

Транспортний комплекс є важливою складовою у структурі економіки України. Саме транспорт як провідна галузь економіки забезпечує функціонування і розвиток всіх її галузей, виступає фундаментальною основою взаємодії, забезпечуючи економічні зв'язки між виробниками та споживачами продукції різних регіонів країни, а також зовнішньоекономічні зв'язки. Без його ефективної роботи неможливе подальше покращення умов, рівня життя населення та підвищення добробуту суспільства. Стабільне та ефективне функціонування транспорту є також необхідною умовою забезпечення обороноздатності, національної безпеки та цілісності держави.

Однак, варто відзначити не лише важливість підвищення показників, що традиційно характеризують обсяги й якість транспортних послуг, але й необхідність скорочення втрат суспільства, що зумовлені транспортною діяльністю. Адже з транспортом пов'язані серйозні соціально-економічні проблеми, які посилюються з мірою розвитку економіки і зростання обсягів перевезень, зокрема зростання автомобілізації суспільства. До таких проблем належать: зростання дорожньо-транспортної аварійності; зростання негативного впливу транспорту на стан навколишнього середовища і здоров'я населення; зростання втрат, пов'язаних із транспортними заторами; зростання викидів парникових газів і витрати палива тощо. Оцінки показують, що рівень таких втрат вельми значний – в сумі може досягати 8-10 % величини ВВП країни на рік. Зважаючи на наведене вище, а також на те, що транспортна система України ще не відповідає стандартам і вимогам ЄС, і відзначається істотним відставанням щодо інфраструктури, обладнання й норм діяльності, потрібно визнати, що в країні нині виникає необхідність вирішення сукупності питань щодо нарощення та раціонального використання транспортного потенціалу на засадах сталого розвитку [1, 2]. Їх усвідомлення на державному і галузевому рівнях має пріоритетне значення для забезпечення збалансованого розвитку транспортної системи України.

Сталий розвиток транспорту – це насамперед його гармонійний розвиток, тобто такий, що передбачає гармонізацію економічного, соціального й екологічного підходів. Отже, сталий розвиток транспорту – це керований розвиток, основою реалізації якого є системний підхід та сучасні інформаційні технології, які дають змогу з високою точністю прогнозувати їхні результати та вибрати найбільш оптимальні напрями розвитку.

Економічний підхід у концепції сталого розвитку транспортного комплексу передбачає оптимальне використання обмежених ресурсів і використання екологічних природо-, енерго- і матеріалозберігаючих технологій, включаючи створення екологічно прийнятної транспортної продукції та транспортних послуг, мінімізацію, переробку і знищення відходів транспортного виробництва тощо. Впровадження та використання нових технологій забезпечення процесів перевезень, що відповідають сучасним вимогам і високим міжнародним стандартам, зокрема за рахунок освоєння логістичного мислення та принципів ефективної логістики, що сприятиме зниженню

непродуктивних витрат, підвищенню ефективності перевезень і максимальному задоволенню більш вимогливих запитів споживачів.

Соціальна складова концепції сталого розвитку транспорту повинна бути орієнтована на людину і спрямована на збереження стабільності соціальних систем. Важливим аспектом цього підходу є справедливий розподіл благ. Крім цього, соціальна складова передбачає, що людина повинна брати участь у процесах, які формують сферу її життєдіяльності, сприяти прийняттю і реалізації рішень, а також контролювати їх виконання.

З екологічної точки зору, сталий розвиток транспорту має забезпечувати максимальне зменшення навантаження на довкілля, цілісність біологічних і фізичних природних систем. Тобто функціонування та розвиток транспорту, як і будь-якого елементу техносфери, має ґрунтуватися на таких принципах: проведення кількісної та якісної оцінки стану екологічних систем, природних комплексів та природних ресурсів; нормування рівня антропогенних впливів від різних видів діяльності, зокрема об'єктів транспорту на природне середовище; обмеження впливу на природне середовище за допомогою різних методів і засобів очищення атмосферних викидів, стічних вод, відходів виробництва, фізичного впливу; створення екологічно чистих виробництв, технологій, рухомого складу, обладнання та транспортних систем; безперервний контроль за станом навколишнього середовища методами екологічної профілактики функціонування галузей та об'єктів транспорту; використання економічних методів в управлінні охороною навколишнього середовища та раціонального природокористування;

Транспортний сектор відіграє важливу роль у соціально-економічному розвитку країни, адже розвинена транспортна система є передумовою економічного зростання, підвищення конкурентоспроможності національної економіки і якості життя населення. Разом із тим, використання транспорту супроводжується зростанням істотних явищ, які негативно впливають на якість життя населення та розвиток природного і соціального середовища: посилення енергетичних проблем, збільшення заторів у великих містах, забруднення довкілля. Загалом діяльність транспорту України має позитивну динаміку, а отже, створюється необхідне підґрунтя щодо можливості його сталого розвитку.

Сталий або стійкий розвиток – це концепт стосовно необхідності встановлення балансу між задоволенням сучасних потреб людства і захистом інтересів майбутніх поколінь, включаючи їхню потребу в безпечному і здоровому довкіллі. Отже, для досягнення успіху необхідна координація і об'єднання зусиль усіх зацікавлених сторін, передусім транспортного, природоохоронного та охороно-оздоровчого секторів як на національному, так і на міжнародному рівні.

Література

1. Сич Є.М. Інфраструктура транспортного ринку в системі чинників соціально-економічного зростання / Є.М. Сич, О.В. Бойко // Вісник Чернігівського державного технологічного університету : наук. зб. – Сер.: Економічні науки. – Чернігів : Вид-во ЧДТУ. – 2012. – № 3 (60). – С. 115-127.

2. Сирийчик Т. Транспортна політика України та її наближення до норм Європейського Союзу / Т. Сирийчик, А. Фургальські, Ч. Клімкевич, М. Камола та ін. / за ред. М. Свенціцькі. – К. : Вид-во Аналітично-дорадчий центр Блакитної стрічки, 2010. – 102 с.

УДК 681.51, 621.3.07

М.І. Паламар докт. техн. наук., проф., Ю.В. Пастернак, В.С. Пастернак
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна.

ОГЛЯД МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ ТА КАЛІБРУВАННЯ ПОВОРОТНИХ ПРИБОРІВ НА ОСНОВІ ПАРАЛЕЛЬНИХ КІНЕМАТИЧНИХ ЛАНОК

M.I. Palamar Dr., Prof, Y.V. Pasternak, V.S. Pasternak
AN OVERVIEW OF MEASUREMENT AND CALIBRATION METHODS FOR ROTARY CONTROL DEVICE BASED ON PARALLEL KINEMATIC CHAINS

Гексапод - це механізм, який складається з шести лінійних актуаторів, які з'єднуються до рухомої платформи та основи за допомогою універсальних або сферичних шарнірів. Даний пристрій перспективно використовувати в антенних системах в якості опорно-поворотного пристрою при супроводі низькоорбітальних космічних апаратів (КА), через його здатність витримувати високі навантаження, високу жорсткість конструкції та можливість супроводу КА без мертвих зон в області зеніту.

Одним із найважливіших етапів розробки є необхідність підтвердження точності позиціонування системи. Для цього потрібно здійснити відповідні вимірювання і в разі потреби провести калібрування. В процесі вимірювання використовуються набір додаткових високоточних давачів та приладів, які дозволяють оцінити положення рухомої платформи у просторі та інші геометричні параметри системи. Оскільки даний тип паралельного кінематичного механізму має 6 ступенів свободи то варто зауважити що процес вимірювання дещо ускладнюється.

Вимірювання точності позиціонування паралельних механізмів можливе за рахунок використання вбудованих у систему давачів та за допомогою зовнішніх вимірювальних пристроїв. В якості вбудованих давачів можуть використовуватись:

- лінійні оптичні давачі для вимірювання механічного видовження актуаторів,
- обертові оптичні давачі для вимірювання обертів двигуна актуатора,
- давач сили (моменту) для динамічного калібрування.

На практиці важко застосувати вбудовані давачі. Це пов'язано, в першу чергу, із самою конструкцією пристрою. Тому, як правило, використовують методи вимірювання та калібрування за допомогою зовнішніх пристроїв, таких як: теодоліти, інклінометри, координатно-вимірювальні машини, лазерний трекер та інше високоточне обладнання.

Щоб отримати високу точність і ефективність потрібно комбінувати обидва методи вимірювання.

Калібрування механізму полягає у визначенні геометричних параметрів з метою підвищення точності моделі. Калібрування складається з п'яти етапів: побудова ідеальної моделі механізму, збір даних(вимірювання), аналіз та оцінка вимірювання, оптимізація або геометричне визначення параметрів, визначення джерела похибки і кореляція моделі

Література

1. Ana C. Majarena *, Jorge Santolaria, David Samper and Juan J. Aguilar -An Overview of Kinematic and Calibration Models Using Internal/External Sensors or Constraints to Improve the Behavior of Spatial Parallel Mechanisms *Sensors* **2010**, 10(11), 10256-10297

УДК 621.91

Ю.Є. Паливода, канд. техн. наук, доц., І.Т. Сидорик

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ШОРСТКОСТІ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ ПІСЛЯ ВИГЛАДЖУВАННЯ

Yu.Ye. Palyvoda, Ph.D., Assoc. Prof., I.T. Sydoryk

THE RESEARCH OF CYLINDRICAL SURFACES ROUGHNESS AFTER BURNISHING

Для дослідження шорсткості циліндричної поверхні при вигладжуванні проведено серію експериментів. Шорсткість обробленої поверхні визначали за допомогою зразків шорсткості і профілографа-профілометра. Шорсткість поверхні обертання при вигладжуванні залежить від великої кількості технологічних факторів. До цих факторів належать методи і режими обробки: умови охолодження та мащення інструмента, хімічний склад і мікроструктура оброблюваного матеріалу, конструкція, геометрія та стійкість вигладжувального інструмента, тип і стан устаткування та технологічного оснащення, жорсткість та динамічні характеристики елементів технологічної системи. Як бачимо, залежність шорсткості циліндричної поверхні від згаданих вище факторів носить складний і суперечливий характер. Тому для її дослідження передбачається використання експериментальних методів дослідження, оскільки теоретичні методи дуже трудомісткі, і не можуть з достатньою точністю описати процес формування шорсткості при вигладжуванні циліндричної поверхні. Оскільки на шорсткість поверхні впливає велика кількість факторів і вивчення її формування потребує значної кількості часу і матеріалів, дослідження проводили з метою вивчити вплив лише технологічних факторів, залишивши постійними геометричні фактори та матеріал заготовки.

Експеримент планували на основі багатофакторного аналізу, тобто одночасно варіюванням усіх змінних факторів, $x_1(P_r)$, $x_2(S)$, $x_3(n)$, $x_4(Ra_1)$. Щоб знайти залежність $Ra=f(P_r, S, n, Ra_1)$ використовували повний факторний експеримент типу 2^k , де k – кількість змінних незалежних факторів ($k=4$), що потребує реалізації 16 основних дослідів. Враховуючи те, що дисперсії в кожній точці факторного простору однорідні, було вирішено скористатись схемою реалізації експерименту з дублюванням в одній точці (у центрі плану) чотири рази.

Шукана математична модель досліджуваного процесу:

$$\ln Ra = -2,049 + 0,099x_1 + 0,065x_2 + 0,117x_3 + 0,108x_4. \quad (1)$$

При переході від кодованих факторів до натуральних, рівняння (1) записано наступним чином:

$$\ln Ra = -6,13 + 0,18 \ln P_r + 0,118 \ln S + 0,58 \ln n + 0,42 \ln Ra_1, \quad (2)$$

де P_r – радіальна сила вигладжування, Н; S – подача, мм/об; n – частота обертання заготовки, об/хв.; Ra_1 – початкова шорсткість поверхні заготовки, мкм.

Отже, кінцева формула для визначення шорсткості циліндричної поверхні в процесі вигладжування має вигляд:

$$Ra = 0.0022 \cdot P_r^{0.18} \cdot S^{0.118} \cdot n^{0.58} \cdot Ra_1^{0.42}. \quad (3)$$

Слід зауважити, що дана емпірична залежність адекватно відображає процес на проміжках змінних параметрів : $100 < P_r < 300$ Н, $0,04 < S < 0,12$ мм/об, $400 < n < 600$ об/хв., $0,6 < Ra_1 < 1$ мкм.

УДК 629.113

¹В.В. Палчинський, ²М.Б. Сокіл канд. техн. наук доц., ¹О.Л. Ляшук док. техн. наук доц.

¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

²Національний університет «Львівська політехніка», Україна

ДОСЛІДЖЕННЯМ КОЛИВАНЬ КОЛІСНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З СИЛОВОЮ ХАРАКТЕРИСТИКОЮ СИСТЕМИ ПІДРЕСОРИЮВАННЯ.

V.V. Palchynskyy, M.B. Sokil Ph.D., Assoc. Prof., O.L. Lyashuk Dr., Prof.

THE RESEARCH OF OSCILLATIONS WHEELED VEHICLES WITH POWER CHARACTERISTICS OF FOR CUSHIONING SYSTEM

До колісних транспортних засобів (КТЗ) малої та середньої вантажності, що експлуатуються за значних швидкостей та у складних умовах - руху пересіченою місцевістю ставляться значно жорсткіші вимоги щодо їх експлуатаційних характеристик. Вони стосуються не тільки двигуна, трансмісії та інших вузлів чи систем, а в першу чергу підвіски. Підвіска повинна забезпечити належну плавність ходу та захистити людей, вантажі та спорядження від перевантажень (надмірних коливань [1]). Система підвіски таких транспортних засобів із лінійним або близьким до нього законом зміни відновлюючої сили не тільки не захищає від значних перевантажень (в т.ч. миттєвих), але й призводить до їх значної втоми водія чи людей при довготривалих перевезеннях. Таким вимогам задовольняє підвіска із нелінійним зв'язком між відновлювальною силою та деформацією [2] (прогресивна силова характеристика системи підресорювання (СП) Окремі дослідження [3,4], які стосуються вертикальних та поперечно - кутових коливань таких КТЗ за прогресивного закону зміни пружної характеристики СП показали на принципову їх різницю у порівнянні із коливаннями ПЧ за лінійною характеристики СП. Для плоскої розрахункової моделі КТЗ, яка представлена на рис. 1.

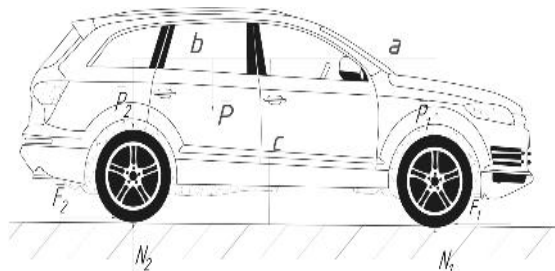


Рис. 1. Розрахункова модель розподіл зовнішніх сил, які діють на КТЗ

необхідно визначити динамічну сили тиску керованих коліс на опорну поверхню (дорогу) у залежності від основних внутрішніх чинників системи не підресорена-підресорена частини. Для неї будемо вважати: система підвіски характеризується пружними силами та силами опору, які описуються залежностями [2-4] $F_{i,mp} = c_i \Delta_i^{s+1}$, $R_{on} = \alpha_i \Delta_i^{s+1}$, де c_i, α_i, s - сталі, Δ_i та $\dot{\Delta}_i$ відповідно деформація пружних амортизаторів та її швидкість ($i = 1$ - для передньої підвіски та $i = 2$ - для задньої підвіски); максимальне значення пружної сили СП під час поздовжньо-кутових коливань підресорної частини є значно більшою величиною від максимального значення сили опору демпферних пристроїв; цент ваги підресорної частини по відношенню до бази автомобіля визначається параметрами a, b, c (див.рис.1). Підресорна частина в процесі руху здійснює малі коливання навколо центру мас (O) і її відносне положення однозначно визначається параметром φ (відносним кутом повороту навколо вказаного центру по відношенню до рівноважного положення); пружними властивостями коліс можна знехтувати або $F_{i,mp} = c_i \Delta_i^{s+1}$ можна вважати рівнодієюною силою сили пружності амортизаторів та пружної сили коліс.

Для визначенні динамічної сили тиску системи підресорена-непідресорена частина на переднє колесо впливає з рис. 1

$$\begin{aligned} P_1 + P_2 + P - N_1 - N_2 &= 0, \\ F_2 - F_{1mp} &= 0, \\ (N_2 - P_2)(a + b) - Pa + M_A^\varphi &= 0, \end{aligned} \quad (1)$$

де P, P_1, P_2 відповідно вага ПЧ, заднього (привідного) та переднього мостів, F_2, F_{1mp} рушійна та сила опору, N_1, N_2 - нормальні складові реакцій дороги M_A^φ - момент сил інерції ПЧ відносно

точки контакту (дотику) керованого колеса та дорожнього покриття (т. А) Базою для визначення малих відносних поздовжньо - кутових коливань ПЧ записуємо диференціальне рівняння $I_o \ddot{\varphi} = -a(F_{1np.} + R_{1on.}) - b(F_{2np.} + R_{2on.})$, де I_o момент інерції ПЧ відносно горизонтальної осі, яка проходить через центр ваги $\bar{\pi}$ і перпендикулярна до вектора швидкості переносного руху КТЗ, тобто, $I_o = P/(3g)(a^2 + b^2 + c^2/4)$, $\varphi(t)$ - відхилення в довільний момент часу від рівноважного положення ПЧ. Для малих коливань ПМ по відношенню до системи відліку із початком у положенні статичної рівноваги ПЧ величини пружних сил та сил опору можна записати у вигляді

$$F_{1np.} = c_1(\varphi a - \Delta_{ст.})^{\nu+1}, F_{2np.} = c_2(\varphi b + \Delta_{ст.})^{\nu+1}. \quad (2)$$

де $\Delta_{ст.}$ - статична деформація пружних елементів. Це дозволяє диференціальне рівняння (2) записати у вигляді

$$I_o \ddot{\varphi} + (c_1 a^{\nu+2} + c_2 b^{\nu+2}) \varphi^{\nu+1} = (\nu+1) \Delta_{ст.} (c_1 a^{\nu+1} - c_2 b^{\nu+1}) \varphi^{\nu} - [\alpha_1 a^{\nu+2} + \alpha_2 b^{\nu+2}] \dot{\varphi}^{\nu+1}. \quad (3)$$

Обмеження щодо системи, дозволяють використати для нього загальні ідеї методів збурень [5] запишемо рівняння

$$I_o \ddot{\varphi}_0 + (c_1 a^{\nu+2} + c_2 b^{\nu+2}) \varphi_0^{\nu+1} = 0 \quad (4)$$

Рівняння (6) та рівняння (5) будуть описувати коливальний процес ПЧ, якщо параметр $\nu+1$ у них визначається співвідношенням $\nu+1 = (2m+1)/(2n+1)$. ($m, n = 0, 1, 2, \dots$). До того ж, періодичний розв'язок рівняння (6) у вказаному випадку виражається через періодичні Атеб-функції [5] $\varphi_0(t) = a_{\varphi} ca(\nu+1, 1, \omega(a_{\varphi})t + \theta)$, де a_{φ} , $\omega(a_{\varphi}) = \sqrt{(c_1 a^{\nu+2} + c_2 b^{\nu+2})(\nu+2)/(2I_o) a_{\varphi}^{\frac{\nu}{2}}}$ - відповідно амплітуда та частота власних поздовжньо-кутових коливань ПЧ, $\omega(a_{\varphi})t + \theta$ - їх фаза. Часту власних коливань можна записати у вигляді $\omega(a_{\varphi}) = \sqrt{P(a^{\nu+2} + \kappa b^{\nu+2})(\nu+2)/(2(1+\kappa)I_o \Delta_{ст.}^{\nu+1})} a_{\varphi}^{\frac{\nu}{2}}$ та побувавши графічні залежності власної частоти коливань від амплітуди рис.2

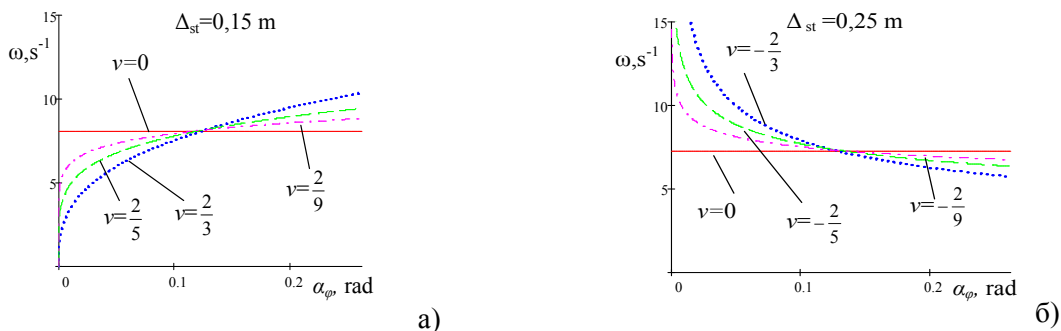


Рисунок 2. Залежність частоти підресорної частини від амплітуди за різних значень силових характеристик системи підресорювання із прогресивним а) та регресивним б)

Представлені графічні залежності показують одну із прогресивною характеристикою пружних амортизаторів більшим значенням амплітуди поздовжньо-кутових коливань відповідає більше значення власної частоти, для регресивної – навпаки: більшим значенням амплітуди відповідає менше значення власної частоти.

Література

1. Солтус А.П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля: Навчальний посібник для ВНЗ. – К.: Арістей, 2010. – 155 с.
2. Грубель М.Г. Вплив відновлювальної сили пружної підвіски на коливання та стійкість руху колісних транспортних засобів/ М.Г. Грубель, Р.А. Нанівський, М.Б. Сокіл. // Перспективи розвитку озброєння і військової техніки СВ: тези доповідей Міжнародної НТК. – Львів: АСВ, 2014. – С. 35.
3. Грубель М.Г. Вертикальні коливання підресореної частини колісних транспортних засобів під дією випадкових збурень / М.Г. Грубель, О.П. Красюк, Р.А. Нанівський, М.Б. Сокіл // Наукові нотатки НТК. – Луцьк, 2014. – Вип. 46. – С. 112–116.
4. Кузьо І.В. Вплив параметрів підвіски на нелінійні коливання транспортних засобів / І.В. Кузьо, Б.І. Сокіл, В.М. Палюх // Вісник НУ “ЛП” “Динаміка, міцність та проектування машин і приладів”. – 2007. №588 – С. 49-52.
5. Боголюбов Н.Н. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний / Н.Н. Боголюбов, Ю.А. Митропольский. – М.: Наука, 1974 – 504 с.

УДК 631.331.85

В.Р. Паньків

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КОМБІНОВАНОГО ГВИНТОВОГО ТРАНСПОРТЕРА-ПОДРІБНЮВАЧА

V.R.Pankiv

ANALYTICAL STUDY OF THE PERFORMANCE OF THE COMBINED SCREW CONVEYOR-SHREDDER

Основними критеріями, які характеризують технологічно-економічну ефективність застосування будь-яких транспортних машин або механізмів, які переміщують або доставляють в заданий пункт матеріали, є продуктивність роботи транспортних машин, споживчі енергозатрати процесу транспортування (переміщення) матеріалів, надійність і стабільність виконання технологічного процесу, ресурс роботи тощо.

Комбінований гвинтовий транспортер-подрібнювач (комбінований ГТП, рисунок) має свої власні специфічні технологічно-конструктивні елементи та процеси, які суттєво відрізняють його від базових традиційних гвинтових механізмів. Присутність одночасних технологічних операцій подрібнення та транспортування матеріалу (коренеплодів), або наявність ножів-подрібнювачів 8, які встановлено в міжвитковому просторі шнекового конвеєра 2 по гвинтовій лінії 7 вносить суттєві корективи в існуючі методики та методи розрахунку гвинтових механізмів.

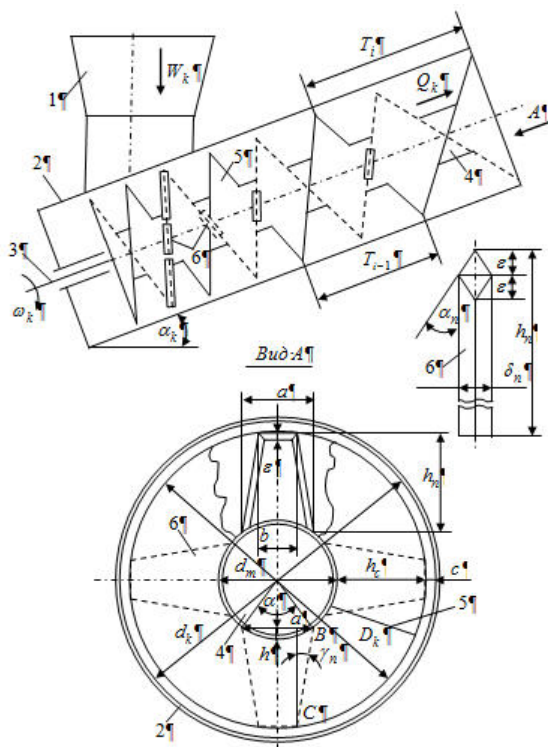


Рисунок. Схема комбінованого
нерівність, яка характеризує технологічність одночасного подрібнення та транспортування коренеплодів шнековим конвеєром комбінованого ГТП, або його умову раціонального функціонування

Обґрунтування раціональних параметрів комбінованого ГТП проведемо на основі аналітичного дослідження його пропускної здатності, або його продуктивності роботи Q_m . При цьому основні конструктивно-кінематичні параметри робочих органів комбінованого ГТП та їх взаємозв'язок регламентований критеріями значень основних показників технологічно-експлуатаційної стабільності роботи шнекового конвеєра.

Продуктивність роботи Q_m регламентується продуктивністю роботи шнекового конвеєра 3, яку позначимо через Q_k . При цьому критерієм технологічності робочого процесу одночасного подрібнення та транспортування коренеплодів шнековим конвеєром буде умова за якої пропускна здатність, або продуктивність роботи Q_k шнекового конвеєра повинна бути не меншою (більшою або рівною) за подачу коренеплодів W_k за певний проміжок часу t .

На основі цього можна записати

$$dM_k / dt \geq dW_k / dt, \text{ або } Q_k \geq W_k, \quad (1)$$

де dM_k / dt – маса вивантажених подрібнених коренеплодів через вивантажувальний канал комбінованого ГТП за час t , кг; dW_k / dt – загальна маса (подача) завантажених

коренеплодів через завантажувальний канал (бункер) комбінованого ГТП за час t , кг; Q_k – продуктивність роботи шнекового конвеєра комбінованого ГТП, кг/с; W_k – секундна подача коренеплодів, які завантажуються через бункер ГТП, кг/с.

Функціональний взаємозв'язок між розмірними параметрами завантажувального каналу або бункера 1 та конструктивно-кінематичними параметрами комбінованого ГТП, визначимо на основі теоретичного аналізу загальної маси (подачі) завантажених коренеплодів dW_k / dt через бункер, пропускної здатності бункера dW_b / dt (кг), необхідної розрахункової пропускної здатності dQ_k / dt шнекового конвеєра за час t .

У зв'язку з цим умову (1) запишемо у вигляді

$$dQ_k / dt \geq dW_b / dt \geq dW_k / dt . \quad (2)$$

Відомо, що пропускна здатність бункера W_b (кг/с) визначається за формулою

$$W_b = V_v \rho S_o = \frac{\lambda_u \rho S_o \sqrt{3,2gR_k}}{\sqrt{f_m}}, \quad (3)$$

де $V_v = \lambda_u \sqrt{3,2gR_k}$ – швидкість витікання вантажу з отвору бункера, м/с; λ_u – коефіцієнт опору вантажу; R_k – зведений критичний радіус отвору, м; ρ – об'ємна маса вантажу, кг/м³; S_o – площа отвору витікання вантажу вихідного каналу бункера, м²; g – прискорення вільного падіння, м/с²; f_m – коефіцієнт внутрішнього тертя.

Після підстановки складових у (3) одержано

$$\begin{aligned} dW_b &= \frac{\lambda_u \rho_k \pi 0,25 (d_{1z} - a')^2 \sqrt{1,6gd_{1z}}}{\sqrt{\frac{0,25d_{1z}}{(h_{1z} + h_{1z} + d_{2z} \sin \alpha_k)}}} dt = \\ &= \frac{\lambda_u \rho_k \pi (d_{1z} - a')^2 \sqrt{1,6gd_{1z}} (2h_{1z} + d_{2z} \sin \alpha_k)}{2\sqrt{d_{1z}}} dt \end{aligned} \quad (4)$$

де d_{1z} – зведений діаметр верхнього отвору вихідної горловини бункера, м; a' – середній поперечний розмір коренеплодів, м.

Продуктивність шнекового конвеєра Q_k (кг/с) визнається за загальною формулою продуктивності машин неперервної дії, або

$$Q_k = F_v \rho \mu_n \psi_\alpha V_n, \quad (5)$$

де F_v – площа поперечного перерізу потоку вантажу, м²; μ_n – коефіцієнт подачі шнека; ψ_α – коефіцієнт кута нахилу шнекового конвеєра до горизонту; V_n – середня швидкість переміщення (транспортування) вантажу в напрямку вихідної частини шнекового конвеєра, м/с.

Підставивши значення складових у формулу (5) одержимо залежність для визначення необхідної розрахункової пропускної здатності dQ_k / dt шнекового конвеєра за час t

$$\begin{aligned} dQ_k &= 0,125\pi\rho_k\psi_\alpha(T_{i-1} + \Delta T)k_v \left(\frac{d\varphi_k}{dt} \right) \times \\ &\times \left[D_k^2 - \frac{d_m^2}{2} \left[1 + \frac{4\Omega\delta_c z(D_k - d_m)}{\pi D_k^2 [2T_1 + \Delta T(n-1)]} + \frac{\theta_1(n_z n - 1)\delta_n}{\pi} \times \right. \right. \\ &\left. \left. \times \left(\frac{2(a+b)(D_k - d_m)\cos\gamma_n - \delta_n [btg\alpha_n \cos\gamma_n + 0,5(D_k - d_m)]}{nd_m^2 [2T_1 + \Delta T(n-1)]\cos\gamma_n} \right) \right] \right] dt \end{aligned} \quad (6)$$

УДК 621.9

І. Р. Петречко

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

СПРОЩЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ДОВБ'ЯКІВ ЗМІНОЮ НАПРЯМКІВ ПОЛОЖЕННЯ ОСЕЙ ЗАГОТОВОК ТА ІНСТРУМЕНТІВ

I.R. Petrechko

SIMPLIFICATION OF STRUCTURES CUTTERS REVERSING THE DIRECTION OF THE POSITION OF THE AXES OF WORKPIECES AND TOOLS

Обробка циліндричних зубчастих поверхонь довб'яками методом обкатування, наприклад, циліндричних зубчастих коліс, коротких шліцевих валів та ін..., здійснюється при паралельних осях заготовки та інструменту. В такому випадку використовується інструмент з заниженими значеннями передніх та задніх кутів, що відповідно знижує його ріжучі властивості. При цьому виготовлення довб'яків потребує спеціального обладнання. Крім того при переточуванні довб'яка змінюється форма оброблюваної поверхні, що суттєво при обробці шліцевих валів. Обробка довб'яком можлива також коли осі інструменту та деталі будуть пересікатися (рис. 1).

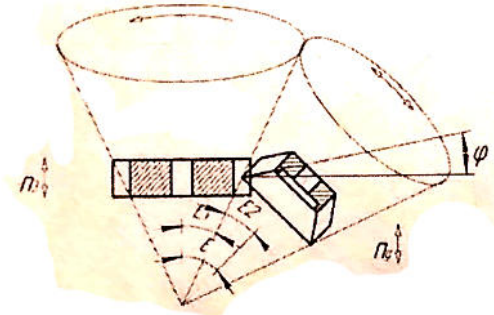


Рис. 1. Обробка довб'яком

При цьому головний рух може здійснювати заготовка n_z або інструмент n_z' та їх відносне переміщення буде рухом кочення без ковзання початкового конуса з кутом при вершині 2ϵ , для заготовки по початковому з кутом при вершині $2\epsilon_2$ для інструменту. Оскільки осі заготовки та інструменту пересікаються то в даному випадку можна використати інструмент із статичним заднім кутом рівним нулю.

Це дозволить упростити технологію виготовлення інструменту; Збільшити число переточок інструменту по передній поверхні; геометричні параметри довб'яка (передній і задній кути) можна призначати оптимальними, що забезпечить його стійкість; наявність передніх конічних поверхонь з обох сторін інструменту підвищить термін його використання і дасть можливість двосторонньої обробки, що зменшить час холостих ходів

Крім цього евольвентні довб'яки з нахилою віссю можна використовувати при обробці рейок. Модернізація зубодовбального верстата полягає у конструктивній зміні супорта верстата.

УДК 004.925.8:519.876.5

С.О. Цибульник канд. техн.наук, Д.О. Півторак канд. техн. наук, А. І. Пустовойт
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут
ім. І. Сікорського», Україна

ПОРІВНЯННЯ ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ ІНЖЕНЕРНОГО РОЗРАХУНКУ

S.O. Tsybulnyk, Ph.D., D.O. Pivtorak, Ph.D., A.I. Pustovoiit
CAE-SYSTEMS COMPARISON

У наш час моніторинг і діагностика складних інженерних та будівельних конструкцій набули актуальності по ряду причин: наявність дефектів виготовлення; пошкодження в процесі транспортування, монтажу та експлуатації; проведення ремонтних робіт не періодично, а тільки, коли вони дійсно необхідні; використання об'єкта після закінчення нормативного строку його експлуатації. Все це зумовлює необхідність використання можливостей сучасних інформаційних технологій для визначення поточного і прогнозування майбутнього технічного стану конструкцій без необхідності виведення їх з експлуатації, а також для пошуку рішень щодо підвищення їх міцності і надійності.

Моделювання здавна використовувалося в наукових дослідженнях і поступово перейшло практично у всі області наукових знань: будівництво, архітектуру, астрономію, фізику, суспільні науки, тощо. Комп'ютерне геометричне та імітаційне моделювання проводиться за допомогою так званих систем автоматизованого проектування та інженерного розрахунку – автоматизованих систем, що реалізують інформаційну технологію виконання функцій проектування, являють собою організаційно-технічні системи, призначені для автоматизації процесу проектування, які складаються з персоналу та комплексу технічних, програмних і інших засобів автоматизації його діяльності [1-3].

В роботі проведено огляд та порівняння функціональних можливостей програмних комплексів інженерного розрахунку Abaqus та ANSYS. За допомогою ABAQUS/Standard та ANSYS Workbench проведено рішення традиційних задач скінчено-елементного аналізу – статичний та модальний розрахунок. Результати показали, що обидва програмні комплекси показують близькі результати, які відрізняються між собою на 3-5% при однакових вхідних умовах. Порівняння результатів імітаційного моделювання з результатами аналітичного розрахунку показало відмінність до 10%, що можна вважати достатнім для підтвердження адекватності імітаційних моделей. Для подальшої роботи було обрано ANSYS, тому що він має більш дружній інтерфейс користувача у порівнянні з ABAQUS.

Література

1 ГОСТ 34.003-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Термины и определения [Текст]. – Введ. 01.01.1992. – М.: Издательство стандартов, 1997. – 14 с.

2 ГОСТ 23501.101-87 Системы автоматизированного проектирования. Основные положения [Текст]. – Введ. 01.07.1988. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 10 с.

3 Методические указания. Автоматизированные системы. Основные положения [Текст]: РД 50-680-88: утверждено Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам 28.12.88; введ. в действие с 01.01.90.

УДК 621.384.3

Д.О. Півторак, канд. техн. наук

Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Україна

ВПЛИВ ПРОЦЕСУ ЛОКАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ЕКСПОЗИЦІЇ КОМБІНОВАНИМ СПОСОБОМ НА КОЕФІЦІЄНТ МАСКУВАННЯ

D.O. Pivtorak, Ph.D.

THE IMPACT OF LOCAL EXPOSURE CONTROL PROCESS BY MULTIFUNCTION METHOD ON MASKING COEFFICIENT

В більшості випадків застосування цифрових відео- та фотокамер, результуюче зображення створюється сукупністю розташованих в великому інтервалі яскравостей об'єктів, що характеризуються низьким контрастом. Невідповідність динамічного діапазону вхідного сигналу динамічному діапазону реєстратора зображення створює передумови до втрати частини інформації. Подальша цифрова обробка сигналу реєстратора зображення дозволяє суттєво підвищити якість зображення та привести його до вигляду, зручному для візуалізації або подальшої обробки, але не може відтворити його до заповнити втрати, допущенні на первинному етапі.

Одним із способів підвищення якості зображення при фотозйомці в умовах великого інтервалу яскравості об'єкта фотографування є просторово-частотна обробка інформаційного сигналу в оптичному тракті з метою зниження низькочастотних складових спектру реєстрованого зображення, що не несуть, як правило, корисної інформації. Даний вид обробки реалізований в мультиплікативному способі реєстрації зображень, більш відомому, як метод нерізкого маскуванню, а також при адитивному способі реєстрації, відомому також під назвою способу подвійного експонування. Комбінований спосіб реєстрації зображень полягає в одночасному застосуванні як мультиплікативного, так і адитивного способів реєстрації, причому нечітка маска використовується не тільки для модуляції зображення об'єкта фотографування, але і для отримання негативного зображення для подвійного експонування.

Вплив процесу локального управління експозицією прийнято оцінювати за коефіцієнтом маскуванню, який визначає ступінь подавлення в результуючому зображенні низьких просторових частот.

В роботі отримано вираз для коефіцієнта маскуванню комбінованого способу локального управління експозиції. Показано, що коефіцієнт маскуванню, що визначає ступінь стиснення динамічного діапазону вхідного сигналу, залежить від градієнта зображення маски, наведеної яскравості каналу додаткового експонування і яскравісних характеристик об'єкта фотографування.

Коефіцієнт маскуванню $K_M = 1$ має місце при відсутності стиснення динамічного діапазону вхідного сигналу. При $0 < K_M < 1$ знижується контраст низькочастотних складових спектра сигналу, що відповідає випадку $K_M \approx \infty$ повне вирівнювання їх інтенсивності. При негативних значеннях K_M спостерігається реверс контрастів на низьких просторових частотах.

УДК 621.91

М. М. Піндюр

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРОТОЧУВАННЯ СЕКЦІЙ ГНУЧКИХ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРІВ

M. M. Pindiur

THE RESEARCH OF TURNING PROCESS OF SCREW CONVEYOR FLEXIBLE SECTIONS

Проточування перервних поверхонь секцій гнучких гвинтових конвеєрів (СГГК) відноситься до перехідних динамічних процесів. Вирішення задачі для виявлення дійсних навантажень на СГГК, пристрій і силовий привід верстата під час перехідного процесу з врахуванням коливань, являє собою одну із важливих проблем теорії розрахунку вказаних елементів. Дослідження деталей динамічної системи шляхом виділення їх із ланцюга не може дати достатньо точного уявлення про дійсні напруження в складових частинах системи верстат-пристрій-інструмент-деталь. Тому розрахунок системи взаємозв'язаних деталей проведено з врахуванням пружності їх зв'язків, а значить і коливального руху всіх її елементів.

Значення моментів сил пружності для динамічної системи знайдено за допомогою вирішення диференціальних рівнянь руху – рівнянь динаміки, що описують перехідні процеси в даній системі. Якщо розглядати реальний процес проточування із всіма складовими, прийшлося би створювати складну систему диференціальних рівнянь, яку б не тільки було важко вирішити, але й проаналізувати. Тому, щоб визначити основний характер проточування СГГК, відкинуто другорядні фактори і прийнято ідеалізацію системи.

Систему верстат-пристрій-інструмент-деталь представлено механічною моделлю, що складається із зосереджених махових мас, з'єднаних пружними зв'язками. Пружні зв'язки прийнято невагомими, що характеризуються постійним коефіцієнтом жорсткості. Місцеві напруження і деформацію в місцях з'єднання окремих елементів системи не враховано. Із всіх можливих дійсних перехідних процесів і характеристик зміни прикладених сил вибрано такі, щоб одержати максимально можливі в перехідному процесі значення моментів сил пружності в окремих елементах системи.

Закон зміни навантажень на СГГК розглянуто як функцію від часу τ та від величини взаємного переміщення вершини різця та СГГК по довжині l_3 лінії контакту інструменту з полотном СГГК в нерухомих координатах. Довжина лінії контакту має два значення. У першому випадку проходить поступове врізання різця в СГГК, тому і деформація самого полотна СГГК є меншою ніж у другому випадку, де проходить різке врізання.

Розв'язок системи нелінійних диференціальних рівнянь з нульовими початковими умовами проведено на комп'ютері із застосуванням стандартної підпрограми чисельного методу Рунге-Кутта.

Оскільки найбільший вплив на якість оброблюваної поверхні має відносна деформація полотна СГГК ψ_4 , тому розрахунок системи рівнянь проведено відносно цієї величини. При цьому змінювали швидкість різання V , а також коефіцієнт жорсткості k_1 СГГК. Результати розрахунків представлено у вигляді графіків.

УДК 621.791

П.П. Поровський, В.В. Лазарюк канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАХИСНИХ ДВОКОМПОНЕНТНИХ ГАЗОВИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ

P.P. Porovskii, V.V. Lazaryuk Ph.D., Assoc. Prof.

PRODUCTION OF SHIELDING TWO-COMPONENT GAS MIXTURES FOR ARC WELDING

Для дугового зварювання плавким електродом, як ефективна заміна CO_2 , дедалі частіше на практиці використовуються газові суміші $\text{CO}_2\text{-O}_2$, Ar-CO_2 . Це дозволяє покращити якість зварювання, зменшити розбризкування металу та застосувати струменевий режим перенесення металу. Склад сумішей захисних газів визначається стандартом ISO 14175 "Матеріали зварювальні. Захисні гази для дугового зварювання та різання".

Відомі наступні моделі газових змішувачів, такі як універсальний газовий змішувач УСЛ-1, постові змішувачі УКП-1-71, АКУП-1 та рамповий змішувач УКР-1-72. Дані змішувачі призначені для отримання двокомпонентних газових сумішей (крім АКУП-1) і автоматичної підтримки постійним заданого складу й витрати газової суміші.

Постовий змішувач УКП-1-71 складається з регулятора тиску, редуктора ДКП-1-65 та вузла змішування газів. Даний змішувач дозволяє отримувати суміш 70% CO_2 – 30% O_2 при тиску CO_2 20-100 кПа та O_2 120-150 кПа.

Універсальний газовий змішувач УСЛ-1 поставляється у комплекті з редуктором БКО-50-4. Даний змішувач дозволяє отримувати суміші 82% Ar - 18% CO_2 та 70% CO_2 – 30% O_2 при тиску основного газу 300 кПа, додаткового 100 кПа. Найбільший розхід суміші у даному змішувачі становить 30 л/хв.

Недолік подібних змішувачів полягає в тому, що вони розраховані на одне єдине співвідношення газів. Зміна співвідношення компонентів газової суміші приводить до зміни критичного струму переходу до струменевого процесу перенесення металу. Зазначимо, що присутність окисних газів у суміші розширює діапазон струмів ведення стабільного процесу зварювання, порівняно із зварюванням у аргоні чи вуглекисному газі. Проте при вмісті 25-30% CO_2 у суміші Ar-CO_2 стабільність процесу помітно знижується [1]. Згідно досліджень А.Г. Потап'євського [2] рекомендований вміст кисню у суміші $\text{CO}_2\text{-O}_2$ може становити 5-20%, а вуглекисного газу для суміші Ar-CO_2 до 25%.

Отже застосування типових промислових змішувачів старого взірця із вищенаведеним заданим співвідношенням газів у суміші не повністю відповідає сучасним уявленням про механізм масоперенесення при зварюванні у суміші захисних газів і може призводити до погіршення якості зварного з'єднання. Тому пропонується модернізувати вищенаведені змішувачі захисних газів, наприклад через заміну у них дюз необхідного розміру.

Література

1. Костін О.М. Зварювальні матеріали: Навчальний посібник. – Миколаїв: НУК, 2004. – 225 с.
2. Потап'євський А.Г. Сварка в захисних газах плавящимся електродом. Часть 1. Сварка в активных газах. – К.: Екотехнологія, 2007. – 192 с.

УДК 631.361

М.В. Потапенко

Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України, Україна

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ПЕРЕМІЩЕННЯ ВОРОХУ КОРЕНЕПЛОДІВ ПО РОБОЧИХ ОРГАНАХ ТРАНСПОРТНО-ОЧИСНОЇ СИСТЕМИ

M.V. Potapenko

TECHNOLOGICAL ANALYSIS OF THE MOVEMENT OF THE HEAP ROOTS IN THE WORKING BODIES OF THE TRANSPORT AND CLEANING SYSTEM

З погляду системного підходу до аналізу об'єктів наукових досліджень запропоновано, що теоретичний розгляд складних очисних систем і робочих органів, які обробляють вхідний потік технологічної маси необхідно моделювати на основі рівнянь матеріального балансу і поняття “вхід-вихід” системи [1]. Для аналізу технологічного процесу переміщення вороху коренеплодів по робочих органах транспортно-очисної системи (ТОС) розглянемо її конструктивно-функціональну схему, яку наведено на рисунку.

Неочищений ворох коренеплодів цикорію кореневого з нижнього сходу гірки надходить на комбінований очисник 3, який остаточно очищує коренеплоди від вільних ґрунтових і рослинних домішок, налиплого ґрунту та залишків гички на головках коренеплодів, а очищені коренеплоди переміщує на подальші технологічні системи – або в бункер, або на завантажувальний транспортер коренезбиральної машини.

Для проведення аналітичного аналізу переміщення вороху коренеплодів (технологічної маси) по завантажувальному транспортері, очисній пальчиковій гірці та комбінованому очиснику позначимо подачу викопаного вороху коренеплодів за час t до завантажувального транспортера через $W_K(t)$; подачу завантажувального транспортера за час t до очисної гірки через $W_Z(t)$; подачу очисної гірки за час t до комбінованого очисника через $W_Q(t)$; пропускну здатність комбінованого очисника за час t через $W_C(t)$.

Тоді аналітичне моделювання процесу роботи складної ТОС у аспекті збереження технологічності її функціонування записано у вигляді

$$W_C(t) \geq W_Q(t) \geq W_Z(t) \geq W_K(t). \quad (1)$$

З врахуванням відповідних коефіцієнтів сепарації вільних домішок на шляху переміщення по робочих органах ТОС можна записати, що:

- подача завантажувального транспортера $W_Z(t)$ та очисної гірки $W_Q(t)$ за час t , відповідно, до очисної гірки та до комбінованого очисника буде

$$W_Z(t) = W_K(t)k_z(t); \quad W_Q(t) = W_Z(t)k_q(t), \quad (2)$$

де $k_z(t)$, $k_q(t)$ – коефіцієнт сепарації вільних домішок завантажувального транспортера та гірки;

- пропускну здатність комбінованого очисника $W_C(t)$ за час t буде становити

$$W_C(t) = W_Q(t)k_c(t), \quad (3)$$

де $k_c(t)$ – загальний коефіцієнт сепарації домішок комбінованого очисника.

Тоді згідно з (2) умова (1) набуде вигляду $W_Q(t)k_c(t) \geq W_Z(t)k_q(t) \geq W_K(t)k_z(t)$. (4)

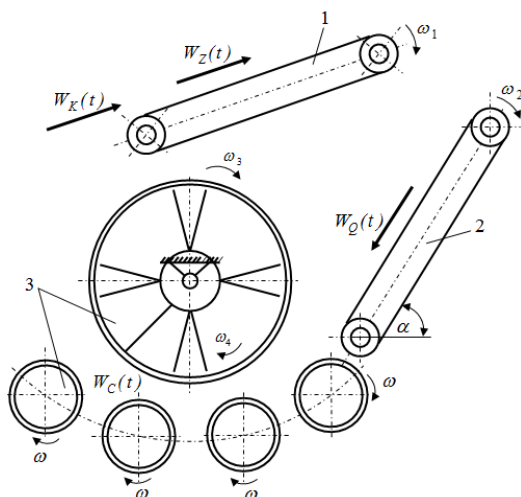


Рисунок. Функціональна схема технологічного процесу роботи ТОС:
1 – завантажувальний скребковий транспортер; 2 – пальчикова гірка;
3 – комбінований очисник

УДК 621.82

М.Ю. Приймак, Р.Р. Заверуха

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ГУЧКА ПРОТЯЖКА

M.Y. Priymak, R.R. Zaveruha

GUCHKOV BROACHING

Гнучку протяжку виконано у вигляді з'єднаних між собою хвостовика 1 та окремих секцій елементів ріжучої 2 і калібруючої 3 частин, які містять сферичні з'єднувальні елементи 4 типу втулка – сфера з можливістю їх відносного переміщення. Хвостовик 1 і секції елементів ріжучої 2 і калібруючої 3 частин виконано з двох симетричних частин, які жорстко з'єднані між собою гвинтами 5. Торці сферичних поверхонь секцій елементів ріжучої 2 і калібруючої 3 частин знаходяться у втулках сусідніх секцій елементів ріжучої 2 і калібруючої 3 частин, а сферичну поверхню 4 крайньої секції ріжучої 2 частин розташовано у сферичній втулці хвостовика 1. У місці заходу сферичних поверхонь секцій ріжучої 2 і калібруючої 3 частин у сферичні втулки 4 секцій ріжучої 2 і калібруючої 3 частин і хвостовика 1 закріплено ущільненнями 6 відомим способом.

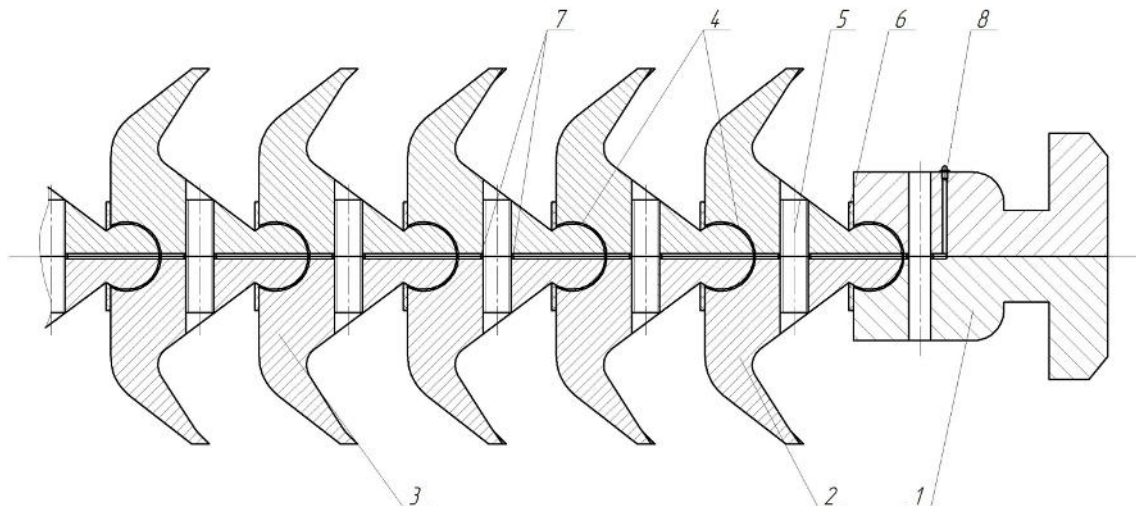


Рис. 1 Гнучка протяжка

Для забезпечення підвищення експлуатаційної надійності і довговічності протяжки повинна бути оснащена системою змащення з центрального отвору 6 всієї протяжки. А зони кріпильних гвинтів 5 оснащені півкруглими отворами 7 системи змащення масленкою 8, яка розміщена і зоні хвостовика 1 і заглиблена в його тіло. Крім цього ріжучі 2 і калібруючі 3 секції зміцнені твердосплавними матеріалами 9 відомим способом.

Робота гнучкої протяжки здійснюється наступним чином. Через криволінійний отвір деталі, що потребує обробки, просовується трос з петлею, в яку зачіпається хвостовик протяжки. Далі до тросу прикладається сила тяги в зворотному напрямку, що призводить до руху протяжки і зняття необхідного шару матеріалу в отворі та його калібрування ріжучою та калібруючою частинами протяжки шляхом операції протягування.

До переваг гнучкої протяжки відноситься можливість обробки криволінійних отворів і підвищені міцності, експлуатаційної надійності і довговічності.

УДК 621.879.05

В.В. Проць магістр, І. В. Крупко, канд. техн. наук., доц.
Донбаська державна машинобудівна академія, Україна

РОЗРОБКА ЗАСОБІВ КОМПЛЕКСНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕРИЙНИХ МАШИН

V.V. Prots master, I.V. Krupko Ph.D., Assoc. Prof.

DEVELOPMENT OF INTEGRATED MODELING AND RESEARCH STRENGTH PARAMETERS OF EARTHMOVER MECHANICAL SYSTEMS

В господарському комплексі України значна роль відводиться видобутку корисних копалин, будівництві шляхів, які неможливі без великих обсягів землерійних робіт. Так в Україні на цей час всі будівельні матеріали, 45% руди, 30% вугілля, видобуваються відкритим способом, внаслідок чого з'являється необхідність в машинах за допомогою яких здійснюється екскавация ґрунту.

В ході роботи екскаватора інтенсивному зносу підлягають всі механічні системи машини. При цьому встановлено, що в ході копання ґрунту, навантаження від робочого обладнання передається через металоконструкцію машини на ходове обладнання. Зважаючи на той факт, що процес копання представляє собою чергування піків ударного навантаження з періодами статичного навантаження, то ходове обладнання, як і вся металоконструкція машини, підлягають постійним струсам і вібраціям, що призводить до зношування всіх механічних систем.

Отже при копанні зносу підлягають всі деталі механічних систем екскаватора, що знижує їх строк служби, та підвищує ймовірність раптової та своєчасної відмови механізмів.

Тому актуальним є вивчення характеру навантажень. Створення комплексної математичної моделі землерійної машини дозволить провести теоретичні дослідження з раціоналізації геометричних параметрів обладнання, визначення силових факторів в елементах та системах машини, що дуже актуально на етапах проектування, виробництв та експлуатації машини.

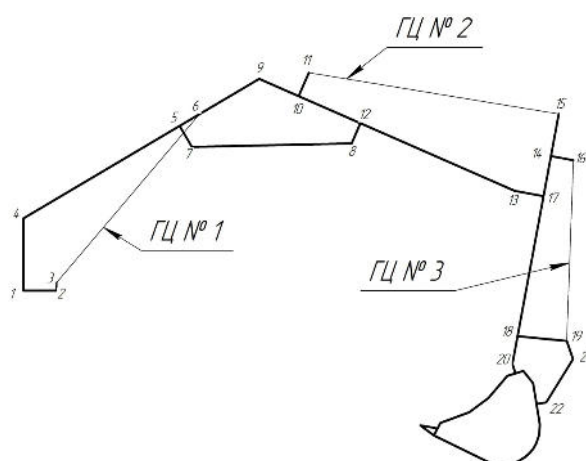


Рис. 1. Розрахункова схема для робочого обладнання

Мета роботи: Розробити засоби комплексного моделювання (ПЗ – програмне забезпечення), створити математичну модель екскаватора та провести теоретичне дослідження з визначення силових параметрів в робочому обладнанні машини.

Так як всю конструкцію екскаватора можна апроксимувати до стрижньових елементів то для визначення внутрішніх силових факторів доцільно буде використати метод кінцевих елементів.

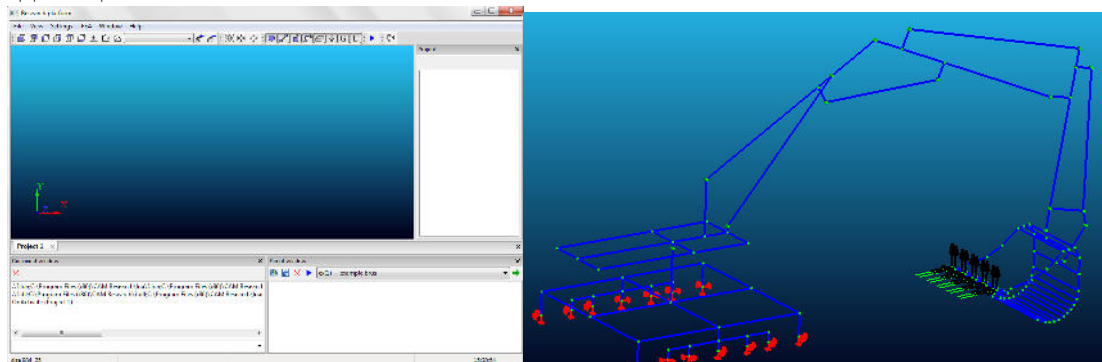


Рис. 2. Вікно ПЗ та модель екскаватора у розробленому ПЗ

Провівши розрахунок за МКЕ у програмному забезпеченні були визначені навантаження які діють на опорні катки механізму пересування (без врахування ваги машини) при копанні поворотом рукояті. Дані представлені в вигляді графіка залежності.

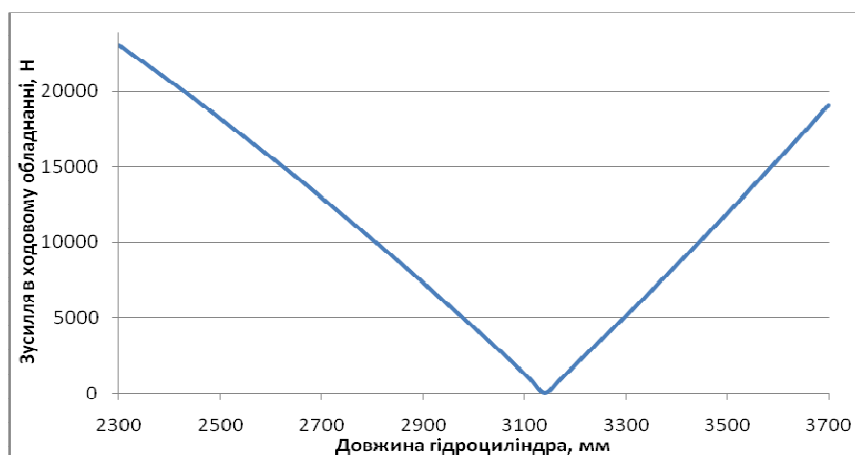


Рис. 3. Графік залежності зусиль при копанні поворотом рукояті

Аналізуючи графік можна зробити висновок, що зусилля які виникають в опорних катках та гусеничних ланках в центральній частині ходового обладнання мають майже лінійний характер, і при деякому положенні рукояті під час копання зусилля, які передаються від робочого обладнання дорівнюють нулю. (при розрахунку маса машини не враховується). У відповідності з даною методикою можна провести дослідження навантажень на робоче и ходове обладнання гідравлічних та механічних екскаваторів в процесі їх взаємодії з зовнішнім середовищем.

Перевагою даного типу моделювання є те, що можна отримати зусилля в будь якому вузлі при різних положеннях та геометричних розмірах як робочого обладнання так і всієї машини.

УДК 621.791.927.7

Ч.В. Пулька, докт. техн. наук, проф., В.С. Сенчишин, М.В. Шарик
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

КЕРУВАННЯ СТРУКТУРОЮ НАПЛАВЛЕНОГО МЕТАЛУ З ПРИКЛАДАННЯМ МЕХАНІЧНОЇ ВІБРАЦІЇ

Ch.V. Pulka, V.S. Senchyshyn, M.V. Sharyk
**CONTROL OF THE WELD METAL STRUCTURE APPLYING MECHANICAL
VIBRATION**

В сільськогосподарській техніці та інших галузях народного господарства, з метою підвищення зносостійкості та забезпечення самозагострювання робочих поверхонь в процесі експлуатації, широке застосування знайшло індукційне наплавлення порошкоподібними твердими сплавами [1, 2].

Крім того при індукційному наплавленні, а також в різних технологічних процесах зварювання, для підвищення експлуатаційних властивостей наплавленого металу та зварних швів використовують допоміжні технологічні операції (наприклад механічну вібрацію).

В роботах авторів [3, 4] розроблена технологія індукційного наплавлення з прикладанням механічної вібрації та проведені теоретичні дослідження впливу параметрів на структуру складових наплавленого металу при індукційному наплавленні тонких плоских деталей. На основі проведених теоретичних досліджень [4] отримано співвідношення оцінки параметрів вібрації (амплітуди і частоти), для наперед вибраного значення діаметра карбідних складових, які мають вид

$$\begin{aligned} \omega^2 &\leq 0,5(2f_1^2 - 4\xi^2 + 4\rho^{-2}D^{-2}\eta^2a^2h_1^{-4}) + \sqrt{0,25(2f_1^2 - 4\xi^2 + 4\rho^{-2}D^{-2}\eta^2a^2h_1^{-4})^2 - f_1^4}; \\ a^2 &\geq \frac{f_1\rho^2D^2h_1^4[\omega^4 - (2f_1^2 - 4\xi^2)\omega^2 + f_1^4]}{4\eta^2\omega^4}. \end{aligned} \quad (1)$$

Таким чином, якщо будуть задані характеристики рідкого наплавленого металу $f_1, \xi, \rho, \eta, h_1$ (див. позначення в роботі 4), то для заданого розміру складових D структури наплавленого шару можна знайти відповідні параметри вібрації ω і a на основі співвідношень (1).

Для перевірки коректності сформульованої моделі були проведені експериментальні дослідження структури металу, наплавленого індукційним способом без і з прикладанням механічної вібрації [3].

Для проведення досліджень індукційним методом з використанням шихти, що містить порошок сплаву ПГ-С1, були наплавлені плоскі зразки із сталі Ст3 з горизонтальною вібрацією і без вібрації. Наплавлення проводили на високочастотному генераторі типу ВЧГ-60/0,44 при постійній питомій потужності W і часу наплавлення t . Режими були однаковими для двох варіантів наплавлення : анодне напруження 10 кВ; напруження на контурі 5,4 кВ; струм сітки лампи 2,2 А; струм аноду лампи 2 А; час наплавлення 35 с.; амплітуда коливання 0,2 мм при частоті 50 Гц. Електролітичним способом в 20%-ному розчині хромової кислоти (напруження 20 В і час витримки 10 с.) визначали структуру наплавленого металу – хімічним травленням в 4%-ному розчині азотної кислоти. В результаті цього встановлено, що без вібрації карбіди мають розмір 10...12 мкм, а з горизонтальною вібрацією подрібнюються до розмірів 3,5...7 мкм.

Отримані результати порівнювали з розрахунковими за вище сформульованою розрахунковою моделлю.

На основі співвідношень (1) на рис. 1 побудовані графічні залежності $D \sim a$ і $D \sim \omega$. Тут кружечком на графіках відзначено координати точок, в яких співпадають розрахункові і приведені в роботі [3] значення розмірів складових за заданими параметрами вібрації. Це свідчить про коректність і достатню точність запропонованої розрахункової моделі. Як видно з рис. 1 при збільшенні параметрів вібрації a , ω розмір зерна D значно зменшується.

Для більш наочного представлення залежності величини складових D від параметрів вібрації a - амплітуди і ω - частоти побудовано окремо залежності $D \sim a$ і $D \sim \omega$. Для цього використано тільки друге співвідношення (1). Враховуючи, що $f_1^4 \gg \omega^4 - (2f_1^2 - 4\xi^2)\omega^2$, друге співвідношення можна представити наближено так

$$D^3 \geq \frac{8 \cdot 10^{15} \rho^2 h_1^4}{a^2 \eta^2 \omega^4}. \quad (2)$$

На основі співвідношення (2) запишемо рівняння залежностей $D \sim a$ ($\omega = 50 \text{ Гц}$) і $D \sim \omega$ ($a = 0,2 \text{ мм}$) в такому вигляді

$$D \approx 1,45 \cdot a^{-2/3} \text{ (мкм)}, \quad D \approx 785 \cdot \omega^{-4/3} \text{ (мкм)}. \quad (3)$$

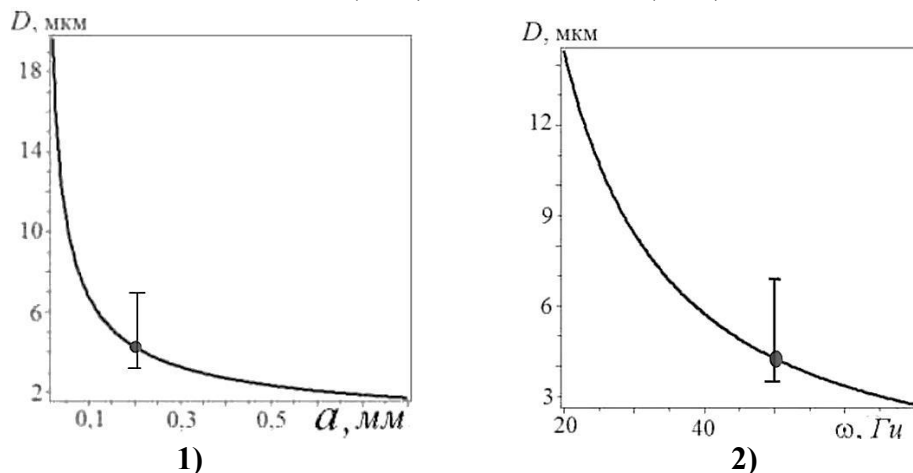


Рис. 1. Залежності $D \sim a$, $D \sim \omega$ розміру зерна D від параметрів вібрації :
1) амплітуди - a ; 2) частоти вібрації - ω .

Таким чином, на основі співвідношення (1) можна підібрати наперед задані значення параметрів вібрації a , ω для яких можна отримати бажану структуру карбідних складових наплавленого шару металу.

Література

1. Ткачев В.Н. Индукционная наплавка твердых сплавов / В.Н. Ткачев, Б.М. Фиштейн, Н. В. Казинцев, Д.А. Алдырев // М.: Машиностроение, 1970. – 184 с.
2. Рябцев И.А. Наплавка деталей машин и механизмов. – К.: «Екотехнологія», 2004. – 160 с.
3. Pulka Ch.V. Influence of vibration of parts on structure and properties of metal in surfacing / Pulka Ch.V., Shably O.N., Senchishin V.S., Sharyk M.V., Gordan G.N. // The Paton Welding Journal, January 2012, №1, P. 23–25.
4. Senchishin V.S. Calculation of size of structural constituents of metal deposited by induction method with application of mechanical vibration / Senchishin V.S., Pulka Ch.V. // The Paton Welding Journal, August 2015, №8, P. 31–34.

УДК 621.791

Ч.В. Пулька, докт. техн. наук, проф., О.Я. Данилишин

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПРОСТОРОВА СТІЙКІСТЬ ЗВАРЮВАЛЬНОЇ ДУГИ

Ch.V.Pulka Dr., Prof., O.Ya.Danylyshyn

SPACIAL STRENGTH OF THE WELDING ARE

Просторова стійкість являється важливою технологічною властивістю дуги. Продуктивність розплавлення електроду, тепло утримання розплавленого металу, його перенесення в дузі, розбрикування і проплавлення основного металу визначається у значній мірі просторовою стабільністю дуги, яка являється обов'язковою умовою зварювання в захисних газах довгою дугою.

Вивченням питань просторової стійкості різних типів дуг займались Г.М. Тиходеєв, В.С. Гвоздецький, Д.А. Дудко, В.С. Мечев, Б.А. Урюков та інші. В їхніх роботах відзначено, що основною причиною просторової нестабільності («блукання») дуги являється переміщення катодної плями по поверхні електрода.

Зробивши припущення, що радіальні розміри позитивного об'ємного заряду, в катодній області дуги більше радіальних розмірів від'ємного об'ємного заряду, що надходить із катоду В.С. Гвоздецький і ін., запропонували пояснення причини блукання катодної плями дуги компенсацією частини позитивного об'ємного заряду в центрі іонізації області автоелектронним струмом з катоду. В результаті максимальне напруження електричного поля буде розподілятися по колу на периферії іонізаційної області.

На думку Г.І. Лескова, основною причиною блукання катодної плями являється «охолодження» іонізаційного простору катодної області дуги постійно поступаючими в неї парами матеріалами катоду. Парова фаза, яка утворилася, як вважає Б.А. Урюков, має меншу електропровідність ніж плазма, тому дузі «зручніше» горіти на краю першопочаткової плями, де концентрація пари значно менша.

На думку В.С. Мечева, основною причиною рухомості катодної плями являється деформація об'ємного позитивного заряду відносно першопочаткової катодної плями, що утворилася в процесі зіткнення з перезарядженням між атомами металу, які випаровуються з катоду в катодну область і іонами плазми дуги, що наближається до катодної області.

На практиці дугового зварювання відомо, що тепло для утримання електродного металу (ступінь його перегрівання вище температури плавлення) і потім парів з активної плями дуги, будуть тим більші, чим вища просторова стійкість дуги. Цим і пояснюється більш високе тепло утримання капель електродного металу при зварюванні струмом зворотної полярності у вуглекислому газі у порівнянні з прямою полярністю, не дивлячись на те, що ефективно катодне падіння напруги вище анодного.

Можливі наступні шляхи підвищення просторової стійкості:

- зниження градієнта потенціалу стовпа дуги;
- застосування катодів, що характеризуються хімічною однорідністю;
- зниження питомої теплової потужності на катоді (зменшення катодного падіння напруги і густини струму в катодній плямі).

На основі проведеного аналізу можна підібрати методи підвищення просторової стійкості дуги, яка суттєво впливає на працездатність зварної конструкції.

УДК 621.791

Ч.В. Пулька докт. техн. наук, проф., І.Я.Сєркін

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ШЛЯХИ КЕРУВАННЯ ЗВАРЮВАЛЬНОЮ ДУГОЮ

Ch.V. Pulka Dr., Prof., I.Ya.Serkin

WAYS OF THE WELDING ARE CONTROL

Керування зварювальною дугою і її властивостями має дві мети: вплив на процеси пов'язані з електродом і вплив на процеси в зварювальній ванні та біляшовній зоні. Процеси пов'язані з електродом і в зварювальній ванні можуть бути обумовлені не тільки дією дуги, але й іншими факторами, наприклад дією власного магнітного поля.

Розрізняють керування зварювальною дугою і її властивостями. До керування дугою відносять механічне керування, при якому змінюється положення дуги в просторі без зміни її внутрішніх властивостей. В деяких випадках до керування дугою можна віднести також газодинамічне і магнітне керування.

Керування дугою може привести до зміни її властивостей. Так примусове переміщення дуги з високою швидкістю викликає інтенсивне охолодження і відповідно зміну властивостей: стиснення дуги, підвищення температури стовпа дуги та інше.

Механічне керування дугою за допомогою поперечних коливань електроду дозволяє отримати шви з оптимальним співвідношенням параметрів незалежно від величини струму і напруги дуги. Поперечні коливання застосовуються при зварюванні короткою дугою. При зварюванні дугою підвищується напруга із зростанням струму, які необхідні для задовільного формування шва.

Газодинамічне керування дугою широко застосовується для дуги в плазмотронах. Застосування до плавкого електрода даний спосіб полягає в додатковому крім дуги, впливу на зварювальну ванну газового струменю з метою збільшення глибини проплавлення. Газовий струмінь впливає не тільки на зварювальну ванну, а й на дугу. Керуючий газовий потік взаємодіє з потоком дуги, призводить до її стиснення, зменшення довжини дуги і струму, збільшення коефіцієнта розплавлення електроду.

Магнітне керування просторовим положенням дуги застосовується при зварюванні електродною стрічкою, для забезпечення рівномірного її плавлення, при значній ширині і для розігрівання торців, які з'єднуються в стик а також для зміни геометрії шва шляхом поперечних коливань дуги.

За допомогою магнітного поля можна керувати процесами в зварювальній ванні, наприклад, переміщення металу.

Електричне керування дугою включає дію на процеси пов'язані з електродом і зварювальною ванною.

Застосування різних методів керування зварювальною дугою дозволяє покращити якість зварного з'єднання.

UDC 621.81

M.D. Radyk, Benjamin Kwamina Addey

The Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Ukraine

RESEARCHES ON INFLUENCE OF CUTTING EDGE PARAMETERS ON TOOL LIFE AND CUTTING FORCES

М.Д. Радик, Бенджамін Кваміна Адді

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ РІЗАЛЬНОЇ КРОМКИ НА СТІЙКІСТЬ ІНСТРУМЕНТУ ТА СИЛИ РІЗАННЯ

During machining there are high local pressures between the tool and the workpiece, high temperatures, cutting forces, etc. The cutting temperature, which is generated during cutting process, exposes the cutting tool to extreme thermal conditions. Heat, which is also generated by chip formation and by the friction on the rake face during high speed cutting, is adverse effect. This adverse effect can influence the tool life. At both discontinuous and continuous cut the cutting forces act unstable that is caused by small and very hard elements in the workpiece microstructure. That is why there are very strict requirements on the cutting material. The example of requirements is following: high hardness at elevated temperature, high fracture toughness, resistivity to tool wear and high strength. The user expects from the tool productive machining and very low tool wear. These requirements are possible to realize by better design of the cutting tool, new substrates, new deposited thin layers [1]. The design of cutting tool is possible to improve in the area of either macro-geometry (tool profile, reshaping, angles, etc.) or micro-geometry. Micro-geometry of cutting tool is influenced to a certain extent by the cutting material and the deposited thin layer, which influences the roughness of machined surface and also the edge radius. For the cutting edge preparation there are used different methods, for example: brushing, drag finishing, micro-blasting dry, micro-blasting wet, magnet finishing, honing by hand, laser, etc. Most of these methods are based on the principle of abrasive elements effect. The effect is transmitted by suitable process media. The process media can be: air, paste, a fibre, a magnet, etc [2].

The aim of cutting edge preparation is: increasing the strength of the cutting edge, increasing the tool life, to reduce the internal stress of the coating, to reduce the risk of edge chipping, the preparation of the tool for deposition (smoother surface) and to create the defined shape and size of the cutting edge.

The roughness on the tool edge is higher and the surface of this tool may have defects. The defects can be: micro - defects (they arise during grinding process and they are also caused by manipulation among each step of production process. These defects can be seen both before and after coating), burrs (they are caused by the grinding process. Burrs can roll up over the cutting edge during the cutting process and they can destroy it. Definitely necessity for coating is the tool without burrs).

At a production process of a cutting tool it is necessary to follow the influence of inter-process preparation and also the influence of tool process technologies because right these factors have essential influence on the success of coated thin layer and the tool life.

References:

1. D.Biermann, I.Terwey. Cutting edge preparation to improve drilling tools for HPC processes. Journal of Manufacturing Science and Technology, 2008. -V. 1, issue 2. – P. 76-80.
2. K.-D. Bouzakis et al. Effect of dry micro-blasting on cutting edge geometry and tool life. Surface and Coatings Technology, 2009. -Vol. 204, issue 6, 2009. – P. 1081-1086.

УДК 621.82

М.Д. Радик, А.В. Дзюбак

Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, Україна

ГНУЧКА ГВИНТОВА СПІРАЛЬ З ПАЛЬЦЕВИМ З'ЄДНАННЯМ СЕКЦІЙ

M.D. Radyk, A.V. Dzyubak

FLEXIBLE SCREW SPIRAL WITH PIN JOINT OF SECTIONS

Гнучку гвинтову спіраль з планковим з'єднанням секцій зображено на рис.1.

Гнучку гвинтову спіраль з планковим з'єднанням секцій виконано у вигляді двох спіралей 1 і 2, на крайніх витках яких по внутрішньому діаметру закріплено планки 3 і 4, які входять в зачеплення одні з одними.

Гнучка гвинтова спіраль з планковим з'єднанням секцій працює наступним чином. Під час обертання гнучкої гвинтової спіралі обертовий момент з однієї секції спіралі 1 за допомогою планок 3 і 4 передається на іншу секцію спіралі 2.

До переваг гнучкої гвинтової спіралі з планковим з'єднанням секцій відноситься спрощення з'єднання (монтажу) окремих секцій і підвищення надійності та довговічності конструкції.

Гнучка гвинтова спіраль з планковим з'єднанням секцій, яка виконана у вигляді двох з'єднаних між собою спіралей, причому на крайніх сусідніх витках по внутрішньому діаметру жорстко прикріплені планки, і гвинтові спіралі є у жорсткій взаємодії між собою через ці планки.

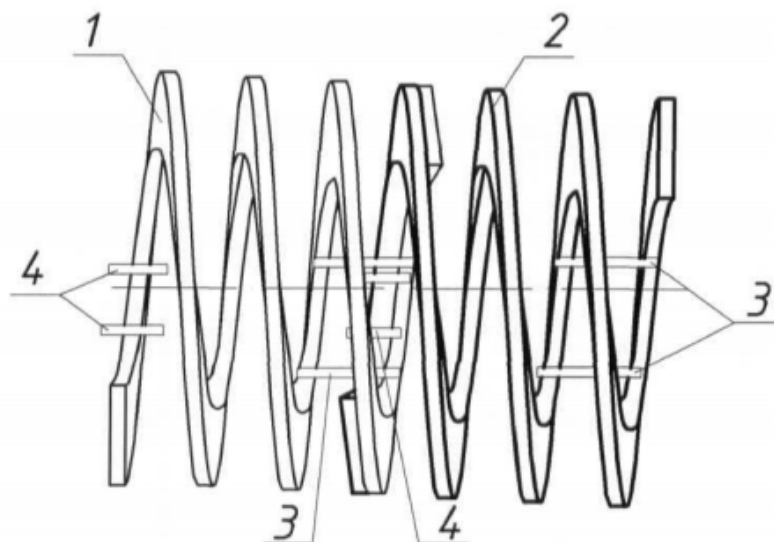


Рис. 1. Гнучка гвинтова спіраль з пальцевим з'єднанням секцій

Література

1. Пат. UA80275. гвинтова спіраль з пальцевим з'єднанням секцій [Текст] UA, МПК В21G 33/14 (2006.01) / Гевко Ів.Б., Левкович М.Г., Клендій В.М., Кучвара І.М.; заявник Гевко Ів.Б., Левкович М.Г., Клендій В.М., Кучвара І.М. – № у 2012 12038; заявл. 19.10.2012; опубл. 27.05.2013; Бюл. №10. –3 с.

УДК 621.867.42

Д.Л. Радик, канд. техн. наук доц., М.Д. Радик, Б.С. Флис

Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОСИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ ГВИНТОВИХ ЖИВИЛЬНИКІВ З КОНІЧНИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ

D.L. Radyk, Ph.D., Assoc. Prof.; M.D. Radyk, B.S. Flys

RESEARCH ENERGY-POWER PARAMETERS OF SCREW FEEDERS WITH CONICAL WORKING BODIES

Для проведення вимірювань крутних моментів в лабораторних умовах більш ефективним та точнішим є електричні методи вимірювання. У випадку, коли джерелом енергії для досліджуваної установки служить електропривід, то крутний момент на ведучому валу цієї установки можна встановити без використання спеціальних вимірювальних пристроїв, а з допомогою електричних засобів вимірювання, використовуючи при цьому принцип роботи і технічну характеристику електродвигунів.

Метод вимірювання крутного моменту на валу електродвигуна і зокрема асинхронних, з допомогою електронних методів вимірювання, ґрунтується на самому принципі перетворення електричної енергії в механічну. Цей принцип полягає в тому, що сила струму і швидкість обертання ротора при заданій частоті струму в сітці змінюється в залежності від навантаження.

Потужність, яка підводиться до статора визначається за формулою:

$$P = 3 \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi, \quad (1)$$

де U – напруга, що подається на фазу, В;

I – струм у фазі статора, А;

$\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності двигуна.

Корисна потужність на валу двигуна рівна:

$$P_2 = P_1 - (P_{n_1} + P_c + P_{mx} + P_o), \quad (2)$$

де P_{n_1} – втрати потужності в провідниках обмотки статора

$$P_{n_1} = 3 \cdot I_1 \cdot r_1;$$

P_c – втрати в сталі від гістерезису і вихрових струмів;

P_{mx} – механічні втрати на тертя;

P_o – пульсації і поверхневі втрати втрати електромагнітного поля.

В першому наближенні цими затратами можна знехтувати, проведенні абсолютних вимірювань, а для відносних чи порівняльних замірів, ці затрати не матимуть суттєвого впливу на точність результатів вимірювань. Тому з допустимою степінню точності можна прийняти

$$P_1 \approx P_2. \quad (3)$$

Корисна потужність двигуна іде на перемагання моменту опору на ведучому валу установки

$$P_2 = M_2 \cdot \omega = \frac{M_2 \cdot \pi \cdot n}{30}. \quad (4)$$

Підставивши в (4) значення P_2 , отримаємо залежність для визначення крутного моменту

$$M_2 = \frac{30 \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi}{\pi \cdot n}. \quad (5)$$

При зміні навантаження від холостого ходу до номінального значення $\cos \varphi$ близький до одиниці і мало змінюється. Тому для підвищення точності вимірювань, необхідно, щоб момент опору установки змінювався в межах близьких до номінального значення моменту на валу двигуна. Цього можна досягнути регулюванням кількості обертів на ведучому валу установки шляхом зміни передаючого відношення між валом двигуна і установки.

З формули (5) слідує, що момент на валу двигуна прямо пропорційний напрузі та силі струму. Оскільки, напруга між фазами стала, то зміна моменту опору буде викликана лише зміною сили струму.

Вимірювання сили струму і напруги проводились по електричній схемі, зображеній на рис.1.

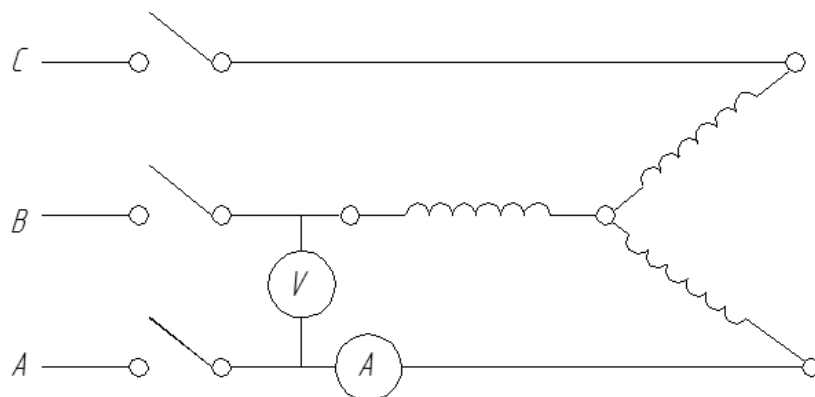


Рис. 1. Схема для визначення вольтамперної характеристики електроприводів

Література

1. Технологічні основи формоутворення різнопрофільних гвинтових заготовок деталей машин [Текст] / Б.М. Гевко, М.І. Пилипець, В.В. Васильків, Д.Л. Радик. – Тернопіль: ТДТУ імені Івана Пулюя, 2009. – 457 с.
2. Зенков, Р.Л. Механика насыпных грузов [Текст] / Р.Л. Зенков. – М.: Машиностроение, 1964. –251 с.

УДК 621.91

Н.С. Раздайбедіна, Т.Д. Зянько

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВИБІР ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ РОЗТОЧУВАННЯ ОТВОРІВ В ЦЕМЕНТОВАНІЙ СТАЛІ

N.S. Razdaibedina, T.D. Zyanko

CUTTING TOOL SELECTION FOR BORING OF HOLES IN CASE HARDENED STEEL

Для обробки цементованих отворів сталевих деталей машин, які відносяться до важкооброблюваних матеріалів, широке застосування мають інструменти з надтвердого матеріалу на основі кубічного нітриду бору. Враховуючи морфологічні особливості цементованого шару обробка повинна супроводжуватися динамічними навантаженнями на ріжуче лезо, що пов'язано з наявністю на поверхні покриття мікронерівностей, а також з неоднорідністю структури поверхневого шару отвору.

Переваги різців з кубічного нітриду бору зі зносостійкості і різальних властивостей пояснюється вищою твердістю і теплостійкістю кубічного нітриду бору порівняно з твердим сплавом і мінералокерамікою, що дозволяє таким інструментам довгий час зберегти високі різальні властивості. Геометричні параметри різців надтвердих матеріалів повинні забезпечувати в першу чергу міцність вершини різців і різальних кромки. Для цього в більшості випадків передньому куту надано від'ємне значення при обробці важкооброблюваних матеріалів.

Для підвищення міцності вершини різця в більшості випадків призначають невеликі кути у плані: $\varphi \leq 45^\circ$, $\varphi_1 \leq 15^\circ$. Однак, якщо існує небезпека виникнення вібрацій внаслідок недостатньої жорсткості технологічної системи, кути в плані збільшують. Кут нахилу різальної кромки при високих вимогах до шорсткості має забезпечувати відвід стружки від обробленої поверхні. Тому при обробці без удару кут λ приймають рівним $3 \dots 6^\circ$. При обробці з ударними навантаженнями кут λ зменшено для забезпечення міцності різального клину інструменту. Від радіусу при вершині різця в значній мірі залежить точність і якість обробки. При достатній жорсткості технологічної системи збільшення радіусу призводить до зменшення шорсткості обробленої поверхні, особливо в діапазоні великих подач. Але разом з тим збільшується радіальна складова сили різання. Тому при чистовій обробці радіус заокруглення різця знаходиться у межах $0,1 \dots 0,6$ мм. Враховуючи те, що вплив швидкості різання на шорсткість і сили різання є менш суттєвим, ніж на стійкість різців, за оптимальне прийнято ті її значення, при яких стійкість інструменту є максимальною. Для обробки доцільно використовувати розточний різець оснащений різальною частиною, яка виготовлена із матеріалу композит 10 (кубічний нітрид бору), що має теплостійкість біля 750°C з наступними параметрами: $\gamma = -5^\circ$; $\alpha = 10^\circ$; $\alpha_1 = 10^\circ$; $\varphi = 30^\circ$; $\varphi_1 = 15^\circ$; $\lambda = 2^\circ$. Відповідно, розточування отворів таким інструментом необхідно проводити на відносно жорстких та швидкохідних верстатах. Для цього придатні верстати класів точності П, В, А і С. Жорсткість токарних верстатів повинна бути не меншою за 25 кН/мм, а розточних – 18 кН/мм. Амплітуда коливань верстату не повинна перевищувати 7 мкм, а радіальне і осьове биття шпинделя не повинно бути більшим 6-9 мкм для токарних і 4-6 мкм – для розточних верстатів. Верстати повинні забезпечувати мінімальну подачу – не вище 0,01 мм/об і частоту обертання шпинделя до 6000 об/хв, радіальне биття шпинделя не повинно перевищувати 6 мкм, а при підвищених вимогах до точності обробки – 3 мкм, повинні бути відсутніми джерела вібрації і збудження вимушених коливань.

УДК 621.82

І.В. Рибак

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИПРЕСУВАННЯ ШКВОРНІВ З РУЧНИМ ПРИВОДОМ

I.V. Ribak

DEVICE FOR DISMANTLING PIN-OPERATED

Випресування шкворнів є дуже трудомісткою операцією в зв'язку з тим, що в процесі експлуатації автомобіля в результаті корозії і діючих навантажень шворнів міцно з'єднується з балкою осі і піддається зносу і деформації.

Пристрій для випресування шкворнів (рис.1) з ручним приводом складається з наступних основних складових частин:

візка; гідроциліндра; з'ємника; механізму підйомника; ручного плунжерного насоса; шланга високого тиску.

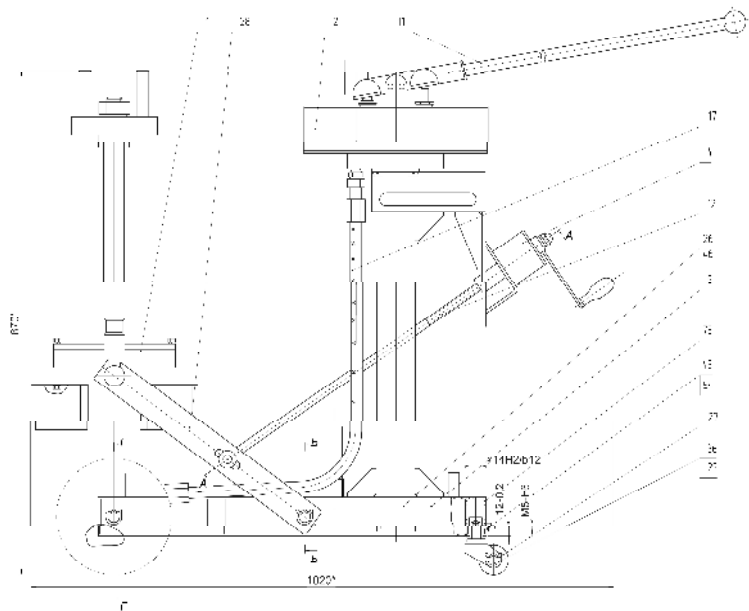


Рис. 1 Пристрій для випресування шкворнів

Візок складається з рами, звареної із прямокутних труб і двох коліс. На візку змонтовані всі інші агрегати механізму.

Механізм підйомника призначений для підйому (опускання) знімача з гідроциліндром і складається з рукоятки, підшипникового вузла, гайки з гвинтом, що шарнірно з'єднаний з віссю важелів. На верхніх кінцях важелів підвішений знімач з гідроциліндром.

Гідроциліндр складається з циліндра, поршня, штока і кришок.

Знімач складається з двох траверс, з'єднаних між собою двома шпильками.

Ручний плунжерний насос призначений для подачі робочої рідини під тиском у гідроциліндр. Насос складається з бака для робочої рідини в який змонтовані два плунжери діаметром 12 мм і два плунжери діаметром 32 мм. Кожна пара плунжерів встановлена в гільзі і з'єднана з корпусами, що мають усмоктувальні і нагнітальні клапани. У корпусі бака мається також пропускний клапан для зливу робочої рідини в бак при опусканні штока гідроциліндра. Кожна пара плунжерів шарнірно з'єднана з рукояткою.

Шланг високого тиску призначений для підведення робочої рідини від ручного плунжера насоса до гідроциліндра і зливу робочої рідини від гідроциліндра в бак насоса.

Література

1. Діагностика і технічнеобслуговуваннябудівельних машин. Практикум :Навч.посібник / С.К. Полянський, А.С.Жернвий, В.І.Лесько , С.Х.Тинченко. – К.: Либідь , 1995 . – 312с.

УДК 621.867

¹О.Р. Рогатинська канд. тнхг. наук, доц., ²Т.М. Пелешок, канд. техн. наук,

¹Л.Р. Рогатинська

¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

²Державне підприємство «Тернопільський науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації», Україна

ШВИДКОХІДНІ ГВИНТОВІ КОНВЕЄРИ З ЕЛАСТИЧНИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ

O.R. Rogatynska, Ph.D.; Assoc.prof.; T.M.Peleshok, Ph.D.; L.R. Rogatynska

HIGH-SPEED SCREW CONVEYORS WITH FLEXIBLE WORKING BODIES

Гвинтові конвеєри широко використовуються, як для безпосереднього транспортування сипких вантажів, так і в складі транспортно-технологічних систем. Незважаючи на низку беззаперечних переваг, гвинтові конвеєри мають певні недоліки, серед яких підвищена енергоємність процесу транспортування та небезпека пошкодження транспортованого вантажу, що дещо обмежує їх використання. Вказані недоліки значною мірою усуваються використанням еластичних гвинтових робочих органів, наприклад із полімерних матеріалів, при застосуванні яких не тільки зменшується пошкодження вантажу, але і, завдяки антифрикційним властивостям полімерів, суттєво знижується енергоємність процесу, що особливо важливо для швидкохідних гвинтових конвеєрів. Метою досліджень є встановлення шляхів підвищення ефективності використання еластичних робочих органів у швидкохідних гвинтових конвеєрах та визначення їх оптимальних параметрів та режимів роботи.

Дослідження напружено-деформованого стану спіралі показало, що еластичні гвинтові поверхні мають достатню для переміщення вантажу несучу здатність. Це обґрунтовується тим, що гвинтова поверхня є об'ємною поверхнею, сама форма якої забезпечує її жорсткість, причому згин елемента поверхні викликає не тільки згинні напруження по її товщині, але і ланцюгові напруження (розтягу та стиску) в площині цього елемента. Таким чином, його згинна жорсткість на порядок вища згинної жорсткості аналогічного плоского елемента. Також, при обертанні еластичної гвинтової поверхні, виникає її динамічна жорсткість, яка полягає у відновленні початкової форми деформованої поверхні внаслідок дії відцентрових сил.

Теоретичними дослідженнями встановлено, що для гвинтових конвеєрів існує точка глобального мінімуму енергоємності конвеєра, яка розміщується в зоні високошвидкісних режимів і визначається тільки коефіцієнтом тертя вантажу по гвинтовій поверхні. Мінімізація енергоємності гвинтового конвеєра досягається оптимальним вибором його конструктивних параметрів та режимів роботи.

Метрологічними вимірюваннями встановлено, що при стабільному процесі транспортування в зоні оптимальних режимів прогини еластичних робочих органів не значні і практично не впливають на характеристики процесу транспортування. Використання полімерних матеріалів, наприклад поліетилену, для виготовлення еластичних робочих поверхонь знижує коефіцієнт тертя вантажу до робочих поверхонь і, відповідно, в 2-3 рази знижує енергоємність транспортування та в 3-6 разів зменшує масу гвинтового конвеєра у порівнянні з існуючими.

Встановлено, що найбільш несприятливі умови функціонування швидкохідного гвинтового конвеєра з еластичними робочими органами виникають в зоні завантаження і обумовлюються додатковими навантаженнями на витки при розгоні вантажу та зменшенням заповнення конвеєра внаслідок дії відцентрових сил. З метою усунення небажаних явищ для горизонтальних та низько-нахилених швидкохідних конвеєрів розроблені завантажувальні пристрої з напрямленою подачею вантажу, узгодженою із швидкістю осевого транспортування вантажу.

УДК 621.867

Р.М. Рогатинський докт. техн. наук, проф, О.Р. Рогатинська, канд. техн. наук, доц., П.О.Леськів, В.Л. Дмитроца.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЖИМУ РОБОТИ ШВИДКІСНОГО ДВОВАЛЬНОГО КОНВЕЄРА

**R.M. Rogatynskyi, Dr, Prof; O.R. Rogatynska, Ph.D., Assoc.prof.; P.O. Les'kiv;
V.L. Dmytrotsa;**

RATIONALE MODE OF HIGH-SPEED CONVEYOR WITH DOUBLE SCREW

Двовальні тихохідні гвинтові конвеєри широко використовуються в технологіях транспортування, перевантаження та обробки насипних вантажів. В таких конвеєрах переміщення вантажу відбувається у відкритому руслі, який утворюють два співвісні шнеки із різнонаправленими витками, що обертаються в протилежних напрямках. Така конструкція, порівняно із одновальним конвеєром, більш складна, проте стійка до понаднормового заповнення конвеєра. Внаслідок значних трат на перемішування вантажу тихохідні двовальні гвинтові конвеєри мають підвищену енергоємність.

Зменшення енергоємності двовальних гвинтових конвеєрів досягається підвищенням їх швидкохідності та реалізації транспортування вантажу в режимі завислого шару (біжучої хвилі) поверх русла утвореного двома шнеками, що досягається вибором відповідної конструкції та оптимальних кутових швидкостей.

Для горизонтальних одновальних гвинтових конвеєрів кут відхилення центра мас тіла волочіння вантажу від вертикалі (кут прикладення рівнодійної реакції жолоба) визначається із залежності $\theta_0 = k_0 \arctg[\mu_2 \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)]$, де k_0 - коефіцієнт приведення, що враховує параметри тіла волочіння, α - кут підйому гвинтової стрічки по зовнішній крайці; φ - кут тертя вантажу по гвинтовій поверхні, $\varphi = \arctg \mu_1$; μ_1 та μ_2 - коефіцієнти тертя вантажу відповідно по гвинтовій поверхні та жолобу. При тихохідному режимі транспортування в одновальних конвеєрах, із умови непересипання вантажу через вал, кут відхилення вантажу має становити $\theta_0 < 30^\circ - 40^\circ$, а коефіцієнт швидкохідності $P = D\omega^2 / (2g) < 2 - 3$.

В двовальних гвинтових конвеєрах із суміщеними незамкнутими жолобами відбувається спрямування потоків від гвинтових робочих органів назустріч один одному із розривом колового руху і підняттям тіла волочіння вантажу обома шнеками та подальшим його осьовим переміщенням по руслу завислим шаром. Швидкохідний режим транспортування двовальних гвинтових конвеєрів характеризується коефіцієнтом швидкохідності $P = D\omega^2 / (2g) > 5$. Причому, чим меншим буде значення коефіцієнта тертя μ_1 , тим менше початкове відхилення θ_0 і тим більш швидкохідним має бути режим транспортування вантажу для забезпечення кінематичного напору потоку і перенесення завислого шару, що є резервом підвищення продуктивності та зменшення енергоємності швидкохідних двовальних гвинтових конвеєрів. При цьому, кут розміщення вектора реакції кожного із жолобів враховує кінематичний підпір зі сторони обертових гвинтових робочих органів (k_ω), тобто $\theta_\omega = k_\omega \theta_0$. Як показали експериментальні дослідження, для двовальних гвинтових конвеєрів експлуатаційний коефіцієнт заповнення може в 3-4 рази перевищувати коефіцієнт заповнення одновального гвинтового конвеєра того ж діаметру при можливості переборювати затори при понаднормовому завантаженні конвеєра.

УДК 621.326

Н.А. Рубінець, М.Я. Сташків канд. техн. наук, доц., А.Д. Довбуш
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

РОЗВИТОК КРАЙОВОЇ ТРІЩИНИ ПРИ ЗГІНІ ТОНКОСТІННОГО СПАРЕНОГО Z-ПОДІБНОГО ПРОФІЛЮ

N.A. Rubinets, M.Y. Stachkiv, Ph.D., Assoc. Prof., A.D. Dovbush
**RECEIVING BOUNDARY VALUE OF CRACK DEPENDING BENDING
THIN-WALLED COAXIAL Z-SHAPED PROFILE**

Традиційні інженерні розрахунки на міцність деталей машин та елементів конструкції виконують для умов статичного навантаження і ґрунтуються вони на номінальних напруженнях, які визначають за формулами опору матеріалів при однократному навантаженні. Розрахунки на міцність за номінальними напруженнями за характеристиками статичних властивостей виконують для обґрунтування вибору основних розмірів елементів конструкцій.

Для обґрунтування вибору конструктивних форм (наявність зон концентрації напружень), режимів силового навантаження, технології зварювання необхідно виконати додаткові перевірні розрахунки на міцність і довговічність [1].

На даний час, застосування набули методи оцінки залишкового ресурсу конструкцій, що ґрунтуються на прогнозуванні росту втомних тріщин [2, 3]. Практична важливість таких методів пов'язана з можливою появою тріщиноподібних дефектів на початковій стадії експлуатації (особливо із зварними з'єднаннями).

Теоретичні основи інженерної оцінки міцності з позиції тріщиноотривкості матеріалу базуються на методах лінійної механіки руйнування.

Згідно силового критерію в межах лінійної механіки руйнування, напружено-деформований стан тіла з тріщиною в безпосередній близькості до її вершини повністю визначається трьома параметрами – коефіцієнтами інтенсивності напружень K_I , K_{II} , K_{III} , які є характеристикою сингулярності напружень біля вершини тріщини та відіграють таку ж роль у механіці руйнування, як і концентрації напружень в опорі матеріалів. Процес руйнування повністю контролюється величиною цих параметрів. Отже, існує деяка гранична поверхня, тобто поверхня руйнування, при досягненні якої починається розвиток тріщини.

Механізм руйнування зразка та залежності, які його описують можуть бути встановлені у процесі експериментального дослідження руйнування зразка чи виведені аналітично. Тому, для інженерних розрахунків, найбільш доцільна побудова наближених розв'язків, які дозволяють отримати, з достатньою для практики точністю, порівняно прості замкнуті аналітичні вирази для КІН.

При дії згинальних моментів для тонкостінних стержневих конструкцій домінуючим буде руйнування від дії нормальних напружень. Основним розрахунковим параметром при цьому є коефіцієнт інтенсивності напружень нормального відриву K_I .

Для опису росту крайової тріщини розглянемо тонкостінний поперечний перетин, який складається з двох Z-подібних профілів при умові, що руйнування відбувається лише в одному з них (рис. 1).

Такий перетин застосовують для виготовлення центрального лонжерона рами розкидача добрив ПРТ-9.

Вважаємо, що руйнування поперечного перетину спарених Z-подібних профілів починається з крайової тріщини в одному з поперечних перетинів, яка зароджується на краю полиці (рис. 1б). Зруйнувавши полицю тріщина переходить до стінки, і

продовжується до другої полиці. Вважаємо, що руйнування поперечного перетину спареного профілю не відбувається.

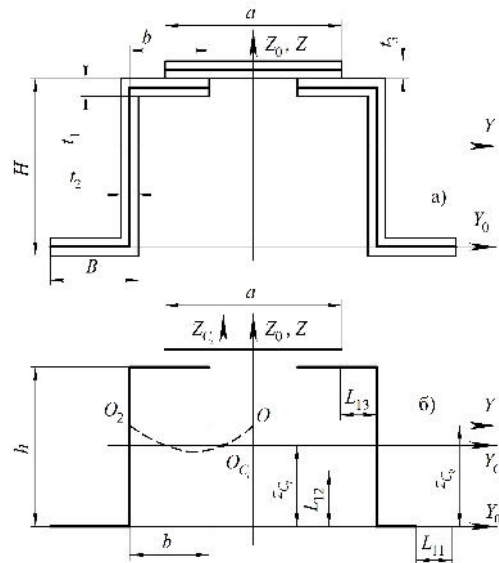


Рис. 1. Схема до визначення геометричних характеристик тонкостінного профілю з крайовою тріщиною: а) схематизація двох Z-подібних поперечних перетинів; б) схематизація двох Z-подібних поперечних перетинів з крайовою тріщиною; $O-O_2$ – траєкторія зміщення центра ваги при розвитку тріщини.

Розглядуваний профіль навантажений лише згинальним моментом M відносно осі Y . При дії згинального моменту на тонкостінний профіль його горизонтальні полиці будуть працювати на розтяг, а вертикальна стінка – на згин. Напружений стан, що виникає в полицях Z-подібного поперечного перетину з тріщиною, з певним наближенням можна моделювати, як окремі пластини тієї ж товщини і ширини з крайовою тріщиною при аналогічному силовому навантаженні.

Залежність для визначення коефіцієнта інтенсивності напружень нормального відриву $K_I^{(32)}$ для спарених Z-подібних профілів [4]

$$K_I^{(32)} = \sigma_{ном}^{(32)} \cdot (1 - \varepsilon_2)^2 \sqrt{\pi \cdot L_2} \cdot [1,222 - 1,4 \cdot \varepsilon_2 + 7,33 \cdot (\varepsilon_2)^2 - 13,08 \cdot (\varepsilon_2)^3 + 14(\varepsilon_2)^4] = \sigma_1^{32} \sqrt{\pi \cdot L_1} \cdot F_2(\varepsilon_2) \quad (1)$$

де $F_2(\varepsilon_2)$ – безрозмірний поправочний коефіцієнт, який враховує зміну геометрії стінки тонкостінного профілю при поширенні в ній втомної тріщини.

Література:

1. Когаев Г.А., Махутов Н.А., Гузенков А.П. Расчеты деталей машин и конструкций на прочность и долговечность: Справочник. – М.: Машиностроение, 1984. – 312 с.
2. Рибак Т.І. Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин. – Тернопіль: ВАТ ТВПК «Збруч», 2003. – 332 с.
3. Андрейкив А.Е., Дарчук А.И. Усталостное разрушение и долговечность конструкций. – К.: Наук. думка, 1992. – 120 с.
4. Рибак Т., Сташків М. Визначення КІН для втомної тріщини у тонкостінному стержні замкнутого профілю при депланації його поперечних перетинів //Машинознавство, 2003. – №5. – С. 10 – 13.

УДК 624.151.2

Н.З. Рудакевич

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОПТИМІЗАЦІЯ ФУНДАМЕНТУ ДЛЯ 9-ТИ ПОВЕРХОВОГО ОФІСНОГО ЦЕНТРУ

N.Z. Rudakevych

OPTIMIZATION FOUNDATION FOR A 9-STOREY BUSINESS CENTRE

Метою роботи є підбір оптимального варіанту фундаменту для будівництва 9-поверхового офісного центру в м. Тернополі. В інженерно-геологічних умовах для ділянки під будівництво було запропоновано такі варіанти фундаменту: фундамент на забивних палях, фундамент на буронабивних палях, монолітний стрічковий фундамент на штучній основі та монолітний стрічковий фундамент на природній основі.

Для аналізу варіантів та аргументованого вибору найдоцільнішого з них виконано серію розрахунків для визначення обсягу земляних робіт, необхідної кількості арматури, об'єму бетону та інших показників при збереженні заданої конструктивної міцності. Розрахунок несучої здатності палі визначаємо за формулою:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cr} * R * A + U \sum \gamma_{cf} * f_i * h_i)$$

$$F_d = 1(1 * 850 * 0,09 + 1 * 1,2 * 6,9 * 158) = 1384,7 \text{ кПа}$$

де $\gamma_c = 1$ - коефіцієнт умов роботи палі в ґрунті;

R - розрахунковий опір ґрунту під подошвою палі;

Розрахунок виконано згідно [1] для фундаментів на вологих ґрунтах з врахуванням [2]. Також виконано кошторисний розрахунок в програмному комплексі АВК-5 за цінами 20.10.2016р. Результати розрахунків зведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Результати техніко-економічних розрахунків

Найменування показника	Фундамент на забивних палях	Фундамент на буронабивних палях	Монолітний стрічковий фундамент на штучній основі	Монолітний стрічковий фундамент на природній основі
Об'єм земляних робіт, м ³	117384,6	117503,2	126976,1	117384,6
Об'єм бетону, м ³	358,2	732,6	460,8	1018,8
Об'єм зворотної засипки, м ³	117026,4	116652	116409,9	116365,8
К-ть арматури, кг	28656	58608	36864	81504
Кошторисна вартість, тис. грн.	5271,94	5537,522	5296,206	5304,6

Для всіх фундаментів передбачено виконання обмазувальної гідроізоляції.

Отже, виходячи з результатів розрахунків, встановлено найбільш оптимальний варіант - фундамент на забивних палях. Оскільки даний тип фундаменту дозволяє при найменшій вартості і обсягах робіт отримати таку ж саму несучу здатність як інші типи фундаментів.

Література

- ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти споруд», Київ 2009.
- ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи», Київ 2006.

УДК 621.91

В.В. Сасай, Н. Меккауї

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗБИТТЯ ОТВОРІВ В ПРОЦЕСІ СВЕРДЛІННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СПЕЦІАЛЬНОГО ПАТРОНА

V.V. Sasai, N. Mekkaui

THE RESEARCH OF HOLES EXPANSION IN THE DRILLING PROCESS USING A SPECIAL CHUCK

Розбиття отворів в процесі їх свердління на вертикально-свердлильному верстаті із застосуванням спеціальних патронів призводить до виникнення неприпустимих відхилень діаметрів оброблених отворів, тому дослідження цього процесу є важливою задачею. Основними причинами розбиття отворів є: недосконалість конструкції інструмента, його ріжучих і направляючих елементів; неправильна подача інструменту на початку свердління; неправильно вибрані режими різання; неоднорідність матеріалу оброблюваної деталі; втрата стійкості свердла в процесі різання; неоднорідне затуплення ріжучих кромки свердла.

Перші три причини носять систематичний характер і можуть бути легко усунені. Решта причин потребують більш детального вивчення, тому що їх поява носить випадковий характер.

В процесі експериментальних досліджень встановлено, що динамічні характеристики процесу свердління також мають вплив на величину розбиття отвору, тобто є доцільним дослідження поперечних коливань свердла. З цією метою на основі розрахункової схеми, в якій враховане постійне значення твердості матеріалу по всій глибині отвору, диференціальне рівняння руху елемента свердла довжиною dx має вигляд:

$$-P_0 \sin \theta_1 - \frac{\partial Q}{\partial x} dx + \left(P_0 + \frac{\partial P_0}{\partial x} dx \right) \sin \theta_2 + \left(\frac{\pi n}{30} \right)^2 y m(x) dx + \Delta P_r dx = m(x) \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} dx, \quad (1)$$

де P_0 - осьова сила різання, ΔP_r - невірноважена радіальна сила різання, $Q(x)$ - перерізує зусилля, $m(x)$ - погонна маса свердла вздовж вісі x , n - постійна частота обертання свердла, θ_1 - кут нахилу, який утворює з віссю Ox дотична до середньої лінії нормальних перерізів свердла з координатою x ; θ_2 - кут нахилу, який утворює з віссю Ox дотична до середньої лінії нормальних перерізів свердла з координатою $x-dx$.

Після перетворення рівняння (1) одержано

$$-EI \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} + P_0 \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} + \left(\frac{\pi n}{30} \right)^2 y \rho S x + \Delta P_r = \rho S x \frac{\partial^2 y}{\partial t^2}, \quad (2)$$

де E - модуль пружності матеріалу свердла, I - момент інерції поперечного перерізу свердла в робочій частині, ρ - густина матеріалу свердла, S - площа поперечного січення свердла.

Розв'язок диференціального рівняння (2) проведено поєднанням методів розділення змінних та чисельного методу Рунге-Кутта. Результати розв'язку представлено у вигляді графіків, із яких можна побачити, що збільшення довжини свердла l та радіальної сили різання ΔP_r призводить до зростання величини розбиття отворів.

УДК 621.941

В.М. Семків

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГВИНТОВИХ ЗАТИСКНИХ ПРИСТРОЇВ

V.M. Semkiv

THE RESEARCH OF SPIRAL CLAMPING FIXTURES' PARAMETERS

Закріплення тонкостінних циліндричних заготовок в пристроях і прикладання сил різання до них приводить до виникнення похибок і деформації заготовок. Для тонкостінних виробів, що характеризуються малою жорсткістю, похибки, пов'язані з прикладанням сил закріплення, можуть приймати великі значення, тому цей чинник є визначальним при конструюванні затискних пристроїв і підборі оптимальних режимів обробки. Для затиску тонкостінних виробів використовуються різного типу патрони, пристрої і оправки: багатоклачкові, з гофрованими затискними елементами, цангові розтискні оправки, оправки та патрони з оболонковими затискними елементами та ін.

Окремо слід виділити гвинтові затискні пристрої із пружними затискними елементами, до яких відносяться затискні патрони та оправки із гвинтовими елементами затиску, що в порівнянні із іншими є дешевшими у виготовленні та експлуатації, а також не деформують поверхонь тонкостінних втулок. Тому актуальною задачею є створення затискних патронів з пружними гвинтовими елементами для забезпечення рівномірного розподілу зусиль затиску заготовки та розробка методів їх проектування на основі дослідження їх характеристик.

На основі існуючих та розроблених гвинтових затискних пристроїв та відповідних розрахункових схем одержано співвідношення між деформацією гвинтового елемента в осьовому напрямку Δh та деформацією δ в радіальному напрямку

$$\delta = \frac{1}{2} \Delta h \cdot \sin \alpha \cdot \frac{2 \cdot EI_x \cdot \cos^2 \alpha - \cos 2\alpha \cdot GI_p}{i \cdot \pi \cdot \cos \alpha (E \cdot I_x \cdot \cos^2 \alpha + GI_p \cdot \sin^2 \alpha)}, \quad (1)$$

де α - кут підйому витків гвинтового елемента, E – модуль пружності першого роду матеріалу гвинтового елемента, I_x - осьовий момент інерції поперечного січення гвинтового елемента, I_p – полярний момент інерції поперечного січення гвинтового елемента, G - модуль пружності другого роду матеріалу гвинтового елемента, i - кількість витків гвинтового елемента.

Визначено осьове зусилля на штокові патрона:

$$P_{o\Sigma} = \frac{P_r \cdot D_2 (f + \operatorname{tg} \alpha)}{2R_c} + \frac{2\delta}{D_1^3 \cdot \sin \alpha \left(\frac{1}{2GI_p} - \frac{\cos 2\alpha}{4EI_x \cos^2 \alpha} \right)}, \quad (2)$$

де P_r – радіальна сила затиску заготовки, f – коефіцієнт тертя між гвинтовим елементом і заготовкою; D_2 – зовнішній діаметр заготовки; R_c – середній радіус гвинтового елемента, D_1 – початковий внутрішній діаметр гвинтового елемента.

Отже, на величину осьового зусилля на штокові патрона при затиску заготовок гвинтовими елементами суттєво впливає радіальна сила затиску заготовки, величина деформації гвинтового елемента, кут підйому витків гвинтового елемента, коефіцієнт тертя між гвинтовим елементом і заготовкою та інші конструктивні параметри.

УДК 621.867.4/6

Л. С. Серілко, канд. техн. наук, доцент, Д. Л. Серілко канд. техн. наук
Національний університет водного господарства та природокористування, Україна

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РУХУ ЧАСТИНКИ СИПКОГО МАТЕРІАЛУ ПО ЖОЛОБУ ІНЕРЦІЙНОГО КОНВЕЄРА

L.S. Serilko, Ph.D., Assoc. Prof., D.L.Serilko Ph.D.

THE MATHEMATICAL MODEL OF LOOSE MATERIAL PARTICLE MOTION ON INERTIONAL CONVEYOR TROUGH

В різних галузях промисловості, таких як харчова, переробна, металургійна та інші широко використовуються інерційні конвеєри. Вони характеризуються високою стабільністю роботи, оскільки відносяться до машин з динамічною коливальною системою, оскільки амплітуда коливань жолоба в процесі роботи конвеєра є постійною.

Основним недоліком інерційних конвеєрів є наявність зворотнього ходу вантажу, що призводить до зменшення продуктивності цього транспортуючого засобу, а отже і до збільшення споживаної потужності.

Для подолання цього недоліку запропоновані нові конструкції інерційних конвеєрів [1,2], які забезпечують зменшення сили тертя між матеріалом, що транспортується і жолобом конвеєра в період, коли його швидкість відносно вантажу буде направлена в протилежний бік.

Схема одного із запропонованих пристроїв [1] зображена на на рис. 1.

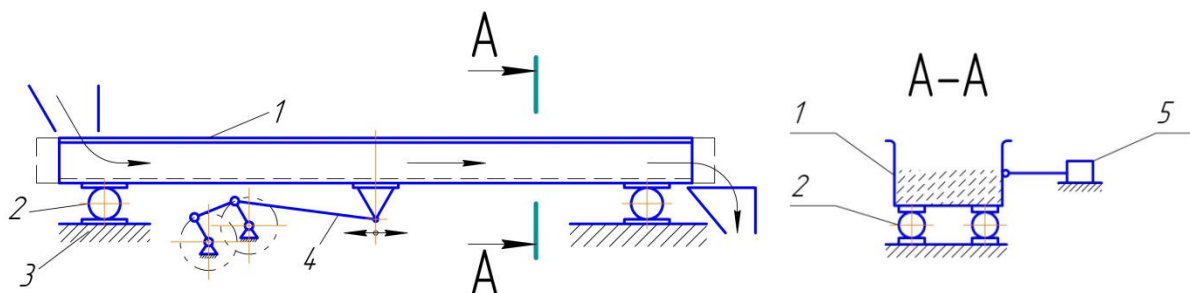


Рис. 1. Інерційний конвеєр

Інерційний конвеєр складається із жолоба 1, який встановлений на кульках 2, з можливістю рухатися як вздовж, так і поперек осі конвеєра по нерухомій основі 3, привода зворотньо-поступального руху 4, та вібратора 5 для здійснення поперечних коливань жолоба. Вібратор обладнано пультом керування, який на рисунках не зображено.

Інерційний конвеєр працює наступним чином. При русі жолоба 1 вправо за рахунок привода 4, вантаж, який знаходиться на жолобі починає рухатися разом із жолобом. В момент часу, коли швидкість жолоба досягне максимального значення, вмикається вібратор для здійснення поперечних коливань жолоба. Оскільки частота цих коливань набагато більша від частоти поздовжніх коливань жолоба, а сила тертя завжди направлена в протилежний бік від вектора відносної швидкості руху матеріалу по поверхні жолоба, то і сила тертя між матеріалом жолобом буде в більшості спрямована в поперечному напрямку, а отже в повздовжньому напрямку її значення буде мати мінімальну величину. Отже матеріал по інерції буде рухатися по поверхні жолоба доти, доки жолоб не почне рухатися в необхідному напрямку. В цей момент часу вібратор вимикається і цикл повторюється.

Розглянемо рух частинки сипкого матеріалу, яка знаходиться на поверхні жолоба інерційного конвеєра.

Жолоб рухається в горизонтальній площині вздовж осі конвеєра по закону $S_x = S(t)$ і поперек осі конвеєра по закону $S_y = A \sin \omega t$.

На частинку діють сила тяжіння \vec{P} , реакція поверхні \vec{N} , сила тертя \vec{F} і сили інерції $\vec{\Phi}_x$, $\vec{\Phi}_y$.

$$\Phi_x = -m \ddot{S}_x;$$

$$\Phi_y = -m \ddot{S}_y = -mA\omega^2 \sin \omega t.$$

Оскільки сила тертя напрямлена в протилежний бік від вектора швидкості руху точки, то розкладемо її на дві складові F_x і F_y :

$$F_x = fN \frac{V_x}{\sqrt{V_x^2 + V_y^2}};$$

$$F_y = fN \frac{V_y}{\sqrt{V_x^2 + V_y^2}},$$

де $V_x = \dot{x}$ – проекція вектора швидкості частинки на вісь x , $V_y = \dot{y}$ – проекція вектора швидкості частинки на вісь y .

Закон руху частинки матеріалу S_x залежить від геометричних та кінематичних характеристик приводу інерційного конвеєра.

Диференціальні рівняння руху частинки сипкого матеріалу, в проекціях на осі x та y матимуть вигляд [3]:

$$\ddot{x} = -\ddot{S}_x - fg \frac{V_x}{\sqrt{V_x^2 + V_y^2}};$$

$$\ddot{y} = A\omega^2 \sin \omega t - fg \frac{V_y}{\sqrt{V_x^2 + V_y^2}}.$$

Розв'язуючи отриману систему рівнянь чисельним або наближеним методами [4] можна визначити швидкість руху, а отже продуктивність і споживану потужність інерційного конвеєра.

Література

1. Рішення № 15606/ЗУ/16 від 28.07.2016 про видачу деклараційного патенту на корисну модель. Інерційний конвеєр / Рогатинський Р.М., Серілко Л.С., Серілко Д.Л., Козачук Р.І. – № у 2016 02699; заявл. 18.03.16.

2. Рішення № 15534/ЗУ/16 від 28.07.2016 про видачу деклараційного патенту на корисну модель. Інерційний конвеєр для транспортування сипких матеріалів / Рогатинський Р.М., Серілко Л.С., Серілко Д.Л. – № у 2016 02703; заявл. 18.03.16.

3. Андронов В.В. Сухое трение в задачах механики / В.В. Андронов, В.Ф. Журавлев // НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований. М.–Ижевск, 2010. – 184 с.

4. Вибрации в технике. Справочник в 6 томах. Т. 4. М.: Машиностроение, 1981. 510 с.

УДК 621.923.74

Л. С. Серілко, канд. техн. наук, доц., О.С. Стадник, канд. техн. наук, М.В. Пікула
Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ЧАСТИНОК У ВІДЦЕНТРОВІЙ УСТАНОВЦІ

L.S. Serilko, Ph.D., Assoc. Prof., O.S. Stadnyk Ph.D. M.V. Pikula

RESEARCH MOTION OF PARTICLES IN THE CENTRIFUGAL INSTALLATION

У машинобудуванні зростає питома вага об'ємної оздоблювально-зачищувальної обробки (ОЗО) деталей гранульованими робочими середовищами, яка дозволяє механізувати такі трудомісткі операції, як шліфування, полірування, підготовка поверхонь під покриття, видалення задирок і заокруглення кромek. Для виконання цих операцій широко застосовують, зокрема, високопродуктивну відцентрову обробку, яка дозволяє створити значний тиск частинок гранульованих робочих середовищ на деталі.

Істотним недоліком існуючих методів ОЗО є наявність в робочій камері зон різної інтенсивності впливу гранул на деталі, причому велика частина деталей і гранул з'являється в зоні відносного спокою - застійній зоні, що призводить до порушення стабільності обробки, і відповідно – виникнення браку. Тому для підвищення стабільності відцентрової обробки і якісних характеристик поверхонь деталей пропонується інтенсифікувати відносний рух гранул і поверхонь деталей. В цьому випадку відбувається додатковий рух гранул відносно поверхонь деталей, циклічно руйнується застійна зона, що створює умови для підвищення стабільності формування однорідної шорсткості поверхонь деталі і інтенсифікується видалення металу.

При проектуванні установок важливою задачею є визначення кінематичних характеристик руху частинок абразивної маси у камері.

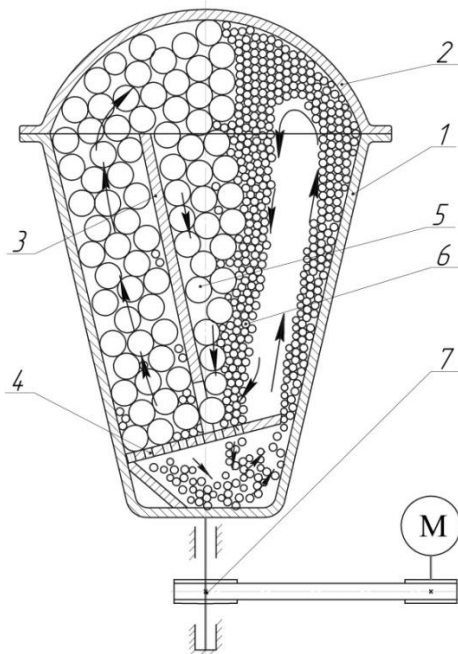


Рис. 1. Схема установки для обробки деталей:
1 – камера, 2 – кришка, 3 – розсікач, 4 – днище перфороване, 5 – деталі, 6 – абразив, 7 - привод

Розглянемо рух частинки абразиву, вважаючи її матеріальною точкою, по конічній поверхні камери відцентрової установки (рис. 1) при наявності перегородок, які обмежують рух частинок в трансверсальному напрямі.

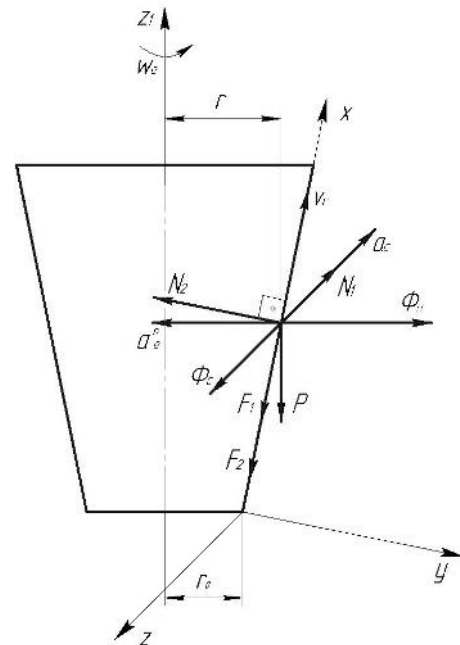


Рис. 2. Розрахункова схема сил, що діють у віброустановці

При включенні приводу маса завантаження починає здійснювати складний рух. Під дією відцентрових сил інерції маса завантаження починає підніматися по внутрішній поверхні контейнера і після контакту з сферичною кришкою частинки маси середовища починають рухатися назустріч один одному. В результаті відбувається інтенсивне перемішування інгредієнтів маси завантаження і відповідна обробка деталей. Під дією гравітаційних сил інгредієнти опускаються вниз і розділяються перфорованим днищем на деталі та абразивні частинки. Цикл обробки повторюється.

Для дослідження відносного руху частинки (точка M) зв'яжемо з поверхнею робочої камери (рис. 2) систему координат $OXYZ$. Положення точки на поверхні буде визначатися координатою X . Оскільки система координат $OXYZ$ обертається разом з камерою навколо нерухомої осі Z_1 , то рух точки M буде описуватися за допомогою диференціальних рівнянь відносного руху точки.

Розв'язавши їх, отримаємо умови забезпечення руху частинки по бічній поверхні камери

$$\omega^2 > \frac{g(\cos \alpha + f_2 \sin \alpha)}{r_0(\sin \alpha - f_2 \cos \alpha)}$$

Якщо прирівняти $f_1 = f_2 = \operatorname{tg} \varphi$, то рівняння (10) матиме вигляд

$$\frac{\sin \alpha \cos \varphi - \sin \varphi \cos \alpha}{\cos \alpha \cos \varphi + \sin \varphi \sin \alpha} \geq \frac{g}{2\omega^2}$$

а після незначних перетворень

$$\omega^2 = \frac{g}{r_0 \operatorname{tg}(\alpha - \varphi)}$$

Оскільки форма камери криволінійна ($\alpha \neq \text{const}$) і $\sin \alpha - f_2 \cos \alpha > 0$, тоді характеристичне рівняння буде мати два корені

$$\lambda_{1,2} = -\frac{A}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{A}{2}\right)^2 - B}$$

а загальним розв'язком неоднорідного рівняння є

$$x = c_1 \alpha_1 e^{\alpha_1 t} + c_2 e^{\alpha t}$$

Приймаємо розміри камери ($r_0 = 0,05$ м, $\alpha = 65^\circ$, $f = 0,4$), отримаємо рівняння руху:

$$\ddot{x} + 10,87\dot{x} - 150,17x = -2,25$$

Розв'язавши його, отримаємо графічні залежності кінематичних параметрів обробки деталей у відцентровій установці, що дозволить встановити обґрунтовані конструктивні та технологічні параметри ефективного функціонування установки для відцентрової обробки деталей.

УДК 631.356.2

О.Ю. Скальський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОБГРУНТУВАННЯ КОЕФІЦІЄНТА ВТРАТ ПРОЦЕСУ ВИКОПУВАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ ЦИКОРІЮ

O.Yu. Skalskiy

THE RATIONALE FOR THE LOSS RATE PROCESS OF DIGGING THE ROOTS OF CHICORY

Розмірно-масові параметри та характеристики коренеплодів цикорію, як елемента кінематично-динамічної системи (моделі) «копач-коренеплід» є одними із визначальних вихідних показників для обґрунтування технологічних процесів і оптимізації конструктивно-кінематичних параметрів робочих органів коренезбиральних машин, які повинні забезпечити встановлені показники якості збирання коренеплодів згідно з агротехнічними вимогами.

Показник кількості втрачених коренеплодів цикорію, або втрат коренеплодів, є одним з пріоритетних показників у загальному контексті агротехнічних вимог до процесу збирання. Він регламентує втрати сировини та в кінцевому випадку – економічну рентабельність вирощування та переробки коренеплодів цикорію. Втрати коренеплодів цикорію під час їх викопування комбінованим копачем в основному можуть виникати за рахунок зламу та не викопування тієї долі частини довжини коренеплодів, яка залягає у ґрунті, або під час подальшого не підбирання викопаних коренеплодів і їх частин, яке виникає в результаті недосконалості робочих органів, призначених для виконання цієї функції.

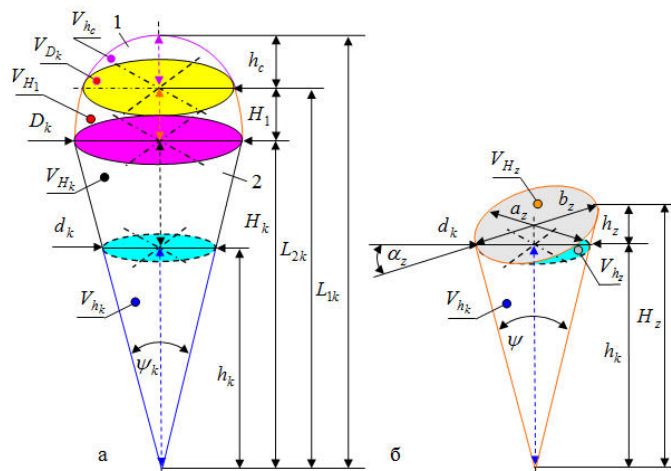


Рис. 1. Схема для розрахунку коефіцієнта втрат коренеплодів

Втрати, які виникають за рахунок зламу та не викопування тієї долі частини довжини коренеплодів, яка залягає у ґрунті охарактеризуємо коефіцієнтом втрат коренеплодів цикорію, який позначимо як k_v , при цьому його кількісне значення виразимо відношенням

$$k_v = \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{\sum_{i=1}^N M_i} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де $\sum_{i=1}^N M_i$, $\sum_{i=1}^n m_i$ – загальна маса

викопаних коренеплодів і загальна маса частин не викопаних коренеплодів за певний проміжок часу викопування t , кг; N , n – кількість викопаних коренеплодів і кількість зламаних і не викопаних хвостових частин тіла коренеплодів за певний проміжок часу викопування t , шт.

Згідно з формулою (1) та рис. 1, а також встановлених і прийнятих для кожного з варіантів розгляду просторової форми коренеплодів цикорію і випадків характеру зламу хвостової частини, відповідні конкретизовані значення коефіцієнта втрат коренеплодів за певний проміжок часу викопування t та з врахуванням, що маса тіла $m_k = \rho_k V_k$, де ρ_k – питома маса тіла, V_k – об'єм тіла визначаються за формулою:

$$k_{1v} = \frac{\rho_k \sum_{i=1}^n V_{h_{ki}}}{\rho_k \sum_{i=1}^N V_{1k_i}} 100\% = \frac{\rho_k \sum_{i=1}^n V_{h_{ki}}}{\rho_k \sum_{i=1}^N (V_{D_{ki}} + V_{H_{ki}})} 100\%;$$

$$k_{1(\pm)v} = \frac{\rho_k \sum_{i=1}^n V_{H_{zi}}}{\rho_k \sum_{i=1}^N V_{1k_i}} 100\% = \frac{\rho_k \sum_{i=1}^n (V_{h_{ki}} \pm V_{h_{zi}})}{\rho_k \sum_{i=1}^N (V_{D_{ki}} + V_{H_{ki}})} 100\%; \quad (2)$$

$$k_{2v} = \frac{\rho_k \sum_{i=1}^n V_{h_{ki}}}{\rho_k \sum_{i=1}^N V_{2k_i}} 100\% = \frac{\rho_k \sum_{i=1}^n V_{h_{ki}}}{\rho_k \sum_{i=1}^N (V_{H_{1i}} + V_{H_{ki}})} 100\%; \quad k_{2(\pm)v} = \frac{\rho_k \sum_{i=1}^n V_{H_{zi}}}{\rho_k \sum_{i=1}^N V_{2k_i}} 100\% = \frac{\rho_k \sum_{i=1}^n (V_{h_{ki}} \pm V_{h_{zi}})}{\rho_k \sum_{i=1}^N (V_{H_{1i}} + V_{H_{ki}})} 100\%. \quad (3)$$

Після визначення складових рівнянь (2)-(5) та перетворень і спрощень було одержано залежності для визначення коефіцієнта втрат коренеплодів цикорію для відповідних варіантів форми головки коренеплоду цикорію та характеру зламу підземної частини

$$k_{1(\pm)v} = \frac{16 \rho_k \lambda_k h_k^3 (2 \pm 3 \operatorname{tg} \alpha_z) \operatorname{tg}^3 (\psi_k / 2)}{\rho_k (\Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3)} 100\%; \quad (4)$$

$$k_{2(\pm)v} = \frac{16 \rho_k \lambda_k h_k^3 (2 \pm 3 \operatorname{tg} \alpha_z) \operatorname{tg}^3 (\psi_k / 2)}{\rho_k (\Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3)} 100\%. \quad (5)$$

де $\Phi_1 = 0,5D_{k1}^3 + D_{k1}^2 L_{1k1}$, $\Phi_2 = 0,5D_{k2}^3 + D_{k2}^2 L_{1k2}$, $\Phi_3 = 0,5D_{k3}^3 + D_{k3}^2 L_{1k3}$;

$$\Pi_1 = D_{k1}^3 - 4(0,5D_{k1} - H_{11})^2 (D_{k1} + H_{11}) + D_{k1}^2 (L_{2k1} - H_{11});$$

$$\Pi_2 = D_{k2}^3 - 4(0,5D_{k2} - H_{12})^2 (D_{k2} + H_{12}) + D_{k2}^2 (L_{2k2} - H_{12});$$

$$\Pi_3 = D_{k3}^3 - 4(0,5D_{k3} - H_{13})^2 (D_{k3} + H_{13}) + D_{k3}^2 (L_{2k3} - H_{13}).$$

Забезпечення мінімальних втрат коренеплодів до межі $k_v \leq 2,5\%$ досягається за умов: довжина зламу хвостової частини коренеплоду $h_k = 7 \dots 10$ см; коефіцієнт кількості зламаних хвостових частин $\lambda_k \leq 0,3$; кут зламу хвостової частини: $+\alpha_z \leq 0,2$ рад;

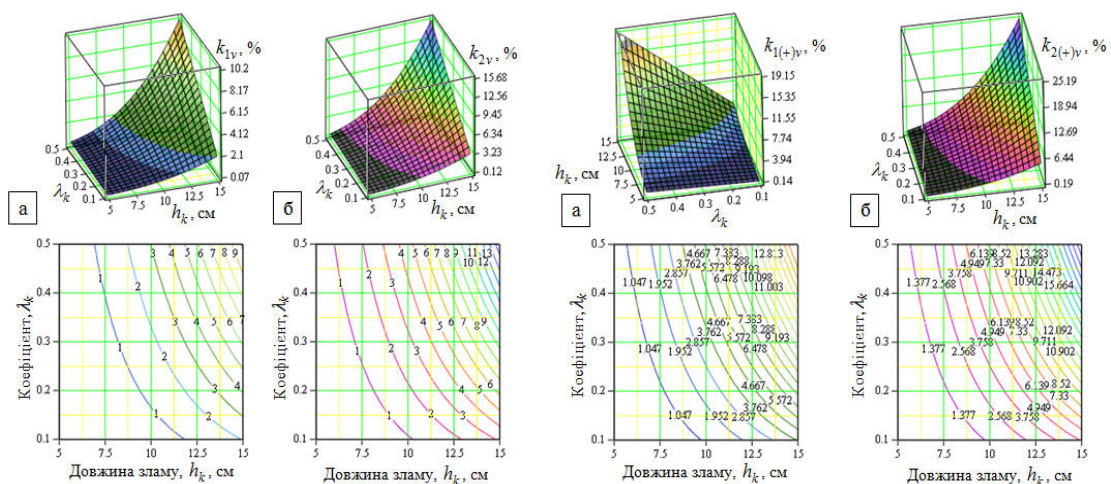


Рис. 2. Залежність зміни коефіцієнта втрат коренеплодів цикорію за умови $\alpha_z = 0, \pm \alpha_z$: а –

$k_{1v} = f_{1v}(h_k; \lambda_k)$, $k_{1(+v)} = f_{1(+v)}(h_k; \lambda_k)$; б – $k_{2v} = f_{2v}(h_k; \lambda_k)$, $k_{2(+v)} = f_{2(+v)}(h_k; \lambda_k)$
– $\alpha_z \leq 0,3$ рад.

УДК 677.052.

Р.М. Сніжко, Г.А. Герасимчук, канд. техн. наук, доц.
Луцький національний технічний університет, Україна

ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ОБРОБКИ МАЛОЖОРСТКИХ ДЕТАЛЕЙ

R.M. Snizhko, G.A. Herasymchuk, Ph.D., Assoc. Prof.

ABOUT INCREASE IN ACCURACY OF PROCESSING FEW RIGID DETAILS

Для розширення технологічних можливостей токарних верстатів виникають складнощі, пов'язані з отриманням високоточних деталей. Крім того, в даний час в конструкціях токарних верстатів, передбачена можливість здійснювати другі операції, такі як свердління радіальних отворів; фрезерування у деталі пазів, лисок і т.д. В результаті чого після основної токарної обробки деталей необхідно надійно і точно закріпити, а після другої операції звільнити для продовження циклу обробки партії деталей. Маложорсткі циліндричні деталі типу валів, осей, штанг широко використовують у сільськогосподарській, автомобільній та побутової техніці. Однією з проблем, що виникають при виготовленні таких деталей, є спотворення їх прямолінійної геометричної форми. Викривлення маложорстких виробів виникають на всіх етапах технологічного процесу. Важливо врахувати такі явища при механічній обробці, коли заготовки прогинаються під дією своєї ваги і сил різання, що суттєво затрудняє процес їх обробки. Основні складнощі полягають головним чином у тому, що навіть при невеликих силах різання пружна система легко деформується і при цьому виникають значні похибки обробки.

Для запобігання цих шкідливих явищ на практиці застосовують різні міри. Для підвищення продуктивності і якості обробки довгих циліндричних поверхонь, зазвичай, застосовують різні опори, які підводяться (наприклад, люнети), що підвищують жорсткість заготовки. При цьому схема установки люнетів, їх конструкція, характер закріплення, вибір технологічних баз мають вирішальний вплив на продуктивність обробки і точність діаметральні розмірів деталей.

Кріплення при токарній обробці заготовок маложорстких валів, зазвичай, здійснюється в патроні з підтисканням заднім центром і використанням люнета. Через можливі розбіжності осей базуючи елементів технологічної системи може відбуватися викривлення осі заготовки при її силовому замиканні в осьовому напрямку заднім центром. Застосування стаціонарних конструкцій люнетів, коли відбувається налагодження люнета на потрібну величину зазору між заготовкою і внутрішньою поверхнею люнета не раціонально, так як значно зростає трудомісткість, пов'язана з необхідністю попереднього сортування за групами заготовок, виходячи із значень їх діаметрального розміру.

Виходячи з перерахованих проблем до конструкцій люнетів ставляться такі вимоги:

- забезпечення при обробці деталей між заготовкою і внутрішньою поверхнею люнета постійного оптимального зазору незалежно від того, з яким діаметральним розміром надходить заготовка в зону обробки;
- можливість надійного закріплення деталі для здійснення обробки інших операцій;
- керованість люнета, люнет повинен виконувати будь-яку з вище перерахованих функцій в будь-який момент часу.

Таким чином, в даний час замість стаціонарного люнета існує необхідність в створенні адаптивного, який би мав всі перераховані функціональні можливості.

Література

1. Шорин В.А. Комплексное обеспечение точности и работоспособности валов малой жесткости: автореф. дисс. ... канд. техн. наук.- Пенза, 2000. – 21 с.

УДК 006.91

¹А.І. Снятовський, ¹М.А.Сивак, ²Д.З.Шматко, канд. техн. наук доц.

¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

²Дніпродзержинський державний технічний університет, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯМ КОМПЛЕКСНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ПІДШИПНИКІВ ОПОР КОЧЕННЯ

A.I. Snyatovsky¹, M.A. Syvak¹, D.Z. Shmatko² PhD., Assoc.

THE RESEARCH INTEGRATED OF DIAGNOSING BEARINGS ROLLING RESISTANCE

Поліпшення якості промислової продукції, підвищення надійності і довговічності обладнання і виробів можливо за умовами вдосконалення виробництва і впровадження системи управління якістю.

Важливими критеріями високої якості деталі машин, механізмів та приладів являються фізичні, геометричні і функціональні показники, а також технологічні ознаки якості, наприклад відсутність неприпустимих дефектів, відповідність фізико-механічних властивостей і структури основного матеріалу і покриття, відповідність геометричних розмірів і чистоти обробки поверхні вимагає нормативам.

Система контролю якості продукції однією з ґрунтовних частин системи управління якістю. На початкових етапах розвитку промисловості основними вимогами до якості являлись точність і міцність. Масштаби виробництва дозволили проводити перевірку кожного і відбракування дефектних виробів і деталей.

При проведенні експериментальних досліджень з наявності або відсутності змащення в підшипнику, використовувались пластичні (консистентні) мастила. Змащення поверхонь тертя в обладнанні застосовують для зменшення інтенсивності і швидкості зношування, для відводу тепла, для демпферування динамічних навантажень та для захисту деталей від корозії. Мастильні матеріали за своїм фізичним станом поділяються на рідкі (нафтові та синтетичні), пластичні (консистентні) і тверді мастила.

Мастило відокремлює одну поверхню від іншої. Отже воно повинно створювати міцну поверхневу плівку, добре змочувати і прилипати до поверхонь тертя. Крім того, мастило має вступати у взаємодію з поверхневими шарами матеріалу, змінювати їх структуру і властивості. Зміна стану поверхневих шарів матеріалів відбувається в результаті процесів дифузії з мастила і утворення вторинних структур. Ці процеси відбуваються внаслідок наявності в мастилах поверхнево активних речовин (присадок). Вибір мастила залежить від швидкості відносного ковзання і навантажень, що діють у спряженнях, враховується конструкція вузла, умови в яких він працює.

В залежності від призначення мастила поділяють на антифрикційні та захисні або консервуючі (для захисту від корозії). Антифрикційні пластичні мастила у вигляді водостійких солідолів і волого чутливих консталинів являють собою нафтові мастила (індустріальні 20 – 45), згущені кальцієвим або натрієвим милами жирних кислот. Солідоли використовують, коли температура підшипників не перевищує 80°C. При розплавленні вони розділяються на рідке мастило і мило, і після охолодження їх початкова структура не відновлюється. Розплавлені консталини, що використовуються при температурі підшипників до 150°C, після охолодження відновлюють свої початкові фізико-хімічні якості [1,2].

Для проведення експериментальних дослідів була розроблена і створена лабораторна установка для діагностики параметрів підшипників кочення (рис.1). Для фіксування звукових коливання використовувалась програма Gold Wave, яка дозволяє

проводити запис з будь-якого джерела, яке підтримує комп'ютер - з мікрофону, лінійного входу або записувати системний звук. Редагування звуку здійснюється такими основними командами, як вирізування, копіювання, вставка, заміна і перезапис. GoldWave має у своєму складі багато звукових ефектів, а також дозволяє налаштувати високі або низькі частоти за допомогою еквалайзера, і навіть вирівнювати рівень гучності за допомогою функції Auto Gain.

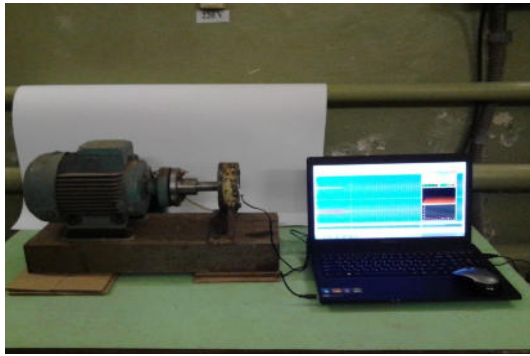


Рис. 1. Лабораторна установка шумодіагностичного контролю підшипників кочення

Діагностика підшипника проводиться на різних частотах обертання, як нового, так і зношеного, як в змащенному стані, так і на суху. Експеримент по дослідженню віброакустичних показників підшипника

проводився у декілька етапів. Використовували підшипник 306 змастили мастилом №158 та ЛИТОЛ-24 (рис.2)

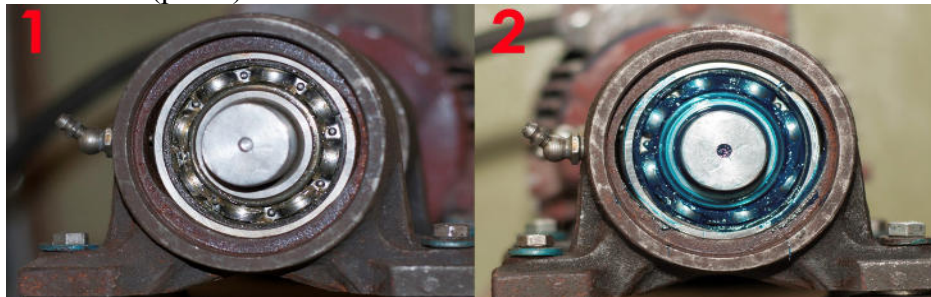


Рис. 2. Дослідні підшипники із закладеними змазками ЛИТОЛ-24 (1) та №158 (2)

Після проведення експерименту, за допомогою відповідного програмного забезпечення, був проведений аналіз записаних файлів на комп'ютері.

Отримані данні дають змогу наглядно побачити та проаналізувати стан зносу підшипника та розвиток дефекту в ньому, а також вплив змащувального матеріалу на поведінку віброакустичних показників (рис.3, 4).

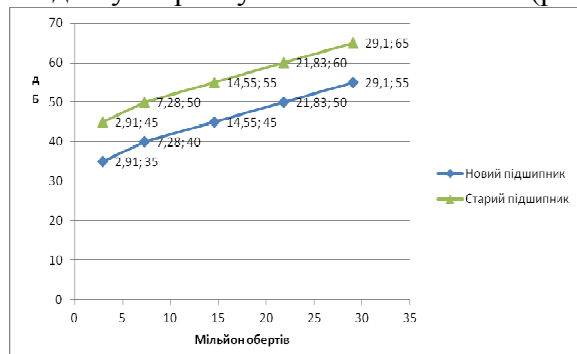


Рис. 3. Залежність звукових коливань від терміну роботи підшипника

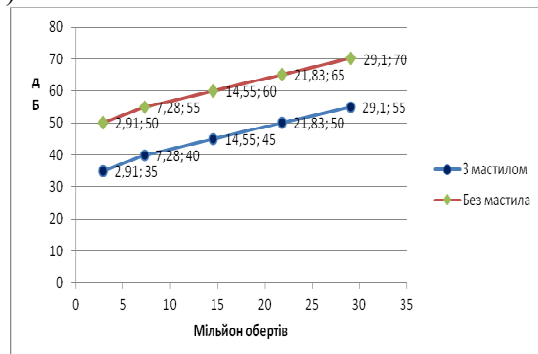


Рис. 4. Залежності звукових коливань від наявності або відсутності мастила в підшипнику

Література

1. Неруйнівні випробування: Довідник. / Під.ред. Р. Мак-Мастера. Кн.1. – М. – Л.: Енергія. 1965. – 504 с.
2. Білокур І.П. Дефектологія та неруйнівний контроль/ І.П Білокур//. – Київ: Вища шк., 1990. – 207 с..

УДК 539.8+624.01

В.В. Соколик, Н.З. Биків, В.П. Ясній канд. техн. наук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ СПЛАВІВ З ПАМ'ЯТТЮ ФОРМИ В БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЯХ

V.V. Sokolyk, N.Z. Bykiv, V. P. Iasnii, Ph.D., Assoc. Prof.

ADVANTAGES OF USING SHAPE MEMORY ALLOYS IN BUILDING CONSTRUCTIONS

Функціональні матеріали використовуються в різних галузях науки і техніки для вирішення широкого спектру завдань, завдяки їх унікальним функціональним властивостям, до яких належать і сплави з пам'яттю форми (СПФ). При цьому поведінка конструкції із СПФ залежать не тільки від температури, але і від виду напруженого-деформованого стану.

Поведінка сплавів з пам'яттю форми обумовлена їх здатністю до реверсивної дифузійної фазової трансформації, відомої як мартенситне перетворення. При високій температурі сплави з пам'яттю форми мають впорядковану первинну фазу аустеніту, який при охолодженні переходить в менш впорядковану мартенситну фазу.

Мартенситні перетворення виявлені у різноманітних системах сплавів таких як Au-Cd, Cu-Al-Ni, Cu-Al-Mn, Cu-Al-Be, Ni-Ti, Cu-Zn-Al та ін. Детально досліджені кристалографічні аспекти мартенситних перетворень, вивчені та класифіковані можливі типи мартенситних кристалічних структур. Вивчено явища ефекту пам'яті форми, надпружності та інші механічні та термомеханічні властивості таких матеріалів.

Оскільки мартенситні перетворення, як правило, є яскраво вираженими фазовими переходами першого роду, і протікають шляхом утворення та переміщення міжфазних границь, особлива увага має бути звернена на ефекти, пов'язані з термічним та механічним гістерезисом при мартенситних перетвореннях.

Найбільше поширений у будівництві є сплав нікелю з титаном. Його використовують у пристроях для гасіння вібрацій [1], які запобігають руйнуванню будівель при землетрусах. Також проведено ряд досліджень, що підтверджує ефективність використання таких матеріалів, як елементів для з'єднання балок з колонами [2]. Це зумовлено високою здатністю СПФ до дисипації енергії.

Є успішні спроби застосування попереднього зміцнення прутками із СПФ бетонних балок для аварійного відновлення їх пошкодження (закриття тріщин відриву і зсуву), спричиненого землетрусом або вибухом [3].

Таким чином СПФ перспективно використовувати для демпфування коливань будівельних споруд і елементів конструкцій при дії експлуатаційних та сейсмічних впливів, а також в технологіях відновлення пошкоджених будівельних конструкцій.

Література

1. Hongwei Ma, Michael C.H. Yam, Modelling of a self-centring damper and its application in structural control, Journal of Constructional Steel Research, Vol. 67, Issue 4, 2011, Pages 656-666.

2. Hongwei Ma, Tim Wilkinson, Chongdu Cho. Feasibility study on a self-centering beam-to-column connection by using the superelastic behavior of SMAs, Smart Materials and Structures, Vol. 16, No. 5, 2007, Pages 1555-1566.

3. Alaa Abdulridha, Dan Palermo, Simon Foo, Frank J. Vecchio, Behavior and modeling of superelastic shape memory alloy reinforced concrete beams, Engineering Structures, Vol. 49, 2013, Pages 893-904

УДК 615.849.11

М.Ф. Терещенко канд. техн. наук, доц., В.В. Швидкий

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ЛАЗЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МЕДИЧНОМУ ПРИЛАДОБУДУВАННІ

M.F. Tereshenco Ph. D., Assoc. Prof., V.V. Shvidkiy

LASER TECHNOLOGY IN MEDICAL INSTRUMENT ENGINEERING

В сучасному медичному приладобудуванні досить велику нішу займають прилади дія яких заснована на впливі лазерним випромінюванням, зокрема апарати для лазерної терапії [1]. В даній роботі розглядається застосування лазерної терапії для лікування діабетичної стопи (ДС). Лікування ДС є актуальною задачею в умовах постійно зростаючої кількості хворих, оскільки ДС одне з найтяжчих ускладнень при цукровому діабеті. Існує багато методів впливу направлених на лікування ДС, проте всі вони мають досить низьку ефективність лікування. На сьогоднішній день найбільш перспективним напрямком лікування ДС є вплив лазерним випромінюванням. При проведенні впливу лазером найважливішим параметрам виступає потужність яка залежить від товщини шару через який має пройти випромінювання, тому виникає необхідність визначення втрат потужності при проходженні лазерного променя через біологічний об'єкт [2]. Блок-схема установки, що може використовуватись для проведення такого дослідження наведена на Рис.1.

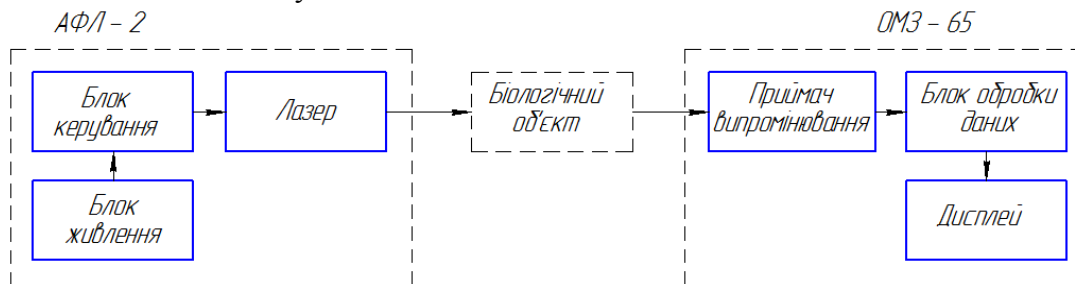


Рис. 1 Блок-схема установки, що використовувалась для проведення дослідження

Нами проаналізована залежність між потужністю лазерного випромінювання та глибиною його проникнення в біологічну тканину. Аналіз було виконано шляхом проведення досліджень в системі «джерело впливу + біологічний об'єкт + вимірювальний засіб». У якості джерела впливу було обрано апарат фізіотерапевтичний лазерний АФЛ – 2 [3]. Проведенні дослідження на біологічному матеріалі, у якості якого було обрано сало свиней товщиною (1-5) мм за допомогою апарату АФЛ – 2.

Було досліджено вплив лазерного випромінювання з довжиною хвилі 630 нм з різною потужністю від 1мкВт до 1,1 мВт. Вимірювальним засобом було обрано оптичний ватметр поглинутої потужності ОМЗ – 65, основна похибка вимірювання - не більше 15%.

На рис. 2 наведений графік залежності втрат потужності випромінювання (в мкВт) , що проходить крізь біологічний об'єкт від потужності лазера на виході світловода (поверхні шару біологічного матеріалу) для біологічних об'єктів різної товщини.

Результати проведення дослідження показали досить великі втрати потужності. Змінити потужність випромінювання, що пройшло крізь об'єкт, шляхом збільшення потужності лазера на виході світловода не можна, оскільки виникає ризик отримання

опіків. Контроль дози лазерного опромінення біологічних тканин може бути виконаний температурним методом [4].

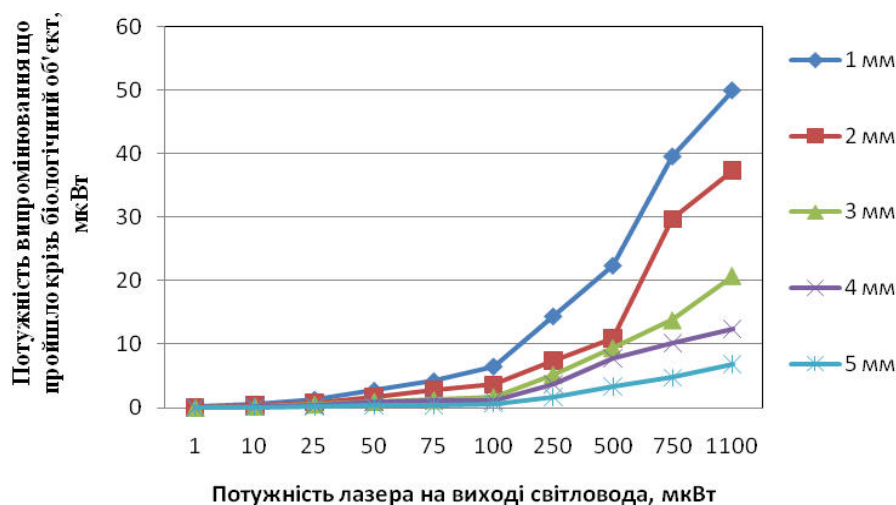


Рис. 2 Залежності потужності випромінювання (в мкВт) , що проходить крізь біологічний об'єкт від потужності лазера на виході світловода для біологічного матеріалу товщиною 1 - 5 мм

Таким чином, результати дослідження показують, що втрати потужності при проходженні через шар біологічного матеріалу сильно знижують ефективність впливу, тому виникає необхідність розробити метод компенсації втрат потужності.

В якості рішення для підсилення потужності впливу авторами пропонується створення апарату з комбінованим впливом на пацієнта лазерним випромінюванням , магнітним полем та ультразвуком. Використання такого методу впливу дозволяє збільшити інтенсивність впливу не підвищуючи ризик травмування.

Література

- 1.Тимчик Г. С. Моніторинг зміни температур при лазерній терапії / Г. С. Тимчик, М. Р. Печена, М. Ф. Терещенко // Вісник НТУУ “КПІ”. Серія «Приладобудування». – 2014. – Вип. 47(1). – С. 156 – 162.
- 2.Терещенко М. Ф. Оцінка та контроль ефективності впливу на біологічний об'єкт лазерним випромінюванням / М. Ф. Терещенко, С. П. Якубовський // Вісник НТУУ “КПІ”. Серія «Приладобудування». – 2012. – Вип. 44. – С. 141 – 148.
- 3.Тимчик Г. С. Дослідження впливу лазерного випромінювання на температурні процеси у біологічних тканинах / Г. С. Тимчик, М. Ф. Терещенко, О. Г. Ляшенко, О. С. Гнатейко // Вісник НТУУ “КПІ”. Серія «Приладобудування». – 2014. – Вип. 47(1). – С. 156 – 162.
- 4.Терещенко М. Ф. Контроль дози лазерного опромінення біологічних тканин температурним методом / М. Ф. Терещенко, І.В. Максимчук, Л.А. Мамедова, С. П. Якубовський // Вісник НТУУ “КПІ”. Серія «Приладобудування». – 2013. – Вип. 45. – С. 175 – 180.

УДК 621.91

В.А. Терещук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВИБІР БАЗОВОЇ ПОВЕРХНІ ДЛЯ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ КІЛЬЦЯ КОНІЧНОГО РОЛИКОВОГО ПІДШИПНИКА

V.A. Tereshchuk

LOCATING SURFACE SELECTION FOR TURNING OF RING OF THE CONICAL ROLLER BEARING

До основних похибок форми базових поверхонь, які можуть мати місце в осьовій площині кільцевих деталей роликів підшипників, відносяться конусоподібність, бочкоподібність, сідлоподібність, вигнутість, непрямолінійність.

Дослідження показують, що серед представлених похибок найхарактернішими і значущими похибками, що мають місце у штучних заготовки кілець підшипників, отриманих способами штампування на ГKM, напівгарячого калібрування, холодного штампування та ін. є конусоподібність зовнішніх і внутрішніх поверхонь обертання і похибки їх взаємного розташування, що виявляється у вигляді неперпендикулярності осей зовнішніх і внутрішніх поверхонь до торців. З метою виявлення впливу конусоподібності поверхні обертання, що використовується як технологічна база при токарній обробці і неперпендикулярності її осі до опорного торця на похибку установки, розглянуто одну з найпоширеніших схем установки кілець в самоцентруючому патроні з радіальними затискними елементами.

Для спрощення прийнято ряд допущень, що дозволяють сконцентрувати увагу на основних моментах, пов'язаних із похибкою установки: затискні елементи не мають радіального биття; ширина затискних елементів приймається рівною ширині кільця; кільце встановлюється до контакту торця з упором патрона; вісь оброблюваної (зовнішньої) поверхні перпендикулярна до базового торця.

При ідеалізації геометричних форм поверхонь дотику заготовки і затискних елементів патрона вважається, що вони повністю контактують по всій поверхні. Проте реальна форма поверхні, що затискається, як правило, є складною геометричною фігурою, що складається з комбінацій декількох простих, накладених одна на одну поверхонь. В процесі установки кілець по таких поверхнях контакт їх із затискними елементами патрона відбувається по окремих ділянках або точках. Місце розташування точок контакту носить випадковий характер і багато в чому визначається величинами конусоподібності і неперпендикулярності поверхні, що затискається. Максимально компенсувати вплив даних похибок кільця в осьовому перетині можна в тому випадку, якщо здійснити такий принцип установки, при якому похибка взаємного розташування двох поверхонь щодо третьої ділиться порівну. Рішення даної задачі зводиться до того, щоб в процесі установки точка перетину осі патрона та осі поверхні, що затискається, постійно фіксувалась би на відстані, що дорівнює половині ширини оброблюваного кільця. Це стає можливим в тому випадку, якщо точки контакту затискних елементів патрона з поверхнею заготовки розташовуються на відстані, рівній половині ширини кільця. Для забезпечення даної умови необхідно, щоб в процесі установки забезпечувався точковий контакт робочої поверхні затискних елементів з поверхнею заготовки, причому точки контакту знаходилися б в одній радіальній площині. Це можна здійснити, якщо затискні елементів виконати у вигляді двох прямих з кутом між ними або у вигляді сферичної поверхні. Слід також враховувати, що наявність точкового контакту в одній радіальній площині кільця дозволяє виключити появу моменту активних сил затиску.

УДК 621.82

І.Г. Ткаченко канд. техн. наук, І. Шмігель

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АВТОМАТИЗОВАНИЙ ПНЕВМАТИЧНИЙ КОНДУКТОР ДЛЯ СВЕРДЛІННЯ ОТВОРІВ І НАРІЗКИ РІЗИ У ВТУЛКАХ

І.Н. Tkachenko PhD, Assoc. Prof., I. Shmihel

AUTOMATED PNEUMATIC JIG FOR DRILLING HOLES AND CUTTING PAIINS IN THE BUSH

Пневматичний автоматизований пристрій для свердління і нарізання різи в трубчастих заготовках виконано у вигляді корпусу 1 з пневматичним затискним пристроєм 2, який оснащений пневмоциліндром 3 відомої конструкції з можливістю осевого горизонтального переміщення. Крім цього зверху корпусу 1 встановлено відомий механізм завантаження циліндричних заготовок 4 в зону різання 5 у вигляді лотка 6 відомої конструкції. Для точного базування заготовки 4 на позиції різання її ззаду підтиску є пневматичний прижим 7 відомим способом і відомої конструкції.

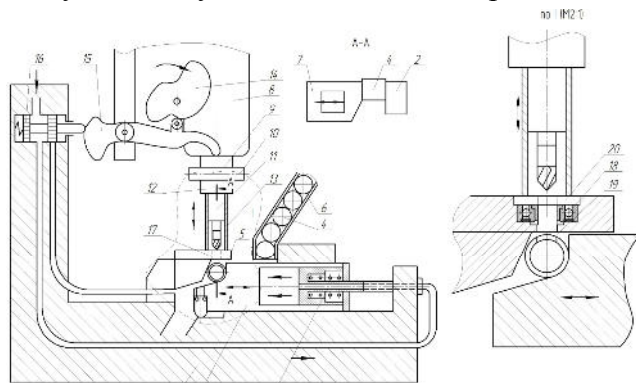


Рис. 1 Пневматичний автоматизований пристрій для свердління і нарізання різи в трубчастих заготовках

Пристрій оснащений шпиндельним вузлом 8 вертикально-свердлильного верстату. Це шпіндель 9, затискний патрон 10 свердло-мітчик 11, реверс 12 і реверсного упора 13. Робота пристрою здійснюють кулачок подачі 14, заготовок 4 і кулачок 15 регулювання роботи золотника 16, який регулює подачу стиснутого повітря в пневматичні циліндри 7 затиску заготовки 4 і її базування в зоні різання – 5. Пристрій оснащений кондукторною плитою 17 з кондукторними втулками, які виконані у вигляді упорного

підшипника 18 з метою явного зменшення зношення інструментів і підвищення їх надійності і довговічності. Робота пристрою здійснюється наступним чином. В лоток 6 встановлюють трубчасті заготовки 4 в певній кількості. Механізм затиску 4 відводять вправо з можливістю одній трубчастій заготовці 4 поступити в зони різання 5. При цьому за допомогою кулачків 15 і 14 здійснюють управління роботою пристрою і затиску заготовки з двох сторін пневмоциліндрами 3 і 16 і при цьому здійснюють свердління отвору 19 в трубчастій заготовці 4 і нарізання різи свердлом-мітчиком 11 шляхом його опускання вертикально вниз. При цьому торець реверсного упора 13 впирається в циліндричне кільце, який знизу є у взаємодії з упорним підшипником, а свердло 11 опускається в низ в отвір кондукторної втулки 18. При дальшому опусканні ріжучого інструменту 11 здійснюють нарізання різи. Після закінчення нарізання різи в отворі 19 включається реверс 12 за допомогою реверсного упора 13 і свердло-мітчик починають обертатися в протилежну сторону і свердло-мітчик 11 піднімають вверх. Циліндрична прокладка 20 виконана у вигляді кільця з діаметрами упорного підшипника відомої конструкції без заїдання з'єднаними деталями. За допомогою кулачків 15 і 14 затискні механізми відводять з зони різання, готову деталь звідти знімають, а в її місце поступає наступна заготовка, яку в автоматичному режимі встановлюють в пристрій і далі здійснюється процес різання.

УДК 621.81

І. Турчин

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ КІНЕМАТИЧНОЇ СХЕМИ ФОРМОУТВОРЕННЯ ПРОФІЛЬНИХ ЗАГОТОВОК

I. Turchyn

FEATURES OF CONSTRUCTION KINEMATICS CHART OF FORMING THE PROFILE WORKPIECES

Згідно з основними положеннями теорії формоутворення поверхонь інструментами всі процеси формоутворення різних заготовок мають кінематичну єдність. Тому, кожен конкретний тип формоутворення тієї або іншої поверхні є лише окремим випадком і може розглядатись в загальному випадку у застосуванні найскладніших кінематичних схем різання або формоутворення.

Різальний інструмент обробляє поверхню контактним способом і в процесі оброблення виконує дві функції - різання і формоутворення. Тому, переміщення різального ребра пов'язане з таким робочим рухом, за якого забезпечується хоча б періодичне торкання з номінальною (теоретично заданою) поверхнею. З іншого боку, для виконання функції різання рух ребра повинен бути таким, щоб припуск на номінальній поверхні заготовки зрізався шарами по заданому закону. У зв'язку з цим, для видалення всього припуску інструмент повинен здійснити серію рухів, завдяки яким його різальне ребро з похідною поверхнею інструменту створює сукупність поверхонь різання, де кожна наступна поверхня різання зміщена відносно попередньої.

Рух інструменту, що викликає таке зміщення поверхонь різання, може створити складну систему груп цих поверхонь. Для будь-якої групи в процесі формоутворення мають значення лише ті подачі, які визначають переміщення по номінальній поверхні деталі точки дотику різального ребра під час утворення групи поверхонь різання. Закон, за яким створено систему однієї або декількох таких груп, визначається схемою формоутворення, оскільки вона задає рівняння руху різального ребра лінії в просторі.

Складність кінематичної схеми формоутворення профільних заготовок визначається кількістю подач інструменту, які залежать від наявності встановлених рухів. Таким чином, наявність всіх рухів на універсальній кінематичній схемі визначатиме закон розташування поверхонь різання в просторі, який у свою чергу задаватиме траєкторію руху формоутворення. Оскільки характер траєкторії пов'язаний із співвідношенням рухів, виконуваних різальним ребром, то її вигляд залишається довільним в системі просторових координат. В процесі формоутворення профільної поверхні методом багаторізевого оброблення траєкторії ребер і похідна поверхонь інструменту задаються лініями криволінійних координат. Лінія криволінійної координати похідної поверхні інструменту виконує функцію абсолютного робочого руху формоутворення, тобто забезпечує додаткове переміщення ребра відносно формованої поверхні заготовки. Якщо закон розміщення ребер на похідній поверхні інструменту є невідомим, то функцію переміщення точки ребра по лінії криволінійної координати виконуватиме кінематична схема формоутворення.

Таким чином, поєднання абсолютних рухів різання й подач на загальній схемі різання, їх напрямів і співвідношення величин визначатимуть умови трансформації універсальної кінематичної схеми в будь-яку конкретну схему формоутворення профільних заготовок.

УДК 656.025.4

І.Д. Гуменюк, О.П. Цьонь, канд. техн. наук.

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

ХАРАКТЕРИСТИКА АВТОМОБІЛЬНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

I.D. Humenyuk, O.P. Tson, Ph.D.

CHARACTERISTICS OF UKRAINE AUTOMOBILE INDUSTRY

В ринкових умовах господарювання важливим є раціональне використання рухомого складу автотранспортними підприємствами, що задіяний у перевезеннях [1].

Автомобільний транспорт займає одне із провідних місць як у економічній сфері держави так і у соціальній. Виходячи з його функціонального призначення він є єдиним видом транспорту, який доставляє пасажирів та вантажі «від дверей до дверей» і може функціонувати незалежно від інших видів транспорту.

Важливу роль у формуванні зовнішньоекономічних зв'язків України відіграє транспорт без якого неможлива інтеграція України у загальносвітову економічну систему. Автомобільний транспорт України здійснює значну частину перевезень на внутрішньому ринку та у міжнародному сполученні. Здійснення даних перевезень повинно відбуватися в рамках чинного законодавства та з дотриманням відповідних міжнародних угод, конвенцій та правил [2].

Згідно з офіційною статистикою частка відправлень (перевезень) пасажирів автомобільним транспортом (автобуси) у порівнянні з іншими становить близько 44 %, міський електротранспорт – 49%. Треба враховувати, що в 2015 році в порівнянні з попереднім обсяг перевезень пасажирів автотранспортом зменшився майже на чверть, чого не зазнали залізничний та міський електротранспорт.

Частка автомобільного транспорту в перевезенні вантажів становить 25 %. Зменшення обсягів у порівнянні з 2014 роком склало для автотранспорту 18%. Особливістю ринку автомобільних перевезень є відсутність на ньому державного сектору економіки. Діють лише приватні автоперевізники. Таким чином, головною функцією Міністерства є формування та забезпечення реалізації державної політики у даній сфері, визначення «правил гри», забезпечення сталого функціонування пасажирських та вантажних автомобільних перевезень [3].

На даний час автомобільна транспортна система України налічує більше 9,2 млн. транспортних засобів, у тому числі:

- 6,9 млн. легкових автомобілів
- ≈ 250 тис. автобусів
- ≈ 1,3 млн. вантажних автомобілів
- понад 840 тис. од. мототранспорту.

У цілому, на ринку комерційних перевезень в цей час здійснюють підприємницьку діяльність майже 56,2 тис. перевізників, які в своїй діяльності використовують більш 154 тис. транспортних засобів.

Література

1. Цьонь О.П. Шляхи визначення оптимальних відстаней між пунктами транспортної мережі / Цьонь О.П. // Міжвузівський збірник "Наукові нотатки". Випуск №55. – Луцьк.: ЛНТУ, 2016. – с. 418-421.
2. Цьонь О.П. Правові аспекти організації перевезень вантажів у міжнародному сполученні / Цьонь О.П. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Випуск 169. «Деревооброблювальні технології та системотехніка лісового комплексу», «Транспортні технології» Х.: ХНТУСГ імені Петра Василенка, 2016. – с.209-211.
3. <http://mtu.gov.ua/content/zagalna-informaciya-pro-galuz.html>.

УДК 621.923

О.С. Шевчук, канд. техн. наук, С.В. Волошина

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОРГАНІЗАЦІЇ МІЖНАРОДНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

O.S. Shevchuk, Ph.D., S.V. Voloshuna.

ORGANIZATION OF INTERNATIONAL PASSENGER TRANSPOR

На сучасному етапі функціонування економіки України характерним є підвищення ролі пасажирського міського та міжміського транспорту, який забезпечує функціонування і розвиток економіки держави шляхом покращення показників життєдіяльності населення, обороноздатності держави, розвитку додаткових можливостей досягнення інтеграційних цілей країни.

Транспортний комплекс є важливою компонентою структури економіки України, причому ефективне функціонування державної транспортної системи та включення її у європейську і світову транспортні мережі сприяють вирішенню найважливіших завдань сьогодення забезпечуючи можливість збільшення обсягів перевезень, у тому числі міжнародних. Оптимальні управлінські рішення здатні забезпечити підвищення рівня ефективності функціонування підприємств транспортної галузі, особливо, з позицій підвищення рівня рентабельності, тих, економічна діяльність яких стосується міжнародних пасажирських перевезень. Зміна рівня мобільності населення держави призводить до збільшення кількості спеціалізованого рухомого складу, реконструкції існуючих і будівництва нових автомобільних доріг, автовокзалів, ін. За даними Державного комітету статистики України, щорічно автобусами перевозиться більше трьох мільярдів пасажирів, що в три рази перевищує об'єми перевезень за іншими видами транспорту, проте незважаючи на значне збільшення об'ємів перевезень, організація автобусних сполучень і якість обслуговування пасажирів не в повній мірі відповідає об'єктивним потребам сьогодення.

Ефективна робота автобусів і належні показники якості обслуговування пасажирів можуть бути забезпечені винятково при наявності комплексних повних даних про величину і потужність пасажиропотоку, також його розподіл за довжиною, напрямом маршрутів з врахуванням сезонності протягом року, місяця, днів тижня, годин на добу. Традиційно, пасажиропотоком вважається кількість пасажирів, що фактично перевозяться, або які потрібно перевезти на досліджуваній ділянці, маршруті, магістралі, сітці протягом періоду часу. Наявність коректних вихідних даних про пасажиропотік забезпечує максимально раціональну за економічними показниками організацію роботи автобусів на лінії у координації з іншими видами транспорту, проведення повної, або часткової зміни маршрутної схеми, організацію нових актуальних маршрутів, а також забезпечення можливості усунення недоліків існуючої, вибір рухомого складу, складання розкладу руху, раціональної розстановки зупиночних пунктів з встановленням режимів роботи. Вказана вихідна інформація про пасажиропотік визначає коректність складання оперативних планів перевезень на маршрутах, а також використовуються при застосуванні стандартизованих розрахунково – аналітичних методів прогнозування перспективних транспортних перевезень. Наявність повних вихідних даних про властивості пасажиропотоку дає можливість з максимальною якістю прогнозувати тенденції вектора перевезень населення, що детермінує розвиток транспортних зв'язків з необхідними для цього

службами, ріст виробництва рухомого складу, побудову і оптимальне за визначеними умовними чи безумовними критеріями оптимізації розміщення автотранспортних підприємств, ін. і є необхідною базою розробки теорії ефективної організації пасажирських перевезень і покращення транспортного обслуговування населення.

На організацію вибору рухомого складу, зокрема автобусів, впливають розміри пасажиропотоків, дорожні умови, методи організації праці водіїв, економічна ефективність експлуатації типів автобусів при проведенні порівняльних розрахунків за обґрунтованими показниками. На вибір марки, кількості і виду транспорту, зокрема на міжнародних маршрутах, впливає визначена кількість чинників, об'єднаних в групи за параметрами впливу на обґрунтування вибору:

- економічні: капітальні вкладення в рухомий склад і в матеріально-технічну базу за його зберіганням, ремонтом і обслуговуванням, включно з поточними витратами;

- соціальні: вартісна оцінка втрати одиниці часу на очікування, привабливість суспільного транспорту для пасажирів, наявність достатнього контингенту персоналу водіїв;

- технічні: динамічні якості автобусів, дорожні умови, конструктивні особливості рухомого складу;

- нормативні: допустиме наповнення рухомого складу пасажирами, вимоги по забезпеченню безпеки руху, екологічні вимоги;

- санітарно-гігієнічні.

Головним завданням розвитку транспортно-дорожнього комплексу України на середньостроковий період та до 2020 року згідно з «Транспортною стратегією України на період до 2020 року» Кабінету міністрів України, а також програмою «Перспективи та напрями розвитку галузі автомобільного транспорту» Міністерства інфраструктури України, є визначення шляхів розв'язання проблем розвитку транспортної галузі, зростання попиту на транспортні послуги, активізації процесів інтеграції транспортно-дорожнього комплексу України до європейської та світової транспортних систем. На розвиток зовнішньоекономічної діяльності України суттєво впливають стан транспортного забезпечення та обсяги міжнародної торгівлі послугами транспорту. Вирішення питань підвищення ефективності використання вітчизняного транспорту та зростання його конкурентоспроможності на міжнародних ринках транспортних послуг потребує створення економічних і правових засад, необхідних для захисту та підтримки діяльності вітчизняних транспортних підприємств при здійсненні ними пасажирських перевезень. Питання міжнародних перевезень пасажирів є одними з найскладніших з позиції міжнародного комерційного права, що потребує втручання держави при можливих конфліктах інтересів перевізників та пасажирів для забезпечення оптимальних показників роботи системи транспорту.

Отже, проблематика забезпечення ефективності міжнародних перевезень пасажирів включно з покращенням рівня якості логістичного управління процесами АТП є актуальним і потребує раціонального вирішення в короткостроковій перспективі, причому підвищення ефективності перевезень залежить від вдосконалення рівня управління і організації систем та структур пасажирського автомобільного транспорту в міжнародному сполученні.

Література

1. Л.М. Костюченко, М.Р. Напетян Автомобільні перевезення у міжнародному сполученні. – Видавничий Дім «Слово», 2007. – 656с

2. Щуріхін В.К., Коваленко В.М. Принцип дії системи якості та здійснення міжнародних перевезень ВПУ-3.-К.,201.-52 с.

УДК 629.113.066

В.А. Шевчук, Ю.І. Пиндус канд. техн. наук, доц., Р.Р. Заверуха, В.М. Клендій,
канд. техн. наук

Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИХІДНОЇ НАПРУГИ ГЕНЕРАТОРА АВТОМОБІЛЯ ГАЗ-3307-06 ПРИ ВИНИКНЕННІ НЕПОЛАДОК

V.A. Shevchuk, Y.I. Pyndus, Ph.D., R.R. Zaveruha, V.M. Klendiy, Ph.D.

STUDY OF GAZ-3307-06 GENERATOR OUTPUT VOLTAGE IN THE EVENT OF FAILURE

Осцилограф дозволяє за формою кривої випрямленої напруги точно і швидко перевірити справність генератора і визначити характер пошкодження (рис.1).

Від'єднавши наконечник загального виводу трьох додаткових діодів від штекера D+ регулятора напруги і взяти заходи, щоб наконечник від'єданого проводу не замкнувся з масою генератора. До штекера D+ регулятора 2 приєднати провід від акумуляторної батареї через вимикач 4. Таким чином, обмотка збудження живитиметься тільки від акумуляторної батареї.

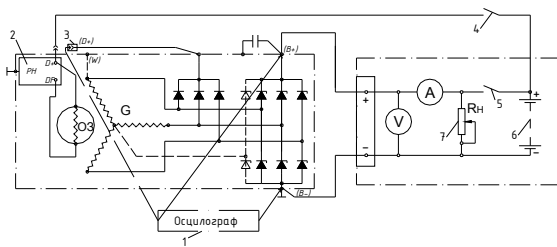


Рис.1. Схема з'єднань системи генератора при дослідженні:

- 1 – осцилограф; 2 – реле напруги;
- 3 – вивід проводу «D+»; 4,5 – вимикачі;
- 6 – акумуляторна батарея.

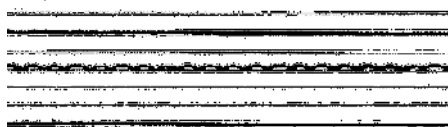


Рис.3. Осцилограма вихідної напруги генератора змінного струму в робочому стані.

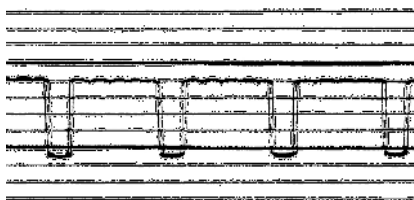


Рис.4. Осцилограма обриву кола діода збудження

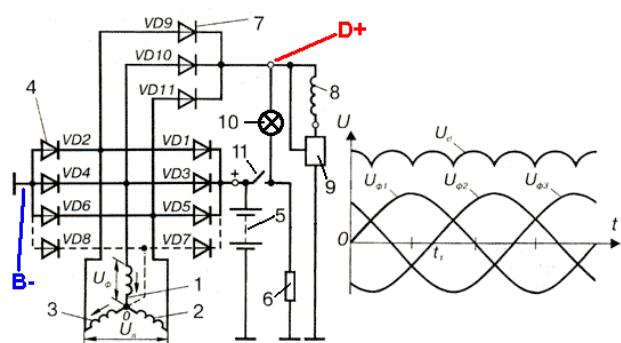


Рис.2. Схема підключення осцилографа:
 $U_{\phi 1}$, $U_{\phi 2}$, $U_{\phi 3}$ - напруга в обмотках фаз; U_d - випрямлена напруга; 1, 2, 3 - обмотки трьох фаз статора; 4 (VD1 - VD6, (VD7, VD8)) - діоди силового випрямляча; VD2, VD4, VD6, (VD8) - негативні діоди силового випрямляча; VD1, VD3, VD5, (VD7) - позитивні діоди силового випрямляча; 5 - акумуляторна батарея; 6 - навантаження (електроспоживачі); 7 (VD9 -VD11) - діоди випрямляча обмотки збудження; 8 - обмотка збудження; 9 - регулятор напруги; 10 - індикатор заряду; 11 - замок запалювання; + - клемма "+" акумуляторної батареї; В- - точка підключення чорного затискача осцилографічного щупа; D+ - точка підключення пробника осцилографічного щупа.

Увімкнути електродвигун стенду і довести частоту обертання ротора до 1500–2000 хв⁻¹. Вимикачем 5 відімкнути акумуляторну батарею 6 від клемі В+ генератора і реостатом 7 встановити струм 10 А. Перевірити за осцилографом 1 напругу на клемі В+ генератора. При справних вентилях і обмотці статора крива випрямленої напруги має пилкоподібну форму з рівномірними зубцями. Якщо є обрив в обмотці статора або обрив або коротке замикання у вентилях випрямного блоку – форма кривої різко змінюється: порушується рівномірність зубців і з'являються глибокі западини. Після перевірки форми кривої напруги на клемі В+ генератора за умови, що вона має нормальний вигляд, перевірити напругу на штекері D генератора при від'єднаному проводі від штекера D+ регулятора напруги. Штекер D є загальним виводом трьох додаткових діодів, живлячих обмотку збудження при роботі генератора. Крива напруги тут також повинна мати правильну пилкоподібну форму. Неправильна форма кривої свідчить про пошкодження додаткових діодів. Напруга на клемі D+ генератора носить пульсуючий характер. Ці пульсації можна використовувати для діагностики генератора. Осцилограму напруги на клемі D+ необхідно досліджувати. Якщо пульсації ідентичні - генератор працює нормально, якщо ж картинка на екрані осцилографа має порушення симетрії - в генераторній установці присутня несправність. По даній осцилограмі можна судити про стан обмоток стартера і всіх випрямних діодів.

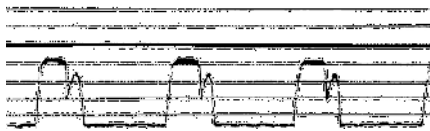


Рис.5. Обрив кола позитивного діода сполученого з виводом "+" генератора.



Рис.6. Обрив кола негативного діода сполученого з виводом "-" генератора.



Рис.7. Коротке замикання діода збудження.

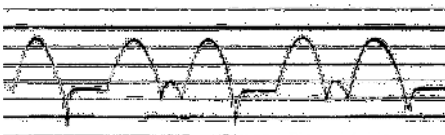


Рис.8. Коротке замикання позитивного діода.

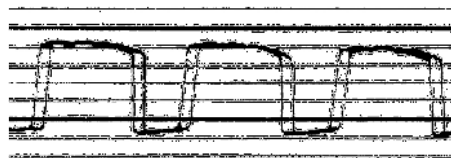


Рис.9. Коротке замикання негативного діода.



Рис.10. Дефект обмотки статора.

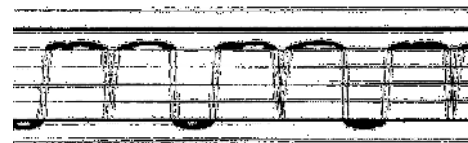


Рис.11. Декілька неполадок одночасні.



Рис.12. Пошкоджені, але все ще працюючі випрямні діоди.

Література

1. Суханов Б.Н. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: Пособие по курсовому и дипломному проектированию / Б.Н. Суханов, И.О. Борзых, Ю.Ф. Бедарев // М.: Транспорт, 2005. – 224 с.

УДК 621.923

О.С. Шевчук, канд. техн. наук, С.В. Волошина

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

ТРАНСПОРТНО -ЛОГІСТИЧНИЙ РИНОК ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

O.S. Shevchuk, Ph.D., S.V. Voloshuna

TRANSPORT AND LOGISTICS FREIGHT TRANSPORT MARKET

Функціонування в Україні транспортного і товарного ринків як наслідок діяльності підприємств: транспортно - експедиційних, комерційно-посередницьких, перевізників, ін. комплексно детермінують тренди ринку транспортних послуг, як об'єкту дослідження динаміки та структури вантажопотоків. Шляхом аналітичного дослідження одержаних емпіричних даних визначаються показники обсягів перевезень, в тому числі змішаних, також види вантажів, тренди попиту на перевезення за видами перевезень і транспорту, тренди розміщення та об'ємів виробництв за видами продукції, перспективи підвищення прибутковості вантажних, а також пасажирських перевезень, впливом показників ефективності на безпеку руху [1, 2, 3]. За даними Державного комітету статистики України, оборот роздрібною торгівлі в Україні період січень-грудень 2014 р. – 903,5 млрд. гривень, що у порівнянних цінах становить 91,4% обсягу січня-грудня 2013 р., у порівнянні з аналогічним періодом 2013 р. маємо скорочення 8,6% [1, 3, 4]. Оборот роздрібною торгівлі за 2015р. – 1018778,2 млн. грн. причому індекс фізичного обсягу обороту роздрібною торгівлі у порівнянних цінах, 2015р. до 2014р., становив 79,3% [1, 3, 4]. Тренди торгівлі: суттєве зменшення попиту при збільшенні оборотів, причинами збільшення яких є ріст цін при зменшенні обсягу реалізованих товарів, що для операторів ринку нівелюється інфляцією, курсовими ризиками, ін.; АТО, економічний спад, не прогнозованість політики та макроекономіки унеможливили залучення капіталу на IPO чи SPO, також пошук стратегічного інвестора; за рахунок негативних змін при роботі з товарними кредитами і запозиченими коштами радикально змінюється комплекс функцій дистрибуції [1, 3, 4]. На цій основі прогнозуються показники перевезень вантажів в середньо і довгостроковій перспективі, для чого застосовуються методи кореляційного та регресивного аналізу, екстраполяції часових рядів та евристичного прогнозування виходячи з експертних оцінок [1, 3, 4]. За аналітичними даними Meibach Logistik, Armstrong & Associates, Inc. [1, 3, 4], у структурі ринку логістичних послуг в світі, за 2005 - 2013р. частка транспортно-експедиторських послуг зменшилася на 14%, частка комплексних логістичних послуг, включаючи послуги зберігання і дистрибуції товарів, зросла на 8%, частка управлінської логістики збільшилась на 6% [1, 3, 4]. Структура транспортно - логістичного ринку України [1, 3, 4]: послуги транспортної логістики - 89%, послуги складського зберігання - 8%, транспортно-експедиторські операції - 2%, управлінська логістика - 1% , частка контрактної логістики на ринку логістичних послуг становить 9-20 %. Згідно досліджень Всесвітнього банку у рейтингу «торгова логістика в глобальній економіці» Україна знаходиться на 66-му місці з 155 країн (102-е в 2010р.) [1, 3, 4]. Оборот 3PL-сегменту в Україні, без врахування міжнародних вантажних перевезень і експедиторських послуг, становить 2,5 млрд. грн. [1, 3, 4] (1% від обороту роздрібною торгівлі [1, 3, 4], близько 3% від товарообороту в «modern trade» [1, 3, 4]). Основою позитивного тренду динаміки торгівлі, відповідно інвестиційної привабливості ринків є розвиток логістичної інфраструктури. За даними Agility Emerging Markets Logistics Index [1, 3, 4] у 2016 році Україна знаходиться на 34-му місці, мінус чотири пункти до попереднього року, адитивна оцінка знизилася на 0,37

пункта. Субіндекс розміру і привабливості ринку знизився до 3,48 (на 0,42 пункта), за оцінками МВФ реальні зміни ВВП склали - 6,8% в 2014 р. та -9.0% в 2015 р. [1, 3, 4]. Субіндекс сумісності знизившись на 1,30 пункти склав 3,99 пункта. Потоки FDI в Україну зменшилися на 91% (\$410 млн. у 2014 р.) що є найнижчим рівнем за 15 років [19, 20]. Встановлено [1, 3, 4], в 2000-2013 рр. спостерігалось збільшення попиту на вантажні автомобільні перевезення, обсяги виконаної роботи зросли: 939 - 1261 млн. т., що є 68,6% загального обсягу перевезених вантажів в Україні, у 2014 році спостерігається зменшення до 1131 млн. т. За 2000-2013 рр. вантажооборот автотранспорту збільшився до 3 разів при зростанні його частки у загальному обсязі для всіх видів транспорту з 4,9% до 14,7%, проте у 2,1 рази зросла середня дальність перевезень, у 2014 році спостерігалось падіння вказаних показників майже на 10 %, отже розширення масштабів ринку, на сьогодні, призупинилось [1, 3, 4]. У 2014 р. зовнішні вантажопотоки склали 336,6 млн. т., частка транзиту 30,3%, експорт – 51,9%, імпорт – 17,8%, причому, за видами транспорту, автомобільний транспорт знаходиться на третьому місці, 23, 58 млн. тон. [1]. За структурою експортно – імпортних та транзитних операцій, частка автотранспорту 7% , залізничного 42,77%, трубопровідного 22, 07%. В 2013 р. [1, 3, 4] зовнішні вантажопотоки склали понад 371 млн. т., частка транзиту 21,4%, експорт – 34,2%, імпорт – 44,4%, причому, за видами транспорту у загальній структурі автомобільний транспорт також знаходився на третьому місці, відповідно, після залізничного і трубопровідного.

Перевезення, з позицій транзитних вантажопотоків, за період з 2000 р. по 2014р. зросло більше 8 раз, щорічно усереднене збільшення обсягу, наприклад, транзитних перевезень автомобільним транспортом складало 618,61 тис. т. [1, 3, 4], причому в загальному обсязі транзитних вантажопотоків частка автомобільного транспорту зросла у 2014 р. до 4%, що засвідчує підвищення рівня використання транзитного потенціалу країни з позицій розглядуваних перевезень. Експорт транспортних послуг становить 21,3% від загальносвітового експорту комерційних послуг, в Україні частка імпорту досягає 0,4%, експорту – 1,0% на загальносвітовому ринку транспортних послуг. В країнах ЄС здійснюється 32,1% імпорту і 43,2% загальносвітового експорту транспортних послуг [1, 3, 4]. Зокрема, згідно зі статистикою ЄС, на міжнародні перевезення товарів морськими шляхами припадає 50,8%, автодорожними – 17%, залізничними – 1,3%, повітрям – 22,9% [3, 4]. Отже, ринки в Україні, а саме оптовий і споживчий, в Україні мають подібні тенденції розвитку, має місце відносна збалансованість, ринок вантажних перевезень і логістичних послуг мають обнадійливу тенденцію розвитку причому при зниженні темпів росту.

Література

1. Попович П. В. Аналітичні технології в забезпеченні економічної ефективності логістичних систем / Попович П. В. // Вісник ХНТУСГ. – Харків, 2016. – Вип. № 169. – С. 223 - 225.
2. Шевчук О.С. Вплив показників ефективності на безпеку руху вулично-дорожніми мережами / Шевчук О. С. // Вісник ХНТУСГ. – Харків, 2016. – Вип. № 169. – С. 205 - 209.
3. Попович П.В. Економічні аспекти використання послуг 3PL операторів вітчизняними підприємствами. Науковий журнал. – Луцьк: Луцький НТУ, 2016. № 2. С. 125-129.
4. Попович П.В. Дослідження тенденцій розвитку ринку вантажних автомобільних перевезень у сучасних умовах/ Шевчук О. С., Матвіїшин А.Й., Лотоцька В. М. // Вісник ЖДТУ. Серія: Технічні науки. – Житомир: ЖДТУ, 2016. № 2(77). С. 224-228.

УДК 629.113.066

**І.В. Штафірний, Ю.І. Пиндус канд. техн. наук, доц., Р.Р. Заверуха, В.О. Тесля,
канд. техн. наук**

Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ РОБОЧИХ ПАРАМЕТРІВ ТА ХАРАКТЕРИСТИК МАШИН ПОСТІЙНОГО СТРУМУ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

I.V. Shtafirnyy, Y.I. Pyndus Ph.D., R.R. Zaveruha, V.O. Teslya, Ph.D.

STUDY OF OPERATING PARAMETERS AND CHARACTERISTICS OF DC MACHINES

Для впровадження електростартерного пуску, необхідно вирішити такі задачі: визначити варіанти встановлення та узгодження елементів системи пуску, за умов мінімальної зміни конструкції базового двигуна; визначити параметри процесу пуску; визначити залежність показників пуску від регульовальних параметрів двигуна. Для визначення характеристик пуску досліджуваного двигуна був збудований випробувальний стенд, на якому проводились безпосередні дослідження з визначення часу пуску за різних регульовальних параметрів. Для визначення умов пуску двигуна обов'язковою є реєстрація частоти та нерівномірності обертання колінчастого вала (КВ). Для цього використовувалися індуктивний датчик та датчик Хола системи запалювання.

Отримані дані за допомогою вимірювального комплексу, що містить АЦП L-CARD E 14-140, відповідне програмне забезпечення реєстрації сигналу, що надалі формуються вказаними датчиками в середовищі Power Graph аналізувались та перетворювались. Зразок результату визначення частоти обертів КВ за даним алгоритмом подано на рис. 1. Додатковою вимогою до системи пуску є забезпечення мінімальної пускової частоти обертання КВ двигуна $n > 300$ хв⁻¹ при розрядженій до 25 % акумуляторній батареї. Динамічний процес розгону двигуна можна розділити на три стадії (рис. 1), 1-а стадія триває до 2 с. За цей час відбувається вихід на пускову частоту обертання колінчастого вала.

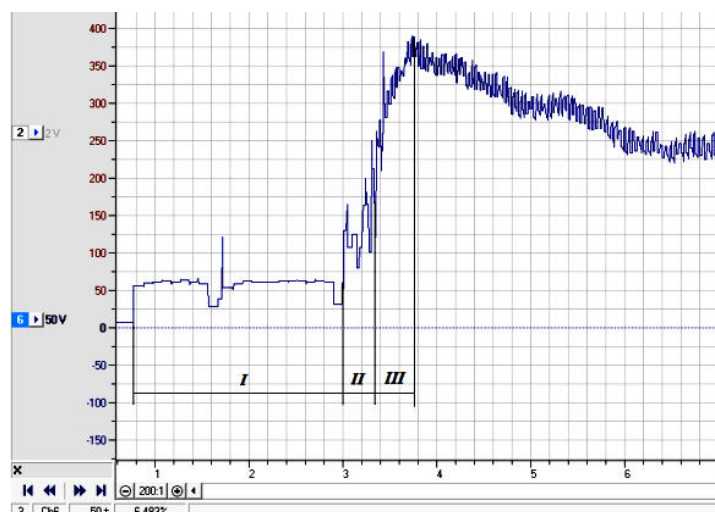


Рис.1. Зміна частоти обертів КВ двигуна 1Ч3,5/3,5 під час пуску

Тривалість другої стадії при пускових обертах може становити 0,4–0,5 с. Далі, під час третьої стадії, відбувається запуск ДВЗ. Початковий технічний стан МПС на

момент уведення в експлуатацію може бути описаний такими фізичними параметрами, як струм, напруга, температура, частота обертання, вібропараметри, характеристики магнітного поля. Дослідження процесів старіння електричних машин передбачає прогнозування зміни їх електромагнітних параметрів (властивостей), паспортних даних та робочих характеристик у процесі напрацювання на відмову.

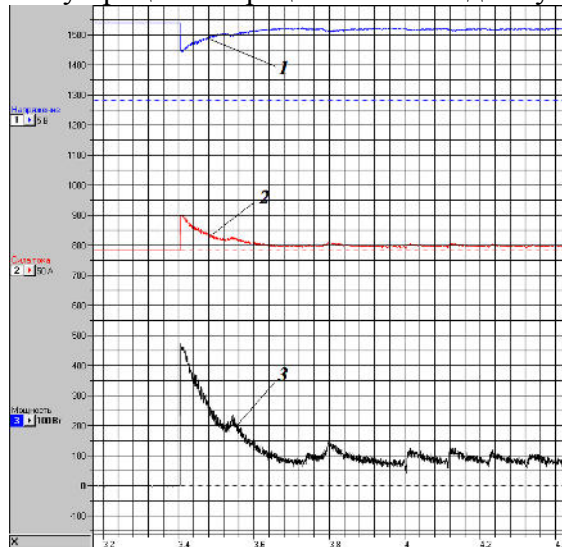


Рис.2. Осцилограми визначення електричних параметрів стартера під час пуску двигуна 1Ч 3,5/3,5:

1 – зміна напруги на клеммах акумулятора; 2 – зміна струму в обмотці стартера; 3 – зміна електричної потужності стартера

При дослідженні роботи двигуна постійного струму (ДПС) під час першого запуску за допомогою вимірювального комплексу проводиться запис початкових його параметрів, а також час роботи до відключення. Запис в базу даних включає в себе показання датчиків струму, напруги (мережі живлення, якоря та збудження), температури (двигуна і навколишнього середовища), вібрації та потужності при якій проводиться випробування. Після зняття контрольних показань та їх запису в базу даних, система відключається, періодичність наступних контрольних вимірів залежить від інтенсивності роботи двигуна та умов навколишнього середовища. Так, наприклад, при довготривалій роботі знос підшипника відбувається швидше, що може викликати зміщення вала, і відповідно нерівномірність повітряного проміжку між обертовою і нерухою машинами або "биття" при роботі. У ході зняття контрольних значень вони обробляються системою і порівнюються з базою даних початкових показань, знятих після надходження відремонтованого двигуна, що дає можливість визначити його працездатність. Також враховується вплив мережі живлення на можливе відхилення від норми параметрів і характеристик.

Література

1. Бібліотека і доступність інформації у сучасному світі: електронні ресурси в науці, культурі та освіті [Електронний ресурс] / Zoltán Dankó // Their Knowledge is the Fuel of The Future (Журнал National Geographic)ю – 2012. - Режим доступу: <http://energyblog.nationalgeographic.com/2012/05/08/hungarys-megameter-their-knowledge-is-the-fuel-of-the-future> . – Дата звернення: 01.11.2016. - Назва з екрану

УДК 621.82

В.М. Явний

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

РІЗЬБОНАРИЗНИЙ БЛОК ДЛЯ НАРІЗАННЯ РІЗИ

V.M. Yavniy

SCREW BLOCK FOR THREAD CUTTING

Різенарізний блок для нарізання різи (рис. 1) виконано зі станини 1, на якій встановлені усі елементи пристрою, такі як: різцетримач 2, планшайба з кулачками 3 і заготовкою 4. Крім цього для налаштування різців на певні розміри використовують спеціальний індикаторний пристрій 5 з індикаторною голівкою 5 та вимірювальною штангою 6, які встановлені на станині 1, з двох сторін, або їх переставляють на другу сторону послідовно.

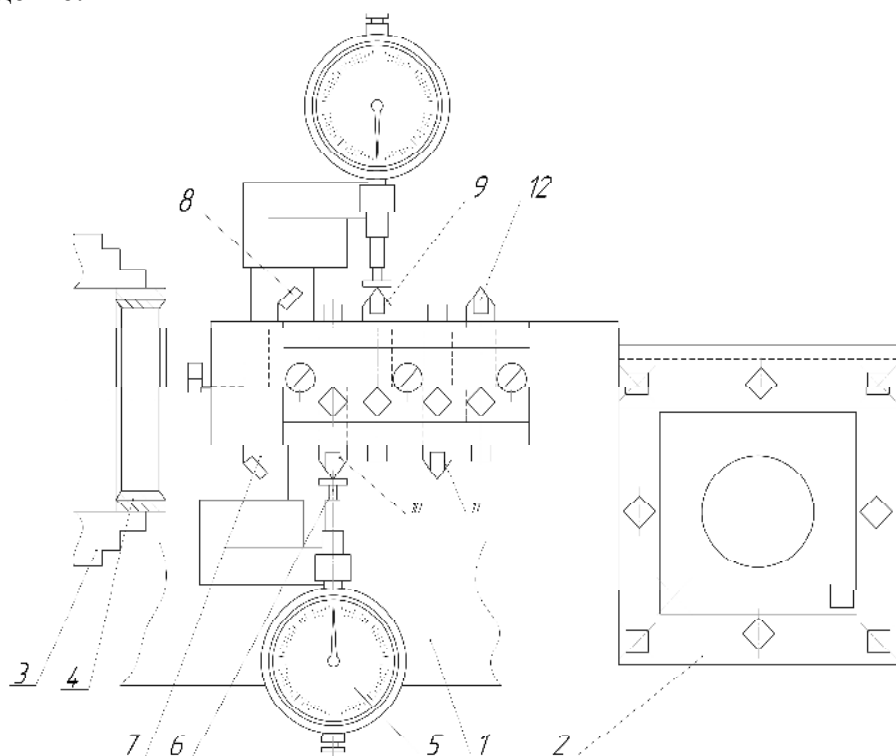


Рис. 1 Різенарізний блок для нарізання різи

Робота разенарізного блока здійснюється наступним чином.

Нарізання різи здійснюють за 1 прохід.

Перший різець 7 – це розточний різець, яким розточують отвір в заготовці 4 під різь розміром 1мм. Далі другий різець 8 розточний чистовий, який розточує припуск 0,5мм. Третій різець 9 знімає припуск 0,5мм, четвертий різець 10 знімає припуск 0,3мм, п'ятий різець 11 знімає припуск 0,2 мм і шостий - 12 знімає припуск 0,1 мм.

Крім цього пристрій оснащений Altivarom71 4 та персональним комп'ютером для заміру параметрів, які досліджуються.

У зв'язку з невеликим навантаженням останній чистовий різець 10 тривалий час забезпечує отримання точного профілю та хорошої шорсткості поверхні. Після нарізання різи в заготовку 4 знімають і на її місце вставляють іншу.

До переваг пристрою відноситься підвищення якості обробки й відпрацювання конструкції на технологічність.

УДК663.17

І.І. Яковенко

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ І ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

I.I. Jukovenko

RESEARCH ECONOMIC INDICATORS AND ECOLOGICAL DIESEL ENGINES

Робота автомобіля в умовах експлуатації характеризується багатьма показниками. Основними з них є показники токсичності та паливної економічності. Показники паливної економічності під час експлуатації можуть бути визначені експериментально, хоча це пов'язано з певними складностями і вимагає досить складного обладнання. Крім того, досить важко підтримувати однакові параметри руху автомобіля при виконанні режимів руху за операційними картами випробувальних їздових циклів. Тому в останній час все більше застосовують розрахункові методи визначення паливної економічності.

Токсичність автомобіля, що характеризується викидами шкідливих речовин з відпрацьованими газами двигуна у атмосферу, в умовах експлуатації визначають, як правило, розрахунковим методом.

Використовуючи поліноміальні залежності були побудовані по навантажувальним характеристикам поверхні, що показують залежність годинних витрат: дизельного палива і повітря від частоти обертання двигуна (рис. 1, 2).

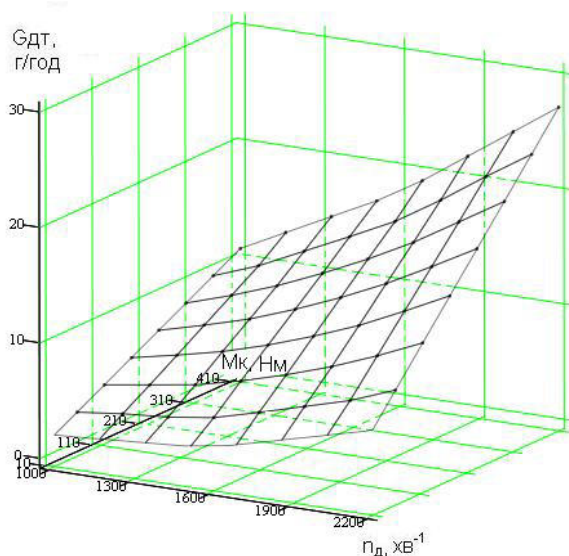


Рис. 1. Залежність витрати дизельного палива від частоти обертання двигуна

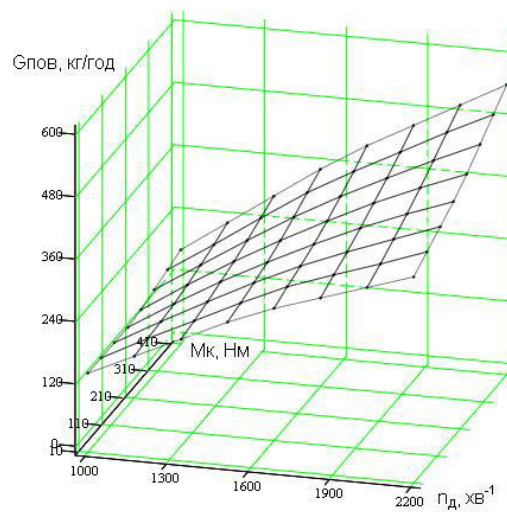


Рис. 2. Залежність витрати повітря від частоти обертання двигуна

Література

1. Лукин П.П. и др. Конструирование и расчет автомобиля: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Автомобили и тракторы" / П. П. Лукин, Г. А. Гаспарянц, В.Ф.Родионов.– М. :Машиностроение, 1984.-376 с.
2. Автомобили: Конструкция и элементы расчета: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.К. Вахламов. – М. : Изда тельский центр «Академия», 2006. – 480 с.

УДК 678.5; 621.891

І.Т. Ярема, канд. техн. наук, ст. наук. співр., В.М.Буховець, П.Є.Василенко

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ КУЛЬОВИХ КРАНІВ ОБЛАДНАННЯ КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ

I.T.Yarema, Ph.D., Sen. Res., V.M. Buhovets, P.E.Vasylenko

OPERATING CAPACITY OF BALL VALVES OF GAS-COMPRESSOR STATIONS EQUIPMENT

На компресорних станціях (КС) магістральних газопроводів України використовується велика кількість кульових кранів виробництва «Grove» (Італія), «Bitter» (ФРН), «Пленті» (Англія), «Тяжпромарматура» (Росія) та інших фірм від Ду-50 до Ду-1420. Конструктивною особливістю таких кранів є фіксований кульовий затвор у двох підшипниках ковзання. Ущільнення кульового затвору передбачає підтискання сідла до кульової поверхні за допомогою циліндричних пружин які розміщуються по колу сідла та перепадом тиску в закритому положенні крана. Герметизація пари «сідло-куля» в кранах забезпечується тефлоновим ущільненням, яке запресоване в кільцеву проточку металевого сідла, гумовими кільцями з металевим сідлом або металевими кільцями (для кранів великих діаметрів). Експлуатації багатьох кранів на КС магістральних газопроводів становить понад тридцять років. Хоча деякі деталі цих кранів (куля, шток, сідла) покриті хромом або нікелем, внаслідок тривалої експлуатації та дії агресивних середовищ такі покриття руйнуються. Пошкоджені поверхні кулі піддаються шкідливій дії корозії і, як наслідок, на її робочій ущільнюючій поверхні утворюються лунки та риски. Глибина лунок може коливатися від сотих до пів міліметра і більше. Причиною виходу з ладу пластмасових ущільнень кульового затвору є газоабразивне зношування та пошкодження робочої контактної поверхні при попаданні в її зону абразивних та інших твердих механічних частинок.

Розроблена технологія ремонту таких кульових кранів. Першочергово проводиться повне розбирання крана та очищення (промивка) всіх його деталей. Потім візуально оцінюється працездатність кулі, сідел, пластмасових та гумових ущільнень, тобто визначається наскільки вони зношені чи пошкоджені. Якщо покриття кулі збережене, а на її поверхні наявні тільки незначні подряпини, то кулю піддають шліфуванню та поліруванню, запресовують в сідла нові пластмасові ущільнення та замінюють всі гумові ущільнення крана. При пошкодженні захисного покриття на робочій поверхні кулі та за наявності глибоких канавок чи лунок, кулю обточують на сферо-токальному верстаті а потім наносять нове захисне покриття. При цьому зовнішній діаметр кулі зменшується, то проводяться зміни в конструкцію та геометричні розміри ущільнення із таким розрахунком, щоб вона забезпечувала повний контакт та герметичність кульового затвору. Для виготовлення нових ущільнень використовується полімерний матеріал марки фторопласт Ф-4К20, який має в своєму складі до 20 % коксу і характеризується підвищеною, порівняно з ненаповненими фторопластами, зносостійкістю, теплостійкістю та хімічною стійкістю. Застосування такого матеріалу дозволяє підвищити герметичність ущільнення і значно зменшити крутні моменти при закритті-відкритті крана завдяки низькому коефіцієнту тертя по металу. В деяких випадках, в залежності від умов експлуатації крана, застосовуються для виготовлення ущільнень кульового затвору полімеркомпозитні матеріали на основі поліамідів та виготовляються високопродуктивним методом литва під тиском на термопластавтоматі або механічною обробкою на металообробних верстатах.

УДК 678.5

І.Т. Ярема, канд. техн. наук., ст. наук. співр., С.В. Баріш, Л.М. Романовська
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МОДЕРНІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ УЩІЛЬНЕННЯ ПОРШНЯ ПРОТИПОМПАЖНОГО КЛАПАНА ВК ГПА-25 І

I.T. Yarema, Ph.D., Sen. Res., S.V. Barysh, L.M. Romanovska
DESIGN MODERNIZATION OF PISTON PACKING
OF “BK ГПА-25I” ANTISURGE VALVE

Протипомпажний клапан відцентрового компресора ГПА-25 І приводиться в дію пневматичним приводом та спрацьовує при пуску і зупинці газової турбіни. При пуску турбоагрегату і досягненні турбіною приблизно 92% обертів від номінальної величини протипомпажний клапан закривається. До пневмоциліндра 1 (конструкція на рис.1) повітря подається із 10-ї ступені осьового компресора; тиск повітря при цьому становить — 0,7 - 0,8 МПа, температура — до + 80⁰ С. В канавці поршня 2 пневмоциліндра встановлено пластмасове ущільнююче кільце 3, в прямокутну канавку якого встановлюється гумове кільце 4. Під дією тиску повітря поршень переміщується в осьовому напрямку і через механізм приводу відкриває кран. Коли повітря в циліндр не подається, то поршень під дією пружини 5 повертається в початкове положення.

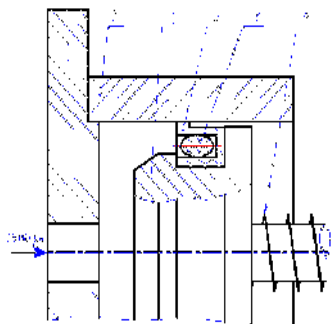


Рис.1. Схема роботи поршня блоку управління протипомпажного крану

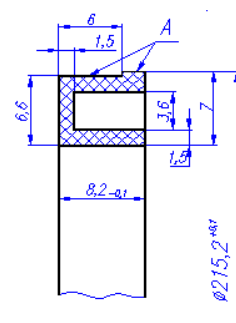


Рис.2. Моднізована конструкція ущільнення поршня

Непрацездатність ущільнення поршня блоку управління протипомпажного клапану відбувається через зношення ущільнюючої поверхні пластмасового кільця та виривання частини його в процесі «закушування» в парі тертя «поршень-циліндр».

Із врахуванням умов та термінів експлуатації блоку управління розроблена вдосконалена конструкція пластмасового ущільнення. Так, як верхня границя робочої температури клапану становить +80⁰ С, то до уваги не бралися ті конструкційні полімерні матеріали, які мають нижчу границю робочої температури. Такий матеріал повинен мати низький коефіцієнт тертя, добру зносостійкість та володіти властивостями самозмашування. Такими властивостями володіють фторопласти та композиційні матеріали на їх основі. Матеріали типу «Флубон» мають низький коефіцієнт тертя (0,1-0,3), інтервал робочих температур – від -60⁰ до +250⁰С, інтенсивність зношування $0,8 \cdot 10^{-3} \div 3,0 \cdot 10^{-3}$ г/год.

Модернізована конструкція розробленого ущільнення поршня блоку управління (рис.2) виготовляється методом механічної обробки на токарному верстаті із фторопластових композиційних матеріалів, в яку вставляється гумове кільце круглого перерізу, що забезпечує герметичність поршня та працездатність клапану.

УДК 658.512:004.89

О.В. Ярмошенко, магістрант, С.П. Вислоух, канд. техн. наук., доц.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», Україна

ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

O.V. Yarmoshenko, student, S.P. Vysloukh, Ph. D, Assoc. Prof.

APPLYING INTELLIGENCE DATA IN DECISION-MAKING OPERATION DURING DESIGN OF TECHNOLOGICAL PROCESSES USING EXPERT SYSTEMS

Однією з основних тенденцій останніх років є застосування сучасних комп'ютерних технологій проектування в різних галузях промислового виробництва [1]. Досягнення науки в галузі розвитку систем штучного інтелекту дозволяють виконувати ряд робіт, таких як автоматизація робототехнічного комплексу, автоматизація гнучких виробничих систем, оптимізація технологічних параметрів, поліпшення якості виробів, підвищення ступеня інтелектуалізації систем проектування технологічних процесів, що в свою чергу звільняє людину від виконання повсякденних робіт і підвищує частку його творчості [2]. Інтелектуалізація заснована на використанні баз знань і інтелектуальній підтримці процесів прийняття рішень, уніфікації й формалізації процедур обробки знань, розробці й використанні інтелектуальних моделей, організації безперервного накопичення знань, що в свою чергу дозволяє виконувати ряд робіт в приладобудуванні з більш високою точністю, швидкістю та якістю [3].

Предметом сучасних досліджень є методи використання штучного інтелекту в системах автоматизованого проектування технологічних процесів і інструментальні засоби, які включають інформаційне забезпечення у вигляді бази даних та знань, а також математичне, програмне та лінгвістичне забезпечення.

Як правило, існують довідкові бази даних, які використовуються технологіями при діалоговому проектуванні технологічних процесів. Однак наявні формалізовані матеріали недостатні для вирішення всього різноманіття задач автоматизованого технологічного проектування. Створення бази знань і її заповнення представляє певні труднощі для користувачів. Тому питання розробки алгоритмів для автоматизованого отримання конструкторсько-технологічних знань і формування експертних правил з використанням довідників й архівів технологічних процесів є своєчасні та актуальні [4].

База конструкторсько-технологічних знань дозволяє прискорити процес заповнення бази знань, скоротити витрати на її створення і доведення до комерційного використання. Експертні правила вибору методів обробки поверхонь деталей формуються з урахуванням багатоваріантності технологічних рішень і виробничих умов підприємства та номенклатури деталей.

З огляду на особливості різних моделей подання знань, найбільш придатною для представлення конструкторсько-технологічних знань доцільно вважати продукційну модель. При використанні даної моделі база конструкторсько-технологічних знань складається із множини конструкторсько-технологічних правил.

Продукційні правила мають вигляд умовних пропозицій «якщо-то», що виражає залежності між параметрами й технічними рішеннями. Їх головними особливостями є природність, модульність і простота організації логічного виведення.

Низька ефективність традиційних методів автоматизації проектування, що обробляють інформацію за відомими раніше алгоритмами та заснованих на застосуванні складних математичних моделей при вирішенні задач концептуального проектування технологічних систем вимагає використання сучасних експертних систем. Дані системи дозволяють розв'язувати задачі проектування з врахуванням знань, що закладені в відповідну базу знань, досвіду і вмінь проектувальника.

Технологічні дані в експертній системі, як в програмній системі, можна класифікувати за двома типами: статичні і динамічні. Статичні дані, як правило, описують конкретні об'єкти, а динамічні дані – представляються в процедурному вигляді. В системі простежується зв'язок між статичними і динамічними даними, або, в термінології експертних систем, між даними і знаннями. Тоді кожен програмний модуль системи має рівні можливості отримання даних як з бази даних, так і знань з бази знань.

Створення та експлуатація експертних систем дає високу ефективність при вирішенні задач, що вимагають творчого підходу. Ґрунтуючись на використанні логіко-лінгвістичних моделей, що зберігають формалізовані знання про предметну область, ці системи мають високу гнучкість, яка дозволяє адаптувати їх до умов різних виробництв [5].

В режимі придбання знань спілкування користувача з експертною системою здійснюється на основі знань в даній галузі. Експерт описує предметну область за допомогою сукупності даних та правил. Дані визначають об'єкти, їх характеристики та значення, що існують в області експертизи. Правила визначають способи маніпулювання даними, що характерні для відповідної предметної області. Експерт, використовуючи компонент придбання знань, наповнює систему знаннями, які потім дозволять експертній системі в режимі вирішення самостійно розв'язувати поставлені задачі.

Тому вирішується задача створення бази конструкторсько-технологічних знань з використанням підсистеми інтелектуального аналізу даних на основі експертних правил, довідників та стандартів як джерел інформації про предметну область.

Використання розробленої бази знань в експертній системі дозволить підвищити якість автоматизованого проектування технологічних процесів.

Література

1. Вислоух С.П. Інформаційні технології в задачах технологічної підготовки приладо- та машинобудівного виробництва: моногр. / С.П. Вислоух. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 488 с.
2. Масленникова О.Е., Гаврилова И.В. Основы искусственного интеллекта. Учебное пособие, – М.: ФЛИНТА, 2013. – 282 с.
3. Валетов В.А., Орлова А.А., Третьяков С.Д. Интеллектуальные технологии производства приборов и систем. Учебное пособие, – СПб: СПб ГУИТМО, 2008. – 134 с.
4. Ярмошенко О.В. Разработка и применение экспертных систем при проектировании технологических процессов изготовления деталей приборов / Ярмошенко О.В. Вислоух С.П. // Новые направления развития приборостроения: материалы 9-й международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов. – Минск: БНТУ, 2016. – С. 130.
5. Ярмошенко О.В. Использование систем искусственного интеллекта в приборостроении / Ярмошенко О.В. // Збірник тез доповідей науково-практичної конференції студентів та аспірантів «ПОГЛЯД У МАЙБУТНЄ ПРИЛАДАБУДУВАННЯ». – Київ: НТУУ «КПІ», 2016. – С. 71.

Р

УДК 621.91.02
О.Є.Бялуцький

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОБРОБКА ОТВОРІВ СПЕЦІАЛЬНИМИ РОЗТОЧНИМИ ГОЛОВКАМИ

O.Y. Byalysui

SPECIAL HANDLING HOLES BORING HEADS

Похибка при розточуванні визначається неточністю установки різального інструменту відносно осі робочого шпинделя верстата. В процесі обробки отворів на одношпindelних та багатошпindelних токарних автоматах і напівавтоматах осі інструмента та заготовки зміщуються в вертикальній та горизонтальній площинах, тобто з'являється непаралельність вектора подачі та осі шпинделя.

Отвори деталей типу кілець та втулок діаметром більше 50 мм розточують різцями (однолезовим інструментом). При цьому можна використовувати звичайні розточувальні різці, які закріплюються в державках. Але точність токарної обробки отворів при цьому методі порівняно низька. Підвищити точність обробки отворів шляхом більш жорсткого закріплення розточувального різця не представляється можливим [1].

Найбільш перспективним методом усунення неспівпадіння осей інструменту та заготовки при обробці отворів є використання самовстановлювальних інструментів, з яких найбільш технологічними є плаваючі дволезові блоки. Обробка отворів самовстановлювальними мірними інструментами внаслідок великої їх жорсткості виключає чи суттєво знижує вплив факторів, які викликають похибку розміру: геометричні неточності верстата та пристосувань, похибки базування оброблюваної деталі та інструменту, податливість технологічної системи, нестабільність механічних властивостей оброблюваного матеріалу, тощо [1, 2].

На машинобудівних заводах застосовують різноманітні конструкції самовстановлювальних інструментів, які можна розділити на три групи:

- 1) плаваючі дволезові блоки, які переміщуються в одній діаметральній площині в пазах жорстко закріплених оправок;
- 2) коливальні оправки та інструменти, які здатні повертатися відносно точки повороту на певний кут;
- 3) плаваючі самовстановлювальні розвертки, оправки та патрони з інструментом, які можуть переміщуватися в двох взаємно перпендикулярних площинах та компенсувати неспівпадіння осей інструменту та оброблюваної поверхні.

Література

1. Вовк Ю.Я. Самовстановлювальні інструментальні блоки з пружними зв'язками для обробки отворів : дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. Наук : 05.03.01 / Вовк Юрій Ярославович; Терноп. держ. техн. ун-т ім. І.Пулюя. – Т., 2007. – 197 с.
2. Луців І. Формування шорсткості і хвилястості поверхні при багатолезовій адаптивній обробці / І. Луців // Вісник Тернопільського державного технічного університету, 1999, т.4, №3, с.135-138.

УДК 681.51

М.І. Паламар докт. техн. наук., проф., М.О. Стрембіцький канд. техн. наук, В.О. Стрембіцький

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РОБОТОМ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

М.І. Palamar Dr., Prof., M.O. Strembitsky Ph.D., V.O. Strembitsky
DEVELOPMENT OF ROBOT CONTROL SYSTEM BASED ON FUZZY LOGIC

Побудова системи керування мобільною робототехнічною системою передбачає використання інформаційних технологій і застосування нових методів для опрацювання даних про положення в просторі як самої моделі, так і оточуючого середовища. Оскільки на інформацію із давачів можуть накладатися шуми та завади, які будуть вносити похибки на етапі визначення позиції. Тому для підвищення надійності та точності слідування автономного мобільного робота (АМР), потрібно враховувати швидкозмінні параметри про оточуюче середовище та проводити їх оцінку із заданою ймовірністю.

Система керування АМР повинна: будувати маршрут, керувати рухом, опрацювати інформацію від різного типу давачів про положення об'єктів на шляху слідування робота, а також відслідковувати пройдену траєкторію. Використання нечіткої логіки у системі керування АМР має наступні переваги [1, 2]: можливість оперувати вхідними даними, заданими нечітко; можливість нечіткої формалізації критеріїв оцінки і порівняння; можливість проведення якісних оцінок як вхідних даних.

Об'єкт дослідження – АМР, навігаційна система якого використовує інформацію з давачів відстані. Інформація надходить до блоку нечіткого мікроконтролера (рис 1).

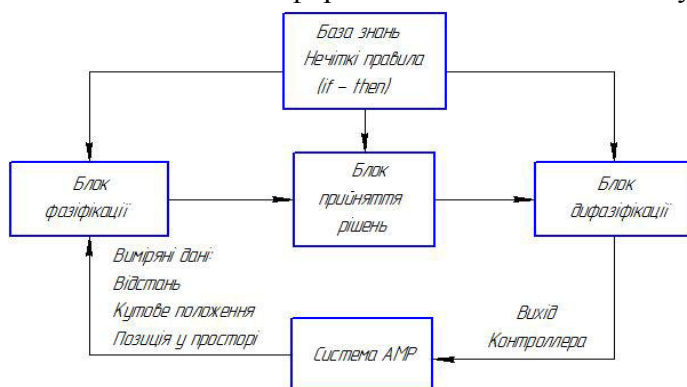


Рис. 1. Структура нечіткого контролера системи

Блок фазифікації перетворює вхідне (вимірне) значення у нечітку величину, що описана правилами в базі знань про об'єкт. Блок рішень використовує нечіткі умовні (if – then) правила, для перетворення нечітких вхідних даних у керуючі сигнали, які є нечіткими. Блок дефазифікації перетворює нечіткі дані з виходу блоку рішень у чітку величину, що використовується для керування об'єктом.

Застосуванні нечіткої логіки у системі керування АРМ в умовах детермінованого середовища забезпечило оптимальне керування. Підвищення надійності системи за рахунок використанням адаптивної нейронно-нечіткої систем (adaptive network-based fuzzy inference system) для якої застосовано навчання на етапі налаштування параметрів.

Література

1. Ross T.J. Fuzzy Logic with Engineering Applications / T.J. Ross. – McGraw-Hill Inc.(USA), 1995. – 600 p.
2. Штовба С.Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику / С.Д. Штовба. [Електроннийресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1>.

ЗМІСТ

Секція: ФІЗИКО-ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

1. **В.С. Богушевський, В.Ю. Сухенко** 5
АНАЛІЗ УТВОРЕННЯ І ТРАНСФОРМАЦІЇ НЕМЕТАЛЕВИХ
ВКЛЮЧЕНЬ ПРИ РОЗКИСНЕНІ СТАЛІ В ПРОЦЕСІ ВИПУСКУ
V.S. Bogushevskiy, V.Y. Sukhenko
ANALYSIS OF THE FORMATION AND TRANSFORMATION OF
NONMETALLIC INCLUSIONS DURING DEOXIDATION OF STEEL IN
THE PROCESS OF TAPPING
2. **А.М. Гетало, О.В. Хорольський, С.А. Стеценко** 7
РЕЗОНАНСНИЙ МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ АКУСТИЧНИХ
ВЛАСТИВОСТЕЙ ФТОРЗАМЩЕНИХ СПИРТІВ
A.M. Getalo, O.V. Khorolskyi, S.A. Stetsenko
RESONANCE METHOD OF ACOUSTIC PROPERTIES INVESTIGATION
OF FLUORINATED ALCOHOLS
3. **Л.Н. Дейнеко** 9
ЧИСЛЕННЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧ ГИДРОГАЗОДИНАМИКИ И
ТЕПЛОМАССОБМЕНА С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО
ПРОДУКТА ANSYS
L.N. Deineko
NUMERICAL SIMULATION OF TASKS OF FLUID DYNAMICS AND
HEAT AND MASS TRANSFER USING ANSYS SOFTWARE PRODUCT
4. **А.Я. Карвацький, Т.В. Лазарев, А.Ю. Педченко** 11
ЧИСЛОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗНАЧЕННЯ КОНТАКТНОГО
ЕЛЕКТРИЧНОГО ОПОРУ МІЖ ЗАГОТОВКАМИ В ПЕЧІ КАСТНЕРА
НА РОЗПОДІЛ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ В ЕЛЕКТРОДНИХ
КОЛОНАХ
A.Y. Karvatskii, T.V. Lazarev, A.Y. Pedchenko
NUMERICAL INVESTIGATIONS OF VALUES CONTACT ELECTRIC
RESISTANCE BETWEEN THE ARTIFACTS IN CASTNER'S FURNACE
FOR DISTRIBUTION TEMPERATURE FIELDS IN ELECTRODE
COLUMNS
5. **С. Б. Каргин** 13
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИ ТОЧНОЙ
ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ
S.B. Kargyn
RESEARCH DEVELOPMENT AND NEW TECHNOLOGIES PRECISION
FORGING
6. **А.В. Конченко, В.В. Трасковський** 14
ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІРУ ПУХИРЦІВ ПОВІТРЯ
ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ФЛОТАЦІЙНОГО ОЧИЩЕННЯ ВОДИ
A.V. Konchenko, V.V. Traskovs'kiy
A STUDY OF THE OPTIMUM SIZE OF AIR BUBBLES FOR EFFICIENT
FLOTATION WATER PURIFICATION

7. **В.А. Литвин, І.В. Мусько** 15
СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ
ФОРМУВАННЯ НАНОЧАСТИНОК СРІБЛА, СТАБІЛІЗОВАНИХ
СИНТЕТИЧНИМИ ФУЛЬВАТАМИ
V.A. Litvin, I.V. Mysko
SPECTROPHOTOMETRIC STUDY OF THE KINETICS OF FORMATION
OF THE SILVER NANOPARTICLES STABILIZED BY SYNTHETIC
FULVATES
8. **І.І. Лучейко, Т.М. Вітенько** 16
ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПУСКОВОЇ ПОТУЖНОСТІ МІШАЛКИ В РАМКАХ
ФЕНОМЕНОЛОГІЧНОЇ МОДЕЛІ
I.I. Lucheyko, T.M. Vitenko
DETERMINING OF THE STARTING POWER OF STIRRER WITHIN THE
PHENOMENOLOGICAL MODEL
9. **Х. О. Мельничук, І. Д. Олексеюк, Л. Д. Гулай, О. В. Марчук** 18
КРИСТАЛІЧНА СТРУКТУРА СПОЛУКИ $\text{Sm}_3\text{Co}_{0.5}\text{SnS}_7$
Kh. O. Melnychuk, I. D. Olekseyuk, L. D. Gulay, O. V. Marchuk
CRYSTAL STRUCTURE OF THE $\text{Sm}_3\text{Co}_{0.5}\text{SnS}_7$
10. **Ю.М. Морозов** 20
МОДЕЛЮВАННЯ В ЗАДАЧАХ КВАНТОВОЇ СТАТИСТИЧНОЇ
ФІЗИКИ СИСТЕМ З СИЛЬНИМИ МІЖЕЛЕКТРОНИМИ
ВЗАЄМОДІЯМИ
Yu.M. Morozov
MODELING OF SYSTEMS WITH STRONG ELECTRON INTERACTIONS
IN QUANTUM STATISTICAL PHYSICS
11. **Є.А. Нагорний, О.А. Дорож** 21
ВИЗНАЧЕННЯ СЕЛЕКТИВНОСТІ МЕМБРАНИ ЗВОРОТНОГО
ОСМОСУ ДО ПОГЛИНАННЯ БОРНОЇ КИСЛОТИ З ТЕПЛОНОСІЯ
ПЕРШОГО КОНТУРУ АЕС
Y.A. Nahornyi, O.A. Dorozh
DETERMINATION OF THE SELECTIVITY OF REVERSE OSMOSIS
MEMBRANES FOR ABSORPTION OF BORIC ACID WITH COOLANT
NPP
12. **К. І. Петрушка, М.С. Мальований, І. М. Петрушка** 22
МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЧИЩЕННЯ
СТІЧНИХ ТА ШАХТНИХ ВОД ПРИРОДНИМИ СОРБЕНТАМИ
K.I. Petrushka, M.S. Malyovanyu, I.M. Petrushka
METHODS OF FORECASTING AND EFFICIENCY SEWAGE MINE
WATERS NATURAL SORBENTS
13. **Р.О. Ткачєв** 24
ИЗМЕНЕНИЕ РАЗМЕРОВ СЕЧЕНИЯ ТРУБЧАТОЙ ЗАГОТОВКИ ИЗ
СТАЛИ И СПЛАВА Д16 ПРИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМ
ИНДУКЦИОННОМ НАГРЕВЕ

- R.O. Tkachov**
RESIZING SECTION OF THE TUBULAR BILLET OF STEEL
AND ALLOYS D16 WITH DIFFERENTIATED INDUCTION HEATING
14. **Р.А. Ткачук, А.А. Ткачук** 25
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВЗАЄМОДІЇ ВНУТРІШНЬООЧНОЇ
РІДИНИ НА УТВОРЕННЯ НАПРУЖЕНЬ В ОБОЛОНЦІ ОКА ПРИ
ГЛАУКОМІ
R. A. Tkachuk, A. A. Tkachuk
PROCESS MODELING OF THE INTRAOCULAR FLUID INTERACTION
ON THE PRESSURE FORMATION IN GLAUCOMA EYE SHELL
15. **О.В. Хорольський, І. Продайко** 27
ВПЛИВ РОЗЧИННИКА НА ГІДРОДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ
МАКРОМОЛЕКУЛ ПОЛІВІНІЛОВОГО СПИРТУ
O.V. Khorolskyi, I. Prodaiko
INFLUENCE OF SOLVENT ON HYDRODYNAMIC PROPERTIES OF
POLYVINYL ALCOHOL MACROMOLECULES
16. **І.О. Шуляр** 28
РОЗШИРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ СПОСОБУ
ВІДЦЕНТРОВОГО ЛИТВА
I.O. Shuliar
EXPANDING OPPORTUNITIES OF CENTRIFUGAL CASTING
TECHNOLOGY
17. **Amobi Emmanuel** 30
SIMULATION OF A WEBSITE INTERACTION WITH CLUSTERIZED
ENVIRONMENT
Амобі Кхїджіоке Еммануель
МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОДІЇ ВЕБ САЙТУ З КЛАСТЕРИЗОВАНИМ
ОТОЧЕННЯМ
18. **T.S. Asauliyuk, Ph.D., O.J. Semeshko, Ph.D.** 31
MODIFICATION OF DISULFIDE BONDS OF KERATIN DURING
ELECTRIC DISCHARGE TREATMENT OF WOOL
- Секція: НОВІ МАТЕРІАЛИ, МІЦНІСТЬ І ДОВГОВІЧНІСТЬ
ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ**
1. **С.О. Альфавіцька, М.С. Слободян, О.В. Білаш** 32
ДВОСТОРОННІЙ ЗГИН ПЛАСТИНИ З ДВОМА РІВНИМИ
СПІВВІСНИМИ ТРИЩИНАМИ З УРАХУВАННЯМ КОНТАКТУ ЇХ
БЕРЕГІВ ТА ЗА НАЯВНОСТІ ЗМІЦНЕНИХ ПЛАСТИЧНИХ ЗОН
ПОБЛИЗУ ЇХ ВЕРШИН
S.O. Alfavitska, M.S. Slobodyan, O.V. Bilash
TWO-AXIAL BEND OF PLATE WITH TWO EQUAL CRACKS
TAKING INTO ACCOUNT THE CONTACT OF THEIR BANKS AND
STRENGTHENING PLASTIC ZONES NEAR THEIR TIPS

2. **О.В. Білаш** 34
ЗГИН ПЛАСТИНИ ЗІ ЩІЛИНОЮ ЗА НАЯВНОСТІ ПЛАСТИЧНИХ ЗОН
У ЇЇ ВЕРШИНАХ
O.V. Bilash
BEND OF PLATE WITH SLIT IN THE PRESENCE OF PLASTIC ZONES
IN ITS TOPS
3. **Н.М. Блашко, І.Д. Олексеюк, Л.Д. Гулай, О.В. Марчук** 36
ФАЗОВІ РІВНОВАГИ В СИСТЕМІ $\text{Pr}_2\text{S}_3 - \text{In}_2\text{S}_3 - \text{GeS}_2$ ЗА
ТЕМПЕРАТУРИ 770 К
N.M. Blashko, I.D. Olekseyuk, L.D. Gulay, O. V. Marchuk
PHASE EQUILIBRIA IN THE $\text{Pr}_2\text{S}_3 - \text{In}_2\text{S}_3 - \text{GeS}_2$ SYSTEM AT
TEMPERATURE 770 K
4. **І. С. Дідич, О. П. Ясній** 38
ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДО ОЦІНЮВАННЯ
ДОВГОВІЧНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ
I. S. Didych, O.P. Yasniy
APPLICATION OF NEURAL NETWORKS FOR THE ASSESSMENT OF
DURABILITY OF STRUCTURAL ELEMENTS
5. **В.М. Івасів, Р.О. Дейнега, В.В. Михайлюк** 40
ОЦІНКА ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ТРУБИ МАГІСТРАЛЬНОГО
НАФТОПРОВОДУ З КОРОЗІЙНИМИ ДЕФЕКТАМИ
V.M. Ivasiv, R.A. Deynega, V.V. Mikhailiuk
ASSESSMENT OF THE RESIDUAL RESOURCE OF PIPE OF THE OIL-
TRUNK PIPELINE WITH CORROSION DEFECT
6. **О.П. Попадюк, В.П. Козак** 42
АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ФРАКТАЛЬНОЇ РОЗМІРНОСТІ
ПОВЕРХОНЬ РУЙНУВАННЯ ЕПОКСИКОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ
O. P. Popadiuk, V. P. Kozak
AUTOMATION DEFINITION OF MATERIAL' FRACTAL DIMENSION
OF FRACTURE SURFACE
7. **А.Г. Козловський, М.О. Безуглий** 44
ОСОБЛИВОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ЕКСЦЕНТРИКА ДЛЯ
ФОРМОУТВОРЕННЯ ПОВЕРХНІ ЕЛІПСОЇДАЛЬНИХ РЕФЛЕКТОРІВ
A.G. Kozlovskiy, M.A. Bezuglyi
FEATURES OF PRODUCTION OF ECCENTRIC FOR ELLIPSOIDAL
REFLECTOR SURFACE FORMATION
8. **М.М. Лях, Н.В. Федоляк, О.О.Рейті** 46
ВИЗНАЧЕННЯ ЖОРСТКОСТІ ВІБРООПОР БУРОВИХ ВІБРОСИТ
M.M. Liakh, N.V. Fedoliak, O.O.Reiti
DETERMINING STIFFNESS SUPPORTS DRILLING SHAKERS
9. **И.М. Постернак, С.А. Постернак** 48
НЕАВТОКЛАВНЫЙ ПЕНОБЕТОН В КОНСТРУКЦИЯХ И ИЗДЕЛИЯХ
КОМПЛЕКСА ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЭНЕРГОРЕКОНСТРУКЦИИ

- I.M. Posternak, S.A. Posternak**
AN AUTOCLAVE FOAM-CONCRETE IN CONSTRUCTIONS AND PRODUCTS OF THE COMPLEX TOWN-PLANNING POWER RECONSTRUCTION
10. **Ю.І.Сєліверстова, І.А.Сєліверстов** 50
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПЛАЗМОВИХ ПОКРИТТІВ З УЛЬТРА- ТА НАНОДИСПЕРСНИМИ СКЛАДОВИМИ
J.I.Seliverstova, I.A. Seliverstov
THE PROSPECT OF USING PLASMA SPRAY COATINGS WITH ULTRA AND NANOSIZED COMPONENTS
11. **М.О. Сисоєв, Г.П. Кисла, Ю.О. Радом'як** 52
СТРУКТУРА ТА ВЛАСТИВОСТІ КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ $Ti_3Al - B_4C$ ОТРИМАНОГО МЕТОДОМ СВЧ
M.O. Sysoyev, G.P. Kysla, Y.O. Radomyak
STRUCTURE AND PROPERTIES OF COMPOSITE MATERIAL $Ti_3Al - B_4C$ DERIVED FROM SHS
12. **М.С. Слободян, М.І. Матулка, О.В. Білаш** 53
РОЗТЯГ ПЛАСТИНИ З КРУГОВИМ ОТВОРОМ ТА ТРІЩИНОЮ З УРАХУВАННЯМ ПЛАСТИЧНИХ ЗОН БІЛЯ ЇЇ ВЕРШИН
M.S. Slobodyan, M.I. Matulka, O.V. Bilash
TENSION PLATE WITH A CIRCULAR HOLE AND CRACK CONSIDERING PLASTIC ZONES NEAR ITS VERTICES
13. **О.В. Смітюх, І.Д. Олексеюк, О.В. Марчук** 55
СИСТЕМИ $SiS_2 - Y_2S_3 - La(Pr)_2S_3$ ЗА ТЕМПЕРАТУРИ 770 К
O.V. Smitiukh, I.D. Olekseyuk, O.V. Marchuk
SYSTEMS $SiS_2 - Y_2S_3 - La(Pr)_2S_3$ AT TEMPERATURE 770 K
14. **О.Р.Троян** 57
ДОВГОВІЧНІСТЬ ВУЗЛІВ ЗВАРНИХ ФЕРМ ПРИ ДІЇ ЦИКЛІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ
O.R. Troian
DURABILITY OF NODES OF THE WELDED TRUSSES UNDER CYCLIC LOADS
15. **Д.Д. Федорчук, В.В. Рачинський, С.М. Півень** 58
ВИКОРИСТАННЯ ОБЛАДНАННЯ КАРКАСНИХ КОМПОНОВОК З МПС ДЛЯ АБРАЗИВНОЇ ОБРОБКИ ТА ВИПРОБУВАННЯ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ
D.D. Fedorchuk, V.V. Rachinskiy, S.M. Piven
USING THE EQUIPMENT OF FRAME CONFIGURATIONS WITH MPS FOR ABRASIVE MACHINING AND TESTING OF NEW MATERIALS
16. **П.І. Феськів, В.П. Олексюк** 62
ОЦІНКА МІЦНОСТІ РАМ ДВИГУНІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

- P.I. Feskiv, V.P. Oleksyuk**
STRENGTH RATING FRAMES OF ENGINES OF AGRICULTURAL MACHINES
17. **Т.О. Шніцар, В.К. Зеленський, В.П. Ясній** 63
ЗАЛЕЖНІСТЬ ПАРАМЕТРІВ ЗОНИ ВИТЯГУВАННЯ ВІД В'ЯЗКОСТІ
РУЙНУВАННЯ ТЕПЛОСТІЙКОЇ СТАЛІ
T.O. Shnitsar, V.K. Zelenskyi, V.P. Iasnii
RELATIONSHIP BETWEEN STRETCH ZONE PARAMETERS AND
FRACTURE TOUGHNESS OF HEAT-RESISTANCE STEEL
18. **І.І. Шостаківський** 65
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АТМОСФЕРНИХ ЧИННИКІВ НА СТАН
ОЛИВИ ПРИВОДУ ШТАНГОВОЇ СВЕРДЛОВИННОЇ НАСОСНОЇ
УСТАНОВКИ
I.I. Shostakivsky
INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF ATMOSPHERIC FACTORS
ON THE STATE OF ROD PUMPS' DRIVES OIL
19. **Б.Р. Шуляр** 67
ЗАЛЕЖНОСТІ МІЦНІСТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРУБНИХ СТАЛЕЙ
ВІД ЛЕГУВАННЯ НАНОЧАСТИНКАМИ РІДКІСНОЗЕМЕЛЬНИХ
МЕТАЛІВ
B.R. Shuliar
DEPENDENCIES OF DURABLE CHARACTERISTICS CAUSED BY
DOPING PIPE STEELS WITH NANOPARTICLES OF RARE-EARTH
METALS
20. **Є.Б. Ярема, В.В. Рошот** 68
НАПРУЖЕНИЙ СТАН ПЛАСТИНИ З ЖОРСТКОЮ ЕЛІПТИЧНОЮ
ШАЙБОЮ ТА НАСКРІЗНОЮ ПРЯМОЛІНІЙНОЮ ТРИЩИННОЮ
Y.B. Yarema, V.V. Roshchot
STRESS STATE OF THE PLATE WITH RIGID ELLIPTICAL WASHER
AND STRAIGHT-THROUGH CRACK
21. **П.В. Ясній, Ю.І. Пиндус, М.І. Гудь** 70
ВПЛИВ ПЛОЩІ ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ ПІДКРІПЛЮЮЧИХ
ЕЛЕМЕНТІВ НА ВЛАСНІ ЧАСТОТИ ПІДСИЛЕНОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ
ОБОЛОНКИ
P.V. Yasniy, Y.I. Pyndus, M.I. Hud
THE IMPACT OF CROSS-SECTIONAL AREA OF CORROBORANT
ELEMENTS ON THE EIGENFREQUENCIES OF AMPLIFIED
CYLINDRICAL SHELL
22. **П.В. Ясній, Ю.І. Пиндус, М.І. Гудь** 72
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЧАСТОТ ПІДСИЛЕНИХ ТА
НЕПІДСИЛЕНИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ОБОЛОНОК
P.V. Yasniy, Y.I. Pyndus, M.I. Hud
COMPARATIVE ANALYSIS OF FREQUENCIES OF STRENGTHENED
AND NOT STRENGTHENED CYLINDRICAL SHELLS

23. **І.М. Яцик** 74
ДВОВІСНИЙ ЗГИН ПЛАСТИНИ РЕЙССНЕРА ЗІ ЩІЛИНАМИ ТА ТРІЩИНАМИ, З УРАХУВАННЯМ ШИРИНИ ОБЛАСТІ КОНТАКТУ ЇХНІХ БЕРЕГІВ
I.M. Yatsyk
BIAXIAL BENDING OF PLATE WITH SLITS AND CRACKS IN VIEW OF THEIR FACES CONTACT ZONE WIDTH
24. **М.В. Браїло, О.С. Кобельник, С.В. Якущенко, В.Д. Нігалатій, Аль-Джавахе́ри Али Андан Мансур** 76
РОЗРОБЛЕННЯ ПОЛІМЕРНОЇ МАТРИЦІ З ПОЛІПШЕНИМИ АДГЕЗІЙНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ НА ОСНОВІ ЕПОКСИДНОГО ТА ПОЛЕФІРНОГО ЗВ'ЯЗУЮЧОГО
M.V. Brailo, O.S. Kobelnik, S.V. Yakushchenko, V.D. Nigalatiy Al-Dzhavakhery Aly Andan Mansur
DEVELOPMENT POLYMER MATRIX WITH IMPROVED ADHESIVE PROPERTIES, BASED ON EPOXY AND POLYESTER BINDERS
25. **А.В. Букетов, О.О. Сапронов, О.В.Лещенко** 77
ДОСЛІДЖЕННЯ УДАРНОЇ В'ЯЗКОСТІ ЕПОКСИДНИХ КОМПОЗИТІВ, НАПОВНЕНИХ ВУГЛЕЦЕВИМИ НАНОТРУБКАМИ
A.V. Buketov, O.O. Sapronov, O.V. Leshchenko
RESEARCH IMPACT STRENGTH EPOXY COMPOSITES FILLED WITH CARBON NANOTUBES
26. **І.Г. Добротвор, Д.П. Стухляк** 78
ГРАФІЧНА МОДЕЛЬ ДИНАМІКИ ХАРАКТЕРИСТИК ЗШИВАННЯ ЕПОКСИДНИХ КОМПОЗИТІВ З ВОЛОКНИСТИМ НАПОВНІЮВАЧЕМ
I.G. Dobrotvor, D.P. Stukhlyak
GRAPHIC MODEL OF DYNAMICS CHARACTERISTICS STITCHING EPOXY COMPOSITES WITH A FIBROUS FILLER
27. **В.В. Каргашов** 80
ЗАСТОСУВАННЯ ПІД-АЛГОРИТМУ РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ПРИ ОБРОБЦІ ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ ЗМІННИМ МАГНІТНИМ ПОЛЕМ
V.V. Kartashov
PID-ALGORITHM OF TEMPERATURE CONTROL FOR PROCESSING EPOXY COMPOSITE BY ALTERNATING MAGNETIC FIELD
28. **А.М. Курко** 81
ГЕОМЕТРІЯ КІНЕМАТИКИ ДИСКОВОГО ПЛАНЕТАРНОГО РІЗУЧОГО АПАРАТУ
A.M. Kurko
GEOMETRY OF KINEMATICS OF THE DISK PLANETARY CUTTING DEVICE
29. **В.В. Левицький, О.В. Лах** 82
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОМПЛЕКСНОЇ МОДИФІКАЦІЇ НА ПРОЦЕСИ РЕЛАКСАЦІЇ ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ

V.V. Levytskyy, O.V. Lah
INVESTIGATE INFLUENCE OF COMPLEX MODIFICATION
EPOXYCOMPOSIRES ON THE RELAXATION PROCESSES

30. **В.Д. Нігалатій, С.О. Сметанкін, Д.О. Зінченко** 83
ВИКОРИСТАННЯ МОДИФІКАТОРА БЕНЗЕН-1,3-ДІАМІНУ ДЛЯ
ПОЛІПШЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕПОКСИДНОГО
КОМПОЗИТУ
V.D. Nigalaty, S.O. Smetankin, D.O. Zinchenko
USING MODIFIER BENZENE-1,3-DIAMINE TO IMPROVE THE
THERMAL PROPERTIES OF THE EPOXY COMPOSITE
31. **О.О. Сапронов, О.В. Акімов, Н.М. Букетова** 84
ДОСЛІДЖЕННЯ УДАРНОЇ В'ЯЗКОСТІ ЕПОКСИДНИХ КОМПОЗИТІВ,
НАПОВНЕНИХ ФУЛЕРЕНОМ C₆₀
O.O. Sapronov, O.V. Akimov, N.M. Buketova
RESEARCH OF IMPACT STRENGTH EPOXY COMPOSITES FILLED
WITH FULLERENE C₆₀
32. **П.Д. Стухляк, А.Б. Смачило** 85
АНАЛІЗ МЕТОДУ ДОСЛІДЖЕННЯ ЦИКЛІЧНОЇ МІЦНОСТІ
ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ
P.D. Stukhlyak, A.B. Smachylo
ANALYSIS OF METHOD FOR RESEARCH CYCLICAL STRENGTH
EPOXYCOMPOSITES
33. **П.Д. Стухляк, І.П. Федорків, А.М. Черемшук** 86
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ, ЩО
ВИНИКАЮТЬ В РЕЗУЛЬТАТІ НАГРІВУ ТІЛ ОБЕРТАННЯ
P.D. Stukhlyak, I.P. Fedorkiv, A.M. Cheremshuk
MODELING OF RESIDUAL STRESSES, RESULTING OF HEATING
BODIES ROTATION

**Секція: СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ, ТРАНСПОРТІ,
МАШИНО- ТА ПРИЛАДОБУДУВАННІ**

1. **Д.С. Абакумов, В.Г. Крупко** 87
АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ І ПАРАМЕТРИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО
НАВАНТАЖЕННЯ ОСНОВНИХ МЕХАНІЗМІВ ГІДРАВЛІЧНОГО
ЕКСКАВАТОРА
D.S. Abakumov, V.G. Krupko
ANALYSIS OF STRUCTURES AND PARAMETERS LOADING PROCESS
BASIC MECHANISMS HYDRAULIC EXCAVATOR
2. **І.В. Абраменко** 88
ЛЮНЕТ ДЛЯ ВІДРІЗАННЯ ПРОФІЛЬНИХ ЗАГОТОВОК
I.V. Abramenko
LUNETTE FOR PROFILE CUTTING BLANKS

3. **А.О. Абрамович** 90
РОЗПІЗНАВАННЯ МЕТАЛЕВИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ
АНАЛІЗУ СИГНАЛУ МЕТАЛОШУКАЧА В ЧАСОВІЙ ОБЛАСТІ
A.O. Abramovych
RECOGNITION METAL OBJECTS BY USING SIGNAL ANALYSIS
METAL DETECTORS IN THE TIME DOMAIN
4. **М.Р. Паньків, Алі Адам Махмуд** 92
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФРЕЗЕРУВАННЯ ЦИЛІНДРИЧНИМИ
ФРЕЗАМИ
M. Pankiv, Adam Mahmoud Ali
INVESTIGATION OF THE MILLING PROCESS BY THE CYLINDRICAL
MILLING CUTTERS
5. **В.В. Аулін, Б.В. Гупка, А.Б. Гупка, А.В. Гриньків** 93
МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В ЗОНІ
ФРИКЦІЙНОГО КОНТАКТУ ВАЖКОНАВАНТАЖЕНИХ ПАР ТЕРТЯ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН
V.V. Aulin, B.V. Gupka, A.B. Gupka, A.V. Grinkiv
METHODS RESEARCH AREA TRANSIENT IN THE FRICTIONAL
CONTACT HEAVY DUTY OF FRICTION PAIRS AGRICULTURAL
MACHINES
6. **В.В. Аулін, А.О. Головатий, В.В. Сандул** 95
ОПТИМАЛЬНІСТЬ ТА ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ
ОСНОВНИХ СТРАТЕГІЙ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І
РЕМОНТУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ
V.V. Aulin, A.O. Holovaty, V.V. Sandul
OPTIMUM AND PERSPECTIVE OF APPLICATION OF BASIC
STRATEGIES OF TECHNICAL SERVICE AND REPAIR OF TRANSPORT
VEHICLES
7. **В.В. Аулін, А.Б. Гупка, А.Б. Ткаченко** 97
ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ГАЛЬМІВНИХ
ВЛАСТИВОСТЕЙ АВТОМОБІЛІВ
V. V. Aulin, A. Gupka, A. Tcachenko
PERFECTION METHODS OF CONTROL BRAKE PROPERTIES THE
CARS
8. **В.В. Аулін, А.Є. Чернай** 99
ШЛЯХИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ
ГІДРАВЛІЧНИХ СИСТЕМ З ЗОЛОТНИКОВИМ МЕХАНІЗМОМ
МОБІЛЬНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТА АВТОТРАНСПОРТНОЇ
ТЕХНІКИ
V.V. Aulin, A. E. Chernay
WAYS OF SOLVING THE PROBLEM OF IMPROVING THE
RELIABILITY OF THE HYDRAULIC SYSTEM WITH SPOOL
MECHANISM OF MOBILE AGRICULTURAL MACHINERY

9. **А.В. Бабич, С.О. Кіжаєв** 101
МОДЕЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ ВПЛИВІВ НА РІЗАЛЬНИЙ
ІНСТРУМЕНТ ПРИ ТОЧІННІ СТАЛІ
A.V. Babych, S.O. Kizhaiev
MODELLING OF TEMPERATURE EFFECTS ON CUTTING TOOL
WHEN TURNING STEEL
10. **А.В. Бабич, С.О. Кіжаєв, канд. техн. наук, доц., О.Л. Чуприна** 103
РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ТА БЛОК-СХЕМИ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ
ТЕМПЕРАТУРИ РІЗАННЯ
A.V. Babych, S.O. Kizhaiev, Ph.D., Assoc. Prof., O.L. Chupryna
DEVELOPMENT OF THE DEVICE AND THE FLOWCHART FOR
MEASURING THE TEMPERATURE OF CUTTING
11. **М.В. Бабій** 105
ДОСЛІДЖЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ТРИВАЛОСТІ РОБОЧОГО ЧАСУ
ВОДІЯ
M.V. Babiy
RATIONAL DURATION RESEARCH OF DRIVER WORKING TIME
12. **М.В. Бабій** 106
РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІТИКО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ МОДЕРНІЗОВАНОГО ПРИВОДУ
КОСАРКИ
M.V. Babiy
ANALYTICALLY EXPERIMENTAL RESEARCH RESULTS OF WORK
EFFICIENCY OF MODERNIZED MOWERS DRIVE
13. **А.В. Бабій, І.Б. Коцюк** 108
ОГЛЯД ПРОБЛЕМАТИКИ УЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТУ РУШІЯМИ
ЕНЕРГОЗАСОБІВ
A.V. Babiy, I.B. Kotsuk
PROBLEMATICS REVIEW OF SOIL COMPACTION BY MOTIVES OF
ENERGY MEANS
14. **Ю.В. Головчинська, О.А. Базюра, Ю.О. Стадник** 109
ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ АРМАТУРИ У
ПІДСИЛЕНИХ ВУГЛЕЦЕВИМ ПОЛОТНОМ ЗГИНАЛЬНИХ
ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛКАХ
Y.V. Holovchinska, O.A. Baziura, Y.O. Stadnyk
RESEARCH OF THE STRAIN STATE OF STEEL BAR IN REINFORCED
CONCRETE BEAM WITH CARBON PLASTIC LAMINATE
15. **К.С. Барандич, С.П. Вислоух** 111
ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ ТОКАРНОГО ОБРОБЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ,
ЩО ПРАЦЮЮТЬ В УМОВАХ ЦИКЛІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ
C.S. Barandych, S.P. Vysloukh
TURNING PROCESSING OPTIMIZATION OF PARTS, WORKING IN
CONDITIONS OF CYCLIC LOADING

16. **І.Ю.Бариш** 113
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗТОЧУВАННЯ ОТВОРІВ
РЕГУЛЬОВАНИМИ РІЗЦЯМИ
I.U.Barysch
RESEARCH TECHNOLOGIES ADJUSTABLE CUTTER BORING HOLES
17. **М.А.Басара** 114
ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВУЗЛІВ НА
ТРИМКІСТЬ ЗВАРНИХ ФЕРМ
M.A.Basara
THE IMPACT OF THE NODES' STRUCTURAL FEATURES ON
BEARING CAPACITY OF WELDED TRUSS
18. **А.П.Батурич** 115
ЛАПАРОСКОПИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ИНСТРУМЕНТЫ
A.P.Baturin
LAPAROSCOPIC MACHINERY AND TOOLS
19. **Є.Б. Береженко, О.Л. Ляшук** 116
ОЦІНКА ВПЛИВУ ГЕОМЕТРІЇ ПРОТОЧНОЇ ЧАСТИНИ
РОЗПИЛЮВАЧІВ ДИЗЕЛЬНОЇ ФОРСУНКИ НА ФОРМУВАННЯ
СТРУМЕНІВ ПАЛИВА ТА ПАРАМЕТРІВ ПОТОКУ
E.B. Berezhenko, O.L. Lyashuk
ASSESSMENT GEOMETRY OF SPRAYERS ON DIESEL FUEL NOZZLE
AT JET FORMATION OF FUEL AND PARAMETERS FLOW
20. **С.В. Богданюк, В.А. Сичук** 118
ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБУ НА ВЕРСТАТІ З ЧПУ ЗА ДОПОМОГОЮ
CAD/CAM ПРОГРАМ
S.V. Bohdaniuk, V.A. Sychuk
MANUFACTURE OF A PRODUCT ON CNC-MACHIN USING CAD/CAM
SOFTWARE
21. **Т.Є. Божко Д.М. Шурук** 119
ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ НА ЯКІСТЬ
ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ПРИ ШЛІФУВАННІ ПОРИСТОГО
МАТЕРІАЛУ
T.Y. Bozhko, D.M. Suruc
INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF QUALITY OF
SURFACE LAYER IN GRINDING POROUS MATERIAL
22. **С.А. Бондарук** 120
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СВЕРДЛІННЯ СТУПІНЧАСТИХ
ОТВОРІВ
S.A. Bondaryk
RESEARCH TECHNOLOGIES DRILLING STEPPED HOLES
23. **І.М. Бортник, М.Я. Сташків** 121
ВИКОРИСТАННЯ ВИСОКОЇ НАПРУГИ В ХІМІЧНОМУ ЗАХИСТІ
РОСЛИН

- I.M. Bortnyk, M.Y. Stashkiv**
USE OF HIGH VOLTAGE IN CHEMICAL PROTECTION
24. **П.В. Босюк, В.М. П'ятковський** 122
СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПЕРЕОБЛАДНАННЯ АВТОМОБІЛІВ
КАТЕГОРІЇ N1
P.V. Bosiuk, V.M. Pyatkovsky
STATE AND PROSPECTS RE CARS CATEGORY N1
25. **С.А. Бугаевский, О.Н. Штефан** 124
ВЛИЯНИЕ ДВУХСТАДИЙНОГО ВВЕДЕНИЯ
СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРА НА СОХРАННОСТЬ
САМОУПЛОТНЯЮЩЕЙСЯ БЕТОННОЙ СМЕСИ
S.A. Bugayevskiy, O.N. Shtefan
THE EFFECT OF TWO-STAGED A APPLICATION OF
SUPERPLASTICIZERS FOR SECURING THE SELF-COMPACTING
CONCRETE MIX
26. **А.А. Бугера** 126
ОБІРУНТУВАННЯ ДО ПОБУДОВИ ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ
ПОСІВНОГО АГРЕГАТУ
A.A. Bugera
JUSTIFICATION FOR CONSTRUCTION SCHEMATIC DIAGRAM
SOWING UNITS
27. **П.Д.Кривий, В.В.Крупа, А.О.Бутрин** 127
ФІНІШНЕ ОБРОБЛЕННЯ ПОВЕРХНЕВИМ ПЛАСТИЧНИМ
ДЕФОРМУВАННЯМ ЕВОЛЬВЕНТНИХ ПОВЕРХОНЬ ЗУБЧАСТИХ
КОЛІС З ФОРМУВАННЯМ РЕГУЛЯРНОГО МІКРОРЕЛЬЄФУ
P.D.Kryvyy, V.V.Krupa, A.O.Butryn
FINISHING TREATMENT OF THE INVOLUTE SURFACES OG THE
DIRECT GEAR WHEELS BY THE SURFACES PLASTIC DEFORMATION
FORMING REGULAR MICRO-PROJECTION
28. **С.П. Бутрин** 128
ІМОВІРНІСНИЙ ХАРАКТЕР КОЕФІЦІЄНТА РЯДНОСТІ
БАГАТОКОНТУРНИХ ПАРАЛЕЛЬНО-РЯДНИХ ЛАНЦЮГОВИХ
ПЕРЕДАЧ
S.P.Butryn
PROBABILITY NATURE OF THE MULTI-GROVE PFRFLEL-ROW
CHAIN GEARS ROW COEFFICIENT
29. **Д. О. Буханцов, В.Г. Крупко** 130
ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО
ОБЛАДНАННЯ ГІДРАВЛІЧНОГО ЕКСКАВАТОРА
D.O. Bukhantsov, V.G. Krupko
JUSTIFICATION OF RATIONAL PARAMETERS OF THE EQUIPMENT
HYDRAULIC EXCAVATORS

30. **О.П. Ваврик, І.В. Василик, І.В. Олійник, Л.А. Петровський, К.Л. Сандуляк, І.М. Підгурський** 132
ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ПРОЕКТУВАННЯ ЛЕГКИХ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ
O.P. Vavryk, I.V. Vasylyk, I.V. Oliynik, L.A. Petrovskiy, K.L. Sanduliak, I.M. Pidgurskiy
INNOVATIVE DESIGN METHODS FOR LIGHT METAL STRUCTURES
31. **А. П. Васько** 134
НОВІ МАТЕРІАЛИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ДАТЧИКІВ У ФІЗИОТЕРАПЕВТИЧНІЙ АПАРАТУРІ
A.P. Vas`ko
NEW MATERIALS AND TECHNOLOGIES OF ULTRASOUND SENSORS IN THE PHYSIOTHERAPEUTIC DEVICES
32. **М.В. Вербовета** 135
АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРИВОДІВ ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ З ЧПК
M.V. Verbovetska
AUTOMATION OF DRIVES OF THE LATHE CNC MACHINE-TOOLS
33. **Д.Д. Верстюк, М.І. Цепенюк** 136
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ПРИВІДНОГО МЕХАНІЗМУ З АСИНХРОННИМ ДВИГУНОМ
D.D. Verstyuk, M.I. Tsepenyuk
EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF DRIVE MECHANISM DYNAMICS WITH ASYNCHRONIC ENGINE
34. **Р.Ф. Височанський** 137
ПОДРІБНЕННЯ СТРУЖКИ ПРИ РОБОТІ НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ З ЧПК
R.F. Vysochanskiy
CHIP BREAKING IN CNC LATHES MACHINING
35. **Я. І. Вовчанський** 138
ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ І КОНТРОЛЬ ПРИ ОБРОБЦІ НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ З ЧПК
Y. I. Vovchanskiy
INCREASED RELIABILITY AND CONTROL PROCESSING ON CNC MACHINES
36. **В.Н. Волошин канд. техн. наук, доц., І.І. Грицишин, А.І. Ліщина** 139
ВИСОКОШВИДКІСНІ ПЛУНЖЕРНІ ТОКАРНІ ПАТРОНИ З КОМПЕНСАТОРАМИ ВІДЦЕНТРОВИХ СИЛ
V.N. Voloshyn Ph.D., Assoc. Prof., I.I. I.I. Gryzyshyn, A.I. Lischyna
HIGH-SPEED PISTON LATHE CHUCKS WITH COMPENSATOR CENTRIFUGAL FORCES
37. **В.Н. Волошин, П.О. Кульчицький** 140
ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ПАТРОНИ ДЛЯ ЗАКРІПЛЕННЯ КІНЦЕВОГО ІНСТРУМЕНТУ СПОСОБОМ ТЕРМІЧНИХ ДЕФОРМАЦІЙ

- V.N. Voloshyn, P.O. Kulchyzkyj**
TOOLHOLDER FOR FIXING THE ULTIMATE TOOL METHODS OF THERMAL DEFORMATIONS
38. **О.В. Волошко, С.П. Вислоух канд. техн. наук, доц.** 141
ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА
O.V. Voloshko, S.P. Vysloukh Ph.D., Assoc. Prof.
INCREASING OF SOLVING QUALITY FOR TECHNOLOGICAL PREPARATION OF PRODUCTION
39. **Н.Б. Гаврон, П.В. Попович** 143
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ТРИЩИНОСТІЙКОСТІ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ РОЗКИДАЧІВ ДОБРИВ
N.B. Havron, P.V. Popovych
EXPERIMENTAL PROVIDING OF RESEARCHES IS ON TIRELESS DURABILITY BEARINGS FRAMES OF FERTILIZER SPREADER
40. **Т.Н. Гальчук, С. О. Слівінський** 145
ВПЛИВ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ НА ТОЧНІСТЬ ОБРОБКИ КІЛЕЦЬ ПІДШИПНИКІВ
T.N. Galchuk, S.O. Slivinsky
EFFECTS OF TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS ON PRECISION MACHINING BEARING RINGS
41. **П.А. Гасюк, Ю.І. Пиндус, Р.Р. Заверуха** 146
ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ НЕСПРАВНОСТЕЙ СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ НА ЗМІНИ ІСКРОУТВОРЕННЯ В ЦИЛІНДРАХ ДВЗ АВТОМОБІЛЯ ВА32112
P.A. Hasyuk, Y.I. Pyndus, R.R. Zaveruha
STUDY OF METHODS FOR DETERMINING THE IMPACT OF IGNITION SYSTEM FAILURES TO THE SPARKING CHANGES IN VAZ - 2112 ICE CYLINDERS
42. **Ів.Б. Гевко, Т.С. Дубиняк** 148
ПРУЖНО-ЗАПОБІЖНА МУФТА ГНУЧКОГО ГВИНТОВОГО КОНВЕЄРА
Iv.B. Hevko, T.S. Dubynyak
ELASTIC OVERLOAD CLUTCH FLEXIBLE SCREW CONVEYOR
43. **Ів.Б. Гевко, А.Є. Дячун, А.Л. Мельничук, А.Р. Вар'ян** 149
СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ВАНТАЖІВ ГВИНТОВИМИ КОНВЕЄРАМИ З ОБЕРТОВИМИ КОЖУХАМИ
Iv.B. Hevko, A.E. Dyachun, A.L. Melnychuk, A.G. Varian
STAND FOR RESEARCH CARGO TRANSPORTATION SCREW CONVEYOR WITH ROTATING HOUSINGS

44. **Ів.Б. Гевко, О.А. Круглик, О.В. Катрич** 150
СПОСІБ НАВИВАННЯ СПІРАЛЕЙ ПО ЗОВНІШНІЙ ПОВЕРХНІ
Iv.B. Nevko, O.A. Kruglik, O.V. Katrich
METHOD COILING SPIRAL ON THE OUTER SURFACE
45. **О.І. Гевко** 151
ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ГВИНТОВИХ
ЗАВАНТАЖУВАЧІВ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ
O.I. Nevko
ECONOMIC JUSTIFICATION OF CHOICE OVERLOAD TRANSPORTER
OF BULK CARGO ON A CURVED TRAJECTORY
46. **О.В. Герасимик, О.В. Заболотний** 152
ПРОЕКТУВАННЯ І ДОСЛІДЖЕННЯ ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНОГО
ВЕРСТАТА
O.V. Gerasymyk, O.V. Zabolotnyj
DESIGNING AND RESEARCHING OF A TURRET-LATHE MACHINE
47. **І.О. Герасімяк** 153
КОМПЕНСАЦІЯ ВІДТИСКУ БОРШТАНГИ ПРИ РОЗТОЧУВАННІ.
I.O. Herasimyak
COMPENSATION-PRESSED BORING BARS WITH TURNING
48. **Д.В. Голуб, В.В. Аулін** 154
НАДІЙНІСТЬ ЯК НАЙВАГОМІША СКЛАДОВА ОЦІНКИ ЯКОСТІ
РОБОТИ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ
D.V. Golub, V.V. Aulin
RELIABILITY AS MOST PONDERABLE CONSTITUENT OF
ESTIMATION OF QUALITY OF WORK OF A TRANSPORT SYSTEM
49. **Є.В. Гороть, П.В. Бурчак** 156
ПЕРЕСУВНИЙ ВІЗОК ДЛЯ ЗНЯТТЯ І ВСТАНОВЛЕННЯ КОРОБКИ
ПЕРЕДАЧ
Ye.V. Horot, P.V. Burchak
MOBILE TROLLEY FOR REMOVAL AND INSTALLATION BOXES
50. **Ю.М. Горохольський** 158
КОРОЗИЙНА ПОВЕДІНКА МАТЕРІАЛІВ ОЧИСНИКІВ ГОЛОВОК
КОРЕНЕПЛОДІВ МАШИНИ КС – 6Б В РОБОЧИХ СЕРЕДОВИЩАХ
Y.M. Horoholskyu
CORROSIVE MATERIAL BEHAVIOUR CLEANERS HEADS ROOT
VEGETABLES ROOT CROP MACHINES KS - 6B IN THE WORK
ENVIRONMENT
51. **А.В. Гриньків, В.В. Аулін** 159
ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ ЩОДО РОЗПІЗНАВАННЯ КЛАСУ
ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ
ДІАГНОСТУВАННЯМ
A.V. Grinkiv, V.V. Aulin
THEORETICAL POSITIONS ARE IN RELATION TO RECOGNITION OF

CLASS OF THE TECHNICAL STATE OF TRANSPORT VEHICLES TO
DIAGNOSTICATING

52. **Ю.В. Грицай, Т.І. Рибак** 161
КОРОЗИЙНІ ПОШКОДЖЕННЯ ТА ЇХ ВПЛИВ НА
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ МАШИНИ
Yu.V. Gritsay, T.I. Rybak
CORROSION DAMAGE AND ITS IMPACT ON FARM MACHINERY
53. **М.А. Грицай, Р.М. Полінкевич** 162
ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ГІДРОСТАТИЧНИХ ОПОР НА СТАДІЇ
ПРОЕКТУВАННЯ ПО ДЕМПФУЮЧІЙ ЗДАТНОСТІ
M.A. Gritsay, R.N. Polinkevich
OPTIMIZATION PARAMETERS HYDROSTATIC TRANSMISSION
TOWERS AT THE DESIGN STAGE BY DAMPING CAPACITY
54. **П.М. Грунтас** 164
АНТИДЕТОНАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ
P.M. Gruntas
ANTI-KNOCK PROPERTIES
55. **О.М. Грушицький** 165
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НАТЯГУ НА БОЧКОПОДІБНІСТЬ ВТУЛОК
ПРИВОДНИХ РОЛИКОВИХ ЛАНЦЮГІВ ЗАКОРДОННИХ ФІРМ
O.M. Hrushytskyi
INVESTIGATION OF THE TENSION EFFECT ON THE DRIVING
ROLLER CHAIN BAREL-LIKE BUSHES OF FOREIGN COMPANIES
56. **А.Г. Гуменюк, Ю.І. Пиндус, Р.Р. Заверуха, Т.Д. Навроцька** 167
ДОСЛІДЖЕННЯ РЕГУЛЮВАЛЬНОЇ, ЗОВНІШНЬОЇ ТА
СТРУМОШВИДКІСНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЕНЕРАТОРА 94.3701
АВТОМОБІЛЯ ВАЗ-2115
A.H. Humenyuk; Y.I. Pyndus, R.R. Zaveruha; T.D. Navrotska
STUDY OF VAZ-2115 GENERATOR REGULATING, EXTERNAL AND
ELECTRICAL CURRENT-SPEED CHARACTERISTICS
57. **Я.В. Бень, В.М. Рудяк** 169
ЕЛЕКТРИЧНІ КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ТРИБОЛОГІЧНОЇ НАДІЙНОСТІ
ВАЖКОНАВАНТАЖЕНИХ ПАР ТЕРТЯ АВТОМОБІЛІВ
Ya.V. Ben., V.M. Rudyk
ELECTRIC OF RELIABILITY EVALUATION CRITERIA OF
TRIBOLOGICAL HEAVY DUTY PAIR FRICTION CAR
58. **Б.В. Гупка, А.Б. Гупка, В.В. Нефьодов** 171
ТРИБОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРИ ОБРОБЦІ МЕТАЛІВ РІЗАННЯМ.
МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ.
B.V. Gupka, A.B. Gupka, V.V. Nefyodov
TRIBOLOGICAL ASPECTS IN PROCESSING METALS BY CUTTING.
A TECHNIQUE OF RESEARCH

59. **Б.О. Стайоха, В.М. Вакуленко** 173
МЕТОД ПАСПОРТИЗАЦІЇ ПРИ ОЦІНЦІ ТРИБОЛОГІЧНОЇ
НАДІЙНОСТІ ПАР ТЕРТЯ ХАРЧОВОГО ОБЛАДНАННЯ
B.O. Stayoha, V.M. Vakulenko.
METHOD OF ASSESSMENT CERTIFICATION TRIBOLOGICAL
RELIABILITY OF FRICTION PAIRS FOOD EQUIPMENT
60. **Д.А.Гурский** 175
ПРИНЦИПИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ
ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ СВАРКИ
D.A.Hurskiy
PRINCIPLES OF AUTOMATIC PROCESS CONTROL OF ELECTRIC ARC
WELDING
61. **В.В. Гуцалюк** 177
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НАВАНТАЖЕНЬ НА КРОКВЯНІ
КОНСТРУКЦІЇ РІЗНИХ ТИПІВ
V.V. Hutsaliuk
THE INFLUENCE OF LOADS ON ROOF STRUCTURES OF VARIOUS
TYPES
62. **М.Р. Паньків, П.А. Давиденко** 178
МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕСУ
СВЕРДЛІННЯ
M.R. Pankiv, P.A. Davudenko
RESEARCH METHODS OF DRILLING PROCESS POWER
CHARACTERISTICS
63. **L.M. Danylchenko, Ph.D., Assoc. Prof.; I.M. Kuchvara, Ph.D; Vignesh Arivalagan** 179
RESEARCHES ON SINGLE POINT CUTTING TOOL DEFLECTION
Л.М. Данильченко, І.М. Кучвара, Вігнеш Арівалаган
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОГИНУ ОДНОЛЕЗВІЙНОГО РІЗАЛЬНОГО
ІНСТРУМЕНТУ
64. **L.M. Danylchenko, V.V. Bobryk; Faronbi Michael Olusegun** 180
OPTIMIZATION CUTTING TOOL GEOMETRY FOR TITANIUM
ALLOYS
Л.М. Данильченко, В.В. Бобрик, Фаронбі Майкл Олусегун
ОПТИМІЗАЦІЯ ГЕОМЕТРІЇ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ
ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ
65. **Д.П. Дверій** 181
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЯГОВОГО ОПОРУ МАЛОГАБАРИТНОГО ПЛУГА
D.P. Dverii
STUDY OF TRACTION RESISTANCE OF SMALLSIZE PLOUGH
66. **С.М. Демборинський, В.М. Клендій, Р.Р. Заверуха, Т.Б. Пиндус** 182
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ РОБОЧИХ ПАРАМЕТРІВ ГЕНЕРАТОРА
АВТОМОБІЛЯ ВАЗ-2114 ЗА РІЗНИХ РЕЖИМІВ НАВАНТАЖЕННЯ

S.M. Demborynskyu, V.M. Klendiy, R.R. Zaveruha, T.B. Pyndus
STUDY OF VAZ-2114 GENERATOR OPERATING PARAMETERS
UNDER VARIOUS LOADING MODES

67. **В.О. Демчук, П.С. Федорів** 184
ВИКОРИСТАННЯ ДЕТЕКТОРІВ ПОЛОЖЕННЯ ПРИ УПАКОВЦІ
ПРОДУКЦІЇ
V.O. Demchuk, P.S. Fedoriv
USING OF POSITION DETECTORS FOR PRODUCT PACKAGING
68. **А.В. Деркач, І.Я. Стадник** 185
МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПИТОМОЇ ПОВЕРХНІ НАГНІТАЛЬНИХ
ВАЛКІВ
A. V. Derkach, I.Y. Stadnik
DEFINITION METHOD OF THE SPECIFIC SURFACE OF INGESTION
ROLLS
69. **А.М.Б. Дзюбак** 186
СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА ГОРИЗОНТАЛЬНИМИ ЗСУВАМИ СПОРУД
A.M.B.Dzyubak
OBSERVATION HORIZONTAL SHIFT BUILDINGS
70. **В.О.Дзюра, К.А. Дерлиця** 187
ВИМОГИ ДО ОБЛАШТУВАННЯ МІСЦЬ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ
ІНДИВІДУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ
V.O. Dzyura, K.A. Derlutsa
REQUIREMENTS FOR THE ARRANGEMENT OF SPACE TO STORE
INDIVIDUAL VEHICLES
71. **О.В. Дивдик, В.П. Ясній** 189
МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ СПЛАВІВ З ПАМ'ЯТТЮ ФОРМИ
МЕТОДОМ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ
O.V. Dyvdyk, V.P. Iasnii
MODELING THE BEHAVIOR OF A SHAPE MEMORY ALLOYS WITH
FINITE ELEMENT METHOD
72. **Т.А. Довбуш, М.Я. Сташків, Н.І. Хомик** 190
РОЗВИТОК КРАЙОВОЇ ТРІЩИНИ ПРИ ЗГІНІ ТОНКОСТІННОГО
Z-ПОДІБНОГО ПРОФІЛЮ
T.A. Dovbush, M.Y. Stachkiv, N.I. Khumox,
RECEIVING BOUNDARY VALUE OF CRACK DEPENDING
BENDING THIN-WALLED Z-SHAPED PROFILE
73. **А.П. Драган, Р.М. Котик** 192
ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ГВИНТОВИХ ГОФРОВАНИХ
ЗАГОТОВОК З РІЗНИМ ПРОФІЛЕМ ГОФР
A.P. Dragan, R.M. Kotik
PRISTRİY FOR VIGOTOVLENNYA GVINTOVIH GOFROVANIH
BLANKS W RIZNIM PROFILEM CORRUGATION

74. **В.І. Дублянко** 194
ДОСЛІДЖЕННЯМ БЕТОНУ ДЛЯ ПОКРИТТЯ ПІДЛОГИ
V.I. Dublianko
RESEARCH OF CONCRETE FOR FLOOR COVERING
75. **С.І. Дядя, В.О. Логомінов, В.С. Штанкевич, А.Є.Зубарєв** 195
САОМОРГАНІЗАЦІЯ АВТОКОЛИВАНЬ ПРИ ЦИЛІНДРИЧНОМУ
КІНЦЕВОМУ ФРЕЗЕРУВАННІ
S.I. Diadia, V.A. Logominov, V.S. Shtankevich, A.E. Zubarev
SELF-ORGANIZING CHATTER IN A CYLINDRICAL END MILLING
76. **А.Є. Дячун, М.Ю. Бондарук** 196
ЦАНГОВО-ГВИНТОВИЙ ЗАТИСКНИЙ ПАТРОН
A. Ye. Diachun, M. Yu. Bondaruk
COLLET SPIRAL CLAMPING CHUCK
77. **О.Ю. Єфімов** 197
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОНТАКТНОГО
ТОЧКОВОГО ЗВАРЮВАННЯ ТОНКИХ ПЛАСТИН
O. Ju. Efimov
EXPERIMENTAL STUDIES RESISTANCE SPOT WELDING OF THIN
PLATES
78. **М.М. Заблоцький, О.В. Заболотний** 199
МЕТОДИ ОБРОБКИ СКЛАДНИХ ФОРМ ДЕТАЛЕЙ НА
ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТАХ З ЧПУ
M.M. Zablotskij, O.V. Zabolotnyj
METHODS OF PROCESSING COMPLEX SHAPES OF PARTS ON
CNC MILLING MACHINES
79. **М.Т. Заєць** 200
ДЕФОРМУВАННЯ НЕСУЧОЇ КОНСТРУКЦІЇ АРОЧНОГО АНГАРУ
M. T. Zayets
DEFORMATION OF BEARING STRUCTURE OF ARCHED HANGAR
80. **Є.О. Зайцев** 201
ВИКОРИСТАННЯ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ КУТОВИХ
ВИМІРЮВАНЬ ПРИ ОБРОБЦІ РЕЗУЛЬТАТІВ СПОСТЕРЕЖЕНЬ В
СИСТЕМАХ МОНІТОРИНГУ ПОВІТРЯНОГО ЗАЗОРУ В
ГІДРОГЕНЕРАТОРАХ
I.O. Zaitsev
USE STATISTICS OF DIRECTIONAL DATA PROCESSING
FOR MONITORING SYSTEMS AIR GAP IN THE HYDROGENERATORS
81. **С.З. Залуцький** 203
РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ШНЕКОВИХ
РОБОЧИХ ОРГАНІВ З ЕЛАСТИЧНОЮ ГВИНТОВОЮ ПОВЕРХНЕЮ
S.Z. Zalutskyi
RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF SCREW WORKING BODY
WITH ELASTIC HELIX

82. **А.О. Зарічний, Ю.І. Пиндус, Р.Р. Заверуха, М.Г. Левкович** 205
ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК КОНТАКТНОЇ СИСТЕМИ
ЗАПАЛЮВАННЯ АВТОМОБІЛЯ ВАЗ-2106
A.O.Zarichnyy, Y.I. Pyndus, R.R. Zaveruha, M.G. Levkovych
STUDY OF THE CONTACT IGNITION CHARACTERISTICS OF VAZ-
2106
83. **П.В. Збітнєв, О.Б. Неженцев** 207
ЗНИЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ПРИ ГАЛЬМУВАННІ
МОСТОВОГО КРАНА З ЧАСТОТНИМ КЕРУВАННЯМ
P.V. Zbitniev, O.B. Nyezhenstsev
REDUCING OF DYNAMIC LOADS DURING BRAKING OF OVERHEAD
CRANE WITH FREQUENCY CONTROL
84. **А.А. Іванов** 209
УДОСКОНАЛЕНА КОНСТРУКЦІЯ ДВОХРЯДНОГО
КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНУ ККП-2ВС
A.A. Ivanov
IMPROVED CONSTRUCTION TWO ROW POTATO HARVESTERS ККП-
2ВС
85. **Д.К. Івіцька, В.Г. Баженов** 210
АНАЛІЗ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОГО МЕТОДУ НЕРУЙНІВНОГО
КОНТРОЛЮ ДЛЯ РІЗНИХ ТИПІВ СТРУКТУР МАТЕРІАЛІВ
D.K.Ivitska, V.G. Bazhenov
THE ANALYSIS OF ELECTROSTATIC NON-DESTRUCTIVE TESTING
FOR DIFFERENT TYPES OF STRUCTURES
86. **П.В. Казмірчук** 212
ГОЛОВКА РОЗТОЧНА
P.V. Kazmirchuk
HEAD ROZTOCHNA
87. **В.І. Карась, В.В. Рудик** 213
ПРИСТРІЙ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ І СКЛАДАННЯ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ
V.I. Karas, V.V. Rudik
DEVICE FOR DISASSEMBLY AND ASSEMBLY TRANSMISSION
88. **С. Б. Каргин** 215
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИ ТОЧНОЙ
ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ
S. B. Kargin
DEVELOPMENT AND RESEARCH OF NEW PRECISION FORGING
TECHNOLOGY
89. **В.Ю. Клименко, П.В. Глушко, К.Б.Балушок** 216
ВИГОТОВЛЕННЯ ТОРЦЕВИХ МУФТ ІЗ ЗУБОМ «CURVIC» ЗА
ДОПОМОГОЮ CAD/CAM/CAE СИСТЕМ
V.Y.Klymenko, P.V. Glushko, K.B. Balyshok
MANUFACTURING FIXED CURVIC COUPLING USING CAD/CAM/CAE

SYSTEMS

90. **О.О. Ключєва** 217
ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЕКОНОМІЧНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ПЛАЗМОВОГО
ПОКРИТТЯ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ РУЛЬОВИХ
РЕЙОК АВТОТРАНСПОРТУ
O.O. Klyueva
EFFECTIVENESS AND ECONOMY OF TECHNOLOGY OF PLASMA
COVERING UNDER RENEWAL OF SURFACE OF DETAILS OF
STEERING RACK OF AUTOMOBILE TRANSPORT
91. **М.Г. Левкович, В.Я. Коваль, Р.Р. Заверуха** 218
ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧИХ ПАРАМЕТРІВ АМОРТИЗАТОРІВ 2110-
2905003, 2110-2915004
M.G. Levkovych, V.J. Kovul, R.R. Zaveruha
RESEARCH OPERATING PARAMETERS ABSORBERS 2110-2905003,
2110-2915004
92. **І.І.Коваль** 221
АНАЛІЗ ПОХИБОК ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ НА
МЕТАЛОРИЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ
I.I.Koval
ERROR ANALYSIS OF MACHINING PARTS ON METAL CUTTING
MACHINE TOOLS
93. **С.О. Ковальчук, М.В. Бабій, Тернова І.І.** 222
ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОРГАНІЗАЦІЇ МІЖНАРОДНИХ
ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ
S.O. Kovalchuk, M.V. Babij, I.I. Ternova
ORGANIZATION OF INTERNATIONAL PASSENGER TRANSPOR
94. **А.Г. Козловський, М.О. Безуглий** 224
ОСОБЛИВОСТІ ФОРМОУТВОРЕННЯ ПОВЕРХНІ ЕЛІПСОЇДАЛЬНИХ
РЕФЛЕКТОРІВ
A.G. Kozlovskiy, M.A. Bezuglyi
FEATURES OF ELLIPSOIDAL REFLECTOR SURFACE FORMATION
95. **І.В. Колеснік, М.В. Ганиш, О.Л. Лящук** 226
СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РУЛЬОВИХ ТА ГАЛЬМІВНИХ
ПАРАМЕТРІВ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ
I.V. Kolesnik, M.V. Hanysh, O.L. Lyashuk
STAND FOR RESEARCH STEERING AND BRAKING PARAMETERS OF
PASSENGER CARS
96. **П.І. Кондратенко** 228
РОЗРОБЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ МЕХАНІЗМУ РОЗМОТУВАЧА
РУЛОНІВ
P.I. Kondratenko
CONSTRUCTION DEVELOPMENT MECHANISM Scotch ROLLS

97. **Т.І. Рибак, С.І. Коноваленко** 229
ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ НЕСУЧИХ СИСТЕМ
ШИРОКОЗАХВАТНИХ КУЛЬТИВАТОРІВ ФІРМИ HORSCH
T.I. Rybak, S.I. Konovalenko
RELIABLE OPERATION PROBLEMS OF BEARING SYSTEMS WIDE-
GRIP HORSCH CULTIVATORS
98. **В.Г. Костів** 231
ПРИСТРІЙ ДЛЯ НАРІЗАННЯ ЗОВНІШНІХ ГВИНТОВИХ
ПРОФІЛЬНИХ КАНАВОК
V.H. Kostiv
DEVICE FOR EXTERNAL CUTTING SPIRAL GROOVES PROFILE
99. **Р.М. Котик** 232
БАГАТОСТУПЕНЕВА ОПРАВКА ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ
ТИПУ КІЛЕЦЬ І ВТУЛОК
R.M. Kotik
MULTI-MANDREL FOR PROCESSING PARTS SUCH AS RINGS AND
BUSHINGS
100. **Д. Кошланський** 233
АНАЛІЗ ДЖЕРЕЛ ПОЯВИ ПОХИБОК ПРИ АКТИВНОМУ
АВТОМАТИЗОВАНОМУ КОНТРОЛІ В СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ
ВЕРСТАТАМИ
D. Koshlanskiy
ANALYSIS OF SOURCES OF APPEARANCE THE ERRORS AT THE
ACTIVE AUTOMATED CONTROL IN SYSTEMS OF MACHINE-TOOLS
101. **М.О. Кравчинюк** 235
ОСОБЛИВОСТІ КОРОЗІЇ МАТЕРІАЛІВ БУНКЕРА ТУКОВИСІВНОГО
ПРИСТРОЮ КАРТОПЛЕСАДЖАЛКИ КС-4 В СЕРЕДОВИЩАХ ДОБРИВ
M.O. Kravchynyuk
FEATURES CORROSION OF MATERIALS METALWARE BUNKER
POTATO TUKOVYSIVNOHO UNIT КС-4 IN HOSTILE ENVIRONMENTS
FERTILIZERS
102. **В.А. Кріль** 236
ВПЛИВ РІЗНИХ ФАКТОРІВ НА ІНДИКАТОРНІ ТА ЕФЕКТИВНІ
ПОКАЗНИКИ РОБОТИ ДВИГУНА
V.A. Kril
IMPACT OF VARIOUS FACTORS ON INDICATOR AND THE
EFFECTIVE INDICES OF ENGINES
103. **В. М. Кропівний, В. В. Аулін, О. В. Кузик** 238
МОДИФІКУВАННЯ ЛАЗЕРНОЮ ОБРОБКОЮ ДЕТАЛЕЙ
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ, ВИГОТОВЛЕНИХ З СІРОГО ЧАВУНА
V. N. Kropivnyy, V. V. Aulin, A. V. Kuzyk
MODIFICATION LASER PROCESSING VEHICLE PARTS MADE
OF GRAY CAST IRON

104. **В. В. Крупа, О. Р. Торчило** 240
ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ШПИНДЕЛЬНОГО ВУЗЛА ІЗ ПРУТКОВОЮ ЗАГОТОВКОЮ
V.V. Krupa, O.R. Torchilo
THE STUDY OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF SPINDLE UNIT
WITH ROD BLANC
105. **І. В. Крупко, О. В. Держинська, В. В. Сегін** 241
СУЧАСНІ НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМІВ
ПЕРЕСУВАННЯ ПОТУЖНИХ ЕКСКАВАТОРІВ
I.V. Krupko, O.V. Dzerzhinska, V.V. Segin
MODERN WAYS OF IMPROVEMENT MECHANISMS OF MOVEMENT
POWERFUL EXCAVATORS
106. **Б.І. Крутигорова, А.П. Сорочак** 243
АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ СТІЙКОСТІ
БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ
B.I. Krutyholova, A.P. Sorochak
ANALYSIS OF APPROACHES TO FIRE RESISTANCE ASSESSMENT OF
CONSTRUCTION PROJECTS
107. **Н. М. Ксьондзик, М. І. Борис, М. В. Вербіцький, О. П. Конончук** 244
ДОСЛІДЖЕННЯ КУБОВОЇ МІЦНОСТІ БЕТОНУ НЕРУЙНІВНИМИ
МЕТОДАМИ КОНТРОЛЮ
N.M. Ksiondzyk, M.I. Borys, M.V. Verbitskyi, O.P. Kononchuk
RESEARCH OF CUBIC CONCRETE STRENGTH BY NON-
DESTRUCTIVE METHODS OF CONTROL
108. **М.Р. Паньків, І.Я. Кулик** 246
ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРОЦЕСУ
РІЗАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ДИНАМІЧНОГО КОМПЕНСАТОРА
КОЛИВАНЬ
M.R. Pankiv, I.Y. Kulyuk
RESEARCH OF DYNAMIC PROPERTIES OF THE CUTTING PROCESS
BY USING DYNAMIC OSCILLATION COMPENSATOR
109. **Т.І. Лагіш; О.Л. Ляшук, Р.Р. Заверуха, Т.Б. Пиндус** 247
ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ УТВОРЕННЯ ПАЛИВНОЇ СУМІШІ
ДВИГУНА ЗМЗ-406210
T.I. Lahish, O.L. Lyashuk, R.R. Zaveruha, T.B. Pyndus
STUDY OF FUEL MIXTURE QUALITY OF ZMZ-406210 ENGINE
110. **О.С.Ласківський** 249
ПОВЕДІНКА ЗВАРНИХ ФЕРМ ПРИ ПОЖЕЖІ
O.S.Laskivskyi
BEHAVIOR WELDED ASSEMBLIES OF STEEL TRUSSES IN FIRE
111. **С.В. Лисенко, В.В. Аулін, В.В. Сандул** 250
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ДЕТАЛЕЙ СИСТЕМ І
АГРЕГАТИВ МОБІЛЬНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТА

- АВТОТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНІКИ ТЕХНОЛОГІЯМИ
ТРИБОТЕХНІЧНОГО ВІДНОВЛЕННЯ
V.V. Aulin, S.V. Lysenko, V.V. Sandul
PROVIDING IMPROVE THE RELIABILITY OF COMPONENTS AND
SYSTEMS, MOBILE UNITS AND AGRICULTURAL MOTOR VEHICLES
TRIBOLOGICAL RECOVERY TECHNOLOGY
112. **О. В. Литвин, І.Р. Ящук, І.О. Давидкін** 252
СТРУКТУРНО – МОРФОЛОГІЧНИЙ СИНТЕЗ ЗАТИСКНИХ
ПАТРОНІВ ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ
O.V. Litwin, I.R. Yashchuk, I.O. Davidkin
STRUCTURAL - MORPHOLOGICAL SYNTHESIS CLAMPING LATHES
CARTRIDGES
113. **В.М. Лотоцька, А.М. Біткіна.** 254
ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ ПРИ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ
V.M. Lototska, A.M. Bitkina
LEGAL REGULATION OF THE INTERNATIONAL TRANSPORT
114. **І.В. Луців, І.Т.Ярема, О.О. Стахурський, С.Р. Гречух** 256
АНАЛІЗ СИЛОВИХ ФАКТОРІВ ПРИ ОБРОБЦІ ПОЛІМЕРНИХ
МАТЕРІАЛІВ РІЗАННЯМ
I.V. Lutsiv, I.T. Yarema, O.O. Stakhurskyi, S.R. Grechukh
ANALYSIS OF MACHINING FORCE FACTORS IN THE PROCESS OF
POLYMER MATERIALS CUTTING
115. **І.В. Луців, І.Т. Ярема, В.В. Чепчур** 257
ПОРІВНЯЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОБРОБКИ ПОЛІМЕР-
КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ
БАГАТОЛЕЗОВИХ СИСТЕМ АДАПТИВНОГО ТИПУ
I.V. Lutsiv, I.T. Yarema, V.V. Cherpchur
COMPARATIVE EFFICIENCY OF POLIMER AND COMPOSITE
MATERIALS MACHINING USING MULTIEDGE SYSTEMS OF
ADAPTIVE TYPE
116. **І.В. Луців, І.Т. Ярема, В.А. Воробець** 258
ВПЛИВ КОНСТРУКЦІЇ ПЛАСТМАСОВИХ ВИРОБІВ НА ЇХ
ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ
I.V. Lutsiv, I.T. Yarema, V.A. Vorobets
THE EFFECT OF PLASTIC WARES DESIGN CONSTRUCTIONS ON
THEIR OPERATING PROPERTIES
117. **І.В. Луців, О.О. Стахурський, М.П. Регейло** 260
МОРФОЛОГІЧНИЙ СИНТЕЗ ВЕРСТАТНО-ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО
ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ КІНЕМАТИЧНОГО ДРОБЛЕННЯ СТРУЖКИ
I.V. Lutsiv, O.O. Stakhurskyi, M.P. Reheilo
MORPHOLOGICAL SYNTHESIS OF MACHINE-TOOL EQUIPMENT
FOR KINEMATIC CHIP BREAKING

118. **Й.Й. Лучко, Я.В. Скопецка** 262
МОДЕЛЮВАННЯ КРУГОВИХ ТА КОНЬКОВИХ СКЛЕПІНЬ У ПК ЛІРА
J.J. Luchko, Y.V. Skopetska
MODELING OF THE RADIAL AND RIDGE VAULTS IN SOFTWARE LIRA
119. **Й.Й. Лучко, М.Ю. Шишка** 264
МОДЕЛЮВАННЯ СКЛЕПІНЬ ТА КУПОЛІВ У ПК ЛІРА
J.J. Luchko Sc.D., Prof., M.Y. Szyszka.
MODELING VAULTS AND DOMES IN THE SOFTWARE LYRA
120. **Т.В. Макаров** 266
РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ КОНСТРУКТИВНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МАШИНИ ДЛЯ РОЗКИДАННЯ ТВЕРДИХ ОРГАНІЧНИХ ДОБРІВ
T.V. Makarov
THE CALCULATION OF BASIC STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS MACHINES SPREADER SOLID ORGANIC FERTILIZERS
121. **О. Є. Марков, А. О. Шарун; М. С. Косілов, К. В. Орлик** 267
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ КУВАННЯ ПОРОЖНИСТИХ ПОКОВОК ВІДПОВІДАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ
O.E.Markov, A. O. Sharun, M. S. Kosilov, K. V. Orlik
THE STUDY OF THE FORGING OF HOLLOW WORKPIESE WITH RESPONSIBLE DESTINATION
122. **О.П. Маруніч** 269
ПРИСТРІЙ ДЛЯ НАВИВАННЯ ПРОФІЛЬНИХ ГВИНТОВИХ ВИВАНТАЖУВАЛЬНИХ ЗАГОТОВОК
O.P. Marunych
DEVICE FOR STUFFING SCREW PROFILE UNLOADING WORKPIECES
123. **Н.М. Марчук, М.І. Клендій** 270
ПАТРОН ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ПАЛЬЦЕВИМИ РІЗУЧИМИ ІНСТРУМЕНТАМИ
N.M. Marchuk, M.I. Klendii
KEMPER DIGITAL PROCESSING PARTS CUTTING TOOLS
124. **А.В. Маслак, А.С. Красулін** 272
К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПРОКАТНЫХ ЦЕХОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ
A.V. Maslak, A.S. Krasulin
TO THE QUESTION OF INCREASING THE EFFICIENCY OF ROLLING MILLS TRANSPORT SERVICE AT METALLURGICAL ENTERPRISES
125. **М.Г. Левкович, В.І. Матвій** 274
ДОСЛІДЖЕННЯ РАМИ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ МЕТОДОМ

- СКІНЧЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ
M.G. Levkovych, V.I. Mutvyjyv
RESEARCH FRAMES VEHICLES OF FINITE ELEMENT METHOD
126. **А.Й. Матвіїшин, І.Д. Гуменюк** 276
ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ У ВИРОБНИЧІЙ СФЕРІ
A. J. Matvijshyn, I. Humeniuk
TRUCKING IN PRODUCTION
127. **С.Л. Мельничук, Т.Б. Пиндус** 277
ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПІДНІМАЛЬНО-ТРАНСПОРТНИХ
ЛЕБІДОК В НАРОДНОМУ ГОСПОДАРСТВІ ДЕРЖАВИ
S.L. Melnychuk, T.B. Pyndus
LIFT-USE AREA TRANSPORTNYH BARRELS IN THE ECONOMY
STATES
128. **В.Є. Млинко** 279
ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНІ ПОКРИТТЯ ДЛЯ БЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ
V.Y. Mlynko
WATERPROOFING COATINGS FOR CONCRETE CONSTRUCTIONS
129. **Я. Моніч** 280
КОМПЕНСАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОХИБОК ПРИ ВИКОРИСТАННІ
ПІДНАЛАГОДЖУВАЛЬНИХ СИСТЕМ І ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ
ВЕРСТАТІВ З ЧПК
Ja. Mnich
EGUALIZATION OF TECHNOLOGICAL ERRORS AT THE USE OF
SUBADJUSTINGS AND CONTROLS SYSTEMS OF CNC MACHINE-
TOOLS
130. **Т.Д. Навроцька, В.В. Коцюбинський** 281
ПРИСТРІЙ ДЛЯ РОЗТОЧУВАННЯ КІЛЬЦЕВИХ КАНАВОК
T.D. Navrotska, V.V. Kotsyubinsky
PRISTRİY GROOVES FOR ROZTOCHUVANNYA KILTSEVIN
131. **В.І. Нацюк, О.Л. Ляшук, Р.Р. Заверуха, Т.Б. Пиндус** 282
ДОСЛІДЖЕННЯ ОСЦИЛОГРАМ ЗМОДУЛЬОВАНИХ ТИПОВИХ
НЕСПРАВНОСТЕЙ ТА ПОРІВНЯННЯ СПЕКТРІВ СИГНАЛІВ
СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ АВТОМОБІЛЯ ГАЗ-3110
V.I.Natsyuk, Y.I. Pyndus, R.R. Zaveruha, T.B. Pyndus
STUDY OF TYPICAL FAILURES OF MODULATED OSCILLOGRAMS
AND COMPARISON OF GAZ-3110 IGNITION SIGNAL SPECTRUMS
132. **В.С. Антонюк, М.О. Недоля** 284
ОЦІНКА НАПРУЖЕНЬ НЕБЕЗПЕЧНОЇ ЗОНИ ЛЕЗОВОГО
РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТА
V.S.Antonyuk, M.O. Nezdolya
THE EVALUATION OF STRESSES THE DANGER ZONE OF THE
BLADE CUTTING TOOL

133. **Н.І. Ногачівський** 285
ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ПРОТОЧУВАННЯ
ЗОВНІШНЬОЇ КРАЙКИ ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК З ВИГНУТИМ
ПРОФІЛЕМ
N.I. Nogachivskuy
TECHNOLOGICAL FEATURES OF FOREIGN EDGE CUTTING PIECES
OF CURVED SPIRAL PROFILE
134. **О.О. Огірок, Ю.І. Пиндус, І.Б. Гевко, Р.Р. Заверуха** 288
ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧИХ ТА МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК
СТАРТЕРА СТ142Б АВТОМОБІЛЯ КамАЗ-5410
O.O. Ohirok; Y.I. Pyndus, I.B. Gevko, R.R. Zaveruha
STUDY OF KamAZ-5410 STARTER ST42B OPERATING AND
MECHANICAL PARAMETERS
135. **М.М. Огієнко, І.О. Дмитрієнко** 290
ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ГРАВІТАЦІЙНОГО ВОДОПІДЙОМУ
В МОРСЬКИХ ПОРТАХ
N.N. Ogiyenko, I. O. Dmitriyenko
USING OF TECHNOLOGY GRAVITATIONAL WATER LIFTING IN
SEAPORTS
136. **Л.Я. Олійник** 292
КОЕФІЦІЄНТ КОНСТРУКТИВНОЇ ЯКОСТІ ЯК ПОКАЗНИК
ЕКСПРЕС-ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ БЕТОНУ
L.Y. Oliinyk
STRUCTURAL QUALITY FACTOR AS AN INDICATOR OF THE
EXPRESS-EVALUATION OF CONCRETE EFFECTIVENESS
137. **О. І. Онкалюк, Р.Ю. Муха, С.С. Заєць** 294
МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ І ПРОДУКТИВНОСТІ ОБРОБКИ
ДЕТАЛІ НА БАГАТОЦІЛЬОВИХ ВЕРСТАТАХ
O.I. Onkaliuk, R.Y. Mukha, S.S. Zaiets
METHODS FOR IMPROVING THE QUALITY AND PRODUCTIVITY OF
PROCESSING DETAILS FOR MULTI-PROCESSING
138. **О.В. Павлишин, Ю.Я. Вовк** 296
СТАЛІЙ РОЗВИТОК ТРАНСПОРТУ В УКРАЇНІ
O.V. Pavlyshyn, Y.Y. Vovk
SUSTAINABLE TRANSPORT DEVELOPMENT IN UKRAINE
139. **М.І. Паламар, Ю.В. Пастернак, В.С. Пастернак** 298
ОГЛЯД МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ ТА КАЛІБРУВАННЯ
ПОВОРОТНИХ ПРИСТРОЇВ НА ОСНОВІ ПАРАЛЕЛЬНИХ
КІНЕМАТИЧНИХ ЛАНОК
M.I. Palamar, Y.V. Pasternak, V.S. Pasternak
AN OVERVIEW OF MEASUREMENT AND CALIBRATION METHODS
FOR ROTARY CONTROL DEVICE BASED ON PARALLEL KINEMATIC
CHAINS

140. **Ю.Є. Паливода, І.Т. Сидорик** 299
ДОСЛІДЖЕННЯ ШОРСТКОСТІ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ
ПІСЛЯ ВИГЛАДЖУВАННЯ
Yu.Ye. Palyvoda, I.T. Sydoryk
THE RESEARCH OF CYLINDRICAL SURFACES ROUGHNESS AFTER
BURNISHING
141. **В.В. Палчинський, М.Б. Сокіл, О.Л. Ляшук** 300
ДОСЛІДЖЕННЯМ КОЛИВАНЬ КОЛІСНИХ
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З СИЛОВОЮ
ХАРАКТЕРИСТИКОЮ СИСТЕМИ ПІДРЕСОРИЮВАННЯ.
V.V. Palchynskyy, M.B. Sokil, O.L. Lyashuk
THE RESEARCH OF OSCILLATIONS WHEELED VEHICLES WITH
POWER CHARACTERISTICS OF FOR CUSHIONING SYSTEM
142. **В.Р. Паньків** 302
АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ
КОМБІНОВАНОГО ГВИНТОВОГО ТРАНСПОРТЕРА-
ПОДРІБНЮВАЧА
V.R.Pankiv
ANALYTICAL STUDY OF THE PERFORMANCE OF THE COMBINED
SCREW CONVEYOR-SHREDDER
143. **І. Р. Петречко** 304
СПРОЩЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ДОВБ'ЯКІВ ЗМІНОЮ НАПРЯМКІВ
ПОЛОЖЕННЯ ОСЕЙ ЗАГОТОВОК ТА ІНСТРУМЕНТІВ
I.R. Petrechko
SIMPLIFICATION OF STRUCTURES CUTTERS REVERSING THE
DIRECTION OF THE POSITION OF THE AXES OF WORKPIECES AND
TOOLS
144. **С.О. Цибульник, Д.О. Півторак, А. І. Пустовойт** 305
ПОРІВНЯННЯ ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ ІНЖЕНЕРНОГО
РОЗРАХУНКУ
S.O. Tsybulnyk, D.O. Pivtorak, A.I. Pustovoit
CAE-SYSTEMS COMPARISON
145. **Д.О. Півторак** 306
ВПЛИВ ПРОЦЕСУ ЛОКАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ЕКСПОЗИЦІЇ
КОМБІНОВАНИМ СПОСОБОМ НА КОЕФІЦІЄНТ МАСКУВАННЯ
D.O. Pivtorak
THE IMPACT OF LOCAL EXPOSURE CONTROL PROCESS
BY MULTIFUNCTION METHOD ON MASKING COEFFICIENT
146. **М. М. Піндіур** 307
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРОТОЧУВАННЯ СЕКЦІЙ ГНУЧКИХ
ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРІВ
M. M. Pindiur
THE RESEARCH OF TURNING PROCESS OF SCREW
CONVEYOR FLEXIBLE SECTIONS

147. **П.П. Поровський, В.В. Лазарюк** 308
ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАХИСНИХ ДВОКОМПОНЕНТНИХ ГАЗОВИХ
СУМІШЕЙ
ДЛЯ ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ
P.P. Porovskii, V.V. Lazaryuk Ph.D., Assoc. Prof.
PRODUCTION OF SHIELDING TWO-COMPONENT GAS MIXTURES
FOR ARC WELDING
148. **М.В. Потапенко** 309
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ПЕРЕМІЩЕННЯ ВОРОХУ
КОРЕНЕПЛОДІВ ПО РОБОЧИХ ОРГАНАХ ТРАНСПОРТНО-ОЧИСНОЇ
СИСТЕМИ
M.V. Potapenko
TECHNOLOGICAL ANALYSIS OF THE MOVEMENT OF THE HEAR
ROOTS
IN THE WORKING BODIES OF THE TRANSPORT AND CLEANING
SYSTEM
149. **М.Ю. Приймак, Р.Р. Заверуха** 310
ГУЧКА ПРОТЯЖКА
M.Y. Priymak, R.R. Zaveruha
GUCHKOV BROACHING
150. **В.В. Проць, І. В. Крупко** 311
РОЗРОБКА ЗАСОБІВ КОМПЛЕКСНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА
ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ
ЗЕМЛЕРИЙНИХ МАШИН
V.V. Prots, I.V. Krupko
DEVELOPMENT OF INTEGRATED MODELING AND RESEARCH
STRENGTH PARAMETERS OF EARTHMOVER MECHANICAL
SYSTEMS
151. **Ч.В. Пулька, В.С. Сенчишин, М.В. Шарик** 313
КЕРУВАННЯ СТРУКТУРОЮ НАПЛАВЛЕНОГО МЕТАЛУ З
ПРИКЛАДАННЯМ МЕХАНІЧНОЇ ВІБРАЦІЇ
Ch.V. Pulka, V.S. Senchyshyn, M.V. Sharyk
CONTROL OF THE WELD METAL STRUCTURE APPLYING
MECHANICAL VIBRATION
152. **Ч.В. Пулька, О.Я. Данилишин** 315
ПРОСТОРОВА СТІЙКІСТЬ ЗВАРЮВАЛЬНОЇ ДУГИ
Ch.V.Pulka, O.Ya.Danylyshyn
SPACIAL STRENGTH OF THE WELDING ARE
153. **Ч.В. Пулька, І.Я.Сєркін** 316
ШЛЯХИ КЕРУВАННЯ ЗВАРЮВАЛЬНОЮ ДУГОЮ
Ch.V. Pulka, I.Ya.Serkin
WAYS OF THE WELDING ARE CONTROL

154. **M.D. Radyk, Benjamin Kwamina Addey** 317
RESEARCHES ON INFLUENCE OF CUTTING EDGE PARAMETERS ON
TOOL LIFE AND CUTTING FORCES
М.Д. Радик, Бенджамін Кваміна Адді
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ РІЗАЛЬНОЇ КРОМКИ НА
СТІЙКІСТЬ ІНСТРУМЕНТУ ТА СИЛИ РІЗАННЯ
155. **М.Д. Радик, А.В. Дзюбак** 318
ГНУЧКА ГВИНТОВА СПІРАЛЬ З ПАЛЬЦЕВИМ З'ЄДНАННЯМ
СЕКЦІЙ
M.D. Radyk, A.V Dzyubak
FLEXIBLE SCREW SPIRAL WITH PIN JOINT OF SECTIONS
156. **Д.Л. Радик, М.Д. Радик, Б.С. Флис** 319
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОСИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ
ГВИНТОВИХ ЖИВИЛЬНИКІВ З КОНІЧНИМИ РОБОЧИМИ
ОРГАНАМИ
D.L. Radyk, M.D. Radyk, B.S. Flys
RESEARCH ENERGY-POWER PARAMETERS OF SCREW FEEDERS
WITH CONICAL WORKING BODIES
157. **Н.С. Раздайбедіна, Т.Д. Зянько** 321
ВИБІР ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ РОЗТОЧУВАННЯ ОТВОРІВ В
ЦЕМЕНТОВАНІЙ СТАЛІ
N.S. Razdaibedina, T.D. Zyanko
CUTTING TOOL SELECTION FOR BORING OF HOLES IN CASE
HARDENED STEEL
158. **І.В. Рибак** 322
ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИПРЕСУВАННЯ ШКВОРНІВ З РУЧНИМ
ПРИВОДОМ
I.V. Ribak
DEVICE FOR DISMANTLING PIN-OPERATED
159. **О.Р. Рогатинська, Т.М. Пелешок, Л.Р. Рогатинська** 323
ШВИДКОХІДНІ ГВИНТОВІ КОНВЕЄРИ З ЕЛАСТИЧНИМИ
РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ
O.R. Rogatynska, T.M. Peleshok, L.R. Rogatynska
HIGH-SPEED SCREW CONVEYORS WITH FLEXIBLE WORKING
BODIES
160. **Р.М. Рогатинський, О.Р. Рогатинська, П.О. Леськів, В.Л. Дмитроца.** 324
ОБІРУНТУВАННЯ РЕЖИМУ РОБОТИ ШВИДКІСНОГО
ДВОВАЛЬНОГО КОНВЕЄРА
R.M. Rogatynskiy, O.R. Rogatynska, P.O. Les'kiv, V.L. Dmytrotsa;
RATIONALE MODE OF HIGH-SPEED CONVEYOR WITH DOUBLE
SCREW

161. **Н.А. Рубінець, М.Я. Сташків, А.Д. Довбуш** 325
РОЗВИТОК КРАЙОВОЇ ТРІЩИНИ ПРИ ЗГИНІ
ТОНКОСТІННОГО СПАРЕНОГО Z-ПОДІБНОГО ПРОФІЛЮ
N.A. Rubinets, M.Y. Stachkiy, A.D. Dovbush
RECEIVING BOUNDARY VALUE OF CRACK DEPENDING BENDING
THIN-WALLED COAXIAL Z-SHAPED PROFILE
162. **Н.З. Рудакевич** 327
ОПТИМІЗАЦІЯ ФУНДАМЕНТУ ДЛЯ 9-ТИ ПОВЕРХОВОГО
ОФІСНОГО ЦЕНТРУ
N.Z. Rudakevych
OPTIMIZATION FOUNDATION FOR A 9-STOREY
BUSINESS CENTRE
163. **В.В. Сасай, Н. Меккауї** 328
ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗБИТТЯ ОТВОРІВ В ПРОЦЕСІ СВЕРДЛІННЯ ІЗ
ЗАСТОСУВАННЯМ СПЕЦІАЛЬНОГО ПАТРОНА
V.V. Sasai, N. Mekkaui
THE RESEARCH OF HOLES EXPANSION IN THE DRILLING PROCESS
USING A SPECIAL CHUCK
164. **В.М. Семків** 329
ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГВИНТОВИХ ЗАТИСКНИХ
ПРИСТРОЇВ
V.M. Semkiy
THE RESEARCH OF SPIRAL CLAMPING FIXTURES' PARAMETERS
165. **Л. С. Серілко, Д. Л. Серілко** 330
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РУХУ ЧАСТИНКИ СИПКОГО
МАТЕРІАЛУ ПО ЖОЛОБУ ІНЕРЦІЙНОГО КОНВЕЄРА
L.S. Serilko, D.L.Serilko
THE MATHEMATICAL MODEL OF LOOSE MATERIAL PARTICLE
MOTION ON INERTIONAL CONVEYOR TROUGH
166. **Л. С. Серілко, О.С. Стадник, М.В. Пікула** 332
ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ЧАСТИНОК У ВІДЦЕНТРОВІЙ УСТАНОВЦІ
L.S. Serilko, O.S.Stadnyk, M.V.Pikula
RESEARCH MOTION OF PARTICLES IN THE CENTRIFUGAL
INSTALLATION
167. **О.Ю. Скальський** 334
ОБГРУНТУВАННЯ КОЕФІЦІЄНТА ВТРАТ ПРОЦЕСУ
ВИКОПУВАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ ЦИКОРІЮ
O.Yu. Skalskij
THE RATIONALE FOR THE LOSS RATE PROCESS
OF DIGGING THE ROOTS OF CHICORY
168. **Р.М. Сніжко, Г.А. Герасимчук** 336
ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ОБРОБКИ МАЛОЖОРСТКИХ
ДЕТАЛЕЙ

- R.M. Snizhko, G.A. Herasymchuk**
ABOUT INCREASE IN ACCURACY OF PROCESSING FEW RIGID
DETAILS
169. **А.І. Снятовський, М.А.Сивак, Д.З.Шматко** 337
ДОСЛІДЖЕННЯМ КОМПЛЕКСНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ
ПІДШИПНИКІВ ОПОР КОЧЕННЯ
A.I. Snyatovskyu, M.A. Syvak, D.Z. Shmatko
THE RESEARCH INTEGRATED OF DIAGNOSING BEARINGS
ROLLING RESISTANCE
170. **В.В. Соколик, Н.З. Биків, В.П. Ясній** 339
ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ СПЛАВІВ З ПАМ'ЯТТЮ ФОРМИ В
БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЯХ
V.V. Sokolyk, N.Z. Bykiv, V. P. Iasnii,
ADVANTAGES OF USING SHAPE MEMORY ALLOYS IN BUILDING
CONSTRUCTIONS
171. **М.Ф. Терещенко, В.В. Швидкий** 340
ЛАЗЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МЕДИЧНОМУ ПРИЛАДОБУДУВАННІ
M.F. Tereshenco, V.V. Shvidkiy
LASER TECHNOLOGY IN MEDICAL INSTRUMENT ENGINEERING
172. **В.А. Терещук** 342
ВИБІР БАЗОВОЇ ПОВЕРХНІ ДЛЯ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ КІЛЬЦЯ
КОНІЧНОГО РОЛИКОВОГО ПІДШИПНИКА
V.A. Tereshchuk
LOCATING SURFACE SELECTION FOR TURNING OF RING OF THE
CONICAL ROLLER BEARING
173. **І.Г. Ткаченко, І. Шмігель** 343
АВТОМАТИЗОВАНИЙ ПНЕВМАТИЧНИЙ КОНДУКТОР ДЛЯ
СВЕРДЛІННЯ ОТВОРІВ І НАРІЗКИ РІЗИ У ВТУЛКАХ
I.H. Tkachenko, I. Shmihel
AUTOMATED PNEUMATIC JIG FOR DRILLING HOLES AND CUTTING
PAINS IN THE BUSH
174. **І. Турчин** 344
ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ КІНЕМАТИЧНОЇ СХЕМИ
ФОРМОУТВОРЕННЯ ПРОФІЛЬНИХ ЗАГОТОВОК
I. Turchyn
FEATURES OF CONSTRUCTION KINEMATICS CHART OF FORMING
THE PROFILE WORKPIECES
175. **І.Д. Гуменюк, О.П. Цьонь** 345
ХАРАКТЕРИСТИКА АВТОМОБІЛЬНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ
I.D. Humenyuk, O.P. Tson
CHARACTERISTICS OF UKRAINE AUTOMOBILE INDUSTRY

176. **О.С. Шевчук, С.В. Волошина** 346
ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОРГАНІЗАЦІЇ МІЖНАРОДНИХ
ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ
O.S. Shevchuk, Ph.D., S.V. Voloshuna.
ORGANIZATION OF INTERNATIONAL PASSENGER TRANSPOR
177. **В.А. Шевчук, Ю.І. Пиндус, Р.Р. Заверуха, В.М. Клендій** 348
ДОСЛІДЖЕННЯ ВИХІДНОЇ НАПРУГИ ГЕНЕРАТОРА
АВТОМОБІЛЯ ГАЗ-3307-06 ПРИ ВИНИКНЕННІ НЕПОЛАДОК
V.A. Shevchuk, Y.I. Pyndus, R.R. Zaveruha, V.M. Klendiy
STUDY OF GAZ-3307-06 GENERATOR OUTPUT VOLTAGE IN THE EVENT OF
FAILURE
178. **О.С. Шевчук, С.В. Волошина** 350
ТРАНСПОРТНО -ЛОГІСТИЧНИЙ РИНОК ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ
O.S. Shevchuk, S.V. Voloshuna
TRANSPORT AND LOGISTICS FREIGHT TRANSPORT MARKET
179. **І.В. Штафірний, Ю.І. Пиндус, Р.Р. Заверуха, В.О. Тесля** 352
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ РОБОЧИХ ПАРАМЕТРІВ ТА
ХАРАКТЕРИСТИК МАШИН ПОСТІЙНОГО СТРУМУ В ПРОЦЕСІ
ЕКСПЛУАТАЦІЇ
I.V. Shtafirnyy, Y.I. Pyndus, R.R. Zaveruha, V.O. Teslya
STUDY OF OPERATING PARAMETERS AND CHARACTERISTICS OF
DC MACHINES
180. **В.М. Явний** 354
РІЗЬБОНАРИЗНИЙ БЛОК ДЛЯ НАРІЗАННЯ РІЗИ
V.M. Yavniy
SCREW BLOCK FOR THREAD CUTTING
181. **І.І. Яковенко** 355
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ І ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ
ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ
I.I. Jukovenko
RESEARCH ECONOMIC INDICATORS AND ECOLOGICAL DIESEL
ENGINES
182. **І.Т. Ярема, В.М. Буховець, П.Є. Василенко** 356
ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ КУЛЬОВИХ КРАНІВ ОБЛАДНАННЯ
КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ
I.T. Yarema, V.M. Buhovets, P.E. Vasylenko
OPERATING CAPACITY OF BALL VALVES OF GAS-COMPRESSOR
STATIONS EQUIPMENT
183. **І.Т. Ярема, С.В. Бариш, Л.М. Романовська** 357
МОДЕРНІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ УЩІЛЬНЕННЯ ПОРШНЯ
ПРОТИПОМПАЖНОГО КЛАПАНАУ ВК ГПА-25 I
I.T. Yarema, S.V. Barysh, L.M. Romanovska
DESIGN MODERNIZATION OF PISTON PACKING
OF “ВК ГПА-25I” ANTISURGE VALVE

184. **О.В. Ярмошенко, С.П. Вислоух** 358
ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕКСПЕРТНИХ
СИСТЕМ
O.V. Yarmoshenko, S.P. Vysloukh
APPLYING INTELLIGENCE DATA IN DECISION-MAKING
OPERATION DURING DESIGN OF TECHNOLOGICAL PROCESSES
USING EXPERT SYSTEMS
185. **О.Є.Бялуцький** 360
ОБРОБКА ОТВОРІВ СПЕЦІАЛЬНИМИ РОЗТОЧНИМИ ГОЛОВКАМИ
O.Y. Byalytsui
SPECIAL HANDLING HOLES BORING HEADS
186. **М.І. Паламар, М.О. Стрембіцький, В.О. Стрембіцький** 361
РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РОБОТОМ НА ОСНОВІ
НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ
M.I.Palamar, M.O. Strembitsky, V.O. Strembitsky
DEVELOPMENT OF ROBOT CONTROL SYSTEM BASED ON FUZZY
LOGIC

Формат 60×90 Папір ксероксний.
Обл. вид. арк. 14,0
Наклад 100 прим. Зам. № 2074

Видавництво Тернопільського національного
технічного університету імені Івана Пулюя

вул. Руська, 56, м. Тернопіль, 46001
E-mail: vydavnytstvo@tu.edu.te.ua

© Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
Навчально-методична література