

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя
Механіко-технологічний факультет

Збірник
тез доповідей

ІІІ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
механіко-технологічного факультету
Тернопільського національного технічного
університету імені Івана Пулюя
ПРОГРЕСИВНІ МАТЕРІАЛИ ТА
ТЕХНОЛОГІЇ В
МАШИНОБУДУВАННІ,
БУДІВНИЦТВІ ТА ТРАНСПОРТІ



21 травня 2015 року

ТЕРНОПІЛЬ, УКРАЇНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя
Механіко-технологічний факультет

Збірник
тез доповідей

III НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
механіко-технологічного факультету
Тернопільського національного технічного
університету імені Івана Пулюя
ПРОГРЕСИВНІ МАТЕРІАЛИ ТА
ТЕХНОЛОГІЇ В
МАШИНОБУДУВАННІ,
БУДІВНИЦТВІ ТА ТРАНСПОРТІ



21 травня 2015 року

ТЕРНОПІЛЬ, УКРАЇНА

001
72
П-78

Прогресивні матеріали та технології в машинобудуванні, будівництві та транспорті: збірник тез доповідей III наукової конференції механіко-технологічного факультету Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя., (Тернопіль, 21 травня 2015 р.) / Міністерство освіти і науки України, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015. – 53 с.

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова: П. Ясній – д.т.н., проф., ректор ТНТУ ім. І. Пулюя.

Співголова: Р. Рогатинський – д.т.н., проф., проректор з наукової роботи ТНТУ ім. І. Пулюя.

Заступник голови: М. Левкович – к.т.н., доц., декан МТФ ТНТУ ім. І. Пулюя.

Вчений секретар: О. Конончук – к.т.н., ст. викладач ТНТУ ім. І. Пулюя.

Члени: д.т.н., проф. Б.Гевко, д.т.н., проф. М.Підгурський, д.т.н., проф. М.Пилипець, к.т.н., доц. Я.Ковальчук.

Адреса оргкомітету: ТНТУ ім. І. Пулюя, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, 46001,

тел. (0352) 253509

E-mail: kononchukop@gmail.com

Редагування, оформлення, верстка: Конончук О.П.

НАПРЯМКИ РОБОТИ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Матеріалознавство, міцність конструкцій та будівництво;
- Інноваційні технології в машинобудуванні та транспорті;
- Технології і обладнання зварювального виробництва.

Секція: МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО, МІЦНІСТЬ КОНСТРУКЦІЙ ТА БУДІВНИЦТВО

УДК 669.14.018; 537.8

P. Vasylyuk

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

STRUCTURE-PHASES TRANSFORMATION OF THE Fe-Cr ALLOYS

The work is dedicated to development of theoretical approaches and methods of solution of the scientific-technical problem of new corrosion resistant and heat resistant alloys of the Fe-Cr system creation, which are based on physical-chemical processes control on the border alloy-silicate melt, air under the influence of electromagnetic field and give the possibility to construct-phase of the surface layers and predict the service characteristics value.

Sanctified to research of structure-phases transformations of high temperature alloys of Fe – 35, 40,75, 85, 95%Cr, alloyed Al, Si, Mo, W, Ti, Co, La, Ce, Y for the workers of temperatures to 1673K both as to the loss and to the increase weight, that gives an opportunity to work out new casting alloys. Influence of every element is described, or them compatible operating on firmness of alloys in oxidation environments.

The physical-chemical approaches of the base alloys are worked out. In these approaches calculation of electronic vacancies in solid solutions is used, which allows to avoid the brittle σ -phase formation. The influence of the alloys corrosion constants, values of the –exponential factor, as well as the influence of diffusion coefficient values of the alloys components in oxides on the kinetics of structural-phase state formation in the surface layers are evaluated.

The influence of the alloying elements of the alloys on the interaction with silicate melts of various chemical composition is also studied. The discovered structural-phase transformations are connected with σ -phase formation as well as with the low temperature eutectic Fe+Fe₂B formation for the alloys on the Fe base and the high temperature eutectic Cr+Cr₂B formation for the alloys on the Cr basis when interaction with Al-B-Si melt takes place.

As it follows from equation such elements as N, Al, Si, Ti, Co decrease and such elements as Mo, W increase the value N_v .

$$N_v = 3,495 - 12,93N - 6,278Al - 6,021Si - 3,203Ti - 0,847Co - 1,45AlW - 1,386SiW - 1,389CoN - 0,67AlCo + 2,068Mo + 1,164W \quad (1)$$

Carried out calculation show that for the alloys content more than 56% Cr possible the transformation phases $\alpha \rightarrow \alpha + \sigma$, with addition Al and Si. But addition 2% Mo or 4% W are results opposite. transformation phases: $\alpha + \sigma \rightarrow \alpha$.

$$N_v = 27475 - 2558,7Ti - 1431,3Al - 1408 Si - 520,9N - 405,9 Co + 666,3W + 652Mo - 16,46AlW - 8,2SiCo - 7AlCo - 3,44AlMo + 7,8N^2 + 9,2 W^2 + 7,5 AlN + 4,96SiN \quad (2)$$

As it follows from equation (2) such elements as N, Al, Si, Ti, Co, and also alloying addition Al-W, Si-Co, Al-Co decrease and such elements as Mo, W and AlN, SiN increase the value N_v .

Using mathematical planning of the experiment by the FACOMP system, that allows to prevent the σ -phase formation on the basis of calculation of the uncompensated d-electrons quantity per atom at alloying, the composition of the basic investigation objects was determined (Fe-35%Cr and Fe-75%Cr) as well as the optimal alloying systems on the basis of Al, Si, W, Mo, Co and REM were selected. It was demonstrated, that they consist of surface oxides, an internal oxidation zone, a nitride layer and the σ -phase; the presence of the two last components worsens corrosion- and heat-resistance. The features of the multilayered oxide

film formation on the Fe-Cr alloys were studied; the structural-phase composition of the film was established and the components diffusion mobility was determined. For the first time the effect of Al and Si diffusion mobility increase as well as Fe and Co diffusion mobility decrease in the alloyed Fe-Cr alloys under the action of alternate electromagnetic field was discovered. The model, which describes the process of the multilayered oxides formation under the action of electromagnetic field at the temperatures 1273-1673 K in the air and in the Al-B-Si melts, was suggested.

Investigational to cooperating of alloys with silicate fusion, on air in the conditions of the electric heating of alloys to the working temperature. The educed effect of extrusion of aluminium and silicon is on a surface in the conditions of the electric heating what gives an opportunity to manage forming of oxides of aluminium, silicon and magnetic oxides of spinel type- FeCr_2O_4 , CoCr_2O_4 .

The mechanism of cooperation of alloys is described in oxidation environments and in the conditions of action of electric current.

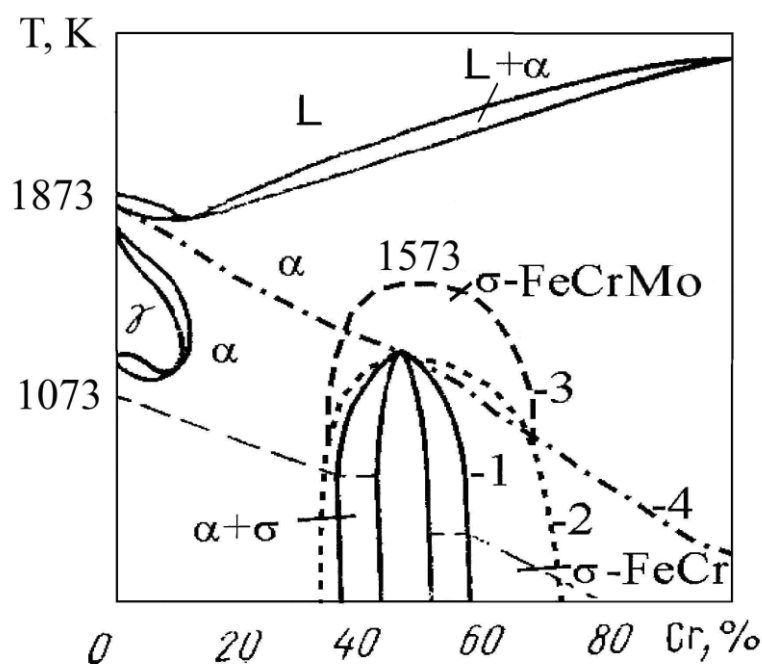


Fig.1. Diagrame state of system Fe-Cr
1-balance; . 2- calculated; 3- experimental; 4- metastability

The feature of this monograph are descriptions of structure-phases transformations of alloys depending on the temperature-sentinel modes and their influence on operating properties. The described calculation model gives an opportunity to forecast structure-phases transformations and, thus, shorten the search of the alloying systems. The special attention is spared to forming and transformation of fragile σ -phase.

Gradient structure is formed under the influence of simultanous effect of high temperature and electromagnetic field. They may operate in the conditions of high frequency when the generator is used as well as in the conditions when the powerful transformers of the production frequency are used too. The action of the electromagnetic field is different for different elements, especiffly for the diamagnetic atoms.

It was found that the electromagnetic field effect leads to the formation of multi-level alloy structure, that is, layer distribution according to chemical and phase composition. The effect of diamagnetic particles pushing out of the alloy into the surface metal layers and formation of the Al, Cr oxides layer by layer is determined.

УДК 624.012.25

Ю. Пиндус, к.т.н., доцент, О. Конончук, к.т.н., ст. викладач

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ЗГИНАЛЬНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ ПІДСИЛЕНИХ ВУГЛЕЦЕВИМ ПОЛОТНОМ

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).

Однією з фундаментальних праць в напрямку чисельного моделювання поведінки складних залізобетонних конструкцій, зокрема підсиленних полімерними композитними матеріалами є робота D. Kachlakev та його співавторів [1]. Ними з використанням комплексу ANSYS досліджено декілька моделей балок і запропоновано ряд способів їх підсилення композитними полімерами.

Метою даних досліджень є чисельне моделювання напружено-деформованого стану та оцінка міцнісних характеристик повномасштабних згинальних залізобетонних елементів до та після їх підсилення вуглецевим полотном Sika Wrap за дії одноразового навантаження. Провести порівняльний аналіз отриманих даних з експериментальними та встановити можливість застосування МСЕ для аналогічних досліджень при зміні параметрів зразків та силових впливів на них.

Даним дослідженням передували експериментальні випробування дванадцяти залізобетонних балок із бетону класу С 20/25, розмірами 100×160×2000 мм [2]. Зразки армувалися двома поздовжніми арматурними стержнями Ø10 А 500С та поперечними стержнями Ø6 А 240С з кроком 50 мм. Прийнята статична схема однопролітної вільно обпертої балки на двох опорах прольотом 1800 мм завантаженої двома симетрично зосередженими силами, відстань між якими 500 мм.

Частину балок доводили до граничного експлуатаційного навантаження без підсилення. Після розвантаження, їх та всі інші дослідні зразки підсилювали вуглецевим полотном Sika Wrap і випробовували при тому ж режимі навантаження з доведенням до повного руйнування [2]. У результаті підсилення отримали підвищення міцнісних характеристик балок (прогин, деформації матеріалів) до 40 %.

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 [1]. Детально методика побудови СЕ моделі підсиленої балки описана в працях [1, 3].

Програмно моделювали ступінчасте навантаження балки з кроком 1 кН×м (відповідно до експериментальних досліджень). Результати моделювання прогинів та деформацій компонентів залізобетонної балки подано на рис. 1 – 4. Експериментальні криві побудовані за усередненими даними натурних випробувань.

Криві, що подані нижче відображають роботу згинальних залізобетонних балок до підсилення (нижні криві) та після їх підсилення (верхні криві) вуглепластиковим ламінатом за дії одноразового навантаження. Проаналізувавши ці дані можна говорити про високу збіжність експериментальних результатів та отриманих МСЕ. В області нормальної експлуатації конструкції до рівня навантаження 0,8 – 0,9 від руйнівного

спостерігається найбільша збіжність розрахункових та експериментальних кривих у невідсиленних і в відсиленних зразках.

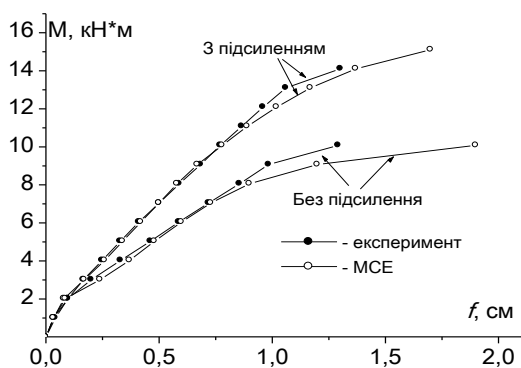


Рис. 1. Зміна величини прогину зразків до та після відсилення

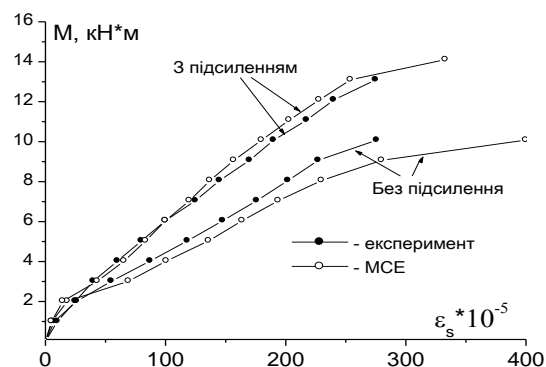


Рис. 2. Відносні деформації сталевий арматури зразків до та після відсилення

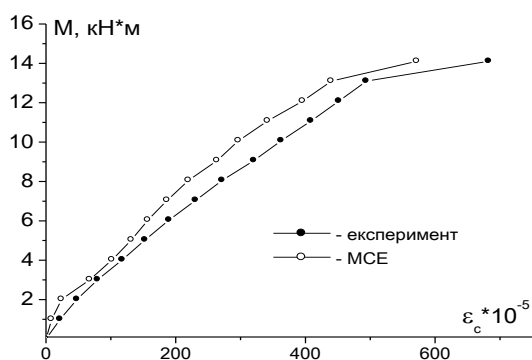


Рис. 3. Відносні деформації вуглепластикового ламінату в найбільш розтягненій точці

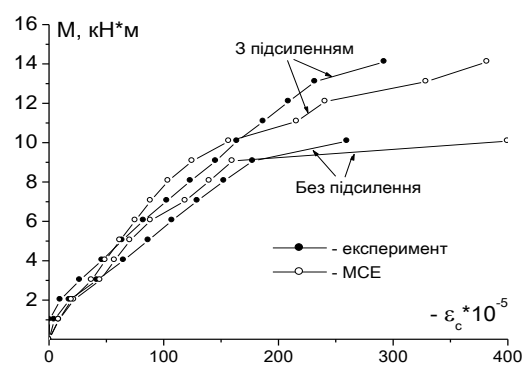


Рис. 4. Відносні деформації крайньої стиснутої фібри бетону балок до та після відсилення

Висновки. Застосування чисельного моделювання роботи згинальних залізобетонних елементів до та після їх відсилення показало ефективність даного методу. Задовільне узгодження експериментальних даних з теоретичними свідчить про можливість його використання для моделювання конструкцій такого типу при зміні міцнісних характеристик бетону, арматури, силових впливів, конструкційних факторів та ін. МСЕ дозволяє детально описати процес деформування та руйнування конструкції, оскільки експериментально встановити всі кінцеві деформації та переміщення є досить складним завданням.

1. 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.
2. Борисюк О.П. Напружено-деформований стан нормальних перерізів згинальних залізобетонних елементів, відсиленних вуглепластиками за дії малоциклового навантаження / О.П. Борисюк, О.П. Конончук//Монографія.–Рівне: НУВГП,2014.–136 с.
3. Пиндус Ю.І. Скінченноелементне моделювання відсилення 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 621.921

Баран Д.Я. к.т.н. ст. вик., Біщак Р.Т. к.т.н. доц., Окіпний І.Б. к.т.н. доц.,

Грицеляк Р.В.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВПЛИВ ВИСОКИХ ТЕМПЕРАТУР НА ЗАКОНОМІРНОСТІ ДЕФОРМУВАННЯ ТА УДАРНУ В'ЯЗКІСТЬ МАТЕРІАЛУ РОЛИКА МБЛЗ

Більшість тримких конструкцій металургійного обладнання, зокрема, ролики машин безперервного лиття заготовок, тривалий час експлуатуються з тріщинуватими дефектами та зазнають високотемпературного циклічного деформування, що є однією з основних причин зародження і розвитку в матеріалі тріщин. Циклічна зміна навантажування за низькочастотного обертання погіршує фізико-механічні характеристики матеріалу, пришвидшує ріст тріщиноподібних дефектів.

Оцінювали вплив температури випробувань на мікро-, мезо- та макромеханізми деформування і руйнування зразків теплостійкої сталі 25X1M1Ф. Виявлено стадійність пластичного деформування: зокрема стадія I, має місце до досягнення межі міцності. Для зразків у вихідному стані характерне вкрай низьке деформаційне зміцнення. Довжина цієї стадії становить близько $\varepsilon_I = 9\%$. Стадія пластичного деформування - II, довжиною $\varepsilon_{II} = 16\%$ описує розвиток пластичного деформування на стадії макролокалізації (або шийкоутворення). Локалізація деформацій у шийці супроводжується формуванням мікропор (пов'язаних з дією ротаційних мод деформування), еволюція яких спричиняє заключну стадію - III процесу - руйнування.

Виявлено, що за однакової величини звуження в шийці, зокрема, при $\psi=0,4$ твердість матеріалу випробуваного при 600°C , значно менша, ніж при 20° , що пов'язано з інтенсифікацією дифузійних процесів за високої температури випробувань.

Оскільки ролики МБЛЗ зазнають динамічних ударів під час проходження охолодженого слябу, проведені випробування на ударну в'язкість за температур 20°C , 375°C , 600°C .

За результатами проведених випробувань встановили вплив високих температур на стадійність і енергоємність динамічного руйнування сталі 25X1M1Ф. Виявлено, що енергія зародження тріщини при 375°C зростає в 1,6 рази у порівнянні з 20°C . При 600°C енергія зародження тріщини знижується в 1,2 рази у порівнянні з результатами випробувань при 20°C . Зниження енергії зародження тріщини при підвищенні температури випробувань до 600°C обумовлено зменшенням матеріалу, розвитком тріщин, розшаруванням і множинною пошкодженістю матеріалу зразка.

УДК 621.77; 621.314

Я. Ковальчук, к.т.н., доц., Н. Шингера, к.т.н., О. Качка

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ КРОКВЯНОЇ ФЕРМИ

Метою роботи є виявлення впливу експлуатаційного навантаження на параметри напружено-деформівного стану зварної кроквяної ферми. Дослідження виконано методом комп'ютерного моделюючого експерименту в середовищі програмного комплексу ANSYS Workbench 14.5, який алгоритмічно базується на методі скінчених елементів.

Для дослідження прийнята зварна кроквяна ферма 36x9 м (рис. 1). Конструктивно ферму виконано зі спареного стандартного сталюго вальцьованого кутникового профілю 120x120 мм з товщиною стінки 12 мм. Виходячи з експлуатаційних умов (власна вага, вага снігового покриву і вітрового навантаження) прийнята схема навантаження згідно рис 2.

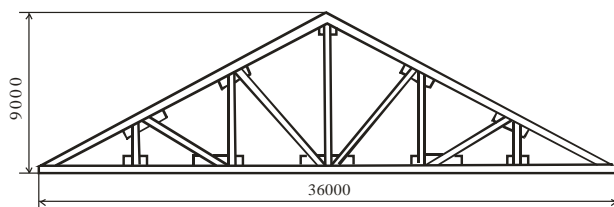


Рисунок 1 – Конструкція досліджуваної ферми

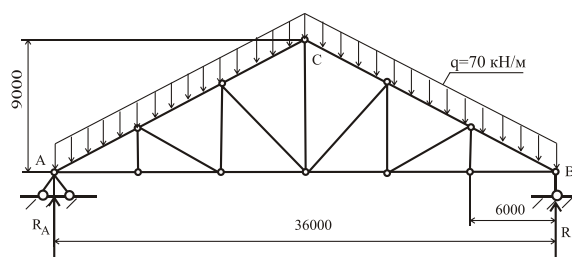


Рисунок 2 – Схема навантаження досліджуваної ферми

За результатами дослідження виявлено показники напружено-деформівного стану кроквяної ферми (рис. 3, 4).

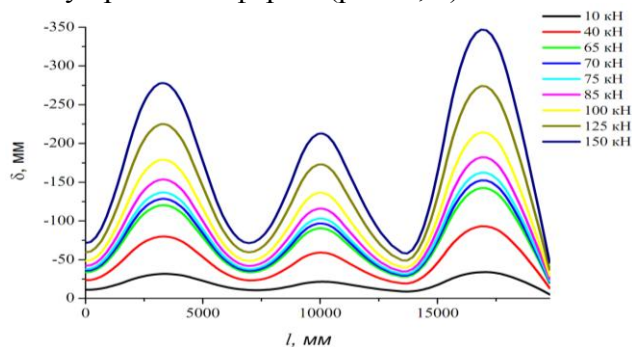


Рисунок 3 - Діаграма поперечного деформування (прогину) нижнього пояса ферми при різних рівнях питомого навантаження на 1 погонний метр верхнього пояса

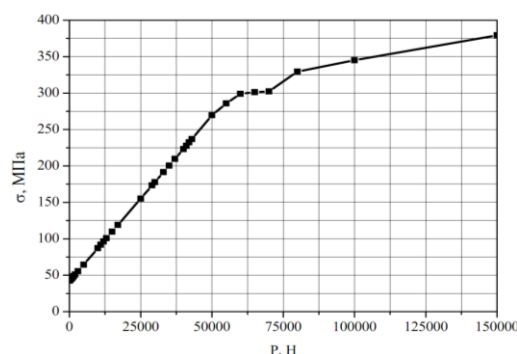


Рисунок 4 – Максимальні напруження в елементах ферми при різних рівнях навантаження

За результатами дослідження виявлено місця конструкції, де виникають максимальні напруження. В цих місцях виникає найвища імовірність зародження пошкоджень, які можуть зумовити руйнування не лише елементів ферми, але й споруди в цілому. Отримана за результатами досліджень інформація може бути підставою для локального зміцнення таких елементів конструкції й підвищення тримкої здатності ферми.

УДК 621.921

****Побережний Л.Я.** д.т.н., проф., ***Марущак П.О.**, д.т.н., проф., **Поливана У.В., Фостик В.Б.**

**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

МЕТОДИКА І ДЕЯКІ РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНЮВАННЯ ПОШКОДЖЕНОСТІ ТРУБ МОРСЬКОГО ГАЗОПРОВОДУ ЗУМОВЛЕНОЇ ВКЛАДАННЯМ

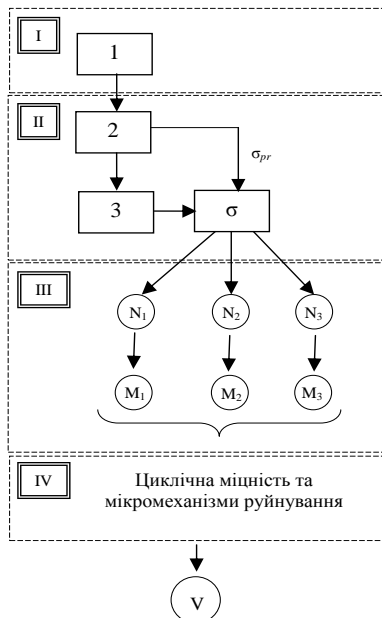
Відомо, що є два основних методи вкладання морських магістральних газопроводів:

- метод S – подібного вкладання назва якого походить від форми труби якої вона набуває протягом укладання. Основним недоліком цього методу є неможливість точного регулювання деформацій у місцях перегину S – подібних ділянок.

- метод J – подібного вкладання розроблявся як альтернатива попередньому, проте став його доповненням. Відмінність цього методу полягає у можливості вкладання труб на глибоких морських ділянках, де труба приймає J - подібну форму, що досягається практично вертикальним її зануренням.

Метою даної роботи є дослідження мікромеханізмів втомного руйнування сталі морського газопроводу після деформування, що емітує різні методи укладання труби.

Для її вивчення авторами, на основі попереднього досвіду запропоновано алгоритм дослідження, рис. 1. Основою досліджень є аналіз довговічності морських газопроводів, який дозволяє вибрати схеми та методи випробування лабораторних зразків. Механізми впливу вкладання S та J методами порівнювали для однакових параметрів циклічного навантаження, що дозволяє виявити переваги, або недоліки кожного з них. Фрактографічний аналіз дозволив виявити мікромеханізми руйнування матеріалу та перейти до узагальненого аналізу накопичених розпорошених пошкоджень у трубі, за різних схем вкладання.



I – аналіз проблем довговічності морських магістральних газопроводів;
II – взаємозв'язок методів вкладання морських газопроводів та лабораторних методик дослідження зразків; III – макро- та мікромеханізми руйнування;
IV – узагальнення впливу силових факторів та типу вкладання на циклічну міцність сталі газопроводу;
V - висновки.

Рис. 1. Алгоритм аналізу впливу технології вкладання морських трубопроводів на їх циклічну довговічність: 1 – причини деградації труб; 2 – методи вкладання морських трубопроводів (S та J); 3 – лабораторні методи випробування зразків; σ_{pr} – напруження вкладання; σ – параметри циклічних напружень у газопроводі; N – циклічна довговічність сталі та зварного з'єднання; M – мікромеханізми руйнування.

Виявлено основні закономірності зміни фізико-механічних характеристик матеріалу, розвитку у ньому пошкодженості за циклічного напруження, що найбільше проявляється у середовищі (морській воді), встановлено характеристики циклічної міцності сталі 09Г2. З використанням фрактографічного контролю та фізичної мезомеханіки запропоновано структурно-механічне узагальнення механізмів втомного руйнування сталі та зварних з'єднань морського магістрального газопроводу після різних схем вкладання труби.

УДК 624.072.014.2

М. Підгурський, д.т.н., професор, В. Слободян, аспірант

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПОРІВНЯЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО ТА ГРАНИЧНОГО СТАНУ БАЛОК З РІЗНОЮ ПЕРФОРАЦІЄЮ СТІНКИ

Огляд конструктивних рішень перфорованих балок, що застосовуються в будівництві вказує на велике різноманіття їх форм та розташування вирізів. Вибрати найбільш оптимальні варіанти перфорованих балок можливо лише після аналізу впливу різних елементів конструктивного оформлення на напружено – деформівний стан і стійкість балок. Сюди відносять: вид перфорації – одно – чи двоярдну; форму вирізів – шестикутну, круглу, овальну, еліпсоподібну та ін., взаємне розташування вирізів, а також їх відносну висоту. Кожна з форм вирізу має свої переваги та недоліки. У зв'язку з цим проведено дослідження та порівняння НДС балок з різними формами перфорації стінок, що дозволить надійніше оцінювати їх міцність, стійкість, локальні напруження в області вирізів і відповідно знаходити раціональні форми конструкцій, які б забезпечували підвищення несучої здатності балок.

Розрахунок здійснювали методом скінчених елементів (МСЕ). При розрахунку МСЕ моделювання балок проводилось у програмному комплексі SolidWorks2013 та імпортувалось в ANSYS Workbench. Сітка скінчених елементів виконана з тетраєдрів, розміром 40 мм. Балки, які розглядаються в даній роботі виготовлені з низьколегованої сталі 09Г2С класу С345. Моделювали балки з прольотом 12 м та рівномірно розподіленим навантаженням $q=50\text{кН/м}$.

Результати досліджень (максимальних нормальних напружень, загальних деформацій та критичного зусилля) перфорованих балок зведено в таблицю.

Таблиця

Значення загальних деформацій, нормальних напружень, критичного зусилля для перфорованих балок

№ з/п	Вид перфорації	Висота балки, мм	Максимальні нормальні напруження, МПа		Загальні деформації, мм	Граничні навантаження, кН/м
			полиця	отвір		
1.	Шестикутна	897	198	345,4	37,8	15,0415
2.	Кругла	847	217	307	44,6	14,657
3.	Овальна (горизонтальна)	847	214,8	266	45,3	14,5885
4.	Овальна (вертикальна)	847	220,9	284,5	46,6	14,641
5.	Еліпсоподібна	847	218,4	293,6	45,8	14,6415
6.	Еліпсоподібна (повернута на 45°)	847	213	297,1	46,8	14,571
7.	Шестикутна	847	208,8	342	49,7	14,933

Аналіз даних таблиці показав, що найменші максимальні нормальні напруження виникають в балках з овальною (горизонтальною) перфорацією. Для балок з шестикутною перфорацією характерні найменші значення загальних деформацій та найбільших граничних навантажень.

Найбільша концентрація напружень спостерігається у вершинах шестикутних отворів, що природньо. Порівнюючи круглу, еліпсоподібну та овальну перфорацію відзначимо зменшення максимальних нормальних напружень в околі еліпсоподібних та овальних отворів на 3...13,4% у порівнянні з іншими видами перфорації.

УДК 670.191.33

І. Підгурський, аспірант

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ КІН ДЛЯ ПОВЕРХНЕВИХ ПІВЕЛІПТИЧНИХ ТРІЩИН В ЗОНАХ ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНИХ КОНЦЕНТРАТОРІВ НАПРУЖЕНЬ

Оцінка міцності і живучості циклічно навантажених конструкцій пов'язана з визначенням коефіцієнтів інтенсивності напружень (КІН), які характеризують напружено-деформівний стан у вершині тріщини. Особливо складними є задачі з визначення КІН для поверхневих тріщин. Аналіз публікацій, наведений в [1], показує, що до теперішнього часу не отримано аналітичних значень КІН вздовж контуру еліптичної чи напівеліптичної тріщини. Для оцінки КІН таких тріщин застосовують чисельні методи, насамперед метод скінчених елементів (МСЕ).

За допомогою методу скінчених елементів та програмного комплексу ANSYS Workbench змодельовано НДС пластини скінчених розмірів з півеліптичною тріщиною. Створено тривимірну модель зразка з глобальною сіткою елементів, та модель області тріщини з локальною сіткою. Розмір елементів глобальної сітки – 2,75 мм, локальної – 0,1 мм. Моделювали зразок товщиною 20 мм з низьколегованої сталі 09Г2С. У результаті отримано розподіл значень коефіцієнтів інтенсивності напружень вздовж фронту поверхневої тріщини, похибка яких при порівнянні з відомими літературними даними [2] не перевищує 2% (тестова задача).

Розглянуто задачу з визначення КІН вздовж контуру поверхневої тріщини, що розповсюджується біля конструктивних концентраторів напружень у вигляді підсилень півсферичної форми, а також біля отворів, що знаходяться на одній лінії з великою віссю півеліптичної тріщини. У першому випадку встановлено, що значення КІН поверхневих точок контуру тріщини зменшується до 10% (при відстані 1,5 мм кожної поверхневої точки контуру від концентратора) [3]. Аналіз результатів у другому випадку свідчить про суттєве збільшення значень КІН для крайніх точок тріщини в зоні отвору (до 65% для даного випадку). Також суттєво (до 16%) зростають значення КІН для найглибшої точки тріщини.

Виявлено характерні особливості розподілу КІН по контуру поверхневих півеліптичних тріщин зі співвідношенням півосей 0,1...0,7, розташованих в зонах концентраторів напружень в зонах впливу зварних швів.

Література

1. П. Ясній, І. Підгурський. Дослідження КІН двох взаємодіючих поверхневих півеліптичних тріщин методом скінчених елементів [Текст] // Вісник ТНТУ імені Івана Пулюя, — 2014.- Т. 74. – № 2. – С. 15-25.
2. Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений [Текст]/ Под ред. Ю. Мураками. – М.: Мир, 1990. – Т.1, Т.2. – 1016 с.
3. П. Ясній, І. Підгурський. Дослідження КІН для поверхневої півеліптичної тріщини в зоні впливу конструктивних концентраторів напружень методом скінчених елементів. [Текст]// Тези доповідей Міжнародної наукової конференції ТНТУ ім. І.Пулюя 29-30 жовтня 2014 року, Тернопіль, 2014. – С.124-125.

Секція: ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МАШИНОБУДУВАННІ ТА ТРАНСПОРТІ

УДК 621.86

Б. Гевко, д.т.н., проф., В. Клендій, Т. Навроцька

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ГВИНТОВИЙ ШАРНІРНО-СЕКЦІЙНИЙ РОБОЧИЙ ОРГАН

Гвинтові конвеєри є одним із основних засобів для транспортування різного роду сипких матеріалів. Використання секційних гнучких гвинтових конвеєрів при відносно невеликих габаритних розмірах дозволяє транспортувати сипкі вантажі з високою продуктивністю та низьким ступенем пошкодження матеріалу. До недоліків слід віднести складність конструкції та значну металомісткість порівняно з суцільними аналогами. Тому можливість спрощення конструкції, зменшення металомісткості і, як наслідок, зменшення енерговитрат і ступеня пошкодження матеріалу при незмінній продуктивності та експлуатаційних характеристиках є особливо актуальними напрямками для подальших досліджень.

Гвинтовий шарнірно-секційний робочий орган виконано з окремих секцій 1 однакових діаметрів і довжин, які виконані у вигляді зварних конструкцій трубчастих заготовок 2, до одного умовного внутрішнього кінця до якої жорстко закріплена циліндрична втулка 3. Остання виконана з системою осьових паралельних пазів 4, які розміщені рівномірно по колу, наприклад, чотири і є паралельними до осі трубчастої заготовки і які є у взаємодії з тілами кочення 5. З другої сторони тіла кочення 5 є у взаємодії зі сферичною виїмкою 6 сферичного корпуса 7 з можливістю осьового і кутового повертання сферичної тяги 8.

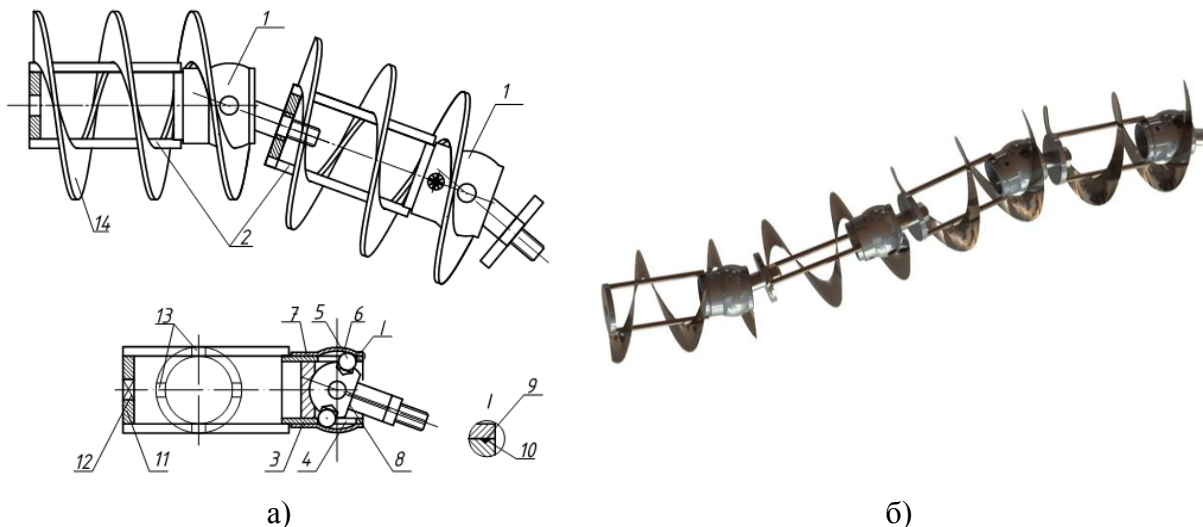


Рис. 1 Гвинтовий шарнірно-секційний робочий орган а) конструктивна схема б) загальний вигляд робочого органу

Крім цього зверху циліндрична втулка 3 є у жорсткій взаємодії зі сферичним корпусом 7, в якому внутрішня сфера 6 є у взаємодії з зовнішніми поверхнями тіл кочення 5, а на вільному внутрішньому кінці сферичного корпуса 7 виконано циліндричне кільце з зовнішнім трикутним профілем 9, яка є у жорсткій взаємодії з аналогічною виточкою 10 циліндричної втулки 3, яке виконано на вільному її кінці зовні. З другого кінця зварної циліндричної секції у внутрішній отвір жорстко, перпендикулярно до осі встановлено з'єднувальна втулка 11 з внутрішнім квадратним чи фасонним отвором 12 і яка є у взаємодії з відповідним кінцем сферичної тяги

сусідньої секції і жорсткою її фіксацією відомим способом. До зовнішнього діаметра з'єднувальної втулки 11 рівномірно по колу з одного кінця приварено, наприклад, чотири перемички 13, а з другого кінця перемички приварені до зовнішнього діаметра циліндричної втулки 3.

На зовнішньому діаметрі циліндричної секції 2 жорстко приварена гвинтова секція 13, яка є фактично продовженням гвинтових спіралей сусідніх секцій, в центрі сферичної тяги 8 виконано виїмку 14, яка є у взаємодії з мастилом, яке в свою чергу системою отворів з'єднано з тілами кочення 8, а на вільному кінці тяги виконано центральний отвір, який з'єднано з виїмкою 15 і на його кінці загвинчена маслянка.

Робота гвинтового робочого органу здійснюється наступним чином. Під час обертання секції спіралі 14 обертовий рух передається через тіла кочення 5 на сферичну тягу 7 і сусідні секції гвинтового робочого органу. До переваг запропонованого гвинтового шарнірного секційного робочого органу відноситься підвищення навантажувальної здатності і розширення технологічних можливостей.

Використовуючи отримані результати можна визначити мінімально допустимий радіус кривизни технологічної магістралі R_{Tmin} . При заданій довжині секції робочого органу L , що визначається як відстань між шарнірними отворами, допустимий радіус кривизни технологічної магістралі R_{Tmin} розраховується за залежністю

$$R_{Tmin} = \frac{L}{2tg(\alpha_T / 2)}. \quad (1)$$

На рис.2 представлені графічні залежності мінімально допустимого радіуса кривизни технологічної магістралі R_{Tmin} від величини кутового повертання α_T сусідніх секцій при різних їх довжинах L .

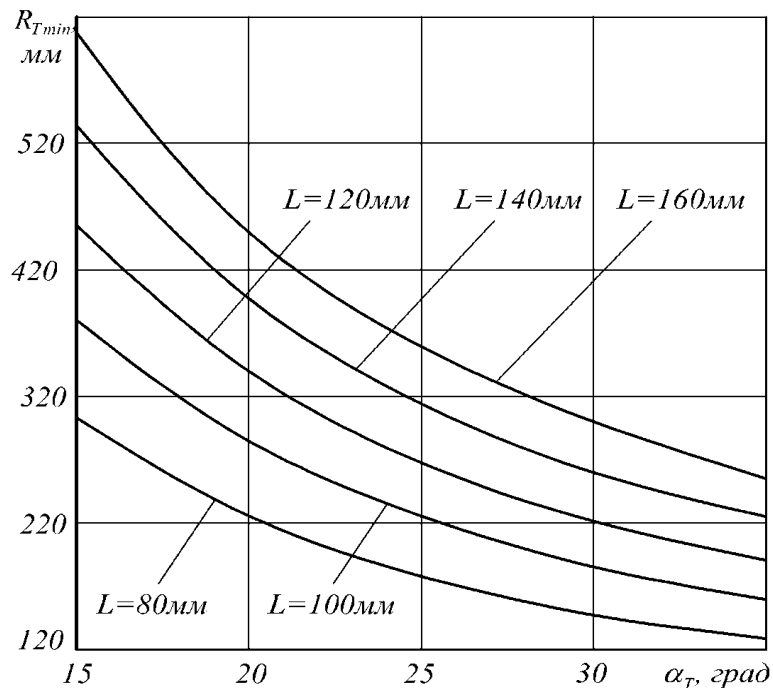


Рис. 2. Графічні залежності мінімально допустимого радіуса технологічної магістралі R_{Tmin} від кута α_T

Необхідно зазначити, що для ефективного роботи гнучкого гвинтового конвеєра, визначений мінімально допустимий радіус кривизни технологічної магістралі необхідно збільшувати на 20...30% для забезпечення гарантованого безконтактного обертання шарнірних секцій, що виключить можливість виникнення аварійних ситуацій та підвищить довговічність експлуатації запропонованого робочого органу.

УДК 621.7

М. Пилипець, д.т.н., проф., І. Кучвара, аспірант

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРОФІЛЬНИХ ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК ТІЛ ОБЕРТАННЯ

У машинобудуванні завжди були і сьогодні є актуальними питання щодо розроблення нових прогресивних, ресурсощадних, відносно недорогих способів виготовлення деталей машин. Вони повинні забезпечувати, якщо не безвідходне виробництво, то хоч би наблизитись до нього. До таких способів належить навивання на оправи заготовок різних типів, з яких можна виготовляти деталі машин, що мають найрізноманітніше застосування в промисловості та народному господарстві. Це, зокрема, еліпсні навивні заготовки, які широко використовуються в сучасному машинобудуванні для виконання багатофункціональних завдань, а також у ремонтній справі.

Для формоутворення таких заготовок запропоновано пристрій, виконаний у вигляді станини, ступінчастої оправи, торцева поверхня якої виконана у вигляді гвинтової поверхні з кроком рівним товщині смуги, еліпсної форми. Посередині ступінчастої оправи жорстко закріплено торцевий копір-кулачок, з правого торця якого виконана виточка, яка відповідає еквідистанті еліпсної оправи. В торцевій частині копір-кулачка виконано осьовий паз, що взаємодіє з зігнутим кінцем смуги. Параметри (радіуси) еліпсної оправи виконані з врахуванням відпружинення навивної еліпсної заготовки. Крім цього еліпсна оправа виконана конусної форми в сторону сходження навивної заготовки під кутом $1...3^\circ$ для зручності знімання заготовки з оправи. Радіальне притискання смуги здійснюється притискним роликом, встановленим на осі в осьовий паз штока, а з лівої сторони притискного ролика на цій же осі встановлено копірувальний ролик, який зовнішнім діаметром взаємодіє з внутрішнім діаметром виточки еліпсної оправи в направляючих станини, з можливістю осьового переміщення разом з направляючим штоком і притискним роликом при формуванні еліпсної гвинтової заготовки.

Розглянемо процес формоутворення еліпсної навивної заготовки на оправу, розрахункова схема якого представлена на рис. 1.

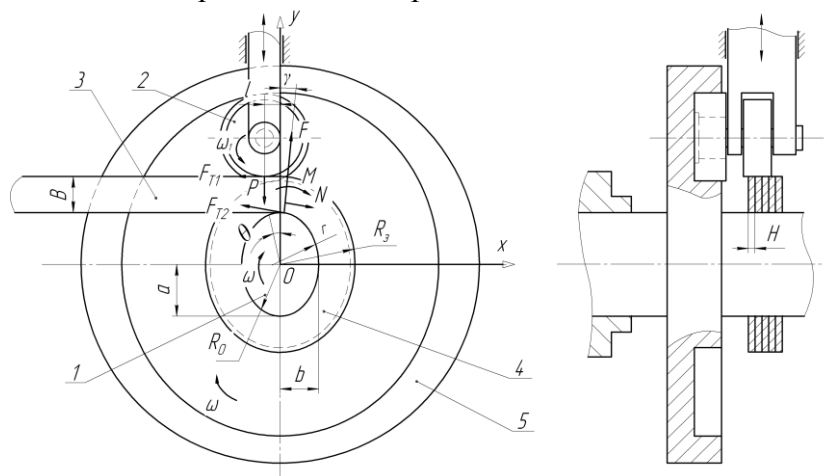


Рис. 1 Розрахункова схема процесу формоутворення еліпсної навивної заготовки на оправу: 1 – еліпсна оправа; 2 – притискний ролик; 3 – стрічка; 4 – гвинтовий еліпсний елемент заготовки; 5 -торцевий кулачок, форма якого відповідає еквідистанті еліпсної оправи 1

Особливістю навивання еліпсних гвинтових елементів є те, що радіуси кривизни, а відповідно і радіуси гнуття стрічки є змінними протягом одного оберту еліпсної оправи, що видно з виразу для визначення радіусу гнуття R :

$$R = a^2 b^2 \left(\frac{\cos^2 \theta}{a^2} + \frac{\sin^2 \theta}{b^2} \right)^{\frac{3}{2}} + \beta_y B$$

В процесі навивання відбувається стиснення волокон стрічки на внутрішньому діаметрі і розтяг волокон стрічки на зовнішньому діаметрі гвинтового еліпсного елемента. Визначити момент M згину стрічки в цих зонах, розглянувши процес деформації в гарячому стані можна з виразу:

$$M = \beta \sigma_s \frac{H \beta_y B^2}{4}.$$

Проаналізувавши цей вираз робимо висновок, що момент гнуття стрічки в гарячому стані не залежить від радіуса кривизни еліпсної оправи, а отже він буде постійним протягом одного оберту оправи.

У випадку навивання стрічки на еліпсну оправу в холодному стані відбувається зміцнення матеріалу стрічки, і відповідно зміна тангенціальних напружень в зоні розтягу і в зоні стиску, а тому відбувається зміна моменту гнуття стрічки залежно від кута повороту еліпсної оправи. При чому найбільший момент гнуття виникає при куті повороту $\theta = 0, \pi$ радіан, найменший момент гнуття виникає при кутах повороту $\theta = 1/2\pi, 3/4\pi$ радіан.

При відомому моменті гнуття M можна знайти усі сили, що виникають в процесі навивання, розв'язавши систему рівнянь.

Експериментальні дослідження показали, що максимальна сила гнуття P притискним роликком виникає на початковій стадії деформування, тобто, коли кут γ рівний нулю. Визначається сила гнуття з виразу:

$$P = \frac{M}{l + \mu_1 \cdot (R_3 - 1) + \mu_2 \cdot (R_0 - 1)},$$

а поздовжня сила $N = (\mu_1 + \mu_2) \cdot P$;

де μ_1 - коефіцієнт тертя між притискним роликком та стрічкою; μ_2 - коефіцієнт тертя між оправою та гвинтовим елементом; R_0 - відстань від центра обертання оправи до її поверхні, визначаємо за формулою: $R_0 = \sqrt{a^2 \cos^2 \theta + b^2 \sin^2 \theta}$; R_3 - зовнішній радіус взаємодії гвинтового елемента відносно центра обертання оправи визначаємо за формулою: $R_3 = \sqrt{(a+B)^2 \cos^2 \theta + (b+B)^2 \sin^2 \theta}$.

Слід зауважити, що тут коефіцієнт тертя μ_1 між притискним роликком і профільною стрічкою є величиною приведеною і не відповідає безпосередньому значенню коефіцієнта тертя для контактуючих матеріалів. Момент, який необхідно прикласти для обертання оправи, залежить від конструктивних особливостей оправ і в загальному випадку визначається згідно рис. 1 за залежністю: $M_o = k_m \cdot P \cdot (l + \mu_1 \cdot R_3)$

де k_m - коефіцієнт, що враховує конструктивні виконання оправи.

На основі приведених вище формул можна проектувати необхідне технологічне оснащення. При цьому, для зменшення моменту обертання оправи, а отже, і зменшення необхідної потужності навивання ПГЗ, потрібно звести до мінімуму коефіцієнт тертя μ_1 , наприклад, використовуючи змащувальні речовини.

УДК 621.757

М. Пилипець, д.т.н., проф., В. Паньків, аспірант

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СПІРАЛЕЙ ШНЕКІВ

Наукоємне і енергоощадне виробництво гвинтових робочих органів із забезпеченням точності, міцності, оптимальності геометрії їх профілю та підвищення експлуатаційних властивостей являється актуальною проблемою. Відомо, що вирішувати таку проблему можна як застосуванням високоміцних матеріалів, так і технологічними засобами.

Розглянемо технологію виготовлення спіралей шнеків методом навивання на оправу з додатковим наклепуванням зовнішньої кромки.

Технологічний процес навивання виконується так. Підготовлену вихідну заготовку, із зігнутим під кутом 90° кінцем встановлюють в пазу втулки і, попередньо притискаючи фіксують спеціальним затискним механізмом, та підтискають початковим зусиллям створеним механізмом затиску. Тоді вмикаються обертання оправи та обкатної головки. Після того, як торець навитої спіралі вийде з області контакту з калібруючим роликком, відводиться затиск, забезпечуючи схід втулки і навитої спіралі. Після сходження шпонкової втулки стійкість стрічки у зонах деформації забезпечується навитими витками, внаслідок чого продовжується безперервний процес навивання спіралі, яка далі поступає в пристрій для наклепування зовнішньої кромки, закріпленій на верстаті. Пристрій представляє собою два робочих циліндра, що вільно обертаються на осях, розміщених паралельно до осі оправи. Окрім обертання циліндрів пристрій має поздовжній рух рівний половині кроку спіралі, що навивається.

Пристрій встановлюють (за рахунок радіальної подачі з натягом відносно оброблюваної поверхні, завдяки якому робоча частина витків контактує з оброблюваною поверхнею. Робочі циліндри при цьому обтискають зовнішню кромку спіралі, що навивається, пластично деформуючи оброблювану поверхню. Відставання подачі роликів від подачі витка спіралі під час контакту здійснюють вигладжування.

Технологічний процес навивання можна здійснювати як на спеціальному обладнанні, так і верстатах токарної групи.

Для підвищення продуктивності процесу навивання та зміцнення, особливо при обробленні важко деформованих матеріалів доцільно використовувати нагрівання, яке знижує опір металу деформуванню, підвищує його пластичність і тим самим запобігає виникнення тріщин на зовнішніх кромках спіралі з деяких зміцнюваних металів. Підігрівання заготовок безпосередньо на верстаті під час навивання спіралі з таких матеріалів усуває проміжний відпал, підвищує продуктивність з одночасним покращенням якості.

Для підігрівання вихідної заготовки використовують індукційне нагрівання стрічки безперервно-послідовним способом. В цьому випадку, коли нагрівається не зразу вся поверхня заготовки, а послідовно одна ділянка за іншою, стає можливим застосування локального нагрівання деформованого металу безпосередньо в зоні деформації. Спосіб дозволяє використовувати для технологічного процесу порівняно малопотужні генератори. При відповідному підборі потужності генератора і ширини індуктора, та забезпечивши необхідні температурні параметри, можна досягнути максимального зміцнення поверхні.

Поверхневе пластичне деформування зазначеним вище способом підвищує твердість поверхневого шару та створює сприятливі напруження стиску, забезпечуючи необхідну точність гвинтових поверхонь.

УДК 621.436

О. Ляшук, к.т.н., доц., І. Колеснік, студент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМОБІЛЯ З УДОСКОНАЛЕННЯМ СТЕНДА ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ДВИГУНА

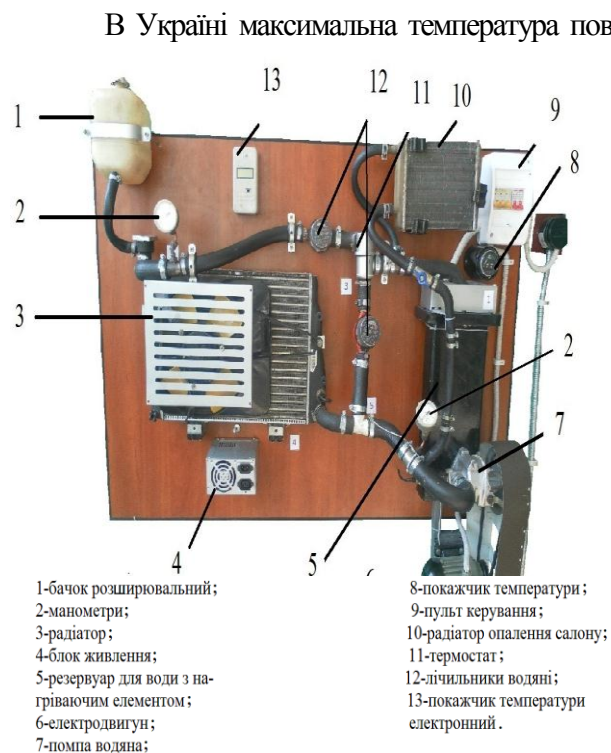


Рис.1 - Стенд для дослідження параметрів системи охолодження ДВЗ.

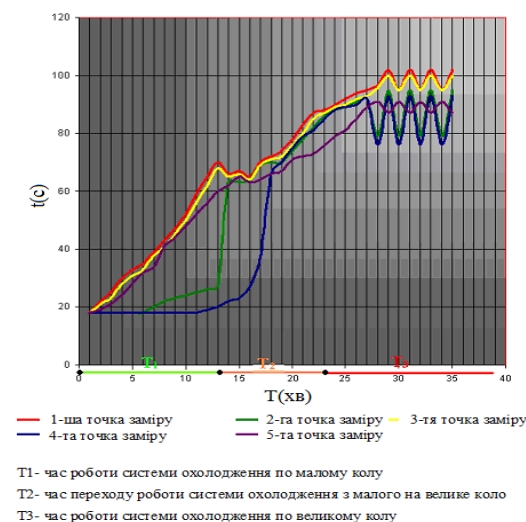


Рис.2 – Графік залежності температурних показників від

від тиску на манометрі великого кола. Різницю показників манометрів можна обґрунтувати (умовно) закритою системою малого кола.

В Україні максимальна температура повітря в літній період досягає $+39^{\circ}\text{C}$, а на півдні і південному сході країни – $+41^{\circ}\text{C}$. Максимум відносної вологості в літній період на більшій частині території України спостерігається в травні – липні і досягає 30 %. У закритих системах охолодження підтримується надлишковий тиск /до $0,02\text{ МПа}$ /, в результаті чого температура кипіння охолоджувальної рідини підвищується до 120°C . розроблений і виготовлений стенд для дослідження параметрів системи охолодження ДВЗ (рис.1) призначений для демонстрації роботи системи охолодження від початку запуску двигуна до його робочої температури. Також стенд дає можливість в реальному часі спостерігати за роботою його компонентів, проводити діагностування та зняття ряду характеристик. Конструкція стенда передбачає умови встановлення відремонтованих агрегатів за допомогою спеціальних перехідних штуцерів та кронштейнів і їх перевірку за нормальних експлуатаційних умов. За результатами дослідів, які було проведено на стенді розроблені графіки (рис.2.), на яких показано

залежність основних показників системи охолодження від часу та температури охолоджувальної рідини. Вони побудовані з достатньою точністю, що дозволяє побачити найменші зміни в технологічних залежностях системи охолодження.

Також ми бачимо, що об'єм рідини, яка проходить через мале коло менша на 2л/хв . Це можна пояснити в даному випадку різною пропускною здатністю клапанів термостата. На графіку залежності температурних показників від часу показано зміну температури в п'яти точках заміру. На графіку показано, що перша точка найгарячіша. Це можна обґрунтувати поширенням теплоти в напрямку від водяної помпи до тенів. залежності тиску рідини від часу показано, як змінюється тиск від початку нагріву і до виходу роботи стенду на робочу температуру. При цьому тиск на манометрі малого кола постійно вищий

УДК 621.39

Ю. Капаціла, к.т.н., доцент, Б. Капаціла, інженер

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ

Економіка України зараз переживає далеко не найкращі часи, але будівництво, поряд з деякими іншими галузями, продовжує працювати, давати прибуток, забезпечувати людей роботою і допомагає хоча б частково вирішувати соціально-побутові проблеми. Подальший розвиток будівництва як галузі потребує значних капіталовкладень, які, зокрема, пов'язані з розв'язуванням специфічних інженерно-технічних задач. Порівняно з іншими галузями технологічні процеси в будівництві характеризуються низькою продуктивністю, високою складністю та трудомісткістю, підвищеною небезпекою робіт, значною забрудненістю робочої зони, частою зміною зовнішніх умов. Крім того, для будівельного виробництва характерним є надзвичайно широкий спектр робіт – від підготовки будівельного майданчика і власне будівництва до монтажу устаткування і оздоблювальних робіт. Усі ці фактори, а також специфічні умови виконання робіт, зумовлюють низький рівень комплексної механізації та автоматизації будівельних процесів.

Особливо гостро особливості будівельного виробництва проявляються у зв'язку з необхідністю збільшення обсягів, підвищення якості будівництва і зниження його собівартості, а це, в свою чергу, викликає необхідність вирішення задач комплексної механізації і автоматизації будівельних процесів, що дозволить підвищити технічний рівень виробництва та продуктивність праці. При цьому вирішується важливе соціальне завдання – вивільнення людини від робіт, пов'язаних з небезпекою для здоров'я або з важкою фізичною працею, а також від виконання простих монотонних операцій, що не вимагають високої кваліфікації. Важливу роль в цьому напрямку відіграє роботизація окремих видів операцій, яка дозволить усунути ряд проблемних місць в системі комплексної механізації та автоматизації будівництва, по-новому організувати виконання робіт, а також виявити нові можливості для покращення основних показників виробництва. Роботизація передбачає створення таких методів роботи, конструкцій і компонувань машин та систем машин, які, як правило, були б неможливі, якби людина і далі була безпосереднім учасником технологічного процесу.

Сучасний рівень розвитку засобів механізації та автоматизації дозволяє роботизувати такі операції будівельного виробництва як відкопування, завантаження, розбирання залізобетонних та цегляних конструкцій, демонтаж металевих конструкцій, зняття шарів поверхонь, нанесення покриттів, буріння отворів, транспортування, перенесення предметів тощо.

Крім того, роботи використовуються в будівництві, де застосування традиційної будівельної техніки, яка керується людиною, утруднене або взагалі неможливе, наприклад, в важкодоступних і обмежених приміщеннях – тунелях, підвалах, при зведенні висотних конструкцій.

В світовій практиці нагромаджено значний досвід застосування роботів в будівництві. В наш час дослідження і розробки в галузі роботизації будівельного виробництва виконуються в багатьох країнах: Японії, США, Німеччині, Франції, Польщі, Швеції. Завдяки цим розробкам з'явилися і успішно впроваджуються у виробництво роботизовані багатоланкові механізми для подачі, розподілення, вкладання та ущільнення бетонних сумішей, спеціалізовані маніпулятори і роботи для завантажувально-розвантажувальних робіт.

Одним з лідерів в сфері роботизації будівництва є шведська фірма Brokk, яка

постачає близько 95% всіх роботів, які керуються дистанційно і можуть використовуватися в різних галузях промисловості і будівництва. Такий значний показник пояснюється високими техніко-експлуатаційними показниками обладнання, високим рівнем оснащення змінними робочими органами лише кращих виробників, таких, як Atlas Copco і Darda.

Для механізації та автоматизації піднімально-транспортних робіт в будівництві широко застосовуються маніпулятори з дистанційним керуванням вітчизняних та зарубіжних виробників, таких, як TADANO, KUKA, KATO, UNIC, SAKAI, MAEDA, CS MACHINERY і KANGLIM, УКРСПЕЦТЕХНІКА і КАМАЗ.

Досить успішним на сучасному етапі є впровадження роботів при оздоблювальних роботах. На практиці застосовуються роботи-штукатури INTONAX, автоматизовані штукатурні станції української компанії «Сервіс Буд Плюс», штукатурні машини KNAUF PFT.

На будівництві важливу роль відіграє питання транспорту, який необхідний для доставки матеріалів та їх переміщення в межах будівельного об'єкту. Задача автоматизації тут також є актуальною і одним з шляхів її розв'язування є застосування системи автономних вантажних перевезень FrontRunner, яка розроблена компанією Komatsu. Ще одним прикладом такої системи може служити транспортна платформа TerraMax від Oshkosh Defense. Комплекси такого типу здатні перевозити вантажі при обмеженій участі людини, для чого оснащені радіолокаційними станціями для кругового огляду і виявлення перешкод для руху на малій дальності.

Проте, для широкомасштабного впровадження засобів робототехніки в будівництві і створення на їх основі комплексів обладнання з автоматичним керуванням необхідне розв'язання складних інженерно-технічних задач. Ці задачі не можуть бути розв'язані за рахунок комплексної автоматизації в такому вигляді, якому вона існує зараз. Замість того, щоб автоматизувати існуючі технологічні процеси, необхідно розробити альтернативні процеси на базі принципово нових матеріалів і які були б неможливі без сучасних технологій та робототехніки.

Широкі можливості в цьому плані відкривають останні досягнення мехатроніки, зокрема розробка конструкцій міні- і мікро-роботів. Дослідження в цій галузі зараз проводять одночасно декілька наукових груп в різних країнах світу: дослідники Південно-Каліфорнійського університету в Лос-Анджелесі, фахівці Школи машинобудування при університеті Лафборо у Великобританії, учасники проекту «Minibuilders» під керівництвом Петра Новикова та Саші Йокіча в Інституті Сучасної Архітектури Каталонії (IAAC) та інші.

Дослідницька група з Університету штату Меріленд за підтримки Національного наукового фонду (NSF) розробляє конструкції мобільних платформ, оснащених системами технічного зору та інших давачів. Такі роботи можуть рухатися з дуже малою швидкістю на різних поверхнях та в різних середовищах і використовуватися для прихованого нагляду, контролю каналів, тунелів, тріщин тощо.

Група дослідників Стенфордського університету створила декілька конструкцій мініатюрних роботів «MicroTugs», які здатні перетягувати і піднімати об'єкти, які перевищують їх власну масу більше ніж в сто разів. Така розробка має багато потенційних застосувань, проте найбільш перспективним автори вважають переміщення вантажів в промисловості та на будівництві.

Таким чином, науково-технічний прогрес в будівельній галузі приносить суттєві результати. Роботи і автоматизовані машини все більше застосовуються в будівництві і дозволяють покращити основні показники ефективності і якості будівництва, позбавити людей від виконання трудомістких операцій, а будівельним компаніям – підвищити рентабельність бізнесу.

УДК 621.82

Ів.Гевко, д.т.н., А. Гупка. асп.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ШНЕКОВІ ОЧИСНИКИ ДИСКОВИХ КОПАЧІВ КОРЕНЕПЛОДІВ З Г-ПОДІБНИМИ СПІРАЛЯМИ

Враховуючи важкі умови роботи дискових копачів та високі вимоги до якості очищення коренеплодів, а також необхідність зменшення енерговитрат процесу викопування буряків розроблено дисковий копач коренеплодів із Г-подібними шнековими очисниками. Дисковий копач коренеплодів (рис. 1) виконано у вигляді рами 1 на якій встановлено основні вузли та деталі копача в тому числі і криволінійна вісь 3, на якій встановлено викопуючі диски 4. Для очищення робочих поверхонь дисків від налипання гранту встановлено шнекові очисники 2. Від попадання ґрунту в механізм приводу шнекових очисників передбачено захисний кожух 5.

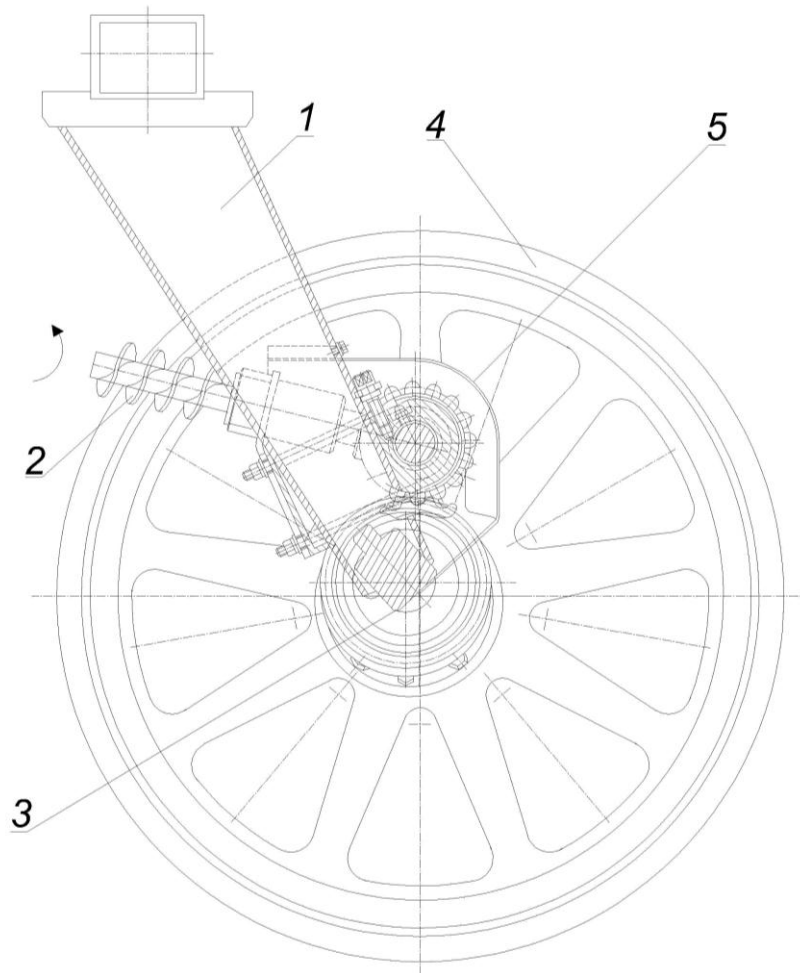


Рисунок 1 - Конструкція дискового копача коренеплодів з шнековими очисниками: 1 – рама; 2 – шнековий очисник; 3 – криволінійна вісь; 4 – диск копача; 5 – захисний кожух

Г-подібні спіралі шнеків мають значну перспективу застосування у транспортно-технологічних системах. Зокрема такі спіралі широко використовуються для подачі

сухих, вологих, клейких, кускових, волокнистих продуктів у сільськогосподарському виробництві, в харчовій, будівельній, хімічній та інших галузях промисловості тощо. Проте вони володіють додатковими характеристиками, що, в залежності від нахилу спіралі, можуть проявлятися в якості функції збільшення опору переміщення транспортованого матеріалу до поверхні переміщення, чи навпаки – зменшення тертя переміщуваного матеріалу до поверхні переміщення. В першому випадку це явище можна широко використовувати при виконанні процесів протирання чи подрібнення різних матеріалів, а в другому - при виконанні процесів відділення та підрізання різних матеріалів від поверхні переміщення.

Процес викопування коренеплодів супроводжується значним налипання ґрунту й воруху на поверхнях дискових копачів. Тому Г-подібні спіралі шнеків, якими оснащуються викопуючі пристрої, дозволяють ефективно проводити процес їх очищення, що супроводжується зняттям вороху спіраллю з робочої поверхні диска копача. Відповідно за таких умов на силу, необхідну для подолання опору переміщення матеріалу, важливе значення має вплив кута нахилу μ гвинтової спіралі у її поперечному перерізі (рис. 2). Виходячи з цього найбільш доцільно використовувати спіраль з нахиленим зовнішнім контуром у напрямку транспортування, бо вектор нормальній сили між витком і кожухом \vec{N}_1 , який діє на вантаж зі сторони витка, направлений в сторону від дотичної до кожуха під кутом γ_1 .

У радіальній спіралі ця сила практично залишається паралельною дотичній і кут γ_2 змінюється в межах близьких до нульового значення. А у спіралі, зовнішній контур якої нахилений у протилежному напрямку до напрямку транспортування, вектор сили перетинається з дотичною під значним кутом γ_3 . Якщо величина кута γ близька або рівна куту φ_T тертя, то виникає явище заклинювання.

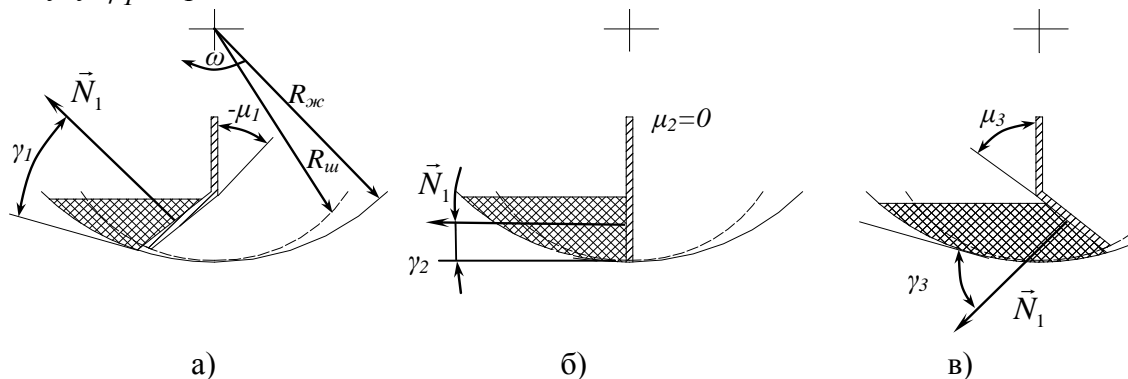


Рисунок 2 - Розрахункові схеми для визначення впливу кута нахилу гвинтової стрічки у її поперечному перерізі на процес заклинювання матеріалу: а) нахил спіралі у напрямку транспортування; б) радіальна спіраль; в) нахил спіралі у протилежному напрямку до напрямку транспортування

В результаті досліджень доведена практична доцільність використання запропонованого механізму очищення Г-подібними спіралями шнеків робочих поверхонь дисків копачів. Відповідно Г-подібні спіралі шнеків в конструкціях дискових копачів забезпечують значне зменшення енерговитрат на їх очищення від ґрунту та вороху, а також підвищують якість очищення коренеплодів. Встановлено, що найбільш ефективними з точки зору продуктивності та якості очистки дисків є Г-подібні шнеки зі спіралями, що нахилені зовнішнім контуром у напрямку транспортування.

УДК 621.326

І. Гевко, д.т.н., проф., І. Шуст

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТЕЛЕСКОПІЧНОГО ГВИНТОВОГО ЗАВАНТАЖУВАЧА

Метою удосконалення гвинтового завантажувача є підвищення його ефективності шляхом виконання телескопічного робочого органа (рис. 1), що дозволяє продуктивніше здійснювати процес завантаження сипких матеріалів.

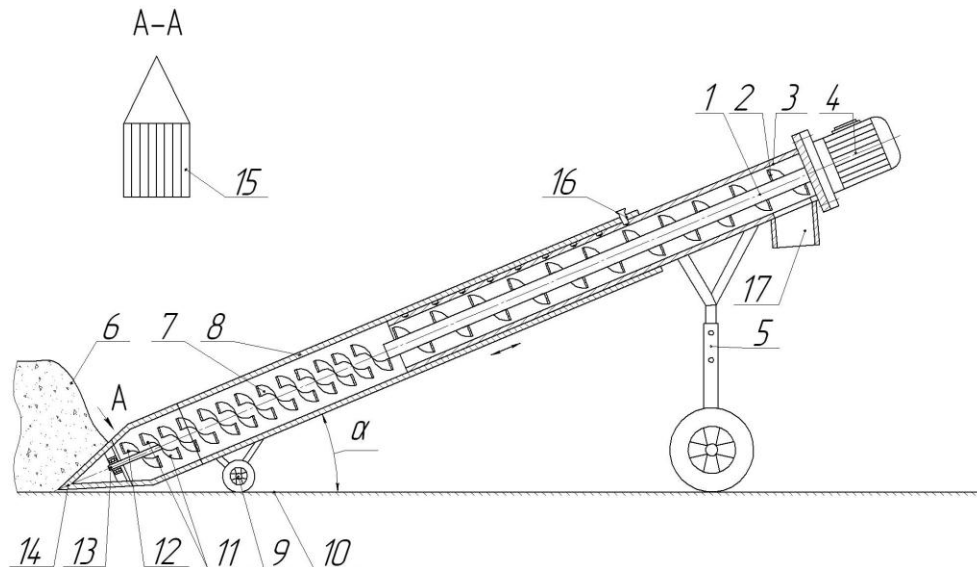


Рис. 1

Телескопічний гвинтовий завантажувач виконано у вигляді гвинта 1, який жорстко приварений до гвинтової спіралі 2, і які є у взаємодії з внутрішнім діаметром верхнього циліндричного кожуха 3 з можливістю відносно-кругового привертання від приводу 4, який жорстко встановлений під кутом α до горизонту. Верхня частина циліндричного кожуха 3 жорстко встановлена під кутом α на храповій опорі 5 відомої конструкції. З напрямленням дії в сторону насипаного сипкого матеріалу 6, з можливістю його занурення в сипкий матеріал за допомогою гвинтових елементів 7, який розміщений по всій довжині нижнього циліндричного кожуха 8 і гвинтових елементів 2 – верхнього циліндричного кожуха 3. В нижній частині нижнього циліндричного кожуха 8 жорстко встановлено нижнє опорне колесо 9, яке опирається на горизонтальну площадку 10. Два останні витки 11 конічної частини гнучкого робочого гвинта 12 жорстко з'єднанні з жорстким валом 13 для забезпечення його міцності і жорсткості. Крім цього, в нижній частині нижнього кожуха 8 виконані щілини 15 для заходу сипкого матеріалу 6. Зверху нижнього циліндричного кожуха 8 виконані циліндричні фіксатори 16, які є в періодичній залежності з верхнім циліндричним кожухом 3 по мірі переміщення нижнього циліндричного кожуха 8 вгору. Завантаження здійснюється наступним чином. Насадку 14 нижнього кожуха 8 встановлюють в матеріал 6, вмикають привід 4 і під дією гвинтових спіралей 7 та 2 матеріал через вікно 17 подається на вивантаження. По мірі забору сипкого матеріалу храпова опора 5 і нижня опора 9 здійснюють переміщення в сторону насипаного матеріалу, до тих пір, поки завантажувач не забере весь насипаний матеріал.

УДК 621.867

М. Дичковський, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МІЖОПЕРАЦІЙНІ ТРАНСПОРТНО-ЗАВАНТАЖУВАЛЬНІ МЕХАНІЗМИ З ПНЕВМОВІБРОПРИВОДОМ ДЛЯ МЕХАНООБРОБЛЮВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Характерною особливістю функціонування сучасних виробництв механічного оброблення деталей є прискорений ріст інтенсифікації транспортних процесів, що спричиняє значне збільшення частоти завантажувально-розвантажувальних і транспортно-складських операцій.

Одним із основних елементів цехових транспортно-складських процесів є між операційні переміщення. У зв'язку з розвитком потокових методів виготовлення деталей автоматизований транспорт стає невід'ємною частиною потокових ліній, особливо гнучких швидко переналагоджуваних виробничих систем.

Створення нових високопродуктивних машин і систем машин, які виконують весь виробничий процес в автоматичному циклі, вимагає швидкодіючих високонадійних та мобільних засобів транспортування і завантаження штучних заготовок робочих позицій технологічних машин. Особливо це стосується переналагоджуваних систем машин призначених для виготовлення різноманітних виробів, які запускають у виробництво часто змінними серіями або індивідуально. Транспортно-завантажувальні засоби у цьому випадку повинні забезпечувати легкість їх переналагодження та зміни режиму роботи, мати можливість транспортувати заготовки різних конфігурацій та маси, а також передбачати можливість суміщення технологічних операцій, наприклад контролю, в процесі транспортування. Для суміщення контрольних операцій з транспортуванням необхідно забезпечувати безвідривний режим переміщення деталей. Проблемою також є коли ставляться особливі вимоги, наприклад, експлуатація у вибухово- та пожаронебезпечних середовищах.

Такі якості притаманні розробленим вібраційним транспортно-завантажувальним механізмам з пневматичним приводом і асиметричним циклом коливань робочого органа. Переваги розроблених засобів дозволяють з'єднати системи і забезпечувати простоту регулювання експлуатаційних параметрів їх роботи. Це досягається за рахунок використання пневматичного генератора пульсуючого тиску стисненого повітря, який забезпечує плавне регулювання частоти та амплітуди робочого органа завантажувального пристрою. Асиметричні коливання робочого органа транспортного засобу дають можливість переміщувати у безвідривному режимі як дрібні так і масивні деталі з достатньо високою швидкістю.

Конструкції вібраційних транспортно-завантажувальних механізмів з пневматичним вібраційним приводом виконані у вигляді прямолінійних лотків - транспортерів та бункерних накопичувачів. Продуктивність та надійність вібраційних завантажувальних механізмів з асиметричним циклом коливань робочого органа забезпечують на стадії проектування правильним вибором способу орієнтації заготовок та розрахунком його параметрів.

Розроблена система регулювання роботою вібраційних завантажувальних пристроїв з пневмовіброприводом може здійснюватися за програмою, що дає можливість підключати управління транспортно-накопичувальних систем до пульта управління комплексно автоматизованих технологічних систем, наприклад механічного оброблення.

УДК 621.82

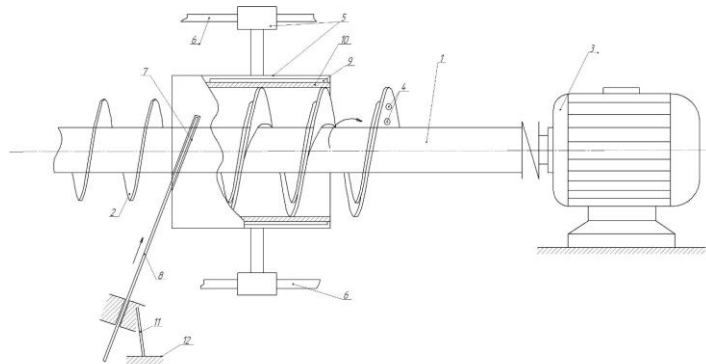
О. Катрич, І. Гевко

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПРИСТРІЙ ДЛЯ НАВИВАННЯ ГВИНТОВИХ СПІРАЛЕЙ ОБЕРТОВОЮ ВТУЛКОЮ

Пристрій для навивання гвинтових спіралей обертовою втулкою (рис. 1) виконано у вигляді оправки 1, торцева поверхня якої виконана у вигляді калібруючої гвинтової поверхні 2 і жорстко кріпиться до приводу 3 та корпусу (на кресленні не показано). В правій частині оправки 1 на торцевій поверхні гвинтової поверхні 2 міститься кріпильний елемент 4 відомої конструкції. Пристрій оснащений пустотілою обертовою формувальною втулкою 5, яка розташована на оправці 1 в направляючих 6 корпуса. Обертова формувальна втулка 5 в лівій частині містить установчий паз 7 для захоплення й направлення полоси 8, а в правій частині оснащена внутрішнім радіально-упорним підшипником 9, в якому закріплено притискну втулку 10.

В разі потреби пристрій оснащений елементом нагріву струмом високої частоти 11 відомої конструкції, який жорстко закріплений до рами 12.



Робота пристрою здійснюється наступним чином. Перед проведенням навивання формувальна втулка 5 відводиться по направляючих 6 у крайнє праве положення, полоса 3 закріплюється елементом 4 в правій частині оправки 1 на торцевій поверхні гвинтової поверхні 2. Далі формувальну втулку 5

Рис. 1 Пристрій для навивання гвинтових спіралей обертовою втулкою

переміщують у ліво до введення полоси 8 в установчий паз 7. Після цих підготовчих операцій включають привід і оправка 1 з гвинтовою поверхнею 2 повертається, і при цьому починає здійснюватися технологічний процес формоутворення гвинтової спіралі з полоси 8 по зовнішньому діаметру в обертальній притискній втулці 10 з поступальним її рухом у ліво в формувальній втулці 5, та по торцевій поверхні гвинтової поверхні 2 оправки 1. Після завершення процесу навивання спіралі пристрій зупиняється, формувальну втулку 5 переміщують у крайнє положення, оправка 1 відкріплюється від корпусу (відомим способом, що на кресленні не показано), спіраль відкріплюється елементом 4 від гвинтової поверхні 2 і згвинчується в ліво з оправки 1.

В разі потреби – навивання широкосмугових полос використовують елементи 11 струмів високої частоти відомим способом.

До переваг запропонованого пристрою відноситься розширення технологічних можливостей і навивання спіралей різної ширини (в т.ч. широкосмугових) та зниження енергозатрат процесу навивання (зменшення зусилля навивання).

УДК 621.356.2

М. Левкович

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Ю. Тарасюк

Вінницький національний аграрний університет

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТРАНСПОРТУВАННЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ ГВИНТОВИМ ЗАВАНТАЖУВАЧЕМ

Сучасний рівень розвитку усіх галузей народного господарства України вимагає значного підвищення техніко-економічних показників засобів механізації і автоматизації технологічних процесів, особливо підвищення їх вантажопідйомності і розширення технологічних можливостей. Одним з найважливіших критеріїв роботи гвинтових конвеєрів (ГК) вважається продуктивність, яку необхідно забезпечувати як найбільшою за мінімальних енерговитрат. Тому для реалізації ефективного процесу перевантаження матеріалів з допомогою ГК необхідно забезпечувати їх оптимальне завантаження. При цьому слід врахувати, що завантаження ГК може відбуватися через бункери, насадки і завантажувальні пристрої. Функціональне призначення бункерів ГК – накопичення, короткочасне зберігання та регульоване (нерегульоване) чи дозоване відвантаження матеріалу до вивантажувальної магістралі ГК за умови запобігання явища перевантаження шнека. За формою бункери ГК бувають квадратними, прямокутними, круглими (конічними, циліндричними), коритоподібними тощо. Функціональне призначення насадок ГК – бездеформаційний ввід спіралі в матеріал, її безпечна робота та здійснення оптимального завантаження кожуха ГК за умови запобігання явища перевантаження технологічного характеру і поломок транспортних засобів [8]. Насадки ГК поділяються на ті, за допомогою яких регулюється процес завантаження магістралей (з регульованими отворами) і ті, що не забезпечують процес регулювання (з постійними отворами).

З метою достовірної оцінки транспортування сипучих матеріалів під час проведення експериментальних лабораторних досліджень, необхідну кількість вимірів показників, що контролюються (повторність дослідів), визначали за відомою методикою, при цьому досліди проводили у трикратній повторності. Отримані результати розрахунків зводили у таблиці результатів експериментальних досліджень. Оброблення отриманих результатів експериментів проводили за допомогою загальновідомої методики та аналізу проведених експериментальних досліджень.

Графічні значення залежностей для визначення продуктивності транспортування в горизонтальному та перпендикулярному гвинтовому завантажувачі при використанні матеріалу (пшениця, кукурудза, висівки) представлено на рис. 1-3., а для перпендикулярного на рис. 4-6. Для цього використовували програмне забезпечення "Statistica-6.0" for Windows, за допомогою якого побудували графічне відтворення регресійних моделей у вигляді квадратичних поверхонь відгуку та їх двомірних перерізів.

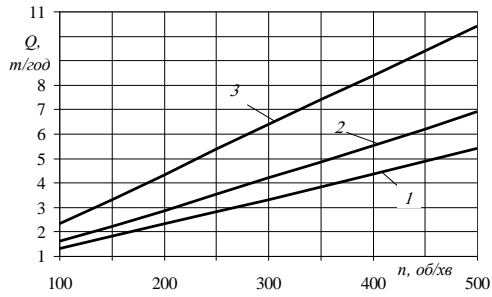


Рис. 1 Залежності продуктивності гороху $Q_{\text{кукурудзи}}(D, K_3)$ від діаметра труби та коефіцієнта заповнення при частоті $n = 350$ об/хв

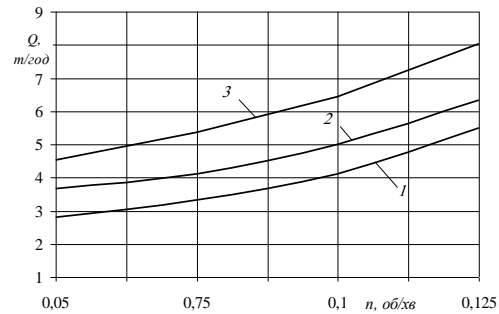


Рис. 2 Залежності продуктивності пшениці $Q_{\text{пшениці}}(n, K_3)$ від частоти обертання та коефіцієнта заповнення при діаметрі труби $D = 0.1$ м

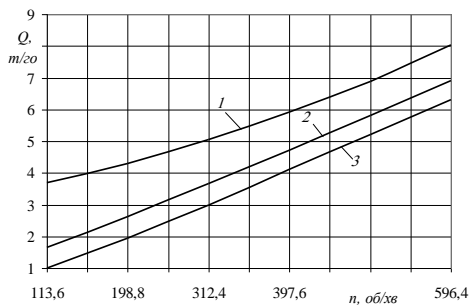


Рис. 3 залежності продуктивності висівки $Q_{\text{висівки}}(n, D)$ від лінійної швидкості та діаметра труби при коефіцієнті заповнення $K_3 = 0,5$

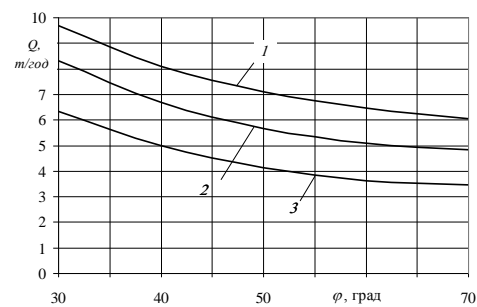


Рис. 4 Нахилений ГРО ($D = 125$ мм) 1 – $n = 795,2$ об/хв.; 2 – $n = 596,4$ об/хв.; 3 – $n = 397,6$ об/хв.

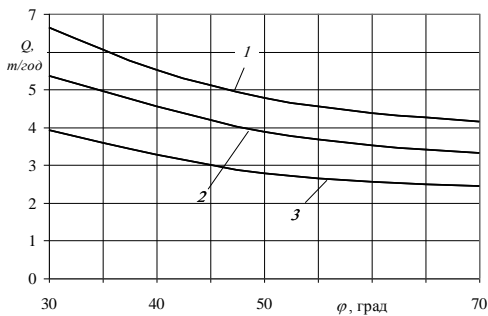


Рис. 5 Нахилений ГРО ($D = 100$ мм) 1 – $n = 795,2$ об/хв.; 2 – $n = 596,4$ об/хв.; 3 – $n = 397,6$ об/хв.

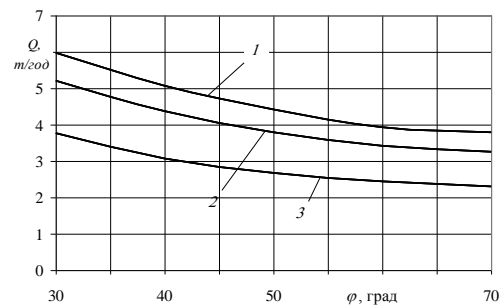


Рис. 6 Нахилений ГРО ($D = 75$ мм) 1 – $n = 795,2$ об/хв.; 2 – $n = 596,4$ об/хв.; 3 – $n = 397,6$ об/хв.

На основі проведеного комплексу експериментальних досліджень виведено регресійні залежності для визначення продуктивності транспортування гвинтовим завантажувачем для матеріалів пшениця, кукурудза, висівки і визначенні коефіцієнти регресії рівняння продуктивності транспортування. Встановлено, що суттєво на момент транспортування і продуктивність впливає внутрішній діаметр труби, коефіцієнта заповнення і частота обертання при горизонтальному транспортування.

Побудовані поверхні відгуку залежності продуктивності транспортування гвинтовим завантажувачем з використанням програмного забезпечення "Statistica-6.0" for Windows, і встановлено, що максимальна продуктивність для пшениці складає 12 т/год.

УДК 621.86

Ю. Павельчук, к.т.н.

Кам'янець-Подільський агротехнічний університет

Ю.М. Тарасюк

Вінницький національний аграрний

В.М. Клендій, Т.Д. Навроцька

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

КОНТРОЛЬНІ ПРИСТРОЇ ДЛЯ ЗАМІРУ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ГВИНТОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ

Однією з фінішних операцій технологічних процесів виготовлення гвинтових деталей є їх контроль. Простота конструкції й точність контрольних пристроїв визначає якість і продуктивність контрольних операцій. Контрольні пристрої мають велику кількість контрольованих параметрів, тому для забезпечення зменшення часу на проведення контрольних операцій необхідно забезпечити одночасний контроль максимально можливої кількості цих параметрів. Саме такі принципи закладені в контрольні пристрої для контролю конструктивних параметрів гвинтових робочих органів. Представлено конструкції контрольних пристроїв для заміру конструктивних параметрів основних типів корпусних деталей і їх шорсткості.

На рис 1.а зображено контрольний пристрій для заміру параметрів гвинтових гофрованих робочих органів, який виконано у вигляді плити-основи, штанги і рухомої каретки, яка встановлена на напрямних з можливістю осьового переміщення, механізму приводу, вимірювального перетворювача і пристрою обробки та видачі результатів вимірювання, який відрізняється тим, що вимірювальний елемент виконано у вигляді державки конусної форми з центральним наскрізним отвором малого діаметра, який в кінці є збільшеним і є у взаємодії з кулькою, і яка з другої сторони є у взаємодії з гофрованою поверхнею шнека заданого профілю, і яка за вальцьована з кінця з можливістю кругового повертання, а з зверху державки посередині довжини виконана відкрита маслянка виїмка, яка з'єднана з центральним отвором і поверхнею кульки., причому радіуси впадин гофр повинні бути більші діаметрів кульок в зоні середнього і зовнішнього діаметрів.

На рис 1. б зображено шнекомір, який виконано у вигляді штанги з масштабною лінійкою, нерухомої і рухомої губок, рами зі шкалою ноніуса, стопорного гвинта, а знизу рухомої рамки виконана рейка, яка є у взаємодії з шестернею з можливістю кругового повертання в рухомій рамці ноніуса, який відрізняється тим, що товщина нерухомої і рухомої губою є більшою кроку шнека, а посередині довжини рухомої ніжки в сторону вимірювальної деталі встановлено прямокутну базуючи призму, при вершині якої встановлено плаваючий вимірювальний елемент, підпружинений в сторону вимірювальної поверхні, а внизу в нерухомій ніжці по її довжині виконано Т-подібний паз, який є у взаємодії з штангою на якій нанесено шкалу ноніуса для вимірювання кроку шнека з радіальним упором з можливістю осьового переміщення і стопорним гвинтом, при цьому у нерухомій губці виконано наскрізний ступінчастий отвір в зоні зовнішнього діаметра шнека, який є у взаємодії з ніжкою профілометра, яка з нерухомою і рухомою губками під'єднані до аналого цифрового перетворювача і персонального комп'ютера.

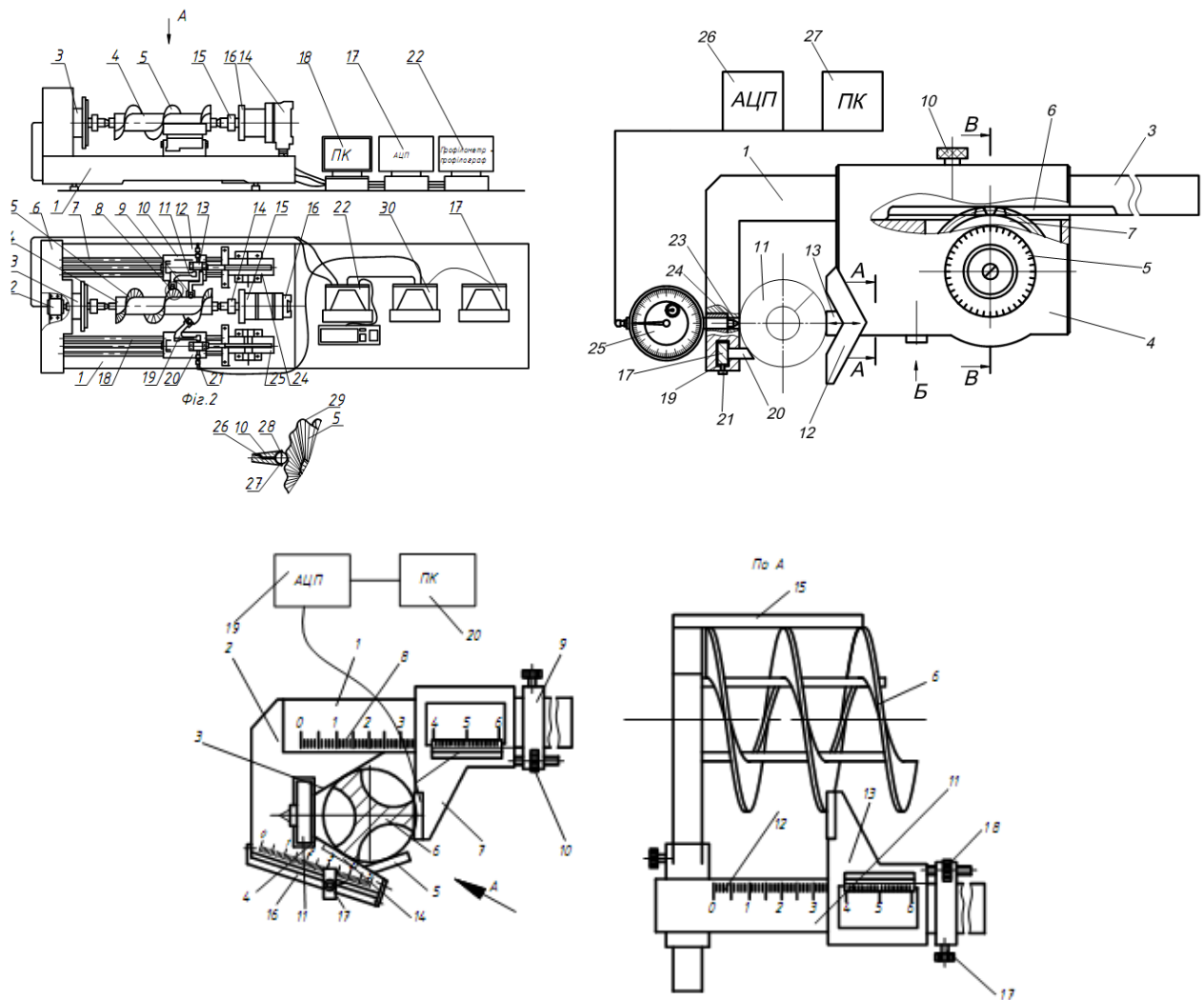


Рисунок 1 Контрольні пристрої для заміру конструктивних параметрів гвинтових робочих органів:

- а) контрольний пристрій для заміру параметрів гвинтових гофрованих робочих органів патент №52272; б) шнекомір патент №72993; в) штангеншнекомір для заміру конструктивних параметрів шнеків патент № 44148.

На рис 1.в зображено штангеншнекомір для заміру конструктивних параметрів шнеків, які виконано у вигляді штанги з нерухомою і рухомою губками, ноніуса і механізму точної наладки, який відрізняється тим, що до вільного нижнього кінця нерухомої губки перпендикулярно жорстко встановлено опору довжиною більшою двох – трьох кроків шнека, знизу на нерухомій губці нанесена шкала ноніуса і знизу паралельною до неї жорстко встановлено направляючу з зазором, в який встановлено лівий кінець опори з можливістю її вільного переміщення і жорсткою фіксацією гвинтом, а в зоні перетину двох робочих поверхонь нерухомої губки жорстко встановлено перпендикулярну штангу до основної штанги з ноніусом і рухомою додатковою губкою, крім цього довжина основної нерухомої і рухомої губок інструменту є більшою двох кроків шнека, а поверхні заміру конструктивних параметрів робочих поверхонь шнеків підключені до аналогово-цифрового перетворювача (Altivar) і персонального комп'ютера.

УДК 621.867

Л. Данильченко, к.т.н., доцент; А.Матвійчук к.т.н., професор

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ НА ТОЧНІСТЬ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ

Вплив залишкових напружень позначається на точності деталі через їх перерозподіл як у заготовці в процесі її оброблення, так і в готовій деталі. Перерозподіл залишкових напружень у заготовці породжує її деформацію, що викликає похибки оброблення після операції і на наступній операції за рахунок викривлення форми технологічних баз і порушення їх відносного розташування. Величина залишкових напружень, характер їх перерозподілу залежить від методу одержання заготовки і її оброблення. При одержанні заготовки литтям виникають внутрішні напруження внаслідок того, що температура товстих і тонких частин виливки є неоднаковою при переході з області пластичних в область пружних деформацій. Чим повільніше відбувається охолодження виливки в цьому інтервалі температур і чим менше різниця в товщині її стінок, тим менші залишкові напруження отримуються в остиглій заготовці. Якщо піддати виливку механічному обробленню, то наявна в ній рівновага залишкових напружень внаслідок зняття поверхневих шарів металу порушується і заготовка деформується. Ця деформація відбувається не миттєво, а протягом тривалого часу. При передачі попередньо обробленої заготовки на наступну операцію деформація триває і після приймання готової деталі, що ускладнює складання та наступну її експлуатацію.

При одержанні заготовки вільним куванням або гарячим штампуванням залишкові напруження виникають внаслідок нерівномірного охолодження заготовок і особливо суттєво позначаються при нераціональній конструктивній їх формі. Ці напруження мають великий вплив на деформацію нестійких, маложорстких заготовок.

При одержанні заготовки методом пластичного деформування виникає наклеп і, як наслідок, внутрішні напруження. При прокатуванні і волочінні прутків матеріал із зовнішньої поверхні деформується сильніше, чим усередині. Тому в таких заготовках спостерігаються значні залишкові напруження розтягу в поверхневих шарах і напруження стиску усередині. При точінні недостатньо точно зцентрованої заготовки із прокату знімається нерівномірний припуск. У результаті виникає порушення рівноваги напружень і оброблена деталь помітно викривляється. З тієї ж причини прорізування довгих шпонкових канавок у заготовках із прокату часто веде до скривлення деталей. Небажаний вплив залишкових напружень може бути усунутий віджигом заготовок.

Часто заготовки піддають холодному виправленню, після чого виникають залишкові напруження. Виправлення до оброблення зменшує припуски та скорочує час виконання операції. Якщо заготовка після холодного виправлення піддається обробленню, то рівновага залишкових напружень, отримана в результаті виправлення, порушується і заготовка деформується. Якщо виправленню піддають готові деталі, то в їх матеріалі виникають зрівноважені залишкові напруження. З часом спостерігається скривлення виправлених деталей, через що у вузлі може відбутися порушення зазорів.

При термічному обробленні виникають внутрішні напруження, що є наслідком нерівномірності нагрівання й охолодження деталей, а також результатом структурних змін їх матеріалу. Термічні напруження викликають деформацію (жолоблення) деталей і часто бувають настільки великими, що від їх дії виникають тріщини. Деформації при термічному обробленні впливають на точність деталі та величину припуску під наступне механічне оброблення.

УДК 621.867

Л. Данильченко, к.т.н., доцент, В. Бобрик

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕНСИВНОГО ЗМІЦНЕННЯ МЕТАЛУ НАВКОЛО ОТВОРІВ У ЛИСТОВИХ ЗАГОТОВКАХ

При отриманні отворів в листових заготовках пробиванням або обробленням різанням поверхневі шари металу мають механічні дефекти, які в подальшому призводять до зниження механічних властивостей місць з'єднання листових заготовок і профілів, які працюють в умовах циклічного навантаження. В окремих типах з'єднань, для збільшення їх надійності і довговічності, виконують додаткове зміцнення поверхонь заготовок, металу навколо отворів за допомогою холодної пластичної деформації, що забезпечує підвищення їх механічних властивостей.

Одним із відомих методів підвищення чистоти внутрішньої поверхні отворів є проведення багаторазового дорнування. В листовій заготовці пробиванням або обробленням різанням попередньо виконують отвір, а потім виконують дорнування з різним натягом. Недоліками такого методу є невелика глибина пропрацювання структури металу пластичною деформацією навколо отворів, а також утворення заусенців на нижньому торці заготовки та витрати металу на утворення отворів.

Другий відомий спосіб зміцнення металу навколо отворів – це формування концентричних канавок. В листовій заготовці попередньо виконують отвір, а потім за допомогою пуансонів виконують зміцнення металу за рахунок формоутворення концентричних канавок, при цьому метал заповнює зазор між отвором і оправкою. Недоліками такого способу є утворення канавок на поверхнях листових заготовок, неможливість одержання рівномірної структури металу пластичною деформацією в тонколистових заготовках по висоті та витрати металу на утворення отворів.

Запропоновано дві схеми технології зміцнення металів навколо отворів. Перша - містить наступну послідовність операцій, коли попередній отвір в заготовці формується одним пуансоном. На першій операції пуансон вдавлюється в заготовку, яка розміщена на опорі. Течія металу проходить назустріч пуансону з утворенням виступу на поверхні заготовки. Друга операція - пробивання за допомогою пуансону перемички в заготовці, розміщеної на матриці. На третій операції пуансоном з оправкою виконується осаджування виступу на поверхні заготовки, яка встановлена на опорі. Об'єм металу виступу перетікає в зазор між оправкою і отвором, який має місце перед осаджуванням.

Відмінність наступної технології полягає в тому, що попередній отвір в заготовці формується двома пуансонами. Формування отвору двома пуансонами забезпечує рівномірне пропрацювання структури металу пластичною деформацією по всій висоті заготовки з утворенням виступів на нижній і верхній поверхнях заготовки. На другій операції в заготовці, яка розміщена в матриці, пуансоном виконується пробивання перемички. Третя операція включає осаджування виступів в заготовці, встановленій на опорі, за допомогою пуансону з оправкою. Об'єм металу виступів заповнює зазор між оправкою і отвором.

Наведені технології, в порівнянні з попередніми, зменшують витрати металу на утворення попередніх отворів у профілях або листових заготовках завдяки застосуванню операції видавлювання двома пуансонами. Для моделювання таких технологій використовується програмний комплекс DEFORM, який дозволяє аналізувати переходи процесів оброблення металів тиском з урахуванням технологічної спадковості після кожного переходу.

УДК 62.521

М. Стахів, ст. гр. КАМ-51, І. Козбур асистент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО МЕТОДУ ВИМІРЮВАННЯ В'ЯЗКОСТІ РОЗЧИНІВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОВЕРХОНЬ

Науковий керівник: к. т. н., проф. Проць Я. І.

При підготовці поверхонь до автоматизованого нанесення покриттів важливий контроль чистоти та в'язкості миючих сумішей для очищення поверхонь. Суміші пускаються на повторні цикли, але в певний момент їх слід замінювати повністю. Тому важливо виміряти кількість дисперсних домішок і визначити чи можливе повторне використання миючих речовин.

На даний момент найпоширенішими методами такого контролю є ротаційна та вібраційна віскозиметрія. Проте в них є певні недоліки. Безпосередній контакт чутливого елемента віскозиметра із вимірним середовищем призводить до його передчасного зношування і відповідно зниження точності вимірювань. Розробка безконтактних методів контролю в'язкості дозволить уникнути вище перелічених недоліків.

Даний метод базується на вимірюванні параметрів поширення ультразвукових хвиль у контрольованому середовищі, а саме, визначенні їх швидкості та коефіцієнту затухання. Відповідно, в'язкість розраховують за формулою Муні, – $Mh = Z_1(\rho \alpha c^3 / \omega^2 [1 + (\frac{\alpha c}{\omega})^2])^2$, де Mh – в'язкість по Муні; Z_1, Z_2 – const; ρ – густина контрольованого середовища; α – коефіцієнт затухання; c – швидкість коливань; ω – частота коливань.

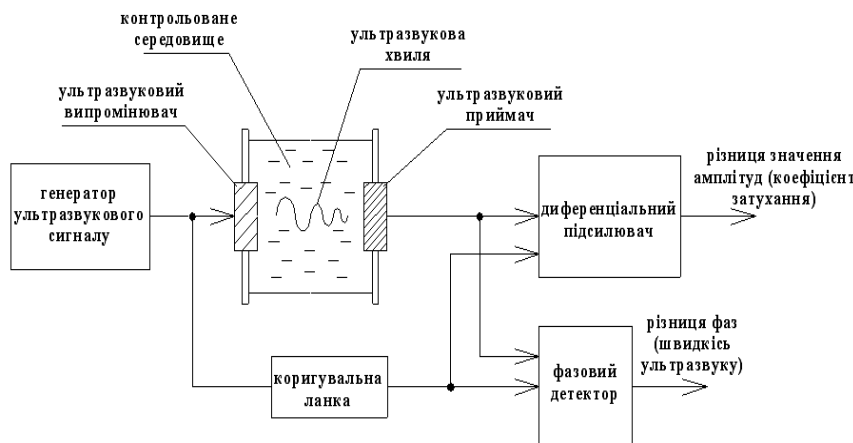


Рис. 1. Функціональна схема установки

Функціональну схему установки для визначення коефіцієнта затухання та швидкості ультразвуку зображено на рисунку 1.

Залежності коефіцієнта затухання та швидкості ультразвуку в середовищі від в'язкості контрольованого продукту по Муні представлені на рисунку 2.

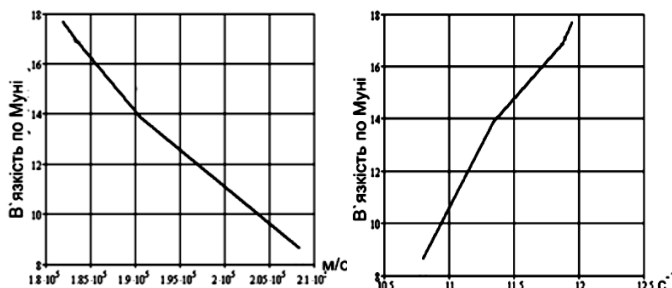


Рис. 2. Залежність коефіцієнта затухання та швидкості ультразвуку в середовищі від в'язкості контрольованого продукту

Визначене значення в'язкості застосовують для коригування умов технологічного процесу. Контроль в'язкості продукту дозволяє оцінити його якість і визначити чи можливе його повторне використання. Якщо кількість дисперсних домішок перевищує максимально допустимі значення це означає, що розчин слід замінити повністю.

УДК 621.86

М. Дичковський, к.т.н., доцент; А. Парійчук, студент гр. МТмз-61

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРОФІЛЬНИХ ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК

На послідовність операцій формоутворення профільних гвинтових заготовок (ПГЗ) визначальний вплив має форма гофр ПГЗ, яка може бути контрольована і неконтрольована. Найширше використання одержали ПГЗ із неконтрольованою формою гофр, оскільки деталі, виготовлені на основі ПГЗ, виконують функції, переважна частина яких не залежить від форми гофр. Особливості виготовлення ПГЗ з контрольованою і неконтрольованою формою гофр представлено на рисунку 1.

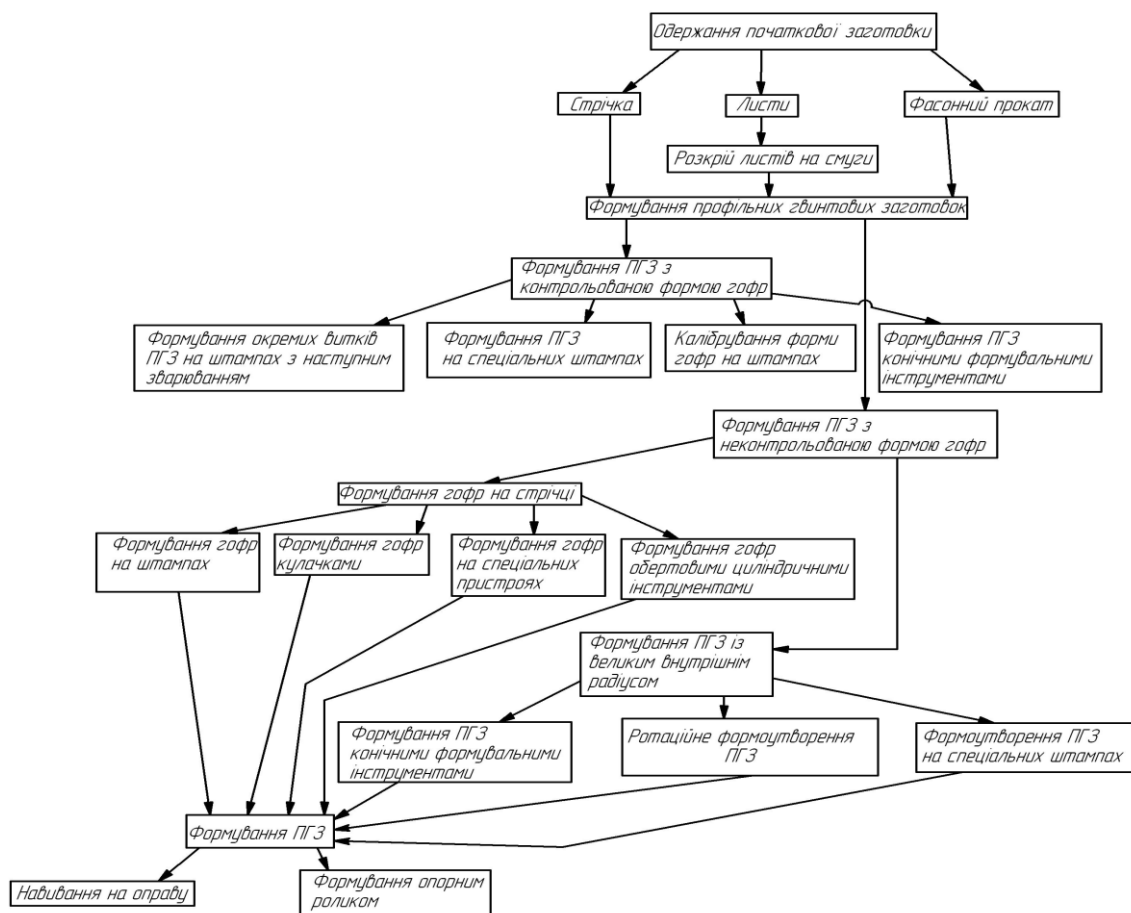


Рис. 1. Послідовність операцій формоутворення ПГЗ з контрольованою та неконтрольованою формою гофр

Довжину стрічки для виготовлення ПГЗ визначають за формулою:

$$l_{CT} = \frac{m \cdot \sqrt{4\pi^2 R_3^2 + T^2}}{T_1} \cdot \left(2l_n + \frac{\beta_p \cdot \pi}{90} \sqrt{R_r \cdot r_r} \right),$$

де m – кількість витків ПГЗ; T – крок витків ПГЗ; T_1 – крок гофр; l_n – довжина прямолинійної частини гофри на зовнішньому радіусі ПГЗ; β_p – кут радіусної частини гофри; R_r – зовнішній радіус гофри в місці згину; r_r – внутрішній радіус гофри в місці згину. Довжину стрічки потрібно уточнювати при виготовленні пробної партії деталей.

УДК 621.86

А. Дячун, к.т.н., доцент; Д. Бурак, студент гр. МТмз-61

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ МЕТОДІВ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ГВИНТОВИХ ГОФРОВАНИХ ЗАГОТОВОК

Гвинтові гофровані заготовки мають широке використання в агропромисловому комплексі та інших галузях народного господарства, зокрема їх використовують в теплообмінниках, в пристроях для змішування сипких речовин, в генераторах, нагрівачах тощо. Одним із основних способів виготовлення гвинтових гофрованих заготовок є прокатування тонколистової стрічки між формувальними зубчастими колесами з наступним навиванням на оправку. Проте такі процеси не завжди призводять до необхідної точності зовнішніх і внутрішніх діаметрів гвинтових гофрованих заготовок, крім того на стрічках можуть утворюватись заусенці чи інші дефекти в процесі їх розрізування дисковими ножницями. Також механічна обробка гвинтових гофрованих заготовок необхідна при їх відновленні.

В наукових працях розглянуто проточування гвинтових гофрованих заготовок на токарно-гвинторізних верстатах звичайними способами, що застосовуються при обробці суцільних циліндричних поверхонь. Ці способи не завжди відповідають поставленим вимогам точності і якості поверхонь. Під час процесу проточування прохідний різець знаходитиметься у стані постійних ударів, що лімітовані частотою гофрування (до 20 – 40 ударів за оберт). При цьому частота ударів є змінною і залежить від місця проточування. Наявність значних зовнішніх періодичних динамічних навантажень може призвести до явища резонансу в певних ланках верстату.

Аналіз факторів, які впливають на процес проточування прохідними різцями показує, що внаслідок малої товщини і жорсткості стрічки гвинтової гофрованої заготовки проточування необхідно проводити на максимально можливій швидкості з малою подачею та глибиною різання. Глибина різання визначається в основному припуском на оброблення (хоча можливе проточування і за декілька проходів). Небажаним є збільшення глибини різання понад величину товщини полотна гвинтової гофрованої заготовки, що може призвести до задирів та згинання.

На основі приведеного аналізу нами запропоновано декілька способів подолання вищеписаних перешкод при кінцевій механічній обробці гвинтових гофрованих заготовок. Перший спосіб полягає у проточуванні гвинтової гофрованої заготовки на верстаті з ЧПК. При цьому процесі величина подачі фасонного різця рівна кроку гвинтової гофрованої заготовки, а ширина різальної кромки різця повинна бути більшою висоти гофр гвинтової гофрованої заготовки.

Суть наступного методу заключається в тому, що для проточки використовуються фасонні різці, ширина різальної кромки яких більша величини кроку гвинтової гофрованої заготовки, при цьому здійснюється лише поперечна подача перпендикулярно до вісі обертання гвинтової гофрованої заготовки на необхідну величину припуску. Тим самим ми уникаємо основні удари, залишається лише удар при врізанні різця.

Третій метод механічної обробки гвинтових гофрованих заготовок – силове шліфування витків на круглошліфувальних верстатах. Цей метод забезпечує низьку глибину і значну швидкість різання. Ширина круга може досягати повної довжини гвинтової гофрованої заготовки, тобто одночасній обробці піддаються усі витки. Якість і точність оброблюваних поверхонь найвищі у порівнянні із вищевказаними методами.

УДК 621.86

М. Паньків, к.т.н., доцент; І. Гірняк, студент гр. МТмз-61

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

БЕЗВІДХОДНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ТОНКОЛИСТОВИХ ДИСКОПОДІБНИХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Широкого розповсюдження набуло використання в різноманітних технічних системах дископодібних тонколистових деталей із внутрішніми отворами та рівномірно виконаними по колу фасонними впадинами. Типовими прикладами таких деталей є напівсепаратори шарикових радіальних підшипників кочення, диски муфт зчеплення, диски гальмівних систем та інші. Товщина матеріалу таких деталей дорівнює від 0,3мм. до 1,5мм. Основними конструктивними параметрами є зовнішній діаметр диска, діаметр отвору, глибина і кількість фасонних впадин.

Традиційний технологічний процес виготовлення таких деталей є наступний:

1. Вирубання диска.
2. Пробивання центрального отвору.
3. Гнуття гофр на заготовці.
4. Формування фасонних впадин.

Усі вище вказані переходи виконуються на пресах в спеціальних штампах. Приведений технологічний процес має основні недоліки: значний розхід матеріалу (до 80%), виробництво вирізняється високою трудомісткістю і вимагає значних виробничих площ. Тому більш технологічними є методи, при яких формування дисків проходить із стрічкової заготовки. Одним із таких методів є наступний:

1. Навивання стрічки на ребро в спіраль на оправку.
2. Розрізання спіралі на витки дисковою фрезою.
3. Вирівнювання кінців витків.
4. Зварювання опором витків в місцях розрізу.
5. Зняття зварних заусенців.
6. Гнуття гофр на диску в штампі.
7. Формування фасонних впадин в штампі.

Основна складність даного процесу полягає в тому, що при значній величині співвідношення зовнішнього діаметра диска до діаметра внутрішнього отвору процес навивання стрічки супроводжується втратою стійкості і значними деформаціями, а, отже, і великими силами деформації. При цьому виготовлення таких спіралей можливе лише із матеріалів з високою пластичністю. До того ж при розрізанні спіралі дисковою фрезою частина матеріалу відходить у стружку (до 5%). Проаналізувавши вищевказані методи, пропонуємо наступну прогресивну технологію:

1. Прокатування стрічки між двома конічними колесами із рівномірно виконаними по колу формувальними зубами, кількість яких рівна кількості фасонних впадин на диску. При чому остання пара зубів виконана у вигляді косих ножів, що розрізають стрічку в поперечному напрямку при повному обертанні конічних коліс. Внаслідок цього переходу відбувається формування одного витка з рівномірно виконаними по колу гофрами.

2. Вирівнювання кінців витка.
3. Зварювання опором витків в місцях розрізу.
4. Зняття зварних заусенців.
5. Формування фасонних впадин в штампі на пресі.

Дана технологія знижує витрати енергії, зменшує трудомісткість та необхідні площі під обладнання, дозволяє використовувати до 99,5% матеріалу, понижує собівартість готової продукції, легко піддається автоматизації.

УДК 531.374

П. Босюк асистент, М. Левкович к.т.н, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПОВОРОТНИЙ ХРАПОВИЙ МЕХАНІЗМ ПОДВІЙНОЇ ДІЇ

Створення нових типів машин і механізмів машин різного службового призначення вимагає також створення відповідних приводів сприяє подальшому розвитку виробництва, розширення їх технологічних можливостей, підвищення продуктивності праці за рахунок удосконалення їх конструкцій і технології виготовлення. Серед них особливе місце займають механізми, які за своїми функціональними призначеннями повинні забезпечити передачу обертових рухів в одному або у двох напрямках. У зв'язку з цим обґрунтування параметрів технологічних процесів виготовлення деталей спеціальних механізмів двохсторонньої дії, розроблення технологічного оснащення, різальних і вимірювальних інструментів є актуальною задачею машинобудівного виробництва України.

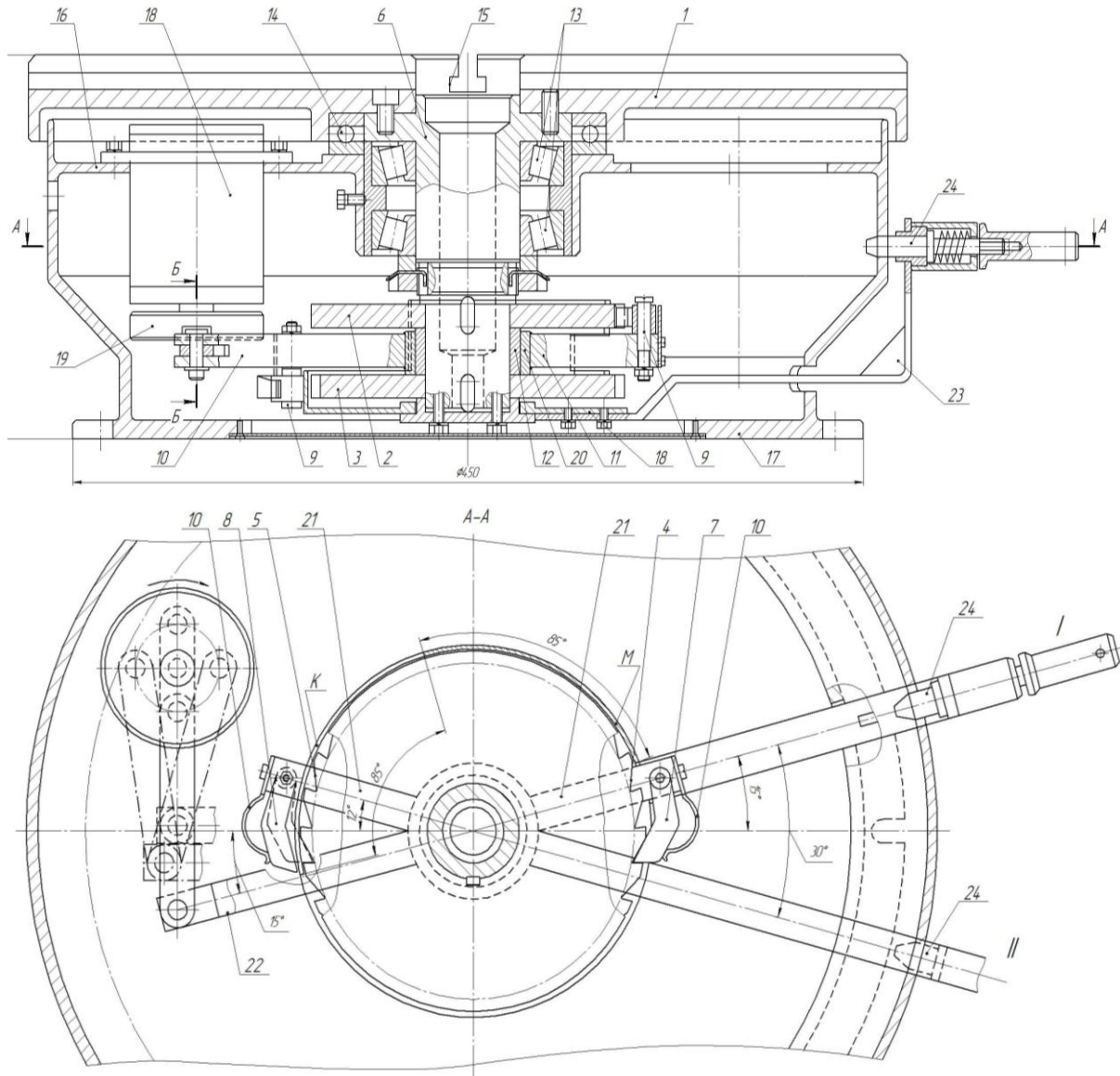


Рисунок 1 - Поворотний храповий механізм подвійної дії

Крім безперервного обертального руху, в машинах дуже часто застосовується переривчасте обертальний рух. Такий рух здійснюється за допомогою так званого храпового механізму.

Поворотний храповий механізм подвійної дії виконано у вигляді поворотного стола 1 на якому встановлені всі вузли деталі. Пристрій оснащений двома храповими колесами верхнім 2 і нижнім 3 з храповими зубами 4 верхнє з напрямком руху за годинниковою стрілкою і нижнє 3 з храповими зубами 5 з напрямком руху проти годинникової стрілки. Ці храпові колеса жорстко закріплені на вертикальному валу 6 з можливістю кругового провертання. Верхнє храпове колесо 2 оснащено правою храповою собачкою 7, а нижнє храпове колесо 3 оснащено лівою храповою собачкою 8, які встановлені на поворотних осях 9 з можливістю коливного переміщення, які притиснуті до храпових коліс притискними пружинами 10. Поворотні осі 9 жорстко встановлені з двох діаметрально протилежних місцях на поворотному кронштейні 11, який через латунну втулку 12 встановлено на вертикальному валу 6.

У верхній частині стола на валу 6 на підшипниках кочення 13 жорстко встановлено поворотний стіл 1, який знизу опирається на упорний підшипник 14 з Т-подібним пазом 15, який служить для закріплення оброблюваних деталей. Під поворотним столом 1 знизу на поперечній основі 16 корпусу 17 жорстко встановлено планетарний редуктор 18 з кроковим електродвигуном, знизу якого на центральному валу жорстко встановлено кривошип 19.

Пристрій оснащений поворотним кронштейном 11 – зварна конструкція, яка має центральну втулку 20, яка базується на латунній втулці 12 і легко обертається на ній. До центральної втулки 20 приварено два важелі 21 і коромисло 22, на важелях 21 на осях 9 встановлені ліва храпова собачка 8 і права храпова собачка 7, які розташовані на площинах в контакті кожна зі своїм храповим колесом і підтискається пружинами 10.

Для розділення обертання поворотного столу 1 в різних напрямках необхідно задіяти положення реверса 23, який фіксується за допомогою важеля фіксатора 24 в положенні I – обертання по годинниковій стрілці. При цьому поверхня “К” реверса 23 перекриває контакт лівої храпової собачки 8 з нижнім храповим колесом 3, а поверхня “М” відкриває доступ до контакту правої храпової собачки 7 з верхнім храповим колесом 2 – поворот йде тільки в одну сторону).

При переустановці важеля фіксатора 24 в положення II, поверхня “М” реверса 23 займає місце між правою храповою собачкою 8 і верхнім храповим колесом 2 і заважає контакту з храповими зубами 4 колеса, а поверхня “К” звільняє місце для контакту лівої храпової собачки 7 з храповими зубами 5 нижнього храпового колеса 3, стіл позиціюється поворотом проти годинникової стрілки.

Змінення кута повороту з 12° на інший залежить від кількості зубів храпового колеса (збільшення Z – кут зменшується, а зменшення Z – кут збільшується). Змінення кроку t кривошипа 15 – при змінненні t – кут повороту зменшується, а збільшення t – кут повороту збільшується.

Можлива модернізація стола за рахунок автоматизації перестановки важеля фіксатора 24.

Запропонований поворотний храповий механізм подвійної дії в порівнянні з базовими має ряд переваг, до яких відноситься точна орієнтація і точні зміни положення під час регулювання і підвищена точність зміни величини обертового моменту.

УДК 621. 867

Т. Бартош, С. Воробель

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВИЗНАЧЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ФЛАКОНІВ У ФАРМАЦЕВТИЧНІЙ ГАЛУЗІ

Теоретичного дослідження було на основі аналізу розроблених моделей транспортування скляної тари (флаконів) на лініях розливу пластинчастими конвеєрами визначити закономірності процесу транспортування.

В моделі руху флакона як матеріальної точки, для випадку переміщення, основну роль відіграє кут нахилу площини, при якому флакон повністю перейде на горизонтальну площину. Також на рух вантажу має вплив значення сили тертя по нахиленій площині для потоку виробів f_t .

Величина кута використовується для встановлення: початку руху флакона при переборенні сили опору переміщення ($F_1 = G_0 \cdot f_c \cdot \cos \gamma$, де G_0 - вага флакона, Н; f_c - коефіцієнт тертя спокою ($f_c = 0,2 \div 0,3$ - в залежності від стану робочої поверхні). Умова переходу флакона із похилої площини на горизонтальну без втрати динамічної стійкості. Значення рушійної сили обраховувалось як складова вагового навантаження: $F_2 = G_0 \cdot \sin \gamma$.

Ширина конвеєра для отримання розрахункової величини раціонального кута ($\alpha = 17^\circ$) міжосьової відстані на конвеєрі визначалась за формулою $b = d_0 + d_0 \cdot \sin(\alpha_{\text{дн}})$. Одна бічна була рухомою і кріпилася шарнірно, а відстань між бічними виставлялась за допомогою штангенциркуля в залежності від діаметра флакона.

Результати дослідження порівнювали із даними, отриманими за моделями. Дослідження проводилися в діапазоні швидкостей підвідного конвеєра $V_d = 0,025 \div 0,045$.

Особливістю транспортування у фармацевтичній промисловості є штучність вантажу (флакони, баночки, пляшечки) та залежність продуктивності транспортування тари від продуктивності дозувальних пристроїв.

При завантаженні транспортера штучним вантажем з інтервалом часу τ (с) продуктивність визначається за формулою (шт/год)

$$Q = \frac{3600 \cdot V \cdot z}{\tau}, \quad (1)$$

де z - число штучних вантажів на одному несучому елементі; V - швидкість транспортера.

При нерівномірній подачі вантажу розрахункова продуктивність визначалась за формулою

$$P_p = \frac{P_{\text{сер}}}{K_n}, \quad (2)$$

де $P_{\text{сер}}$ - середня годинна продуктивність; K_n - коефіцієнт нерівномірності поступлення вантажу. Середня годинна продуктивність визначалась як $P_{\text{сер}} = \frac{P_3}{T_3}$

УДК 621.928.9

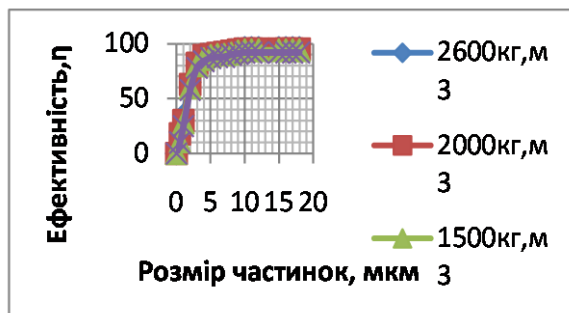
В. Каспрук, к.т.н., доц. В Куц, к.т.н., проф.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ ВИХРОВОГО ПИЛОВЛОВЛЮВАЧА НА ПІДПРИЄМСТВАХ БУДІВЕЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

В процесі виробництва будівельних матеріалів і виконання різних будівельних робіт в повітря виділяється велика кількість пилу. На різних виробництвах зустрічається різноманітний за дисперсністю будівельний пил. Зовнішній вплив будівельного пилу не становить загрози для людського здоров'я та життєдіяльності, однак є небезпечним його вдихання. Природа походження будівельного пилу різна, як і різна густина пилу. Різні за густиною частинки по різному себе ведуть в сепараційній зоні пиловловлювача. На рис.1 показана фракційна ефективність в прямоточному циклоні з нерухомими лопатями і зворотнім потоком.

Щоб визначити як розділяються частинки пилу в обертовому газовому потоці в апараті розраховуємо ступінь відцентрової сепарації в вихровому пиловловлювачі шляхом знаходження критичного радіусу пиловловлювача $R_{кр,в}$ при якому частинки заданого розміру за час перебування в апараті вже не можуть потрапити в зону осьового стоку.



В робочій камері апарату запилений потік рухається по спіралі і пилова частинка по колу, тоді тангенціальна швидкість частинки рівна швидкості потоку, а відцентрова сила, яка діє на частинку F розраховується за рівнянням $F = m \frac{u_t^2}{R}$, де m – маса частинки, u_t^2 – тангенціальна складова швидкості газового потоку, R - радіус кола.

Коли газ рухається по спіралі біля стінок корпусу, частинки будуть рухатись назовні, так як направляються газовим потоком, а їх рух буде у вигляді розширюючої спіралі. Швидкість частинки розкладається на три складові: тангенціальну швидкість u_t , яка направлена по дотичній до спіралі і перпендикулярна осі апарата; швидкості радіального зносу u_R , яка перпендикулярна тангенціальній складовій і осі; і осьова швидкість u_o , направленої по осі газової спіралі. Відцентрова сила виражається через коефіцієнт n , який вказує у скільки раз вона більша сили тяжіння mg . Цей коефіцієнт визначається за формулою: $n = \frac{u_t^2}{Rg}$ [1]. За розрахованими фракційними

коефіцієнтами відцентрової очистки $\eta_{ф.в.}$ і вмістом фракцій $f_{вх}$ в початковому пилу визначались загальна ефективність відцентрової сепарації η_v , яку можна досягнути в досліджуваному пиловловлювачі:

$$\eta_v = \sum \eta_{ф.в.} \frac{f_{вх}}{100}$$

Так, згідно з теоретичними розрахунками, ефективність відцентрової сепарації η_v в вихровому пиловловлювачі, становить 87%. Максимально досягнутий в експериментальних дослідженнях повний коефіцієнт очистки η становить 96%.

Література: Страус В. Промышленная очистка газов М.:Химия.1981.616с.

Секція: ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

УДК 621.793.927.7

Ч. Пулька д.т.н., проф., В. Сенчишин, В. Гаврилюк, асистенти

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ІНДУКЦІЙНОГО
НАПЛАВЛЕННЯ**

В основі індукційного наплавлення лежить нагрівання і розплавлення присадного матеріалу під дією струмів високої частоти. Цей процес являється найбільш технологічним для деяких типів деталей по причині нескладного обладнання, простоті самого процесу наплавлення, і як наслідок, відсутності необхідності у високій кваліфікації наплавлювальників.

Найбільше розповсюдження індукційне наплавлення отримало при напавленні робочих органів сільськогосподарських і дорожніх машин і в деяких інших галузях народного господарства.

Виходячи із необхідності виробництва спосіб індукційного наплавлення постійно вдосконалюється в наступних напрямках: підвищення продуктивності процесу та зносостійкості напавленого металу, оптимізації режимів індукційного нагрівання, вдосконалення конструкції індукторів і нагрівальних систем, економії електроенергії при напавленні дисків довільних діаметрів і розмірів зони наплавлення.

Для підвищення продуктивності наплавлення ножів-гичкорізів зубчатої форми запропоновано технологію одночасного індукційного наплавлення по всій робочій поверхні з шириною наплавлення більшою за висоту зуба з використанням двовиткового кільцевого індуктора. В результаті підвищилась продуктивність процесу наплавлення в 4-5 раз в порівнянні з існуючим неперервно-послідовним способом наплавлення, при цьому зносостійкість напавленого шару металу підвищилась відповідно з 2.2 до 2.6.

З метою економії електроенергії проведена оптимізація режимів підводу потужності до індуктора. Показано, що одночасне наплавлення дисків по всій робочій поверхні можна проводити як при сталій питомій потужності за певний проміжок часу так і при змінній за експоненціальним законом (енергозберігаючим законом) за той же проміжок часу, що і при постійній. При цьому досягається економія електроенергії на 15-25 % в залежності від використаних наплавлювальних матеріалів.

недоліком даної технології є те, що її можна використовувати тільки для певного діаметра дисків і ширини зони наплавлення.

На практиці бувають випадки коли діаметри дисків і ширина зони наплавлення змінюється. Для цього необхідно підбирати інші конструкції індукторів або спеціальних екранів, що пов'язано з великими матеріальними і трудовими затратами.

Для цього були проведені дослідження і розрахунки розмірів індукторів і спеціальних екранів для різних випадків використання цих систем: при використанні тільки індуктора; індуктора і електромагнітного екрана; індуктора, теплового та електромагнітного екранів (ІТЕЕ). В результаті досліджень отримані дані, які дозволяють визначити розміри індукторів і екранів, а також силу струму для наплавлення дисків зубчатої форми довільних діаметрів і розмірів зони наплавлення для прикладу: діаметри дисків 210...420 мм, товщиною 2...6 мм, шириною і товщиною напавленого металу 10...50 мм і 1.0...1.5 мм, відповідно.

Таким чином, при використанні тої чи іншої нагрівальної системи індукційного наплавлення, інженер-технолог за заданими діаметром диска, ширини і товщини

наплавленого шару підбирає графічно або за табличними даними необхідні дані, що скорочує терміни і матеріальні затрати на проведення експериментів і впровадження нової технології у виробництво.

Запропонована технологія з використанням нагрівальної системи ІТЕЕ дозволяє додатково економити на 12...14 % електроенергії, підвищити стабільність товщини шару наплавленого металу на 10...15 % і скоротити час наплавлення з 32 с до 22 с.

В наступному для підвищення зносостійкості наплавленого металу було запропоновано ввести додаткові технологічні операції в процес індукційного наплавлення: горизонтальну і вертикальну вібрації а також обертання диска відносно осі.

При цьому, враховуючи невелику товщину плоских дисків, велику увагу приділено залишковим напруженням, деформаціям і переміщенням, які виникають після наплавлення в зоні робочої поверхні, яка має різну ширину.

Стабільність товщини шару наплавленого металу покращується на 22 % і досягається за рахунок спільного використання горизонтальної вібрації, теплових і електромагнітних екранів та відцентрових сил, які забезпечують рівномірний розподіл рідкого металу в зоні наплавлення.

В дослідженнях показано, що максимальні залишкові напруження σ_2 виникають в наплавленому шарі безпосередньо біля межі його з'єднання з основним металом на межі з не наплавленою зоною $\sigma_2=0,54\sigma_b$ при границі міцності сормаїту $\sigma_b=150$ МПа.

Розроблена технологія дозволяє проводити нагрівання з низьким рівнем градієнтності температури по радіусу диска. При вертикальній і горизонтальній вібрації деталі з відповідною амплітудою і частотою безпосередньо в процесі наплавлення вдається оптимізувати мікроструктуру наплавленого металу і підвищити зносостійкість наплавлених зразків приблизно в 1.5 рази порівняно з технологією без використання вібрацій.

Для реалізації розроблених технологій створена промислова потокова лінія для наплавлення ножів-гичкорізів. В якості наплавлявального матеріалу використали шихту, яка складається із суміші порошка сормайт ПГ-С1 і флюсу.

Для проведення досліджень використовували високочастотні генератори типу ВЧИ 63/0,44, ВЧГ 6-60/0,44 та ВЧГ 9-60/0,44 потужністю 60 кВт і частотою 440 кГц, так як товщина основного металу складає 2...6 мм.

Висновок. Застосування розроблених технологічних схем і обладнання для індукційного наплавлення тонких дисків дозволяє підвищити продуктивність праці, економити електроенергію, покращити мікроструктуру, підвищити зносостійкість і стабільність товщини шару наплавленого металу, а також знизити залишкові напруження і деформації дисків.

Література:

1. Пулька Ч.В. Совершенствование оборудования и технологии индукционной наплавки / Пулька Ч.В., Гаврилюк В.Я., Сенчишин В.С. // Сварочное производство, №4. – 2013. – С. 27–30.
2. Poulka Ch.V. Improving induction surfacing equipment and technology / Poulka C.V., Gavrilyuk V.Ya., Senchishin V.S.//Welding International, Vol. 28. No 4., 2014. – P.320-323.
3. Poulka Ch.V Influence of technological schematics of induction surfacing on stability of deposited layer thickness / Poulka C.V., Gavrilyuk V.Ya., Senchishin V.S., Bazar M.S.// The Paton Welding Journal, April 2013, №4, p. 61–63.
4. Пулька Ч.В. Пути совершенствования технологии индукционной наплавки тонких дисков / Пулька Ч.В., Шаблій О.Н., Барановский В.Н., Сенчишин В.С., Гаврилюк В.Я.// Автомат сварка, №6. – 2015. – С (в печати).

УДК 621.793.927.7

І. Халабуда, гр. МЗ_м – 51, Б. Береженко, ст. викладач

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

РОЗРОБКА МЕТОДИК ДЛЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ІНДУКЦІЙНОГО НАПЛАВЛЕННЯ ТОНКИХ ПЛОСКИХ ДЕТАЛЕЙ

Існуючі методи контактного вимірювання температури в зоні наплавлення дуже трудомісткі. Крім того, багаторазове з'єднання спаїв термопар з основним металом призводить до додаткових похибок. Друга проблема полягає в тому, що при ширині зони наплавлення, яка може змінюватись в межах 10...50 мм, необхідно розташувати в один ряд декілька термопар на малій відстані одна від одної з однаковим кроком, що забезпечити відомими пристосуваннями і способами закріплення термопар до поверхні деталі дуже складно.

З метою усунення вище перерахованих недоліків було розроблено пристрій і методику дослідження температурного поля по ширині зони наплавлення тонких дисків для узгодження конструктивних розмірів індукторів і нагрівальних систем, отриманих теоретичним шляхом, і порівнювали їх з експериментальними результатами при розробці нових технологічних процесів індукційного наплавлення тонких сталевих дисків.

Важливим критерієм, який характеризує якість наплавлення, являється товщина наплавленого металу по всій робочій поверхні. Для оцінки технологічного процесу індукційного наплавлення тонких дисків для двох способів наплавлення – неперервно-послідовного і одночасного, - була розроблена методика дослідження товщини шару наплавленого металу.

Товщина δ наплавленого шару визначалась як різниця товщин наплавленого диску δ_2 і основного металу δ_1 .

Крім цього були розроблені методики для дослідження тонких металевих деталей (дисків) на зносостійкість наплавленого металу та деформацію дисків.

Оскільки заготовка (основний метал) являє собою тонкий диск товщиною $\delta=3$ мм і з наплавленим шаром товщиною 0,8...1,5 мм, виникла необхідність у виготовленні спеціальних зразків для проведення досліджень стійкості проти спрацювання з використанням машини НК-М. Спочатку вирізали на фрезерному верстаті заготовку із сталі Ст3 (прямокутний розмірами 16x16x6 мм. Дослідження стійкості проти спрацювання проводили ваговим методом.

Розроблена методика для вимірювання температури по ширині зони наплавлення тонких дисків дозволяє зменшити матеріальні та трудові затрати, пов'язані з проведенням експерименту, заміною заготовок, конструкціями індукторів і нагрівальних систем, виходячи з потреб технології.

Розроблена методика досліджень товщини шару наплавленого металу та деформації тонких сталевих дисків дозволяє оцінити якісний показник технологічного процесу індукційного наплавлення тонких сталевих дисків в залежності від режимів наплавлення, конструкції індукторів і нагрівальних систем.

УДК 531.374; 539.213

Р. Куцло

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ З'ЄДНАННЯ БІМЕТАЛУ Fe-Al ОТРИМАНОГО ЗВАРЮВАННЯМ ВИБУХОМ

Біметалічні з'єднання сталь – алюміній широко використовуються в алюмінієвій промисловості. Отримання біметалла за допомогою зварювання вибухом актуальна проблема на даний день. Використання біметалів, отриманих зварюванням вибухом, значно скорочує витрату дефіцитних металів, збільшує довговічність і надійність обладнання, де вони використані як перехідників, наприклад, в електротермічному обладнанні, установках для дослідження плазми і т. д.

Метою даної роботи є дослідження зони зварювання між двома матеріалами залізом і алюмінієм. Сталь – алюміній (конструкція «ластівчин хвіст»). Відмітна особливість даного перехідника полягає в тому, що повністю виключена можливість відшаровування алюмінієвої і сталеві частин перехідника в процесі експлуатації. Даний результат забезпечується тим, що зварна поверхня тут містить ділянки типу «ластівчин хвіст» (див. рис.).



Рис. Загальний вигляд зварного з'єднання типу «ластівчин хвіст»

При традиційній технології зварювання вибухом межа зварного з'єднання має, як правило, плоский або хвилеподібний вигляд. Ділянки типу «ластівчин хвіст» формують в ході зварювання вибухом нероз'ємне з'єднання алюмінієвої пластини і сталеві, поверхня якої перфоровані прямокутними пазами.

Відомо, що зварювання вибухом є найбільш кращою для виготовлення біметалу сталь – алюміній, оскільки дозволяє вирішити цілий ряд завдань (економія електроенергії, зменшення товщини утворюється інтерметаллідного прошарку), що складно отримати за допомогою інших видів зварювання.

Даний перехідник володіє наступними перевагами перед аналогами:

1. Виключена можливість порушення цілісності зварного шва під час монтажу, налагодження та експлуатації зварного вузла.
2. Перехідник може працювати при підвищених температурних режимах і механічних навантаженнях.
3. Після закінчення часу експлуатації струмопідвідного вузла перехідник може бути використаний повторно.

Таким чином, незалежно від ступеня перегріву перехідника при зварюванні його з алюмінієвої і сталеві частинами струмопідводу, умов експлуатації і якості з'єднання вибухом гарантується механічна цілісність перехідника. Позитивний ефект від використання нового перехідника полягатиме в продовженні терміну служби контактної вузла і виключення можливості аварійних ситуацій.

УДК 531.374; 539.213

В. Лясківський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВПЛИВ ЗАХИСНИХ ГАЗІВ CO₂ + O₂ НА ПРОЦЕС ЗВАРЮВАННЯ

При зварюванні в захисному газі електрод, зона дуги і зварювальна ванна захищені струменем захисного газу. В якості захисних газів використовують інертні гази (аргон і гелій) і активні гази (вуглекислий газ, азот, водень та ін.), іноді – суміші двох газів. У нашій країні найчастіше використовують аргон Ar вуглекислий газ CO₂.

Вуглекислий газ (CO₂) є з незначним запахом. При підвищенні тиску він перетворюється в рідину, яку називають вуглекислою, а при сильному охолодженні (нижче -78,9°C) переходить у твердий стан, який називають «сухий лід». Вуглекислий газ в 1,5 раз важчий за повітря, що забезпечує надійний захист зварної ванни при незначних витратах.

Газ одержують із вапняків, коксу, антрациту методом випалювання в спеціальних печах, із природного й котельних газів та іншими способами. Густина рідкої вуглекислоти значно змінюється в залежності від температури, і тому вуглекислота постачається за масою, а не за об'ємом. При випаровуванні 1 кг вуглекислоти утворюється 509дм³ (л) вуглекислого газу.

Випускають газоподібний і рідкий двоокис вуглецю (ГОСТ 8050-85) таких серій:

- зварювальний (не менше 99,5% CO₂);
- зварювальний підвищеної якості (99,8% CO₂);
- технічний (98,5% CO₂).

Зварювальний (просушений) вуглекислий газ відрізняється від технічного меншим вмістом вологи.

Рідку вуглекислоту зберігають у балонах під тиском 6-7 МПа. У балоні знаходиться 60-80% рідини, а решта – газ, що випаровується. Колір балона чорний, а напис – жовтий. В балони місткістю 40 л заливають 25 л вуглекислоти, при випаровуванні якої утворюється 15 – 120 л газу. Зварювальну вуглекислоту забороняється заливати в балони з-під харчової і технічної вуглекислоти тому, що вони можуть мати підвищену кількість пари води. Використовують вуглекислоту до тиску балоні не менше 0,4 МПа.

Під час використання вуглекислоти можуть виникнути перепади тиску, що призводить до утворення «сухого льоду». Для запобігання цьому явищу між балонам і редуктором встановлюють підігрівач.

Для виготовлення зварних конструкцій із мало вуглецевих сталей при зварюванні використовують суміш CO₂ + O₂. До вуглекислого газу додають кисень в кількості 20...30%. Цим самим зменшується розбризкування, покращується форма шва та знижується вартість захисного середовища. В деякій мірі підвищується форма шва та металу проти утворення пор викликаних воднем. В деякій мірі підвищується стійкість металу проти утворення пор викликаних воднем. Решта показників якості швів, виконаних в суміші вуглекислого газу і кисню, залишаються такими ж, як і при виконанні швів у вуглекислому газі.

Отже, застосування суміші газів CO₂ + O₂ викликає позитивний вплив на процес зварювання в значній мірі, при цьому не потребує значних затрат.

УДК 531.374; 539.213

В. Зелінський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ШВА ПРИ ІМПУЛЬСНО-ДУГОВОМУ ЗВАРЮВАННІ

Накладання на дугу імпульсів струму приводить не лише до зміни характеру перенесення електродного металу, але і до зміни формування шва, його хімічного складу, умов первинної кристалізації металу зварювальної ванни.

Основні параметри зварювальної ванни зображено на рисунку 1. Із збільшенням частоти імпульсів при постійних значеннях струму і напруги дуги розміри зварювальної ванни дещо збільшуються.

Для виявлення факторів, які покращують формування шва і утримання металу зварювальної ванни при імпульсно-дуговому зварюванні досліджувався характер переміщення рідкого металу в зварювальній ванні (рисунок 2).

Основною умовою при перенесенні металу являється визначене перерозподілення струму дуги в межах циклу.

При зміні параметрів імпульсів в широких межах ефективний струм процесу залишається практично постійним і визначається діаметром електрода і швидкістю його подачі.

Необхідною умовою стабільності процесу імпульсно-дугового зварювання плавким електродом являється неперервність горіння дуги, яка залежить як від параметрів імпульсів, так і від струму процесу.

Для покращення утримання металу зварювальної ванни на вертикальній площині із збільшенням струму необхідно збільшити частоту імпульсів.

Геометричні параметри зварного шва визначаються формою, амплітудою, тривалістю і частотою імпульсів.

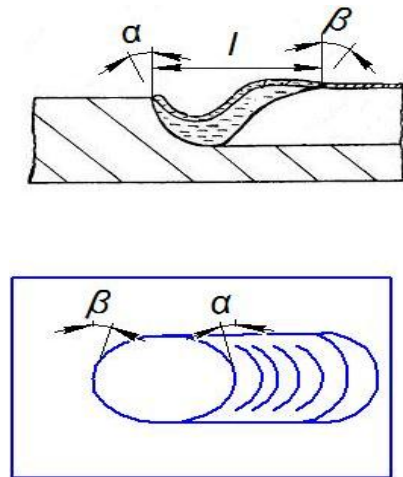


Рисунок 1 - Основні параметри зварювальної ванни

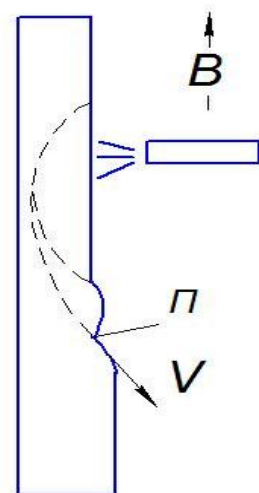
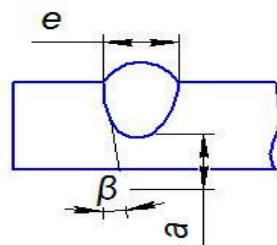


Рисунок 2 - Схема переміщення ванни рідкого металу у зварювальній ванні при зварюванні вертикальних швів в напрямлені знизу вгору

УДК 537.8, 539.3

О. Король, Б. Береженко

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ПИТОМОЇ ПОТУЖНОСТІ ТЕПЛОВИХ ДЖЕРЕЛ В ПРИ ІНДУКЦІЙНІМ НАГРІВАНІ ЦИЛІНДРИЧНИХ ДЕТАЛЕЙ

В даній роботі ми пропонуємо математичну модель і методику дослідження електромагнітних і температурних полів в процесах індукційного нагріву циліндричних деталей. 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 наближення, коли струмами зміщення для електропровідного тіла нехтують.

Отримано формули для визначення питомої потужності теплових джерел при індукційному нагріві суцільного циліндра індуктором такої ж довжини. Потужність джерел тепловиділення знаходиться за формулою

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

де введено наступні позначення

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

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

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

$k^* = \sqrt{\omega \mu \sigma}$, σ - питома об'ємна провідність j_0 - густина струму в індукторі, R_0, R_1 - радіус циліндра та індуктора, $\text{ber}_n(x)$, $\text{bei}_n(x)$ - функції Кельвіна, $J_n(x)$, $Y_n(x)$ - функції Бесселя.

Для знаходження температурних полів розв'язується задача нестационарної теплопровідності для індукційного нагріву із джерелами знайденої потужності.

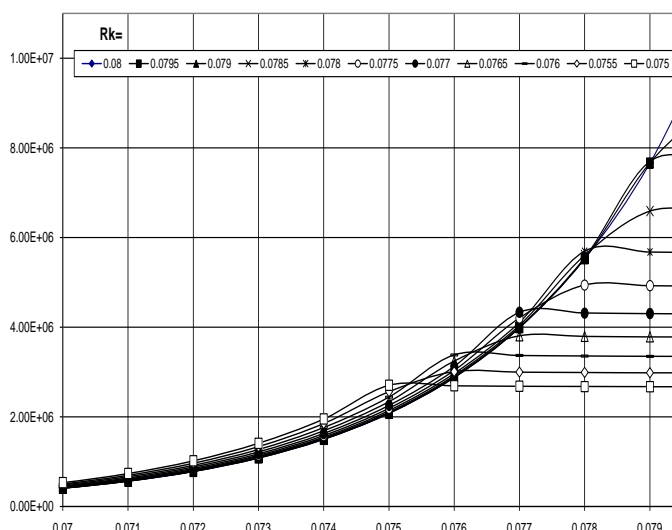


Рисунок 1 Залежність потужності джерел тепла від радіуса циліндра.

На рисунку 1 приведено графіки залежності питомої потужності джерел тепла, віднесеної до квадрата густини струму в індукторі, від радіуса циліндра для різних значень R_k . Розрахунки виконані для циліндра радіусом $R_0 = 0.08 \text{ м.}$, радіус індуктора $R_1 = 0.082 \text{ м.}$, $\mu = 16\mu_0$, $\sigma = \frac{1}{11 \cdot 10^{-8}} \frac{\text{См}}{\text{м}}$. Із збільшенням товщини шару матеріалу, прогрітого вище температури Кюрі (зменшенням R_k) питома потужність джерел зменшується і максимум тепловиділення переміщується вглиб циліндра.

Література.

1. Підстрыгач Я.С. Термоупругость электропроводных тел. [Текст] /Я.С. Підстрыгач, Я. Й. Бурак, А.Р. Гачкевич, Л.В. Чернявская // – К.: Наукова думка, 1977. – 247 с.
2. Гачкевич О.Р. Математичне моделювання процесу індукційного нагрівання електропровідних тіл. [Текст] / О.Р. Гачкевич, Б. Д. Дробенко // Вісник Львівського університету – №8 – 2004, – С. 97 – 111.

УДК 621.791

В. Лазарюк, к.т.н., доцент, Р. Сольник, студент, А. Макар, студент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МЕТАЛУРГІЙНІ ПРОЦЕСИ ПРИ ЗВАРЮВАННІ У СЕРЕДОВИЩІ ЗАХИСНИХ ГАЗОВИХ СУМІШЕЙ З КИСНЕМ

Механізоване дугове зварювання плавким електродом у захисних однокомпонентних газах поряд з високою продуктивністю, мінімальною зоною термічного впливу та незначними деформаціями має недоліки: розбрикування електродного металу, підвищену чутливість до коливань напруги та швидкості подачі дроту, складність реалізації струменевого перенесення металу.

У зарубіжній практиці з 90-х років широкого розповсюдження набуло зварювання у захисних газових сумішах вуглекисного газу, аргону та кисню $Ar+CO_2$, $Ar+O_2$, $Ar+CO_2+O_2$. У 1994 році було запроваджено європейський стандарт EN439, що був замінений у 1997 році на міжнародний стандарт ISO 14175 "Матеріали зварювальні. Захисні гази для дугового зварювання та різання". Перевагами зварювання у захисних газових сумішах стали значне зменшене розбрикування металу, достатня глибина проплавлення, підвищена швидкість та ефективність зварювання.

Проте найбільшим суперечливим питанням щодо запровадження захисних зварювальних сумішей в Україні залишається доцільність введення у такі суміші кисню. Як аргументи "проти" використовуються значне окислення металу шва, не помітні переваги щодо підвищення якості зварного шва, підвищені вимоги до техніки безпеки виконання зварювальних робіт.

Відомо, що підвищення продуктивності дугового зварювання можливо здійснити за рахунок проведення процесу з струменевим та дрібнокрапельним перенесенням металу. На жаль стремлене перенесення електродного металу складно реалізувати у середовищі найбільш поширеного у практиці - вуглекисного газу CO_2 .

Основною силою, що перешкоджає перенесенню краплі електродного металу до зварювальної ванни, є сила поверхневого натягу. Розмір крапель залежить також від виду захисного газу, матеріалу та діаметру електроду, напруги дуги, сили стурму та полярності. Одним із способів зменшення величини поверхневого натягу крапель є створення додаткового окислювального середовища. Хімічна взаємодія розплавленого металу з киснем компенсує втрачені поверхневими атомами зв'язки та зменшує величину поверхневого натягу. При збільшенні вмісту розчиненого кисню в залізі від 0,02% до 0,07% поверхневий натяг σ_n зменшується з 1541 до 1151 МН/м. Для активних металів Al та Ti зменшення σ_n сягає до 50 %.

При зварюванні у захисних газових сумішах $Ar +$ (до 18%) CO_2 , $Ar +$ (до 18%) $CO_2 +$ (до 3 - 5%) O_2 викиду крапель із зони зварювання не спостерігається. Виявлено, що при зварюванні у суміші $Ar+O_2$ при струменевому процесі зменшується не тільки розбрикування до 2-3 %, але і величина критичного струму для переходу від крапельного до стременевого перенесення металу. При зварюванні у готових захисних газових сумішах $Ar+CO_2+O_2$ покращується також стабільність дуги та забезпечується краще формування шва, утворення гладкої та дрібнолусочкої поверхні зварного шва.

ЗМІСТ

1	Р. Vasylyuk STRUCTURE-PHASES TRANSFORMATION OF THE Fe-Cr ALLOYS	5
2	Ю. Пиндус, О. Конончук ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ЗГИНАЛЬНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ ПІДСИЛЕНИХ ВУГЛЕЦЕВИМ ПОЛОТНОМ	7
3	Д. Баран, Р. Бішак, І. Окіпний, Р. Грицеляк ВПЛИВ ВИСОКИХ ТЕМПЕРАТУР НА ЗАКОНОМІРНОСТІ ДЕФОРМУВАННЯ ТА УДАРНУ В'ЯЗКІСТЬ МАТЕРІАЛУ РОЛИКА МБЛЗ	9
4	Я. Ковальчук, Н. Шингера, О. Качка МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ КРОКВЯНОЇ ФЕРМИ	10
5	Л. Побережний, П. Марущак, У. Поливана, В. Фостик МЕТОДИКА І ДЕЯКІ РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНЮВАННЯ ПОШКОДЖЕНОСТІ ТРУБ МОРСЬКОГО ГАЗОПРОВОДУ ЗУМОВЛЕНОЇ ВКЛАДАННЯМ	11
6	М. Підгурський, В. Слободян ПОРІВНЯЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО ТА ГРАНИЧНОГО СТАНУ БАЛОК З РІЗНОЮ ПЕРФОРАЦІЄЮ СТІНКИ	13
7	І. Підгурський МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ КІН ДЛЯ ПОВЕРХНЕВИХ ПІВЕЛПТИЧНИХ ТРІЩИН В ЗОНАХ ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНИХ КОНЦЕНТРАТОРІВ НАПРУЖЕНЬ	14
8	Б. Гевко, В. Клендій, Т. Навроцька ГВИНТОВИЙ ШАРНІРНО-СЕКЦІЙНИЙ РОБОЧИЙ ОРГАН	15
9	М. Пилипець, І. Кучвара ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРОФІЛЬНИХ ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК ТІЛ ОБЕРТАННЯ	17
10	М. Пилипець, В. Паньків ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СПІРАЛЕЙ ШНЕКІВ	19
11	О. Ляшук, І. Колеснік ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМОБІЛЯ З УДОСКОНАЛЕННЯМ СТЕНДА ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ДВИГУНА	20
12	Ю. Капаціла, Б. Капаціла ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ	21
13	Ів.Гевко, А. Гупка ШНЕКОВІ ОЧИСНИКИ ДИСКОВИХ КОПАЧІВ КОРЕНЕПЛОДІВ З Г-ПОДІБНИМИ СПІРАЛЯМИ	23
14	І. Гевко, І. Шуст УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТЕЛЕСКОПІЧНОГО ГВИНТОВОГО ЗАВАНТАЖУВАЧА	25
15	М. Дичковський МІЖОПЕРАЦІЙНІ ТРАНСПОРТНО-ЗАВАНТАЖУВАЛЬНІ МЕХАНІЗМИ З ПНЕВМОВІБРОПРИВОДОМ ДЛЯ МЕХАНООБРОБЛЮВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА	26

16	О. Катрич, І. Гевко ПРИСТРІЙ ДЛЯ НАВИВАННЯ ГВИНТОВИХ СПІРАЛЕЙ ОБЕРТОВОЮ ВТУЛКОЮ	27
17	М. Левкович, Ю. Тарасюк РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТРАНСПОРТУВАННЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ ГВИНТОВИМ ЗАВАНТАЖУВАЧЕМ	28
18	Ю. Павельчук, Ю. Тарасюк, В. Клендій, Т. Навроцька КОНТРОЛЬНІ ПРИСТРОЇ ДЛЯ ЗАМІРУ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ГВИНТОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ	30
19	Л. Данильченко, А. Матвійчук ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ НА ТОЧНІСТЬ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ	32
20	Л. Данильченко, В. Бобрик СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕНСИВНОГО ЗМІЦНЕННЯ МЕТАЛУ НАВКОЛО ОТВОРІВ У ЛИСТОВИХ ЗАГОТОВКАХ	33
21	М. Стахів, І. Козбур ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО МЕТОДУ ВИМІРЮВАННЯ В'ЯЗКОСТІ РОЗЧИНІВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОВЕРХОНЬ	34
22	М. Дичковський, А. Парійчук ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРОФІЛЬНИХ ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК	35
23	А. Дячун, Д. Бурак АНАЛІЗ МЕТОДІВ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ГВИНТОВИХ ГОФРОВАНИХ ЗАГОТОВОК	36
24	М. Паньків, І. Гірняк БЕЗВІДХОДНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ТОНКОЛИСТОВИХ ДИСКОПОДІБНИХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН	37
25	П. Босюк, М. Левкович ПОВОРОТНИЙ ХРАПОВИЙ МЕХАНІЗМ ПОДВІЙНОЇ ДІЇ	38
26	Т. Бартош, С. Воробель ВИЗНАЧЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ФЛАКОНІВ У ФАРМАЦЕВТИЧНІЙ ГАЛУЗІ	40
27	В. Каспрук, В. Куц ЗАСТОСУВАННЯ ВИХРОВОГО ПИЛОВЛОВЛЮВАЧА НА ПІДПРИЄМСТВАХ БУДІВЕЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	41
28	Ч. Пулька, В. Сенчишин, В. Гаврилюк ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ІНДУКЦІЙНОГО НАПЛАВЛЕННЯ	42
29	І. Халабуда, Б. Береженко РОЗРОБКА МЕТОДИК ДЛЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ІНДУКЦІЙНОГО НАПЛАВЛЕННЯ ТОНКИХ ПЛОСКИХ ДЕТАЛЕЙ	44

30	Р. Куцло ДОСЛІДЖЕННЯ З'ЄДНАННЯ БІМЕТАЛУ Fe-Al ОТРИМАНОГО ЗВАРЮВАННЯМ ВИБУХОМ	45
31	В. Лясківський ВПЛИВ ЗАХИСНИХ ГАЗІВ CO ₂ + O ₂ НА ПРОЦЕС ЗВАРЮВАННЯ	46
32	В. Зелінський ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ШВА ПРИ ІМПУЛЬСНО- ДУГОВОМУ ЗВАРЮВАННІ	47
33	О. Король, Б. Береженко ДОСЛІДЖЕННЯ ПИТОМОЇ ПОТУЖНОСТІ ТЕПЛОВИХ ДЖЕРЕЛ В ПРИ ІНДУКЦІЙНІМ НАГРІВАНІ ЦИЛІНДРИЧНИХ ДЕТАЛЕЙ	48
34	В. Лазарюк, Р. Сольник, А. Макар МЕТАЛУРГІЙНІ ПРОЦЕСИ ПРИ ЗВАРЮВАННІ У СЕРЕДОВИЩІ ЗАХИСНИХ ГАЗОВИХ СУМІШЕЙ З КИСНЕМ	50