

ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Збірник
тез доповідей

XVII
НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
Тернопільського національного технічного
університету імені Івана Пулюя
Том II
МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО ТА
МАШИНОБУДУВАННЯ



20-21 листопада 2013 року

ТЕРНОПІЛЬ, УКРАЇНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Збірник
тез доповідей

XVII
НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
Тернопільського національного технічного
університету імені Івана Пулюя
Том II
МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО ТА
МАШИНОБУДУВАННЯ



20-21 листопада 2013 року

ТЕРНОПІЛЬ, УКРАЇНА

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова: П. Ясній – д.т.н., проф., ректор.

Заступник голови: Р. Рогатинський – д.т.н., проф.

Вчений секретар: Р. Золотий – к.т.н., доц.

Члени: д.ф.-м.н., проф. О.Шаблій, д.т.н., проф. В.Андрійчук, д.е.н., проф. Андрушків, д.п.н., проф. Н.Буняк, д.т.н., проф. Т.Вітенько, д.т.н., проф. Б.Гевко, д.ф.-м.н., проф. Л.Дідух, д.ф.н., проф. А.Довгань, д.т.н., проф. П.Євтух, к.т.н., доц. К.Зеленський, к.т.н., доц. В.Калушка, д.е.н., проф. Н.Кирич, д.ф.-м.н., проф. В.Кривень, д.в.н., проф. М.Кухтин, к.п.н., доц. В.Кухарська, д.т.н., доц. А.Лупенко, д.т.н., проф. С. Лупенко, д.т.н., проф. І.Луців, к.ф.н., проф. В. Лобас, к.т.н., доц. О.Мацюк, д.т.н., доц. П.Марущак, к.ф.н., проф. В. Ніконенко, к.т.н., доц. М.Паламар, д.е.н., доц. О.Панухник, д.т.н., доц. О.Пастух, к.т.н., доц. М.Петрик, д.біол.н., проф. О.Покотило, д.т.н., проф. М.Підгурський, к.т.н., доц. А.Пік, д.т.н., проф. М.Пилипець, д.т.н., проф. М.Приймак, к.т.н., проф. Я.Проць, д.т.н., проф. Т.Рибак, д.н.д.у., проф. М.Рудакевич, к.т.н., доц. Л.Скоренький, д.т.н., доц. І. Стадник, д.т.н., проф. П.Стухляк, д.іст.н., проф. Я.Стоцький, д.т.н., доц. М. Тарасенко, д.т.н., проф. Р.Ткачук, к.е.н. проф. Р.Федорович, к.ф.-м.н., доц. Б.Шелестовський, д.б.н., проф. В. Юкало, к.т.н., доц. Яськів В.І., д.т.н., проф. Б.Яворський, нач. Відділу ВІД О.Дубик, нач. НДЧ к.т.н., доц. В.Дзюра

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

тел. (0352) 258851. моб.: 0685155028

Е-mail: zoloty@gmail.com

Відповідальний за випуск: к.т.н., доц. Золотий Р.З.

Верстка: к.т.н., доц. Золотий Р.З.

НАПРЯМКИ РОБОТИ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Математичне моделювання і механіка.
- Машинобудування.
- Інформаційні технології.
- Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва.
- Приладобудування.
- Імовірнісні моделі біофізичних сигналів і полів та обчислювальні методи і засоби їх ідентифікації.
- Матеріалознавство, міцність матеріалів і конструкцій.
- Електротехніка та світлотехніка.
- Електроніка та мікропроцесорна техніка.
- Математика.
- Фізика.
- Хімія. Хімічна, біологічна та харчова технології.
- Обладнання харчових виробництв.
- Менеджмент у виробництві та соціальній сфері.
- Економіка та підприємництво.
- Гуманітарні науки.

Секція: МАШИНОБУДУВАННЯ

Керівники: проф. І. Луців, проф. Б. Гевко, проф. М. Пилипець

Секретар: П. Босюк

УДК 621.86

С. Білик, А. Драган

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ГОФРОВАНИХ ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК

Пристрій для виготовлення гофрованих гвинтових заготовок зображено на рис. 1. Його виконано у вигляді опори 1, на яку зверху встановлена формувальна основа 2, яка виконана круглої форми, на її верхній торцевій поверхні виконане зубчасте конічне зачеплення 3. Останнє взаємодіє з відповідним конічним зачепленням формувального валка 4 через товщину заготовки 5, яка формується. Вісь формувального валка 4 виконана під кутом α до горизонту рівним величині кута нахилу гофри до площини гвинтової заготовки. Формувальна основа і формувальний валок мають приводи, які не

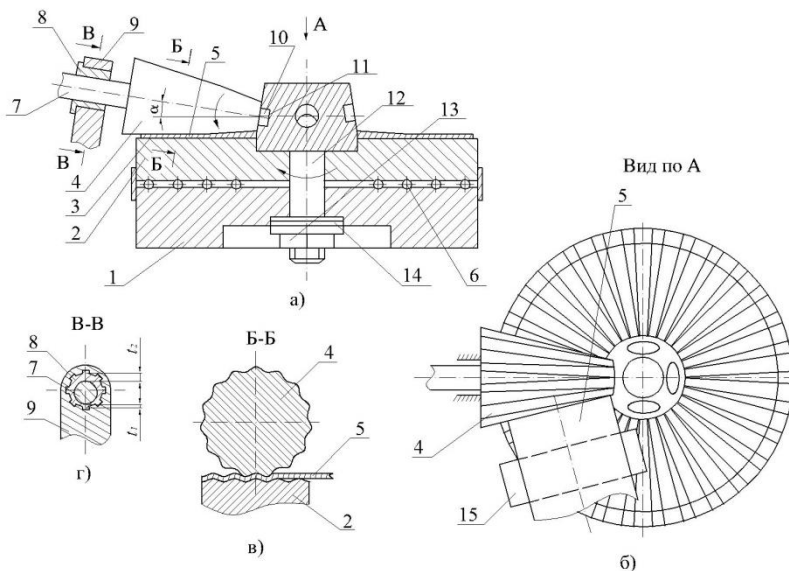


Рис 1. Пристрій для виготовлення гофрованих гвинтових заготовок: а) загальний вигляд; б) вид по А; в) січення по Б-Б; г) січення по В-В

показані на кресленні і обертаються згідно вказаних стрілок. Крім цього формувальна основа 2 встановлена на опорі 1 з можливістю кругового обертання через тіла кочення 6. Ліва опора 7 формувального валка 4 встановлена в ексцентричну втулку 8 з ексцентриситетом (максимальна різниця товщин втулки в діаметральних напрямках) рівним максимально допустимій різниці товщин заготовок $t_1 < t_2$ з зовнішніми шліцями, яка через шліцеве з'єднання є у взаємодії з кронштейном 9, який жорстко з'єднаний з валом 4 встановленим в отвір 11 формувальної основи 2. Стяжний болт 12 в отворі формувальної основи в разі потреби можна фіксувати від можливого провертання відомими способами за допомогою шпоночного або шліцевого з'єднань з затягуванням гайки 13, а висоту головки стяжного болта 12 можна регулювати встановленням шайб 14 необхідної товщини.

Робота пристрою для виготовлення гофрованих гвинтових заготовок здійснюється після настроювання пристрою на роботу з заготовками певної ширини і товщини. Для цього механізм подачі встановлюють з врахуванням цих параметрів, а регулювання величини зазору між формувальним валком і формувальною основою здійснюють встановленням правої опори формувального валка у відповідний отвір з чотирьох можливих.

УДК 621.87

П. Босюк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ОСОБЛИВОСТІ ПРИВОДІВ МАШИН І ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКА

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 технологій виготовлення. Приводи машин характеризуються різноманітністю конструкцій і технологій їх виготовлення, характером функціонування і особливістю роботи. Серед них особливе місце займають приводи, які за своїми функціональними призначеннями повинні забезпечити передачу обертових рухів в одному або у двох напрямках, а в іншому - стопоріння з'єднувальних і робочих і транспортуючих елементів. Такі приводи застосовуються в механізмах приводів односторонньої, двохсторонньої дії, транспортно-технологічних системах машин (ТТСМ), в механізмах малих переміщень металорізальних верстатів насосів, сільськогосподарських машин, мотоциклів, та інших. У зв'язку з цим обґрунтування параметрів технологічних процесів виготовлення деталей спеціальних приводів двохсторонньої дії, розроблення технологічного оснащення, різальних і вимірювальних інструментів є актуальною задачею машинобудівного виробництва України.

Крім цих муфт в приводах машин використовують муфти вільного ходу - обгінні, що автоматично з'єднують і роз'єднують кінці приводних валів без зупинки двигуна та передають обертовий момент тільки в одному напрямку. Поряд з кінематичним і силовим зв'язком окремих частин механічного приводу муфти забезпечують виконання ряду інших функцій, наприклад, компенсація негативного впливу зміщення осей валів, яке зумовлене неточністю виготовлення і монтажу приводу, чи конструктивними факторами; амортизація вібрацій і нерівномірності ходу, що виникають при роботі механізмів і машин, швидке зчеплення і розчеплення деталей, що з'єднуються, полегшення пуску машини, обмеження

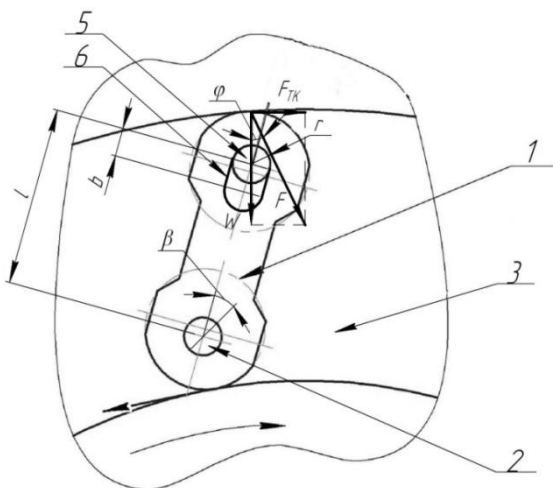


Рисунок 1 - Розрахункова схема для визначення залежності між моментом і силою контакту гальмівних елементів

швидкості та напрямку обертання. Мною розроблена конструкція двохсторонньої муфти обгону в якій в якості гальмівних елементів, замість ексцентричних роликів використовують пластичні елементи 1 виконані у вигляді вісімки (рис.1), нижні внутрішні отвори встановлені на нижні пальці 2, можливою відносного зміщення. В свою чергу пальці 2 своїми кінцями жорстко закріплені до стакану 3. Верхні отвори гальмівних елементів 1 виконані в пазі 6, які є у взаємодії з верхніми пальцями 5 з можливою відносного переміщення в пазах стакану 3.

Запропоновано гальмівні елементи в порівнянні з ексцентричними має ряд переваг, до яких відноситься точна орієнтація і точні зміни положення під час регулювання і підвищена точність зміни величини обертового моменту.

УДК 62-92.113

В.Васильків, О.Лясота

(Тернопільський національний університет імені Івана Пулюя)

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ГОФРОВАНИХ СМУГ НА ЕНЕРГОСИЛОВІ ПАРАМЕТРИ ОДЕРЖАННЯ ГОФРОВАНИХ НАВИВНИХ ЗАГОТОВОК

В процесі дослідження впливу конструктивних параметрів гофрованих смуг на енергосилові параметри одержання гофрованих навивних заготовок змодельовано процес гарячого навивання на ребро гофрованих смуг на оправу діаметром 60 мм за допомогою обтискного ролика діаметром 23 мм. (рис. 1). Гофри на смугах виконувались з кроком $T_G=16\text{мм}$ та різними кутами α нахилу відносно поперечної осі заготовки, які вибирались рівними $-30^\circ, -20^\circ, -10^\circ, 0^\circ, 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ$. Поперечний переріз смужової заготовки також характеризується товщиною смуги $S=2\text{мм}$, висотою $B_0=50\text{мм}$ та загальною товщиною $H_c=22,5\text{мм}$. Матеріал смуги - Сталь 20 та алюмінієвий сплав Д16.

У процесі виготовлення навивних гофрованих ГЗ утворення спіралі здійснюється за рахунок розтягування гофрів зі сторони зовнішньої крайки витка та їх стискування зі сторони внутрішньої крайки. При чому на зусилля формоутворення значний вплив має напрямок та кут нахилу гофрів початкової заготовки. Із рис. 2 бачимо, що найменші значення крутного моменту на оправі та зусилля на обтискному ролику забезпечуються за умови використання смужових заготовок із кутом α нахилу гофрів в межах 12-16 град.

За однакових умов, використання смуги із нахиленими гофрами у порівнянні зі смужою із прямими гофрами забезпечує зниження зусилля на обтискному ролику на 15-24%.

Збільшення силових параметрів навивання при збільшенні кута нахилу гофрів пов'язано зі значним змінанням заготовки у зоні контакту з оправою.

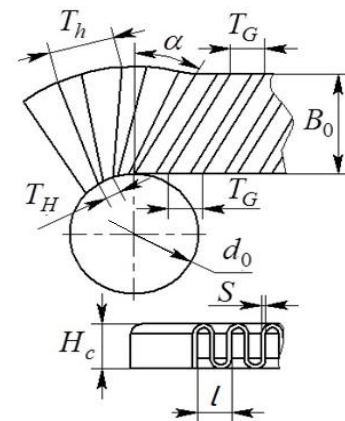


Рис 1. Розрахункова схема навивання гофрованої заготовки на оправу

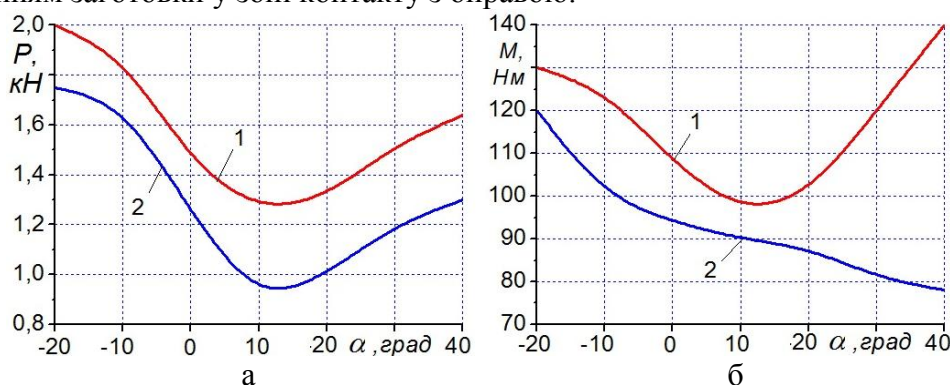


Рис 2. Залежність зусилля на обтискному ролику (а) та крутного моменту на оправі (б) від кута нахилу гофрів смужової заготовки у процесі її навивання на ребро: 1 - Сталь 20, температура нагріву смуги – 1000°C; 2 – алюмінієвий сплав Д16, температура нагріву смуги – 150°C.

Для алюмінієвих сплавів таке змінання є незначним і тому збільшення кута нахилу гофрів призводить до зменшення моменту навивання. Однак використання початкових заготовок із кутом α , який перевищує 30 град. пов'язано із складністю одержання таких гофрованих смужових заготовок.

УДК621.001 2(7)

В. Васильків, Д. Радик, В. Бобрик

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

СПОСОБИ ФОРМОУТВОРЕННЯ ГВИНТОВИХ І ШНЕКОВИХ ЗАГОТОВОК В ПРОЦЕСІ ВОЛОЧІННЯ – СКРУЧУВАННЯ

Операція *Волочіння (2152) – Скручування (2131)* - це суміщена операція виготовлення гвинтових (ГЗ) і шнекових заготовок (ШЗ) шляхом протягування заготовки крізь канал волоки за допомогою сили, яка співнаправлена до напрямку руху виробу з одночасним повертанням частини заготовки навколо її поздовжньої осі (рис. 1).

Процеси волочіння з крученням у виробництві гвинтових півфабрикатів розглянуті у роботах А.І. Дорохова, Є.В. Нікуліна, Л.С. Шлосберга, В.Р. Калгіна та ін.

Основними способами реалізації такої операції є: а) скручування заготовки у зоні виходу із волоки за допомогою встановленого на вагонетці волочильного стану з захватом, який здійснює обертовий рух та осьове переміщення (рис. 2 а); б) скручування заготовки за рахунок примусового обертання волоки з гвинтовим каналом без роздачі (рис. 2 б) або з одночасною роздачею (рис. 2 в) заготовки; в) скручування заготовки зі сторони її входження у волоку, наприклад, під дією колових зусиль, прикладених до заднього кінця заготовки; г) скручування заготовки між дистанційно розміщеними волоками, одна з яких є нерухомою, а інша, що оснащена гвинтовим каналом, здійснює примусове обертання (рис. 2 г).

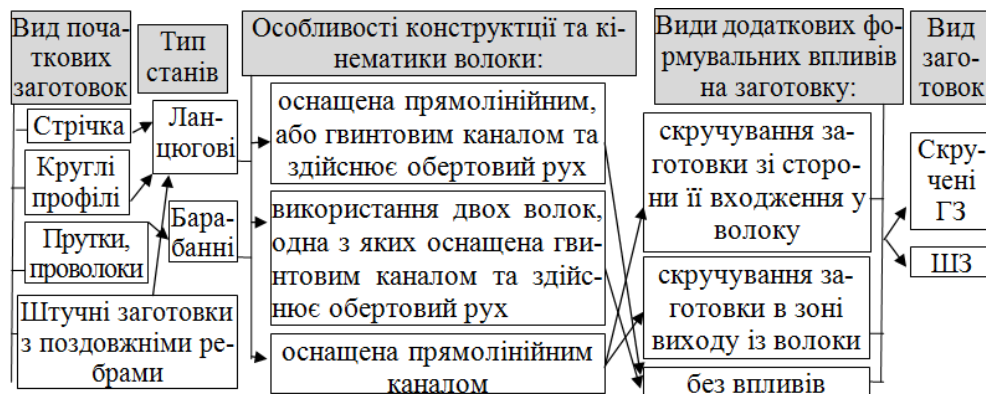


Рис.1. Способи виготовлення ГЗ і ШЗ волочінням - скручуванням

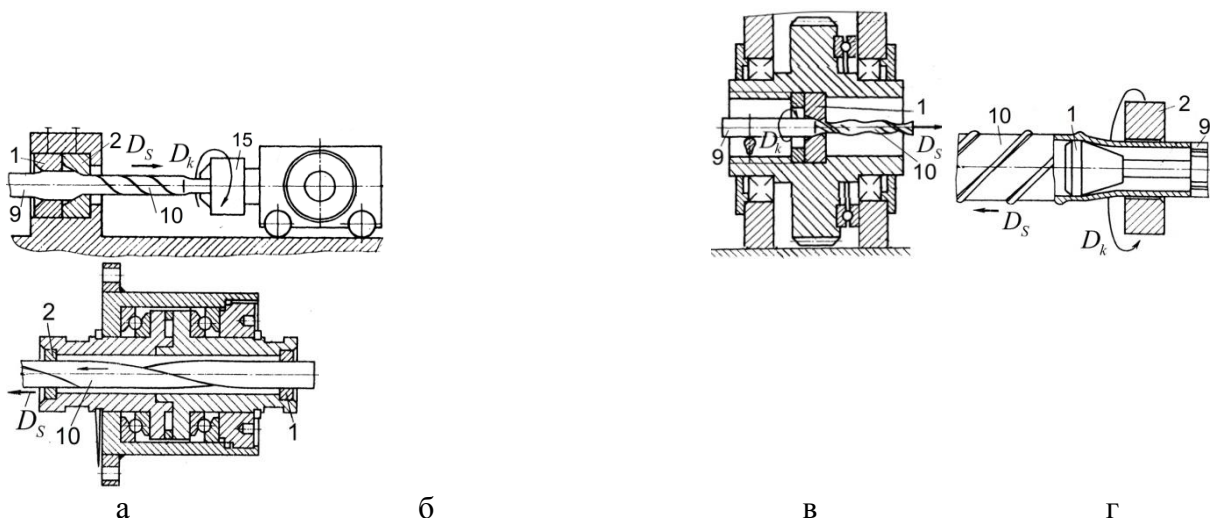


Рис.2. Типові технологічні способи формоутворення ГЗ і ШЗ: 1, 2 - інструменти (волокна, голка, оправа); 9 – початкова заготовка, 10 – скручені ГЗ або ШЗ, 15 - захвати

Швидкість волочіння від 40-100 мм/хв до 15м/хв, зусилля волочіння 50Н-1500кН. Матеріал ГЗ і ШЗ: алюмінієві сплави АД31, АД31Т1, мідь МЗ. Параметри заготовок - діаметр до 400 мм, кут підняття гвинтової лінії 15-45°, питома висота витка не перевищує 6 од.

УДК 621.86

А. Гагалюк

(Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя)

КУЛЬКОВИЙ ПАТРОН ПІДВИЩЕНОЇ НАВАНТАЖУВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ

Запобіжний патрон для нарізання різі (рис.1.) виконано у вигляді ступінчатого циліндрично-конічного корпуса 1, з лівої сторони у внутрішньому отворі 2 якого жорстко встановлено оправку 3 з можливістю осьового і кругового переміщення. В оправці 3 по зовнішньому діаметру рівномірно по колу встановлено декілька рядів кульок 4, наприклад, три, які завальцьовані у отворах 5, оправки з можливістю кругового провертання. Кульки верхніми сферичними поверхнями є у взаємодії з півкруглими осьовими пазами 6, які виконані у внутрішньому отворі 2 ступінчастої циліндрично-конусної оправки 1 рівномірно по колу.

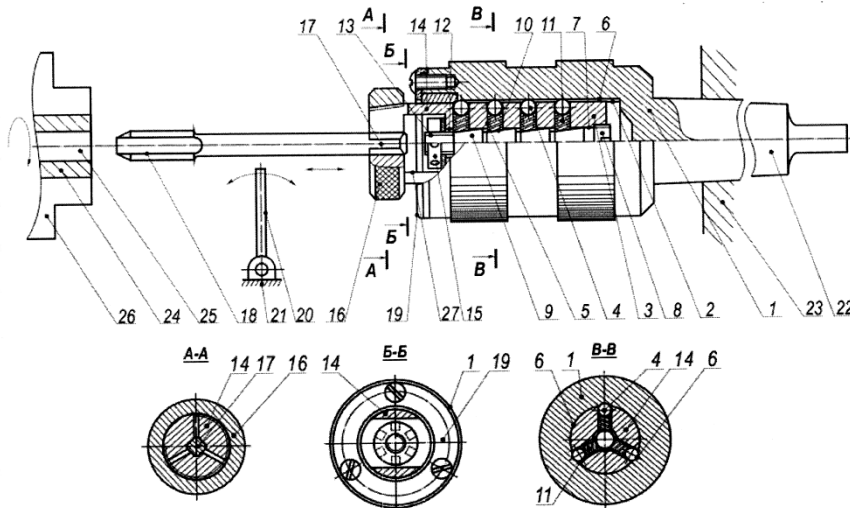


Рис. 1. Кульковий патрон підвищеної навантажувальної здатності

кількості рівній кількості кульок 4. Знизу кульки є у взаємодії з підтискними пружинами 11, які другими кінцями є у взаємодії з конічними поверхнями 10 підтискної оправки 8. У лівому меншому 12 отворі наскрізного ступінчастого отвору 7 встановлено лівий циліндричний різьбовий кінець 13 підтискної циліндричної оправки 9, на який центральним отвором встановлена цанга 14 на лівому кінці якої виконана конічна різь, яка є у взаємодії з гайкою 15. На зовнішній конічній поверхні цанги встановлена гайка 16 з внутрішньою конічною різзю, з лівого торця цанги 14 виконано квадратний отвір 17 під мітчик 18, а з лівого торця внутрішній отвір 2 циліндрично - конічний корпус 1 закритий кришкою 19 з центральним отвором, який є у взаємодії з зовнішнім діаметром цанги 14. В нижній зоні переміщення лівого торця цанги 14 встановлено упор - перемикач 20 реверсу, який лівим кінцем жорстко встановлено на станині верстата 21.

Ступінчатий циліндрично - конічний корпус 1 конічною частиною 22 жорстко встановлено в задню бабку 23 заготовка 24 з отвором 25 в якому необхідно нарізати різь жорстко закріплена в кулачковому патроні токарного верстату. При цьому інструмент 18 здійснює осьове переміщення, а заготовка – обертовий рух.

Зверху цанги 14 виконано отвір 27 для встановлення гайки 15 і закріплення цанги 14 на лівий різьбовий кінець.

В оправці 3 виконано наскрізний ступінчастий отвір 7, який справа закритий різьбовою пробкою 8, яка з лівого торця є у взаємодії з правим торцем підтискної циліндричної оправки 9 з можливістю осьового переміщення. По зовнішньому діаметру останньої рівномірно за довжиною виконані конічні поверхні 10 в

УДК 621.86

А. Гагалюк

(Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя)

ПАТРОН ДЛЯ НАРІЗАННЯ РІЗИ

Патрон для нарізання різи (рис. 1.) виконано у вигляді ступінчастого циліндричного корпусу 1 з лівої сторони у центральному отворі 2 якого жорстко встановлено циліндричну оправку 3 з можливістю осьового переміщення. В оправці 3 по зовнішньому діаметру рівномірно по колу встановлено декілька рядів кульок 4, наприклад, три, які завальцьовані у сферичних виїмках 5 оправки 3 з можливістю кругового провертання. Кульки 4 верхніми сферичними поверхнями є у взаємодії з півкруглими осьовими пазами 6, які виконані у центральному отворі 2 ступінчастого циліндричного корпусу 1 рівномірно по колу.

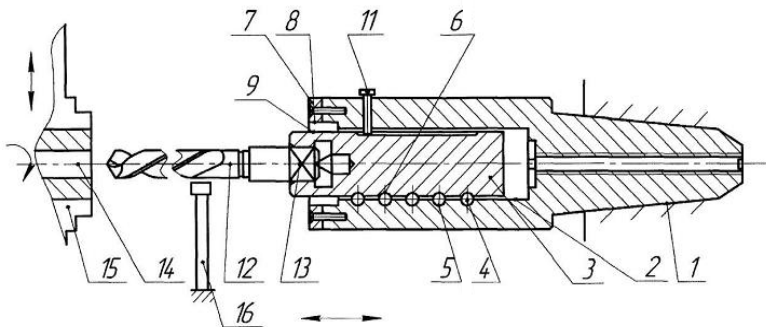


Рис. 1. Патрон для нарізання різи

Крім цього з лівого торця ступінчастий циліндричний корпус закритий кришкою 7 з центральним отвором 8, який є у взаємодії з зовнішнім діаметром оправки 3. В цьому отворі кришки 7 напроти кульок 4 виконані наскрізні осьові півкруглі пази 9, які є фактично продовженням

внутрішніх осьових півкруглих пазів 6 внутрішнього отвору 2 ступінчастого циліндричного корпусу для вільного осьового переміщення оправки з кульками.

Між двома верхніми рядами кульок 4 зверху на оправці 3 виконано півкруглий осьовий паз 10, паралельний до осьових пазів 6, які виконані у внутрішньому отворі 2 ступінчастого циліндричного корпусу 1. Осьовий паз 10 є у взаємодії з головкою стопорного гвинта 11, який встановлено у верхній частині ступінчастого циліндричного корпусу 1 лівого його кінця. Це забезпечує відповідну фіксацію положення вильоту оправки 3 з мітчиком 12, який встановлений в глухий квадратний отвір 13 оправки 3 з лівого її кінця. Мітчик 12 служить для виконання відповідних операцій в заготовці 14, яка жорстко закріплена в патроні 15 токарного верстату, він здійснює осьове переміщення, заготовка – обертальний рух.

Для обмеження осьового переміщення і включення реверсу в нижній зоні переміщення торця оправки 3 встановлено упор-перемикач 16 на станині верстату (на кресленні не показано).

Робота патрона для нарізання різи здійснюється наступним чином. Заготовка 14 в центральному отворі якої необхідно нарізати різь, жорстко кріпиться в патроні 15, а мітчик 12 жорстко кріпиться в квадратному отворі 13 оправки 3. Включається верстат і патрон задньою бабкою здійснює рух осьової подачі вліво і здійснює процес нарізання різи. При цьому рух ступінчастого циліндричного корпусу 1 призупиняється, а оправка 3 з мітчиком 12 продовжує нарізання різи до того часу коли оправка з своїм лівим торцем не переключить упор-перемикач. Після цього включається реверс і заготовка 14 з патроном 15 обертаються в протилежному напрямку. Після виходу мітчика 12 з отвору заготовки 14 верстат зупиняється і заготовку знімають, а на її місце встановлюють наступну.

УДК 621.86

Б. Гевко, А. Дячун, Б. Заболотний

(Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя)

ГВИНТОВІ КОНВЕЄРИ З РОЗШИРЕНИМИ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ

Дальший розвиток народного господарства країни і перехід економіки на ринкові відносини вимагають значного розширення номенклатури машин, підвищення їх продуктивності за рахунок використання досягнень НТП, засобів механізації і автоматизації. Вирішення цих проблем вимагає глибокого вивчення процесів обробки і транспортування різних матеріалів, особливо машинами неперервного транспорту, які дають змогу повністю механізувати і автоматизувати виробництво. До таких процесів належить обробка продуктів і матеріалів за допомогою шнекових пристроїв. Висока продуктивність праці, відносна простота конструкції низька собівартість виготовлення дають змогу використовувати шнекові пристрої для отримання багато складникових продуктів або напівфабрикатів як у дискретних технологічних схемах, так і в складі високопродуктивних автоматичних ліній.

Шнековими механізмами оснащено багато різних сільськогосподарських і дорожніх машин, обладнання харчової і легкої промисловості, цілий ряд будівельних і транспортних машин, машин тваринницьких ферм і металорізальних верстатів, механізмів малої механізації у фермерському виробництві і шнекових пресів при переробці пластичних мас та інших машин різного службового призначення.

На основі створення нових конструкцій шнеків і технології їх виготовлення розширюються технологічні можливості механізмів з гвинтовими пристроями (МГП). Вони набувають все більш широкого використання в різних галузях народного господарства.

Область використання МГП у сільськогосподарському виробництві:

– для транспортування зернових і сипких матеріалів, коренеплодів, мінеральних та органічних добрив;

– пресування сіна, соломи;

– для очистки, транспортування і сортування коренеплодів;

– для дозування і змішування сільськогосподарських продуктів;

– для сепарації і очищення зерна;

– для перегрівання і розкидування добрив;

– для вентиляції і сушіння сільськогосподарської продукції;

– для риття ям і канав;

– для взяття проб зерна й інших матеріалів;

– для поверхневої обробки ґрунтів та багато іншого.

Розробка гвинтових екструдерів, які забезпечують перехід білка і крохмалю зерна у більш доступні для організму тварин форми, які краще засвоюються більш як на 90%.

Екструдер (екструзійний прес) — машина для формування пластичних матеріалів, шляхом надання їм форми, за допомогою продавлювання (екструзії) через профілювальний інструмент — екструзійну головку.

Екструдер складається з: корпусу з нагрівальними елементами; основного робочого органу, розміщеного в корпусі; вузла завантаження матеріалу, що переробляється; силового приводу; системи задання і підтримки температурного режиму та інших контрольно-вимірвальних і регулювальних пристроїв. За типом основного робочого органу (органів) екструдери підрозділяють на: одно-, дво- або багатошнекові (черв'ячні чи гвинтові), дискові, поршневі (плунжерні) та ін. Двошнекові екструдери в залежності від конфігурації шнеків можуть бути з паралельними або

конічними шнеками, а в залежності від напрямку обертання — з однонаправленим або протилежним обертанням шнеків.

Механізми з гвинтовими пристроями отримали широке застосування у всіх галузях народного господарства завдяки концентрації різних операцій у поєднанні з транспортуванням. До таких операцій належать транспортування, завантаження-розвантаження, подрібнення, змішування, пресування, очищення і зенкерування шкіри екструдуювання кормових матеріалів, видавлювання соків, натягування ліній електропередач, виноградників і багато інших операцій.

Специфіка їх роботи зумовлена різноманітністю операцій технологічних процесів, а також регіональними властивостями транспортуючих матеріалів, номенклатурою і конструктивними параметрами МПП.

У залежності від виду матеріалу, що переробляється та особливостей формування з нього виробу за рівнем температури розрізняють наступні види екструзії: холодна екструзія (без підведення тепла), тепла екструзія (попередній підігрів сировини) і гаряча екструзія (забезпечується нагрівання сировини в зоні шнека та екструзійної головки). У багатьох галузях поширення набув метод «гарячої» екструзії, який здійснюється при високих швидкостях і тиску, при значному перетворенні механічної енергії у теплову.

Одним з ефективних способів впливу на біохімічні показники зернових компонентів є обробка зернових матеріалів у гвинтових екструдерах, в яких продукт піддається дії високого тиску і температури. Процес займає менше 30с. і за цей час сировина встигає пройти кілька стадій обробки: теплову, стерилізаційну, подрібнення, змішування, зневоднення (до 50% від вихідного), стабілізацію, текстуризація, експандування і профілювання. Екструдери можна використовувати для отримання високопоживних кормів з різних зернових (пшениці, жита, ячменю, вівса, кукурудзи), бобових культур (гороху, сої, та ін.), зерно сумішей, овочевий дрібниці, біологічних і зерно відходів. Можлива переробка залежаного і некондиційного зерна, тирси, соломи, посліду.

У результаті обробки отримують екструдант з приємних хлібним смаком і запахом. Зерно переробляють в екструдерах під тиском 40-60 атмосфер і температурі 110-170 °С, внаслідок даної комплексної обробки зерна, з екструдера виходить спучений пористий продукт у вигляді джгута (стренг). При екструзійній переробці зерна і зерно відходів, половина роботи шлунка тваринного виконується екструдером і тому енергія корму повністю йде на будівництво організму тварини, ефективність годівлі зростає до 50% (при звичайній годівлі тварина засвоює лише половину корму, решта проходить через шлунково кишковий тракт і потрапляє у відходи). При екструдуюванні білок і крохмаль зерна переходить у більш доступну для організму тварин форму (засвоюваність збільшується до 90%). Складні структури білків і вуглеводів розпадаються на більш прості, клітковина – на вторинний цукор, крохмаль – до простих цукрів. За короткий час обробки сировини білок не встигає коагулювати, тобто зберігаються вітаміни і поживні властивості отриманого корму, а бактерії, інфекційні палички та грибки знищуються. Крохмаль частково переходить в сахарозу.

Екструдери успішно нейтралізують деякі мікотоксини, такі як інгібітор трипсину, уреазу та інші. Усувається або значно зменшується вплив анти поживних чинників і їхній негативний вплив на тварин. Корм виходить висококалорійним, з високим вмістом протеїну, універсальним, для всіх видів тварин і птиці.

Сучасний розвиток усіх галузей народного господарства вимагає значного підвищення техніко-економічних параметрів гвинтових засобів механізації і автоматизації і на основі системного аналізу розроблені методи синтезу і оптимізації МПП з розширеними технологічними можливостями. При цьому ці механізми відпрацьовані на технологічність конструкції і є конкурентно придатними.

УДК 621.876

Ів. Гевко, В. Клендій

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ПРИНЦИПИ КОНСТРУЮВАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРІВ

При конструюванні гвинтових робочих органів (ГРО) необхідно враховувати ряд факторів, до яких слід віднести продуктивність виконання процесу гвинтовим конвеєром (ГК), надійність і якість забезпечення процесу, вартість виготовлення та експлуатації ГРО. Виходячи з цього доцільна схема конструювання ГРО може передбачати проведення синтезу елементів ГРО з їх подальшим копонуванням у доцільні конструктивні схеми, відбір експертним методом найбільш раціональних конструкцій, та вибір найкращої з допомогою певної моделі. Наприклад, кінцевий вибір ГРО може проводитись шляхом пошуку конструкції з певної групи шляхом максимізації очікуваних позитивів із загальної сукупності альтернативних варіантів за формулою:

$$A_n = \frac{k_{cob} \cdot k_{ваг1} + k_{np} \cdot k_{ваг2} + k_{як} \cdot k_{ваг3} + k_{ми} \cdot k_{ваг4}}{k_{ваг1} + k_{ваг2} + k_{ваг3} + k_{ваг4}}, \quad (1)$$

де k_{cob} , k_{np} , $k_{як}$, $k_{ми}$ – відповідно коефіцієнти зведеної собівартості, продуктивності, якості виконання процесу та запасу міцності з врахуванням динамічного навантаження слабшої ланки ГРО; $k_{ваг1}$, $k_{ваг2}$, $k_{ваг3}$, $k_{ваг4}$ – відповідно ваги показників сумарної собівартості, продуктивності, якості виконання процесу та запасу міцності з врахуванням динамічного навантаження слабшої ланки ГРО, що враховують їх важливість і пріоритетність, $k_{ваг} = 1 \dots 10$.

Якщо конструювання ГРО здійснювати виходячи з певних умов роботи (заданої продуктивності, розмірів та нехтування якістю виконання процесу), то в даній моделі кількість коефіцієнтів скоротиться до двох, і принцип вибору зведеться до пошуку альтернативи з вимоги забезпечення оптимальної міцності та зведеної собівартості ГРО. Це, у свою чергу, призводить до пошуку оптимальних рішень по створенню рівномірних конструкцій жорстких і гнучких ГРО (рис. 1) з врахуванням їх зведеної собівартості (слід також враховувати обсяги виробництва і тип виробництва).

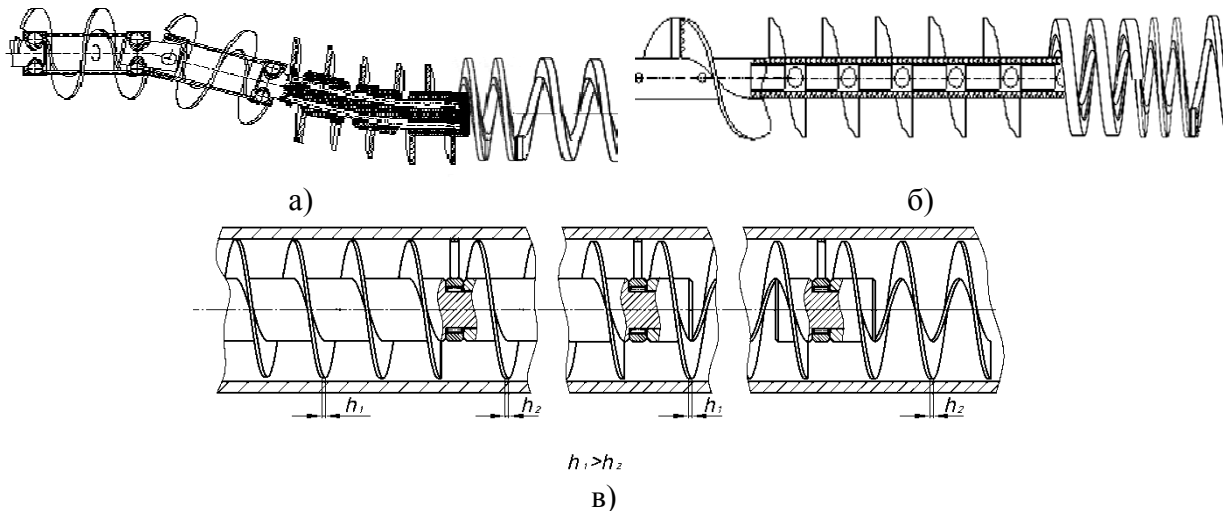


Рис. 1. Конструкції жорстких і гнучких ГРО:

а) ГРО підвищеної жорсткості; б) ГРО середньої жорсткості; в) ГРО високої жорсткості

УДК 621.81

Іг. Гевко

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ РАДІАЛЬНИХ ЗУСИЛЬ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ГВИНТОВИХ ГОФРОВАНИХ ЗАГОТОВОК

Підвищені вимоги до конструктивних і технологічних параметрів, якості, надійності та довговічності, розширення функціональних можливостей гвинтових гофрованих заготовок (ГГЗ) потребують глибокого аналізу існуючих технологій їх виготовлення та розроблення на цій основі науково обґрунтованих теоретичних та експериментальних напрацювань та їх успішного впровадження у виробництво.

Сучасні параметри процесу навивання визначали за схемою наведеною на рис. 1.

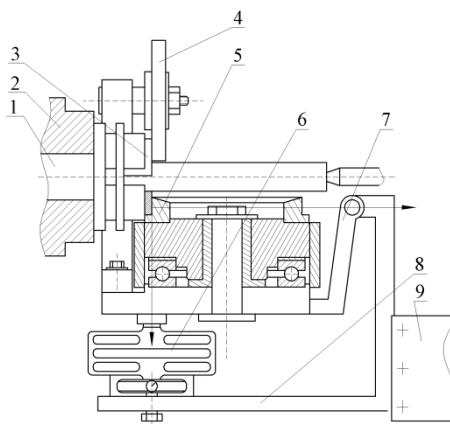


Рисунок 1 Схема вимірювання радіального зусилля: 1-циліндрична ступінчаста оправа; 2-токарний патрон; 3-заготовка; 4-притискний ролик; 5-формуючий ролик; 6-динамометр; 7-балансир; 8-рама; 9-супорт верстату

Порядок проведення експерименту формоутворення гвинтових гофрованих заготовок із заданим профілем гофр наступний: в патрон 2 токарного верстату встановлювали оправу 1 із закріпленою стрічкою 3, яка обтискується за шириною та з торця формуючим роликом 5 і з протилежного боку притискним роликом 4.

Формуючий ролик встановлювали на коливному балансірі 7, тоді зусилля навивання сприймалось важелем динамометра 6 ДОС-05. Коливний балансир і динамометр встановлювали в рамі 8 вимірювального пристрою, закріпленого в супорті 9 верстату, який переміщується з подачею, що рівна кроку витків.

Конструкція балансира залежить від вимірювального зусилля і закріплювали його таким чином, щоб зусилля P_0 осевого притиску стрічки проходило через вісь коливання. В цьому випадку радіальне зусилля згину смуги фіксували індикатором динамометра.

Зазначені параметри вимірювали в умовах навивання стрічки різного перерізу (ширина в межах 20-80 мм, товщина 0,5-3 мм) на оправі діаметром від 20 до 40 мм із зусиллями притискування до оправы в межах 250 Н.

Критерієм вибору осевої сили притискування були умови якісного виконання технологічного процесу гофроутворення. Очного процесу гофроутворення. Визначали зусилля осевої сили навивання Q паралельно з визначенням згинної сили P на цьому ж

вимірювальному пристрої, особливістю якого є те, що вісь коливання балансира 7 слід змістити за напрямком зусилля притискування Q.

УДК 621.9.04

А. Гупка

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

УСТАНОВКА ДЛЯ РОЗВАЛЬЦЮВАННЯ КРОМОК ДИСКІВ МАШИН

Установка для розвальцювання кромки викопувальних дисків машин, яка виконана у вигляді станини з напрямними, шпиндельного вузла, механізмів приводу з маховиком, затиску заготовки, подачі шпиндельного вузла, виконаного у вигляді верхнього і нижнього формувальних роликів, гідроприводу, установчих і кріпильних елементів, пульта керування, яка відрізняється тим, що формувальні ролики виконані у вигляді вертикальних торцевих роликів, на одній осі є у взаємодії через клиноподібний зазор між ними під кутом $10...30^\circ$ по їх периферії формувальних роликів, які обертається в протилежні сторони, а під нижнім формувальним роликом встановлено маховик на одній осі з формувальними роликами, крім цього в механізмі затиску встановлено змінні установчі регулювальні шайби для регулювання величини зазору між формувальними роликами в період експлуатації або накатування різних типорозмірів викопувальних дисків або дисків іншого службового призначення.

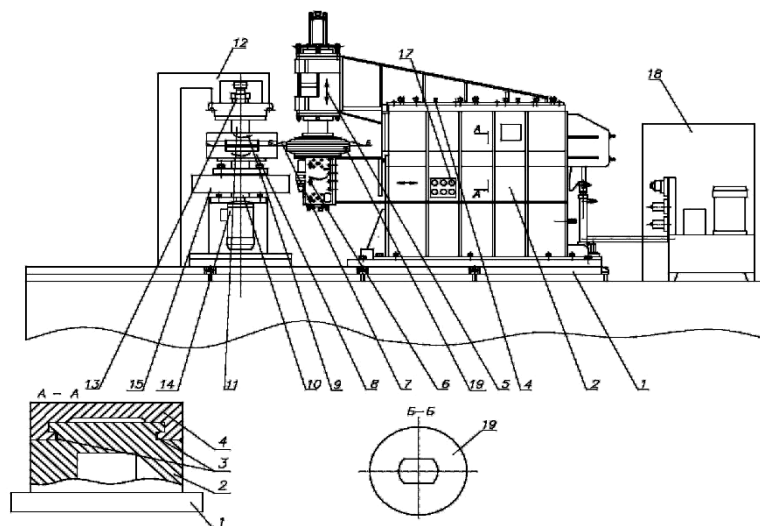


Рис.1 Установка для розвальцювання кромки дисків

Робота установки для розвальцювання кромки дисків здійснюється наступним чином хобот 4 з відповідними механізмами переміщується вправо. Після цього гідроциліндр 5 піднімається вгору і диск 7 встановлюється в механізм затиску 6, центрується і закріплюється гідроциліндром 5 опускають його вниз з пульта керування 17. Після цього включається обертовий рух від електродвигуна 14 по кінематичній ланці на формувальні ролики 8 і 9, а величина зазору між ними встановлюється за допомогою регулювального болта 13. Аналогічно включається обертовий рух затискного механізму 6 і горизонтальний рух подачі в сторону до формувальних роликів. При взаємодії периферії диска 7 з формувальними роликами 8 і 9 відбувається формування його зовнішнього діаметра і створення відповідного профілю при значному підвищенні його міцності пластичним деформуванням. Після завершення процесу формоутворення зупиняється рух подачі формувальних роликів 8 і 9 і диска 7, хобот 4 відводиться вправо, гідроциліндр 5 піднімається вгору і диск знімається з верстату Наступна операція здійснюється аналогічно.

УДК 621.891

Б.Гупка, Л.Данильченко

(Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя)

ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ВАЖКОНАВАНТАЖЕНИХ ПАР ТЕРТЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МЕТОДАМИ

В сучасних машинах і механізмах використовуються різні по конструкції технології виготовлення і призначенню елементи, зносостійкість яких визначає трибологічну надійність важконавантажених пар тертя (ВПТ) в т.ч. і паливних систем. Не дивлячись на різноманітність конструктивних форм і функціональних особливостей ВПТ, спільними являються вимоги стабільності сил тертя, збереження розмірних параметрів (мінімальне зношування), оптимальні характеристики поверхневих шарів.

Деталі вузлів ВПТ працюють в умовах дії високих динамічних навантажень, реверсивного характеру руху, високих температур, абразивного середовища.

Дані умови роботи ставлять особливі вимоги до технологічних процесів виготовлення деталей, матеріалів і технічних вимог по параметрах точності і якості. Аналіз робочих поверхонь пар тертя виявив наступні види зносу: абразивний, механохімічний, корозійний, що дозволило нам запропонувати відповідні високопродуктивні технологічні методи підвищення надійності і довговічності деталей ВПТ.

Технологічні методи включають: методи зміцнюючої технології (збільшення твердості, зміна хімічного і фазового складу поверхневих шарів), примінення сучасних технологічних процесів для забезпечення вимог по точності виготовлення з відповідною шорсткістю робочих поверхонь. Технологічні методи забезпечують регулювання процесів активації і пасивації з одержанням вторинних структур (ВС) із заданими характеристиками поверхневої міцності. Обґрунтоване примінення технологічних методів дозволяє підвищити антифрикційність і зносостійкість, попередити схоплювання, абразивне зношування, підвищити зносостійкість при нормальному терті, а також керувати процесами припрацювання деталей вузлів тертя ВПТ.

Для вибору оптимальних технологічних методів для конкретних пар тертя проведено комплекс досліджень механохімічних процесів в зоні фрикційного контакту, в т.ч. специфіки утворення, трансформації та руйнування ВС. Дослідні взірці виготовлялись із сталі ШХ15 з наступними методами зміцнюючої технології: обробка глибоким холодом, хімічне травлення, хромування, комплексна хіміко-термічна обробка, конденсація з іонним бомбардуванням, лазерне зміцнювання. Шорсткість робочих поверхонь доводилася до $Ra = 0,32\mu\text{m}$.

З позицій структурно-енергетичної теорії тертя та зношування проведено комплекс досліджень поверхневої міцності, структурної пристосовуваності матеріалів, механізмів руйнування ВС. В якості критеріїв вибору оптимальних технологічних методів в даній роботі використовувались: контролюючі параметри - момент тертя, температура, величина зносу, контактний електроопір поверхневих шарів; розрахункові параметри - коефіцієнт тертя, питома робота руйнування, енергоємність системи тертя. Для ідентифікації даних показників проведено дослідження структури поверхонь тертя, які працювали в режимі нормального тертя та зношування.

На основі одержаних даних розроблені схема управління поверхневою міцністю та практичні рекомендації по підвищенню трибологічної надійності ВПТ.

УДК 621.86

О. Гурик

(Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя)

КОНТРОЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЗАМІРУ КОНСТРУКТИВНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК

Контрольний пристрій для заміру вищевказаних параметрів зображено на рис. 1. Він складається з плити основи 1, з лівої сторони якої встановлено кроковий електродвигун 2, який за допомогою жорсткого центра 3 з'єднаний з валом 4, до якого жорстко закріплено шнек 5. З лівої сторони плити також встановлено вертикальний кронштейн 6, до якого з двох сторін від шнека 5 встановлено направляючі - передні 7 для переміщення вимірювальних інструментів 8 - зовнішнього діаметра шнека і товщини зовнішньої кромки і кута нахилу гвинтової лінії, а 9 - для заміру внутрішнього діаметра.

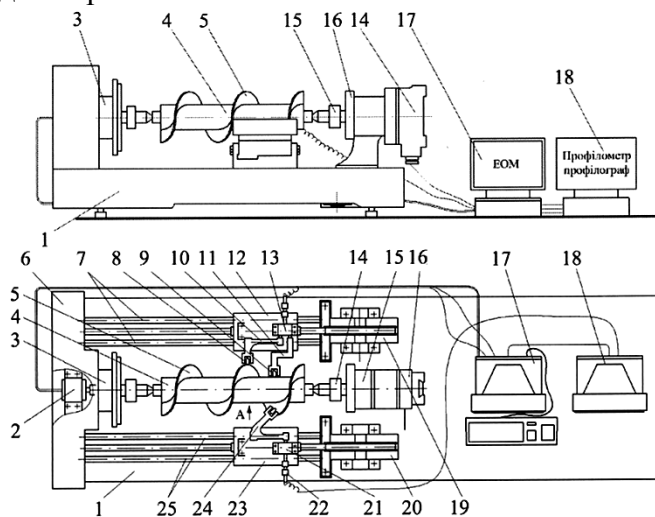


Рис. 1. Контрольний пристрій для заміру конструктивних і технологічних параметрів гвинтових заготовок

Вимірювальні елементи 8 і 9 конструктивних параметрів шнека 5 з'єднані з датчиком 13, який подає інформацію на вимірювальний перетворювач і пристрій обробки та видачі результатів вимірювання (ЕОМ) 17.

Кроковий електродвигун 2, електромагніт 15 і вимірювальні елементи 8 і 9 під'єднанні до датчика 13, пристрою обробки та видачі результатів вимірювання ЕОМ 17, в пам'яті якої занесено параметри еталонних шнеків.

З другої сторони шнека встановлено задні направляючі 25, аналогічні переднім 7 для переміщення вимірювального інструменту 24 з кареткою 23 і заміру шорсткості поверхні шнека 5.

Каретка має осьове переміщення за допомогою електродвигуна 16, який працює синхронно з кроковим двигуном 2. Вимірювальний інструмент шорсткості поверхні шнека з'єднаний з датчиком 21, який подає інформацію на вимірювальний перетворювач 22 і пристрій обробки та видачі результатів вимірювання – профілограф-профілометр 18. Заміри шорсткості поверхні шнека 5 здійснюється аналогічно заміру конструктивних його параметрів, який описаний вище.

Передні 7 і задні направляючі 25 правими кінцями жорстко встановлені у відповідні опори - передню 19 і задню 20.

Вимірювальні елементи 8 і 9 вільно обертаються на осі важелів відповідно 10, 11 і жорстко закріплені на рухомій каретці 12 і під'єднанні до датчика 13. Рухома каретка має осьові переміщення на направляючих 7 за допомогою електродвигуна 16, який працює синхронно з кроковим електродвигуном 2 через гітару (на кресленні не показано). Другим кінцем шнек 5 з валом 4 встановлено в задній центр 14, який має зміщення в осьовому напрямку і підтиснута електромагнітом 15 від електродвигуна.

УДК 621.7.08

В. Диня

(Бережанський агротехнічний інститут НУБіП України)

КОНТРОЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЗАМІРУ МІЖЦЕНТРОВОЇ ВІДСТАНІ ОТВОРІВ

Контрольний пристрій (рис. 1.) для заміру міжцентрової відстані отворів у

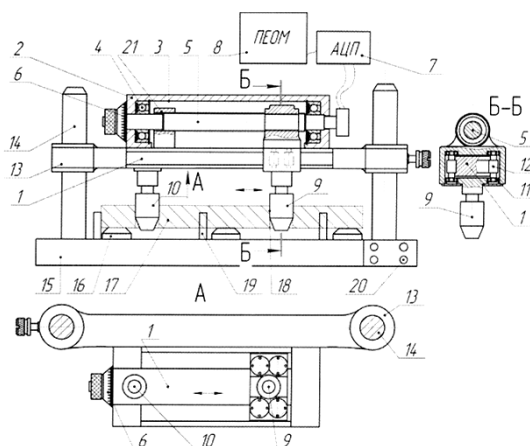


Рис. 1. Контрольний пристрій для заміру міжцентрової відстані отворів ланцюгових пластинах ланцюгових трубчастих конвеєрів виконано у вигляді плити 1, яка представляє собою направляючу прямокутного поперечного перетину, зверху якої встановлено корпус 2 з внутрішнім отвором 3, з двох торців якого на підшипниках 4 встановлено регулювальний гвинт. З лівого торця останній зв'язаний з лімбом 6, а з правого торця – з аналогово цифровим перетворювачем 7 і комп'ютером 8. З правого кінця на регулювальному гвинту 5 встановлено правий вимірювальний елемент 9 циліндричної форми з можливістю осевого переміщення. З лівого кінця плити 1, співвісно правому вимірювальному елементу жорстко встановлено лівий вимірювальний елемент 10, аналогічної конструкції з попереднім.

Зверху правого вимірювального елемента на підшипниках 11 встановлено напрямні ролики 12 по два з двох сторін з можливістю їх провертання і осевого його переміщення.

Крім цього, плита 1 з двох торців жорстко з'єднана з направляючими втулками 13, внутрішні отвори яких взаємодіють з вертикальними колонками 14 з можливістю вертикального переміщення, які знизу жорстко закріплені в нижній плиті 15 контрольного пристрою. На цій плиті встановлено базуючі елементи 16, зверху яких встановлено вимірювальну деталь 17 з двома паралельними отворами 18. Для точного базування вимірювальної деталі 17 використовують упори 19. Керуванням заміру і переміщення плити 1 вверх-вниз здійснюють з пульта керування 20, а підналагодження вимірювальних елементів 9 і 10 здійснюється від електродвигуна 21. Для зручності встановлення вимірювальних елементів 9 і 10 в отвори 18 оброблювальної деталі 17 виконують зрізаним по зовнішньому діаметру відомих конструкцій.

Похибка ε розташування деталі, яку конструюють у пристрої, визначається похибками базування ε_6 , закріплення ε_3 і пристрою ε_{np} , що спричиняється неточністю виготовлення і зношення елементів пристрою:

УДК 621.87

В. Диня, С. Білик

(Бережанський агротехнічний інститут НУБіП України)

СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ШЛІЦЕВИХ МЕХАНІЗМІВ

Основним критерієм роботоздатності шліцевих з'єднань є опір робочих поверхонь зминанню та спрацюванню, яке виникає через відносні мікро - переміщення навантажених поверхонь внаслідок деформації вала та зазорів у деталях з'єднання (корозійно – металічне спрацювання).

За допомогою розробленого стенда, який зображено на рис. 1., можна визначити параметри шліцевих з'єднань.

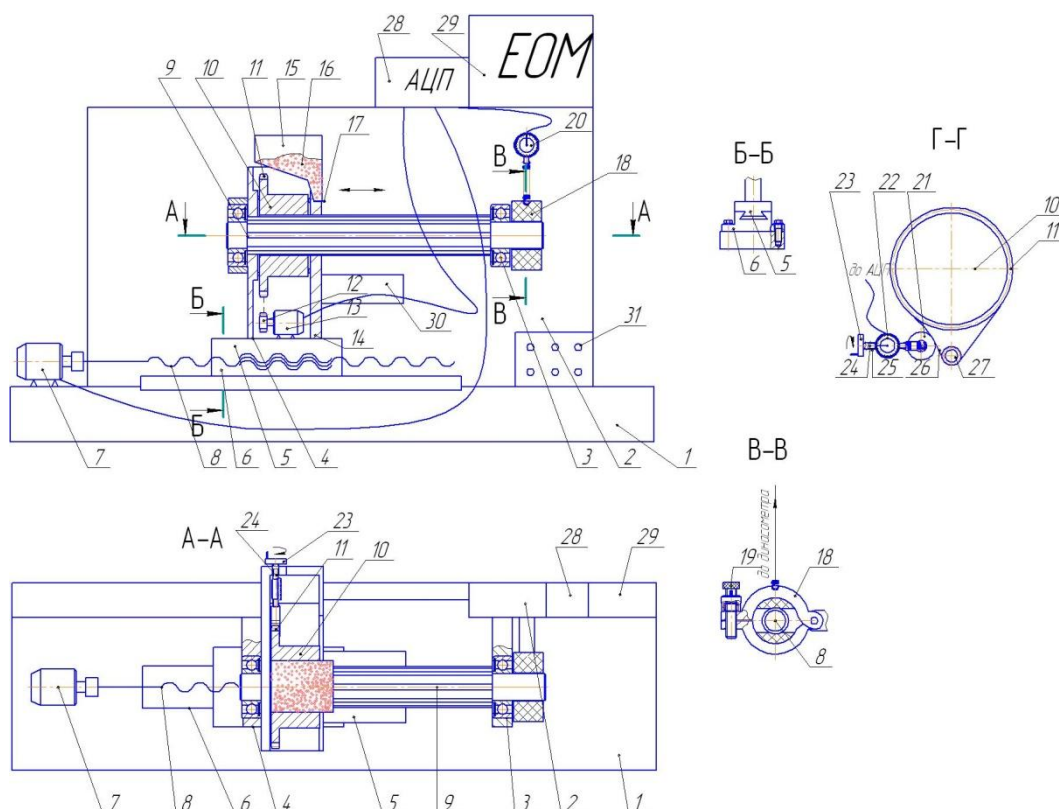


Рисунок 1. Компонувальна схема стенду для дослідження характеристик шліцевих механізмів

Робота стенду для дослідження характеристик шліцевих механізмів здійснюється наступним чином. З пульта керування 31 електродвигуном 7 переміщують направляючу типу ластівкового хвоста 5 в ліве крайнє положення. Після чого включають електродвигун 13 приводу шліцевої втулки 10 і шліцевого вала 9 і відкривають заслінку 17 для подачі сипкого матеріалу 16 в зону тертя.

Далі за допомогою навантажувальних пристроїв 18 варіатора створюють необхідні зусилля і режими роботи, а за допомогою комп'ютера здійснюють заміри і запис результатів дослідження в процесі роботи стенду згідно технічних вимог. Після закінчення досліджень шліцевий вал 9 і шліцеву втулку 10 знімають зі стенда і проводять відповідні заміри та їх аналіз з використанням роздрукованих даних комп'ютера. Після закінчення дослідів здійснюють очищення стенду від абразивних матеріалів і проводять необхідну його профілактику.

УДК 621.867

М. Дичковський

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

АВТОМАТИЗОВАНІ ТРАНСПОРТНО – ЗАВАНТАЖУВАЛЬНІ МЕХАНІЗМИ З ПНЕВМОВІБРОПРИВОДОМ ТА АСИМЕТРИЧНИМ ЦИКЛОМ КОЛИВАНЬ РОБОЧОГО ОРГАНА

Ефективність і рівень автоматизації технологічних процесів у значній мірі залежить від можливостей автоматизованих систем транспортування, завантаження та орієнтації заготовок, які подаються на механічну обробку. При цьому до транспортно – завантажувальних механізмів ставляться високі вимоги по продуктивності та надійності в роботі. Враховуючи сказане вище, використання вібраційних механізмів з пневматичним вібраційним приводом при створенні транспортно – завантажувальних механізмів, які виконують функції доставляння на робочі позиції технологічних машин заготовок та утворення операційних запасів, є перспективним.

Розроблені вібраційні транспортно – завантажувальні механізми з пневматичним приводом та асиметричним циклом коливань робочого органа забезпечують транспортування заготовок різноманітної конфігурації та маси у безвідривному режимі і суміщувати операції контролю та орієнтації.

Конструкції транспортно – завантажувальних механізмів з пневмовіброприводом виконані у вигляді лотків – транспортерів та бункерних нагромаджувачів. Продуктивність та надійність вібраційних завантажувальних механізмів з асиметричним циклом коливань робочого органа забезпечують на стадії проектування правильним вибором способу орієнтації заготовок і розрахунком його параметрів.

Транспортування заготовок значних мас здійснюють на низьких частотах коливань робочого органа. При цьому система управління пневмоприводом має можливість здійснювати подачу стисненого, відпрацьованого приводом, повітря для створення повітряної подушки між несучою площиною лотіка і опорною площиною заготовки. Встановлено, що величина повітряної подушки не перевершує 0,1мм. Створення повітряної подушки між площиною лотіка і площиною заготовки значно збільшує швидкість транспортування і зменшує вплив процесу тертя на якість опорної поверхні заготовки. Встановлено, що найбільша швидкість транспортування досягається у випадку комбінації створення повітряної подушки та використанням гуми для несучої площини лотіка. При цьому час подачі стисненого повітря для утворення подушки не повинен перевершувати 0,4...0,6 періода коливань лотіка. Для створення повітряної подушки у площині лотіка виконанні отвори, вісь яких нахилена під кутом 45° в напрямку руху заготовок. Отвори об'єднані спільною камерою, у яку подається стиснене повітря відпрацьоване приводом.

Важливим конструктивним параметром, який впливає на величину швидкості транспортування є кут нахилу транспортера до горизонту, при якому можливі переміщення заготовок вгору по жолобу. Величина кута нахилу лотіка залежить від коефіцієнта тертя між заготовкою і несучою площиною транспортера. Для забезпечення максимальної швидкості переміщення заготовок по лотіку кут підйому повинен бути по можливості близьким до нуля.

Пневматичний вібраційний привід з плавним регулюванням частоти та амплітуди пульсації вимушуючої сили дозволяє налаштовувати транспортно – завантажувальні механізми з асиметричним циклом коливань на максимальну продуктивність.

УДК 621.86

А. Драган

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ГВИНТОВИХ ГОФРОВАНИХ ЗАГОТОВОК З ЗАДАНИМ ПРОФІЛЕМ ОБКАТУВАННЯ ПАРАМИ КОНІЧНИХ ЗУБЧАСТИХ ФОРМУВАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ

Впровадження нових раціональних технологічних процесів формоутворення ІЗ забезпечить підвищення продуктивності праці, зменшення матеріале- і рргомісткості, розширить номенклатуру механізмів і машин, до складу яких входять.

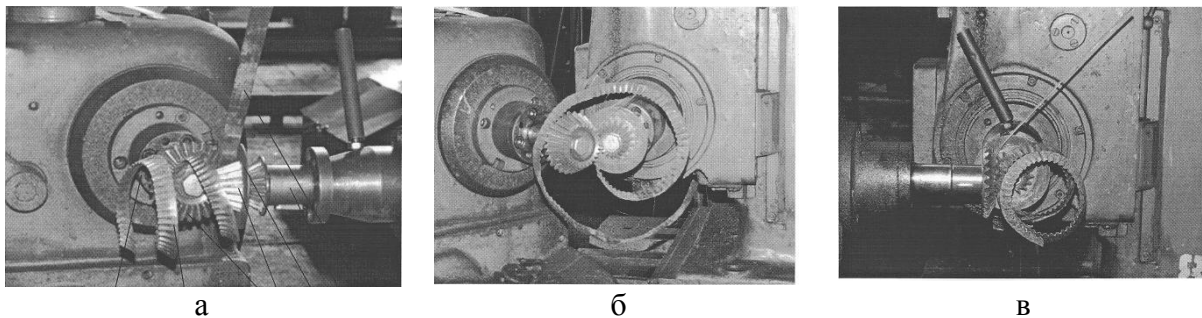


Рис 1. Технологічний процес формоутворення ГГЗ парою ортогональних формувальних інструментів на обкатному верстаті:

а) $\alpha=90^\circ$ б) $\alpha=35^\circ$ в) $\alpha=60^\circ$

Розглянуто технологічний процес формоутворення ГГЗ уванням парами ортогональних і неортогональних зубчастих формувальних інструментів на універсальному обкатаному верстаті 5А725 (Рис. 1)

Процес здійснюється наступним чином: заготовку у вигляді стрічки 1 подають у щілину між зубчастими формувальними інструментами 4. Вмикаються від верстату та здійснюють процес обкатування. Перевагою запропонованого процесу є те, що стрічка одночасно гофрується й скручується в спіраль.

В процесі експериментальних досліджень здійснювали навивання ГГЗ із смуг товщиною 0,5-3 мм, шириною 10-80 мм із сталей ст 3, 08 кп, алюмінієвих і мідних сплавів парами ортогональних і неортогональних конічних зубчастих имувальних інструментів з кутами їх взаємного розміщення 35, 60 і 90°.

Експериментальні дослідження підтвердили можливість навивання ГГЗ з відносною висотою 15-25 і більше, що пояснюється сприятливими умовами Кптя під час якого зменшується поперечна та поздовжня стійкість стрічки в зоні утворення гофра, зменшується ступінь видовження зовнішнього ребра внаслідок значного зменшення радіальних напружень у зоні пластичної деформації і шовідно збільшується товщина гвинтової заготовки по зовнішньому діаметру, К забезпечує підвищення надійності та довговічності заготовок. Розроблені та реалізовані технологічні процеси виготовлення ГГЗ з заданим профілем розширюють технологічні можливості обкагних верстатів і збільшують коефіцієнт їх навантаження.

В результаті експериментальних досліджень встановлено, що швидкість Вювання доцільно вибирати в межах 15-40 м/хв. Крім цього, привідне зубчасте Ярмувальне колесо необхідно виготовляти з упорним кільцем шириною 15-20 мм з кою компенсації осьової сили, яка виштовхує заготовку з зони формоутворення.

УДК 621.833.6

В. Каретін

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ЗАДАЧА ОПТИМІЗАЦІЇ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ІНЕРЦІЙНОГО ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО ТРАНСФОРМАТОРА КРУТНОГО МОМЕНТУ

Математична модель інерційної диференціальної автоматичної передачі описує робочий процес конструкції. Інерційна диференціальна автоматична передача є голономною системою і має три ступені вільності. За узагальнені координати прийняті кути повороту ведучої ланки, реактора і веденої ланки.

Математична модель інерційної автоматичної передачі, як голономної системи, отримана на основі рівняння Лагранжа другого роду:

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T_j}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial T_j}{\partial q_i} = Q_i, \quad (1)$$

де T_j - кінетична енергія системи; q_i, \dot{q}_i, Q_i - відповідно, кутові швидкості, узагальнені координати та сили.

Після диференціювання виразів кінетичної енергії по узагальнених координатах, швидкостям, необхідних перетворень і підстановки в рівняння (1) отримуємо математичну модель автоматичної передачі, що використовує один імпульс інерційного моменту: - Ділянка розгону реактора:

$$\begin{cases} A_1 \ddot{\varphi}_{21} + A_2 \ddot{\varphi}_{22} - A_4 (\dot{\varphi}_{21} - \dot{\varphi}_{22})^2 + A_6 \dot{\varphi}_{22}^2 = M_D, \\ A_2 \ddot{\varphi}_{21} + A_3 \ddot{\varphi}_{22} - A_6 \dot{\varphi}_{21}^2 = 0, \\ J_{II} \ddot{\varphi}_1 = -M_C. \end{cases} \quad (2)$$

Умовою переходу є досягнення кутової швидкості реактора кутової швидкості веденої ланки, тобто $\dot{\varphi}_{22} = \dot{\varphi}_1$.

Ділянка спільного руху реактора та веденої ланки:

$$\begin{cases} A_1 \ddot{\varphi}_{21} + A_2 \ddot{\varphi}_{22} - A_4 (\dot{\varphi}_{21} - \dot{\varphi}_{22})^2 + A_6 \dot{\varphi}_{22}^2 = M_D, \\ A_2 \ddot{\varphi}_{21} + A_3 \ddot{\varphi}_{22} - A_6 \dot{\varphi}_{21}^2 = -M_C. \end{cases} \quad (3)$$

Умовою переходу є зміщення центру ваги незрівноваженої маси сателіта у відносному русі в область негативних значень інерційного моменту, тобто $\varphi_{21} - \varphi_{22} = \frac{\pi}{a}$.

Ділянка гальмування реактора:

$$\begin{cases} A_1 \ddot{\varphi}_{21} + A_2 \ddot{\varphi}_{22} - A_4 (\dot{\varphi}_{21} - \dot{\varphi}_{22})^2 + A_6 \dot{\varphi}_{22}^2 = M_D, \\ A_2 \ddot{\varphi}_{21} + A_3 \ddot{\varphi}_{22} - A_6 \dot{\varphi}_{21}^2 = 0, \\ J_{II} \ddot{\varphi}_1 = -M_C. \end{cases} \quad (4)$$

Умовою переходу є зупинка реактора, тобто $\dot{\varphi}_{22} = 0$. Вистій реактора:

$$\begin{cases} A_1 \ddot{\varphi}_{21} + A_4 \dot{\varphi}_{21}^2 = M_D, \\ J_{II} \ddot{\varphi}_1 = -M_C. \end{cases} \quad (5)$$

Умовою переходу є зміщення центру ваги незрівноваженої маси сателіта у відносному русі в область позитивних значень інерційного моменту, тобто $\varphi_{21} - \varphi_{22} = \frac{\pi}{a}$.

УДК 621.86

М. Квас

(Дрогобицький механіко-технологічний коледж)

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЗАМІРУ СИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ

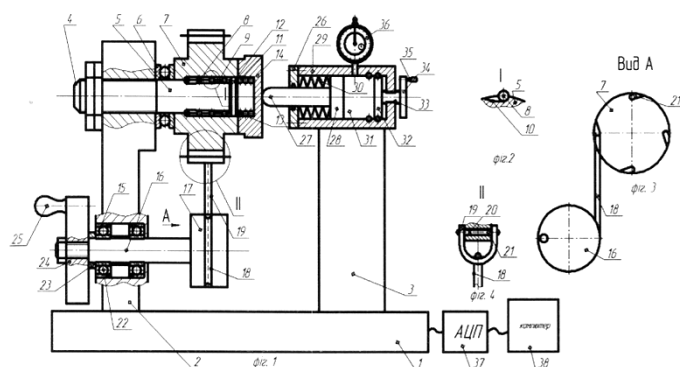


Рис. 1. Конструкція пристрою для заміру силових параметрів

Пристрій для заміру силових параметрів (рис. 1.) при обробленні поверхонь обертання виконано у вигляді горизонтального корпусу 1 на якому встановлено зверху дві вертикальні стійки – ліва 2 і права 3, які паралельні між собою. На лівій вертикальній стійці 2 зверху жорстко встановлена установка і циліндрична оправка 4, вісь якої розміщена горизонтально і перпендикулярно до площини лівої вертикальної стійки 2, а справа на робочій частині 5

циліндричної оправки 4 встановлено упорний підшипник 6, який лівим торцем є у взаємодії з вертикальною площиною лівої стійки 2. Правий торець упорного підшипника 6 є у взаємодії з торцем циліндричної заготовки 7, яка внутрішнім отвором є у взаємодії з зовнішнім діаметром робочої частини 5 циліндричної оправки 4 через тіла кочення 8, які з'єднані між собою сепаратором 9 з можливістю осьового і радіального переміщення у конусних виїмках 10 сферичної форми робочої частини 5 циліндричної оправки 4. Правий торець сепаратора 9 є у взаємодії з торцем підтискної внутрішньої втулки 11, яка також правим торцем є у взаємодії з підтискною пружиною стиснена 12, яка встановлена у внутрішній глухий торцевий отвір 13 підтискної втулки 14 з можливістю осьового переміщення. В нижній частині лівої стійки 2 встановлено механізм 15 заміру сили І затиску заготовки 7, який виконано у вигляді оправки 16, вісь якої є І паралельною до осі установчої циліндричної оправки 4, яка зміщена в ліву сторону на величину радіуса циліндричної оправки 4 з можливістю кругового і провертання. На правому кінці оправки 16 жорстко встановлено барабан 17 з радіальною виточкою 18 по зовнішньому діаметрі для намотування 1 навантажувального каната 19, який нижнім кінцем жорстко закріплено до барабана 17 відомим способом. Верхній кінець навантажувального канату 19 жорстко закріплено до U-подібної скоби 20 відомим способом, верхні кінці якої жорстко з'єднані циліндричним пальцем 21, який періодично є у взаємодії з косими U-подібними пазами 22, які виконані на циліндричній заготовці 7 рівномірно по колу, наприклад, чотири по зовнішньому діаметру з можливістю І кругового прокручування на певний кут. Причому барабан 17 лівим кінцем є у взаємодії з вертикальною стійкою 2 через підшипники кочення для зменшення сили тертя. На правій вертикальній стійці 3 на висоті установчої циліндричної оправки 4 на продовженні її осі встановлено механогідравлічний механізм 26, в лівій кінець якого встановлено шток 27 з поршнем 28, шток 27 є у взаємодії з торцем підтискної втулки 14, а поршень 28 зі штоком 27 встановлені у циліндричному корпусі 29 з можливістю осьового переміщення. Шток 27 в середині корпусу 29 є у взаємодії з тарілчастими пружинами 30, лівий торець яких є у взаємодії з внутрішнім торцем камери, які поршень 28 зі штоком відтискують вправою. Вільний простір справа від поршня 28 виконано у вигляді камери 31 заповненої маслом і підтискним плунжером 32, який справа жорстко з'єднаний з гвинтом 33, який загвинчений в правий торець корпусу 29. З правого кінця до гвинта 33 жорстко закріплено маховик 34 з рукояткою 35 з можливістю кругового і осьового переміщення. Камера 31 системою каналів з'єднана з манометром 36, який з другої сторони з'єднаний з аналогово-цифровим перетворювачем 37 і комп'ютером 38, які аналогічно з'єднані з оправкою 16 і барабан 17 механізму дослідження зусилля провертання циліндричної заготовки 7.

УДК 531.3

М. Клендій, В. Клендій

(Бережанський агротехнічний інститут НУБіП України)

РУХ МАТЕРІАЛЬНОЇ ЧАСТИНКИ ПО ПОХИЛІЙ ПЛОЩИНІ, ВСІ ТОЧКИ ЯКОЇ В КОЛИВАЛЬНОМУ РУСІ ОПИСУЮТЬ КОЛА В ГОРИЗОНТАЛЬНИХ ПЛОЩИНАХ

Похила площина є універсальним конструктивним елементом багатьох сільськогосподарських машин. По ній в процесі обробки переміщується технологічний матеріал. Найбільш дослідженим є рух частинок по горизонтальній площині, яка здійснює коливальний прямолінійний або коловий рухи. Стосовно похилої площини дослідження в основному ведуться при її прямолінійних зворотно-поступальних коливаннях в горизонтальному напрямі, в напрямі нахилу площини або в поперечному напрямі. При криволінійних коливаннях площини, коли всі її точки описують кола, а сама площина має нахил, рух технологічного матеріалу суттєво змінюється.

Дослідження показали, що при нахилі площини, починаючи від горизонтального положення, траєкторії відносного руху із кіл (в горизонтальній площині) перетворюються в криві, подібні до циклоїд (подовженої, звичайної, укороченої), причому їх перетворення по мірі нахилу площини відбувається в порядку, перерахованому в дужках. Напрямок поширення коливань дещо не збігається із лінією найбільшого нахилу. Стабілізації коливань можна досягнути при невеликих кутах нахилу площини, максимальне значення яких обмежується кутом дещо меншим від кута тертя.

Характерним для руху частинки при малих кутах нахилу площини, при яких досягається стабілізація руху, є те, що по мірі збільшення кутової швидкості колових коливань площини напрям відносних коливань частинки все більше відхиляється від лінії найбільшого нахилу

З'ясовано закономірності відносного руху частинки по шорсткій похилій площині, всі точки якої в коливальному русі описують кола в горизонтальних площинах. При нахилі площини, починаючи від горизонтального положення, траєкторії відносного руху із кіл перетворюються в криві, подібні до циклоїд, причому їх перетворення по мірі нахилу площини відбувається в порядку, перерахованому в дужках. До моменту досягнення граничного значення кута нахилу β , який є дещо меншим від кута тертя, коливальний рух частинки в напрямі, близькому до лінії найбільшого нахилу, відбувається рівномірно, тобто швидкість поширення коливань є сталою. Відносна швидкість частинки змінюється подібно до синусоїдального закону, причому максимальні і мінімальні її значення залишаються сталими. При подальшому збільшенні кута нахилу β крок траєкторії стає змінним, тобто він зростає, а коливання поширюються прискорено. По мірі збільшення кутової швидкості коливання площини напрям поширення коливань частинки все більше відхиляється від лінії найбільшого нахилу. Це пояснюється тим, що тиск частинки на площину є змінним, відповідно є змінною і сила тертя. Вона гальмує відносний рух частинки з різною силою у відповідних ділянках траєкторії, що призводить до відхилення поширення коливань від лінії найбільшого нахилу. Для частинок із різними фрикційними властивостями інтенсивність відхилення теж різна: вона зростає по мірі збільшення коефіцієнта тертя. При досягненні критичного значення кутової швидкості частинка в певній точці траєкторії може відірватися від площини.

УДК 531.3

О. Клендій, М. Клендій

(Бережанський агротехнічний інститут НУБіП України, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ МАТЕРІАЛЬНОЇ ЧАСТИНКИ ПО ВНУТРІШНІЙ ПОВЕРХНІ ВЕРТИКАЛЬНОГО ЦИЛІНДРА, ЯКИЙ ЗДІЙСНЮЄ ОБЕРТАЛЬНИЙ І ПОСТУПАЛЬНИЙ РУХИ

При криволінійному поступальному русі площини всяка пряма, проведена в площині, залишається весь час паралельною своєму початковому положенню. Кожна точка описує однакову криволінійну траєкторію (наприклад, коло при коловому русі) і в кожен момент часу має однакові швидкості і прискорення. Якщо матеріальна частинка попадає на таку площину, то за певних умов вона буде ковзати по ній, тобто перебувати у складному русі.

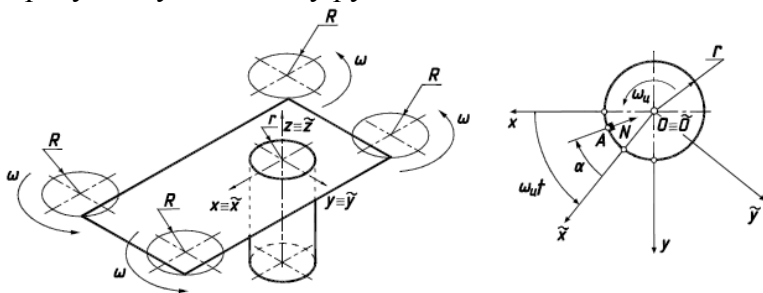


Рис. 1- До розгляду руху частинки по внутрішній поверхні циліндра, що здійснює поступальні коливання і обертається навколо власної осі:

Якщо циліндр не обертається навколо власної осі (тобто $\omega_c=0$), то після стабілізації руху відносна швидкість частинки прямує до сталої величини, а траєкторією є гвинтова лінія на внутрішній поверхні циліндра, яка перетворюється у пряму на його розгортці. Якщо надати циліндру оберտального руху навколо власної осі, то характер руху частинки зміниться. Відносна швидкість ковзання набуде періодичного характеру із зростанням і зменшенням аж до „заліпання”. Відповідно зміниться і траєкторія руху, причому ці особливості проявляються в більшій мірі, коли кутова швидкість коливального руху площини за напрямом протилежна кутовій швидкості обертання циліндра.

Збільшення кутової швидкості обертання циліндра навколо власної осі суттєво впливає на форму траєкторії ковзання. Такий же результат отримано в праці, хоча там абсолютний рух точки циліндра розглядається, як сума двох обертальних, а у нашому випадку – як сума поступального і обертального рухів. Проте можна показати, що при певних вихідних умовах абсолютний рух точки циліндра в обох випадках буде однаковим.

Для нашої моделі всі точки площини описують коло радіуса R , отже і точка осі обертання циліндра теж рухатиметься по колу, тобто вісь циліндра обертатиметься навколо певної вертикальної осі із кутовою швидкістю ω на відстані R від неї. Для того, щоб вона була на максимальній відстані $R+r$ від осі обертання, необхідно надати циліндру обертального руху навколо своєї осі із такою ж самою кутовою швидкістю однакового напрямку, тобто $\omega_c = \omega$. Це відповідатиме планетарному руху розглянутому в при відсутності його обертання навколо власної осі. При таких вихідних умовах абсолютний рух точки циліндра в обох випадках буде однаковим. Якщо ми при планетарному русі циліндра дамо йому ще і кутову швидкість обертання ω_c , то для того, щоб абсолютний рух точки циліндра нашої моделі був таким же, його кутову швидкість потрібно збільшити на цю ж величину, тобто $\omega_c = \omega + \omega_c$, де ω – кутова швидкість обертання осі циліндра навколо вертикальної осі для обох моделей. При такому переході з’явиться можливість порівнювати отримані результати, адже підходи для розв’язання цієї задачі застосовані різні.

УДК 621.865.8

В. Савків, І. Козбур

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СТРУМИННО-ВАКУУМНИХ ЗАХОПЛЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

При завантаженні та розвантаженні заготовок і деталей у позицію обробки на основне технологічне обладнання набувають широкого застосування безконтактні пневматичні захоплювальні пристрої [1]. Вони відрізняються високою надійністю та довговічністю роботи, низькою собівартістю виготовлення, можливістю безконтактного захоплення та утримування в процесі маніпулювання заготовок та деталей незалежно від їх матеріалу, механічних характеристик, структури поверхневого шару та температури.

У порівнянні з вакуумними струминні захоплювачі відрізняються високою надійністю, довговічністю роботи, точністю базування об'єктів, а також високими динамічними характеристиками. До недоліків даних пристроїв можна віднести порівняно низькі силові характеристики. Запропонований вакуумно-струминний захоплювальний пристрій плоских заготовок (Рис. 1) у порівнянні із струминним захоплювачем аналогічних витратних характеристик, має в 2,5...4 рази вищу вантажопідйомність. Крім цього в даному пристрої відсутні недоліки характерні для вакуумних захоплювачів.

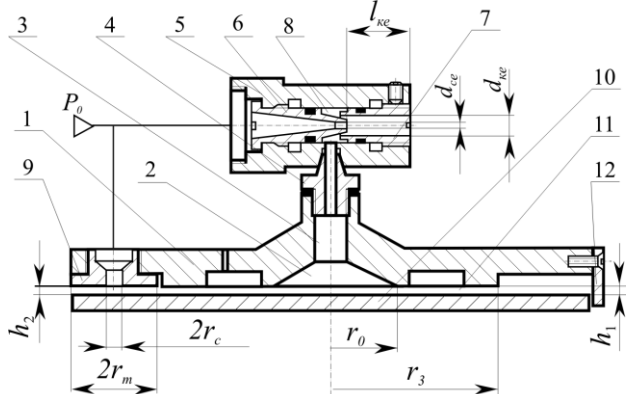


Рис. 1. Конструкція струминно-вакуумного захоплювального пристрою

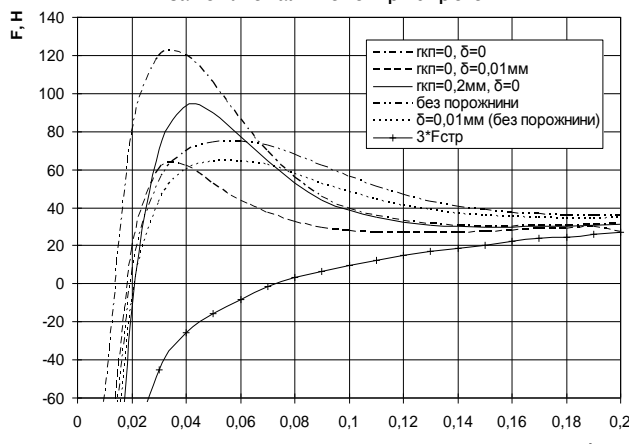


Рис. 2. Залежність складових F_s , F_{cm} і результуючої присмоктуючої сили від величини радіального проміжку h_1 , для різних варіантів виконання.

Вакуумно-струминний захоплювач (рис. 1) складається з корпуса 1 з порожниною 2 і каналом 3, до якого за допомогою переходника 4 приєднаний корпус 5 ежектора. Останній складається із сопла 6 і втулки 7. Утворена при цьому прийомна камера 8, з'єднана каналом 3 з порожниною 2. У корпусі 1 співвісно осі захоплювача, встановлено три сопла 9. Їх розвинуті торцеві поверхні лежать в одній площині, а осі розташовані на деякому радіусі і відстань між ними – однакова.

Проведені дослідження (Рис. 2) підтверджують необхідність удосконалення конструкції вакуумно-струминних захоплювачів, зокрема форми соплової частини та активних поверхонь. Теоретичні та експериментальні дослідження захоплювачів у різних варіантах виконання активної поверхні показали, що їх силові характеристики вищі від захоплювачів з плоским торцем на 20...30%. У подальшому будуть проведені дослідження енергетичних характеристик вакуумно-струминних захоплювачів з метою пошуку таких параметрів, які забезпечать їх високі експлуатаційні показники.

УДК 621.941.1

І. Кучвара

(Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя)

СПОСІБ ОДНОЧАСНОГО ПРОТОЧУВАННЯ СКЛАДНИХ ПРОФІЛІВ ДОВГОМІРНИХ ДЕТАЛЕЙ

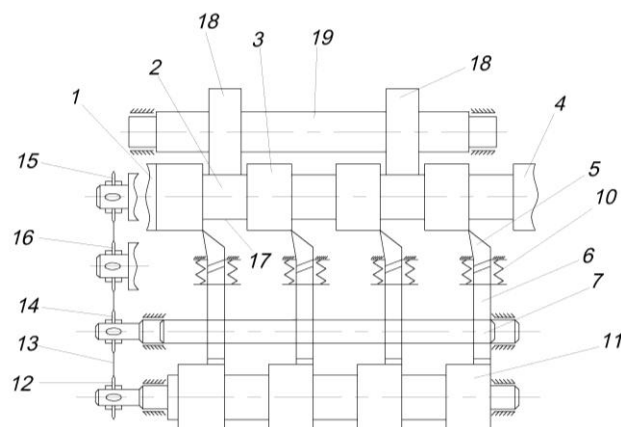


Рис. 1. Спосіб одночасного проточування складних профілів довгомірних деталей

деталі і під певним кутом один до одного. кулачками 3 еліпсної симетричної деталі жорстко закріплюють в задній бабці 4. Із зовнішнім діаметром кулачків 3 взаємодіють ріжучі кромки різців 5, які жорстко закріплюють в різцетримачах поперечних супортів 6, які розміщені з однієї сторони від оброблювальної деталі 2. Осьове переміщення цих супортів здійснює ходовий гвинт 7, який вкручений в гайку позадвожніх супортів 8, а його кінці встановлюють в опори 9 з можливістю осьового переміщення на задану величину $S=r_1-r_2$, де r_1, r_2 , відповідно максимальні значення радіусів великого і малого еліпсів кулачків довго мірного вала 2. До позадвожніх супортів 8 спереду жорстко закріплюють прохідні різці 5, які підтискають у вихідне положення пружинами 10, які розміщують у тілі супортів. Заднім торцем позадвожній супорт 8 є в контакті з еліпсними копіями 11, привід яких з'єднують ходовими гвинтами супортів 8 і еліпсними симетричними поверхнями 3 через головний привід верстату за допомогою зірочок 12 ланцюгової передачі 13 зірочками 14 приводу ходових гвинтів 7, зірочками 15 приводу головного руху і зірочками 16 натяжного пристрою. Ходові гвинти 7 і еліпсні копії 11 своїми кінцями встановлюють в опори ковзання.

Крім цього на оброблюваній заготовці кулачкового вала 2 між двома крайніми кулачками з двох кінців проточені циліндричні опорні поверхні 17, які є у взаємодії з циліндричними виступами 18 люнета 19, який встановлено паралельно заготовки кулачкового вала 2 з протилежної сторони від різців 5 з можливістю взаємного прокручування. Еліпсні копії 10 мають поперечне січення форми кулачків 3 готової деталі, встановлюють таким чином, щоб однотипні осі кулачків копіїв 10 і кулачків 3 кулачкового вала мали однакове вихідне положення. Вибирають необхідну довжину різців 5 і їх жорстко закріплюють до поперечних супортів 6. Задня поверхня супортів повинна знаходитися у постійному контакті з еліпсними копіями 11.

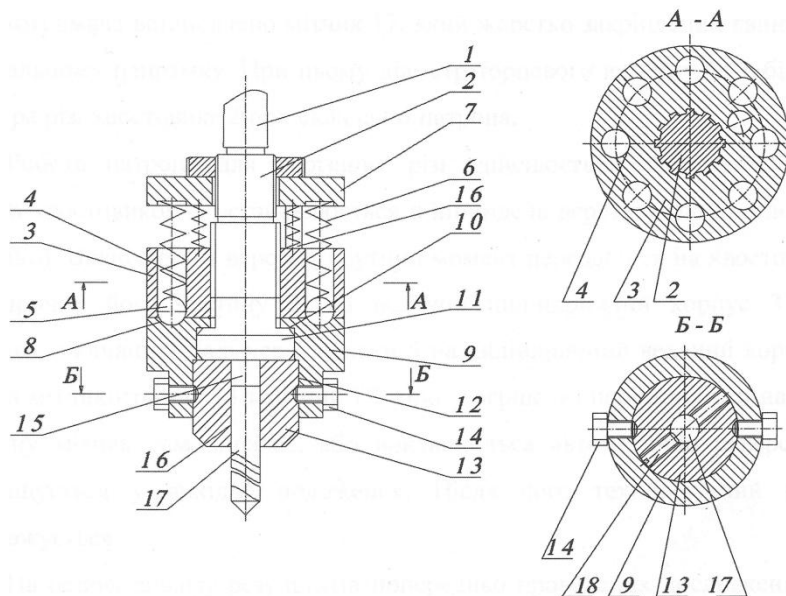
Після цих підготовчих робіт включають верстат і налагоджують на відповідні режими роботи. Поперечні супорти 6 з різцями 5 здійснюють процеси проточування кулачків 3 еліпсної форми з необхідним поперечним січенням, які задають еліпсні копії 11 різцем 5 пружинами 9.

Спосіб одночасного проточування складних профілів довгомірних деталей здійснюється на верстаті, що складається із станини, шпинделя, двох механізмів головного приводу і двох механізмів подачі, задньої і передньої бабок, двох поперечних і двох позадвожніх супортів, які розміщені паралельно з двох сторін оброблювальної деталі. Причому в патроні шпинделя 1 жорстко закріплюють довгомірний вал 2 з кулачками 3 еліпсної симетричної деталі і під певним кутом один до одного.

УДК 621.86

М. Левкович

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ЗАПОБІЖНИЙ ПАТРОН ДЛЯ НАРІЗАННЯ РІЗИ

На рис.1. представлено запобіжний патрон для нарізання різи, який виконано у вигляді хвостовика 1, яким патрон встановлюється у шпиндель токарного, свердлильного, або іншого верстату (на кресленні не показано), а другий кінець хвостовика виконано у вигляді циліндричної частини 2 на якій встановлено ведучий корпус 3 на шліцах, які виконані на циліндричній частині хвостовика 3

можливі. Рис. 1 Конструкція запобіжного патрону для нарізання різи. У веденому патроні наскрізні осьові отвори 4 в які, з можливістю осевого переміщення, встановлені кульки 5, які зверху підтиснуті пружинами стиснення 6. Верхні кінці цих пружин взаємодіють з верхнім підтискним диском 7, який накручений на різбову поверхню циліндричного хвостовика 2 який є фактично механізмом регулювання. Знизу кульки 5 взаємодіють з торцевими сферичними лисками 8, які виконані на торці веденого циліндричного корпуса 9 і розміщені рівномірно по колу торцевої частини циліндричного веденого циліндричного корпуса. Циліндричним ступінчастим отвором 10 останній взаємодіє з торцевим виступом 11 циліндричної частини хвостовика 2, який обмежує рух вниз циліндричного ведучого корпуса 3. Знизу в центральному отворі 12 циліндричного веденого корпуса 9 жорстко закріплено мітчикотримач 13 двома болтами 14, які розміщені в діаметрально протилежних місцях. Мітчикотримач зверху зцентрований циліндричним виступом 15 кінця циліндричного хвостовика 2, а знизу в центральний отвір 16 мітчикотримача встановлено мітчик 17, який жорстко закріплений гвинтом 18 в радіальному напрямку. При цьому діаметр торцевого виступу 11 є більшим діаметра різи хвостовика 2 при складанні патрону.

Робота патрона для нарізання різи здійснюється наступним чином. Патрон хвостовиком 1 встановлюється в шпиндель верстату (на кресленні не показано). Включається верстат, крутний момент передається на хвостовик 1 і циліндричну його частину 2, на ведучий циліндричний корпус 3 через шліцьове з'єднання. Далі через кульки 5 на циліндричний ведений корпус 9 і далі на мітчикотримач 13 і мітчик 17. При завершенні нарізання різи на повну довжину мітчик сам випадає, або виключається автоматично реверс і він переміщується у вихідне положення. Після чого технологічний процес продовжується.

УДК 621.881

І. Луців, В. Волошин, В. Буховець

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПЛЕКСНОГО САМОНАЛАГОДЖУВАЛЬНОГО ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ БАГАТОЛЕЗОВОЇ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ

Багатолезова обробка супроводжується пружними деформаціями та вібраціями, які чинять шкідливий вплив на точність та якість оброблюваної поверхні, стійкість металорізальних інструментів та довговічність верстатного обладнання. В процесі обробки з'являються згинні і крутильні коливання, що зумовлено наявністю і взаємним впливом технологічних умов різання, зовнішніх збурюючих сил і деформаційно-пружних характеристик оброблювальної системи. Окрім того, крутильні коливання, які виникають у приводі під час кінцевих токарних операцій, призводять до коливань сили різання, а нерівномірна жорсткість затискного пристрою, що має дискретне розташування затискних елементів по контуру затиску, спричиняє зміну складових радіальних відтискань. Саме тому адаптація багатолезового оснащення до зміни радіальної та крутильної жорсткості підсистеми «затискний пристрій-заготовка» та забезпечення незмінної радіальної жорсткості затискних пристроїв власне в процесі багатолезової обробки адаптивного типу є актуальною науково-практичною задачею, розв'язання якої спрямовано на досягнення підвищених характеристик точності та якості оброблених поверхонь.

Для вирішення означеної задачі нами запропоновано створити самоналагоджувальне комплексне оснащення для багатолезової обробки, яке складається із підсистеми адаптивного затиску заготовки та підсистеми адаптивної багаторізевої токарної обробки, які пов'язані між собою в єдину систему і повинні забезпечувати виконання основної функції – забезпечення точної і якісної обробки поверхонь обертаня.

У порівнянні з однолезовою обробкою багатолезове різання потенційно є дуже ефективним і високопродуктивним методом зменшення макро- і мікропохибок обробки та неприпустимих коливань при різанні. Для цього слід обладнати таке різання можливостями адаптації до змінного процесу різання. Зокрема, з допомогою зміни подачі в якості параметра керування можна організувати надзвичайно тонкий і чутливий механізм керування пружними переміщеннями. Зміна ж подачі, пов'язана зі зміщеннями вздовж напрямку подачі не впливає негативно на якість поверхні.

В той же час основні показники затиску багато в чому визначаються типом пристрою і схемою замикання в ньому сил затиску, і з точки зору забезпечення показників точності затиску та незмінності радіальної жорсткості по куту повороту найкращим варіантом є замикання силового контуру затискного пристрою по колу. Такі схеми затиску реалізовані в гідравлічних затискних пристроях із оболонковими та втулковими затискними елементами.

Для забезпечення надійного функціонування системи загалом доцільно дослідити основні характеристики її підсистем. Зокрема, керованими характеристиками підсистеми багатолезової обробки адаптивного типу є жорсткість динамічної системи, швидкість подачі, швидкість осциляції лез, навантаження, демпфування, структура жорсткісних зв'язків; керованими ж параметрами підсистеми адаптивного затиску заготовки є зусилля затиску, діапазон затиску, жорсткість та демпфування, розподіл зон затиску та точність затиску.

УДК 621.881

І. Луців, В. Шарик

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ БАГАТОРІЗЦЕВОЮ ГОЛОВКОЮ ДЛЯ ТОНКОГО ТОЧІННЯ З ПРУЖНИМИ НАПРЯМНИМИ

Проблема забезпечення раціональних науково обґрунтованих умов здійснення токарної обробки деталей машин на верстатах, що спряють підвищенню точності і якості поверхневого шару деталей при одночасному зростанні техніко-економічних показників виробництва, є важливою і актуальною, та представляє не тільки науковий, але й значний практичний інтерес.

Для вирішення зазначеної вище задачі в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя на кафедрі конструювання верстатів, інструментів та машин розроблено конструкцію багаторізцевої головки адаптивного типу з пружними напрямними для тонкого точіння [1], в якій керування положенням інструментів в процесі обробки відбувається через електромагнітний двонаправлений привід різцетримачів з мікроконтролерним інтелектуальним керуванням. Керування процесом багаторізцевого точіння при використанні розробленої головки здійснюється електронними пристроями у вигляді запрограмованої системи ЧПК (рис. 1), до якої подаються вхідні сигнали $U_{вх}$ положення інструменту, де вони обробляються за необхідним алгоритмом. З системи ЧПК виходять керуючі сигнали U приводом різців, положення яких в динаміці фіксуються датчиками зворотнього зв'язку ДЗЗ, вихідні сигнали X котрих поступають на систему регулювання неузгодженостей СН для корекції вхідних сигналів.

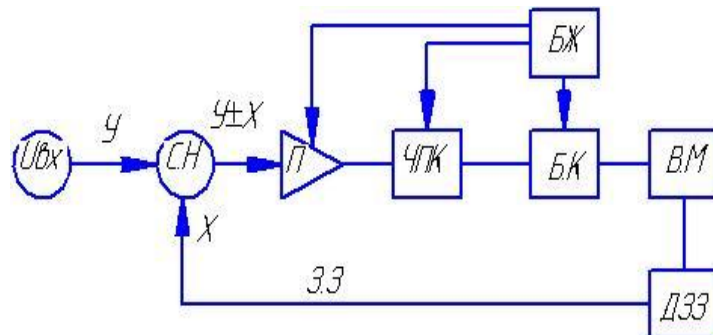


Рисунок 1. Блок-схема системи керування (БК- блок керування, БЖ- блок живлення, П - підсилювач)

Через блок керування сигнал подається до виконавчих механізмів (ВМ), положення яких через (ДЗЗ) задають корекцію $U \pm X$ вхідного сигналу таким чином, щоб у будь-який момент часу різальні леза головки в процесі обробки займали середнє положення, і таким чином сприймали однакові зусилля різання.

Такий підхід дає можливість забезпечувати високу чутливість до миттєвих змін складових сил різання на різцях, стабілізацію сил різання, а також можливість керування зміною подач на кожному із різців.

Список використаної літератури

1. Пристрій для точіння: Патент України №827668 МПК В23В29/00 /Луців І.В., Кривий П.Д., Підгайний Ю.Б., Шарик В.М.-Заявл. 25.01.2013 Опубл.12.08.2013, Бюл.№15.-4с.

УДК 631.331

Р. Любачівський

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

РОЗРАХУНОК СЕКЦІЙНИХ ГВИНТОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ

Одним з перспективних напрямків розширення технологічних можливостей і підвищення експлуатаційної надійності та довговічності, а також зменшення мінімального радіуса кривизни гвинтового робочого органу транспортуючих пристроїв, які мають широке застосування у технологічних процесах механізованого завантаження та змішування різноманітних матеріалів та компонентів є виготовлення робочих органів таких пристроїв у вигляді окремих гвинтових секцій з шарнірним з'єднанням.

Оскільки експлуатаційні характеристики будь-якого гнучкого робочого органу транспортера визначаються його радіусом згину то даний параметр визначає також і рівень технологічності такого транспортуючого органу. Значення радіуса згину необхідне також для того, щоб при проектуванні транспортерів з криволінійними трасами переміщення вантажів, проєктант міг забезпечити відповідні технологічні можливості пристрою і доцільність застосування робочого органу певного конструктивного виконання. Для визначення вище згаданого параметра звернемось до розрахункової схеми наведеної на рис. 1.

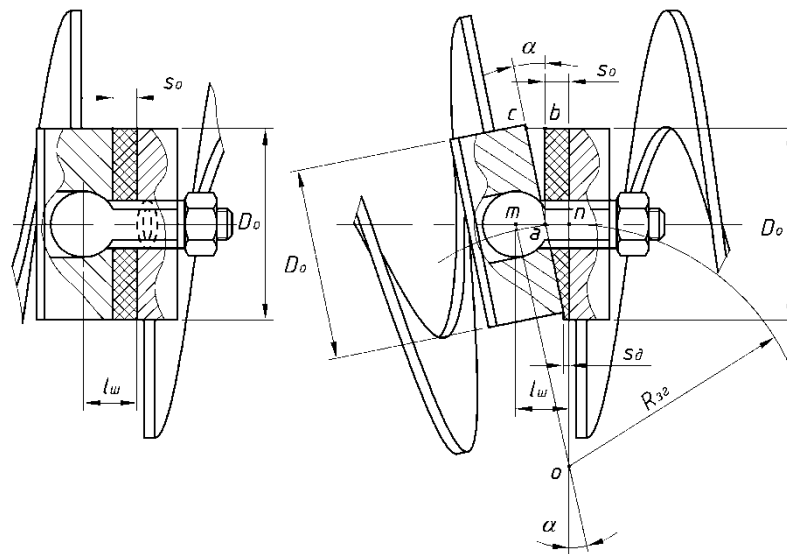


Рисунок 1. Розрахункова схема для визначення мінімального радіуса згину транспортера з гвинтовими секційними робочими елементами

Радіус згину можна виразити через відстань між кінцями вигнутого робочого органу пристрою параметром L . Згідно розрахункової схеми радіус вигину рівний

$$R_{zr} = \frac{L}{2 \cdot \sin \alpha},$$

де L – лінійна відстань між кінцями гвинтового елемента;
 α – кут згину кут згину секцій гвинтового елемента.

УДК 631.331

Р. Любачівський, Р. Лотоцький

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

**РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
ТРАВМУВАННЯ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ**

Зменшення травмування зерна під час транспортування гвинтовим конвеєрами є одним із основних завдань проектування таких конструкцій.

Для одержання порівняльного показника травмування матеріалу проведено перерахунок маси пошкодженого зерна до маси проби за формулою:

$$T_{зм} = \frac{m_1 - m_2}{m_n} \cdot 100\% \quad (1)$$

де m_1 - маса травмованого зерна після переміщення конвеєром, кг;

m_2 - маса травмованого зерна до транспортування, кг;

m_n - маса проби, кг.

До травмованих відносили зерна, що мали наступні пошкодження: роздроблений зародок, пошкоджений зародок, пошкоджена оболонка зерна, пошкоджений ендосперм, пошкоджена оболонка ендосперму, побите зерно, механічно стиснуте зерно.

Отримані значення коефіцієнтів рівняння регресії зведено у табл. 1.

Таблиця 1 - Значення коефіцієнтів рівнянь регресії

Коефіц.	b_0	b_1	b_2	b_3	b_{12}	b_{13}	b_{23}	b_{11}	b_{22}	b_{33}
пшениця	1,5 48	0,742	0,15	0,1 68	0	0,04	0	0,15 4	0,004	0,00 4
ячмінь	1,4 4	0,69	0,14	0,1 56	0	0,037	0	0,14 3	0,003 7	0,00 37

Оцінку статистичної значущості коефіцієнтів рівняння регресії та перевірку адекватності (відповідності) отриманого теоретичного розподілу випадкових величин рівнянь регресії реальному експериментальному процесу проводили згідно методики.

У натуральних величинах (координатах) рівняння регресії після перетворення та спрощення виразів прийнято в кінцевому вигляді:

- для транспортування пшениці

$$T_{CM(n,\gamma,D)} = 4,841 \cdot 10^{-2} + 1,911 \cdot 10^{-4} D + 8,933 \cdot 10^{-3} \gamma + 3,066 D + 1,333 \cdot 10^{-2} nD + 6,844 \cdot 10^{-6} n^2 + 1,777 \cdot 10^{-5} \gamma^2 + 10D^2 \quad (2)$$

- для транспортування ячменю

$$T_{CM(n,\gamma,D)} = 4,285 \cdot 10^{-2} + 1,888 \cdot 10^{-4} D + 8,346 \cdot 10^{-3} \gamma + 2,866 D + 1,233 \cdot 10^{-2} nD + 6,355 \cdot 10^{-6} n^2 + 1,644 \cdot 10^{-5} \gamma^2 + 9,25D^2 \quad (3)$$

Отримані рівняння регресії можуть бути використані для визначення величини травмування зерна $T_{см}$ під час транспортування гвинтовим конвеєром залежно від частоти обертання шнека n , кута нахилу конвеєра γ та діаметра кожуха D при транспортуванні пшениці та ячменю у таких межах зміни вхідних факторів: $100 \leq n \leq 400$ (об/хв); $15 \leq \gamma \leq 45$ (град); $0,08 \leq D \leq 0,12$ м (м).

УДК621.87

О. Ляшук

(Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя)

ДИНАМІКА ПРОЦЕСУ НАТЯГУВАННЯ КАНАТУ ЛЕБІДКОЮ

Лебідки відносяться до малих засобів механізації різних типів технологічних процесів. Від правильного вибору і

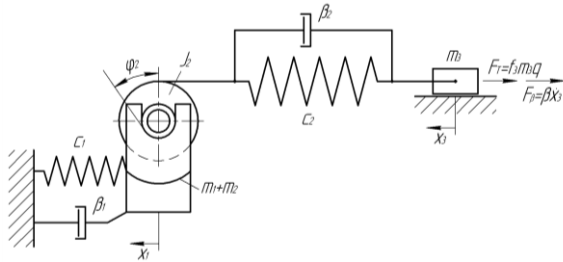


Рис.1 Динамічна модель процесу горизонтального транспортування

розрахунку цих механізмів залежить їх експлуатаційна надійність і довговічність. Розглянемо процес переміщення вантажу по горизонтальній поверхні за допомогою лебідки (рис.1), установленної на гвинтову опору та обладнаною двигуном змінного струму. Вважатимемо, що кожен з елементів моделі має певну жорсткість та в'язкість, які описуються у вигляді лінійних залежностей від деформацій та швидкостей. На вантаж також діє сила

тертя, яка протидіє рухові. Для аналізу динамічних зусиль, які виникають у системі, запишемо рівняння руху її основних складових частин

$$\begin{aligned} m_3 \ddot{x}_3 &= c_2(x_1 + R\varphi_2 - x_3) + \beta_2(\dot{x}_1 + R\dot{\varphi}_2 - \dot{x}_3) - \beta_3 \dot{x}_3 - m_3 g f_3; \\ (m_1 + m_2) \ddot{x}_1 &= -c_1 x_1 - \frac{T_m}{R} - \beta_1 \dot{x}_1; \\ J_2 \ddot{\varphi}_2 &= -R c_2(x_1 + R\varphi_2 - x_3) - R \beta_2(\dot{x}_1 + R\dot{\varphi}_2 - \dot{x}_3) + T_m. \end{aligned} \quad (1)$$

Привідний механізм обертається за допомогою електричного двигуна змінного струму, зведений обертовий момент якого у робочій зоні номінальної електромеханічної характеристики можна апроксимувати лінійною залежністю виду :

$T_m = T_0 \left(1 - \frac{\dot{\varphi}_2}{\omega_0}\right)$. Розглянемо процес пуску приводу при ослабленому канаті. При такому

пуску електродвигун встигає набрати достатніх обертів, щоб досягти максимальної швидкості. Тоді виникає явище майже ударного навантаження системи. Початкові умови (при $t=0$) матимуть вигляд Динамічні навантаження у канаті складаються із пружних деформацій каната та його в'язкого опору і виражаються залежністю $P_k = c_2(x_1 + R\varphi_2 - x_3) + \beta_2(\dot{x}_1 + R\dot{\varphi}_2 - \dot{x}_3)$. Для розв'язку системи рівнянь з початковими умовами

$P_k, Н$

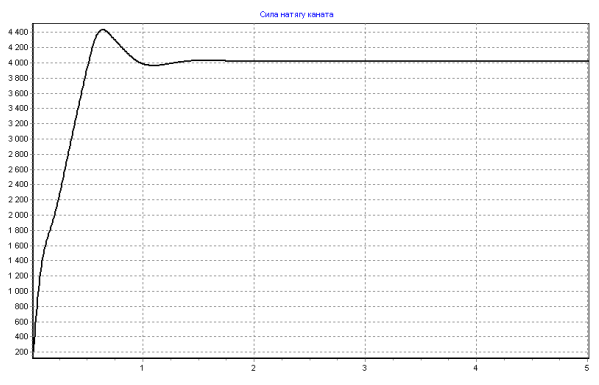


Рис. 2 Динамічні зусилля у канаті при пуску привода

доцільно застосувати відомий числовий метод розв'язку систем диференціальних рівнянь Рунге-Кутта. З метою проведення числового аналізу розроблена програма на мові Delphi, отримані графічні залежності наведені на рис. 2.

t,сек

УДК 628.91.678

А.В. Матвійчук, І.Т. Ярема

(Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя)

ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ АВТОТРАКТОРНИХ ШИН ТА РІЖУЧОГО ІНСТРУМЕНТУ НА ПРОЦЕС ПОРІЗКИ

Проблемним завданням є переробка відпрацьованих автотракторних шин, враховуючи динамічне зростання автотракторного парку. При переробці слід віддавати перевагу технології механічного розрізання, яке не зв'язане із складними фізико-хімічними процесами.

При різанні використовують дискові зубчасті ножі та пили, ножі типу „різак”, фрези. Використання таких інструментів приводить до заклинювання корду між зубами, так як тканинний корд підлягає законам деформованих тіл, а шини з металокордом відносяться до законів механіки твердого тіла.

Враховуючи піддатливість гуми та жорсткість кордового полотна, розроблено інструмент у вигляді диска із симетричним заточуванням. Величина кута заточування залежить від багатьох факторів. Суттєвим є вплив відносного зношення U_0 інструменту та довжини різання l шини. Також на величину зношення впливає щільність корду, наприклад щільність корду з використанням бавовняних ниток визначається за залежністю

$$\gamma = \frac{1.274}{100d^2N} \text{ г/см}^3, \quad (1)$$

де γ – величина щільності корду; d – діаметр кордової нитки, см; N – метричний номер кордової нитки; 1,274 – коефіцієнт, рівний $4/\pi$; 100 – перевідний коефіцієнт метрів в сантиметри.

Проте необхідно враховувати, що поліамідний корд має більшу щільність, а металевий корд більшу міцність, маючи декілька прошарків.

Шлях різання визначається за залежністю

$$L = \frac{\pi DBi}{1000 S} \text{ м}, \quad (2)$$

де D – діаметр розрізаємої шини; B – ширина порізки; i – кількість порізок; S – величина подачі.

Враховуючи залежність (1), визначаємо величину розмірного зношення інструменту за залежністю

$$U = U_0 \frac{k\pi DBi}{1000 S} \text{ мм}, \quad (3)$$

де k – коефіцієнт, що враховує додаткову довжину шляху різання.

Враховуючи залежності, можна визначити сили різання з врахуванням притуплення інструменту, що приводить до збільшення потужності різання. Це в свою чергу приводить до збільшення жорсткості системи обладнання, що використовується при порізці.

УДК 631.331

Т. Навроцька

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ СІВБИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Одним із найважливіших технологічних заходів в аграрному виробництві є сівба сільськогосподарських культур, зокрема застосування підґрунтового-розкидного способу сівби. Широка програма розвитку і підвищення народного добробуту передбачає повне задоволення населення продуктами харчування для покращення життя людей в цілому.

Найбільш гостро це питання стоїть при вирощуванні зернових культур, площа живлення яких вимагає раціонального використання поживних елементів ґрунту та сонячної енергії.

Крім цього це дає можливість зменшити застосування хімічних препаратів для боротьби з бур'янами внаслідок того, що останні біологічно пригноблюються культурними рослинами.

Експлуатаційні затрати на одиницю роботи, які складаються із елементів деяких затрат і які змінюються у відповідності із машиною, яку використовували, визначались за формулою:

$$U = 3 + A + R + C_n + X. \quad (1)$$

де, 3 - заробітна плата робітників, які обслуговують агрегат, грн./га;

A - сума амортизаційних відрахувань, грн./га;

R - витрати на капітальний ремонт і технічне обслуговування, грн./га;

C_n - вартість палива та мастильних матеріалів, грн./га;

X - витрати на зберігання машин, грн;

Показник річного економічного ефекту визначався як різниця приведених та порівнюючих варіантів:

$$\varepsilon = ((U_1 + E_H K_1) - (U_2 + E_H K_2)) A_p. \quad (2)$$

де, ε - річний економічний ефект, грн.;

U_1, U_2 - експлуатаційні затрати на виконання одиниці роботи відповідно при використанні рядкової та експериментальної сівалок, грн./га;

K_1, K_2 - питомі капіталовкладення відповідно при використанні рядкової та експериментальної сівалок, грн./га;

E_H - нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень;

A_p - річний об'єм робіт, га;

Затрати праці на одиницю виконаної роботи визначались за формулою:

$$3_n = \frac{m}{W_{\text{год}}}. \quad (3)$$

де, m - кількість обслуговуючого персоналу, чол.;

$W_{\text{год}}$ - продуктивність агрегату за годину експлуатаційного часу, га;

Дані техніко-економічних розрахунків в достатній мірі відображають економічну ефективність впровадження експериментальної сівалки, яка забезпечує якісний розподіл насіння по площі живлення.

УДК 621.923

Т. М. Несхозієвська

(Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»)

ПРОБЛЕМА ЗНОШУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ КЛАПАНІВ ТА ПІДКЛАПАННИКІВ ЗАХВАТІВ ЯК ЕЛЕМЕНТІВ АРУШЕПРОВІДНОЇ СИСТЕМИ ОФСЕТНИХ ДРУКАРСЬКИХ МАШИН

Провідні виробники друкарського устаткування пропонують все більш широкий спектр обладнання з певними конструкційними особливостями, для можливості фокусування поліграфічного підприємства на певному спектрі виготовленої продукції, підвищення технологічності процесу її виробництва.

Відомо, що останнім часом все більш помітною є тенденція до підвищення якості друку із одночасним ускладненням технічної сторони процесу: все більш популярними стають замовлення на багатофарбовий друк на різноманітних паперах та картонах, невсотувальних та структурованих матеріалах, з подальшим лакуванням, тисненням чи ламінацією. Надзвичайно велику увагу нині приділяють якості поліграфічного виконання продукції, зокрема, якості друку. Якість друку напряму залежить від технічних можливостей та стану друкарського обладнання. В першу чергу мова йде про стан аркушепровідної системи (далі – АПС) офсетної друкарської машини. Адже саме АПС в цілому та її окремі елементи впливають на проходження матеріалу через всі друкарські секції офсетної машини, і, як результат, на якість віддрукованого відбитка.

Порушення точності роботи одного або відразу декількох вузлів приводить до несуміщення фарб, збільшення розтискування растрової точки, появи дробління, ковзання, подачі подвійних аркушів та появи забоїв у друкарських секціях. Найбільш критичним з даної точки зору стає зношування поверхонь клапанів та підклапанників захватів АПС. Зношування може спостерігатися не по всій ширині клапану, а по одному краю – через неправильне встановлення, надмірний тиск та навантаження на одну з ділянок, а не на всю поверхню. Через слабо затягнуті захвати АПС (клапан та підклапанник) відбиток витягується з них у центрі циліндру внаслідок великого тиску та в'язкості фарби. Напрямо розповсюдження неполадки по аркушу носить характер ореолу і розповсюджується по всій площі аркушу.

Слід зазначити, що захвати друкарського циліндру витримують значно більші навантаження за умови друкування фарбами підвищеної в'язкості ілюстрацій, що містять багато плашок. При цьому максимальний ефект зношування спостерігається при роботі з картоном, що має високі показники пилення та неоднорідну структуру. Ремонт друкарської машини та заміна захватів є дорогою та складною операцією, яка потребує повної зупинки техніки для проведення дефектації та заміни деталей строком на 1-2 зміни та більше. Таким чином, забезпечення працездатності аркушепровідної системи є достатньо важливим завданням будь-якого поліграфічного підприємства або, безпосередньо, РМЦ.

Рішенням даної проблеми стало відновлення робочих кромek за рахунок точної прицевийної механічної обробки, проведення оздоблювально-зміцнюючої обробки за рахунок нанесення частково регулярного мікрорельєфу, нанесення на робочу поверхню двокомпонентного клею та модифікованого поліуретанового матеріалу із наступною термообробкою та вулканізацією. Після чого проводиться чистове вигладжування та шліфування поверхні і встановлення відновлених захватів на друкарську машину.

УДК 621.923

А. В. Несхозієвський

(Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»)

ЗМІНА ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОКРИТТІВ ОФСЕТНИХ ЦИЛІНДРІВ ДРУКАРСЬКИХ МАШИН ЗА РАХУНОК ПРОВЕДЕННЯ ОЗДОБЛЮВАЛЬНО-ЗМІЦНЮЮЧОЇ ОБРОБКИ ТА ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Надійність та довговічність металевих деталей машин, механізмів значною мірою залежить від якості поверхні та поверхневого шару. Враховуючи навантаження, що характерні для процесу роботи рулонних та аркушевих офсетних друкарських машин, одним з найбільш критичних факторів руйнування деталей, появи відхилень у якості друкування є процеси зношування, корозії, знеміцнення. Зношування офсетних циліндрів спостерігається в робочій зоні, здебільшого через дію агресивної хімії, зволожувального розчину, фарби та паперового пилю.

Надійність роботи машин безпосередньо пов'язана з якістю поверхневого шару деталей, що характеризується геометричними та фізико-механічними параметрами. Також зауважимо, що при виготовленні та експлуатації деталей машин на їх поверхнях утворюються нерівності та мікронерівності, а шар металу, що безпосередньо контактує до поверхні, змінює структуру, фазовий та хімічний склад, у ньому виникають остаткові напруги. Відомо, що поверхневий шар деталі суттєво впливає на якість відтворення поліграфічної продукції, в першу чергу, на розтискування і геометрію растрових точок.

В більшості випадків у деталі починають погіршуватися робочі властивості поверхні, наприклад, знос, ерозія, кавітація, втомлювані тріщини та інші руйнування розвиваються спершу на поверхні. Тому до поверхневого шару зазвичай висуваються більш високі вимоги, ніж до основної маси деталі поліграфічної машини. Процеси, що відбуваються у зоні контакту офсетного та друкарського, а також офсетного та формного циліндрів, мають велике значення та суттєво змінюють відтворення фарбової точки, передачу півтонів, плашок та ін. Слід зауважити, що кінематика поведінки ОГТП під час проходження зони друкарського контакту є складним явищем, що впливає на весь процес переносу фарби з форми на папір.

Слід враховувати, що у зв'язку з інтенсифікацією експлуатаційних процесів, збільшенням швидкостей переміщення робочих органів, підвищенням температур та тисків роль якості обробки поверхневого шару значно зростає. Зв'язок між характеристиками якості обробки поверхневого шару та експлуатаційними властивостями деталей свідчить про те, що оптимальна (з точки зору підвищення експлуатаційних властивостей деталей) поверхня має бути достатньо твердою, мати стискаючі остаткові напруги, дрібнодисперсну структуру, вигладжену форму мікронерівностей з великою площею опорної поверхні.

Розроблені під час дослідження технології дозволяють змінювати фізико-технічні властивості покриттів офсетних циліндрів за рахунок проведення оздоблювально-зміцнюючої обробки, насамперед, виконання вібраційного накатування повністю регулярного мікрорельєфу з метою зміцнення поверхні та збільшення її корозійної стійкості (на 15-35%). Використання нових піддекельних матеріалів на основі модифікованого поліуретану дозволить одночасно збільшити площу контакту, підвищити компресійність та значно зменшити кількість мікрозсувів ОГТП під час друку.

УДК 621.825

О. Олексин

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ОЧИСНІ СИСТЕМИ ТРУБЧАТОГО СКРЕБКОВОГО КОНВЕЄРА

Основним недоліком усіх трубчатих скребкових конвеєрів є наступне. Між внутрішньою поверхнею труби і боковою поверхнею скребка необхідно залишати певний технологічний зазор (зазвичай - 3-5мм), за рахунок якого можливе переміщення ланцюга з скребками у трубі. При переміщенні скребками сипучого, необробленого, гранульованого матеріалу, частина матеріалу попадає у вище зазначений зазор, створюючи ефект "заклинювання", різко підвищується коефіцієнт тертя, наслідком чого є зростання навантаження на ланцюг, зірку приводу, редуктор, двигун, тобто ймовірність виходу з ладу такого конвеєра різко підвищується.

В залежності від області промисловості застосовуються різні види очисних дисків, які очищують внутрішню поверхню труби в підйомному відділенні транспортного і зворотнього напрямку, а також перешкоджають прилипанню продукту. Монтаж і демонтаж очисних дисків може здійснюватись безпосередньо на наявному транспортуючому ланцюзі. Дисківий скребок (рис. 1) не має вільного зазору між боковою поверхнею і трубчатим корпусом, оскільки цей об'єм заповнений полімерними волокнами [1].

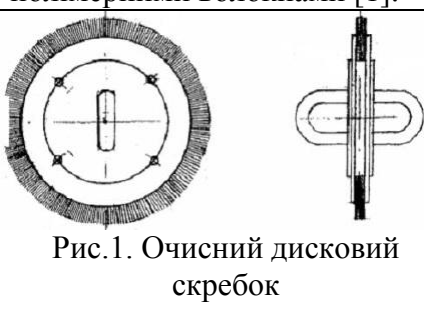


Рис.1. Очисний дисківий скребок

Тому виключається попадання у зазор речовини, що транспортується і її налипання на стінки корпусу. Контакт бокової поверхні дисківого скребка корпусу буде відбуватись по полімерним волокнам. В цьому випадку коефіцієнт тертя буде значно меншим (у порівнянні з тертям сталі по сталі), виключається зношування внутрішньої поверхні трубчатого корпусу і зниження енерговитрат на виконання процесу.

При переході на інший вид продукту необхідне очищення робочих органів від попереднього продукту, що транспортувався. На рис.2 зображена система очистки німецької фірми Schrage [2].

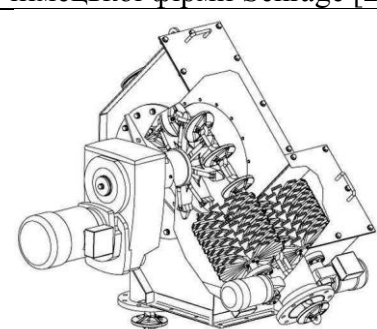


Рис.2. Привідна станція із щітками вертикальна

В даному модулі внутрішня щітка починає працювати зразу, як тільки робочий орган переміщається в зону випуску (привідна станція). Цим самим привідна зірочка вже в цьому місці працює у вільному від продукту просторі. Станції для чищення щітками використовуються на трубчастих ланцюгових конвеєрах в якості примусового очисного пристрою. Привід полімерних щіток здійснюється з допомогою невеликих двигунів з черв'ячною передачею. Транспортуючий ланцюг очищується станцією зі зміщеними щітками в верхньому або зворотньому стволі конвеєра.

Перелік посилань

1. Пат. 7821 Україна, МПК (2006.01) B65G 19/14. Трубчатий скребковий конвеєр / Мандзюк І.А., Рудишин В.Д.; заявник і патентовласник Хмельницький національний технічний університет. –№ u20041109584; заявл. 22.11.2004; опубл. 15.07.2005, Бюл. № 7.
<http://www.schrage.de/ru/produkty/opcii-komplektujushchie/sistemy-ochistki.html>

УДК 631.331

Ю. Павельчук

(Подільський державний агротехнічний університет)

АПАРАТ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ НАСІНЕВИХ СТРІЧОК

Одним із найбільш надійних для подальшого процесу використання сівби сільськогосподарських культур з зернинами є апарат для виготовлення насінєвих стрічок, який зображено на рис. 1.

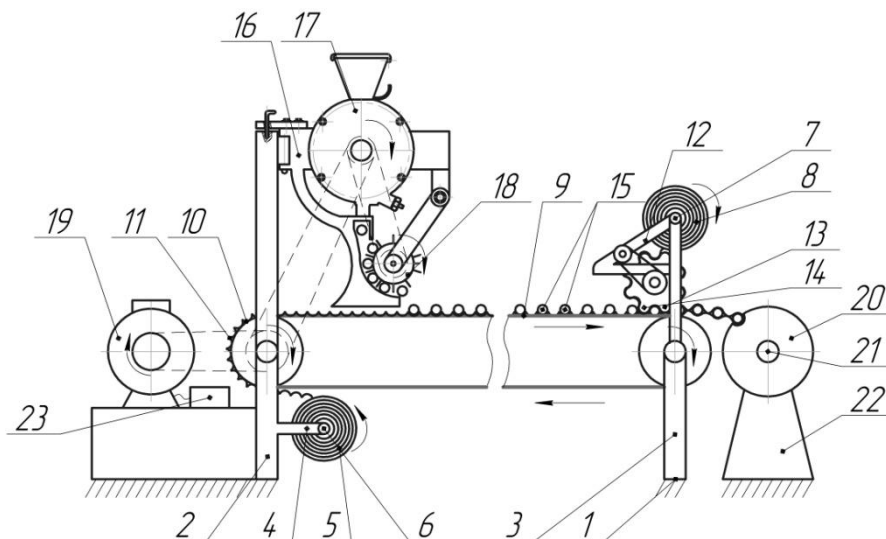


Рис.1. - Апарат для виготовлення насінєвих стрічок

Апарат виконано у вигляді рами 1, на якій змонтовані всі вузли. З лівої сторони рами виконано ліву вертикальну стійку 2, а з правого кінця праву вертикальну стійку 3. З низу лівої вертикальної стійки 2 на кронштейні 4 встановлена гофрована бухта 5 на осі 6 з можливістю кругового повертання. На правій вертикальній стійці 3 зверху встановлена на осі 7 гладка стрічка 8 з можливістю кругового повертання. Між лівою 2 і правою 3 вертикальними стійками встановлено стрічковий конвеєр 9. У гофрованій стрічці 5, віддаль між сусідніми виїмками 10 гофр 11 є рівною віддалі між зернинами при їх висіві у ґрунт. При її розмотуванні гофрована стрічка 5 є у взаємодії з лівим кінцем стрічкового конвеєра 9. Під бухтою гладкої стрічки 8 на кронштейні 12 встановлено формувальний зубчастий інструмент 13, в якому зуби виконані рівномірно по колу, а віддаль між зубами 14 дорівнює віддалі між сусідніми насінинами 15 розміщеними на нижній гофрованій стрічці. Зверху лівого кінця стрічкового конвеєра 9 жорстко на кронштейні 16 встановлено одно зерновий висівний апарат 17 з насіннеукладчиком 18 насінин 15 гофровану нижню стрічку 10. З лівого кінця рами 1 встановлено привід 19, за допомогою якого здійснюється привід всіх механізмів відомим способом. Намотування насінєвих стрічок з насінням здійснюється в бухту 20 на вісь 21, яка встановлена на підставках 22. Керування апаратом здійснюється з пульта керування 23.

Крім цього гофрована 5 і гладка 8 стрічки є попередньо просочені у розчині 3 відповідними добривами і висушені.

УДК 631.331

Ю. Павельчук¹, Р. Лотоцький²

(Подільський державний агротехнічний університет)¹

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)²

СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ОДНО ЗЕРНОВИХ ВИСІВНИХ АПАРАТІВ

Удосконалення існуючих способів сівби та технічних засобів точного висіву дозволить більш як у два рази зменшити норму висіву, а за рахунок створення оптимальних умов для проростання насіння й розвитку рослин - підвищити врожайність зернових культур на 10-15%.

У зв'язку з цим дослідження спрямоване на розробку технологічного процесу та обґрунтування параметрів однозернового висіву насіння сільськогосподарських культур, як самого надійного процесу, на основі ресурсозберігаючих технологій, є актуальним і має важливе народногосподарське значення.

Для наладки і перевірки однозернового апарата було спроектовано стенд для дослідження надійності і якості роботи висівних апаратів, який зображено на рис. 1.

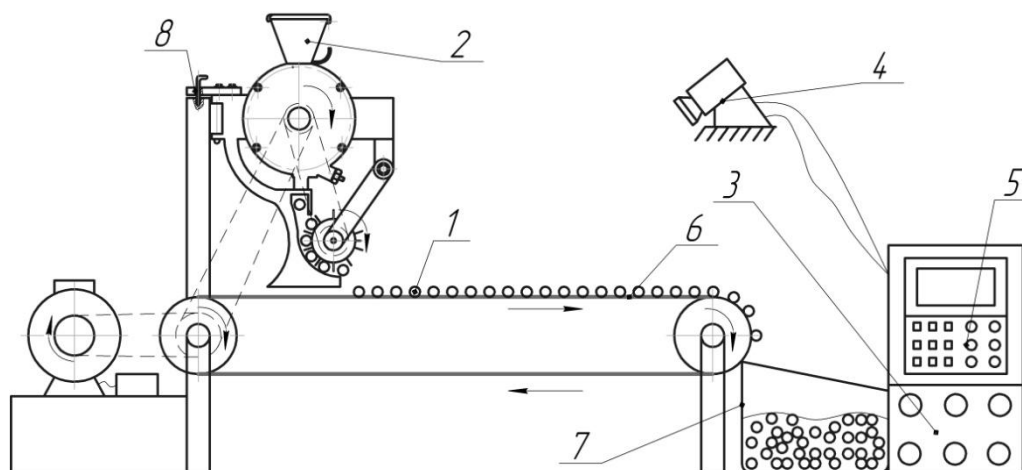


Рисунок 1 – Стенд для дослідження надійності та якості роботи висівних апаратів

Робота стенда здійснюється наступним чином. Насіння 1 засипають в бункер 2. Після повної підготовки стенда до роботи з пульта керування 3 включають спочатку стрічковий конвеєр, кінокамеру 4 з комп'ютером 5, після чого висівний апарат. Після висіву, насінини попадають на рухому стрічку 6 з липкою стрічкою, яка фіксує їхнє положення, а за допомогою кінокамери і комп'ютера отримують всю необхідну інформацію про роботу висівного апарата. Збір насіння з стрічкового конвеєра здійснюється в ємкість 7. Для підвищення продуктивності роботи стенда рукоятку 8 піднімають вгору і висівний апарат послідовно можна переставляти в 5...12 положень згідно конусних отворів, що забезпечує використання всієї ширини липкої стрічки і відповідно підвищення продуктивності праці і розширює технологічні можливості стенда.

До переваг стенда відноситься розширення технологічних можливостей і підвищення продуктивності праці дослідних операцій і експлуатаційної надійності технологічного процесу.

УДК 621.81

Ю. Паливода

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

СПОСОБИ ВИГОТОВЛЕННЯ ГОФРОВаних ЗАГОТОВОК З ЗАДАНИМ ПРОФІЛЕМ

Сучасний рівень народного господарства країни вимагає значного розширення номенклатури деталей машин і механізмів, створення прогресивних технологій їх виробництва та удосконалення існуючих.

Розглянуто технологічний процес формоутворення ГГЗ обкатуванням парами ортогональних і неортогональних зубчастих формувальних інструментів на універсальному обкатаному верстаті 5А725 (рис. 1). Процес здійснюється наступним чином: заготовку у вигляді стрічки 1 попадають у щілину між зубчастими формувальними інструментами 4. Вмикають привід верстату та здійснюють процес обкатування. Перевагою запропонованого процесу є те, що стрічка одночасно гофрується й скручується в спіраль.

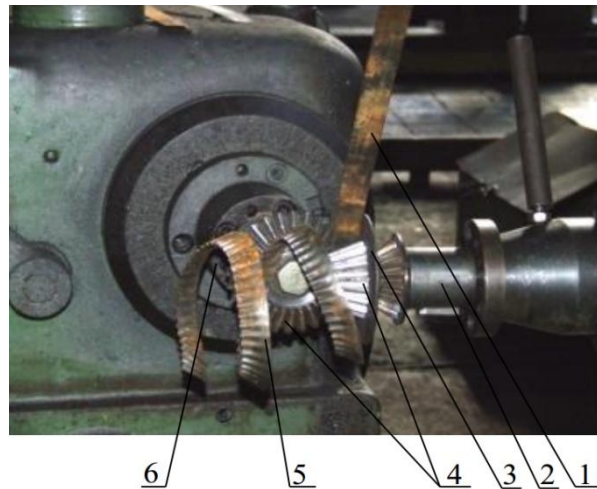


Рисунок 1 Технологічний процес формоутворення ГГЗ парою ортогональних формувальних інструментів ($\alpha = 90^\circ$) на обкатному верстаті:

1 – смуга; 2-ведучий шпindelь; 3-упорне кільце; 4-пара конічних зубчастих коліс; 5-гвинтова гофрована заготовка; 6-ведений шпindelь

Для виготовлення гвинтових гофрованих заготовок запропоновано раціональну технологію з проведенням експериментальних, статичних і динамічних досліджень та вимірювань технологічних, силових і конструктивних параметрів, а також випробування заготовок у лабораторних та виробничих умовах з метою забезпечення необхідних показників точності, надійності та їх відповідності технічних умовам експлуатації.

Експериментальні дослідження підтвердили можливість навивання ГГЗ з відносною висотою 15-25 і більше, що пояснюється сприятливими умовами гнуття лід час якого зменшується поперечна та поздовжня стійкість стрічки в зоні утворення гофра, зменшується ступінь видовження зовнішнього ребра внаслідок значного зменшення радіальних напружень у зоні пластичної деформації і відповідно збільшується товщина гвинтової заготовки по зовнішньому діаметру, що забезпечує підвищення надійності та довговічності заготовок.

УДК 621.914

М.Паньків, А. Данилюк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕСУ СВЕРДЛІННЯ

Оброблення осьовими лезовими різальними інструментами внутрішніх отворів в суцільному матеріалі свердлінням, або попередньо виготовлених отворів розсвердлюванням є достатньо поширеними видами механічного оброблення.

Осьовий різальний інструмент - це лезовий інструмент для оброблення з обертальним головним рухом різання та рухом подачі вздовж осі головного руху різання. До осьових різальних інструментів відносяться: свердла, зенкери, розвертки, мітчики, плашки, зенківки та ценковки. Типові послідовності оброблення осьовими інструментами забезпечують оброблення отворів з точністю розмірів IT12-IT7 та параметрами шорсткості обробленої поверхні

$Ra\ 20 - Ra\ 1,25$. Технологічні послідовності оброблення та рекомендовані значення глибини різання є основою для визначення розмірів осьових різальних інструментів.

Найбільшу трудомісткість оброблення осьовими різальними інструментами в суцільному матеріалі складає свердління. Свердло - осьовий різальний інструмент для утворення отвору в суцільному матеріалі та (або) збільшення діаметра попередньо обробленого отвору. Найбільш поширеною конструкцією свердел є гвинтові спіральні свердла, різальна частина яких має дві головні різальні кромки і виготовляється з швидкорізальних інструментальних сталей. Для оброблення склопластиків виготовляються спеціальні свердла з металокерамічних твердих сплавів переважно з групи ВК, наприклад, ВК6, ВК8, ВК10М, ВК10ОМ. Для оброблення чавунів використовуються сучасні конструкції збірних свердел, які оснащуються змінними багатогранними пластинами з механічним закріпленням, але ці конструкції осьових різальних інструментів застосовуються для оброблення отворів діаметром більше 20мм.

Швидкорізальні інструментальні сталі (ШІС) мають широке застосування для виготовлення різальних інструментів, які працюють в умовах значних силових навантажень та середніх температур на різальних кромках. Основні фізико-механічні характеристики ШІС, які забезпечують достатню роботоздатність різальних інструментів є: висока міцність та в'язкість; висока поверхнева твердість робочих поверхонь; зносостійкість контактних поверхонь, задовільна теплостійкість до 600°...650°С.

Проектування сучасних технологічних процесів механічного оброблення з використанням САМ-систем потребує визначення сил та моментів, що діють в технологічній обробляючій системі, а також енергетичних витрат на виконання окремої технологічної операції. Оскільки такі силові характеристики процесу різання в основному визначаються параметрами шару припуску, що зрізується, виникає потреба у їх розрахунку. Узагальнення практичного досвіду машинобудівного виробництва показує, що розсвердлювання попередньо оброблених отворів доцільно застосовувати для оброблення отворів в діапазоні діаметрів 20-50 мм. Відповідно для забезпечення сталих умов процесу різання при розсвердлюванні, необхідно передбачати глибину різання $h_{\min} \geq 5\text{мм}$. Таким чином, діаметр отвору, підготовленого під операцію розсвердлювання, не повинен перевищувати $D_{ce} - h_{\min}$.

УДК 621.914

М.Паньків, О. Львова

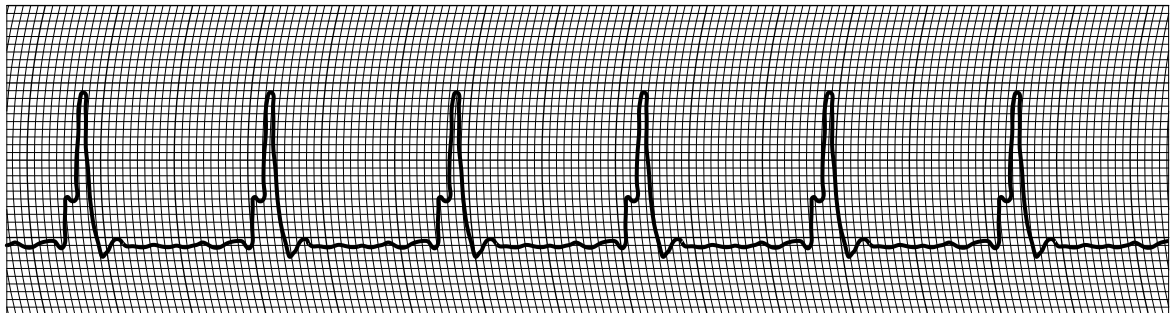
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СВЕРДЛІННЯ

Сучасне виробництво висуває підвищені вимоги до якості й точності оброблених отворів в корпусних деталях транспортно-технологічних систем сільськогосподарських та інших машин. Прогресивні методи масового виготовлення корпусів не дають змоги отримувати високої якості та точності отворів, а тому актуальним є дослідження операції свердління. Свердління отворів в корпусних деталях пов'язане із складними ударними та формотвірними процесами взаємодії свердла та поверхні деталі, побудова повної математичної моделі, яка включала б усі фази динамічного процесу різання із формалізованим описом процесу ударного руйнування матеріалу, що відбувається за таких умов, є проблематичною.

Тому є виправданою побудова спрощеної моделі ударної взаємодії свердла із деталлю з відповідною їй дослідною перевіркою й експериментальним підбором параметрів. Така модель є поєднанням елементів та їх динамічної взаємодії, та реалізується у спрощеній динамічній тримасовій системі, де свердло подано приведеною масою m_1 , з'єднаною із нерухомою системою верстата невагомим пружним елементом з приведеною жорсткістю c_1 , а деталь приведеними масами умовної стружки (із приєднаним середовищем) m_2 і заготовки m_3 .

Між елементами з масами m_2 та m_3 при їх взаємному переміщенні виникає зусилля зсуву (різання), а між елементами масами m_1 та m_3 - зусилля опору переміщенню свердла, які в сумі при стабільній площі зрізу відповідають зусиллю стаціонарного різання із аналогічними параметрами, тобто постійними на визначеному інтервалі. Елемент заготовки приведеною масою m_3 пов'язаний невагомим пружним елементом жорсткістю c_3 із обертовою частиною системи (шпинделем верстата), кутова швидкість ω якої в рамках даної моделі приймається постійною. Розсіювання механічної енергії враховується введенням сил, пропорційних швидкостям руху кожної із приведених мас. Для обґрунтування вибору такої моделі були проведені експериментальні дослідження процесу свердління із застосуванням методу тензометрування. У дослідях тензометричні датчики наклеювались на свердло і, відповідно оцінювали деформацію від скручування свердла, що при статичному різанні відповідала б крутному моменту.



$t=1,0$; мм; $S=0,4$ м/хв; $V=150$ м/хв; $Pz=400$ Н

Рис.1 Профілограма процесу свердління

УДК 621.914

М.Паньків, В.Паньків

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ОПЕРАТИВНО – КАЛЕНДАРНЕ ПЛАНУВАННЯ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВА

В умовах розвитку промисловості істотно зростає інтерес до проблем організації виробництва, і зокрема, до завдань оперативно-календарного планування.

Календарні плани роботи окремих виробничих процесів підприємства являють собою розклад виготовлення всіх виробів, завантаження устаткування і робочих місць.

Основними параметрами календарних графіків є: пріоритетність робіт, розмір партій запуску і час випередження початку обробки виробів на відповідних робочих місцях, розмір незавершеного виробництва. Результатом складання оптимального календарного графіка є визначення найменшої тривалості виробничого циклу, що має значний вплив на покращення економічних результатів діяльності підприємства. У цьому випадку відбувається зниження обсягу оборотних коштів у незавершеному виробництві, зменшуються простоя обладнання і робочих місць. У виробничих підрозділах машинобудівних підприємств календарне планування в даний час засновано головним чином на моделюванні, дозволяє забезпечити пропорційність, безперервність і правильно встановити пріоритети робіт.

У силу цього, в якості критерію оптимальності моделей доцільно використовувати мінімізацію тривалості сукупного виробничого циклу. Під моделлю виробничого процесу розуміють його просторову побудову, що відбиває технологічно-організаційну суть останнього через організаційну структуру. Під моделлю плану виробництва - кількісно-тимчасову організацію предметів праці під час виробничого процесу. Під моделлю оперативного управління - функціональне виділення тієї частини керуючої системи, яка призначена для утримання існуючих змінних керованого об'єкта в заданих планом граничних значеннях. Всі існуючі методи розв'язання задач календарного планування за ступенем досягнення екстремального результату поділяються на дві чітко виражені підгрупи - точних і наближених рішень. До числа випробуваних точних методів рішення задачі моделювання відносяться методи лінійного та динамічного програмування, комбінаторні методи дискретного програмування. Останнім часом до вирішення задач календарного планування стала залучатися теорія масового обслуговування. Така можливість з'явилася у зв'язку з розвитком спеціальної теорії черг з пріоритетом. Однак якщо в завданнях масового обслуговування потік вимог на обслуговування є вільним процесом, то в завданнях календарного планування вимоги надходять в детермінованому порядку.

Дослідження поведінки систем масового обслуговування (СМО), тобто дослідження залежностей фазових змінних від часу при подачі на входи будь-яких, потоків заявок, називають імітаційним моделюванням СМО. Імітаційне моделювання проводиться шляхом відтворення подій, які відбуваються одночасно або послідовно в часі. При цьому подією є факт зміни значення будь-якої фазової змінної. Джерело вхідного потоку заявок у моделі являє собою алгоритм, по якому обчислюються моменти появи заявок на вході. Пристрої в імітаційній моделі представляються алгоритмами генерації значень інтервалів (тривалостей) обслуговування. Накопичувачі моделюються алгоритмами визначення обсягів пам'яті, які займаються заявками, що приходять на вхід накопичувача

Для імітаційного моделювання СМО необхідні імітаційна модель, мова для її представлення і програмна система, що реалізує цю мову.

УДК 62-92.113

М.Пилипець, П.Босюк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

СПІЛЬНА ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ ІНДУКЦІЙНОГО НАГРІВУ ЗАГОТОВКИ І ФОРМУВАННЯ РІЗИ

Для підвищення продуктивності і точності формування різи необхідний попередній нагрів заготовки. Алгоритми управління, отримані при рішенні локальних завдань оптимізації для устаткування, регламентуються жорсткими рамками заданих технологічних інструкцій. Передусім, такі інструкції складаються для температурних режимів оброблюваних заготовок, і служать об'єднанню стадій нагріву і формування різи в тонкостінних деталях в єдиний технологічний ланцюжок.

Включення окремих технологічних інструкцій в якості шуканих параметрів для пошукових алгоритмів в завданні оптимального проектування значно розширює можливості з розробки алгоритмів управління обладнанням для нагріву і отримання різи, що забезпечують екстремальні значення загального техніко-економічного критерію. Зокрема, при вільному виборі кінцевого температурного стану металу, що нагрівається, вдається виявити шляхом обґрунтованої декомпозиції локальні функції мети окремо для оснащення нагріву і формувального інструменту, знайти оптимальні значення для результуючого температурного поля у кінці процесу нагріву і визначити управляючі дії, що відповідають їм, для обох ділянок комплексу, які забезпечують в сукупності досягнення екстремального значення вибраного функціонала якості.

Описаний підхід дозволив сформулювати завдання на максимум продуктивності формоутворення різьби, у рамках якої необхідно визначити оптимальні програми зміни в часі потужності нагріву і швидкості формування різи, що забезпечують екстремальне значення сукупного критерію оптимальності в умовах існуючих обмежень. В ході рішення вказаної задачі окрім локальних алгоритмів оптимального управління на стадіях нагріву і формування визначається оптимальна величина кінцевої температури нагріву за умов досягнення найбільш рівномірного температурного розподілу.

Отримуваний в результаті рішення задачі оптимального управління набір алгоритмів і параметрів технологічних інструкцій дозволяє перейти від принципу обслуговування існуючих технологічних рішень до системи оптимального проектування операції нагрів заготовки-формування різи. Аналогічним чином в результаті послідовного рішення локальних завдань оптимізації процесів формування різи і нагріву заготовки, може бути вирішене завдання оптимізації роботи обладнання, з використанням усіх, приведених вище критеріїв. Розглянемо на прикладі завдання локально-оптимального за критеріями швидкодії нагріву і точності формування різи на порожнистій тонкостінній заготовці із зовнішнім діаметром 38 мм і товщиною стінки 4 мм з сталі 10 ГОСТ 1414-70 на довжині 76 мм виготовляли гвинтовий профіль G 11". Необхідно для об'єкту управління отримати рішення задачі оптимального за точністю процесу формування різи, а потім вирішити завдання оптимального проектування для досягнення отриманого температурного профілю.

Очевидно, що нагріваючи заготовку в односекційному індукторі, можливе отримання такого температурного профілю, що відповідає рішенню задачі оптимального формування різи.

Отриманий в результаті оптимального за швидкодією нагріву кінцевий температурний розподіл за довжиною заготовки відповідає початковому температурному розподілу в процесі формування. Зміна температури в профілюючому, знакові в процесі формування різи не перевищує 10°C від початкового результату.

УДК 621.914

М.Пилипець, Б.Бригадир

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ФОРМОУТВОРЕННЯ НАВИВНИХ ЗАГОТОВОК ІЗ ЗМІЦНЕННЯМ ЗОВНІШНЬОЇ КРОМКИ

Розроблено метод формоутворення навивних заготовок навивання на оправу та одночасним зміцненням зовнішнього ребра. Така технологія забезпечує підвищення експлуатаційних властивостей робочих органів, виготовлених з навивних заготовок, зокрема забезпечення точності, міцності, оптимальності геометрії профілю та реалізацію повного ресурсу можливого пластичного деформування стрічки, з якої навивають спіраль. Це пояснюється сприятливою схемою згину і покращенням умов деформування металу. Згин може проводитись як в осьовому, так і в радіальному напрямках, що сприяє отриманню зміцненої за зовнішнім контуром спіралі малого радіуса кривини та профільного поперечного перерізу за відповідного конструктивного виконання пристрою.

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

Процес оброблення наступний. Спіраль нерухомо встановлюють на гладкій чи гвинтовій циліндричній оправі. Надавши обертового руху головці та оправі, здійснюють одночасне переміщення останньої в осьовому напрямку.

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

Наприклад, ефективним є індукційне нагрівання стрічки, причому найсприятливіший безперервно-послідовний спосіб. У 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 дає змогу використовувати для технологічного процесу порівняно малопотужні генератори. За відповідного підбору потужності генератора і ширини індуктора, забезпечивши необхідні температурні параметри, можна здійснити процес зміцнення.

Шорсткість поверхні, степінь зміцнення, твердість поверхні та продуктивність обробки залежать від режимів оброблення: зусилля і швидкості обкатування, повздовжньої подачі, припуску і т. п.

Зусилля обкатування залежить від твердості, пластичності і структури металу, шорсткості поверхні, конструктивних особливостей спіралі.

Поверхнєве пластичне деформування зазначеним вище способом підвищує твердість поверхневого шару та створює сприятливі напруження стиску. Втомлювана міцність деталей зростає на 30...70 %, а зносостійкість – в 1,5...2 рази, а також можливе отримання поверхні з низькою шорсткістю ($R_a = 0,16$ мкм).

Запропонована технологія виготовлення заготовок спіралей шнеків методом навивання на оправу з одночасним зміцненням зовнішнього ребра дає змогу реалізувати повний ресурс пластичного деформування стрічки, із якої навивається заготовка.

УДК 621.914

М.Пилипець, А.Гагалюк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ЗАТИСКНІ ПРИСТРОЇ З ГВИНТОВИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ

При обробці тонкостінних деталей головною проблемою при їх базуванні є недостатня жорсткість заготовки і технологічної системи загалом. У таких випадках деформація поверхні деталі під дією сил різання і, особливо закріплення не дозволяють досягнути задані параметри точності оброблюваної поверхні, що є складним технологічним і виробничим завданням.

Вирішенням даної задачі є розроблення конструкції пристосування, яке забезпечить достатню жорсткість заготовки – патрона з гвинтовим спіральним опорним елементом і гвинтовим затискним пристроєм. Це пристосування забезпечує базування тонкостінної заготовки за внутрішньою поверхнею по всьому периметру спіральними пружними елементами. Діаметри пружних елементів можна змінювати для переналаджування пристосування в процесі обробки декількох видів деталей, а також для точнішого базування залежно від фактичного внутрішнього діаметру заготовки.

Для контролю точності дотикання оброблюваної заготовки і торця опорного елемента пристосування пропонується використати метод ультразвукової дефектоскопії. Цей метод характеризується високою чутливістю, великою проникаючою здатністю, безпекою в роботі та ін., що робить його застосовним для визначення суцільності контакту заготовки з базуючими елементами пристосування. Розроблена методика ультразвукового контролю дозволяє за допомогою ультразвукового дефектоскопа загального призначення, налагодженого за спеціальним еталоном, з високою точністю знаходити місця, в яких контакт спіральної пружини і оброблюваної тонкостінної заготовки відсутній. В залежності від результатів ультразвукового контролю проводиться коректування системи за допомогою закручування або розкручування пружини механізму пристосування.

Радіальну силу затиску для такого пристосування визначають за залежністю:

$$P_{\text{рад}} = \frac{n \cdot P_{\text{ос}} \cdot f_1 \cdot r}{\text{tg} \phi} \quad (1)$$

де ϕ - кут тертя між спіраллю і заготовкою, град.

Загальна сила затиску для затискних механізмів з гвинтовим елементом

$$P_{\text{зат}} = \beta \frac{2M_{\text{кр}}}{D} \left(\frac{d\rho}{dZ} \right), \quad (2)$$

де $\left(\frac{d\rho}{dZ} \right)$ – зміна радіуса гвинтового елемента від зміни його довжини; $M_{\text{кр}}$ – крутний момент, прикладений до гвинтового елемента; β – коефіцієнт запасу; D – діаметр об'єкта затиску.

З залежності (2) бачимо, що сила затиску не є фіксованою величиною, тобто її величину можна регулювати. А це дає змогу розширити технологічні можливості пристроїв для затиску деталей, не тільки тонкостінних, а й для базування крихких (скляних, пластмасових) деталей.

УДК 621.914

М.Пилипець, М.Левкович

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ СФЕРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ

Внутрішні сферичні поверхні (ВСП) можна обробляти на різних типах токарних, свердлильних, фрезерних або шліфувальних верстатів. Механічна обробка ВСП багато в чому залежить від розмірів та взаємного розташування поверхонь, від точності їх розмірів та шорсткості поверхонь. Обробка сферичних поверхонь у деталях типу тіл обертання виконується на токарних, вертикально- та радіально-свердлильних та фрезерних верстатах із ЧПК та багатоцільових верстатах як шляхом одноінструментального послідовного оброблення так і з використанням спеціальних та комбінованих осьових інструментів.

Як правило розробляючи технологічні процеси виготовлення деталей за основу беруть технологічний та економічний принципи, тобто технологічний процес повинен забезпечувати вимоги технічних умов що ставляться до деталі за умови її виготовлення з мінімальною трудомісткістю та собівартістю.

Відомо що для обробки навіть простої поверхні можна запропонувати кілька різних варіантів які повністю забезпечать вимоги робочого креслення та технічні умови, але відрізняються техніко-економічними показниками. За умов обробки складних поверхонь технологічний та економічний принципи проектування методів обробки як правило знаходяться між собою у протиріччі, розв'язання яких можна шляхом багатокритеріальної оптимізації.

Для механічного оброблення ВСП в залежності від типорозмірів і технічних вимог до оброблюваної поверхні потрібно сформулювати можливі варіанти її обробки. Тому для вибору найвигіднішого варіанту потрібно провести велику кількість розрахунків для визначення техніко-економічних показників конкуруючих варіантів, на основі яких можна вирішити задачі оптимізації технологічних рішень.

Якщо дослідити залежності інтенсивного прибутку та інтенсивності формоутворення від величини виробничої партії для різних варіантів оброблення ВСП з побудованих графіків можна буде побачити при якій кількості деталей з ВСП доцільно проводити оброблення на універсальному обладнанні а при якій слід використовувати інше обладнання. Потрібно врахувати, що зростання продуктивності обробки за рахунок зміни структури умов обробки пов'язано зі збільшенням собівартості, тобто критична величина кількості оброблюваних деталей для якої інтенсивність прибутку одного варіанту стає більшою майже вдвічі у порівнянні з критичною величиною кількості оброблюваних деталей для цих же варіантів за інтенсивністю оброблення і тому економічна ефективність використання запропонованої обробки буде забезпечена тільки при збільшенні кількості оброблюваних деталей з ВСП.

Незважаючи на невисоку продуктивність найменша електромісткість прибутку забезпечується при обробленні ВСП на універсальному обладнанні з ручним керуванням. Ймовірність виконання завдання для невеликих виробничих партій не залежить від варіанту оброблення, оскільки при не тривалому часі оброблення практично відсутні відмови верстата, а тому для правильного вибору варіанту оброблення ВСП доцільно використовувати і інші критерії, такі як ймовірність виконання завдання; величина постійних витрат, що припадають на кількість оброблюваних деталей; найменша електромісткість прибутку.

УДК 621.914

М.Пилипець, В.Паньків

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ ЕЛІПСНИХ ШНЕКІВ

При виготовленні витків спіралі складної форми(конусними, еліпсними та ін. гвинтовими елементами) існуючими методами трудно досягнути необхідну точність.

Для підвищення точності еліпсних гвинтових поверхонь застосовують їх проточування або шліфування.Спосіб проточування перервних еліпсних гвинтових поверхонь, за яким оброблюваній деталі надається обертовий рух навколо своєї осі, а різцеві – поступальне переміщення паралельно осі оброблюваної деталі, відрізняється від проточування циліндричних перервних гвинтових поверхонь тим, що різцеві разом з поступальним переміщенням надається і складне радіальне переміщення в заданих параметрах зміни радіусів еліпсного профілю за допомогою профілю копіру. Копір у поперечному перерізі гвинтової поверхні має форму еліпсного профілю і обертається синхронно з точним співпаданням одностипних осей еліпсів гвинтової поверхні та копіра.

До технологічної схеми проточування еліпсних гвинтових поверхонь входить шпindel, в патроні якого жорстко закріплений вал еліпсної гвинтової деталі. Другий кінець цієї деталі встановлено на обертовий центр у задній бабці. Із зовнішнім діаметром еліпсної гвинтової деталі взаємодіє ріжуча кромка різця, який жорстко закріплений у різцетримачі поперечного супорта. Осьове переміщення супорта забезпечується ходовим гвинтом, який вкручений у гайку повздовжнього супорта, а його кінець спряжений з опорою з можливістю осьового переміщення на величину

$S = r_1 - r_2$, де r_1 і r_2 –значення радіусів відповідно великого і малого еліпсів деталі. До повздовжнього супорта спереду жорстко закріплено прохідний різець, який відводиться у вихідне положення пружиною, розміщеною в тілі супорта. Заднім торцем супорт контактує з копіром, привід якого з'єднаний з ходовим гвинтом супорта і деталлю через головний привід верстату за допомогою пасової передачі. Ходовий гвинт і копір своїми кінцями встановлені в опори ковзання. Копір, який має поперечний переріз оброблюваної деталі, встановлюють таким чином, що одностипні осі еліпсів копіра і деталі мають однакове вихідне положення. Виконують наладку різця на розмір і жорстко кріплять його до повздовжнього супорта з правого краю оброблюваної деталі. Задня поверхня супорта повинна знаходитись у постійному контакті з копіром.

Після налагодження верстата на відповідні режими роботи та йоговключення супортз різцем здійснюють процес проточування шнека за довжиною з необхідним поперечним перерізом, який задається копіром. Длярізних типорозмірів еліпсних шнеківзастосовують відповідні копіри.

За експериментальними даними на ЕОМ виведено апроксимаційні залежності для визначення режимів різання в процесі проточування зовнішнього діаметра еліпсних шнеків. Так для виготовлення шнеків 7–9 квалітетів точності з шорсткістю поверхонь $Rz = 10 - 20$ мкм глибина різання становить $t = 0,4 - 1,5$ мм.,при подачі $S = 0,1 - 0,3$ мм/обв діапазоні швидкостей $V = 250...400$ м/хв.

До переваг даного способу належать розширення технологічних можливостей і отримання еліпсних гвинтових перервних поверхонь деталей відповідної точності і якості. Крім того, даний спосіб можна використовувати і для шліфування еліпсних поверхонь встановивши замість різця в поздовжній супорт шліфувальний круг з індивідуальним приводом.

УДК 631. 354

В. Пришляк

(Вінницький національний аграрний університет)

ПРОТРУЮВАЧ НАСІННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Метою роботи є зменшення травмування насіння і зменшення енерговитрат при змішуванні і транспортуванні насінних матеріалів шляхом виконання протруювача насіння, який зображено на рис. 1. Протруювач виконано у вигляді рами, завантажувальних і вивантажувальних пристроїв, камери протруювання, резервуара, приводу самохода, вібратора та пульта керування, причому, протруювач виконано у вигляді бункера з шиберам, знизу якого встановлено циліндричний лоток, основа якого є у взаємодії з камерою протруювання, знизу якої встановлено вивантажувальний шнек з рівномірно збільшеним кроком по його довжині, який жорстко з'єднаний з вивантажувальним шнеком більшого діаметра і з рівномірно збільшеним кроком по його довжині.

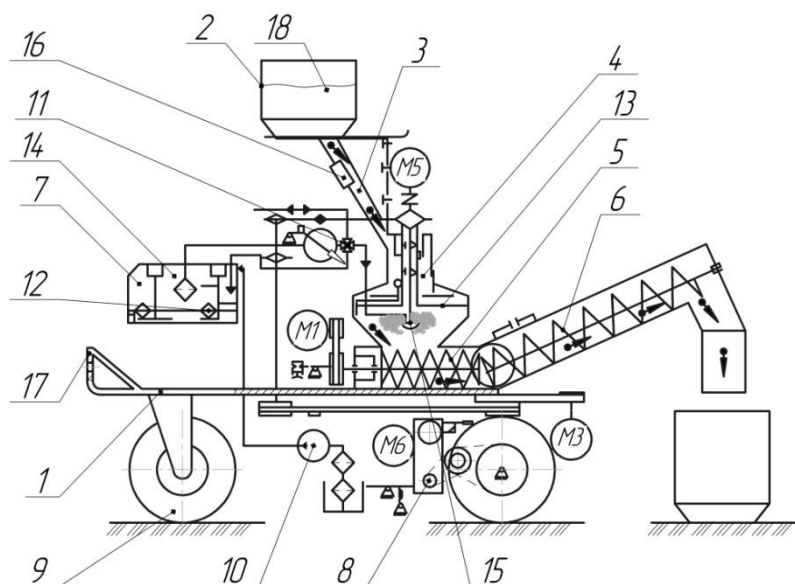


Рисунок 1. – Протруювач насіння

Робота протруювача здійснюється наступним чином. Зерно 17 за допомогою відомих способів завантажують бункер 2. Далі зерно завантажують у камеру протруювання 4 на диск 13 і на цьому процес сприяє вібратор 16, який встановлений внизу під бункером 2 на лотку 3. При обертанні диска 13, на якому воно розміщується рівномірно по периметру, здійснюється дрібно дисперсне розпилювання суспензії і створює коловий факел капель розпилювачем 15, який протрує зерно. З камери протруювання 4 протруєне зерно за допомогою шнека 5 переміщується у вивантажувальний шнек 6 і в спеціальну тару (на кресленні не показано).

До переваг протруювача відносять те, що кроки шнеків 5 і 6 по мірі переміщення насінного матеріалу є рівномірно збільшеними по їх довжині в сторону руху насінного матеріалу один відносно одного зі збільшеними між витковими просторами, що забезпечує покращенні умови проходження протроєного насіння, що сприяє зменшенню зусилля вивантаження і зменшенню зусилля вивантаження і зменшенню його травмування.

УДК 621.865.8

Я. Проць, В. Савків, В. Скочиляс, О. Фендьо

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ СТРУМИННИХ ЗАХОПЛЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

Робочі характеристики струминних захоплювальних пристроїв (СЗП) залежать від тиску джерела живлення та геометричних параметрів СЗП, які впливають на формування потоку газу. Для СЗП, у якому напрям струменя повітря перпендикулярний до площини об'єкта маніпулювання, (ОМ) такими параметрами є, – радіус сопла r_0 , радіус захоплювача r_2 , висота проміжку між краєм сопла і об'єктом h_0 , форма взаємодіючої з ОМ поверхні. Відомо, що для активної поверхні СЗП сферичної або плоско-сферичної форми (рис. 1, а) отримують ширшу зону розрідження, за рахунок чого, присмоктувальна сила зростає, у порівнянні із СЗП з плоскою активною поверхнею.

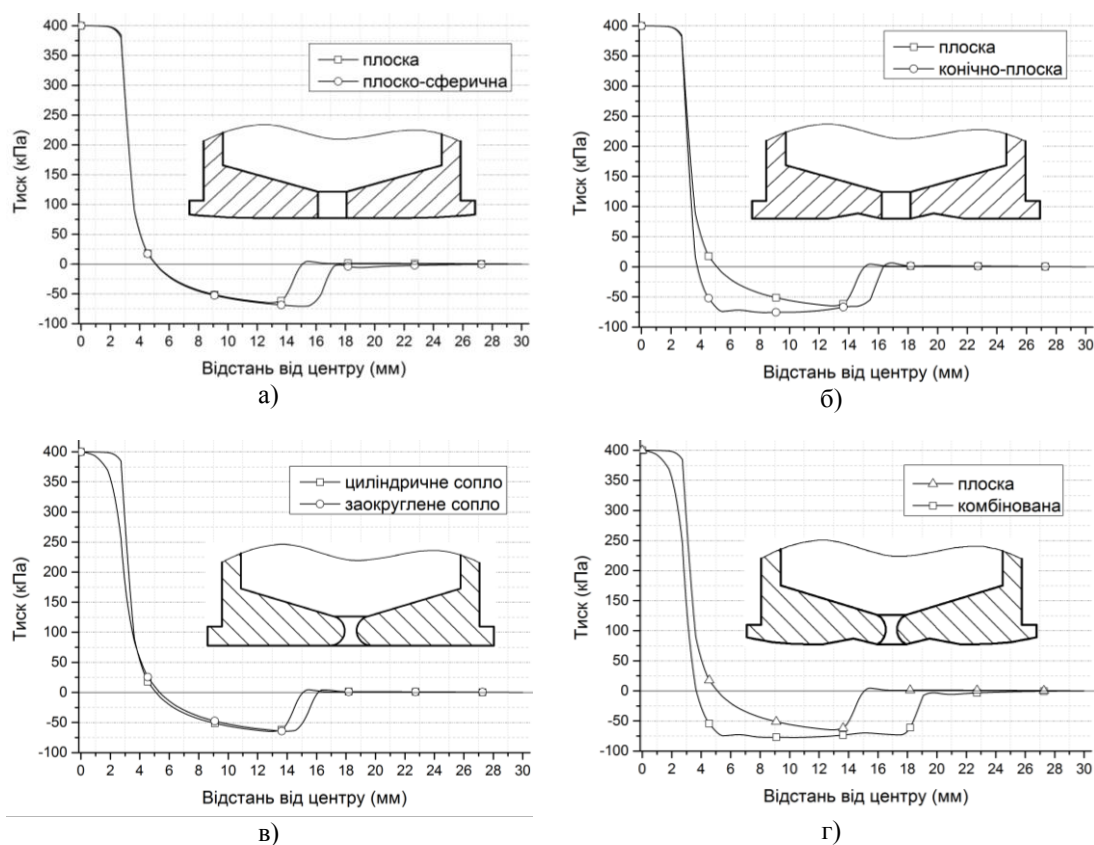


Рисунок 1. Графіки розподілу тиску повітря в проміжку між взаємодіючими поверхнями СЗП та об'єкта при надлишковому тиску живлення $p_{0н} = 400\text{кПа}$

Зону розрідження збільшують через виконання конічних поверхонь торця СЗП на вході потоку в радіальний проміжок між краєм сопла та ОМ, з метою збільшення площі потоку (рис.1, б). Для зменшення відштовхувальної дії витікаючого з сопла потоку та розширення зони розрідження доцільно виконувати сопло заокругленим (рис.1, в).

Комбінація цих трьох способів дозволяє отримати значно ширшу зону з більшими значеннями тиску розрідження та зменшити відштовхувальну дію потоку (рис.1, г). Присмоктувальна сила СЗП у цьому випадку буде у 5,2 разів вищою у порівнянні із СЗП з традиційним циліндричним соплом та плоскою поверхнею.

УДК 621.86

Я. Проць, П. Федорів, Ю. Цяпута

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТРУМИННОГО ПРИВОДУ ТИПУ СТАКАН

На відміну від відомих пневматичних та гідравлічних приводів струменеві приводи мають ряд додаткових переваг. До них відноситься відсутність контакту поршень-циліндр, висока точність базування і центрування поршня, можливість роботи з нагрітими об'єктами, висока продуктивність (час переміщення до 0,1-0,5с) і надійність.

Струминний ежекційний привід із кільцевою щілиною призначений для виконання більших за величиною переміщень виконавчого механізму ніж у струминних приводів з отвором або щілиною на робочому торці.

Сила F притягання циліндра струменевим силовим елементом пропорційна величині розрідження $P_e = P_a - P_m$ на торці конічної тарілки (силою в'язкого тертя потоку повітря на поверхні циліндра можна зневажити):

$$F = (P_a - P_m) \frac{\pi d_u^2}{4},$$

де P_m – абсолютний тиск у порожнечі циліндра; d_u – діаметр циліндра.

Експеримент полягав у визначенні присмоктуючої сили F струминного приводу при різних відстанях до виконавчого циліндра h та при фіксованому значенню вхідного тиску.

Експериментальні дослідження приводів типу стакан проводились при наступних значеннях вхідних параметрів: діаметр тарілки приводу 45 мм; кут нахилу конуса 15°; радіальний зазор 0,1 мм; вага виконавчого циліндра 285 г, внутрішній діаметр 48 мм; вхідний тиск 1 атм, 1,5 атм, 2 атм відстань до поверхні поршня змінювалась в діапазоні 0...100 мм. Визначивши середні значення експериментальних даних, ми отримали графік зміни сили присмоктування F струминного приводу типу стакан.

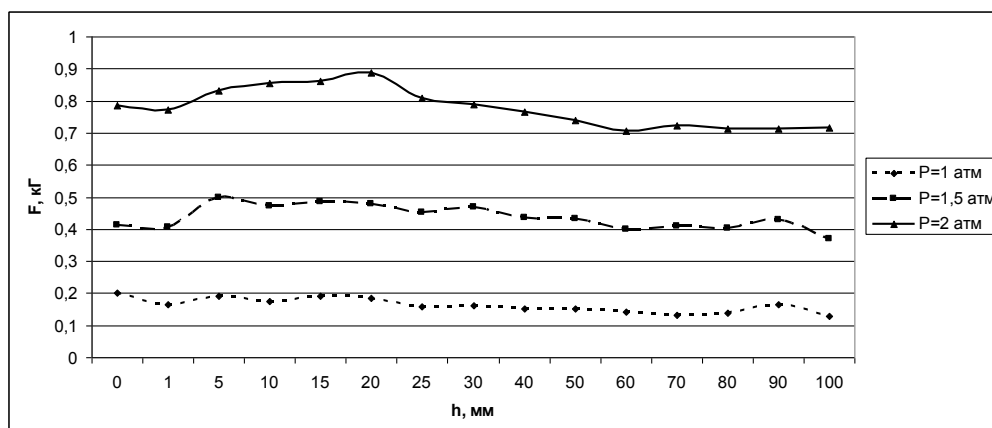


Рисунок - Графік зміни сили притягування F струминного приводу типу стакан в залежності від відстані до циліндра при різних значеннях вхідного тиску

УДК 621.793.927.7

Ч. Пулька, В. Гаврилюк, В. Сенчишин, М. Шарик

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ПРИ ІНДУКЦІЙНОМУ НАПЛАВЛЕННІ

В процесі індукційного наплавлення різних деталей, при розробленні нових технологічних процесів, необхідно розробляти конструкції нагрівальних систем для забезпечення рівномірної температури в зоні наплавлення, яка впливає на рівномірність товщини шару наплавленого металу, оскільки порошкоподібний сплав (шихта) розплавляється від поверхні основного металу. Для цього необхідне багаторазове вимірювання температури в зоні наплавлення, яке ускладнюється ще й тим, що з метою покращення структури наплавленого шару металу при наплавленні, на деталь додатково накладається операція (вібрація), а також використовуються теплові і електромагнітні екрани.

Існуючі методи контактного вимірювання температури в зоні наплавлення трудомісткі і потребують значних трудових і матеріальних затрат. Забезпечити відомими пристроями і способами кріплення термопар, наприклад, зачечаненням спаїв, конденсаторним зварюванням до поверхні деталі, яка підлягає індукційному наплавленні, досить складно.

Для цього був розроблений пристрій, який показано на рисунку, для дослідження температурного поля по ширині зони наплавлення тонких дисків з використанням комбінованого екранування теплових і електромагнітних полів і введенням додаткової технологічної операції – вібрації деталі, без жорсткого з'єднання спаїв термопар з поверхнею деталі.

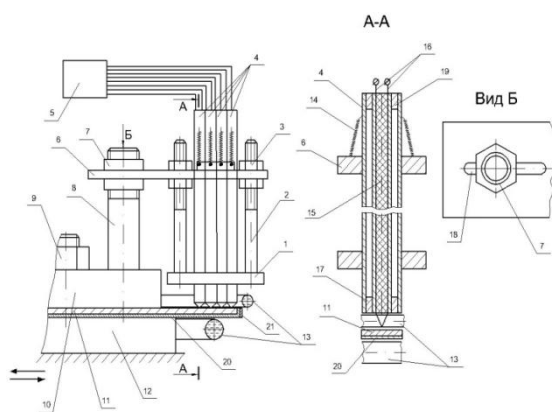


Рис. – Пристрій для вимірювання температури: 1 - нижня пластина; 2 - шпильки; 3 - гайки; 4 - мідні трубки; 5 - конденсатор; 6 - верхня пластина; 7 - гайка; 8 - стійка; 9 - болт з гайкою; 10 - притискна плита; 11 - наплавлюваний диск; 12 - притискна плита; 13 - двовитковий кільцевий індуктор; 14 - пружина; 15 - керамічні буси; 16 - виводи термопар; 17 - керамічна втулка; 18 - радіальний паз; 19 - керамічна втулка; 20, 21 - тепловий і електромагнітний екрани.

При вимірюванні температури використовували самопишучий прилад Н-338-4П, який записував зміну температури за певний проміжок часу одночасно в чотирьох точках диска.

З врахуванням характеру розподілу температури по ширині зони наплавлення визначали оптимальне розташування витків індуктора і екранів відносно диска, а також амплітуду коливань.

Розроблений пристрій дозволяє вимірювати температуру в зоні наплавлення та підбирати конструктивні параметри нагрівальних систем при розробленні нових технологічних процесів з мінімальними термінами та матеріальними затратами.

УДК 62-251

А. Сабат

(Науковий парк «Інноваційно – інвестиційний кластер Тернопілля»)

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИЙ ДВИГУН НА ПОВІТРІ

Виріб належить до екологічно чистих і економічно ефективних силових механізмів (двигунів) і може знайти застосування для приводу промислових установок, особливо для генераторів електричного струму.

Основні вимоги до сучасних генеруючих засобів - це економічність і екологічно чисті наслідки його роботи.

Уданій роботі розглянутий механізм, у якому за допомогою потенціальних енергій: стиснутого повітря і розтягнутих пружин відбувався рух його частин, здатних виконувати роботу.

Основною ланкою запропонованого двигуна є робоча камера (далі РК) яка складається з трьох частин: стакана 1, втулки 10 і стакана 7, які з'єднані між собою пружинами 6 і 8, рис. 1. В середину РК подається стиснуте повітря. На площинах S1 стакана 1, S2 втулки 10, і S3 стакана 7, виникають потенціальні сили F1, F2 і F3, величини яких пропорційні площам, на яких вони утворюються.

Кожна із площин S1 і S2 у два рази менша від площини S3, то і кожна із сил F1 або F2 менша від сили F3 у два рази.

На пружинах 6 і 8 за допомогою сили F3 з одної сторони і силами F1 і F2 з другої, між якими пружини закріплені, при їх розтягуванні виникає потенціальна сила F4, величина якої дорівнює силі, яка її створила.

Робота РК полягає в тому, що всі частини можуть рухатись тільки вправо, оскільки стакан 1 і втулка 10 заблоковані фіксаторами односторонньої дії 16 на храповому колесі 13 блокуватимуть їх рух вліво.

Сила F3 і протилежно направлена сила F1+ F2, з'єднані між собою через пружини 6 і 8, урівноважуються між собою оскільки рівні по величині.

Витрати стиснутого повітря при надійних ущільненнях рухомих частин РК і системою "повітрепроводів" може бути мінімальною, що забезпечить високу економічність його роботи.

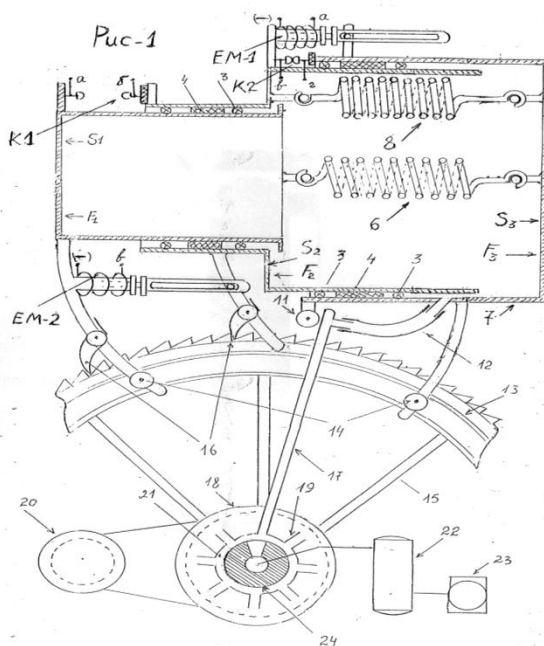


Рисунок 1.

УДК 662.244.443

О. Семененко, З. Одосій, М. Семененко

(Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу)

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОШУВАННЯ АРМОВАНИХ ВІНЦЕВИХ ЗУБКІВ ШАРОШКОВИХ ДОЛІТ

В процесі буріння шарошковими долотами має місце інтенсивне зношування та затуплення породоруйнівних елементів, що приводить до падіння механічної швидкості буріння. Зміцнення породоруйнівних елементів, тобто підвищення стійкості вінецьових зубків шарошкових доліт являється актуальною задачею, для вирішення якої пропонується поверхні зубків наплавляти твердим сплавом реліт. Рациональне розміщення твердого сплаву на поверхні і в об'ємі зубка забезпечує його зношування зі збереженням початкової руйнуючої здатності. Існуючі технології зміцнення зубків не завжди задовольняють рациональне розміщення твердого сплаву, що приводить до надлишкового його використання і як наслідок підвищення вартості доліт. Для вдосконалення технології виготовлення шарошкових доліт для буріння, необхідне дослідження процесу зношування, в процесі руйнування породи, зубків.

В Івано-Франківському національному університеті нафти і газу розроблене лабораторне обладнання та запропонована методика проведення дослідження процесу зношування зразків породоруйнівних елементів бурових шарошкових доліт та енергетичних характеристик в процесі їх зношування в умовах, наближених до реальних при бурінні м'яких та середньої твердості порід.

Задачею дослідження зношування зубків доліт є виявлення впливу розміщення твердого сплаву на наплавлених поверхнях зубків на характер їхнього зношування. Дослідження вели шляхом абразивного зношування дослідних зразків виготовлених у вигляді зубків наплавлених твердим сплавом за різними схемами розміщення реліту як за висотою, так і за діагоналлю однієї з їх твірних поверхонь. В процесі досліджень вели оцінку характеру зношування цих зразків з точки зору збереження ними руйнівних властивостей впродовж випробувань на абразивне зношування через певні проміжки часу. Встановлено, що армувати зубки бурових доліт з метою підвищення їхньої зносостійкості при максимальній руйнівній ефективності в початковий період доцільно до 1/6 висоти зубка від вершини.

Результати підтверджують можливість збереження руйнівних характеристик зубків, впливаючи на характер зношування останніх рационально розміщеним твердим сплавом на їх поверхнях при армуванні. Оскільки проведені дослідження, вимагали великої кількості вдавлювань дослідних зубків, тому за породу використовувався модельний матеріал, що було достатнім для визначення оптимальної схеми армування.

Наступним етапом досліджень було підтвердження отриманих результатів на реальних зразках породи. При цьому вивчалась енергетика руйнування мармуру (Закарпатське родовище) статичним вдавлюванням в нього зубків з діагональною схемою армування за ходом їхнього абразивного зношування в порівнянні з неармованими та армованими на всій поверхні. Для цього використовували стенд для статичного вдавлювання дослідних зразків зубків в блоки породи змонтований на базі універсальної машини УММ-5. Результати лабораторних випробувань підтвердилися.

Рационально розміщуючи твердий сплав при наплавленні вінецьових зубків шарошок бурових доліт типів М і С, розміри поверхонь яких дозволяють це робити, економлячи при цьому недешевий твердий сплав, можна суттєво підвищувати ефективність буріння без додаткових енергетичних витрат.

УДК 631.331

В. Солтисюк

(Бережанський агротехнічний інститут НУБіП України)

ПЕРЕДУМОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ АПАРАТІВ ОДНОЗЕРНИННОГО ВИСІВУ НАСІННЯ

Важливим моментом конструкції апаратів точного висіву насіння є визначення конструктивних параметрів диска однозернинного висіву насіння та насіннеукладчика в ґрунт, а також синхронізація їх роботи.

Для визначення сили тиску в бункері і його впливу на процес фіксації насінини в комірчині, спочатку визначають вертикальний бічний та вторинний бічний тиск зернового шару.

Вертикальний σ_{δ} і бічний σ_{δ} тиски визначаються за відомими формулами:

$$\sigma_{\delta} = k_{\delta} \cdot \rho \cdot g \cdot h, \quad (1)$$

$$\sigma_{\delta\delta} = \varepsilon \cdot \sigma_{\delta}, \quad (2)$$

де k – поправочний коефіцієнт, який враховує динамічність навантаження;

ρ – щільність насіння в бункері;

g – прискорення вільного падіння тіла, с^{-1} ;

h – висота зернового шару в бункері, мм;

ε – коефіцієнт бічного розпирання.

Вторинний бічний $\sigma_{\delta\delta}$ тиск визначається за формулою:

$$\sigma_{\delta\delta} = \varepsilon^2 \cdot n' \cdot k_{\delta} \cdot \rho \cdot g \cdot h. \quad (3)$$

Тоді сили бічного та вторинного бічного тиску можна визначити за формулами:

$$P_{\delta} = S_1 \cdot \sigma_{\delta}; \quad (4)$$

$$P_{\delta\delta} = S_2 \cdot \sigma_{\delta\delta}. \quad (5)$$

де S_1, S_2 – відповідно частини площі насінини, яка сприймає відповідно бічний та вторинний бічний тиск, $\text{Н}/\text{мм}^2$;

При цьому, як показали експериментальні дослідження, для забезпечення нормальних умов роботи апарату в зоні подачі зернин кут α нахилу диска повинен бути в межах $\alpha=25-35^\circ$

Конструктивні параметри диска однозернинного висіву необхідно розраховувати за умови необхідної продуктивності та нормальної подачі насінин в насіннепровід і насіннеукладчик. Зовнішній діаметр диска вибирають у межах 100-150мм, а кількість комірок визначають за залежністю:

$$n = \frac{\pi \cdot D}{d + 2\Delta + h}. \quad (6)$$

де D, d – відповідно зовнішній діаметр диска та каліброваної зернини, мм;

Δ – величина двостороннього зазору в комірці між зерниною і її стінками, мм;

h – величина перемички між комірками, яка вибирається за умов міцності диска та рівномірної подачі насінин, мм.

УДК 621.87

І. Ткаченко¹, А. Драган²

(Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя)¹
(Бережанський агротехнічний інститут НУБіП України)²

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ НАВИВАННЯ ГВИНТОВИХ ГОФРОВАНИХ ЗАГОТОВОК З ДОВІЛЬНИМ ПРОФІЛЕМ ГОФР

Пристрій для навивання гофрованих гвинтових заготовок із довільним профілем гофр (рис. 1).

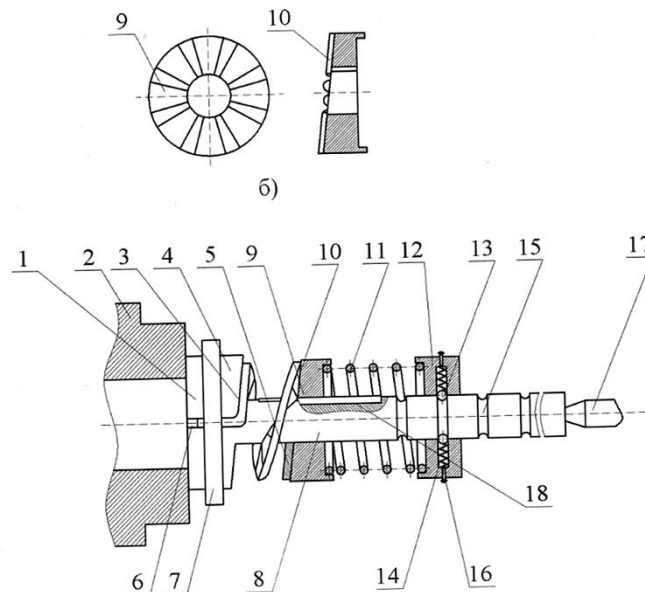


Рис. 1. Пристрій для навивання гофрованих гвинтових заготовок з довільним профілем гофр

Який виконано у вигляді ступінчатої оправи 1, яка кріпиться в патроні токарного верстату 2. Торцеву поверхню 3 ступені більшого діаметра 4 виконано у вигляді виступів і впадин, що дорівнюють параметрам гофр гвинтової спіралі. Механізм затиску переднього кінця смуги 5 на ступінчатій оправі виконано у вигляді осевого пазу 6, розташованого на ступені більшого діаметру 4 і кільця 7, встановленого на цьому ступені. Гофрована гвинтова заготовка навивається на вал 8, на який насаджено з можливістю осевого переміщення притискний ролик 9, торцева поверхня 10 якого є паралельною до торцевої поверхні більшої ступені 4. На торцевій поверхні притискного ролика виконано виступи і впадини аналогічні виступам і впадинам ступені 4. З правої сторони притискний ролик підтискується пружиною 11, інший кінець якої взаємодіє з торцем осевого фіксатора 12, який центральним отвором встановлено на вал 8 з можливістю осевого переміщення. На внутрішній поверхні осевого фіксатора 12 рівномірно по колу виконано, наприклад, 3 глухі радіальні отвори, в які з можливістю вільного осевого переміщення встановлено кульки 13, підтиснуті пружинами 14. Кульки взаємодіють з сферичними виїмками 15 на валу 8, глибина яких рівна радіусу кульки 13. Пружини 14 фіксуються в отворах гвинтами 16, а притискання вала 8 з правого кінця здійснюється заднім центром 17. На валу 8 виконано шпонковий паз 18, на якому переміщується притискний ролик 9.

Технологічний процес навивання здійснюється наступним чином. Кінець стрічки 5 згинають під кутом 90°, встановлюють в паз 6, і фіксують кільцем 7 її у пристрої. Після цього вмикають верстат і здійснюють процес навивання кількох витків, пружина 11 стискається і переміщує осевий фіксатор 12 в наступне положення. Після навивання заготовки задній центр 17 відводять вправо разом з притискним роликом 9 і осевим фіксатором 12, заготовку знімають з вала.

УДК 621.87

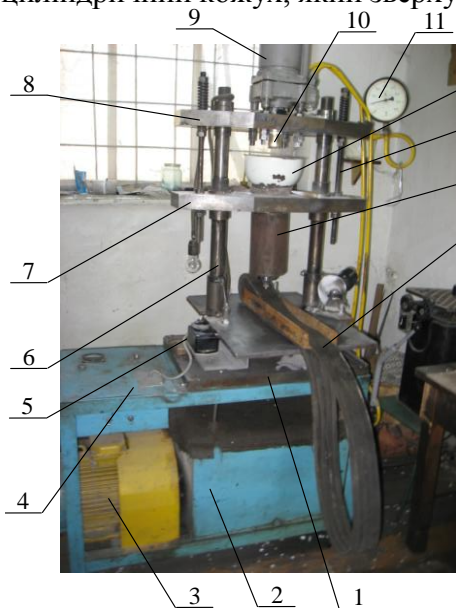
І. Ткаченко¹, І. Фльонц²

(Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя)¹

(Бережанський агротехнічний інститут НУБіП України)²

УСТАНОВКА ДЛЯ ВУЛКАНІЗАЦІЇ КІНЦІВ НАРІЗНИХ ПЛОСКИХ ПАСІВ

Установка для вулканізації з'єднувальних кінців плоских нарізних приводних пасів зображена на рис. 1, яка виконана у вигляді рами 1, нижньої плити 5, до якої жорстко закріплено на різі матрицю 14 з можливістю осьового і кругового провертання відомими способами. До плити жорстко закріплено дві вертикальних направляючих 6, які встановлені по краях плити паралельні між собою з направляючими втулками з можливістю осьового переміщення. Останні жорстко закріплені до середньої плити 7, яка є паралельною до нижньої плити з можливістю осьового переміщення. Для обмеження величини переміщення середньої плити 7 використовують два вертикальних, паралельних між собою обмежувачі 13, які встановлені по краях середньої плити з регульовальними гайками. Верхніми кінцями обмежувачі жорстко закріплені до верхньої плити 8 разом з вертикальними направляючими 6, яка є паралельними до середньої і нижньої плит. По середині середньої плити 7 жорстко вертикально встановлено циліндричний кожух, який зверху виконано у конусну



емність 12, який є у взаємодії з розсипною сумішшю для періодичної її подачі в зону нагріву (на кресленні не показано). У внутрішній діаметр циліндричного кожуха 14 встановлено відкритий азбестоізоляційний циліндр 16, який по внутрішньому діаметру є у взаємодії з нагрівальним елементом 17 (соленоїдом), подаюча вітка якого виконана у вигляді трубчатого гвинтового соленоїда з прямокутним або круглим поперечним січенням, а відвідна вітка соленоїда виконана у вигляді прямої трубки 18 вісь якої є паралельна до осі соленоїда. Крім цього підвідна і відвідна системи охолодження під'єднано до системи охолодження. До кінців соленоїда також під'єднані щокі відомої конструкції, які в свою чергу під'єднані до установки струму високої частоти відомої конструкції. По внутрішньому діаметру соленоїд 17 через зазор є у взаємодії з матрицею 18 циліндричної форми з торцевим дном з отвором 18 для виходу розплавленої маси з матриці. Отвір, який закривається відповідним механізмом в певний період відомої конструкції, який не показаний на кресленні. Матриця жорстко кріпиться до торцевого дна циліндричного кожуха 14. З нижнього торця зовнішнього циліндричного кожуха 14 виконані направляючі обмежувачі 14. З нижнього торця зовнішнього циліндричного кожуха 14 виконані направляючі обмежувачі 14. Зовнішній циліндричний кожух 14 виконаний з азбестобетону. Матриця 14 з направляючою системою; 15 – нарізний плоский пас

Рис. 1. Установка для вулканізації кінців нарізних плоских пасів: 1 – рама; 2 – насосна станція; 3 – привід; 4 – пульт керування; 5, 7, 8 – відповідно нижня, середня і верхня плити; 6 – направляючі колони; 9 – гідроциліндр; 10 – пуансон; 11 – давач тиску; 12 – бункер; 13 – обмежувач руху; 14 – матриця з направляючою системою; 15 – нарізний плоский пас

жорстко встановлено пуансон 10 циліндричної форми, який зверху закріплений до гідроциліндра 9 і встановлений в отвір верхньої плити 8 з можливістю періодичного осьового переміщення. Гідроциліндр жорстко закріплено зверху по центру верхньої плити, який приводиться в рух від електропривода гідростанції 2 з відповідною апаратурою з пультом керування 4, який встановлено на нижній плиті 1.

УДК 621.86

І. Фльонц

(Бережанський агротехнічний інститут НУБіП України)

СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛОСКИХ ПРИВІДНИХ ПАСІВ

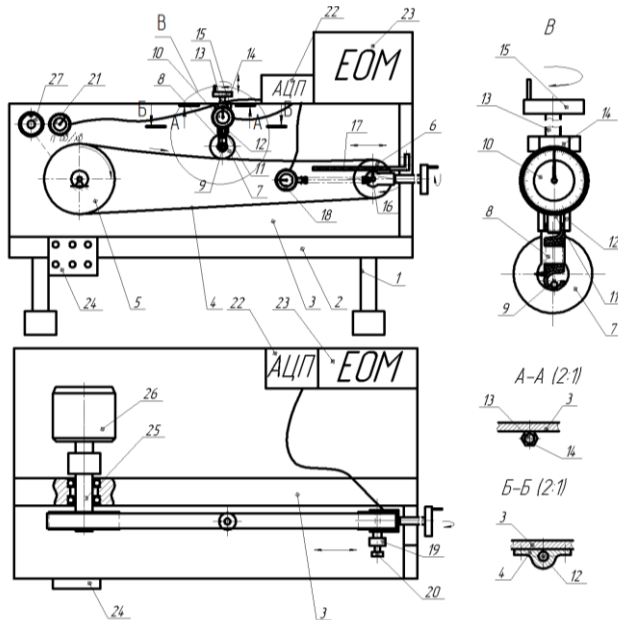


Рис. 1. Стенд для дослідження характеристик плоских привідних пасів

Стенд для дослідження привідних пасів (рис. 1.) машин виконано у вигляді рами 1 на якій встановлено основні механізми та деталі. Зверху рами горизонтально жорстко встановлено плиту 2, а перпендикулярно до неї в передній її частині жорстко встановлено вертикальну стійку 3, на якій розміщено механізми навантаження привідного паса 4. Останній охоплює ведучий 5 і ведений 6 шківів і є з ними у взаємодії. Зверху верхня ланка паса взаємодіє з притискним роликком 7 механізму навантаження, який жорстко кріпиться до П-подібної скоби 8 і вільно повертається на вісі 9.

П-подібну скобу 8 верхньою частиною жорстко з'єднано з динамометром 10 через шток 11, який жорстко кріпиться до вертикальної стійки 3 за допомогою кронштейна 12 з можливістю осьового переміщення.

Зверху динамометр 10 жорстко з'єднано з гвинтом 13, встановленим в гайку 14, яка жорстко закріплена до вертикальної стійки 3, а на вільному кінці гвинта встановлено лімба 15 для регулювання величини осьового переміщення механізму навантаження.

Аналогічний гвинтовий механізм осьового переміщення веденого шківів 6 встановлено на веденому валу 16 з лінійною шкалою 17 замірювання величини переміщення, а також динамометра 18 для вимірювання величини зусилля навантаження. Крім цього, на веденому валу встановлено порошкове гальмо 19 для створення навантаження на ведений шків, а величина навантаження здійснюється реостатом 20.

Для заміру кількості обертів ведучого шківів 6 використовують тахометр 21.

Всі прилади, які є на стенді системою каналів з'єднані з аналогово-цифровим перетворювачем 22, а той в свою чергу з комп'ютерною системою 23, а сам стенд обладнаний пультом керування 24.

Ведучий вал 25, до якого закріплений ведучий шків 5, під'єднаний до електродвигуна постійного струму 26 з реостатом 27 аналогічним реостату 20, який використовується для регулювання навантаження на електродвигун 26.

УДК 621.87

О. Фльонц, В. Диня

(Бережанський агротехнічний інститут НУБіП України)

ВЕРСТАТ ДЛЯ ЗАТОЧУВАННЯ НОЖОВИХ БЛОКІВ

Верстат для заточування ножових блоків (рис. 1) виконано у вигляді U –

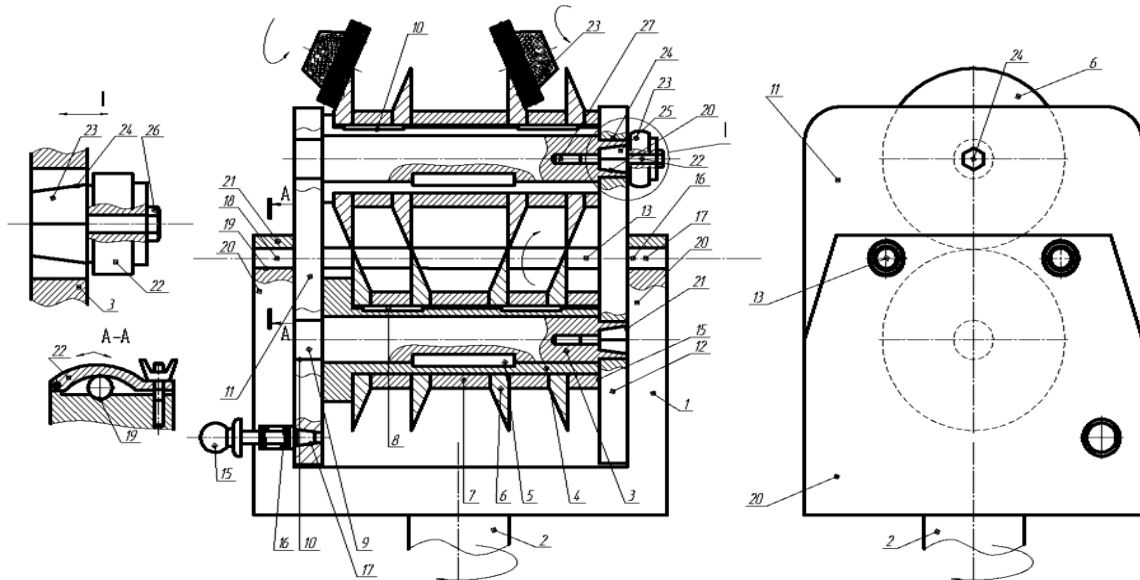


Рис. 1. Верстат для заточування ножових блоків для розрізання гладкої конвеєрної стрічки на смуги

подібного кронштейна 1, знизу якого встановлено поворотний шток 2 з можливістю кругового повертання навколо вертикальної осі. В середині простору цього кронштейна встановлено ножовий блок, який виконано у вигляді двох паралельних привідних валів 3, з можливістю кругового повертання. На ці вали жорстко встановлені базуючі втулки 4 на шпонках 5, а на базуючі втулки в певній послідовності жорстко встановлені ріжучі пари дискових ножів 6 у кількості, наприклад чотири, а розпірні втулки 7 на шпонки 8. Причому шпонки 5 і 8 розміщені в діаметрально протилежних сторонах і на різній довжині.

Паралельні привідні вали 3 в зборі крайніми циліндричними цапфами 9 встановлені в опорні отвори 10 лівої 11 і правої 12 опор ножового блоку 1 з можливістю кругового повертання.

Ножові блоки в зборі стягуються двома стяжними болтами 13, які стягують опори 11 і 12 які розміщені в зоні взаємодії дискових ножів 6 і повертаються на 180° на цапфах 14. Фіксація ножових блоків в цих позиціях здійснюється за допомогою конічних фіксаторів 15 з пружинами стиснення 16 в конічних отворах 17, які розміщені знизу і зверху на лівій опорі 11.

Крім цього ліва 11 і права 12 опори встановлені своїми цапфами 14 у відкритій циліндричній гнізді 19 зверху лівої і правої вилок 20 U – подібного кронштейна 1. Цапфи 14 розміщені ззовні ножового блоку посередині їх довжини з можливістю повертання на 180°, а зверху закриті кришками 21, які повертаються на шарнірах 22 з можливістю повертання на 90° а закріплення відкидної кришки 21 здійснюється гайкою.

УДК 621.82

І.О. Хітров

(Рівненський національний університет водного господарства)

ПРИСТРІЙ ДЛЯ РОЗТОЧУВАННЯ КІЛЬЦЕВИХ КАНАВОК

В машинобудуванні та інших галузях народного господарства широко застосовуються кільцеві канавки, які можна використовувати в піднімально-транспортних, сільськогосподарських машинах та для виготовлення вузлів осевого стопоріння підшипників, блоків циліндрів та інших корпусних деталей.

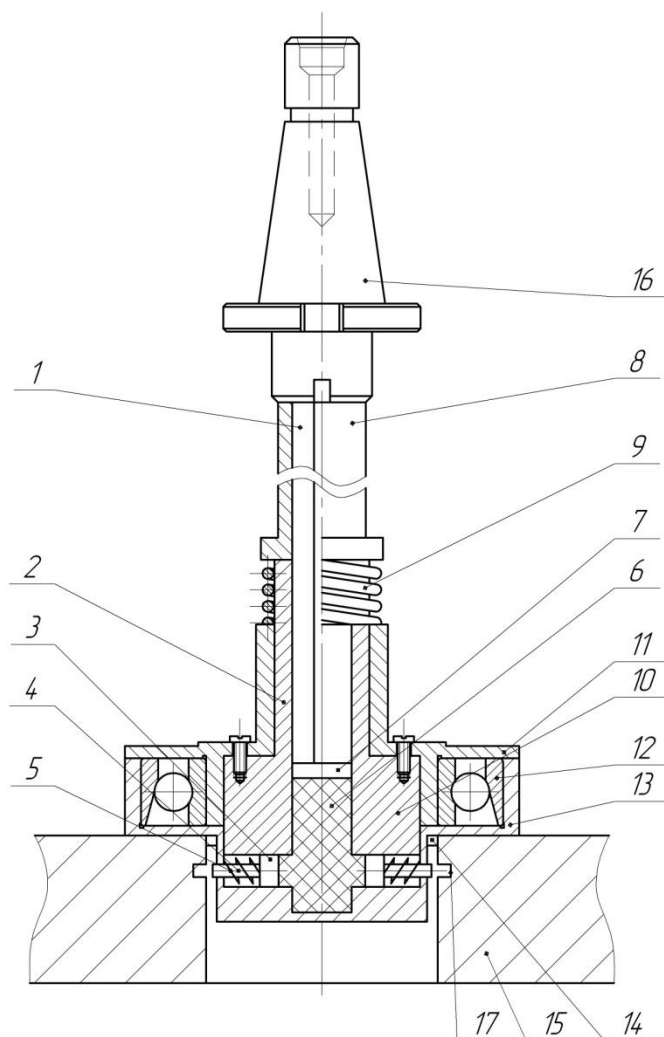


Рисунок 1 - Пристрій для розточування кільцевих канавок

Пристрій для розточування кільцевих канавок представлено на рис. 1. Даний пристрій виконано у вигляді рухомого шліцевого штока 1, який по посадці ковзання встановлений в центральний шліцевий отвір глухого циліндричного корпуса 2 з можливістю осевого переміщення і кругового провертання. В нижній частині глухого циліндричного корпуса 2 з двох діаметрально протилежних сторін виконані радіальні пази 3, які є у взаємодії з оправками радіальних розточних різців 4, які відтиснуті до осі глухого циліндричного корпуса 2 за допомогою відтискних пружин 5. Останні встановлені на циліндричних виступах радіальних розточних різців 4. Крім цього розточні різці 4 торцями є у взаємодії з гідро пластом 6, яким заповнено нижня частина глухого циліндричного корпуса 2 і який зверху є у взаємодії з пуансоном 7, який жорстко встановлений на нижньому кінці шліцевого штока 1. Верхня частина глухої циліндричної втулки 2 є у взаємодії з торцем підтискної втулки 8, а з верхнього

торця вона є у взаємодії з пружиною стиснення 9 з можливістю взаємного осевого переміщення. Нижня частина глухого циліндричного корпуса 2 виконано у вигляді ступені більшого діаметра 10, яка є у взаємодії внутрішнім отвором кришкою 11 у внутрішній отвір якої встановлено підшипник кочення 12, кий зовнішнім діаметром є у взаємодії з внутрішнім отвором підставки 13, нижній циліндричний буртик 14, якої є у взаємодії з внутрішнім діаметром блока циліндра 15. Пристрій на верстаті кріпиться конічною оправкою 16 відомим способом.

До переваг пристрою належить розширення технологічних можливостей і відпрацювання конструкції на технологічність.

УДК 621.34

М. Цепенюк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ МЕХАНІЗМІВ СИНХРОННОГО ОБЕРТАННЯ З ВРАХУВАННЯМ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ

Однією із важливих задач привідних механізмів, обладнаних декількома асинхронними електродвигунами, є забезпечення синхронного обертання роторів двигунів. Дана задача вирішується багатьма способами, але найбільш простий і надійний – це обладнання механізмів системою електричного вала, яка розділяється на електричний зрівноважуючий вал і електричний робочий вал. У представленому дослідженні розглядаємо електричний робочий вал (ЕРВ).

ЕРВ утворюється шляхом підключення обмоток роторів асинхронних двигунів до спільного трьохфазного опору. Кожна із машин створює при цьому обертальний момент як звичайний електродвигун з контактними кільцями, обмотки ротора якого підключені до опору. Поряд із цим зберігається властивість вирівнювання швидкостей обертання, так як є електричне з'єднання між обмотками роторів.

У наш час в більшості випадків динаміка механізмів, обладнаних системою ЕРВ, досліджується з врахуванням електромагнітних перехідних процесів в двигунах. При цьому вважається, що електродвигуни підключені до джерела струму необмеженої потужності. Таке припущення оправдане тоді, коли потужність трансформатора велика, в порівнянні з потужністю двигунів, які підключені до нього. У випадку, коли потужність двигунів одного порядку з потужністю силового трансформатора, неврахування перехідних процесів в трансформаторі не відображає реальної картини фізичних процесів, які відбуваються в системі, що може суттєво вплинути на результати розрахунків. Тому метою даної роботи є створення математичної моделі електромеханічної системи (ЕМС), рівняння якої враховують електромагнітні перехідні процеси в асинхронних двигунах і силовому трансформаторі.

Система рівнянь, які описують перехідні процеси в досліджуваному механізмі синхронного обертання з ЕРВ, складається із рівнянь руху зведених мас механізму, рівнянь елементів і структурних рівнянь, які відображають спосіб електричного з'єднання елементів. Елементами у даному випадку є асинхронні двигуни, трансформатор і додатковий активний опір у колі роторів двигунів.

Розрахункова схема механічної підсистеми представлена у вигляді розгалуженої системи зосереджених мас, з'єднаних між собою невагомими пружними елементами. Розсіювання енергії враховувалось за схемою пружно-в'язкого тіла. Рух механічної підсистеми описаний рівняннями Лагранжа II-го роду.

Рівняння асинхронних двигунів і трансформатора записані у фазних координатах з врахуванням електромагнітних перехідних процесів і насичення магнітопроводів. Структурні рівняння електричної підсистеми отримані з врахуванням електричного зв'язку між двигунами, трансформатором і додатковим активним опором.

Аналітичний розв'язок отриманих рівнянь представлений у вигляді нелінійних диференціальних рівнянь в нормальній формі Коші. Інтегруючи дану систему рівнянь при різних початкових умовах і параметрах системи, досліджено вплив електромагнітних перехідних процесів на динаміку механізмів синхронного обертання, обладнаних системою електричного робочого вала. При цьому досліджені електромеханічні резонансні явища і встановлено також, при яких параметрах системи можна не враховувати перехідні процеси в трансформаторі.

УДК 621.86

І. Чвартацький, Р. Чвартацький

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

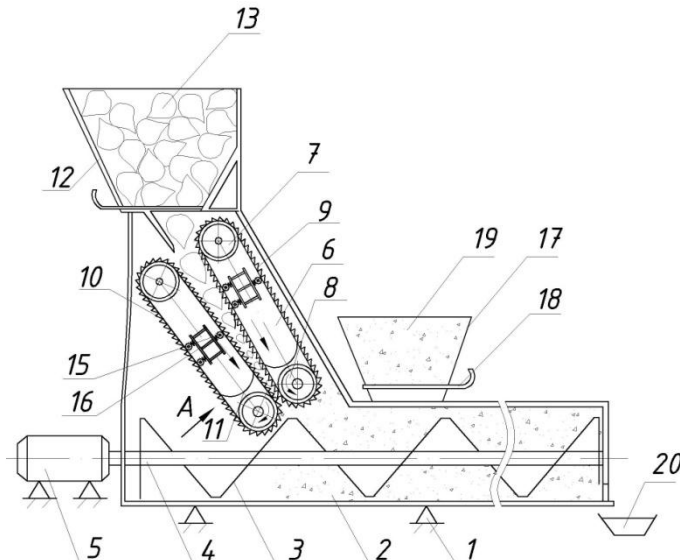
НОВІ КОНСТРУКЦІЇ ПОДРІБНЮВАЧІВ І ЗМІШУАННЯ КОРМІВ

Рис.1 Агрегат для подрібнення і змішування кормів

ланок ланцюгів через крок жорстко закріплені окремі подрібнюючі ножі 9 довжиною рівною ширині конвеєра з можливістю їх згинання при русі по шківках 7 і 8. Встановлення подрібнюючі ножі 9 через крок забезпечить вільне просипання подрібненого чого корму в жолоб 2. Крім цього знизу під ланцюговим подрібнюючим багаторядним конвеєром встановлено аналогічний конвеєр 10 на рамі 1 з відомими регульовальними елементами (на кресленні не показано), щоб між ними була утворена трапеція ABCD, верхня основа АВ якої є більшою ніжньої основи DC. Крім цього подрібнюючі конвеєри рухаються в різні сторони для покращення процесу подрібнення.

Подрібнюючі ножі 9 виконані півкруглої форми з наскрізними вікнами з кутом нахилу в сторону руху різальних ножів конвеєрів. Крім цього в нижніх частинах ланцюгових подрібнюючі конвеєрів 6 і 10 встановлені півкруглі нахилені лотки 11 до горизонту подрібнених кормів в зону гвинтового змішувача з вивантаженням відомим способом. Крім цього бункер 12 з кормовими буряками 13 жорстко встановлено на рамі 1 зверху. Натягування ланцюга подрібнюючого конвеєра здійснюється відомим способом за допомогою відповідного механізму (на кресленні не показано). Крім цього протилежні вітки ланцюгових конвеєрів 6 і 10 підтримуються від прогинання роликами 15 з пружинами 16. Для сипких кормів використовують бункер 17 з заслонкою 18. Робота установки для подрібнення і змішування кормів здійснюється наступним чином. Кормові буряки 13 з бункера 12 під власною вагою поступають в зону подрібнення при відповідному положенні шибера. Включається електродвигун 5 і за допомогою рукоятки виставляють у відповідне положення нижній подрібнюючий конвеєр 10 корпуса в залежності від розмірів буряків 14 і при роботі подрібнюючого конвеєра здійснюється їх подрібнення, маса яких поступає у жолоб 2 куди поступає сипкий корм 19 з бункера 17 заданих норм і за допомогою шнека змішується і поступає в ємність 20 де його відповідно використовують.

Агрегат для подрібнення і змішування кормів виконано у вигляді рами 1 на якій кріпляться всі механізми і робочі органи. В Нижній частині агрегату жорстко встановлено жолоб 2 з гвинтовим робочим органом 3 з валом 4 з можливістю кругового провертання. З лівого краю агрегату на рамі жорстко встановлено електродвигун 5 з муфтою (на кресленні не показано). Над жолобом 2 з лівої сторони встановлено ланцюговий подрібнюючий багаторядний

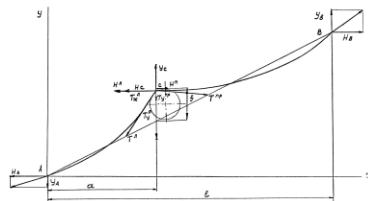
УДК 621.855

Р. Шпак

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ВИЗНАЧЕННЯ ЗУСИЛЛЯ НА ШТОЦІ НАТЯЖНОГО МЕХАНІЗМУ ЛАНЦЮГОВОЇ ПЕРЕДАЧІ

Для визначення співвідношення зусиль, що діють в холостій вітці ланцюга і на штоці натяжного механізму, розглянемо схему представлену на рисунку. Холоста вітка довжиною l_1 розташована під кутом δ до горизонту дотикається ведучої зірочки в точці А, а веденої в точці В, натяжна зірочка розташована на відстані «а» від ведучої та контактує з ланцюгом в точці С, утворюючи стрілу провисання f . Відстань між точками підвісу l .



Зусилля, що діють в точках А, В і С розкладені на вертикальну та горизонтальну складові. Складемо рівняння статки для холостої вітки в цілому.

$$\sum x = -H_A + H_C + H_B = 0; \quad \sum y = -Y_A + Y_C + Y_B - gl_1 = 0$$

$$\sum mom_B = H_A l \operatorname{tg} \delta + Y_A l - H_C [(l-a) \operatorname{tg} \delta - f_0] + Y_C (l-a) - \frac{gl_1 l}{2} = 0$$

Для визначення всіх невідомих складемо ще рівняння статки для частини холостої вітки ланцюга. $\sum x = -H_A + T^n x(x) = 0; \quad \sum y = -Y_A + T^n y(x) - \frac{gx}{\cos \delta} = 0;$

Звідси $T^n y(x) = \frac{gx}{\cos \delta} + Y_A$, а повний натяг ліворуч від натяжної зірочки:

$T^n = \sqrt{H_A^2 + \left(\frac{gx}{\cos \delta} + Y_A\right)^2}$. Аналогічні міркування проведені для правої вітки ланцюга дають:

$$T_x^n = H_B; \quad T_y^n = g \left(l_1 - \frac{x}{\cos \delta} \right) - Y_B; \quad T^{np} = \sqrt{H_B^2 + \left[g \left(l_1 - \frac{x}{\cos \delta} \right) - Y_B \right]^2}$$

Приведемо значення сил, що діють в точці С для холостої вітки:

$$T_x^n = H_A; \quad T_y^n = H_B; \quad T_y^n = \frac{ga}{\cos \delta} + Y_A; \quad T_y^n = g \left(l_1 - \frac{a}{\cos \delta} \right) - Y_B; \quad Y_C \pm Y_A - gl_1 + Y_B = 0$$

Виходячи з рівняння моментів всіх сил, що знаходяться ліворуч і праворуч від точки контакту натяжної зірочки з ланцюгом і, враховуючи, що при $x=0; y=\operatorname{atg}\delta+f$ запишемо рівняння відповідно лівої $U_{\text{лів}}$ і правої $U_{\text{прав}}$ частин холостої вітки.

З цих рівнянь знаходимо реакції в точках А і В та одержуємо рівняння віток і співвідношення між силами H^n і H^{np} та натяги в лівій і в правій вітці ланцюга, що дає нам можливість одержати зусилля на штоці натяжної зірочки.

$$Y_C = \frac{G}{2} + H^n \left(\operatorname{tg} \delta + \frac{f}{a} \right) - H^{np} \left(\operatorname{tg} \delta - \frac{f}{l-a} \right).$$

Секція: МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО, МІЦНІСТЬ МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ, БУДІВНИЦТВО

Керівники: проф. П. Ясній, проф. П. Стухляк, проф. М. Підгурський, доц. П. Марущак.

Секретар: Р. Золотий

УДК 621.382

А. Антонов, Ю. Наконечний, І. Ярема

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ОСОБЛИВОСТІ ВАКУУМНОЇ МЕТАЛІЗАЦІЇ КОНСТРУКЦІЙНИХ ПЛАСТМАС

Останнім часом металізовані пластмаси застосовують не тільки у виробництві декоративних деталей, а також як функціональні елементи при виробництві різної електронної апаратури, авіаційних двигунів, запірної арматури та інших виробів. Зростання виробництва металізованих полімерів та розширення меж їх застосування зумовлені, насамперед, можливістю методом металізації отримувати матеріали, в яких поєднуються високі експлуатаційні властивості металів та полімерів. Металічні покриття, нанесені на пластмасові деталі, якісно змінюють їх властивості. Нанесення металічного шару навіть невеликої товщини надає пластмасовим деталям електропровідність і металевий блиск, захищає від дії ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання, зменшує старіння пластмас від атмосферних факторів.

Основними способами, які дозволяють формувати металічні покриття на поверхні полімерних матеріалів, є хімічна, гальванічна, вакуумна металізація, металізація розпиленням та деякі інші. В порівнянні з іншими методами нанесення металічного шару вакуумна металізація відрізняється найширшими можливостями у створенні тонкоплівкових металополімерних систем з поєднанням елементів різного хімічного складу та вищими екологічними параметрами виробництва. Вакуумна металізація тонкостінних пластмасових деталей дозволяє в кінцевому результаті створювати унікальні конструкції, які поєднують в собі легкість і гнучкість основи та поверхневі властивості притаманні металам. Слід відмітити, що як і процес металізації у вакуумі, так і попередня обробка при правильно підібраних технологічних режимах, не впливають істотно на властивості самої основи. Всі зміни відбуваються тільки у тонкому поверхневому шарі полімеру.

Полімерні матеріали, як об'єкти вакуумної металізації, мають наступні основні особливості:

1. Відносно низька поверхнева енергія. Наслідком цього є малий час життя атомів металу в адсорбованому стані, а також високе значення коефіцієнта дифузії і низька здатність поверхні до утворення зародків у конденсованій фазі.

2. Висока мікрогетерогенність поверхневих шарів полімерних матеріалів. В поверхневих шарах можуть знаходитись різні по фазовому складу, дисперсності, електрофізичному стану структурні утворення. Ці утворення при виході на поверхню визначають значну неоднорідність поверхневих властивостей, у тому числі й адсорбційної активності.

3. Значна залежність фізико-механічних властивостей полімерних матеріалів від температури.

Для деяких систем «полімер-метал» на границі розділу фаз відбувається утворення хімічних металоорганічних з'єднань. Таким чином, при вакуумній металізації пластмас шляхом зміни температури поверхневого шару надається можливість створення систем з великою дифузійною межею і утворення на границі розділу фаз хімічних сполук. Подібні процеси мають місце і при термообробці металізованих пластмас.

Серед металізованих пластмас найширше застосування знаходять ABS-пластики через високу міцність з'єднання металу з основою. Розширюється сфера застосування поліпропілену через його нижчу вартість, незначне водопоглинання, меншу напруженість поверхневого шару після формування. Для виготовлення деталей з металізованих пластмас добре підходять також полісульфони та полікарбонати завдяки підвищеній теплостійкості та ударній в'язкості.

УДК 621.762.5:546.261

Л. Бодрова, І. Коваль

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

СПЕЧЕНІ СПЛАВИ TiC-5WC-18NiCr З НАНОДОБАВКАМИ WC

Проблема створення нових та покращення властивостей існуючих твердих сплавів є дуже актуальною. Ця проблема вирішується як шляхом оптимізації хімічного складу сплавів, легуванням карбідом вольфраму, так і використанням нових технологічних підходів у формуванні структури, включаючи елементи нанотехнологій.

В даній роботі досліджено вплив легуючих дрібнозернистих та нанодобавок карбіду вольфраму на мікроструктуру та механічні властивості сплавів системи TiC-5WC-18NiCr. Сплави одержували методом порошкової металургії, що включає такі технологічні операції як гомогенізація суміші, холодне двостороннє пресування та спікання у вакуумі.

Встановлено, що легування нанодобавками WC (90-200 нм) в кількості (5-15)% за масою призводить до подрібнення зерен карбідної основи при збереженні характерної кільцевої структури. При цьому відбувається зміна розмірних характеристик серцевини і кільця складного твердого розчину карбідних зерен, зменшення градієнту концентрації вольфраму між зовнішньою та внутрішньою зонами кільця та зростання кількості дрібних гомогенних зерен. Мікроструктура сплавів з 5% за масою дрібнодисперсного та нано-WC представлена на рис. 1.

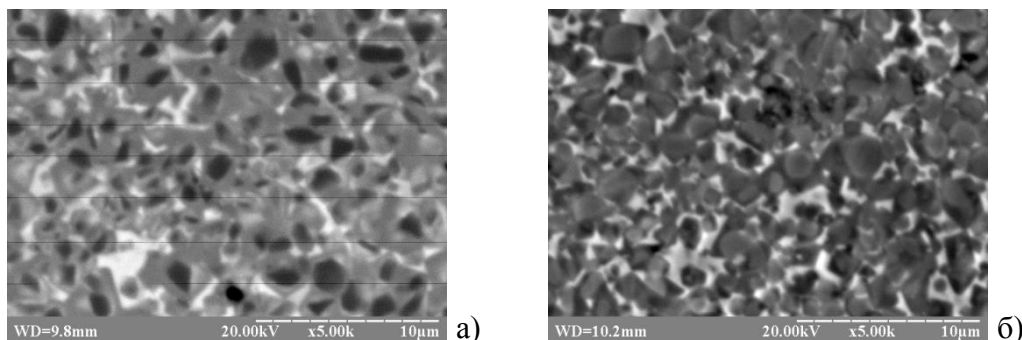


Рис. 1. Мікроструктура сплавів TiC-5WC-18NiCr з добавками 5% (за масою) дрібнозернистого (а) та нано-WC (б)

З ростом вмісту нано-WC зростають характеристики твердості (HRA, HV, H_ц) і спостерігається падіння коефіцієнту тріщиностійкості. Рентгеноструктурні дослідження сплавів з нано-WC показали, що в процесі спікання має місце деякий ріст долі кубічного W₂C, який порівняно з гексагональним WC має вищу мікротвердість, що аддитивно впливає на твердість сплаву в цілому.

Крім того дрібні частинки нано-WC легше розчиняються у зв'язці, що призводить до зміцнення зв'язків карбід-метал і, відповідно, зростання твердості та мікротвердості.

З ростом вмісту нано-WC тріщиностійкість зменшується, що можна пояснити дефіцитом зв'язки, зростанням кількості контактів карбід-карбід і, ймовірно, деяким знеміцненням міжфазових границь. Відомо, що оптимальна кількість зв'язки залежить від ступеня дисперсності карбідних зерен. При використанні нанодобавок питома поверхня карбідів збільшується і кількість зв'язки, яка є оптимальною для дрібнозернистого карбіду стає недостатньою для забезпечення змочуваності. Значення коефіцієнту тріщиностійкості сплавів з нанодобавками WC майже на 20% вищі порівняно з дрібнозернистими при збереженні загальної тенденції до зменшення з ростом нано-WC.

УДК 535.34

М. Карпець¹, О. Мисливченко², О. Макаренко², М. Крапівка¹,
В. Горбань¹, Цебрій Р.І.³¹Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАН України,²Національний технічний університет України «КПІ»³Тернопільський національний економічний університет.

РОЗШАРУВАННЯ ФАЗ У БАГАТОКОМПОНЕНТНОМУ ВИСОКОЕНТРОПІЙНОМУ СПЛАВІ FECONICUAG

Важливим фактором при розробці багатокомпонентних сплавів є конфігураційна ентропія, значення якої одержують згідно наступного виразу: $S_{mix} = -R \cdot \sum_{i=1}^n c_i \cdot \ln c_i$ (де R – газова постійна; $c_i \leq 1$ – концентрація елемента в ат. %; n – число компонентів у сплаві). Високоентропійні сплави за визначенням повинні мати конфігураційну ентропію $S_{mix} > 11$ Дж·моль⁻¹·К⁻¹. Іншим параметром, корисним для визначення стабільності типу твердого розчину, є середня електронна концентрація сплаву, яка визначає середню кількість електронів на атом, розміщених в валентній зоні: $E/A = \sum_{i=1}^n c_i \cdot (E/A)_i$, де $(E/A)_i$ – кількість валентних електронів атома i . При $E/A < 7,2$ ел./ат. формується стабільний ОЦК твердий розчин, якщо $7,2 < E/A < 8,2$ ел./ат., то утворюється суміш ОЦК+ГЦК, при $E/A > 8,2$ ел./ат. – ГЦК твердий розчин.

Для сплаву FeCoNiCuAg $S_{mix}=13,4$ Дж/моль⁻¹·К⁻¹, $E/A=9,8$ ел./ат. Це свідчить про те, що сплав повинен складатися з однофазного ГЦК твердого розчину, який володіє пониженою вільною енергією і стійкістю до розпаду. Експериментально, методом рентгенівської дифрактометрії (дифрактометр Ultima IV, фірма Rigaku), показано, що даний сплав розділяється на дві окремі фази (Рис.1), які являють собою ГЦК розчини з періодами ґраток $a = 3,587\text{Å}$, і $a = 4,089\text{Å}$. Причому, період ґратки однієї з фаз близький до періоду ґратки чистого срібла $a \approx 4,086\text{Å}$. На основі цього можна припустити, що срібло не утворює твердого розчину з іншими елементами сплаву, а кристалізується окремою фазою, хоча висока ентропія даного сплаву повинна була б сприяти ефективному змішуванню усіх п'яти компонентів та утворенню на їх основі одного ГЦК твердого розчину. Формування окремої фази срібла може бути пов'язано з великим проміжком змішаності в рідкому стані, що відображено на подвійних діаграмах стану. Це, в свою чергу, є результатом великої позитивної ентальпії змішування між парами Ag-Fe, Ag-Co, Ag-Ni, Ag-Cu зі значеннями +28, +19, +15 та +2 кДж/моль⁻¹, відповідно.

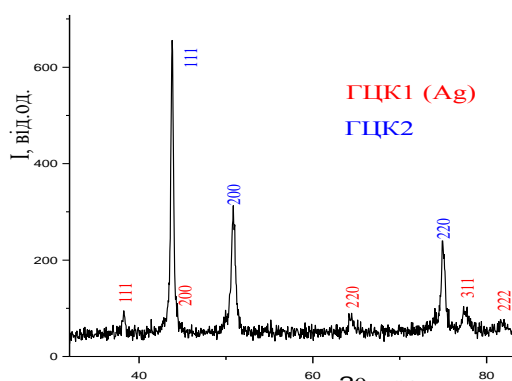


Рис. Дифрактограма сплаву FeCoNiCuAg, монохроматичне CuK α випромінювання.

Встановлено, що високий внесок конфігураційної ентропії п'яти елементів еквімолярної суміші недостатній для ефективного змішування елементів, які мають високу попарну ентальпію змішування. Отже, при розробці високоентропійних сплавів слід звертати особливу увагу не тільки на конфігураційну ентропію сплаву та середню кількість електронів на атом, розміщених в валентній зоні, а також на ентальпію змішування пар елементів.

УДК 531.374; 539.213

В. Карташов, І. Ярема

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

**ДОСЛІДЖЕННЯ СТЕПЕНЯ ЗШИВАННЯ ЕПОКСИКОМПОЗИТУ
ОБРОБЛЕНОГО ЗМІННИМ МАГНІТНИМ ПОЛЕМ**

Експериментальними дослідженнями епоксидних композитів оброблених змінним магнітним полем (ЗМП) встановлено, що підвищення міцнісних властивостей характерно як для композитів оброблених в процесі зшивання зв'язувача, так і для композитів оброблених на попередній стадії (до введення твердника). Оскільки в композитах, котрі оброблялись ЗМП на попередній стадії, впорядкування структури матеріалу частково втрачається через тепловий рух при екзотермічній реакції полімеризації після введення твердника, то можна припустити, що на зростання міцнісних характеристик має вплив не тільки орієнтація макромолекул та частинок наповнювача вздовж силових ліній ЗМП, а й ступінь зшивання матеріалу. Припускали, що це пов'язано із інтенсифікуванням процесів зшивання у поверхневих шарах матриці через взаємодію магнітного поля феромагнітного наповнювача та дипольного моменту полярних макромолекул епоксидної смоли.

З метою перевірки такого припущення проводили експериментальні дослідження степеня зшивання від часу оброблення ЗМП через визначення вмісту гель-фракції у матеріалі методом Сокслета (рис. 1). У якості епоксидного зв'язувача використано епоксидну смолу марки ЕД-20 (ГОСТ 1087-84). Для зшивання епоксидного зв'язувача - низькотемпературний твердник поліетиленполіамін (ТУ 6-05-241-202-78). Як наповнювач використали ферит марки 1500НМЗ дисперсністю 63 мкм.

Як бачимо оброблення композицій ЗМП в процесі зшивання дозволяє отримати вищий на 2,2 % вміст гель-фракції порівняно із попереднім обробленням ЗМП. Проте для досягнення максимального значення вмісту гель-фракції потрібно обробляти епоксидну композицію в 2,6 рази довше. Це можна пояснити тим, що при зшиванні композиції в ЗМП макромолекули на надмолекулярні утворення поступово втрачають рухливість. Встановлено, що оброблення ЗМП в процесі зшивання епоксидних композицій на протязі $t = 150-180$ хв. створює кращі умови для отримання вищою степені зшивання. Очевидно оброблення ЗМП при таких режимах є оптимальним.

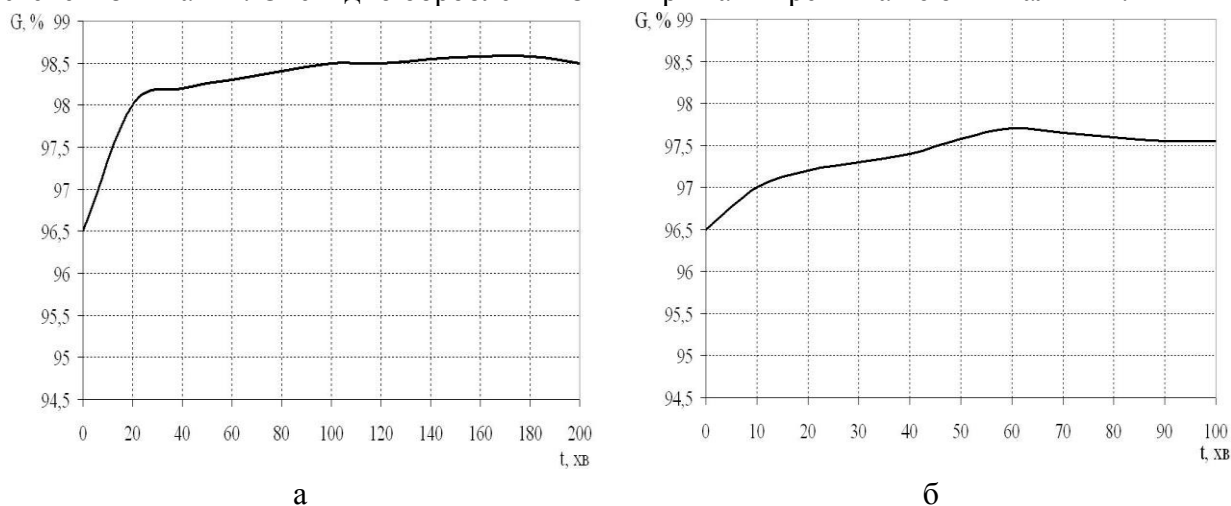


Рисунок 1 - Залежність вмісту гель-фракції у зв'язувачі з феритовим наповнювачем від часу оброблення змінним магнітним полем: а – оброблення в процесі зшивання; б – оброблення до введення твердника.

УДК 667.64:678.026

В. Левицький

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БАЗАЛЬТОВИХ ВОЛОКОН НА ПРОЦЕСИ ЗШИВАННЯ ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ ЗА ЗМІНОЮ ЇХ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Сучасна промисловість ставить нові умови до епоксикомпозитних матеріалів і покриттів на їх основі. Зокрема, останні повинні відповідати комплексу вимог, які задовольняють нормальні умови роботи технологічного устаткування в агресивних середовищах, при підвищених температурах і під впливом значних статичних та динамічних навантажень. Цього досягають шляхом введення у епоксидний зв'язувач "гібридного" (волокнистого і дисперсного) наповнювача за оптимального вмісту.

З метою поліпшення реологічних і фізико-механічних властивостей КМ в епоксидну матрицю вводили пластифікатори при оптимальному вмісті: ЕД-20 – 100 мас.ч., поліефіролігодіефіракрилат (ПДЕА-4) – 20 мас.ч., поліефірний лак (ПЕ-220) – 10 мас.ч.. Як твердник вибрано поліетиленполіамін.

Як армуючий наповнювач використано базальтові волокна з діаметром (9...12 мкм). Дослідження процесу зшивання матриці у поверхневих шарах та швидкості проходження релаксаційних процесів при формуванні КМ проводили на розробленому торсійному маятнику протягом $5 \pm 0,2$ год. [4].

Встановлено, що на кривих залежності тангенса кута механічних втрат від тривалості зшивання ненаповненої пластифікованої епоксидної матриці у присутності торсіону з базальтових волокон можна виділити два максимуми. Перший максимум виявлено після часу $\tau = 63$ хв. після початку досліджень і його абсолютна величина становить $\text{tg } \delta_{\text{max}} = 2,7$. Попередньо нами показано [5], що вказаний максимум характеризує процес релаксації сегментів макромолекул матриці при її фізичному зшиванні (тобто при утворенні фізичних вузлів в результаті структуроутворення епоксикомпозитів). Другий максимум виявлено після часу 246 хв. після початку досліджень і його абсолютна величина становить $\text{tg } \delta_{\text{max}} = 2,0$. Цей максимум характеризує процес релаксації бокових груп основного ланцюга макромолекул матриці при її хімічному зшиванні (тобто при утворенні хімічних вузлів в результаті структуроутворення епоксикомпозитів) [5].

Введення дисперсного наповнювача, незалежно від його фізичної природи, приводить, в основному, до збільшення швидкості проходження процесів структуроутворення, про що свідчить зміщення максимуму $\text{tg } \delta$ ліворуч по часовій осі на кривій залежності тангенса кута механічних втрат від тривалості твердіння КМ при аналізі процесів релаксації сегментів і бокових груп, стосовно КМ, які містять ненаповнену пластифіковану матрицю у присутності базальтового волокна.

УДК 624.072.014.2

М. Підгурський, В. Слободян

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

**ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО – ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ БАЛОК
З ПЕРФОРОВАНИМИ СТІНКАМИ**

Перфоровані балки – це полегшені металеві конструкції, здатні витримувати значні навантаження. Вони виготовляються у процесі розрізання прокатного двотавра по зигзагоподібних лініях (залежно від виду перфорації), з наступним їх зварюванням. Кругла перфорація (рис.1) є сучасною версією традиційної шестикутної (рис.2). Двотаври з перфорованою стінкою забезпечують 20 – 30 % економії металу в порівнянні з прокатними двотаврами, і є дешевшими на 10 – 18 %.

У даному дослідженні розглядали шарнірно закріплені балки прольотом 12 м з рівномірно розподіленим навантаженням $q = 50$ кН/м. Моделювання проводилось в програмному комплексі SolidWorks, а розрахунки в Ansys Workbench методом скінчених елементів, з розміром елементів сітки 40 мм.

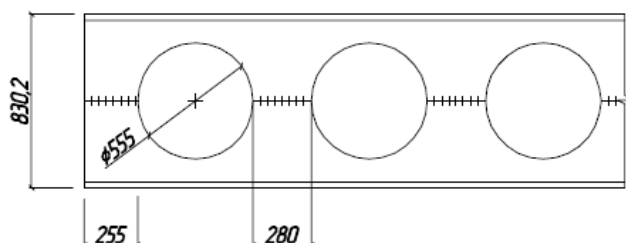


Рисунок 1. Перфорована балки з круглими отворами.

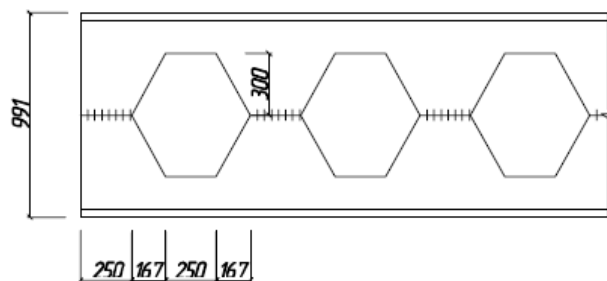


Рисунок 2. Перфорована балки з шестикутними отворами.

Перфоровані балки виготовлені з низьколегованої сталі 09Г2С за сучасною безвідходною технологією, відповідно з якою для круглих отворів є дві лінії різання, для шестикутних – одна. Початковим профілем для балки з круглими отворами є двотавр №60Б2, а при шестикутних отворах – двотавр №70Б1. Кількість отворів для першого варіанту $n=14$ з загальною площею отворів $S=33244,75$ см², для другого – $n=14$ з $S=35009,52$ см².

Максимальні нормальні напруження для балки з круглими отворами склали $\sigma_{\max} = 278,5$ МПа, для шестикутних – $\sigma_{\max} = 267,1$ МПа. Максимальний прогин для балки з круглими отворами становив $\delta_{\max}=44,7$ мм, для шестикутних – $\delta_{\max}=28,6$ мм. Отже напруження в обох варіантах є приблизно однаковими, а максимальні прогини балок не перевищують гранично допустимих $\delta_{\max} \leq [\delta]=48$ мм.

Таким чином, перевага при застосуванні перфорованих балок з круглими отворами у порівнянні з шестикутними полягає у зменшенні металоемності на 10 – 12%, при практично однакових міцнісних і допустимих жорсткісних характеристиках.

УДК 624.014.2; 621.771

М. Підгурський, А. Фик

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ ФЕРМ ІЗ ЗАМКНУТИХ ГНУТОЗВАРНИХ ПРОФІЛІВ.

Перевагами ферм із замкнутих гнutoзварних профілів є безфасонкове з'єднання елементів у вузлах, їх рівностійкість у двох площинах, краща антикорозійна стійкість. Однак складність вузлових з'єднань стримує їх ширше застосування. У зв'язку з цим основне завдання роботи полягало у визначенні об'ємного напружено-деформівного стану гнutoзварних ферм і вузлів під дією робочих навантажень.

Для моделювання використовували ферму за серією 1.460.3323.98 прольотом 18м. Розрахункова модель ферми була створена у SolidWorks і імпортована в ANSYS Workbench 14.0 для розрахунку напружено-деформівного стану методом МСЕ (рис.1). Величина вузлового навантаження визначалася, виходячи з реально діючих навантажень на решітчасті конструкції, і складала $P = 66 \text{ kN}$ у вузол. Розмір скінченних елементів ферми 50 мм. При оцінці НДС вузлів (рис.2) сітка згущувалася до розмірів $(1,0 \dots 3,0)t$, де t – товщина ГЗП.

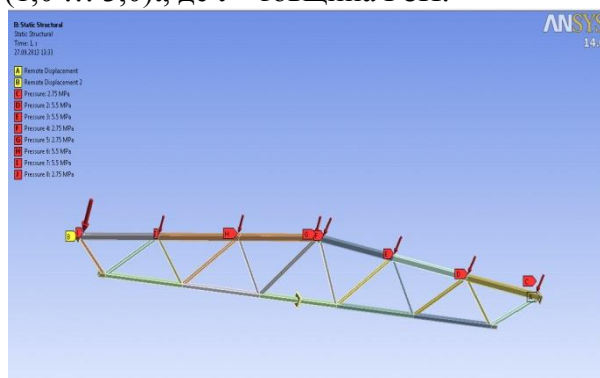


Рис.1 Розрахункова модель ферми.

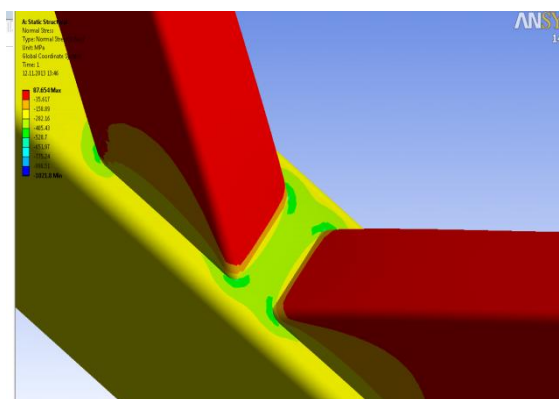


Рис.2 Розподіл нормальних напружень у вузлі ферми.

Аналітичний розрахунок ферми, як стрижневої системи з ідеальним шарнірним сполученням у вузлах, не дає повного уявлення про НДС для таких конструкцій. При даному розрахунку всі стрижні працюють тільки на осьові зусилля стиснення або розтягнення. Напруження, обчислені від цих зусиль, є основними, але не загальними. Фактично ферми мають жорсткі з'єднання у вузлах, тому кути між сполученими у вузлах стрижнями не змінюються, але повертаються, щоб повторювати загальну деформацію ферми, тому в стержнях ферм з'являються напруження від вигину, які належать до розряду додаткових.

Тому на другому етапі розглядалися дві моделі, в яких враховувались ексцентриситети і жорсткість вузлів. Перша відповідала ДСТУ Б В.2.6-74:2008, згідно з яким відстань між гранями розкосів на поясах була в межах 20...50 мм (ексцентриситети призначаються, виходячи з конструктивних міркувань). Друга ферма була змодельована таким чином, щоб вузловий ексцентриситет був рівним нулю ("ідеальна ферма"). Встановлено, що максимальні прогини ферм не змінились, а максимальні напруження у фермі з найбільшими ексцентриситетами на 20-23% більші, ніж в "ідеальній фермі".

УДК 539.375:519.6.

Ю.Рудяк, М. Підгурський

(Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ОПТИЧНІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-РОЗРАХУНКОВІ МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ НДС ТА ГРАНИЧНОГО СТАНУ ЕЛЕМЕНТІВ МАШИН, ВИГОТОВЛЕНИХ ІЗ НЕМЕТАЛІВ

Важливою тенденцією створення нових сучасних машин є підвищення питомої ваги багат шарових конструкцій, які, завдяки своїй структурі, здатні витримувати значні силові навантаження та зміну механіко-фізичних факторів (механічних характеристик внаслідок зміни температури, вологості, радіації). Аналітичні та чисельно-аналітичні методи не завжди дозволяють одержувати рішення задач по визначенню їх НДС з врахуванням всього комплексу існуючих чинників. Складовими частинами (елементами) таких багат шарових структур, наприклад триплексів, часто є неметалічні конструкційні матеріали (неорганічне силікатне скло, органічне силікатне скло, епоксидна смола). Крім того, епоксидна смола ЕД-20 служить матрицею композиційних матеріалів вуглепластиків, які знаходять все ширше застосування у авіа- та космічному машинобудуванні. Всі вказані вище матеріали – прозорі діелектрики, однією з базових фізико-механічних характеристик яких є тензор діелектричної проникності. Ефективне застосування для визначення НДС таких об'єктів оптичних методів, але не завжди застосування існуючих дозволяє одержати коректні результати з необхідною для інженерної практики точністю. Існуючі механічні теорії граничного стану не дозволяють ефективно реагувати на зміну фізичних факторів (температури, вологості, радіації), оскільки вирази для еквівалентного напруження у класичних механічних теоріях не змінюється при цьому.

У роботі наведено дані по розробці нових оптичних методів визначення НДС: методі поглинання (МП) та методі дифузного поверхневого розсіювання (МДПР) створенні нових датчиків деформацій, дія яких базується на ефекті дифузного поверхневого розсіювання. МП використовує п'єзооптичний ефект поглинаючого середовища і його дія базується на аналізі зміни уявної частини компонент тензора діелектричної проникності (показника поглинання) при навантаженні об'єкту. МДПР використовує ефект дифузного поверхневого розсіювання і базується на вимірюваннях перерозподілу інтенсивностей дзеркальної та дифузних складових розсіяного поверхнею об'єкта світлового потоку при локальній зміні його кривизни. Крім того, розвинуто (модифіковано) поляризаційно-оптичний метод для дослідження малих за величиною (до 1λ) картин оптичної анізотропії. Запропоновано новий фізико-механічний критерій оцінки граничного стану діелектриків (критерій тензора діелектричної проникності). За допомогою модифікованого поляризаційно-оптичного методу та фізико-механічного критерію тензора діелектричної проникності проведено комплексне дослідження напруженого та граничного стану при знижених температурах (до $T=213K$) багат шарових структур (гомогенних та гетерогенних триплексів) з обрамленням і без та при можливій наявності тріщин у складових частинах (елементах) триплексів: неорганічному силікатному склі, органічному склі та склеюючому шарі. На основі проведеного дослідження визначено вплив гетерогенності та обрамлення і одержано чисельні результати оцінки НДС та граничного стану для різних варіантів триплексів і вибрано оптимальний: гетерогенний триплекс без обрамлення.

УДК 667.64:678.026

П. Стухляк, І. Добротвор, О. Голотенко

(Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя)

МЕТОДИКА ПІДВИЩЕННЯ ПОВЕРХНЕВОЇ АКТИВНОСТІ ЧАСТОК ДИСПЕРСНИХ НАПОВНЮВАЧІВ

Атоми поверхневого шару часток наповнювача відрізняються від атомів, що лежать у глибині матеріалу тим, що мають меншу кількість найближчих сусідів Z . Тому коефіцієнт теплового розширення α для поверхні твердих тіл повинен бути в середньому у 1,5 – 3 рази більшим, ніж коефіцієнт лінійного розширення для внутрішнього матеріалу твердого тіла і пропорційним до градієнта (1).

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \text{grad}\left(\sum_{i=1}^Z \frac{q \cdot q_i}{R_i}\right). \quad (1)$$

Тоді при зміні температури поверхневі шари твердого тіла будуть знаходитись у напруженому стані, поверхнева енергія підвищується. Раніше вважали, що руйнування матеріалу при дробленні відбувається внаслідок стискаючих зусиль, а при розмелюванні – від зрізуючих. Тепер вважається, що суттєвої різниці між дробленням і розмелюванням немає і відмінність полягає лише у величині зернистості вихідного матеріалу і кінцевого продукту.

Здатність матеріалу до руйнування незалежно від типу обладнання, яке використовується при подрібненні, залежить від таких параметрів твердого тіла, пружність, міцність і пластичність. Зміна таких параметрів під час загрузки в значній мірі визначає здатність матеріалу до руйнування. Застосування до твердого тіла зовнішніх напружень стимулює появу локальних перенапружень, що приводить до розриву міжатомних зв'язків, до порушення суцільності твердого тіла і появи мікротріщин. Ріст мікротріщин і їх наступне злиття формує тріщини, поширення яких в кінцевому результаті приводить до руйнування твердих часток наповнювача.

Мінеральний наповнювач подрібнюють у диспергаторі чи млині, що дозволяє проводити охолодження робочої камери рідким азотом до $T \approx 77^\circ\text{K}$. Диспергування проводиться до зменшення середнього діаметру часток до 1,5 – 3 рази. При такому зменшенні дисперсності часток, прийнявши їх за умовно сферичні, поверхня окремої частки зменшується у 2,3 – 9 рази, проте сумарна площа подрібненого об'єму наповнювача збільшується у 1,5 – 3 рази, що забезпечує появу новоутвореної поверхні, яка складатиме від 50% до 200% від старої. Після розігрівання часток на новоутворених поверхнях створюється напружено-деформований стан. Час, на протязі якого може бути використано наповнювач без суттєвого зменшення високоенергетичного стану оцінюють з використанням формули (2). Повторне охолодження на ΔT °K приводить до запізнення виходу із активного стану наповнювача на час

$$\Delta t = 10^{-15} \cdot \left(e^{\frac{1,2 \cdot 10^4}{T - \Delta T}} - e^{\frac{1,2 \cdot 10^4}{T}} \right), \quad (2)$$

де: T (°K) – температура, до якої приводять наповнювач, ΔT (°K) – діапазон зниження температури, Δt (сек) – час запізнення виходу поверхні наповнювача із активного стану.

1. Стухляк, П.Д. Вплив граничних прошарків на властивості композитних полімерних матеріалів. (Огляд) / П.Д. Стухляк, М.М. Митник, В.О. Орлов // Фізико – хімічна механіка матеріалів. – 2001. - №1. – С. 69 – 75.

УДК 621.762.4:546.261

В. Сушинський, Г. Крамар

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

МЕТАЛОГРАФІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТВЕРДИХ СПЛАВІВ НА ПОЛІКАРБІДНІЙ ОСНОВІ ІЗ ЗВ'ЯЗКОЮ НАНОРОЗМІРІВ

Сплави на основі карбіду титану з нікель-хромовою зв'язкою використовують в металообробній промисловості для заміни вольфрамокобальтових твердих сплавів, а при обробці кольорових металів і сплавів – швидкорізальних сталей. В Україні є достатні запаси сировини, необхідної для виробництва таких сплавів, вони на 30% дешевші, ніж вольфрамокобальтові сплави. Однак, їх більш широке застосування обмежується недостатньою міцністю карбіду титану. З метою підвищення в'язкості та міцності у сплав додають карбід вольфраму в невеликій кількості до 5% (мас.). Карбід ніобію підвищує жаростійкість, твердість та тріщиностійкість і в кількості до 5% (мас.) є інгібітором росту карбідних зерен. Введення хрому до складу металевої зв'язки підвищує жаростійкість та опір повзучості. Позитивно впливає на фізико-механічні та експлуатаційні властивості сплавів додавання до їх складу нанопорошків. Метою даної роботи є встановлення впливу нано-Ni на мікроструктуру сплавів на основі TiC.

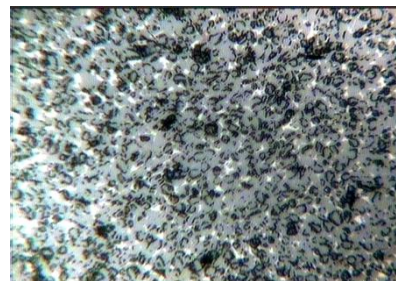
Сплави одержували методом порошкової металургії. Як карбідну основу використовували порошки карбідів TiC, NbC, WC марки «ХЧ». Зв'язку додавали в кількості 10, 18, 24% (мас.) при співвідношенні нано-Ni до Cr як 3 до 1. Використовували нанопорошок нікелю виробництва лабораторії нанодисперсних систем ІФХМ МІСіС з розміром частинок 70 нм і вмістом основного компоненту 99,2%, хром з вмістом основного компоненту 99,8%.

Дослідження мікроструктури проводили методом оптичної мікроскопії за стандартною методикою металографічного дослідження твердих сплавів відповідно до ГОСТ 9391–80. Визначали видиму пористість, наявність вільного вуглецю та розмір зерен карбідної фази шляхом вимірювання розмірів найбільших сторін січень 150-200 зерен, що потрапляли у вузли лінійної сітки 100x100 мкм. Металографічний аналіз проводили на оптичному мікроскопі “Неофот-2” при збільшенні від 100 до 2000 разів. Для виявлення карбідної фази проводили травлення шліфів за наступними режимами: перше травлення сумішшю 20%-них водних розчинів заліzosинеродистого калію та їдконого натрію у рівних об'ємах при температурі 18-20 °С протягом 30...60 с, друге травлення - насиченим розчином хлорного заліза в концентрованій соляній кислоті при температурі 18-20 °С протягом 20-40 с.

Результати металографічних досліджень приведено на рисунку.



а)



б)

Мікроструктура сплавів TiC-5WC-5NbC-18(NiCr) (а) і TiC-5WC-5NbC-18(наноNiCr) (б)

В результаті проведених досліджень мікроструктури твердих сплавів із зв'язкою нанорозміру встановлено, що використання нано-нікелю у складі металевої зв'язки сприяє утворенню гомогенної дрібно- і особливо дрібнозернистої структури із середнім розміром карбідних зерен 0,9...1,2 мкм.

УДК 667.64.678.026

І. Чихіра, Р. Золотий, А. Микитишин

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ВПЛИВ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ОБРОБКИ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІМЕРКОМПОЗИТНОГО МАТЕРІАЛУ

Для створення полімеркомпозитів з підвищеними експлуатаційними характеристиками необхідно дослідити вплив різноманітних зовнішніх факторів та врахувати комплекс фізико-механічних явищ, які відбуваються при формуванні матеріалу. Встановлено, що обробка матеріалу ультразвуком забезпечує покращення фізико-механічних властивостей матеріалів [1]. При цьому розробка нових і удосконалення сучасних методів експериментальних досліджень фізико-механічних властивостей матеріалів на сучасному етапі є актуальною задачею. У роботі на основі проведених досліджень розраховано тангенціальні напруження (адгезійні характеристики) та нормальні напруження (когезійні характеристики), що виникають на межі поділу фаз “покриття - основа”.

Експериментально встановлено, що полімеркомпозитні матеріали, які не містять дисперсних наповнювачів мають найбільшу відносну деформацію при ступінчастому навантаженні. Це свідчить про те, що такі матеріали більш пластичніші, порівняно з наповненими епоксикомпозитами. Композити, що містять дисперсний та волокнистий наповнювач характеризуються більшою жорсткістю. Встановлено, що це зумовлено високим ступенем зшивання матриці у поверхневих шарах стосовно вихідних (без дисперсних наповнювачів, але в присутності волокон) матеріалів. Відомо, що введення дисперсних та волокнистий наповнювачів забезпечує суттєве підвищення експлуатаційних характеристик матеріалів внаслідок переходу майже всього об'єму олігомера у стан поверхневих шарів. Густина, протяжність поверхневих шарів та ступінь зшивання у них визначаються вмістом, природою наповнювача. Тому оптимальний підбір вмісту інгредієнтів забезпечує додаткове підвищення когезійних і адгезійних характеристик композитного матеріалу за рахунок фізико-хімічної взаємодії на межі поділу фаз “полімер – наповнювач”.

Модифікація композицій на попередній стадії формування ультразвуковою обробкою (УЗО), забезпечує краще зшивання матеріалу, і відповідно, поліпшує його експлуатаційні характеристики. Тому наступним етапом досліджень було проведення УЗО композицій з дисперсним наповнювачем (до введення твердника). Експериментально встановлено, що УЗО як олігомерної матриці, так і епоксидних композицій з подальшим нанесенням на волокно зумовлює зниження деформаційних властивостей захисних покриттів на 16...30 % залежно від виду дисперсного наповнювача. Отримані результати можна пояснити тим, що під впливом ультразвукового поля відбувається активація компонентів матриці. Це, у свою чергу, покращує рухливість макромолекул, що зумовлює поліпшення умов зшивання композитного матеріалу. Відповідно, ліпша змочуваність наповнювача (дисперсного і волокнистого) та більший відсоток гель-фракції у системі зумовлює формування більш жорсткого матеріалу зі структурою поверхневих шарів після УЗО.

1. Трофимов Н.Н., Пугачев С.И. Применение ультразвука в технологии создания адгезионных соединений.-Л.:ЛДНТП,1979.-20с.

УДК 678.5

І.Ярема, А. Антонов, Ю.Наконечний, П.Колиб'юк, Л.Романовська
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ВДОСКОНАЛЕНОГО УЩІЛЬНЕННЯ ПОРШНЯ БЛОКУ УПРАВЛІННЯ ПРОТИПОМПАЖНОГО КЛАПАНУ ВК ГПА-25 І

Противопомпажний клапан відцентрового компресора ГПА-25 І приводиться в дію пневмоприводом та спрацьовує при пуску і зупинці газової турбіни. При запуску турбоагрегату і досягненні турбіною приблизно 92% від номінальної величини її обертів противопомпажний клапан закривається. До пневмоциліндра 1 (рис.1) повітря поступає із 10-ї ступені осьового компресора; тиск повітря при цьому становить — 0,7-0,8 МПа, температура — до + 80⁰ С. В канавці поршня 2 пневмоциліндра встановлено пластмасове ущільнююче кільце 3, в прямокутну канавку якого встановлюється гумове кільце 4. Під дією тиску повітря поршень переміщується і через механізм приводу відкриває кран. Коли повітря в циліндр не подається, то поршень під дією пружини 5 повертається в початкове положення.

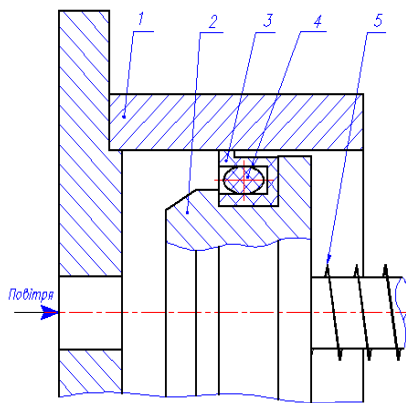


Рис.1. Схема роботи поршня блоку управління противопомпажного крану

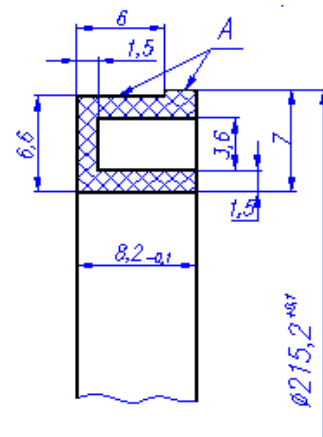


Рис.2. Модифікована конструкція ущільнення поршня

Вихід із ладу ущільнення поршня блоку управління противопомпажного клапану відбувається через зношення ущільнюючої поверхні пластмасового кільця та виривання частини його в процесі «закушування» в парі тертя «поршень-циліндр».

З врахуванням умов експлуатації блоку управління авторами розроблена вдосконалена конструкція пластмасового ущільнення. Так, як верхня границя робочої температури становить +80⁰ С, то до уваги не бралися ті конструкційні полімерні матеріали, які мають нижчу границю робочої температури. Крім високої теплостійкості матеріал повинен мати низький коефіцієнт тертя, добру зносостійкість та володіти властивостями самозмашування. Такими властивостями володіють фторопласти та композиційні матеріали на їх основі. Матеріали типу флубон мають низький коефіцієнт тертя (0,1-0,3), інтервал робочих температур – від -60⁰ до +250⁰С, інтенсивність зношування $0,8 \cdot 10^{-3} \div 3,0 \cdot 10^{-3}$ г/год.

Конструкція розробленого ущільнення поршня блоку управління (рис.2) представляє собою кільце із фторопластових композиційних матеріалів, в яку вставляється гумове кільце круглого перерізу (рис.2), що забезпечує герметичність та працездатність клапану.

УДК 678.5

І.Ярема, Ю.Наконечний, А. Матвійчук

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

МОДЕРНІЗАЦІЯ УЩІЛЬНЕНЬ РОТОРА ВІДЦЕНТРОВИХ НАГНІТАЧІВ ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНИХ АГРЕГАТІВ ЗАРУБІЖНОГО ВИРОБНИЦТВА

В системі ущільнень ротора нагнітачів газу зарубіжного виробництва фірм «Купер Бесемер» (США), «Нуово Піньоне» (Італія), «Демаг» (ФРН) передбачено ряд лабіринтних ущільнень різних типорозмірів з алюмінієвих сплавів. Принцип роботи даних ущільнень базується на багаторазовому дроселюванні робочого середовища при проходженні ряду послідовно розташованих звужень та розширень. В результаті відбувається поступова втрата робочим середовищем частини енергії. В залежності від профілю лабіринтних гребенів, їх кількості, стану і якості робочого середовища можна досягнути високого ступеня ущільнення, але повної герметичності забезпечити даним типом ущільнення неможливо. В деяких випадках в зону ущільнення подається протитиск, який забезпечує можливість роботи ущільнення з нульовим перетіканням середовища, що ущільнюється. При застосуванні лабіринтних ущільнень типу «масло-газ» запірним середовищем виступає мастило, тиск якого перевищує тиск газу і запобігає його перетіканню через ущільнення. Ефективність такого ущільнення характеризується величиною розходу запірного мастила. Вихід з ладу таких ущільнень в основному відбувається через пошкодження гребенів або їх ерозійне зношення. Це приводить до збільшення зазорів між валом та вершинами лабіринтних гребенів і, як наслідок, – збільшуються втрати запірного мастила.

Відновлення алюмінієвих лабіринтних ущільнень методом наплавлення матеріалу з наступною проточкою гребенів на токарному верстаті виявилось неефективним. Такий метод є трудомісткий, а головне – він не забезпечує необхідну якість та точність розмірів через неоднорідність та пористість структури наплавленого матеріалу.

Авторами розроблена технологія відновлення працездатності лабіринтних ущільнень ротора відцентрових нагнітачів з використанням пластмасових вставок та штатного металевго ущільнення. Пошкоджену лабіринтну ущільнюючу частину штатного металевго ущільнення розточують по внутрішньому діаметрі з врахуванням розмірів пластмасової вставки. Лабіринтна вставка виготовляється з полімерного композиційного матеріалу і запресовується з відповідним натягом в металеву обойму та фіксуються з допомогою штифтів. Крім того, запропонована нова геометрія і форма ущільнюючих гребенів, що підвищує ефективність роботи ущільнення, а також прогресивна технологія його виготовлення та монтажу. Внутрішній діаметр ущільнення виконується меншим від діаметру штатного. При монтажі на нагнітач можливе торкання ротором вершин гребенів ущільнення, але завдяки в'язкопружним властивостям полімерного матеріалу вони не руйнуються, а тільки деформуються. Таким чином, зменшення зазору в парі «вершина гребеня – ротор», зміна геометрії камер завихрення, створення протипотоків на всій ширині ущільнення дає змогу покращити показники роботи лабіринтного ущільнення і, в першу чергу, зменшити безповоротні втрати мастила при експлуатації нагнітача. Багаторазове використання алюмінієвої обойми при виході з ладу лабіринтних вставок в цілому значно зменшує витрати на проведення наступних ремонтних робіт.

Розроблені пластмасо-металеві конструкції ущільнення ротора відцентрових нагнітачів зарубіжного виробництва успішно впроваджені та експлуатуються на компресорних станціях української ділянки магістральних газопроводів «Союз», «Прогрес», «Уренгой-Помари-Ужгород».

УДК 539.3

П. Ясній, С. Гладь

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ВПЛИВ ДОРНУВАННЯ ОТВОРІВ НА КІНЕТИКУ ЗАРОДЖЕННЯ ТА ПОШИРЕННЯ ВТОМНИХ ТРІЩИН В АЛЮМІНІЄВОМУ СПЛАВІ Д16ЧТ

Плоскі зразки товщиною 6 mm і шириною робочої ділянки 60 mm з центральним отвором діаметром 8 mm, 10 mm і 12 mm з алюмінієвого сплаву Д16ЧТ (виготовлені згідно з ГОСТ 25.502-79) випробовували втому. Зразки випробовували циклічним розтягуванням на електрогідравлічній машині СТМ-100 при $\sigma_{\max} = 147\text{MPa}$, за коефіцієнту асиметрії циклу навантаження $R = \sigma_{\min}/\sigma_{\max} = 0.05$ та частоти навантаження $f = 15\text{Hz}$ (тут σ_{\min} , σ_{\max} – відповідно найменше та найбільше номінальне напруження).

У всіх дорнованих зразках початкова втомна макротріщина зароджувалася на кромках отвору зі сторони входу дорна. Коли тріщина проростала на поверхню зразка зі сторони виходу дорна, її розміри характеризували довжинами на вході та на виході дорна відповідно. Спостерігалася тенденція підвищення кількості циклів до зародження втомної макротріщини від отворів досліджених зразків пропорційно до збільшення величини відносного натягу дорнування.

Коефіцієнти інтенсивності напружень за розтягу зразка з кутовою тріщиною нормального відриву біля отвору K визначали за формулою Newman та Raju

$$K = \sigma \cdot \sqrt{\pi \frac{a}{Q}} \cdot F_{\text{ch}} \left(\frac{a}{c_1}, \frac{a}{t}, \frac{r}{t}, \frac{r}{W}, \frac{c_1}{W}, \varphi \right), \quad (1)$$

де σ – нетто напруження розтягу; t – товщина зразка; $2W$ – ширина зразка; r – радіус отвору; φ – кут між положенням точки на фронті тріщини і лицевою площиною зразка.

Швидкість росту втомної тріщини у зразках із алюмінієвого сплаву Д16ЧТ із отворами діаметром 8 mm у подвійних логарифмічних координатах має пропорційну залежність від розмаху КІН. Проте після дорнування отворів швидкість росту втомної тріщини майже не залежить від розмаху КІН при $\Delta K_1 < 20\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ і є меншою від швидкості в недорнованих зразках. Із збільшенням розмаху КІН ($\Delta K_1 > 20\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$) швидкість росту втомної тріщини зростає і при $\Delta K_1 = 52\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ досягає швидкості росту тріщини в недорнованому зразку.

Розмах коефіцієнта інтенсивності напружень ΔK визначали формулою (1), де σ замінювали на розмах напружень $\Delta\sigma = \sigma_{\max} - \sigma_{\min}$.

Зазначимо, що ефективний розмах КІН визначено у першому наближенні враховує лише залишкові напруження спричинені циклічним пластичним деформуванням у вістрі тріщини, та не враховує технологічні залишкові напруження від поверхневого пластичного дорнування отворів.

Отже, досліджено основні закономірності впливу пластичного дорнування отворів з відносним натягом 1-3% на зародження та перебіг поширення втомних тріщин в алюмінієвому сплаві Д16ЧТ. Виявлено, що незалежно від натягу дорнування тріщини зароджуються від кромки пластично деформованих отворів з боку входу дорна. Кількість циклів до зародження втомної макротріщини на поверхні довжиною 0,25 mm від отворів збільшується із підвищенням відносного натягу дорнування. Це зумовлено домінуючим впливом залишкових стискувальних напружень в околі зміцнених отворів.

ЗМІСТ

Секція: МАШИНОБУДУВАННЯ	6
С. Білик, А. Драган.....	6
ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ГОФРОВАНИХ ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК.....	6
П. Босюк.....	7
ОСОБЛИВОСТІ ПРИВОДІВ МАШИН І ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКА.....	7
В.Васильків, О.Лясота.....	8
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ГОФРОВАНИХ СМУГ НА ЕНЕРГОСИЛОВІ ПАРАМЕТРИ ОДЕРЖАННЯ ГОФРОВАНИХ НАВИВНИХ ЗАГОТОВОК.....	8
В. Васильків, Д. Радик, В. Бобрик.....	9
СПОСОБИ ФОРМОУТВОРЕННЯ ГВИНТОВИХ І ШНЕКОВИХ ЗАГОТОВОК В ПРОЦЕСІ ВОЛОЧІННЯ – СКРУЧУВАННЯ.....	9
А. Гагалюк.....	11
КУЛЬКОВИЙ ПАТРОН ПІДВИЩЕНОЇ НАВАНТАЖУВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ.....	11
А. Гагалюк.....	12
ПАТРОН ДЛЯ НАРІЗАННЯ РІЗИ.....	12
Б. Гевко, А. Дячун, Б. Заболотний.....	13
ГВИНТОВІ КОНВЕЄРИ З РОЗШИРЕНИМИ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ.....	13
Ів. Гевко, В. Клендій.....	15
ПРИНЦИПИ КОНСТРУЮВАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРІВ.....	15
Іг. Гевко.....	16
ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ РАДІАЛЬНИХ ЗУСИЛЬ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ГВИНТОВИХ ГОФРОВАНИХ ЗАГОТОВОК.....	16
А. Гупка.....	18
УСТАНОВКА ДЛЯ РОЗВАЛЬЦУВАННЯ КРОМОК ДИСКІВ МАШИН.....	18
Б.Гупка, Л.Данильченко.....	19
ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ВАЖКОНАВАНТАЖЕНИХ ПАР ТЕРТЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МЕТОДАМИ.....	19
О. Гурик.....	20
КОНТРОЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЗАМІРУ КОНСТРУКТИВНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК.....	20
В. Диня.....	21
КОНТРОЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЗАМІРУ МІЖЦЕНТРОВОЇ ВІДСТАНИ ОТВОРІВ.....	21

В. Диня, С. Білик	22
СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ШЛІЦЕВИХ МЕХАНІЗМІВ	22
М. Дичковський.....	23
АВТОМАТИЗОВАНІ ТРАНСПОРТНО – ЗАВАНТАЖУВАЛЬНІ МЕХАНІЗМИ З ПНЕВМОВІБРОПРИВОДОМ ТА АСИМЕТРИЧНИМ ЦИКЛОМ КОЛИВАНЬ РОБОЧОГО ОРГАНА.....	23
А. Драган.....	24
ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ГВИНТОВИХ ГОФРОВАНИХ ЗАГОТОВОК З ЗАДАНИМ ПРОФІЛЕМ ОБКАТУВАННЯ ПАРАМИ КОНІЧНИХ ЗУБЧАСТИХ ФОРМУВАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ	24
В. Каретін.....	25
ЗАДАЧА ОПТИМІЗАЦІЇ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ІНЕРЦІЙНОГО ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО ТРАНСФОРМАТОРА КРУТНОГО МОМЕНТУ.....	25
М. Квас	26
ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЗАМІРУ СИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ.....	26
М. Клендій, В. Клендій.....	27
РУХ МАТЕРІАЛЬНОЇ ЧАСТИНКИ ПО ПОХИЛІЙ ПЛОЩИНІ, ВСІ ТОЧКИ ЯКОЇ В КОЛИВАЛЬНОМУ РУСІ ОПИСУЮТЬ КОЛА В ГОРИЗОНТАЛЬНИХ ПЛОЩИНАХ.....	27
О. Клендій, М. Клендій.....	28
ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ МАТЕРІАЛЬНОЇ ЧАСТИНКИ ПО ВНУТРІШНІЙ ПОВЕРХНІ ВЕРТИКАЛЬНОГО ЦИЛІНДРА, ЯКИЙ ЗДІЙСНЮЄ ОБЕРТАЛЬНИЙ І ПОСТУПАЛЬНИЙ РУХИ.....	28
В. Савків, І. Козбур	29
КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СТРУМИННО-ВАКУУМНИХ ЗАХОПЛЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ	29
І. Козбур, О. Шовкун	30
ПНЕВМАТИЧНИЙ ВІБРАЦІЙНИЙ ПРИВОД ЖИВИЛЬНИКА ЗІ ЗМІННОЮ ЧАСТОТОЮ ТА ФОРМОЮ ЗБУДЖЕННЯ	30
І. Кучвара	31
СПОСІБ ОДНОЧАСНОГО ПРОТОЧУВАННЯ СКЛАДНИХ ПРОФІЛІВ ДОВГОМІРНИХ ДЕТАЛЕЙ.....	31
М. Левкович.....	32
ЗАПОБІЖНИЙ ПАТРОН ДЛЯ НАРІЗАННЯ РІЗИ	32
І. Луців, В. Волошин, В. Буховець	33
ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПЛЕКСНОГО САМОНАЛАГОДЖУВАЛЬНОГО ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ БАГАТОЛЕЗОВОЇ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ	33

І. Луців, В. Шарик	34
СИСТЕМА КЕРУВАННЯ БАГАТОРІЗЦЕВОЮ ГОЛОВКОЮ ДЛЯ ТОНКОГО ТОЧІННЯ З ПРУЖНИМИ НАПРЯМНИМИ	34
Р. Любачівський	35
РОЗРАХУНОК СЕКЦІЙНИХ ГВИНТОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ.....	35
Р. Любачівський, Р. Лотоцький	36
РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТРАВМУВАННЯ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ	36
О. Ляшук	37
ДИНАМІКА ПРОЦЕСУ НАТЯГУВАННЯ КАНАТУ ЛЕБІДКОЮ	37
А.В. Матвійчук, І.Т. Ярема.....	38
ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ АВТОТРАКТОРНИХ ПИИ ТА РІЗУЧОГО ІНСТРУМЕНТУ НА ПРОЦЕС ПОРІЗКИ	38
Т. Навроцька	39
ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ СІВБИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР	39
Т. М. Несхозієвська.....	40
ПРОБЛЕМА ЗНОШУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ КЛАПАНІВ ТА ПІДКЛАПАННИКІВ ЗАХВАТІВ ЯК ЕЛЕМЕНТІВ АРУШЕПРОВІДНОЇ СИСТЕМИ ОФСЕТНИХ ДРУКАРСЬКИХ МАШИН.....	40
А. В. Несхозієвський.....	41
ЗМІНА ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОКРИТТІВ ОФСЕТНИХ ЦИЛІНДРІВ ДРУКАРСЬКИХ МАШИН ЗА РАХУНОК ПРОВЕДЕННЯ ОЗДОБЛЮВАЛЬНО-ЗМЦНЮЮЧОЇ ОБРОБКИ ТА ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ	41
О. Олексишин	42
ОЧИСНІ СИСТЕМИ ТРУБЧАТОГО СКРЕБКОВОГО КОНВЕЄРА	42
Ю. Павельчук.....	43
АПАРАТ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ НАСІНЕВИХ СТРІЧОК.....	43
Ю. Павельчук, Р. Лотоцький.....	44
СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ОДНО ЗЕРНОВИХ ВИСІВНИХ АПАРАТІВ.....	44
Ю. Паливода	45
СПОСОБИ ВИГОТОВЛЕННЯ ГОФРОВАНИХ ЗАГОТОВОК З ЗАДАНИМ ПРОФІЛЕМ.....	45
М.Паньків, А. Данилюк	46
МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕСУ СВЕРДЛІННЯ	46

М.Паньків, О. Львова.....	47
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СВЕРДЛІННЯ	47
М.Паньків, В.Паньків.....	48
ОПЕРАТИВНО – КАЛЕНДАРНЕ ПЛАНУВАННЯ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВА	48
М.Пилипець, П.Босюк	49
СПІЛЬНА ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ ІНДУКЦІЙНОГО НАГРІВУ ЗАГОТОВКИ І ФОРМУВАННЯ РІЗИ	49
М.Пилипець, Б.Бригадир.....	50
ФОРМОУТВОРЕННЯ НАВИВНИХ ЗАГОТОВОК ІЗ ЗМІЦНЕННЯМ ЗОВНІШНЬОЇ КРОМКИ	50
М.Пилипець, А.Гагалюк.....	51
ЗАТИСКНІ ПРИСТРОЇ З ГВИНТОВИМИ	51
РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ	51
М.Пилипець, М.Левкович	52
ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ СФЕРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ	52
М.Пилипець, В.Паньків	53
ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ ЕЛІПСНИХ ШНЕКІВ	53
В. Пришляк	54
ПРОТРУЮВАЧ НАСІННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ	54
Я. Проць, В. Савків, В. Скочилас, О. Фендьо.....	55
ОБІРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ СТРУМИННИХ ЗАХОПЛЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ	55
Я. Проць, П. Федорів, Ю. Цяпуга.....	56
ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТРУМИННОГО ПРИВОДУ ТИПУ СТАКАН	56
Ч. Пулька, В. Гаврилюк, В. Сенчишин, М. Шарик.....	57
ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ПРИ ІНДУКЦІЙНОМУ НАПЛАВЛЕННІ.....	57
А. Сабат	58
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИЙ ДВИГУН НА ПОВІТРІ	58
О. Семенен, З. Одосій, М. Семенен.....	59
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОШУВАННЯ АРМОВАНИХ ВІНЦЕВИХ ЗУБКІВ ШАРОШКОВИХ ДОЛІТ.....	59
В. Солтисюк.....	60
ПЕРЕДУМОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ АПАРАТІВ ОДНОЗЕРНИННОГО ВИСІВУ НАСІННЯ.....	60

І. Ткаченко, А. Драган.....	61
ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ НАВИВАННЯ ГВИНТОВИХ ГОФРОВАНИХ ЗАГОТОВОК З ДОВІЛЬНИМ ПРОФІЛЕМ ГОФР	61
І. Ткаченко, І. Фльонц	62
УСТАНОВКА ДЛЯ ВУЛКАНІЗАЦІЇ КІНЦІВ НАРІЗНИХ ПЛОСКИХ ПАСІВ.....	62
І. Фльонц	63
СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛОСКИХ ПРИВІДНИХ ПАСІВ	63
О. Фльонц, В. Диня	64
ВЕРСТАТ ДЛЯ ЗАТОЧУВАННЯ НОЖОВИХ БЛОКІВ	64
І.О. Хітров	65
ПРИСТРІЙ ДЛЯ РОЗТОЧУВАННЯ КІЛЬЦЕВИХ КАНАВОК	65
М. Цепенюк.....	67
ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ МЕХАНІЗМІВ СИНХРОННОГО ОБЕРТАННЯ З ВРАХУВАННЯМ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ	67
І. Чвартацький, Р. Чвартацький	68
НОВІ КОНСТРУКЦІЇ ПОДРІБНЮВАЧІВ І ЗМІШУВАННЯ КОРМІВ	68
Р. Шпак.....	69
ВИЗНАЧЕННЯ ЗУСИЛЛЯ НА ШТОЦІ НАТЯЖНОГО МЕХАНІЗМУ ЛАНЦЮГОВОЇ ПЕРЕДАЧІ	69
Секція: МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО, МІЦНІСТЬ МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ, БУДІВНИЦТВО.....	70
А. Антонов, Ю. Наконечний, І. Ярема	70
ОСОБЛИВОСТІ ВАКУУМНОЇ МЕТАЛІЗАЦІЇ КОНСТРУКЦІЙНИХ ПЛАСТМАС ...	70
Л. Бодрова, І. Коваль.....	71
СПЕЧЕНІ СПЛАВИ TiC-5VC-18NiCr З НАНОДОБАВКАМИ WC	71
М. Карпець, О. Мисливченко, О. Макаренко, М. Крапівка, В. Горбань, Цебрій Р.І.....	72
РОЗШАРУВАННЯ ФАЗ У БАГАТОКОМПОНЕНТНОМУ ВИСОКОЕНТРОПІЙНОМУ СПЛАВІ FeCoNiCuAg	72
В. Карташов, І. Ярема	73
ДОСЛІДЖЕННЯ СТЕПЕНЯ ЗШИВАННЯ ЕПОКСИКОМПОЗИТУ ОБРОБЛЕНОГО ЗМІННИМ МАГНІТНИМ ПОЛЕМ.....	73
В. Левицький.....	74
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БАЗАЛЬТОВИХ ВОЛОКОН НА ПРОЦЕСИ ЗШИВАННЯ ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ ЗА ЗМІНОЮ ЇХ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК.....	74

М. Підгурський, В. Слободян	75
ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО – ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ БАЛОК З ПЕРФОРОВАНИМИ СТІНКАМИ	75
Підгурський М., Фик А.....	76
ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ ФЕРМ ІЗ ЗАМКНУТИХ ГНУТОЗВАРНИХ ПРОФІЛІВ.....	76
Ю.Рудяк, М. Підгурський.....	77
ОПТИЧНІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-РОЗРАХУНКОВІ МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ НДС ТА ГРАНИЧНОГО СТАНУ ЕЛЕМЕНТІВ МАШИН, ВИГОТОВЛЕНИХ ІЗ НЕМЕТАЛІВ.....	77
П. Стухляк, І. Добротвор, О. Голотенко	78
МЕТОДИКА ПІДВИЩЕННЯ ПОВЕРХНЕВОЇ АКТИВНОСТІ ЧАСТОК ДИСПЕРСНИХ НАПОВНЮВАЧІВ	78
В. Сушинський, Г. Крамар	79
МЕТАЛОГРАФІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТВЕРДИХ СПЛАВІВ НА ПОЛІКАРБІДНІЙ ОСНОВІ ІЗ ЗВ’ЯЗКОЮ НАНОРОЗМІРІВ	79
І.Чихіра, Р.Золотий, А. Микитишин.....	80
ВПЛИВ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ОБРОБКИ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІМЕРКОМПОЗИТНОГО МАТЕРІАЛУ	80
І.Ярема, А. Антонов, Ю.Наконечний, П.Колибаб’юк, Л.Романовська.....	81
КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ВДОСКОНАЛЕНОГО УЩІЛЬНЕННЯ ПОРШНЯ БЛОКУ УПРАВЛІННЯ ПРОТИПОМПАЖНОГО КЛАПАНАУ ВК ГПА-25 І.....	81
І.Ярема, Ю.Наконечний, А. Матвійчук.....	82
МОДЕРНІЗАЦІЯ УЩІЛЬНЕНЬ РОТОРА ВІДЦЕНТРОВИХ НАГНІТАЧІВ ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНИХ АГРЕГАТІВ ЗАРУБІЖНОГО ВИРОБНИЦТВА	82
П. Ясній, С. Гладьо.....	83
ВПЛИВ ДОРНУВАННЯ ОТВОРІВ НА КІНЕТИКУ ЗАРОДЖЕННЯ ТА ПОШИРЕННЯ ВТОМНИХ ТРІЩИН В АЛЮМІНІЄВОМУ СПЛАВІ Д16СТ	83

