

*Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Донбаська державна машинобудівна академія
Житомирський державний технологічний університет
Запорізький національний технічний університет
Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля НАН України
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Одеський національний політехнічний університет
Хмельницький національний університет*

МАШИНОБУДУВАННЯ ОЧИМА МОЛОДИХ : ПРОГРЕСИВНІ ІДЕЇ – НАУКА – ВИРОБНИЦТВО

Матеріали Шістнадцятої міжнародної молодіжної
науково-технічної конференції

(м. Суми, 26–29 жовтня 2016 року)

Суми
Сумський державний університет
2016

Організаційний комітет:

Голова – д-р фіз.-мат. наук, професор, проректор з наукової роботи СумДУ **А. М. Черноус**
Співголова – д-р техн. наук, професор, зав. кафедри технології машинобудування, верстатів та інструментів СумДУ **В. О. Залого**

Члени оргкомітету:

В. С. Антонюк – д-р техн. наук, професор кафедри ВП НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського»;
Ю. М. Внуков – д-р техн. наук, професор, проректор з наукової роботи ЗНТУ;
А. І. Грабченко – д-р техн. наук, професор, зав. кафедри ІТМ ім. М. Ф. Семка НТУ «ХП»;
В. Л. Доброскок – д-р техн. наук, професор кафедри ІТМ ім. М. Ф. Семка НТУ «ХП»;
Л. П. Калафатова – д-р техн. наук, професор кафедри ГММСМ «ДонНТУ»;
В. І. Кальченко – д-р техн. наук, професор, зав. кафедри АТГМ ЧНТУ;
Г. П. Клименко – д-р техн. наук, професор кафедри КАВП ДДМА;
С.А. Клименко – д-р техн. наук, професор, заступник директотра ІНМ ім. Бакуля НАН України;
В. Д. Ковальов – д-р техн. наук, професор,редоктор ДДМА;
М. П. Мазур – д-р техн. наук, професор, зав. кафедри ТМ ХНУ;
В. І. Марчук – д-р техн. наук, професор, зав. кафедри приладобудування ЛНТУ;
П. П. Мельничук – д-р техн. наук, професор кафедри технології машинобудування ЖДТУ;
В. А. Пасічник – д-р техн. наук, професор, зав. кафедри ІТМ НТУУ «КПІ»;
Ю. В. Петраков – д-р техн. наук, професор, зав. кафедри ТМ НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського»;
Н. С. Равська – д-р техн. наук, професор кафедри ІТМ НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського»;
О. Ф. Саленко – д-р техн. наук, професор, зав. кафедри ВВК КНУ ім. М. Остроградського;
В. М. Тонконогий – д-р техн. наук, професор, директор ППДМ ОНПУ;
Р. С. Турманідзе – д-р техн. наук, професор, проректор з наукової роботи ГТУ (Грузія);
Jozef Zajac – д-р техн. наук, професор, декан факультету машинобудівних технологій, Технічний університет м. Кошице (Словаччина).

Секретар оргкомітету:

Д. В. Криворучко – д-р техн. наук, доцент, професор кафедри ТМВІ СумДУ.

М38 Машинобудування очима молодих : прогресивні ідеї – наука – виробництво : матеріали Шістнадцятої міжнародної молодіжної науково-технічної конференції (м. Суми, 26–29 жовтня 2016 року) / редкол. : В. О. Залого, О. В. Івченко. – Суми : Сумський державний університет, 2016. – 181 с.

УДК 621.01:008(063)

*Матеріали друкуються в авторській редакції мовами оригіналів.
За виклад, зміст і достовірність матеріалів відповідають автори.*



**До 80-річчя
завідувача кафедри
технології машинобудування,
верстатів та інструментів
Сумського державного університету
проф. Залого В. О.**

Шановний ВІЛЬЯМЕ ОЛЕКСАНДРОВИЧУ!

Прийміть найтепліші вітання з нагоди Вашого 80-річного ювілею!

Ми знаємо Вас як видатного вченого, великого організатора науки, педагога, видного громадського діяча.

Ви пройшли великий, гідний глибокої поваги життєвий шлях. І кожен його етап нерозривно пов'язаний з історією нашої країни. Ваша багаторічна наукова, педагогічна та громадська діяльність на благо нашої Батьківщини викликає глибоку повагу.

Плідна дослідницька робота, пов'язана з науковим напрямком з проблеми «Створення нових та удосконалення існуючих технологічних процесів механообробного виробництва», на базі якого створено науково-педагогічну школу, численні наукові праці з теорії обробки металів, організації машинобудівного виробництва (близько 500 наукових публікацій), яскрава публічна діяльність в якості завідувача кафедр Сумського державного університету «Металорізальні верстати та інструменти» з 1978 по 1990 рік та з 2002 по 2007 рік, «Технологія машинобудування, верстати та інструменти» з 2007 року по цей час, члена експертної ради ВАК України, члена двох НМК при МОН України за напрямками «Машинобудування та матеріалообробка» і «Метрологія, стандартизація та сертифікація», члена програмних комітетів більше 10-ти міжнародних щорічних науково-технічних семінарів та конференцій – ось ті віхи, які дозволили Вам стати видатним вченим-інженером, який здобув державне визнання і високий авторитет у світовій академічній спільноті.

З Вашим ім'ям пов'язана поява нових, перспективних напрямків наукової думки, спрямованих на всебічне вивчення та аналіз сучасних проблем розвитку машинобудівної галузі.

Ви проявили себе як досвідчений та авторитетний керівник. Вас завжди відрізняли готовність сміливо братися за складні справи, активна громадянська позиція. Творчий підхід до роботи Ви успішно поєднували з вірністю власним принципам і переконанням.

У цей день від усієї душі бажаємо Вам і Вашим близьким міцного здоров'я, щастя, миру, благополуччя і всього самого доброго.

ОСОБЕННОСТИ ТОРЦОВОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ ПРИВАЛОЧНЫХ ПЛОСКОСТЕЙ СЕКЦИОННЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ

Василенко С. Н., студент; Кушниров П. В., доцент; СумГУ, г. Сумы

В настоящий момент согласно технологии обработки привалочных плоскостей корпуса секционного распределителя РХ346, выполненного из серого чугуна СЧ30, предусматривается шлифование указанных поверхностей на плоскошлифовальных станках.

Поскольку более производительным методом обработки является фрезерование (как минимум в 2 раза за счет большей глубины резания, уменьшения числа проходов и уменьшения времени обработки), то предлагается привалочные плоскости распределителя обрабатывать чистовым торцовым фрезерованием. Кроме этого, рекомендовано на данных операциях использование нестандартных и более производительных по сравнению с существующими конструкций торцовых фрез с режущей частью из синтетических сверхтвердых поликристаллических материалов [1].

Также на операции чистового торцового фрезерования предложено применение специальной агрегатной фрезерной головки (АФГ) [2].

Торцовая фреза диаметром 315 мм, входящая в состав АФГ, позволяет производить фрезерование заготовок секционных распределителей, установленных одновременно в 3 ряда. Поскольку ширина одного корпуса секционного распределителя равна приблизительно 80 мм, то при установке трех корпусов секционных распределителей суммарная ширина обработки B тогда будет равна 240 мм. При этом выдерживаются рекомендации по соотношению ширины торцового фрезерования и диаметра фрезы:

$$D = 1,25 \div ,5)B = ,31 \cdot 240 = ;15 \text{ (мм)}.$$

Таким образом, замена плоского шлифования привалочных поверхностей секционных распределителей на торцовое фрезерование позволяет повысить производительность за счет увеличения глубины резания, уменьшения количества проходов и времени обработки.

Список литературы

1 Кушниров, П. В. Регулируемые торцовые фрезы, содержащие цилиндрические режущие вставки / П. В. Кушниров // Современные материалы, техника и технология: материалы 3-й Международной научно-практической конференции. – Курск: Юго-Зап. гос. ун-т., 2013. – Том 1. – С. 212–215.

2 Кушниров, П. В. Обработка привалочных плоскостей секционных распределителей фрезами с композитом / П. В. Кушниров, С. Н. Василенко // Системи розробки та постановки продукції на виробництво: матеріали І Міжнародної науково-практичної конференції. – Суми: Сумський державний університет, 2016. – С. 149–150.

ЛАЗЕРНЕ ЗВАРЮВАННЯ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ ЖАРОМІЦНИХ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ НІОБІУ

*Верболоз І. М., студент; Колибашикін С. О., студент,
НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», м. Київ*

Шелягін В. Д., завідуючий відділом; Бернацький А. В., старший науковий співробітник; Сіора О. В., науковий співробітник; Федосєєва О. В., провідний інженер, ІЕЗ ім. Є. О. Патона НАН України, м. Київ

Багатокомпонентним високоентропійним сплавам останнім часом приділяють значну увагу завдяки їх високій міцності, зносо- та корозійній стійкості. Багатокомпонентні жароміцні сплави на основі ніобію належать до новітніх перспективних матеріалів. На даний час вони знаходять все ширше використання при виготовленні окремих частин експериментальних та дослідних виробів та макетів для аерокосмічної техніки, хімічної промисловості та атомної енергетики. Відсутність надійних технологій з'єднання багатокомпонентних жароміцних сплавів на основі ніобію стримує впровадження цих сплавів у промислового сектору економіки. У зв'язку з цим актуальним є завдання створення наукових основ, обладнання і технологій зварювання багатокомпонентних жароміцних сплавів на основі ніобію.

Зварювання багатокомпонентних жароміцних сплавів на основі ніобію ускладнено у зв'язку з утворенням під час остигання металу шва інтерметалідів, а також можливим утворенням гідридів, нітридів та оксидів, що окрихчують метал шва та околошовної зони.

Дослідження з лазерного зварювання багатокомпонентних ніобієвих сплавів (із різним вмістом легуючих компонентів Al, Ti, Zr, Si, Mo) проводили з використанням волоконного лазера моделі YLR-400-AC (фірми IPG, Німеччина) потужністю до 400 Вт. Вивчали вплив концентрації легуючих елементів на зварюваність жароміцних ніобієвих сплавів. Використання такого концентрованого джерела нагріву як лазерне випромінювання, дозволило мінімізувати розміри шва та околошовної зони, зменшити термічний вплив на матеріал основи, одержати задані структурні складові з необхідними властивостями, підвищити термічну стійкість структури шва та її відновлення після плавлення.

Одержані в ході виконання досліджень наукові результати (щодо теплових процесів, поведінки зварювальної ванни, фізико-механічних

Науковий напрям:

«Технології машинобудування»

властивостей, структури одержаних зварних з'єднань із багатокомпонентних жароміцних сплавів на основі ніобію, тощо) будуть використані при розробці технологічних прийомів, технологічного оснащення та технологічних рекомендацій, які ляжуть в основу розробки промислових технологій лазерного зварювання зварних з'єднань із багатокомпонентних жароміцних сплавів на основі ніобію для виробів аерокосмічної техніки, хімічної промисловості та атомної енергетики.

**ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ ТЕХНІЧНОГО ПРИСТРОЮ
СТАТИСТИЧНИМИ МЕТОДАМИ ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ**

*Верговець Б. Д., студент; Калахан О. С., професор,
Львівській національній аграрній університет, м. Львів*

Для визначення оптимального режиму функціонування багатофакторного об'єкту (напівпровідникового терморегулятора) здійснено дослідження пристрою методами планування експерименту (МПЕ). Використано кроковий метод вивчення поверхні відгуку.

Спочатку, для локального опису малої ділянки поверхні відгуку поліномом першого ступеня, поставлено невелику серію (16 дослідів) повного факторного експерименту (ПФЕ). Як незалежні змінні, що впливають на роботу терморегулятора, взято узагальнені параметри: напругу живлення вимірювального моста $U_M(x_1)$; напругу живлення терморегулятора $U_{II}(x_2)$; температуру повітряного середовища в зоні датчика температури $t(x_3)$; опір навантаження терморегулятора $R_H(x_4)$. Параметр оптимізації (y_{opt}) – напруга на виході терморегулятора $U_{вих}$. У результаті проведення експерименту та обробки експериментальної інформації одержано рівняння:

$$\bar{y} = 6,537 + 1,547 \cdot x_1 + 0,123 \cdot x_2 + 1,746 \cdot x_3 + 0,066 \cdot x_4 - 0,926 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,982 \cdot x_1 \cdot x_3 - 0,112 \cdot x_2 \cdot x_3 - 0,037 \cdot x_3 \cdot x_4, \quad (1)$$

де $x_1 = (U_M - 3,5) / 2,5$; $x_2 = (U_{II} - 13) / 3$; $x_3 = (t - 2,5) / 5$; $x_4 = (R_H - 3) / 2$.

Оцінка значущості коефіцієнтів рівняння регресії показала, що всі коефіцієнти при невідомих різнірідні (значно відрізняються їх значення). Це свідчить про невірно вибраний центр експерименту. Після уточнення центру експерименту (уточнення основних рівнів та зміни інтервалу варіювання змінних) проведено другу серію дослідів за допомогою плану другого порядку – центрального композиційного рототабельного планування (ЦКП).

Одержано математичну модель терморегулятора другого порядку, на основі якої здійснено аналіз його функціонування та оптимізацію параметрів. Встановлено, що найбільший вплив на вихідний параметр (параметр

оптимізації, (уопт) виявляє параметр x^2 , а найменший – параметр x^4 , оскільки коефіцієнт регресії при ньому найменший. Для дослідження впливу змінних x_i на вихідний параметр y_i побудовано залежність $y_i = f(x_i)$ при фіксованих значеннях решти змінних $x_i + 1$ в центрі експерименту. На основі побудованої залежності:

- визначено оптимальні значення незалежних змінних, задавши величину y ;
- визначено оптимальну величину $y_{\text{опт}}$, задаючись значеннями x_i .

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ ТА ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОЄМНОСТІ ПРОЦЕСУ ЕЛЕКТРОЛІТНО-ПЛАЗМОВОГО ПОЛІРУВАННЯ В ІМПУЛЬСНОМУ РЕЖИМІ ЯК ФІНІШНОГО ВИДУ ОБРОБКИ У ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

Володько Є. Г., аспірант НМе-МАУ, м. Дніпро

Полірування поверхні металевих виробів є важливою частиною технологічного процесу обробки металів й визначає якість кінцевої продукції. Останнім часом у технологічний процес фінішної обробки все більше застосовують електролітно-плазмове полірування (ЕПП), особливо даний вид обробки актуальний для деталей складної геометричної форми. Широке застосування даної технології стримує висока енергоємність процесу.

ЕПП можливе у двох основних режимах: імпульсний та із застосуванням випрямленого постійного току. Відомо, що обробка у імпульсному режимі у 2–4 рази знижує енергоємність процесу і чим нижче частота імпульсів тим більш економною є обробка, але зниження частоти імпульсів призводить до частого зриву парогазової оболонки [1].

Метою роботи є підвищення стабільності протікання процесу ЕПП в імпульсному режимі низької частоти, зниження енергоємності та відповідно собівартості даного виду обробки при незмінній якості кінцевої поверхні.

В умовах тотальної економії та постійному підвищенні вартості електроенергії питання зниження енергоємності процесу електролітно-плазмового полірування в імпульсному режимі низької частоти є досить актуальним.

Досліди проводились на розробленому експериментальному обладнанні для ЕПП, в котрому використовувався імпульсний блок живлення ИВЭ-245-09 постійного струму ($N \leq 6000$ Вт; $U_{\text{max}} \leq 1350$ В; $I_{\text{max}} \leq 10$ А). В якості зразків використовувались заготовки сферичної форми $\emptyset 30$ мм із отвором для кріплення із титану ВТ6 при початковій шорсткості $Ra = 0,8$ мкм. Шорсткість визначалась на 3D профілографі «Micron-alpha». Аналіз складу матеріалу визначався рентгенофлуоресцентним аналізатором металів S1 TITANLE.

Науковий напрям:

«Технології машинобудування»

Електричні характеристики ЕПП вимірялися за допомогою цифрового осцилографу RIGOL DS1052E.

Оптимальні параметри обробки вибрані за оптимізаційною моделлю керуючих параметрів процесу ЕПП [2], для отримання найякіснішої кінцевої поверхні. Обробка проводилась у трьохкомпонентному електроліті: KF 6 %, NH₄F 3 %, інше вода.

Питання зриву парогазової оболонки при обробці в імпульсному режимі низької частоти було вирішено за допомогою піддування газу на оброблюючу поверхню. В процесі дослідів було виявлено оптимальні параметри розміру бульбашок, швидкості та форми елемента подачі газу.

Застосування піддування газу в процесі електролітно-плазмового полірування в імпульсному режимі дозволило знизити питомий струм на 15–20 %, внаслідок цього знизилась енергоємність процесу, що в свою чергу дозволило обробляти деталі більшої площі на 15–20 % при використанні того самого обладнання ЕПП.

Список літератури

- 1 Куликов, И. С. Электролитно-плазменная обработка материалов / И. С. Куликов, С. В. Ващенко, А. Я. Каменев // НАН Беларуси, Объединенный ин-т энергетических исследований – Сосны. – Минск: Беларуская навука, 2010. – 232 с.
- 2 Володько, Е. Г. Повышение качества поверхности титановых имплантатов электро-литно-плазменной полировкой / Е. Г. Володько, В. А. Тутьк // Вісник Дніпропетровського університету. Серія : Ракетно-космічна техніка. – 2015. – Т. 23. – Вип. 18 (1). – С. 18–24.

АВТОМАТИЗОВАНЕ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ СУПЕРФІНІШНОГО ОБРОБЛЕННЯ КІЛЕЦЬ ПІДШИПНИКІВ

*Денисюк В. Ю., доцент; Симонюк В. П., доцент;
Пташенчук В. В., ст. викладач, Луцький НТУ, м. Луцьк*

Технологічний процес викінчувального оброблення деталей підшипників передбачає обов'язкову операцію з оброблення доріжок кочення – тонке шліфування або суперфінішування. Основне призначення цієї операції – часткове виправлення форми та забезпечення шорсткості поверхонь контактування елементів кочення. Суперфінішуванням можна забезпечити шорсткість поверхні Ra = 0,080–0,040 мкм, якщо зернистість абразиву M28–M7 та Ra = 0,01–0,02 мкм для M3–M1. Зняття металу проходить в межах мікронерівностей поверхонь, що залишилися від попереднього оброблення. Припуск на сторону призначається на 10–30 % більше висоти нерівностей поверхні для видалення слідів від попереднього оброблення.

Режими оброблення: колова швидкість $v_{об}$ до 40–100 м/хв., тиск брусків до 0,4–0,6 МПа. Швидкість коливного руху v_k обмежується інерційними зусиллями, які виникають у процесі роботи, під час реверсування і, як правило, не перевищують 5–7 м/хв з амплітудою коливань менше 6 мм, частота коливання бруска до 1500–2000 подв. ход/хв. Оброблення доцільно вести у два етапи. У чорновому циклі приймають $v_{об} = (2 - 4) v_k$, у чистовому циклі – $v_{об} = (8 - 16) v_k$.

Впровадження швидкісного суперфінішування доріжок кочення кілець роликових підшипників на верстатах ЛЗ-261 в практику масового автоматизованого виробництва викликало деякі труднощі коректування величини припуску, що знімається, до необхідного значення з допомогою режимів оброблення. Необхідність оперативного управління величиною припуску для зняття зумовлена не тільки стремлінням досягнути високої якості поверхонь деталей, але й вимогами економічності операції суперфінішування, пов'язаної зі зниженням витрат інструменту та зі скороченням часу на відналагодження процесу для зміни умов оброблення – зміна типорозміру кілець, які обробляються, різальних властивостей інструменту, параметрів заготовки, часу циклу оброблення тощо.

Якщо розглянути процес кінцевого оброблення внутрішнього кільця підшипника 7208, то суперфінішне оброблення на верстаті ЛЗ-279Р є завершальним перед операцією складання (рис. 1). Можливість зміни часу контакту бруска з деталлю на верстатах ЛЗ-261 забезпечувалось установкою на верстаті додаткового пневмоелектроклапана, який управлявся від реле часу, а пневмопровід безпосередньо перед дроселем доводочною голівкою, що не порушує послідовності спрацювання елементів управління для нормального режиму роботи. За необхідності пневмоелектроклапан відключається від системи за допомогою перемикача.

Розрахунок необхідного часу контакту з достатньою для практики точністю зводиться до визначення фактичної інтенсивності зняття за секунду для чорнового оброблення. Для цього із загального середнього припуску, що знімається, який визначається за даними замірів не менше 5–6 кілець, віднімається зняття чистового оброблення (2–3 мкм), отримане значення ділиться на час оброблення, встановлений по реле часу вистою розподільчого вала. Потім знаходиться необхідний час контакту як частка від ділення величини необхідного припуску на фактичну інтенсивність зняття. Установка часу контакту може виконуватись без зупинки роботи верстата. Враховуючи можливість роботи під час чорнового суперфінішування на одному швидкісному ступені, можна використати реле часу двохступеневого швидкісного режиму, що є у верстаті.

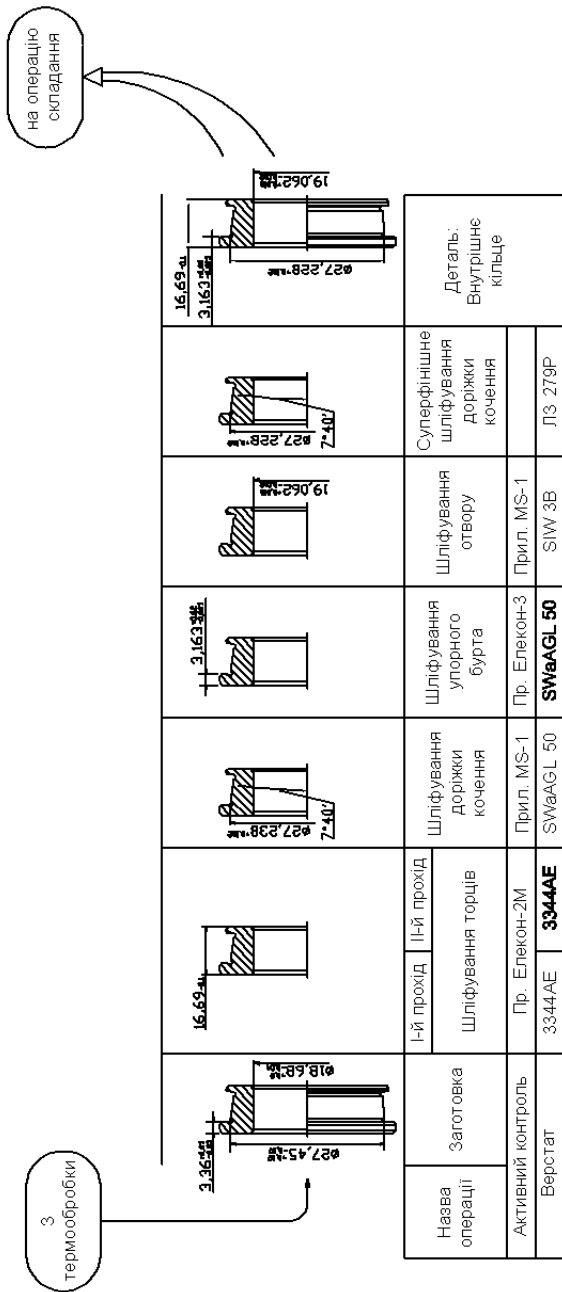


Рисунок 1 – Технологічний маршрут шліфування внутрішнього кільця конічного підшипника

Управління часом контакту інструменту та деталі значно спрощує налагодження процесу за необхідною величиною припуску, дозволяє оперативної, без зупинки верстату коректувати його за результатами контрольних замірів, що є одним із засобів підвищення зняття металу, спрощує призначення режимів оброблення, які можуть не змінюватись для значного діапазону типорозмірів кілець, що особливо важливо для частих переналагоджень і зміни умов оброблення, характерних для дрібносерійного виробництва і доцільно використовувати під час проектування нових моделей обладнання.

Список літератури

- 1 Марчук, В. І. Автоматизоване управління точністю оброблення деталей. Монографія / Марчук В. І., Михалевич В. Т. – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2013. – 186 с.
- 2 Справочник технолога-приборостроителя: в 2-х т. – [2-е изд., перераб. и доп.] / под ред. П. В. Сыроватченко. – М.: Машиностроение, 1980. – Т.1. – 607 с.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ МАТЕРИАЛИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ СЕЛЕКТИВНЫМ ЛАЗЕРНЫМ СПЕКАНИЕМ

*Доброскок В. Л., профессор; Погарский А. В., аспирант,
НТУ «ХПИ», г. Харьков*

Работа посвящена повышению точности материализации промышленных изделий селективным лазерным спеканием на основе прогнозирования и технологической компенсации погрешностей.

Для исследования точности материализации были разработаны специальные методики измерения отклонения от плоскостности базовых поверхностей изделий после их материализации, цветовой визуализации технологических компенсирующих и остаточных деформаций и определения критерия работоспособности порошкового материала. Методика цветовой визуализации триангуляционных моделей обеспечила условия для углубленного анализа остаточных деформаций изделий. Комплексная методика определения работоспособности порошкового материала на этапе подготовки к материализации, позволила определить статистические характеристики распределения размеров и оценить его состояние по форме и цвету.

Разработана схема формирования результирующей погрешности формообразования (рис. 1). Проведен анализ первичных погрешностей, влияющих на размерную точность изделий, и определены наиболее значимые из них.

Научовий напрям:

«Технології машинобудування»

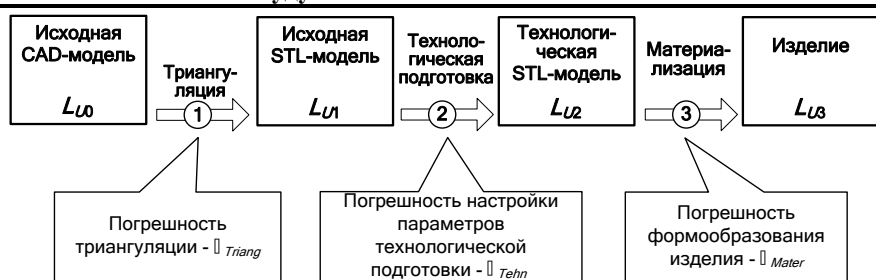


Рисунок 1 – Схема формирования результирующей погрешности формообразования

Анализ первичных погрешностей формообразования подтвердил необходимость решения вопросов, касающихся повышения точности изготовления изделий методом SLS на этапе технологической подготовки. Установлено, что наиболее значимой является погрешность компенсации усадки, это и определило дальнейшее направление исследований.

Разработана параметрическая модель формирования первичных погрешностей и результирующей погрешности формообразования. Модель позволила провести оценку рисков обеспечения заданной размерной точности изготовления изделий, анализ эффективности предлагаемых подходов по повышению точности, путем настройки контролируемых технологических параметров и определить достижимую точность формообразования. Определена достижимая точность формообразования селективным лазерным спеканием на установке Vanguard HS Si2 для материала Duraform PA, составляющая 0,118 мм.

Разработаны подходы по повышению точности размеров и снижению отклонений базовых поверхностей промышленных изделий от правильной геометрической формы. На базе анализа схемы формирования результирующей погрешности предложено применять коррекцию коэффициентов функций компенсации усадки по результатам мониторинга размерной точности изделий. Процедура коррекции коэффициентов функций компенсации усадки позволила повысить точность размеров изделий на 2 качества: до 10 для размеров до 50 мм, до 12 для размеров более 50 мм.

Для снижения отклонений от правильной геометрической формы предложено выполнять технологические компенсирующие деформации. Это позволило снизить отклонения от правильной геометрической формы до 10 раз (рис. 2). Разработаны подходы по прогнозированию остаточных деформаций изделий изготовленных селективным лазерным спеканием.

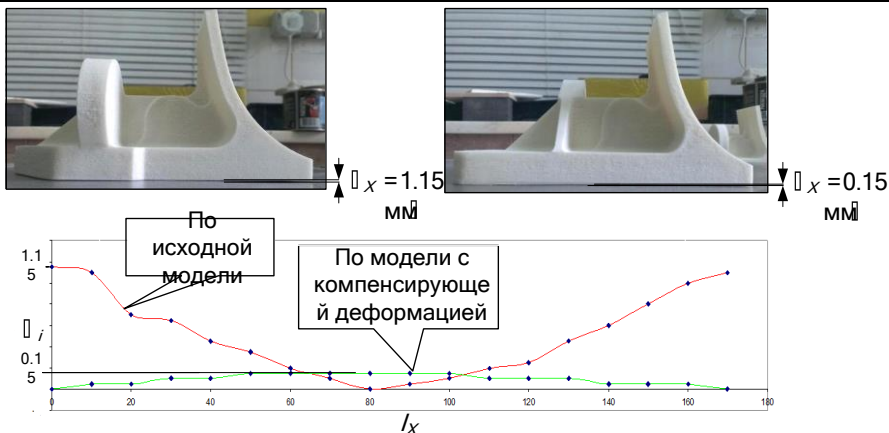


Рисунок 2 – Пример остаточных деформаций изделий, изготовленных по исходной модели и с компенсирующей деформацией

Проведена апробация предложенных подходов в производственных условиях центра «Высокие технологии» при НТУ «ХПИ». Оценка экономической эффективности результатов работы в производственных условиях ЧАО «Верификационные модели» показала экономический эффект более 50 тыс. грн.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЦЕССА РЕГЕНЕРАЦИИ МОЛЕКУЛЯРНЫХ СИТ В АДСОРБЦИОННЫХ ОСУШИТЕЛЯХ СЖАТОГО ВОЗДУХА

*Добротворский С. С., профессор; Добровольская Л. Г., доцент;
Алексенко Б. А., аспирант; Саленко Д. Д., аспирант, НТУ «ХПИ», г. Харьков*

Цель работы – изучение процессов, происходящих в адсорбционных осушителях, определение возможности и целесообразности применения альтернативных видов энергии, используемой в процессе адсорбции влаги осушителями. Исследования проводятся для улучшения характеристик промышленных адсорберов, повышения их потребительских характеристик и конкурентоспособности на рынке Украины и мира.

Необходимость применения адсорбции влаги из сжатого воздуха молекулярными ситами вызвана невозможностью получения глубокой осушки воздуха иными средствами, используя сепараторы, фильтры, коагуляторы и охладители. Именно поэтому, притом, что эффективность адсорберов по удалению влаги в абсолютных числах минимальна, этот тип

оборудования широко используется в промышленности. Значительное энергопотребление осушителей связано с тем, что адсорбер является оборудованием, использующим дополнительную энергию, которая в значительной мере потребляется в процессе десорбции накопленной в адсорбенте во время рабочего цикла влаги и, таким образом, основное направление повышения эффективности адсорбционных осушителей – снижение энергопотребления этого процесса.

В мировой практике данная задача решается различными путями. Основное направление повышения эффективности адсорберов – это внедрение технологии нагревной регенерации адсорбента и, соответственно, уменьшение непроизводительных затрат тепла путем его рекуперации и теплоизоляции элементов оборудования. Не оспаривая полезности указанного пути, можно все же отметить, что потенциал по повышению энергоэффективности и надежности оборудования он не исчерпывает, в связи с чем, возникает интерес к применению альтернативных способов десорбции, в частности, использования микроволнового излучения, воздействующего непосредственно на молекулы воды в адсорбирующем веществе.

Исследовательская работа проводится в двух направлениях.

Первым направлением стало проведение практического эксперимента, направленного на выявление зависимости интенсивности процесса десорбции от интенсивности воздействия на гранулы адсорбента микроволнового излучения. В ходе проводимого практического исследования протекание процесса десорбции оценивалось по остаточному влагосодержанию (ОВ) в слое подопытного вещества после воздействия микроволнового излучения. Решая задачу оценки ОВ молекулярного сита в процессе эксперимента, учитывая значительную погрешность в случае применения в зоне действия микроволнового излучения интегрированного датчика влажности, было принято решение об использовании силикагеля-индикатора, позволяющего визуально оценить протекание процесса десорбции во всём объеме испытываемого вещества, с допустимым ущербом точности определения влажности. Так, в качестве испытываемого вещества был применен силикагель КСШГ индикаторный, ГОСТ 8984, позволяющий визуально контролировать процесс десорбции в режиме реального времени. Содержание влаги в слое в конкретный момент времени оценивалось и фиксировалось по изменению окраса индикаторного силикагеля путем сопоставления его цвета с цветом, указанным в оценочной цветовой шкале. Мощность микроволнового излучения в процессе эксперимента изменялась в пределах 20–100 %, от максимальной, что составляет 180–900 Вт по методу измерения выходной мощности МЭК-705.

В результате проведенного эксперимента опытно подтверждена возможность и целесообразность использования микроволнового излучения в процессе десорбции влаги с поверхностного слоя молекулярных сит. Была

прослежена зависимость интенсивности протекания процесса десорбции от времени воздействия и уровня мощности воздействующего на адсорбент микроволнового излучения. В ходе изучения зависимости влияния мощности воздействующего микроволнового излучения на время десорбции адсорбента до уровня влагосодержания не менее 10 %, по визуальной оценке, в соответствии с оценочной цветовой шкалой, была прослежена прямая линейная зависимость времени десорбции адсорбента от уровня мощности микроволнового излучения, воздействующего на испытуемое вещество.

Во-вторых, с целью изучения такого аспекта этапа десорбции, как удаление растворенной в потоке продувочного воздуха влаги, решено смоделировать этот процесс в программной среде FlowVision, выявляя возникновение зон турбулентности в процессе обтекания воздушным потоком гранул адсорбента. Предположительно, увеличение турбулентности потока окажет положительное влияние на интенсивность испарения и растворения влаги в продувочном воздухе, что послужит возможности по сокращению его объема и дополнительному снижению энергии нагрева.

Накопленный опыт моделирования в программной среде FlowVision открывает перспективу для разработки нового оборудования, в том числе, с нестандартным расположением и формой адсорбционных колонн.

Проведенный эксперимент практически доказал возможность десорбции адсорбента в адсорбционных осушителях на этапе регенерации с использованием энергии микроволнового излучения. Прделанная работа открывает перспективу для дальнейших исследований воздействия микроволнового излучения и протекания потока продувочного воздуха в адсорбционной колонне на процесс десорбции молекулярных сит в условиях, максимально приближенных к практическим, и к созданию действующего образца адсорбционного осушителя, использующего инновационные энергосберегающие технологии.

К ВОПРОСУ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ФРЕЗЕРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ С НЕРАВНОМЕРНОЙ ЖЕСТКОСТЬЮ

*Добротворский С. С., профессор; Басова Е. В., доцент;
Кононенко С. Н., аспирант, НТУ «ХПИ», г. Харьков*

Развитие машиностроения предполагает снижение материалоемкости изделий. Одним из направлений этой тенденции является увеличение в общей номенклатуре изделий деталей машин и узлов с тонкостенными, нежесткими элементами. При этом достижение конструктивной прочности обеспечивается, как правило, за счет применения материалов с более высокими прочностными характеристиками. Вместе с тем, производство конкурентоспособных изделий машиностроения предполагает применение

Науковий напрям:

«Технології машинобудування»

материалосберегаючих технологій. Одним из направлений таких технологий является применение заготовок с малыми припусками на обработку, что стало возможным с развитием технологии производства и появлением современных обрабатывающих центров.

С целью повышения качества изготовления ответственных деталей, машиностроительная отрасль всё чаще прибегает к использованию современных систем инженерного анализа. К ответственным деталям можно отнести турбины, центробежные колеса, лопатки, крыльчатки. Данные детали применяются в авиа-, двигателестроении, узлах гидро-, пневмоприводов и характеризуются неравномерной жёсткостью.

На сегодняшний день особый интерес представляет реализация возможности усовершенствования технологии фрезерования деталей с неравномерной жесткостью за счет использования современных возможностей систем инженерного анализа. Трудности обработки деталей с тонкостенными элементами обусловлены переменным значением жёсткости в каждом сечении элемента детали. В качестве объекта исследования в представляемой работе рассматривали лопатки крыльчатки. Необходимо отметить, что исследуемый объект обладает не только неравномерным распределением, но и малым значением жёсткости, в целом. Технологический процесс формообразования таких поверхностей предполагает использование операций концевой фрезерования. Следовательно, после контакта фрезы с тонкостенным элементом могут возникнуть нежелательные отклонения в результате отжимающего эффекта давления фрезы на поверхность.

Нами исследованы существующие технологии фрезерования нежестких деталей, такие как высокоскоростное [1–3], плунжерное фрезерование [4]. Проанализированы использование экспериментальной установки с целью исследования отжимающей силы фрезы, обработка с переменной коррекцией припуска [5]. На основании созданной модели детали, с помощью CAE системы, методом конечных элементов выполнен численный экспериментальный расчет влияния отжимающих сил на нежесткие элементы детали. Полученные значения позволяют проследить зависимость отклонений формы нежесткого элемента детали от направленной приложенной нагрузки. Значения определяли в критических точках, расположенных на концах тонкостенного элемента детали, что в дальнейшем дает возможность спрогнозировать результат обработки.

Сделан вывод, что перспективным методом обработки нежестких деталей является технология переменной коррекции припуска. Предложена последовательность и модернизация данного метода. После создания CAD модели и произведенного инженерного анализа в CAE системе, на базе полученной управляющей программы в CAM системе создается коррекция на обработку в виде положительного, либо отрицательного припуска. Интерес представляет обоснование возможности компенсации нежелательных

отклонений размеров путем включения в программу обработки дополнительных параметров.

Список литературы

1 Добротворский, С. С. Моделирование процесса высокоскоростного фрезерования закалённых сталей методом конечных элементов [Текст] / С.С. Добротворский, Е.В. Басова, С.А. Щучев // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2012.– Вып. 55. – С. 20–27.

2 Басова, Е. В. Технологическое обеспечение качества и точности поверхностей деталей из закаленных хромомолибденовых сталей методом высокоскоростного фрезерования: дис. канд. техн. наук: 05.02.08 / Басова Евгения Владимировна. – Х., 2014. – 236 с.

3 Добротворский, С. С. Опыт создания современных технологий изготовления нежестких деталей с применением передовых CAD/CAM/CAE систем / [С. С. Добротворский, Е.В. Басова и др.] // Вестник Нац. техн. ун-та "ХПИ" : сб. науч. тр. Темат. вып. : Технологии в машиностроении. – Харьков: НТУ "ХПИ". – 2015. – № 4 (1113). – С. 37–40.

4 Панасенко, В. А. Черновая обработка центробежных моноколёс ГТД с применением плунжерного фрезерования на обрабатывающих центрах с ЧПУ [Текст] / В. А. Панасенко, А. Я. Качан, В. Ф. Мозговой // Авиационно-космическая техника и технология. – 2011. – № 7. – С. 48–52.

5 Мозговой, В. Ф. Стратегии обработки лопаток моноколёс на обрабатывающих центрах с ЧПУ с переменной 3D-коррекцией [Текст] / [В. Ф. Мозговой, К. Б. Балусок, И. И. Котов и др.] // Авиационно-космическая техника и технология. – 2013. – № 7. – С. 22–28.

ТЕЛЕСКОПІВНІ ГВИНТОВІ КОНВЕЄРИ

*Дубиняк Т.С., Гудь В. З.; Шуст І. М., аспірант,
ТНТУ ім. І. Пулюя, м. Тернопіль*

Телескопічні гвинтові конвеєри (ТГК) можуть набути широкого використання в сільськогосподарському виробництві, будівництві та інших галузях. ТГК забезпечують покращення забору сипких матеріалів з насипів, що сприяє підвищенню продуктивності праці перевантажувальних операцій. Розроблені нами конструкції ТГК зображені на рис. 1. Суть ідеї ТГК полягає у висуванні жолоба і шнека при зменшенні опору матеріалу при його підборі з певної ділянки за рахунок переборювання тертя при розкручуванні частин жолоба і шнека, що забезпечується вібраціями та дією сил, що виникають внаслідок тиску матеріалу на шнек [1].

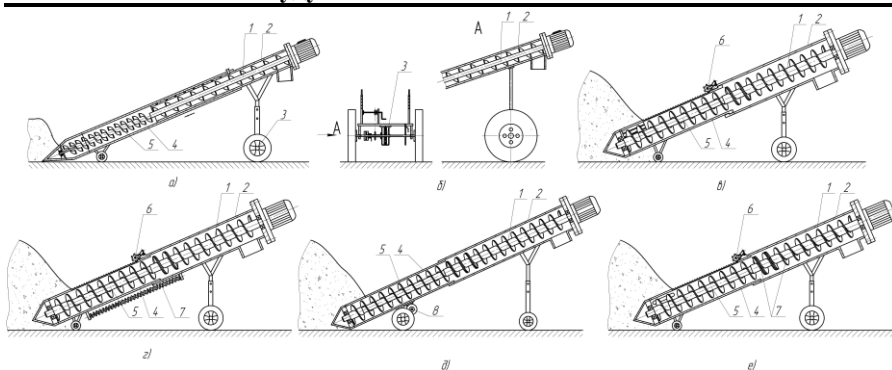


Рисунок 1 – Конструкції телескопічних гвинтових конвеєрів:
а) д. п. України №103181; б) д. п. України №103866; в) д. п. України №108634; г) д. п. України №109877; д) заявка на д. п. України; е) заявка на д. п. України; 1 – перша секція гвинта; 2 – верхній кожух; 3 – пружинно-храповий механізм; 4 – нижній кожух; 5 – нижня секція гвинта; 6 – храповий механізм; 7 – пружина; 8 – привід опорно-колісного механізму

Список літератури

1 Гевко, І. Б. Динамічна модель процесу транспортування сипких матеріалів гвинтовим конвеєром / І. Б. Гевко, А. О. Вітровий, О. Я. Гурик // Сільськогосподарські машини: зб. наук. статей. – Луцьк, 2001. – Вип. 8. – С. 72–82.

ОБРАТНЫЙ ИНЖИНИРИНГ КАК СРЕДСТВО АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ

*Евдокименко А. В., студент; Кияновский Н. В., профессор;
Бондарь Е. В., доцент; Петров С. А., ассистент, ГВУЗ «КНУ», г. Кривой Рог*

Термины «обратный инжиниринг», «реверсный инжиниринг», «обратное проектирование» – все это синонимы, происходящие от англ. reverse engineering. В широком смысле реверсный инжиниринг является процессом проектирования изделия (будь то автомобиль, элемент механизма, информационная система, software продукт и т. д.) в обратном порядке, то есть из имеющегося образца продукции специалисты, используя инструменты системного анализа, специальные технические и/или программные продукты проходят все стадии создания. Данный подход позволяет освоить новые подходы разработки, алгоритмы проектирования, которые использованы при производстве данного изделия, продукта.

Подобный метод широко применяется в военной промышленности, а также практически во всех областях производства товаров и услуг. Наиболее широкое распространение обратный инжиниринг получил в автомобильной промышленности и в области высоких технологий – производстве software и hardware продуктов. Причем обратным проектированием может заниматься как специальное подразделение компании-конкурента, так и сторонняя организация.

Порядок выполнения исследований:

1) определение и установление параметров зоны сканирования. Эти параметры определяли исходя из технических возможностей станка и его программного обеспечения. Для круглых и цилиндрических деталей учитывали отсутствие скольжения сканирующей иглы во время ее касания поверхности сканирования;

2) сканирование необходимого изделия и фиксирование сканируемой поверхности на экране монитора;

3) импортирование сканированного изображения в программное обеспечение «Компас 3D» или Delcam;

4) создание трехмерного профиля сложной профильной поверхности на базе технологий механического сканирования.

Сканирование формы твердого объекта и создание трехмерных данных выполняется на 3D фрезерно-гравировальном станке MDX-20 (MODELA) производство ROLAND DG на базе программного обеспечения Dr. PICZA с точностью 0,15 мм. Материал изделия – сталь 45, свойства которой позволяют выдерживать давление, возникающее от сканирования датчиком – от нескольких до десятков грамм. Задаем параметры сканирования: шаг сканирования по оси X – 0,15 мм; шаг сканирования по оси Y – 0,15 мм; нижнее значение по оси Z – 18 мм.

После определения площади сканирования начинается сканирование твердотельного объекта (рис. 1, 2).

Результаты сканирования получаем в виде файлов с расширениями djk и igs, которые легко экспортируются в PowerSHAPE Delcam или КОМПАС 3D (см. рис. 3, 4).

Таким образом, применение реверсивного инжиниринга позволит существенно сократить сроки подготовки производства, повысить качество выпускаемой продукции, снизить себестоимость продукции, например, за счёт создания партии изделий, по которым утеряна документация, или быстрая разработка нового изделия на основе существующего.

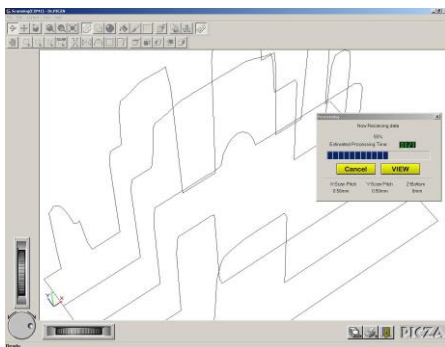


Рисунок 1 – Процес сканування
сложно профільної поверхності

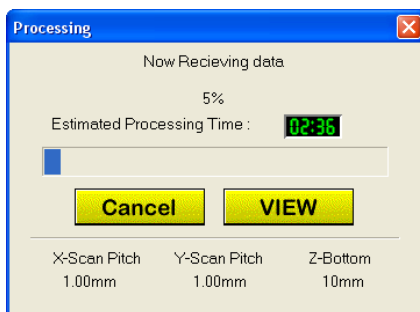


Рисунок 2 – Временная
характеристика процесса
сканування шестерни

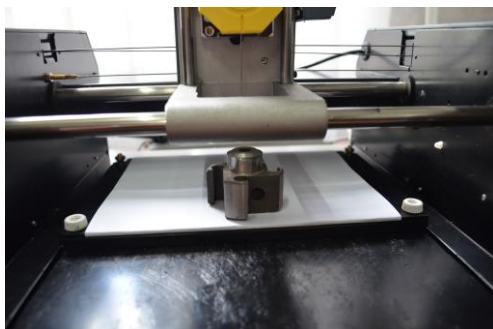


Рисунок 3 – Прототип изделия

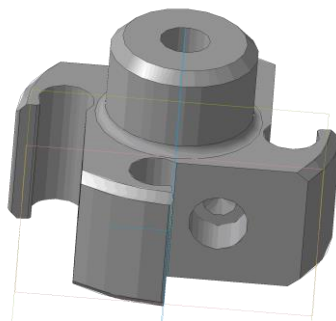


Рисунок 4 – Полученная 3D
модель в КОМПАС

ЗМЕНШЕННЯ ПОХИБКИ ПОЗИЦІОНУВАННЯ НА АГРЕГАТОВАНОМУ ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ОБЛАДНАННІ

Забара О. С., асистент, НТУ «ХПИ», м Харків

Під час обробки на агрегатованому технологічному обладнанні величина похибки позиціонування заготовки відносно налаштованих різальних інструментів залежить від точності установки не лише установчо-затискних, але й транспортно-базуючих пристроїв. На агрегатних верстатах

середнього розміру для цього, як правило, застосовують поворотні столи з електромеханічним приводом і мальтійським механізмом повороту внутрішнього зачеплення, для фіксації якого використовують циліндричний палець, що входить в фіксаторні втулки планшайби. При цьому, на виникнення похибки фіксації впливає величина зазорів в механізмі фіксації і центральній опорі планшайби, спосіб вибору цих зазорів, а також динамічні навантаження, що виникають під час фіксації.

Точність позиціонування поворотно-ділильного столу залежить від величини зміщення осей координат планшайби в результаті неточностей виготовлення центральної опори, а напрямом зміщення планшайби в системі координат верстата – від способу її фіксації. Однак, параметри точності і жорсткості фіксуючого пристрою і центральної опори впливають на формування різних похибок обробки по-різному. Похибки фіксуючого пристрою чинять найменший вплив на формування похибок глибини обробки, а найбільший – на перекіс осі заготовки. Для зменшення впливу на похибку обробки фіксуючі пристрої необхідно розташувати на найбільшій відстані від центру планшайби. Величина і напрямом зміщення центру планшайби найбільше впливають на формування похибки глибини обробки. Напрямок зміщення планшайби відносно центральної опори і фіксатора впливає на перекіс осей деталі і різального інструмента.

Встановлено, що точність обробки заготовки залежить також від напрямку зміщення осей координат планшайби поворотно-ділильного столу. Якщо зміщення спрямовано вздовж різального інструмента або під прямим кутом до нього, окремі похибки будуть виключені. Якщо ж планшайба зміщується не вздовж осі інструмента, то максимальна похибка глибини обробки буде розташовуватися в напрямку результуючого зміщення планшайби, тому зміщення осі обробки матиме максимальне значення на позиціях, розташованих навпроти базуючого пальця, а мінімальні значення похибок глибини і зміщення осі – біля нього. Нахил осі обробки буде однаковий для всіх позицій і дорівнюватиме результуючому кутовому зміщенню планшайби.

Таким чином, під час складання маршруту обробки деталі на агрегатованому технологічному обладнанні слід враховувати, що напрямом зміщення осей планшайби може зменшити похибку позиціонування деталі відносно інструмента.

АНАЛІЗ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ ТА ЇХ СПІВСТАВЛЕННЯ З РЕЗУЛЬТАТАМИ МОДЕЛЮВАННЯ

Іванов В. О., доцент; Дегтярьов І. М., аспірант, СумДУ, м. Суми

Одним із шляхів забезпечення зростання конкурентоспроможності продукції, що виробляється невеликими підприємствами України на світовому ринку, може бути скорочення витрат на проектування та виготовлення технологічної оснастки для свердильно-фрезерно-розточувальних операцій. Це стає можливим за рахунок використання гнучких верстатних пристроїв (ВП), що мають можливість переналагодження у заданому діапазоні розмірів заготовки шляхом регулювання установлювально-затискних елементів.

Результати розрахунків ступеня гнучкості ВП для механічної обробки деталей типу важелів показали, що запропонована конструкція ВП має ступінь гнучкості $G = 0,9$. Теоретичні дослідження моделювання технологічного процесу механічної обробки деталей типу важелів у переналагоджуваному ВП доводять його ефективність з точки зору підвищення продуктивності за рахунок зменшення основних норм часу від 200 до 1200 %, а також забезпечення при цьому необхідної точності обробки на рівні зі спеціальними ВП. Перевірка забезпечення точності обробки перевірялась за критерієм величини деформацій на оброблюваних поверхнях та порівнянням їх із допусками, що вказані на кресленні деталі.

Для підтвердження результатів моделювання виконано статичний і динамічний натурні експерименти, метою виконання яких було визначення деформацій оброблюваних поверхонь під дією сили, а динамічний експеримент мав визначити працездатність ВП у реальних умовах, тобто підтвердити відсутність резонансу при роботі на розрахованих режимах різання, а також довести можливість обробки деталі у межах заданих допусків.

Результати статичного експерименту показали, що величини переміщень елементів ВП більші у середньому на 15 %, ніж значення величин на аналогічних переходах при моделюванні. Це можна пояснити похибками вимірювання величини сили та переміщень, а також реальними властивостями матеріалу деталей ВП, що можуть відрізнятися від довідкових даних у допустимих межах. При цьому аналогічна ситуація спостерігається і для спеціальних ВП. Варто відмітити, що похибка зростає зі зростанням навантаження на елементи як запропонованого, так і спеціального ВП.

Динамічний експеримент виконувався на 5-ти координатному обробному центрі вертикального компонування DECKEL MAHO DMU 50V. На усіх переходах при обробці деталі «Важіль» сторонніх коливань та резонансу не виявлено, а усі розміри обробленої деталі знаходяться в межах допусків, що задані на кресленні.

**ОЦІНЮВАННЯ НЕЛІНІЙНОЇ ЖОРСТКОСТІ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ
ЕЛЕМЕНТІВ ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЇВ**

Іванов В. О., доцент; Павленко І. В., ст. викладач, СумДУ, м. Суми

Верстатні пристрої (ВП) відіграють важливу роль у забезпеченні випуску конкурентоспроможної продукції. До складу компонувань ВП входять різні функціональні елементи (ФЕ). У цій роботі досліджено регульовані опори, призначені для базування заготовок за площиною.

Доведено існування нелінійного зв'язку між навантаженням на опору і відповідним переміщенням, що обумовлюється наявними зазорами та тертям у різцевій парі [1]. Відома залежність [2] для визначення переміщення s контактної поверхні ФЕ через навантаження R , де c – коефіцієнт податливості; $n \geq 1$ – показник степеня:

$$s = c \cdot R^n. \quad (1)$$

У цьому дослідженні запропоновано спосіб оцінювання невідомих параметрів c , n за результатами чисельного моделювання із застосуванням модулів Static Structural / Transient Structural програми ANSYS Workbench. Створено квазілінійну регресійну модель, яка реалізується шляхом апроксимації N експериментальних точок у площині «навантаження-переміщення» R - s із застосуванням мінімізації функціонала сумарної квадратичної похибки:

$$\Sigma(\ln c; n) = \sum_{i=1}^N (\ln c + n \ln R_i - \ln s_i)^2 \rightarrow \min. \quad (2)$$

У результаті встановлено вираз для визначення параметрів c , n :

$$\begin{Bmatrix} \ln c \\ n \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} N & \sum_{i=1}^N \ln R_i \\ \sum_{i=1}^N \ln R_i & \sum_{i=1}^N \ln^2 R_i \end{bmatrix}^{-1} \begin{Bmatrix} \sum_{i=1}^N \ln s_i \\ \sum_{i=1}^N \ln R_i \ln s_i \end{Bmatrix}. \quad (3)$$

При цьому нелінійна жорсткість ФЕ визначається як тангенс кута нахилу кривої $R=R(s)$:

$$k = \frac{\partial R}{\partial s} = \frac{R}{ns} = \frac{1}{n \cdot c \cdot R^{n-1}}. \quad (4)$$

Список літератури

1 Grosse, I. R. Nonlinear axial stiffness characteristics of axisymmetric bolted joint / I. R. Grosse, L. D. Mitchell // Journal of Mechanical Design, Trans ASME, 1990. – Vol. 112 (3). – P. 442–449.

2 Пашкевич, М. Ф. Исследование смещений заготовки под действием сил закрепления при базировании по плоскости / М. Ф. Пашкевич, В. М. Пашкевич, М. Н. Миронова // Вестник Гомельского ГТУ. – 2010. – № 2 (41). – С. 9–18.

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОПОРЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ В ГІДРОСИСТЕМАХ МАШИН

Івашин А. Є., студент; Міщук Д. О., доцент, КНУБА, м. Київ

Використовуючи традиційні гідравлічні розподільники з дискретним переміщенням керуючого органу для регулювання зміни напрямку потоку робочої рідини в механізмах, зокрема у вантажних кранах-маніпуляторах, в багатьох випадках стикаються із виникаючими складними динамічними навантаженнями, що в результаті призводять до коливань робочого органа [1]. Для боротьби з такими явищами, в гідросистеми машин додатково встановлюють керований переливний клапан або регулятор потоку чи взагалі використовують механічну систему приводу золотників робочого гідророзподільника. При цьому, в багатьох випадках, внаслідок того, що кран-маніпулятор працює за різних умов навантаження, це призводить до зміни умов роботи системи керування. Така неоднозначність та непостійність роботи машини впливає на її ефективність, знижуючи її.

Пропорційне гідравлічне керування дозволяє пристосовувати систему керування будівельної машини до зовнішніх умов. Технічні переваги пропорційного керування полягають перш за все в контрольованих переходах перемикання, плавному керуванні заданими величинами та в скороченні кількості гідравлічних пристроїв для визначення задач керування так як більшість задач керування вирішується на програмному рівні за рахунок програмування електронного блока керування пропорційного гідророзподільника.

Досліджуючи динаміку вантажного крана-маніпулятора, було визначено оптимізаційні критерії у вигляді енергетичних характеристик механічної системи маніпулятора та за допомогою варіаційних методів оптимізації із врахуванням впливу масово-інерційних характеристик, визначено оптимальні режими руху привідних ланок [2]. На основі проведених експериментальних досліджень було визначено залежність зміни необхідної подачі робочої рідини до виконавчих гідрочиліндрів гідравлічної системи. Використовуючи відомі перехідні характеристики пропорційних

розподільників пропонується розробити гідросистему крана-маніпулятора із пропорційним керуванням.

Список літератури

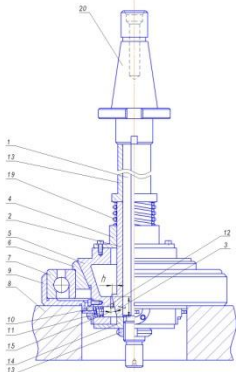
1 Ловейкін, В. С. Оптимізація режиму зміни вильоту маніпулятора з гідроприводом. Монографія / В. С. Ловейкін, Д. О. Міщук. – К.: ЦП Компрінт, 2013. – 206 с.

2 Ловейкін, В. С. Оптимізація режимів руху крана-маніпулятора при роботі за двох узагальнених координат / В. С. Ловейкін, Д. О. Міщук // Підйомно-транспортна техніка. – 2010. – Вип. 4. – Дніпро. – С. 9–15.

ПРИСТРІЙ ДЛЯ РОЗТОЧУВАННЯ ПОЯСКІВ У БЛОКАХ ЦИЛІНДРІВ

Казмірчук П. В., науковець, ТНТУ ім. Івана Пулюя, м. Тернопіль

Пристрій для розточування ущільнюючих циліндричних поясків під гільзи блоків циліндрів (рис.1) виконано у вигляді шліцевого штока, який по посадці ковзання встановлений в центральний шліцевих отвір циліндричного корпусу з можливістю осьового і кругового переміщення, нижній кінець якого виконано конусної форми.



По зовнішньому діаметру руховий корпус є у взаємодії з підтискною втулкою, яка знизу жорстко закріплена до конічної центральної втулки, яка зовнішньою нижньою конусною поверхнею є у взаємодії з конічною поверхнею конічної центральної втулки, знизу на циліндричному пояску якої жорстко встановлено підшипник кочення внутрішнім діаметром. Зовнішнім діаметром підшипник кочення

Рисунок 1 – Пристрій для розточування ущільнюючих циліндричних поясків під гільзи блоків циліндрів

встановлено у внутрішній діаметр циліндричного корпусу, нижній циліндричний борт якого зовнішнім діаметром є у взаємодії з внутрішнім отвором блока циліндрів, в якому необхідно розточувати ущільнюючі пояски. З нижнього торця конічної центральної втулки рівномірно по колу виконано

три радіальні пази, які є у взаємодії з розточними різцями, які відтиснуті до осі корпусу за допомогою відтискних пружин.

Крім цього розточні різці конусними торцевими поверхнями є у взаємодії з конусною поверхнею 3 шліцевого штока. Знизу конічна центрвальна втулка закрита кришкою, яка внутрішнім діаметром є у взаємодії з нижнім різьбовим кінцем рухомого шліцевого штока, на зовнішньому діаметрі якого нагвинчена гайка. Остання верхнім торцем є у взаємодії з нижнім торцем кришки. Розрахункова схема зміни величин подачі шпинделя S_w і різця S_p для різних кутів α зображена на рис. 2.

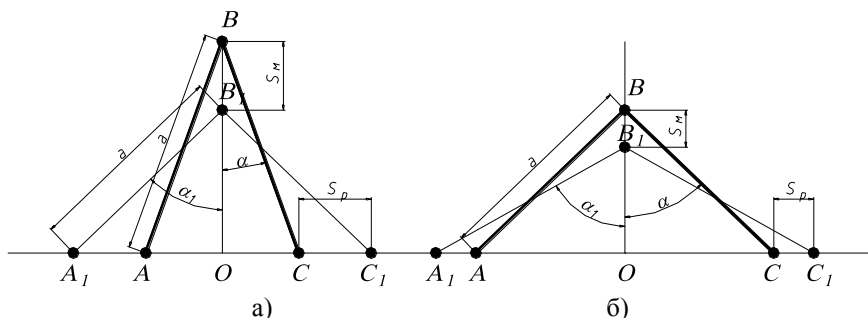


Рисунок 2 – Розрахункова схема зміни величини подачі шпинделя S_w і величини подачі різця S_p для різних кутів α а) – малий кут α , $S_w < S_p$; б) – великий кут α , $S_w > S_p$;

Величина подачі шпинделя S_w (мм/об.) за даною схемою дорівнює:

$$S_w = BB_1 = a \cos \alpha - a \cos \alpha_1 = a(\cos \alpha - \cos \alpha_1), \quad (1)$$

де a – довжина тяги, мм.

Величина подачі різця S_p для даної величини подачі шпинделя дорівнює

$$S_p = CC_1 = a \sin \alpha_1 - a \sin \alpha = a(\sin \alpha_1 - \sin \alpha). \quad (2)$$

Відношення S_p / S_w (основна характеристика розточних головок) буде складати

$$\frac{S_p}{S_w} = \frac{a(\sin \alpha_1 - \sin \alpha)}{a(\cos \alpha - \cos \alpha_1)} = \frac{\sin \alpha_1 - \sin \alpha}{\cos \alpha - \cos \alpha_1}. \quad (3)$$

Оскільки конструкція РГ передбачає можливість зміни кута α в діапазоні $0 < \alpha < 90^\circ$, то розрахунок проводимо в цьому діапазоні. Для спрощення розрахунку відношення S_p / S_w візьмемо середнім в межах $10^\circ(\alpha_1)$.

Графік залежності зміни S_p / S_w від кута α розміщення шарнірів в РГ зображений на рис. 3.

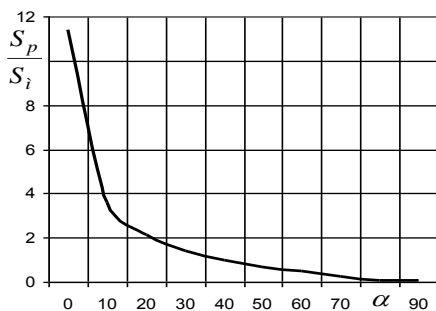


Рисунок 3 – Графік залежності зміни S_p / S_w від кута розміщення шарнірів в РГ α .

Із графіка видно, що умова S_p / S_w забезпечується при значеннях кута $\alpha > 45^\circ$. Найбільш раціональним є застосування в конструкції РГ кута в межах $\alpha = 45 - 75^\circ$. Приймаючи кут $\alpha = 45^\circ$ в початковому положенні і параметр тяги $a = 18 \text{ мм}$, забезпечуємо максимальний радіальний хід різців.
 $L = a - a \sin 45 = a(1 - \sin 45) = 5,2 \text{ мм}$

Список літератури

- 1 Линчевский, П. А. Тонкое растачивание отверстий методом распределения подачи между двумя резами / П. А. Линчевский // Резание и инструмент. – 1973. – Вып. 7. – С. 27–29.
- 2 Кузнецов, Ю. Н. Самоустанавливающиеся зажимные механизмы / Ю. Н. Кузнецов. Справочник. – К.: Техника, София: Гос. Узд-во. «Техника», 1988. – 222 с.

ПРО ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ СТАТИЧНИХ ТА АМПЛІТУДНО-ЧАСТОТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРУЖНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТУ МОДЕЛІ МЕ 280 СО

Кайдик О. Л., доцент; Терлецький Т. В., доцент, Луцький НТУ, м. Луцьк

Вивчення питань деформації виконавчих вузлів шліфувального автомату під час дії сталих зовнішніх сил та їх вплив на точність обробки, стійкість під час різання або під час переміщення вузлів створюють

Науковий напрям:

«Технології машинобудування»

передумови до проведення експериментальних досліджень як статичних, так і амплітудно-частотних характеристик його пружної системи.

Існуючі результати досліджень створюють певні труднощі для практичного їх використання. Режими, які забезпечують задану точність обробки деталі, не завжди відповідають умовам стійкості роботи пружної системи бортикошліфувального автомату ME 280 CO.

Динаміка процесу круглого шліфування є недостатньо досліджена, а саме, є проблема у призначенні оптимальних режимів різання під час шліфування кругами та їх геометричних параметрів. Вирішення даної задачі потребує знання статичних та динамічних характеристик пружної системи автомату, на якому здійснюється шліфування.

Проведений аналіз впливу пружності опор та зазору в шпинделі на зміну власної частоти згинальних коливань показав, що для отримання сталих динамічних характеристик пружної системи автомату необхідно забезпечити оптимальний зв'язок взаємноспрямованих елементів пружної системи.

Визначення власних частот коливань пружної системи шліфувального автомата потрібне для вдосконалення його конструкції та створення методів розрахунку за вимушених коливань. За відомими методиками визначення власних частот пружної системи шліфувальних верстатів, було визначено експериментально їх значення.

Аналітичним шляхом визначено статистичні та динамічні характеристики пружної системи бортикошліфувального автомату. Силовий вплив на систему здійснювався за напрямком, який відповідав вибраній системі координат (система координат вибрана таким чином, щоб напрям осей Y та Z співпадав з напрямком вертикальної подачі шліфувальної бабки та повздовжніх переміщень іншого супорта, а вісь X – з напрямком осі шпинделя, та мали свій початок у місці встановлення шліфувального круга). У даному випадку пружна система отримує збурення за координатою Y , так як у напрямку цієї координати діє максимальна складова сили різання P_y і коливання в напрямку даної координати, у більшій мірі, відображається на формуванні жорсткості поверхні, а відповідно, її якості в процесі круглого шліфування.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ ОСЕЙ ИЗ СПЕЦИАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ

Клочко А. А., профессор; Кравченко В. А., студент, НТУ «ХПИ», г. Харьков

Процесс обработки осей методом фрезерования и фрезоточения мало изучен, имеющиеся работы по данной тематике в большинстве своем носят теоретический характер, экспериментальные исследования проводились применительно к конструкционным сталям и на обычных режимах обработки.

Что же касается вопроса высокоскоростной обработки валов методом фрезерования и фрезоточения из материалов специальной направленности, таких как стали для вагонных осей, то информация отсутствует, что подтверждает актуальность выбранной темы.

Целью данной работы является возможность изготовления вагонных осей методом фрезерования и фрезоточения, при которых достигается более высокая точность, а также исключается осе-накатная операция.

В ходе исследования были определены наиболее производительные схемы обработки, получения профиля огранки при резании, а также ее конструктивные особенности. Рассмотрены основные критерии оценки эффективности резания, проведен расчет производительности методов обработки.

Анализ полученных результатов данного эксперимента свидетельствуют о том, что обработка тел вращения из специальных сталей методом высокоскоростного резания (ВСР) является возможной и позволяет получить поверхность высокого качества, при этом становится возможным отказаться от операции шлифования. Таким образом, метод ВСР специальных сталей обладает наибольшими преимуществами перед другими методами обработки титановых сплавов и обеспечивает высокое качество поверхности при существенном росте производительности.

Список литературы

- 1 Ермаков, Ю. М. Современные тенденции в развитии лезвийной обработки / Ю. М. Ермаков. – М.: НИИмаш, 1983. – 68 с.
- 2 Филимонов, Л. Н. Высокоскоростное шлифование / Л. Н. Филимонов. – Л.: Машиностроение, 1979. – 248 с.
- 3 Добротворский, С. С. Разработка интегрального функционала качества обработанной поверхности при высокоскоростном фрезеровании / С. С. Добротворский, Е. В. Басова // Вісник Інженерної академії України. – 2011. – Вип. 3. – С. 125–130.
- 4 Басова, Е. В. Технологическое обеспечение качества и точности поверхностей деталей из закаленных хромомолибденовых сталей методом высокоскоростного фрезерования: дис. ... канд. техн. наук : 05.02.08 / Басова Евгения Владимировна. – Харьков, 2014. – 236 с.

УЛУЧШЕНИЕ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДНЕМОДУЛЬНЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Клочко А. А., профессор; Сеница Ю. А., студент, НТУ «ХПИ», г. Харьков

Снижение шума зубчатых передач автотракторной техники в настоящее время является актуальной задачей в связи с ужесточением и нормиро-

Науковий напрям:

«Технології машинобудування»

ванием требований к уровню шумов автомобилей и тракторов. Требуемая точность зубчатых колес регламентировалась отраслевыми стандартами, которые, с одной стороны, обеспечивали требуемую долговечность, с другой – позволяли изготавливать зубчатые колеса на отечественном оборудовании с использованием отечественных инструментов. Целью данной работы является проверка возможности изготовления среднемодульных зубчатых колес без зубошлифования по схеме «зубофрезерование на станке с ЧПУ – термо-обработка – лезвийная зубообработка».

Актуальность данной проблемы заключается в том, что ранее финишная обработка на зубофрезерном станке не представлялась возможной из-за жёсткой системы элементов кинематической цепи станка, в следствии чего скорость поворота стола не могла превышать 1 м/с во избежание поврежденный механизма поворота стола. С появлением зубофрезерных станков с ЧПУ, которые оснащены независимыми приводами для каждого рабочего органа и синхронизированы между собой системой ЧПУ, эта проблема была решена.

В ходе исследования была изготовлена опытная партия зубчатых колес зубофрезерованием на станке OFA75CNC и с использованием червячных фрез оснащёнными твердосплавными пластинками. Зубчатые колеса были измерены поэлементным контролем на измерительной машине «GearSpect DO-3 PC».

Анализ полученных результатов подтвердил возможность использования зубофрезерного станка с ЧПУ для изготовления среднемодульных зубчатых колес 7-й степени точности диаметром до 500 мм по ГОСТ 1643 и с уровнем шума не выше уровня, достигаемого при использовании зубошлифования. Для обеспечения 6–7–7 степени точности по ГОСТ 1643 без зубошлифования для среднемодульных зубчатых колес рекомендуется использование зубофрезерных станков с ЧПУ, чистовых червячных фрез класса точности А, АА, ААА и приборов двухпрофильного контроля с запи-сывающими устройствами.

Список литературы

- 1 Технология производства и методы обеспечения качества зубчатых колес и передач / [В. Е. Антонюк и др.]. – СПб.: Профессия, 2007. – 832 с.
- 2 Антонюк, В. Е. Тенденции современного производства зубчатых колес / В. Е. Антонюк // Инженерный журнал. Справочник. Приложение № 12. – 2004. – С. 2–15.

ЗВАРЮВАННЯ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ ЛАЗЕРНИМ ВИПРОМІНЮВАННЯМ У РІЗНИХ ПРОСТОРОВИХ ПОЛОЖЕННЯХ

*Колибашикін С. О., студент; Верболоз І. М., студент,
НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», м. Київ*

*Шелягін В. Д., завідуючий відділом; Бернацький А. В., ст. наук. співробітник;
Сіора О. В., наук. співробітник; Федосєєва О. В., провідний інженер,
ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України, м. Київ*

Електродугові способи зварювання займають провідне місце у світовому промисловому виробництві металоконструкцій з алюмінієвих сплавів. Але в останній час виникає необхідність отримання з'єднань з підвищеними механічними властивостями та корозійною стійкістю. Для вирішення такої задачі не достатньо використання звичайного електродугового зварювання, тому застосовують інші способи зварювання такі як зварювання лазерним променем.

У цій роботі було виконано відпрацювання технології лазерного зварювання стикових з'єднань з алюмінієвих сплавів. У якості модельного сплаву був обраний широко вживаний алюмінієвий сплав АМг6М (6 % Mg, 0,056 % Mg, 0,05 % Cu, 0,05 % Zn, $\leq 0,02$ % Zr, 0,14 % Si, 0,20 % Fe) товщиною 2,0 мм. Зварювання проводили лазерним випромінюванням у різних просторових положеннях. У ході досліджень були визначені основні технологічні параметри зазначеного процесу.

Габаритні розміри дослідних зразків вибирали у відповідності до ISO 15614-11. Для проведення експериментальних досліджень процесу лазерного зварювання, використовували твердотільний лазер «DY 044» (виробництва компанії «ROFIN-SINAR», Німеччина). Для фокусування лазерного випромінювання використовували оптичну систему з кварцевою лінзою з фокусною відстанню $F = 300$ мм. Було виконано експерименти з лазерного зварювання при вертикальному та нижньому положенні зварних з'єднань. При виконанні експериментів у вертикальному положенні зварювання вели «знизу – догори».

Для стикових з'єднань при лазерному зварюванні алюмінієвого сплаву АМг6М, найкращі результати стосовно стабільності процесу та утворення щільних швів були отримані при виконанні зварювання у вертикальному положенні при використанні режиму: потужність лазерного випромінювання $P_l = 4$ кВт; величина розфокусування (заглиблення фокусу) $F = -1$ мм; швидкість зварювання $V_{зв} = 4,3$ м/хв.

За результатами радіографічного аналізу та візуального контролю встановлено, що якість стикових зварних з'єднань з алюмінієвого сплаву АМг6М товщиною 2 мм, одержаних за допомогою лазерного зварювання, відповідає рівню якості «D» згідно ISO 13919-2.

УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ В АБРАЗИВНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

*Кондратюк О. М., доцент, Національний університет
водного господарства та природокористування, м. Рівне
Гевко І. Б., доцент; Галан Ю. Я., аспірант, ТНТУ ім. І. Пулюя, м. Тернопіль*

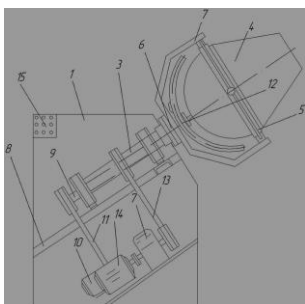
Під час розробки і впровадження нової високопродуктивної фінішної обробки, використовують вібраційний метод для деталей складної форми в сипучому абразивному середовищі. Процес вібраційного оброблення (ВіО) супроводжується взаємодією на деталь, яка обробляється, сукупністю факторів: великою кількістю мікроударів частинок робочого середовища, яка забезпечує пластичну деформацію, зняття металу і його окислів, змінних прискорень, які забезпечують високу рухомість і ударний характер взаємодії частинок робочого середовища і деталей.

Для виявлення закономірностей зміни мікрогеометрії і фізико-механічних властивостей поверхневого шару оброблюваних поверхонь проведено експериментальні дослідження деталей в вібраційно-відцентровій установці з робочою камерою, кінематика якої забезпечує складні кутові коливання поверхневих точок робочої камери, що відповідає одному із найбільш інтенсивних видів вібраційної обробки в сипучому абразивному середовищі.

Весь процес обробки деталей можна розділити на наступні етапи. В початковий період обробки удари гранул приходяться по вершинам мікронерівностей вихідної поверхні зразків. Цей етап закінчується формуванням поверхні, яка має більш високі значення показників якості поверхні. Тривалість такого проходу при ВіО знаходиться в межах 15 – 30 хв. Процес обробки деталей проводиться за допомогою експериментальної вібраційно-відцентрової установки (рис. 1), яка складається з закритого корпусу 1, зрізаного зверху спереду 2 під кутом 30° до горизонту. На пустотілому валу 3 встановлена робоча камера 4 конічно-сферичної форми, яка встановлена в рухоме кільце 5, яке при допомозі підшипникового вузла 6 зв'язано з ведучою вилкою 7 і жорстко з'єднано з пустотілим валом під кутом 30° до горизонту. Останній жорстко встановлений на підставці 8 в середині закритого корпусу і при допомозі підшипникових вузлів зв'язано з ведучою вилкою, а в середині пустотілого вала вільно встановлено другий вал 9 з можливістю кругового провертання. Останній має привід окремого двигуна 10 через ремінну передачу 11 і цей вал є приводом кривошипного механізму зі складними кутовими коливаннями робочої камери.

Вібраційне оброблення деталей в середовищі вільноколивних тіл являє собою багатфакторний процес, інтенсивність якого залежить від амплітуди і

частоти коливань робочої камери, траєкторії її руху, тривалості оброблення, марки оброблюваного матеріалу, характеристики і розмірів частинок робочого середовища, об'єму робочої камери та степені її заповнення, механічних властивостей матеріалу оброблюваних деталей та інших факторів.



а)



б)

Рисунок 1 – Конструктивна схема вібраційно-відцентрової установки (а) та експериментальна установка (б)

В якості робочих середовищ використовували відходи битих абразивних кругів та природний байкаліт рис. 2. При цьому абразивні частинки попередньо гальувалися і розділялися на фракції за величиною гранул: 5–10 мм, 15–20 мм, 25–30 мм.

Критерієм оцінювання продуктивності процесу вібраційно-відцентрового оброблення вибрано вагове зняття металу з одиниці поверхні обробленого зразка (Q , мг/см²). Зважування зразків проводилось на аналітичних вагах моделі ВЛА-200М з точністю до 0,1 мг. Зняття металу фіксувався через 15 хв. до 90 хв. оброблення.



а)



б)

Рисунок 2 – Робоче середовище:
а) природний байкаліт; б) абразивні биті круги

Науковий напрям:

«Технології машинобудування»

Об'єм деталей, робочого середовища і вільного незаповненого простору в % від робочої камери становить відповідно 20:50:30, амплітуда кутових коливань A° (2–10 град.), частота коливань ω (15 Гц), час обробки T (90 хв.). Робочим середовищем вибрано битий круг марки 24А, 40НСТ і грануляцією 10–30 мм.

Список літератури

- 1 Бабичев, А. П. Основы вибрационной технологии / А. П. Бабичев. – Ростов-н/Д.: Издательский центр ДГТУ, 2008. – 694 с.
- 2 Кондратюк, О. М. Аналіз циркуляції робочого середовища при вібраційно-відцентровій обробці деталей / Кондратюк О. М., Ромейко І. В. // Вісник НУВГП. – 2006. – Вип. 2 (34). – С. 253–271.
- 3 Кондратюк, О. М. Оптимізація технологічного процесу вібраційно-відцентрової обробки деталей / Кондратюк О. М., Серілко Л. С. // Вібрації в техніці та технологіях. – 2011. – № 1 (61). – С. 87–93.

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ В ЗАДАЧАХ СИНТЕЗУ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ

*Кореньков В. М., доцент; Ткач І. І., аспірант,
НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», м. Київ*

Одним з найбільш дієвих способів скорочення строків технологічної підготовки виробництва є підвищення рівня автоматизації. Дане твердження стосується не лише засобів виробництва, а і процесу проектування технології виготовлення та складання.

Використання структурно-логічних моделей та алгоритмізація на їх основі проектних процедур для синтезу технологічних процесів на даний час не є результативною з-за низької формалізації самого процесу проектування, принаймні всі відомі САПР технологічних процесів зводяться до діалогового режиму.

Однак, попри відсутність формально-логічних правил проектування, на виробництві спостерігається стійка повторюваність дій у задачах, пов'язаних з написанням технології виготовлення. Таке положення обумовлене багатьма причинами: суттєві обмеження вносить матеріально-технічна база конкретного виробництва, вид продукції, що виготовляється, досвід та освіта інженерів тощо.

Певна частина повторюваних дій (які, зрештою, трансформуються в послідовність технологічних операцій), обумовлена фізичними законами процесу різання або топологією оброблюваних поверхонь, інша ж частина – пов'язана з вирішенням задач планування виробництва. У першому і другому

випадках, залежності при прийнятті проектних рішень можливо відслідковувати за допомогою обробки статистичних даних.

Бурхливий розвиток інформаційних систем дає нам сьогодні можливість збору та аналізу великих об'ємів даних і вже відомі декілька робіт, які на основі методів машинного навчання (machine learning) дозволяють синтезувати правила або обмеження при прийнятті технологічних рішень тільки на основі статистичної інформації по конкретному підприємству.

В даній роботі розглядається лише окрема задача – а саме задача кластеризації, як автоматичного розбиття елементів деякої множини неупорядкованої інформації на категорії (кластери) з метою виявлення зв'язків при формуванні послідовностей виконання технологічних операцій.

Результатом рішення даної задачі буде визначення в автоматичному режимі множини груп операцій, котрі виконуються на конкретному підприємстві лише в певному порядку, що дозволить суттєво зменшити розмірність наступної задачі – оптимізації управління виробничими процесами.

ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІМЕРНО-АБРАЗИВНИХ ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ ФІНІШНОЇ ОБРОБКИ ДИСКІВ ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ

Кравець Н. Г., студент; Семерюк Т. М., асистент; Гончар Н. В., доцент, ЗНТУ, м. Запоріжжя

Вдосконалення технологічних процесів (ТП) виготовлення відповідальних деталей газотурбінних двигунів (ГТД), особливо фінішного етапу ТП, який формує остаточну якість поверхонь і поверхневого шару, забезпечуючи високі експлуатаційні властивості деталей – є актуальною задачею в зв'язку з наявністю значної частки ручної праці на фінішно-оздоблювальних і слюсарних операціях. Наприклад, ободова частина лопатевих дисків компресорів ГТД в залежності від моделі двигуна, компресора і ступені, має велику кількість пазів типу «ластівчин хвіст» (40–120 пазів в залежності від моделі двигуна, компресора і ступеню) і, відповідно, таку ж кількість міжпазових виступів. На цих конструктивних елементах після операцій їх формоутворення залишаються гострі крайки та задирки. Крайки мають складний профіль, який змінюється за трьома координатами.

Автоматизувати цю частину ТП вкрай важко через складну траєкторію інструменту, який видаляє задирки на складнопрофільній крайці. Тому на цьому етапі ще збереглася ручна праця, монотонна, складна і тривала. Після видалення задирок проводиться частково механізоване полірування полотна

Науковий напрям:

«Технології машинобудування»

диска з обох боків і заповірування крайок ободової частини. Ці три операції тривають більше 3 годин.

Запропоноване вдосконалення фінішного етапу ТП виготовлення таких дисків полягає в використанні полімерно-абразивних інструментів (ПАІ) різних видів і відповідну заміну вищезазначених трьох операцій на одну комплексу. Циліндричний ПАІ виконує полірування полотна диска компресора; дисковий ПАІ продуктивно видаляє задирки і забезпечує первинне округлення гострих крайок до $R\ 0,1-0,15$ мм; чашковий ПАІ заокруглює крайки з остаточним радіусом скруглення $R\ 0,4-0,6$ мм. Для підвищення продуктивності бажано використовувати парні ПАІ, які обертаються в протилежних напрямках. Це також забезпечує менше зношення інструментів (ніж при реверсивному обертанні одного диска) і рівномірну обробку усіх конструктивних елементів ободової частини з усіх боків.

Розрахунок економічної ефективності полягає у порівнянні тривалості і собівартості двох варіантів фінішного етапу ТП: базового (сумарна тривалість 3-х операцій – 216 хв.) і запропонованого (тривалість – 28 хв.). Були враховані такі елементи розрахунку: заробітна плата (ЗП), начислення на ЗП, амортизація обладнання, вартість інструментів, електроенергії, стислого повітря, витрати на правку інструментів тощо.

По-перше, тривалість скоротилась в 7 разів.

По-друге, очікуваний економічний ефект на 100 деталей складає 152 168 грн.

Якщо врахувати відсутність ручної праці і механізацію за допомогою найпростішого обладнання, можна сказати, що використання полімерно-абразивних інструментів для фінішних та слюсарних операцій є одною з альтернативних можливостей вдосконалення існуючих технологічних процесів обробки складнопрофільних деталей авіадвигунобудівної галузі.

ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ЕЛЕКТРОДУГОВОЮ МЕТАЛІЗАЦІЄЮ ПОРОШКОВИМИ ДРОТАМИ

Кульматицький В. Р., студент; Верговець Б. Д., студент; Калахан О. С., професор, Львівській національній аграрній університет, м. Львів

Спеціальні порошкові дроти широко застосовують для електродугового напилення покриттів з метою відновлення геометричних розмірів деталей машин. На відміну від суцільних дротів, під час плавлення та диспергування розплаву порошкових дротів формуються краплини різного хімічного та структурного складу [1, 2]. Це свідчить про неповне сплавлення компонентів шихти та оболонки і, як наслідок, формується гетерогенне покриття. Кращими вважають порошкові дроти зі сталюю оболонкою та серцевиною, заповненою порошками карбиду бору та феромолібдену [1].

Електродугові покриття наносили електрометалізатором типу ГТ-1 розпиленням порошкового дроту системи легування $Fe-Cr-C-Al$ діаметром 1,8 мм. Оболонку дроту зі сталі 08кп товщиною 0,4 мм виготовляли зі стрічки шириною 10 мм. Покриття формували за режимів: напруга на дузі $U = 32-33$ V, струм дуги $I = 150$ А. Розпилювальний газ – повітря, тиск розпилювального струменя $P = 0,6$ МПа. Дистанція наплення $L = 100$ мм.

Встановлено, що покриття мають ламелярну мікроструктуру, проміжки між якими складаються з оксидних фаз заліза, алюмінію, хрому (FeO , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , Cr_2O_3). Розподіл легувальних елементів у покритті рівномірний. За наявності 10% графіту в шихті порошкового дроту мікротвердість покриття зростає до 7000 МПа, а при 20 % – зменшується до 5000 МПа. Одночасно додавання графіту у шихту порошкового дроту позитивно впливає на зносостійкість як покриття, так і контргіла. Показано, що зносостійкість контргіла (БрС-30) зростає зі збільшенням вмісту Карбону в порошковому дроті, однак за його вмісту понад 2 % збільшується поруватість покриття та збільшується інтенсивність зношування контргіла.

Список літератури

1 Вплив Карбону в порошкових дротах системи $Fe-Cr-C-Al$ на відносну зносостійкість покриттів за умов граничного мащення / М. Студент, О. Калахан, Т. Ступницький, В. Гвоздецький, О. Шабатура, В. Кульматицький // Вісник Львів. нац. аграрного університету: агроінж. досл. – 2013. – №17. – С. 261–268.

2 Вплив легувальних елементів порошкового дроту системи $Fe-Cr-C-Al$ на відносну зносостійкість покриття / М. М. Студент, О. С. Калахан, О. І. Лакіш, В. Р. Кульматицький // Матеріали VIII Міжнар. конф. молодих учених та спеціалістів «Зварювання та споріднені технології». – Смт Ворзель, Київ. обл. К. : ІЕЗ ім. Є.О. Патона, 2015. – С. 131.

ОБРАБОТКА ЧУГУНОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОЛИМЕРСОДЕРЖАЩИХ СОТС

Курапова Н. В., магистр; Бергер Е. Э., доцент, ХНТУ, г. Херсон

Исследования, направленные на изучение механизма взаимодействия жидких и газовых сред с деформируемым металлом и разработка на этой основе новых эффективных СОТС является важной и своевременной задачей. Однако далеко не все вопросы этого сложного процесса взаимодействия технологических средств с деформируемым металлом достаточно хорошо изучены, что часто не позволяет обнаружить возможные резервы их эффективности в каждом конкретном случае.

Следует отметить, что исследования в этой области связаны, в основном, с резанием сталей и сплавов [1], а что касается чугунов, то работ в этом направлении сравнительно мало. Поэтому возникает интерес в проведении экспериментов по обработке чугунов с применением полимерсодержащих СОТС. Ниже приводится описание экспериментального исследования по влиянию полимерных СОТС на процесс фрезерования металлов.

Целью данного исследования является изучение влияния полимеров на величину составляющих силы резания при попутном фрезеровании образцов с прерывистой поверхностью.

На кафедре «Технология машиностроения» ХНТУ была проведена серия экспериментов на образцах из серого чугуна СЧ 20 с полимером и без полимера – «всухую». На основании экспериментальных данных строим графики (рис. 1).

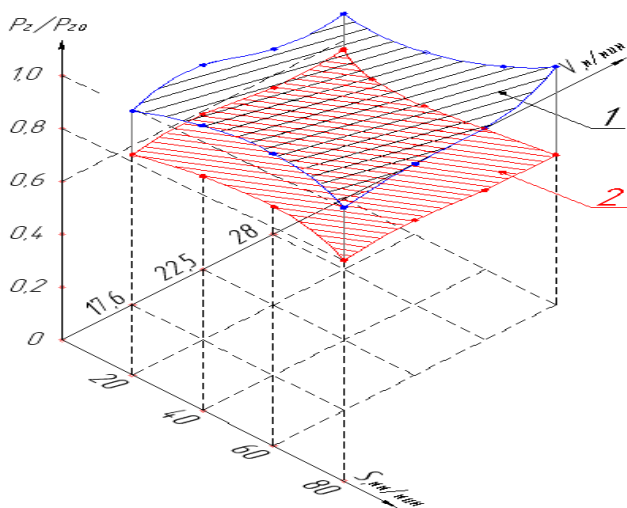


Рисунок 1 – Влияние скорости резания и подачи на силу резания P_z при попутном фрезеровании образца из серого чугуна СЧ20:
1 – «всухую»; 2 – с полимером (однослойный полиэтилен)

В заключении можно сделать следующие выводы: 1) подача влияет на составляющую силы резания P_z и мощность в меньшей степени, чем глубина фрезерования; 2) при постоянной скорости резания сила P_z уменьшается с увеличением диаметра фрезы, так как при этом уменьшается толщина среза, а следовательно, и площадь среза; 3) характер фрезерования существенно влияет на потребляемую мощность, при попутном фрезеровании требуется

меньшая мощность в сравнении с обычно принятым встречным фрезерованием; 4) проведенные эксперименты показали, что под влиянием полимера наблюдается снижение составляющих сил резания, достигающие 10% при обработке серого чугуна СЧ20 и 15 % при обработке стали 45 по сравнению с этой же средой без полимера; 5) в качестве присадок к СОТС следует использовать высокомолекулярные соединения, которые при деполимеризации образовывали бы атомарный водород, углеводородные газообразные вещества и углеродный пирополимерный остаток.

Список литературы:

1 Сошко, А. И. Смазочно-охлаждающие технологические средства в механической обработке металлов / А. И. Сошко, В. А. Сошко. – Херсон : Олди-плюс, 2008. – Ч. I, II. – 388 с.

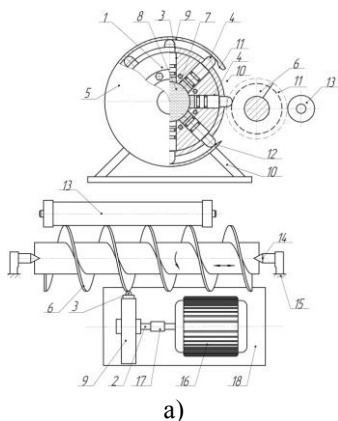
УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ЗМІЦНЕННЯ ГВИНТОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ЕКСТРУДЕРІВ

*Левкович М. Г., доцент; Третьяков О. Л., аспірант,
ТНТУ ім. Івана Пулюя, м. Тернопіль*

Найбільш поширеними технологічними методами зміцнення є пластична деформація поверхонь, термічна і хіміко-термічна обробки, наплавлення поверхонь, створення захисних зносостійких покриттів і зміцнених поверхневих шарів. Всі ці методи забезпечують ту чи іншу характеристику параметрів зміцненої поверхні: твердості поверхневого шару, його глибини, структури. Широке використання для зміцнення знайшло пластичне зміцнення шляхом поверхневого пластичного деформування (ППД).

В процесах пластичного зміцнення заготовок виникають деформації та неоднорідні поля напружень. При холодному зміцнюванні металевих поверхонь неоднорідний напружено-деформований стан заготовок супроводжується виникненням залишкових напружень, які суттєво впливають на якість поверхонь заготовок, їх механічні властивості. Відомо, що залишкові напруження суттєво впливають на процес старіння прогартованих заготовок з вуглецевих сталей, та на межу плинності такого металу [1, 2]. Перспективність використання ППД для підвищення контактної витривалості в порівнянні з іншими методами зміцнення поверхні полягає в тому, що ППД дозволяє отримати: зміцнений поверхневий шар до 15 мм; збільшення мікротвердості відносно початкової складає в середньому близько 150 % і досягає 6500 МПа.

На (рис. 1) представлено інструмент для зміцнення гвинтових робочих органів екструдерів де робоча частина деформуючих елементів при обробленні наносить численні удари, пластично деформуючи оброблювану поверхню і



б)

Рисунок 1 – Конструктивна схема пристрою для зміцнення гвинтових робочих органів (а) та експериментальна установка для проведення досліджень (б)

миттєво відсакають від неї. Крім удару деформуючі елементи за час контакту здійснюють вигладжування оброблюваної поверхні. Пластична деформація металу здійснюється керованою дією, що забезпечується силою ударів системи бойків інструменту, які навантажені силою P_c . Оскільки деталь в процесі обробки обертається, то сила P_c створює контактні сили тертя. Контактні сили тертя характеризуються величиною коефіцієнта пластичного

тертя μ , який можна визначити за формулою:
$$\mu = \frac{\tau_k}{2k} = \frac{\sqrt{3}\tau_k}{2\sigma_s} = \frac{\sqrt{3}\tau_k}{2\sigma_{io}}$$

Пластично деформуючи оброблювану поверхню деталі, змінюється її твердість. М. С. Дрозд [4] пропонує метод з використанням нового числа твердості H , яке за своїм фізичним змістом є не напруженням (дійсним або умовним), а модулем зміцнення матеріалу при втискуванні в нього сферичного індентора. Якщо припустити, що ε_i довжина площадки текучості, що відповідає початку пластичного зміщення в контактній поверхні заготовки, то величину відносного обтиску $\Delta H/H$ можна пов'язати з товщиною ідеального

пластичного шару h_i співвідношенням:
$$\frac{\Delta H}{H} = \frac{\sqrt{3}}{2} \varepsilon_i \sqrt{1 - 4\mu^2} \frac{h_i^2}{H^2}$$

За заданою величиною довжини площадки плинності ε_i і величиною коефіцієнта пластичного тертя μ можна розрахувати величину відносного обтискування $\Delta H/H$, яка відповідає відносній товщині ідеального пластичного шару h_i/H . Розподіл напружень в ідеально пластичному шарі [3]

$$\tau_{xy} = \frac{4}{\sqrt{3}} \mu \frac{y}{H}, \quad \frac{\sigma_y}{\sigma_s} = -\frac{4}{\sqrt{3}} \mu \frac{x}{H} - \frac{\psi}{\sigma_s}, \quad \frac{\sigma_x}{\sigma_s} = -\frac{4}{\sqrt{3}} \mu \frac{x}{H} + \frac{2}{\sqrt{3}} \sqrt{1 - 16\mu^2 \frac{y^2}{H^2} - \frac{\psi}{\sigma_s}}.$$

Для безперервності напружень σ_s на межах розділу ідеально пластичного і зміцненого шарів вимагається дотримання такого співвідношення:

$$\frac{\varphi(\pm h_i/2 + \psi)}{\sigma_s} = \frac{2}{\sqrt{3}} \sqrt{1 - 4\mu^2 h_i^2 / H^2}.$$

Значення середньої величини навантажуваної сили P_c визначається за залежністю:

$$P_c = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{h_i}{H} \sqrt{1 - 4\mu^2 \frac{h_i^2}{H^2}} + \frac{1}{2\sqrt{3}\mu} \arcsin\left(2\mu \frac{h_i}{H}\right) - \frac{d}{\sigma_s} + \frac{2}{H} \int_{k/2}^{H/2} \frac{\varphi(y) + \psi}{\sigma_s} dy.$$

Список літератури

- 1 Богомолова, Н. А. Металлография и общая технология металлов / Н. А. Богомолова, Л. К. Гордиенко. – М.: Высшая школа, 1983. – 270 с.
- 2 Морозов, Е. М. Контактные задачи механики разрушения / Е. М. Морозов, М. В. Зернин. – М.: Машиностроение, 1999. – 554 с.
- 3 Киричек, А. В. Технология и оборудование статико-импульсной обработки поверхностным пластическим деформированием / Киричек А. В., Соловьев Д. Л., Лазуткин А. Г. – М.: Машиностроение, 2004. – 288 с.
- 4 Дрозд М. С. Определение механических свойств металлов без разрушения / М. С. Дрозд. – М.: Изд-во Металлургия, 1965. – 171 с.

ПРИСТРІЙ ДЛЯ НАРІЗАННЯ РІЗИ В КОРПУСНИХ ДЕТАЛЯХ

Марчук Н. М., аспірант, ТНТУ ім. Івана Пулюя, м. Тернопіль

На рис. 1 зображена конструкція пристрою для дослідження технологічних процесів виготовлення деталей автомобілів, який виконано у вигляді хвостовика 1, яким він кріпиться до шпинделя свердлильного чи іншого верстату.

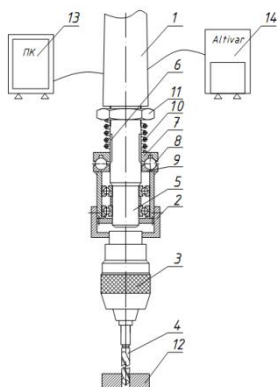


Рисунок 1 – Конструкція пристрою для дослідження технологічних процесів виготовлення деталей автомобілів

Різьбовий кінець якого є у взаємодії з корпусом 2, до якого жорстко прикріплено патрон 3 для кріплення мітчика 4. Ділянка між кінцевою частиною хвостовика 1 і різьбовою кінцевою частиною 5 виконана у вигляді шліцьової поверхні 6, яка є у взаємодії з шліцьовою втулкою 7 з можливістю осевого переміщення. На торці шліцьової втулки виконані півсферичні виїмки 8, які є у взаємодії з кульками 9, в період перевантаження виходить з зачеплення і переміщуються по торцю фланця 10 корпусу 2.

Шліцьова втулка 7 підтиснута пружиною стиснення 10 за допомогою регулювальної гайки 11, яка накручена на різі на шліцьовій поверхні.

Для відновлення процесу нарізання різі усувають причину перевантаження мітчика 4 і при цьому встановлюється можливість відновлення технологічного процесу.

Для визначення характеру зміни крутного моменту при переміщенні кульок використовують наступну розрахункову схему (рис. 2). Враховуючи вихід кульок на торцеву поверхню патрона, при розімкненні пар контакту на величину Δp_{max} , при визначенні зміни крутного моменту при переміщенні кульок по похилій поверхні лунок, залежність для визначення крутного моменту буде мати вигляд

$$T = P_k R = \frac{RC(\Delta_0 + h_x + x)}{\operatorname{tg}(90^\circ - \beta/2 - \rho) - \frac{D}{d} f}, \quad (1)$$

де R – радіус розміщення кульок.

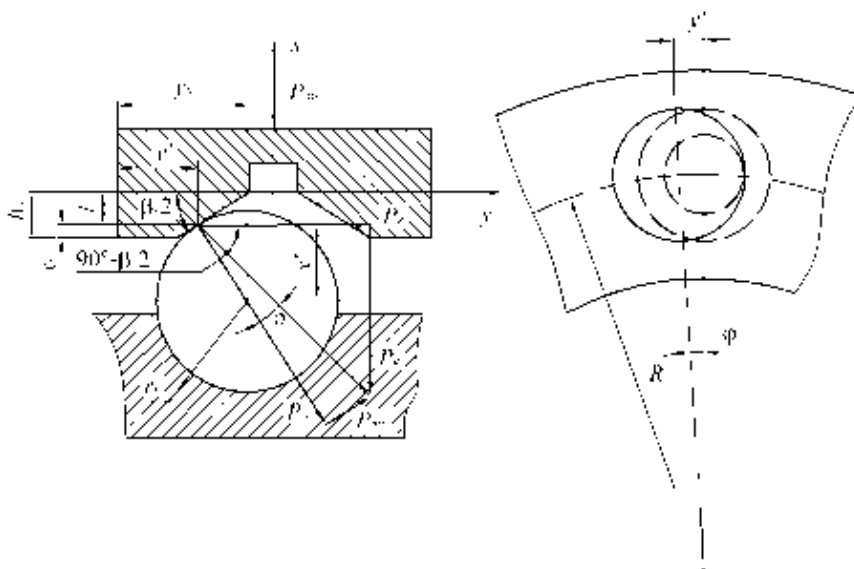


Рисунок 2 – Розрахункова схема для визначення конструктивних параметрів взаємодії кульки з лункою

Максимального значення крутний момент набуває при осьовому переміщенні кульки на величину x_p . Тоді максимальне значення ϕ буде рівне

$$\phi_{\max} = \frac{\operatorname{ctg}(\beta/2) \left[(h_l - r_k (1 - \cos(\beta/2))) \right]}{R}$$

Аналогічна залежність для визначення максимального крутного моменту, який може сприймати даний патрон без переходу у запобіжний режим

$$T_{\max} = \frac{RC \left[\Delta_0 + h_l + (h_l - r_k (1 - \cos(\beta/2))) \right]}{\operatorname{ctg}((\beta/2) + \rho) - f}$$

Для проведення аналізу впливу конструктивних параметрів на характер і зміни крутного моменту T , при змінних значеннях кута нахилу лунки, було проведено розрахунок залежності. На основі результатів розрахунків побудовані графічні залежності зміни крутного моменту $T=f(\beta)$ при змінних значеннях радіуса кульки r_k (рис. 3).

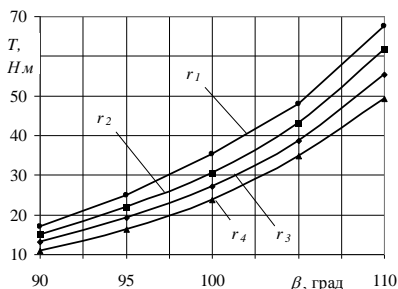


Рисунок 3 – Залежність зміни крутного моменту від кута нахилу поверхонь лунки при змінних значеннях радіуса кульки:
 $r_1 = 0,007$ м; $r_2 = 0,008$ м;
 $r_3 = 0,009$ м; $r_4 = 0,01$ м

З даних графічних залежностей можна зробити висновок, що при збільшенні кута нахилу поверхонь лунок β крутний момент T зростає. Проте збільшення радіуса кульок r_k призводить до зменшення навантажувальної здатності. Дане припущення досліджувалось статично, але очевидно, що це пояснюється зменшенням глибини зачеплення кульки з лункою, що й спричинятиме спрацювання патрону у запобіжному режимі при менших значеннях крутного моменту.

Список літератури

- 1 Технологічне забезпечення оброблення спеціальних внутрішніх поверхонь / [Гевко Б. М. та ін.]. – Тернопіль: ТНТУ, 2007. – 327 с.
- 2 Малащенко, В. О. Муфти приводів. Конструкції та приклади розрахунку. Навчальний посібник / В. О. Малащенко. – Львів.: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2006. – 196 с.

ВИЯВЛЕННЯ ЗОН КРИТИЧНИХ НАПРУГ У ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ОСНАЩЕННІ

Мельничук О. В., аспірант; Гришин В. С., доцент, НМетАУ, м. Дніпро

У науці і техніці постійно доводиться стикатися з проблемою розрахунку систем, що мають складну геометричну конфігурацію і нерегулярну фізичну структуру. В останні десятиліття метод кінцевих елементів зайняв провідне становище у вирішенні цього питання і набув широкого застосування [1, 2].

Дана робота оглядає дослідження на міцність, технологічність і зносостійкість деталі штампового оснащення, виявлення найбільш навантажених місць в середовищі комп'ютерного моделювання Solidworks Simulation.

У дослідженні було розглянуто одну з найбільш навантажених деталей згинаючого штампу (рис. 1) – матрицю, в якій відбувається формоутворення виробу «Скоба».

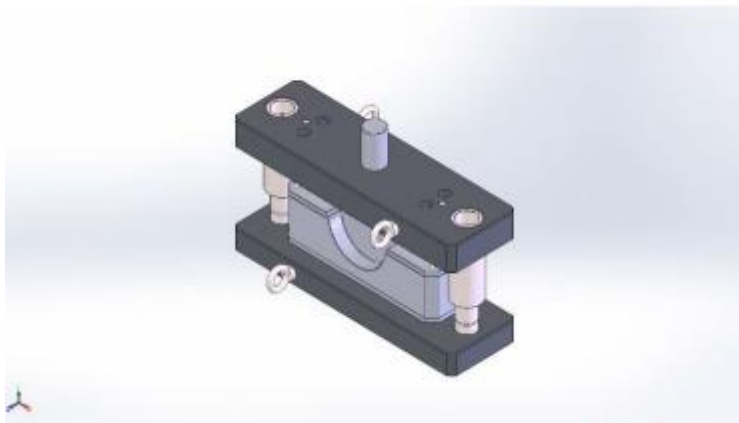


Рисунок 1 – Вихідна модель

Для формоутворення скоби потрібно зусилля 500 кН, яке було використано у моделюванні. «Матриця» була жорстко зафіксована у системі координат, а «Пуансон» був зафіксований по осях X, Y та мав вільне переміщення в осі Z (вертикальний напрямок).

Після проведення попередньої підготовчої роботи в середовищі моделювання, для створення найбільш реалістичних умов математичного моделювання, було проведено навантаження на штамп, методом кінцевих елементів за типовою методикою [3].

Результати вказують на те, що в деталі «Матриця» глобально існують дві зони деформації, перша – на формотворній поверхні пуклевки і виїмки скоби, друга – на заокругленнях деталі.

Поверхні матриці, котрі контактують за іншими складовими штампу більш тривалий час у циклі напруження, сприймають набагато більше навантаження, ніж інші елементи матриці і штампа в цілому.

Такими високонантаженими елементами в даній системі є саме заокруглення, радіуси на матриці (рис. 2). Це доводить і практичний досвід експлуатації даного штампа в виробничих умовах на ПАТ «ДАЗ».

Список літератури

1 Зінкевич, О. Кінцеві елементи і апроксимація: Пер. з англ. / Зінкевич О., Морган К., – М. : Мир, 1986. – 318 с.

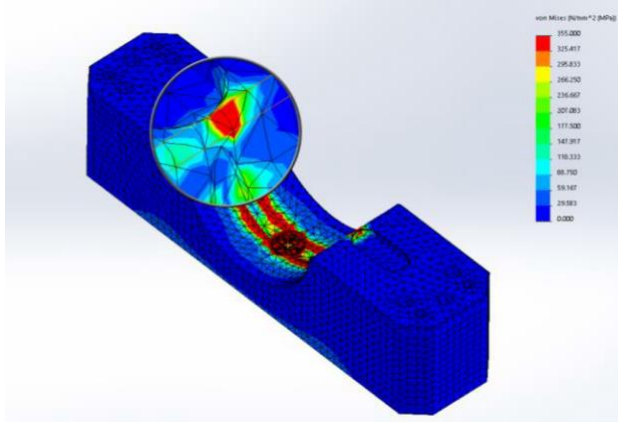


Рисунок 2 – Деталізація напруг

2 Даутов, Р.З., Карчевський М.М. Введення в теорію методу скінченних елементів: Навчальний посібник / Даутов Р. З., Карчевський М. М. – Казань: Казанський державний університет ім. В. І. Ульянова-Леніна, 2004. – 239 с.

3 Bryan, J. Mac Donald Practical Stress Analysis with Finite Elements (2nd Edition) / J. Bryan. – Ireland: 2011. – 402 p.

КАНАТНИЙ МЕХАНІЗМ ДЛЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ

Мельничук С. Л., ТНТУ ім. Івана Пулюя, м. Тернопіль

Канатний механізм переміщення вантажів (рис. 1), який виконано у вигляді двох опор – передньої 1 і задньої 2, які з'єднані між собою на певній висоті канатом 3. Перша із них має більшу висоту, а друга менша. З лівого кінця на тросі жорстко встановлено два транспортних пристрої 4 для зменшення коливань при русі, які виконані з корпусу 5, всередині яких встановлено опорні горизонтальні вали 6, посередині яких виконані циліндричні виточки 7 радіусом більшим радіуса канату, яка є з ними зверху у взаємодії і з можливістю горизонтального переміщення вниз.

Кінці 8 опорних горизонтальних валів 6 встановлені в підшипник 9 і в корпус 5 з можливістю кругового переміщення. В корпусі виконано наскрізний отвір 9 більшого діаметра канату з яким вони є у взаємодії. Корпус 5 з двох сторін жорстко закритий кришками 10.

Між транспортними пристроями 4 жорстко закріплено обмежувач швидкості його переміщення 11, який виконано у вигляді троса 12, який є у взаємодії з намотувальним круглим барабаном 13 з рукояткою 14,

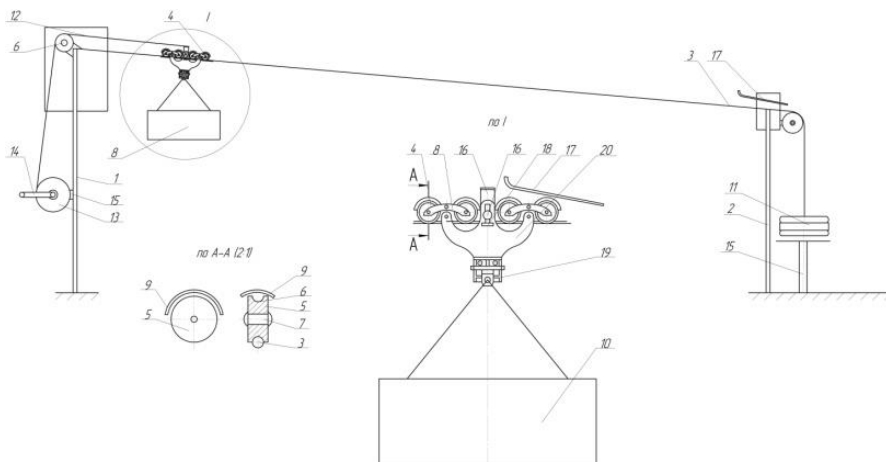


Рисунок 1 – Канатний механізм переміщення вантажів

який жорстко встановлено на підставці 15 і жорстко кріпиться до передньої опори 1 відомим способом. Довжина обмеженої довжини троса 12 повинна забезпечити неможливість контакту транспортного механізму з опорою 2.

Корпус обмежувача швидкості 11 зверху є у взаємодії з притискним гальмівним механізмом 16, який виконано у вигляді умовної лижі 17, жорстко встановленої зверху нижньої опори 1 і який діє зверху на фрикційні елементи 18 і канат 3 і гальмує їх рух і зупиняє.

Робота механізму здійснюється наступним чином. Вантаж 19, який необхідно перемістити навісують на гак 20 транспортного механізму 4 з обмежувачем його переміщення і здійснюють його переміщення під власною вагою. І коли вантаж доходить до низу його знімають і транспортний пристрій 5 за допомогою намотувального барабана 12 повертають назад.

Між двома транспортними пристроями 4 на канаті 3 встановлено обмежувач швидкості 11, який виконано у вигляді корпуса 12, який зверху є у взаємодії з канатом 3, гальмує його і зупиняє.

До переваг корисної моделі відноситься розширення технологічних можливостей і підвищення продуктивності праці.

Гальмівним механізмом 15, який виконано у вигляді умовної лижі 17 і який зверху на фрикційні елементи 18 і канат 3 гальмує їх рух і зупиняє. Вантаж 19 знімають з троса і за допомогою троса 12 повертають до опори 1 і продовжують процес транспортування вантажів, гальмівний механізм 16 входить у взаємодію при переміщенні вантажу 19 вниз.

Силу удару при розвагнтажені ковша можна представити алгебраїчною функцією:

$$P_y = \frac{F_9 + P_1 - |F_9 - P_1| + |F_9 + P_1 - |F_9 - P_1||}{4}. \quad (1)$$

Зміну сили удару у часі t представлено на рисунку 2.

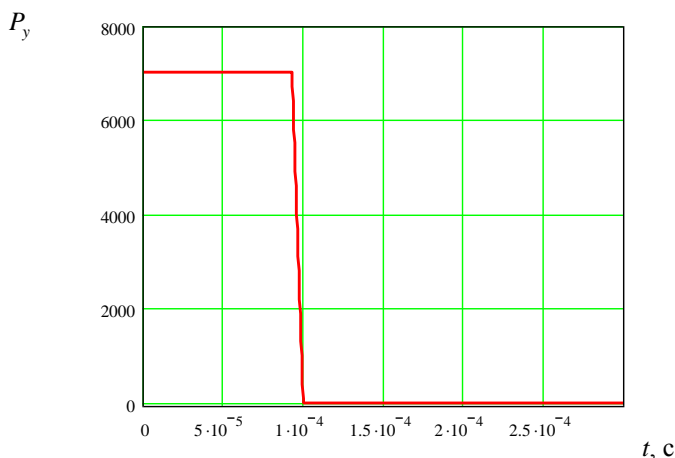


Рисунок 2 – Графік зміни сили удару ковша в опору P_y у часі t

Список літератури

- 1 Комаров, М. С. Динамика машин / Комаров М. С. – М. : Машиностроение, 1979. – 342 с.
- 2 Павловський, М. А. Теоретична механіка / Павловський М. А. – К. : Техніка, 2002. – 512 с.

ТЕПЛОВАЯ СБОРКА СОЕДИНЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ ИЗ РАЗНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Николенко Л. В., аспирант, УИПА, г. Харьков

Сборка с нагревом, особенно крупногабаритных соединений, упрощает и удешевляет сборочное оборудование, а также обеспечивает высокий уровень точности и прочности соединений по сравнению с запрессовкой.

Особый интерес представляет сборка соединений типа подшипников скольжения, где, как известно, детали узла собираются из разнородных материалов, имеющий разный коэффициент линейного расширения.

Во время тепловой сборки соединений из разнородных материалов при коэффициенте расширении охватываемой детали больше коэффициента расширения охватывающей детали, а также в процессе эксплуатации соединения дополнительно к начальному натягу возникает изменяющаяся во времени температурная составляющая. При этом, из-за разных коэффициентов расширения, втулка в своих размерах увеличивается больше охватывающей детали – корпуса, что может привести к пластическим деформациям охватываемой детали. Деформация материала втулки за пределом пропорциональности представляет собой сумму упругой и остаточной (пластической) составляющих.

Как известно, контактное давление и прочность соединений при прочих равных условиях, в первую очередь, определяются суммой упругих составляющих деформаций сопряженных деталей. Однако, если при упругом деформировании охватывающей детали – корпуса, остаточная деформация втулки на ее внешней поверхности достигнет или превысит величину относительного начального натяга, то после охлаждения соединения до температуры окружающей среды произойдет потеря его прочности.

При значительном различии величин коэффициентов линейного расширения, а также взаимного теплообмена между деталями возникает дополнительная разность величин диаметров посадочных поверхностей, т.е. приращение температурного натяга, который возрастает до момента, когда температура втулки станет максимальной.

Таким образом, при сборке таких соединений необходимо принимать меры для исключения временного появления температурного натяга, что уменьшит контактное давление, а следовательно, и прочность соединения в процессе эксплуатации.

Список литературы

1 Андреев, Г. Я. Сборка неподвижных соединений подшипниковых узлов скольжения при нагревании и охлаждении / Андреев Г. Я., Кушаков В. И., Пархомовский Г. Д. // Вестник машиностроения. – 1974. – № 2. – С.43–46.

ОБРАБОТКА РЕЗЬБ ТРЕУГОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ МЕРНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

Нешта А. А., аспирант, СумГУ, г. Сумы

Как правило, технологический процесс обработки внутренних резьб является трудоемким, что обусловлено большим количеством проходов. Применение мерного инструмента позволяет уменьшить основное время путем обработки резьбы за один рабочий ход инструмента. Основной задачей,

Науковий напрям:

«Технології машинобудування»

которую решать способ обработки мерным инструментом, является повышение производительности обработки резьбы. В предыдущих исследованиях была доказана возможность высокопроизводительной обработки круглой внутренней резьбы мерным инструментом с соблюдением требуемых параметров качества.

Целью данной работы является экспериментальное определение возможности обработки резьб треугольного профиля мерным инструментом со стандартными режущими пластинами.

В качестве экспериментальных образцов, выбранных к исследованию резьб, были приняты резьбы с близкими значениями средних диаметров – дюймовая G1^{1/2}” – В ($D_2 = 46,324$ мм) и метрическая M48x3-7H ($D_2 = 46,051$ мм). Для обработки данных резьб была спроектирована и изготовлена мерная фреза со стандартными режущими пластинами VCSMT 11 03 04 с углом при вершине 35°. Экспериментальные образцы были изготовлены из стали 40X.

Обработка резьбовых поверхностей производилась на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ модели 6P13Ф3 со скоростью резания $V = 105$ м/мин, что при диаметре мерной фрезы 42,31 мм соответствует частоте вращения шпинделя $n = 800$ об/мин, и подачи $S_m = 170$ мм/мин. При этом в управляющей программе задавались шаги обрабатываемых резьб и диаметры спиральных траекторий движения инструмента. В результате силовых факторов в процессе обработки имели место деформации инструмента, которые были скорректированы изменением диаметра спиральной траектории.

В качестве метода контроля параметров резьбы был выбран комплексный метод контроля по резьбовым калибрам соответствующих размеров и классов точности резьб. Требуемая шероховатость резьбовых поверхностей составляла 3,2 мкм по параметру Ra . При этом важным ограничивающим фактором остается соблюдение качества поверхности резьбы согласно требованиям чертежа и максимальной производительности.

Исходя из результатов экспериментального исследования было установлено, что все резьбы находятся в пределах проходного и непроходного резьбовых калибров. Шероховатость поверхностей резьб находится в пределах 3,2 мкм по критерию Ra , которая оценивалась визуально по образцам шероховатости.

**КЕРУВАННЯ МОСТОВИМ КРАНОМ:
МЕТОД ФУНКЦІЇ КЕРОВАНОСТІ**

Окунь А. О., асистент, НТУ «ХПІ», м. Харків

У цій роботі розглядається задача керування для механічної системи «візок – вантаж»: мостовий кран, тобто, візок, що рухається горизонтальною рейкою, та вантаж, котрий підвішений до візка на нерозтяжному невагомому абсолютно гнучкому підвісі. В якості керування ми обираємо рушійну силу.

Для системи «візок – вантаж» ми досліджуємо наступну задачу: необхідно перевести систему з будь-якої початкової позиції візка і вантажу у деяку задану кінцеву позицію системи, і зробити це так, щоб у цій позиції візок і вантаж зупинилися і вантаж знаходився у стані спокою. Керування, яке переводить систему з однієї точки в іншу повинно бути обмеженим, а час руху системи – скінченим.

Задача керування для системи «візок – вантаж» приводить до задачі нуль-керуваності для лінійної системи. Ця задача полягає у наступному: необхідно побудувати неперервне обмежене програмне керування $U = U(t)$, що переводить систему з даної початкової точки у деякій області в нуль, при чому час, за який це відбувається повинен бути скінченим.

Для розв'язання цієї задачі ми використовуємо найпростішу версію методу функції керуваності, коли функція керуваності є часом руху. Алгоритм полягає у наступному: для даної точки x_0

$$\text{Побудувати матрицю } N^{-1}(\theta) = \int_0^{\theta} (1-t/\theta) e^{-At} B_1 B_1^T e^{-A^T t} dt .$$

Розв'язати рівняння

$$2a_0\theta = (N(\theta)x_0, x_0), \quad (1)$$

відносно θ , знайшовши розв'язок θ_0 .

$$\text{Побудувати керування } U(t, x) = 1/2 B_1 N^{-1}(\theta_0 - t)x .$$

$$\text{Розв'язати задачу Коші } \begin{cases} \dot{x}(t) = A_1 x(t) + B_1 U(t) \\ x(0) = x_0, t \in [0, \theta_0] \end{cases} ,$$

і отримати розв'язок $x(t)$.

Таким чином,

$$U(t) = U(t, x(t)) = 1/2 B_1 N^{-1}(\theta_0 - t)x(t), \quad (2)$$

Науковий напрям:

«Технології машинобудування»

переводить систему з початкової точки x_0 в нуль за час θ_0 . Можна довести, що (1) має єдиний додатний розв'язок, що матриця $N^{-1}(\theta)$ не вироджена та має обернену для всіх $\theta > 0$, та що для достатньо малого $a_0 > 0$ керування (2) обмежене: $|U(t)| \leq d$.

О МЕТОДАХ УКЛАДКИ УГЛЕПЛАСТИКА В ЗУБЧАТЫХ КОЛЕСАХ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Осадчий И. О., преподаватель-стажист, СумГУ, г. Сумы

Выбор направления укладки волокон углеткани – первостепенная задача при изготовлении деталей из углепластика любой конфигурации. Свойства данного материала позволяют программировать прочность детали в местах, где это необходимо. Такая возможность позволяет изготавливать детали достаточно прочные, что бы конкурировать с металлами, и при этом до пяти раз снижать массу конструкции. На сегодняшний день существует ряд направлений, в которых пластики и композиционные материалы вытесняют металлы.

При проектировании направлений армирования стоит так же учитывать сложность способа укладки. Так как волокна укладываются в матрицу вручную, данный процесс может занимать достаточно большой промежуток времени, но при этом не должен превышать период живучести полимерной смолы.

Полимерные углепластики (карбоволокниты) характеризуются низкой плотностью, высоким модулем упругости, низким коэффициентом термического расширения, малой тепло- и электропроводностью, стабильностью коэффициентов трения и малым износом при трении. Наполнитель в виде ткани более технологичен при переработке, однако наличие слабых нитей уменьшает степень наполнения углепластиков до 45–50 об. % по сравнению с 55–62 об. % характерными для материалов на основе жгутов. В результате некоторые прочностные и упругие характеристики углепластиков уменьшаются. Использование ленты и жгута, состоящих из более прочных моноволокон, обеспечивает повышение прочности углепластиков при растяжении и изгибе. Особенностью углепластиков является их высокая усталостная прочность, большая, чем у боро- и стекловолоконитов, и находящаяся на уровне усталостной прочности титана и легированных конструкционных сталей. Углепластики существенно превосходят металлы и сплавы по вибропрочности, так как обладают высокой демпфирующей способностью.

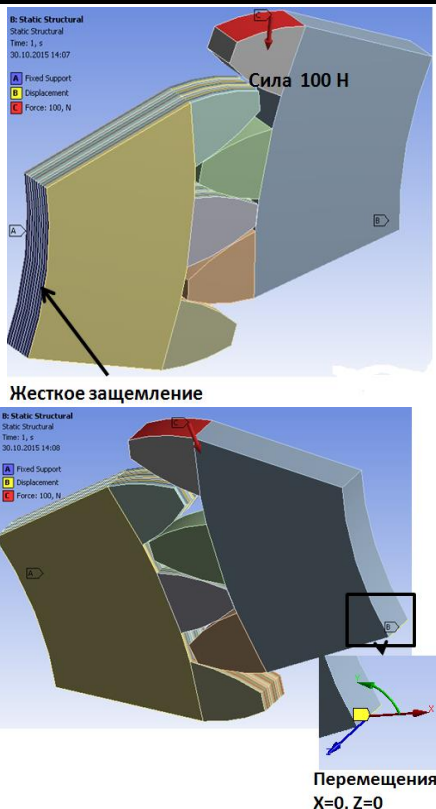


Рисунок 1 – Граничные условия примененные к модели

Механизм разрушения КМ включает четыре типа режима разрушения: разрушение волокон, выпучивание и перегиб волокон, трещинообразование в матрице при поперечном растяжении и сдвиге, дробление матрицы при поперечном сжатии и сдвиге. Такое поведение КМ обуславливает значительные сложности построения аналитических моделей, приводящие к введению значительных допущений и упрощений, применения линейных теорий разрушения. При анализе работы разрушения композиционных материалов должна учитываться микромеханика процессов разрушения и влияние на нее природы компонентов материала и характера их взаимного распределения. С точки зрения конструирования изделий необходим анализ макропроцессов разрушения композиционных материалов в присутствии надрезов, дефектов и других параметров конструкций, размеры которых значительно превосходят диаметр волокон.

Одним из наиболее важных этапов в конечно-элементном анализе является построение на виртуальной геометрической модели сетки из конечных элементов. Известно два основных метода построения сетки: построение произвольной сетки и построение упорядоченной сетки. Произвольная сетка может быть построена автоматически, например, с помощью средств ANSYS или COSMOSWORKS, при этом соседние элементы могут существенно отличаться по размерам и форме.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЗМІЦНЕННЯ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

Остапович Є. В., магістр, ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ

У вузлах і агрегатах бурового обладнання застосовують зубчасті передачі різних типів, які експлуатуються при значних знакозмінних навантаженнях. При виготовленні зубчастих коліс ставляться підвищені вимоги до точності та якості, оскільки вихід їх з ладу може призвести до виникнення аварійних ситуацій при бурінні свердловин.

Для підвищення контактної міцності зубів застосовують такі основні методи:

- поверхневе гартування струмами високої частоти (СВЧ), плазмове або полуменеве, які забезпечують твердість поверхні 48–54 HRC при використанні сталей 40, 40ХН, 45 тощо;

- цементация (поверхневе дифузійне насичення сталі вуглецем) з подальшим гартування, при цьому досягається висока твердість поверхні 58...63 HRC. Цементация піддають зубчасті колеса, виготовлені зі сталі 30Х, 12ХН3А; рідше із сталі 15 і 20. Залежно від агрегатного стану середовища, в якому проводять хіміко-термічну обробку деталей, розрізняють цементацию в твердому, рідкому і газоподібному карбюризаторі;

- нітроцементация – дифузійне одночасне насичення вуглецем і азотом із газової фази. Твердість зміцненої поверхні становить до 60–63 HRC на сталі 25ХГН, 25ХГТ;

- азотування – процес дифузійного насичення сталі азотом (57–67 HRC). Застосовують такі марки сталей: 38ХМЮА, 38ХВФ20А, 38ХЮА та інші.

Аналіз методів зміцнення показав, що поверхневе гартування СВЧ вимагає спеціального оснащення (індукторів) залежно від модуля зубчастих коліс і його доцільно застосовувати для крупномодульних коліс. Нітроцементация та азотування є менш технологічними порівняно із цементацияю у зв'язку з необхідністю використання спеціальних дороговартісних марок сталей.

Тому найбільш технологічним методом для зубчастих коліс з великим модулем для бурового обладнання є газова цементація. Як карбюризатор при газовій цементації застосовують природний газ, однак через нестабільний хімічний склад газу та його високу вартість доцільно проводити цементацію із застосуванням як карбюризатора: піробензолу, бензолу, гасу, синтину та інших сполук, які забезпечують стабільний вуглецевий потенціал середовища і, відповідно, високі показники твердості поверхні зубів. Для забезпечення цементації з використанням названих хімічних сполук необхідно вдосконалювати технологічне обладнання для забезпечення введення їх у реакційну камеру печі із заданим співвідношенням компонентів протягом всього термічного циклу проведення цементації та використовувати раціональне завантаження зубчастих коліс.

АВТОМАТИЗОВАНА КОРЕКЦІЯ ТРАЄКТОРІЇ ФРЕЗЕРУВАННЯ ЗА АПОСТЕРІОРНОЮ ІНФОРМАЦІЄЮ

*Петраков Ю. В., професор; Шуплецов Д. К., аспірант,
НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», м. Київ*

Під час оброблення деталей різанням завжди виникають пружні деформації ТОС, які, в більшості випадків, складають левову частку похибки і суттєво впливають на точність форми. Проблема компенсації пружних деформацій найбільш гостро стоїть при обробленні деталей складної форми, де спостерігається зміна умов різання за траєкторією формоутворення в декілька разів, зміна величини і напрямку дії сили різання тощо. Тому управління формоутворюючим рухом на верстаті з ЧПК з метою корекції траєкторії є актуальною науково-технічною задачею.

Зміна умов різання викликана нерівномірним припуском внаслідок відхилення форми заготовки від форми деталі і зміною дуги різання за профілем навіть при еквідистантному припуску. Для зменшення коливань припуску при обробленні деталей складної 3D форми на першому проході застосовують метод віртуального базування (рис. 1).

Метод полягає в тому, що під час обробки деталей, що не мають явних технологічних баз (наприклад, штамповок, поковок та литих заготовок), технологія віртуального базування дозволяє рівномірно розподілити припуск на обробку. Запропонована [1] методика і програма намагається сумістити виміряні точки заготовки та точки на поверхні моделі деталі таким чином, щоб максимальна відстань до кожної з них була мінімальною.

Таким чином, метод передбачає вимірювання заготовки, що вже встановлена на верстаті. Оскільки розподілити припуск еквідистантно неможливо, все ж виникає похибка від пружної деформації на першому проході, яка буде копіюватися і трансформуватися на подальших проходах, особливо на



Рисунок 1 – Лопатка турбіни

останньому, де і формується остаточна форма деталі. Для компенсації частини похибки, що викликана пружними деформаціями ТОС, пропонується застосовувати метод корекції формоутворюючої траєкторії, який заснований на використанні алгоритму управління за апостеріорною інформацією [2].

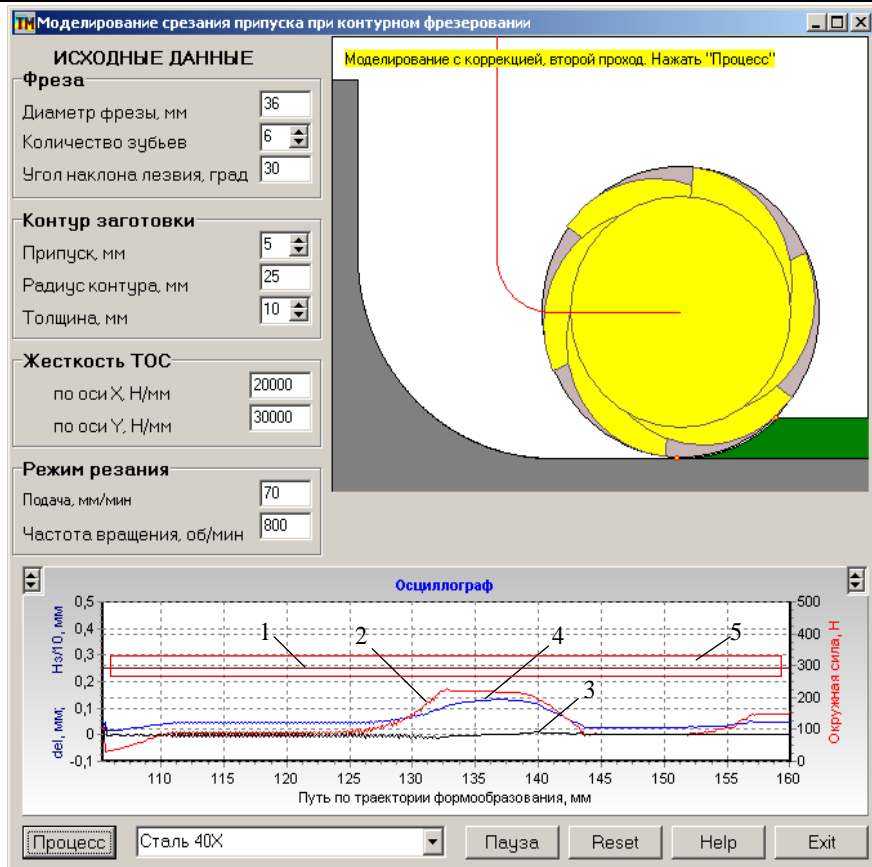
Такий метод управління може виконуватись як в режимі «ручного» управління, так і в автоматичному режимі. Останнє передбачає створення комплексу, який автоматично вимірює оброблену деталь, розраховує і передає інформацію на верстат з ЧПК у вигляді скорегованої програми.

Для проведення попередніх експериментів з реалізації запропонованого методу була розроблена прикладна програма, інтерфейс якої в стані моделювання зрізування припуску на другому проході з корекцією формоутворюючої траєкторії представлений на рис. 2.

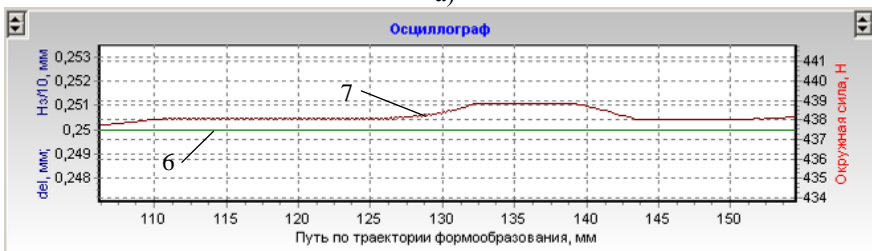
На осцилографі лінія 1 – глибина різання, лінія 2 – окружна складова сили різання, лінія 3 – похибка ТОС від пружних деформацій при русі за скорегованою траєкторією. Для порівняння на осцилографі збережена похибка ТОС від пружних деформацій, що спостерігалася при моделюванні другого проходу без корекції формоутворюючої траєкторії – лінія 4. На рис. 2, б) зображено збільшений фрагмент 5 осцилограми представленої на рис. 2, а) де лінія 6 показує задану глибину різання без корекції, а лінія 7 – задану глибину різання на другому проході з корекцією траєкторії.

Таким чином, запропонований метод проектування скорегованої траєкторії формоутворення передбачає вимірювання форми заготовки, представлення результатів за допомогою слайнів у вигляді цифрового файлу для використання в програмі моделювання, моделювання оброблення на першому проході з одночасним обробленням на верстаті за геометрично спроектованою траєкторією, вимірювання отриманої форми з новим представленням результатів за допомогою слайнів у вигляді цифрового файлу для

XVI ММНТК «МАШИНОБУДУВАННЯ ОЧИМА МОЛОДИХ:
 прогресивні ідеї – наука – виробництво», 26–29 жовтня 2016 року, м. Суми



а)



б)

Рисунок 2 – Интерфейс програми в кінці моделювання (а),
 скорегована траекторія (б)

Науковий напрям:

«Технології машинобудування»

використання в програмі моделювання на другому проході в процесі якого автоматично проектується скорегована траєкторія формоутворення на другому проході. Дані формуються у вигляді управляючої програми в G-кодах і передаються на верстат.

Список літератури

1 Адаптивная обработка от компании Delcam plc как интеграция механо-обработки и контроля точности изготовления изделий // САПР и графика. – 2016. – № 9. – С. 17–20.

2 Петраков, Ю. В. Корекція траєкторій формоутворення за апостеріорною інформацією / Петраков Ю. В., Шуплецов Д. К. / Вісник ЖДТУ, серія Технічні науки. – 2015. – № 1 (72). – С. 37–40.

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЙ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ НА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ВИСОКОМАРГАНЦЕВОЇ СТАЛІ 110Г13Л

Полікарпов О. І., студент; Цивінда Н. І., доцент; Чернявська О. В., ст. викл., ДВНЗ «КНУ», м. Кривий Ріг

Мета роботи – дослідження впливу режимів термічної обробки на зносостійкість деталей виготовлених з високомарганцевистої сталі 110Г13Л.

Задачі роботи – провести аналіз дослідних робіт, які виконано в лабораторіях підприємств Кривого Рогу по зносостійкості виливок робочих органів дробарок залежно від режимів термічної обробки та структури, що отримується.

Для виготовлення багатьох виробів Кривбасу, які працюють в умовах ударно-абразивного зношення, важких статичних та динамічних навантажень, при низьких температурах (до -60°) (траки гусеничних машин, зуби та передні стінки ковшів екскаваторів, деталі шокових та конусних дробарок, футеровки мельниць, перевідні хрестовини залізничних колій та ін.) високомарганцева сталь є незамінною.

Хімічний склад високомарганцевистої сталі коливається в достатньо широких межах, тому вивчення впливу кожного елемента на властивості високомарганцевистої сталі має велике значення [1].

Структура литої високомарганцевистої сталі складається з аустеніту з вільними карбідами, розташованими як по межах зерен, так і усередині них. Величина і кількість карбідів залежать головним чином від вмісту вуглецю в сталі і швидкості охолодження виливка. З підвищенням змісту вуглецю в сталі і зменшенням швидкості охолодження виливок кількість карбідів зростає, розміри їх збільшуються.

Карбіди додають сталі велику крихкість. Її пластичні властивості при цьому надто низькі. На структуру сталі 110Г13Л впливає хімічний склад та

термічна обробка. Тому виливки з високомарганцевистої сталі без термічної обробки для експлуатації непридатні. Властивості сталі 110Г13Л в закаленому стані такі: σ_b – 800–1000 МПа, σ_T – 400–500 МПа, δ_5 – 50–60 %, α – 20 Дж/см².

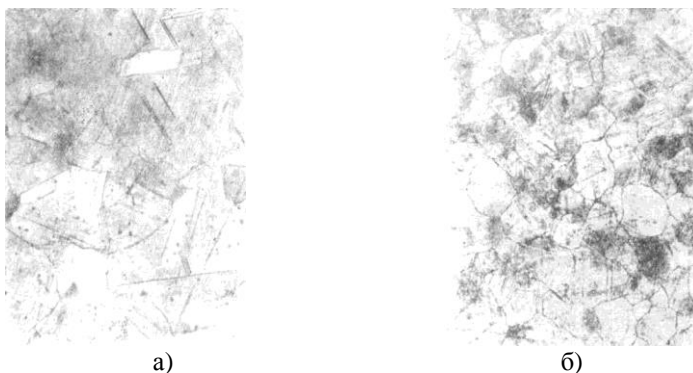


Рисунок 1 – Мікроструктура виливок із сталі 110Г13Л товщиною 12 мм (X 120): а) після нормального гартування; б) після відпуску з подальшим гартуванням

Термічна обробка (гартування у воді) фіксує чисту (рис. 1) аустенітну структуру (карбіди повністю переходять в розчин аустеніту), і сталь набуває високих пластичних властивостей.

Під час гартування спочатку проводиться повільне нагрівання до температур 750–800 °С, потім прискорене нагрівання до 940–1125 °С, після чого слідує охолодження у воді.

Випробування проведені в лабораторіях заводу з виготовлення дробильно-розмельного устаткування показали, що попередній довготривалий відпуск з наступним гартуванням не підвищує зносостійкість деталей виготовлених з високомарганцевистої сталі. Механічні властивості сталі в цьому випадку збільшуються. Встановлено також, що тривалість витримки при температурі нагрівання під гартування робить істотний вплив на зносостійкість відливок з високомарганцевистої сталі.

Дослідження мікроструктури показали, що витримки протягом однієї години недостатньо для повного розчинення карбідів по всьому перетину виливка (рис. 2 а, б). Повне розчинення карбідів при цьому відбувається лише в дуже тонкому поверхневому шарі виливка. У проміжних шарах товщини виливка спостерігаються крупні карбіди по межах і усередині зерна. Цим і пояснюється низька зносостійкість зразків, витриманих при температурі нагрівання під гартування протягом години.

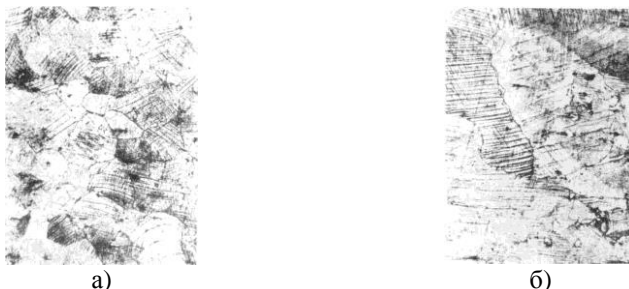


Рисунок 2 – Мікроструктура лабораторної плити дробарки після витримки при температурі нагрівання під гартування протягом однієї години (X 120): а) поверхневого шару плити; б) проміжного шару перетину плити

Оптимальна тривалість витримки для даної товщини виливка, що забезпечує за інших рівних умов максимальну зносостійкість сталі, визначається часом, необхідним для повного розчинення карбідів по всьому перетину виливка і повнішого вирівнювання елементів по всій масі металу.

Збільшення тривалості витримки вище оптимальної величини знижує зносостійкість виливка (рис. 3), оскільки поверхневий шар металу знеуглецьовується, втрачає властивості, притаманні високомарганцевистій сталі.

Гартування виливок з високомарганцевистої сталі при температурі 1100–1150 °С в порівнянні з гартуванням при температурі 1050 °С (як прийнято на заводах) істотно збільшує їх зносостійкість (рис. 4).

Дослідження мікроструктури показали, що збільшення температури гартування не робить впливу на величину зерна аустеніту високомарганцевистої сталі. Тільки нагрівання при температурі 1250 °С приводить до помітного укрупнення зерна аустеніту.

Оптимальною температурою гартування, що забезпечує максимальну зносостійкість сталі (рис. 5), є 1100 °С. При високому вмісті вуглецю температуру нагрівання під гартування можна доводити до 1150 °С. Високомарганцевиста лита сталь проявляє схильність до перегріву, тому вона не нагрівається до дуже високих температур, що сильно знижують зносостійкість цієї сталі

Результати експлуатаційних випробувань показали, що прискорений режим термічної обробки не впливає на зносостійкість, але 50 % деталей дробарок в процесі прискореної термічної обробки було забраковано із-за наявності тріщин.

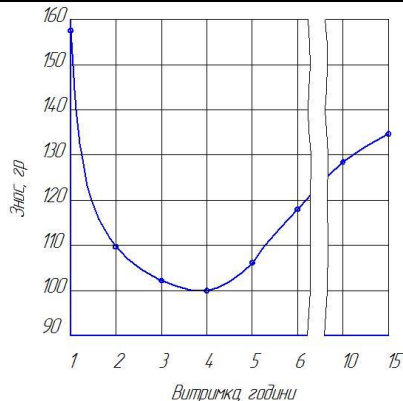


Рисунок 3 – Вплив тривалості витримки при температурі нагрівання під гартування на зносостійкість сталі 110Г13Л

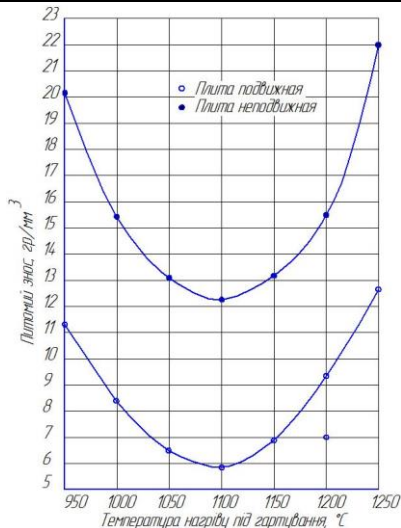


Рисунок 4 – Вплив температури нагрівання під гартування на зносостійкість виливок плит дробарок із сталі 110Г13Л

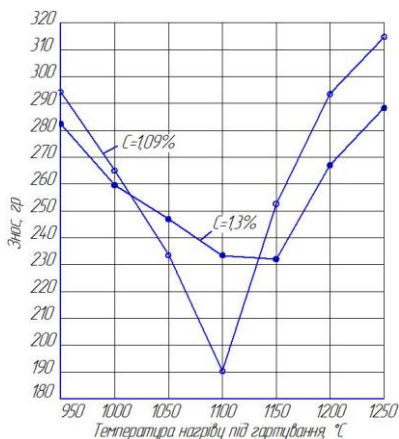


Рисунок 5 – Вплив температури нагрівання під гартування на зносостійкість сталі 110Г13Л

Науковий напрям:

«Технології машинобудування»

Швидкість гартування не впливає на зносостійкість виливок і повинна бути для конкретної виливки такою, щоб виключити утворення в ній тріщин.

Таким чином, для збільшення зносостійкості виливок з високомарганцевистої сталі оптимальною температурою нагрівання під гартування являється 1100 °С для виливок з вмістом вуглецю до 1,2 % і 1150 °С для виливок з вмістом вуглецю більше 1,2 %.

Швидкість нагрівання під гартування і попередній відпуск не впливають на зносостійкість виливок із високомарганцевистої сталі.

Список літератури

1 Житнов, С. В. Высокомарганцевые стали / С. В. Житнов, Н. Г. Давыдов, С. Г. Братчиков. – М. : Металлургия, 1995. – 302 с.

2 Цивінда, Н. І. Определение методов механической обработки деталей горного оборудования из высокомарганцевистых сталей / Цивінда Н. І., Кірсанов А. Н. // Ресурсозберігаючі технології виробництва та обробки тиском матеріалів у машинобудуванні: зб. наук. праць. – Луганськ, 2009. – С. 352–359.

ВЛИЯНИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ДЕФОРМАЦИЮ КОРПУСОВ ОПРАВОК

Примакин Р. В., студент; Бергер Е. Э., доцент, ХНТУ, г. Херсон

Существующий технологический процесс изготовления корпусов оправок включает в себя: механическую обработку с целью получить корпус с заданными формой и размерами; упрочнение – закалку в масле и отпуск при температуре $T = 425\text{--}525$ °С, на требуемую твердость 30–32 HRCэ. При изготовлении корпусов оправок, к точности расположения элементов которых предъявляются повышенные требования, пазы и гнезда шлифуют после термической обработки с целью устранить деформацию, вызванную закалкой и отпуском.

Чтобы свести к минимуму трудоемкий и дорогостоящий процесс шлифования корпусов оправок, экспериментально определяли условия проведения термической обработки и азотирования, которые позволили бы снизить возможную деформацию корпусов до минимально допустимого уровня, а также повысить твердость на 5–10 единиц HRCэ до 30–32 HRCэ. Для этого корпуса подвергали улучшению или местной закалке с нагревом ТВЧ, а также газовому азотированию в среде диссоциированного аммиака или карбонитрации в среде продуктов разложения карбамида [2].

Исследования проводили на заготовках корпусов оправок $\varnothing 25\text{--}100$ мм для растачивания отверстий $\varnothing 35\text{--}200$ мм, изготовленных из стали 40X и 40XФА соответственно.

С помощью прибора Виккерса наносили реперные точки (отпечатки алмазной пирамиды) на торец заготовки оправки на расстоянии 1,5–2 мм от паза для крепления расточного резца и прибором ПМТ-3 измеряли расстояние между этими точками до и после термической или химико-термической обработки. Изменение указанного расстояния служило критерием оценки степени деформации образцов, возникающей при той или иной обработке [1].

На основании результатов исследований установлено, что корпуса оправок диаметром до 50 мм из сталей 40X и 40XФА целесообразно подвергать ступенчатой закалке в расплаве селитры. Последующий отпуск корпусов оправок при указанных выше условиях обеспечивает твердость 30–32 HRCэ и позволяет уменьшить до минимума их деформацию. Корпуса оправок диаметром более 50 мм целесообразно закалывать в масле, чтобы после отпуска при $T = 520\text{--}600\text{ }^{\circ}\text{C}$ сохранить твердость 30–32 HRCэ.

После улучшения заготовки корпусов сначала механически обрабатывали до получения заданных размеров, а затем подвергали азотированию или карбонитрации. Эти процессы могут быть отнесены к низкотемпературному азотированию, поскольку их выполняли при температуре ниже эвтектоидного превращения, при которой независимо от состава среды происходит преимущественное насыщение стали азотом и в диффузионном слое образуются только азотные фазы.

Газовое азотирование корпусов расточных оправок осуществляли в шахтной печи типа при $T = 510\text{ }^{\circ}\text{C}$ с выдержкой в течение 36 ч в атмосфере аммиака при степени диссоциации его 15–20 %. Затем их охлаждали сначала в печи в потоке аммиака до $T = 200\text{ }^{\circ}\text{C}$, а потом на воздухе.

Карбонитрацию предварительно улучшенных корпусов из стали 40XФА осуществляли в шахтной электропечи при $T = 540\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 2 ч. в среде продуктов разложения карбамида.

Проведено местное поверхностное упрочнение корпусов из стали 40X путем закалки ТВЧ с последовательным нагревом до $T = 850\text{--}880\text{ }^{\circ}\text{C}$ участков торца и спрейерным охлаждением СОЖ, представляющей собой 7–10 %-ный раствор эмульсола в воде. Отпуск проводили в камерной печи при $T = 250\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 2 ч. Твердость обработанной поверхности торца после закалки составляла 55–59 HRCэ, после отпуска 55–57 HRCэ. Глубина закаленного слоя была 1,5–2 мм.

По результатам исследований можно сделать следующие выводы:

1. Способ и режим улучшения корпусов расточных оправок из сталей 40X и 40XФА существенно влияют на их деформацию в процессе последующей химико-термической обработки. Минимальная деформация этих корпусов возникает в результате их химико-термической обработки при температуре $T = 510\text{--}540\text{ }^{\circ}\text{C}$ и применения при улучшении ступенчатой закалки с выдержкой при $T = 160\text{ }^{\circ}\text{C}$ и отпуска при $T = 520\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($600\text{ }^{\circ}\text{C}$), т. е. на $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($60\text{ }^{\circ}\text{C}$) выше температуры азотирования и карбонитрации соответственно.

Науковий напрям:

«Технології машинобудування»

2. Для поверхнового упрочнення корпусов расточных оправок из стали 40ХФА целесообразно использовать процесс карбонитрации в продуктах разложения карбамида, который обеспечивает высокую скорость насыщения углеродом и азотом (при $T = 540\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 2 ч получают насыщенный слой глубиной не менее 0,3 мм).

3. Поверхностное упрочнение торцов корпусов расточных оправок из стали 40Х целесообразно осуществлять путем местной закалки с нагревом ТВЧ и последующим спрейерным охлаждением эмульсией.

Список літератури

1 Огородников, В. А. Оценка деформируемости металлов при обработ-ке давлением / В. А. Огородников. – К., 1983. – 175 с.

2 Бергер, Е. Э. Исследование влияния термической обработки на деформацию заготовок расточных оправок / Е. Э. Бергер, В. Е. Сокальский // Материалы V международной научно-практической конференции «Актуальные научные разработки – 2009». – София: «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2009. – 96 с.

ЛАЗЕРНЕ ЗВАРЮВАННЯ ВИСОКОМІЦНИХ НИЗЬКОЛЕГОВАНИХ СТАЛЕЙ

Прищепя В. О., магістр, НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», м. Київ

Високоміцні низьколеговані сталі або мікролеговані – це сталі, які спроектовані для забезпечення кращих механічних властивостей і більш високого опору атмосферній корозії. Вони не складають клас легованих сталей, так як виготовляються скоріше для спеціальних механічних властивостей, ніж для спеціального хімічного складу. Високоміцні низьколеговані сталі мають границю текучості більшу, ніж 275 МПа. Хімічний склад таких сталей може змінюватись у залежності від товщини і механічних властивостей, які вимагаються. Ці сталі мають низький вміст вуглецю (0,05–0,25 %) для того, щоб отримати адекватну деформованість і зварюваність, і мають вміст марганцю до 2,0 %. У високоміцних низьколегованих сталях використовуються у різних комбінаціях кількості хрому, нікелю, молібдену, міді, азоту, ванадію, ніобію, титану та цирконію. Високоміцні низьколеговані сталі включають у себе багато стандартних та спеціалізованих сортів, які призначені для забезпечення конкретних бажаних поєднань властивостей, таких як міцність, пластичність, зварюваність і атмосферна корозійна стійкість. Ці сталі не вважаються легованими, навіть якщо їх бажані властивості досягаються за допомогою малих легуючих добавок. Вони класифікуються як окрема категорія сталі, яка схожа на прокатану м'яку вуглецеву сталь із підвищеними механічними властивостями, які одержуються

додаванням невеликої кількості сплавів і, можливо, за спеціальними методами обробки, таких як контрольована прокатка із прискореними методами охолодження.

Високоміцні низьколеговані сталі знайшли своє застосування у виробництві нафто- та газопроводів, автомагістралей, які призначені для тяжких умов експлуатації, позашляхових транспортних засобів, будівельної та сільськогосподарської техніки, промислового обладнання, резервуарів для зберігання пального чи нафтопродуктів, шахтних та залізничних вагонів, барж, снігоходів, газонокосарок, а також компонентів легкових автомобілів. Різні види таких сталей використовуються для будівництва мостів, морських споруд, кораблів, веж електропередач, ліхтарних стовпів. Вибір конкретного виду високоміцних низьколегованих сталей залежить від ряду вимог, які включають зменшення товщини, корозійну стійкість, пластичність та зварюваність. Для багатьох застосувань, найбільш важливим фактором у процесі відбору сталі є сприятливе співвідношення міцності до ваги таких сталей у порівнянні із звичайними низьковуглецевими сталями. Така характеристика призводить до їх більшого використання у автомобільних компонентах.

Існує багато видів зварювання високоміцних низьколегованих сталей, зокрема, ручне дугове зварювання покритими електродами, зварювання у захисному газі, зварювання під флюсом, електрошлакове зварювання, гібридне лазерно-дугове зварювання. Останній вид зварювання є найбільш привабливим. В якості джерела нагріву поверхні при зварюванні використовуються твердотільні, волоконні, газові лазери. В поєднанні із дуговим зварюванням, що є гібридною технологією і сприяє покращеним фізико-хімічним властивостям, підвищеній швидкості зварювання, великій товщині шва, економії затратної енергії лазерного випромінювання, малій деформації та підвищеній здатності до перекриття зазору. Проте, існують проблеми при лазерному зварюванні високоміцних сталей з товщиною стінки біля 10 мм, так, наприклад, зустрічається утворення кристалізаційних тріщин в сталях, коли властивості матеріалу, технологічні параметри та механічні характеристики неузгоджені. Це перешкоджає поширенню методів у інших галузях промисловості. Значною перешкодою поширенню методів лазерного зварювання високоміцних сталей у різних галузях промисловості, являються високі інвестиції у промислове лазерне обладнання.

Для вивчення впливу технологічних параметрів на особливості формування зварних з'єднань з високоміцних низьколегованих сталей було проведено дослідження, в яких використовували Nd:YAG-лазер моделі «DY044» (потужність до 4,4 кВт) німецької фірми Рофін Сінар, а також джерело живлення електричної дуги ВДУ-601. Електродний дріт Св-10ХН2ГСМФТЮ (Ø1,2 мм) подавали у зону дії лазерного випромінювання за

Науковий напрям:

«Технології машинобудування»

допомогою спеціального механізму подачі. Для досліджень використовували стикові з'єднання сталі 14ХГН2МДАФБ ($\delta = 6$ мм) без розробки кромок.

Проведені експерименти показали, що із збільшенням потужності лазерного випромінювання збільшується глибина провару. Натомість, збільшення розміру фокальної плями зменшує даний показник. Тому розмір плями обрали мінімальним (0,4 мм) і надалі не змінювали. Також оптимізовано положення фокальної площини за критерієм максимальної глибини провару. Для зварювання зразків товщиною 6 мм це положення становило 1,5–2,0 мм під поверхню зразку, тобто фокус був заглибленим. Збільшення зварювального струму за рахунок підвищення швидкості подачі електродного дроту, виліт якого становив 10 мм при стабільній напрузі на дузі ($U \approx 18\text{--}20$ В), призводить до зменшення глибини провару і збільшенню ширини шва. Зміна розмірів шва при гібридному зварюванні дещо відрізняється у порівнянні з дуговим процесом зварювання.

Збільшення швидкості зварювання ($V_{зв} > 10$ мм/с) призводить не лише до зменшення глибини провару і ширини шву, а й до погіршення якості та стабільності формування його поверхні. Натомість, зменшення швидкості відносно оптимальних параметрів призводить до його провисання. Оптимальними витратами захисного газу визнано межі від 10 до 14 л/хв. Найкращі за якістю формування шви було одержано у разі використання максимальної лазерної потужності (4,4 кВт) в сполученні із малопотужною дугою з плавким електродом при зварювальному струмі 90–100 А.

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЛИВАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ ДЕТАЛЕЙ СКЛАДНОЇ ФОРМИ

*Пшегорлінський М. Л., студент; Перерва В. О., старший викладач,
ДНУ імені Олеся Гончара, м. Дніпро*

Ливарне виробництво в Україні перебуває не в найкращому стані через нестачу фахівців. Під час розробки та створення нової промислової продукції особливе значення має швидкість проходження етапів НІОКП, яка в свою чергу суттєво залежить від технологічних можливостей дослідного виробництва.

Метою цієї роботи є дослідження і застосування адитивних технологій при створенні виробів складної форми за допомогою форматворного оснащення для виробництва з використанням синтезу моделей та синтезу форм. Дослідження проводилось з деталлю складної форми «Кришка» (рис. 1).

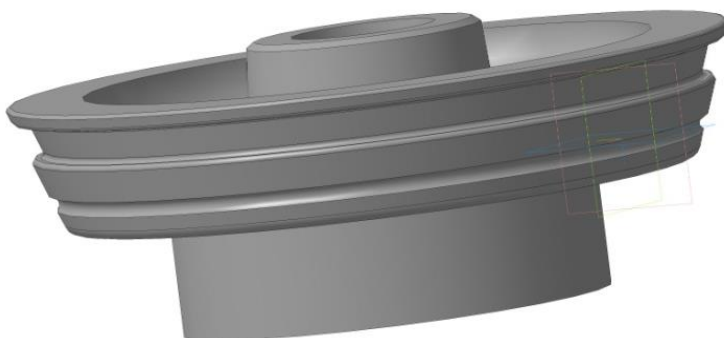


Рисунок 1 – CAD-модель деталі «Кришка»

Аналіз існуючого методу лиття (лиття по виплавлених моделях) доводить його доречність для великосерійного та масового виробництва. Для дослідного або дрібносерійного виробництва цей метод не підходить. Застосування методу отримання ливарної синтез-моделі і синтез-форми за рахунок технологій пошарового синтезу дозволить радикально скоротити час створення нової продукції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій у сфері ливарного виробництва довів, що у цьому напрямку відбуваються революційні зміни. Вивчаючи матеріали, можна помітити, що раціональний вибір технології отримання моделей повинен проводитися з урахуванням конкретних виробничих умов і реальних вимог до моделей.

Для дослідного виробництва найбільш підходить використання технології Ink-Jet. Вона найбільш економна, не потребує високої кваліфікації і задовольняє умови, пред'явлені до технології виготовлення. Використання цього методу збільшить швидкість і точність виготовлення ливарних форм.

Результати проведеної роботи призводять до висновку, що застосування адитивних технологій дозволяє значно скоротити час підготовки випробувань. Успішне освоєння даних методів досягається за рахунок їх з'єднання в певний технологічний ланцюжок, який можна переформувувати в залежності від конкретної розв'язуваної задачі.

Список літератури

- 1 Гуляев, А. П. Металловедение: учебник для вузов. – [6 изд., перераб. и доп.] / А. П. Гуляев. – М.: Металлургия, 1986. – 544 с.
- 2 <https://ru.scribd.com/doc/298160695/3d-Printing-RUS>
- 3 https://www.youtube.com/watch?v=mzsPt7_vk4c
- 4 <https://www.youtube.com/watch?v=S6OZXdRoogY>

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ ПРОЦЕСУ НАРІЗАННЯ КОНІЧНИХ РІЗЬБ

Рогаль О. В., аспірант, ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ

Однією із основних робочих поверхонь бурових труб є конічні різьби, на які накручують деталі бурових замків. Ці різьби забезпечують передачу робочих навантажень (крутного моменту і осьової сили) та герметичність утворених з'єднань. Тому якісне формування конічних різьбових поверхонь є важливою технологічною задачею, вирішення якої дозволяє значно збільшити ресурс роботи труб, підвищити надійність експлуатації і, в кінцевому підсумку підвищити ефективність бурових робіт.

Визначення оптимальних режимів різьбонарізання на конічну робочу поверхню, полягає в тому, щоби на основі знання фізико-механічних властивостей матеріалу заготовки, різального інструменту, залежностей для розрахунку параметрів режимів різання, технічних можливостей верстата і характеристик всієї технологічної системи, вибрати таку швидкість і подачу, які забезпечать формоутворення поверхні деталі відповідно до робочих креслень і технічних вимог при найменших витратах на механічну обробку. Провести оптимізацію процесу конічного різьбонарізання означає визначити оптимальні режими різання, при яких вибраний критерій оптимальності (функція мети) досягав би мінімуму або максимуму в залежності від його характеру, при вибраних технічних обмеженнях.

Для побудови математичної моделі нарізання різьби на конічну поверхню були вибрані наступні технічні обмеження: взаємозв'язок між швидкістю різання, обумовленою прийнятною стійкістю інструменту, матеріалом ріжучої частини інструменту, його геометрією, подачею, механічними властивостями оброблюваного матеріалу, з однієї сторони, і швидкістю різання, яка допускається кінематикою верстату; взаємозв'язок між ефективною потужністю, яка витрачається на процес різьбо нарізання, і потужністю електроприводу головного руху верстату; враховує взаємозв'язок розрахункових швидкостей різання і подачі із заданою продуктивністю верстату; швидкість різання не може бути меншою, ніж можлива при найменшій частоті обертання головного приводу верстату; з другої сторони, розрахункова швидкість різання не може бути більшою, ніж дозволяє кінематика верстату; встановлює взаємозв'язок розрахункової швидкості різання з технологічно допустимою найбільшою швидкістю різання; встановлює обмеження на швидкість та подачу при різанні з міцністю ріжучого інструменту; враховує жорсткість інструменту (різця) на основні параметри різання: швидкість та подачу.

Як оціночну функцію прийняли рівняння машинного часу на одиницю довжини різання. На основі наведених вище обмежень та критерію оптимізації була побудована математична модель, яка описує процес нарізання конічної

різьби у аналітичному та графічному вигляді, та визначено оптимальні значення швидкості різання та подачі.

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ФОРМИ ДОВГИХ ЗОВНІШНІХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ ХОНІНГУВАННЯМ

Сіробаба Ю. Г., студент; Савчук В. І., доцент, СумДУ, м. Суми

Оброблення зовнішніх циліндричних поверхонь під наступне хромування на оздоблювальному етапі їх виготовлення виконується тонким шліфуванням або поліруванням. Названі методи обробки формують один із якісних показників поверхні – точність циліндричної форми у поздовжньому і поперечному перетинах. Аналізом встановлено, що більш 60 % поверхонь мають похибку форми, яка виходить за межі поля допуску, а також дефекти у вигляді окремих рисок, пригарів, задирок. Основним недоліком шліфування є підвищена температура у зоні різання, що призводить до локального пригорання поверхні і змінювання структури поверхневого шару. Полірування неспроможне видалити повністю дефекти попередніх операцій, що викликано низькою продуктивністю процесу. Це негативно відбивається на роботі виробів, зменшує їх надійність і довгочасність. Оброблені названими методами поверхні не забезпечують потрібної якості шару покритого хромом.

Виправити названі недоліки можна методом зовнішнього хонінгування. Для цього була розроблена кінематична схема хонінгування абразивними (алмазними) брусками, що дозволило підвищити точність форми поверхні штоку у поперечному перетині. Кінематична схема є багато брусковою схемою зовнішнього хонінгування із жорстким зв'язком між брусками і додатковим тиском брусків на виріб силою самостійно гальмуючими ланками за час оброблення поверхні.

Теоретичні дослідження запропонованої схеми дозволили визначити умови, за якими забезпечується виправлення похибки циліндричної форми штоку. Для реалізації розробленої схеми була спроектована спеціальна хонінгувальна головка. Конструкція головки складається із гідравлічного циліндру, поршня, штока. Кінцева поверхня штока з'єднана із конусом, який передає рух на два важеля де розташовані абразивні (алмазні) бруски. Хонінгувальна головка з'єднана із кареткою механізму поздовжньої подачі брусків верстата для суперфінішування, що дозволяє обробляти потрібну довжину циліндричної поверхні штоків.

Встановлено, що основним параметром, який безпосередньо впливає на точність форми поверхні у поперечному перетині, є постійний тиск брусків на поверхню за час її оброблення. Також однією із вимог, що впливає на точність форми, є сумарна ширина брусків, яка знаходилась в межах від 0,15 до 0,35 довжини окружності діаметром $\varnothing 50f9$.

Науковий напрям:

«Технології машинобудування»

Випробовування на виробництві аналогічних хонінгувальних головок дозволили розробити рекомендації для вибору оптимальних режимів обробки і забезпечити вихідні вимоги креслення щодо точності циліндричної форми поверхні виробу.

ВИЗНАЧЕННЯ МИТТЄВОЇ ШВИДКОСТІ РУХУ ДЕТАЛЕЙ ПІД ЧАС МАГНІТНО-АБРАЗИВНОГО ОБРОБЛЕННЯ В КІЛЬЦЕВІЙ ВАННІ

Слободянюк І. В., асистент; Майборода В. С., професор; Трухан О. О., студент; Давидюк А. І., студент, НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», м. Київ

В процесі магнітно-абразивного оброблення (МАО) формується магнітно-абразивний інструмент (МАІ), який представляє собою сукупність феромагнітних частинок порошку, які під дією сил магнітного і електромагнітного походження, при переміщенні оброблюваних деталей у робочій зоні групуються між собою, утворюючи особливі конусоподібні та веретеноподібні квазістабільні формування, які структуруються певним чином [1]. При МАО в умовах великих магнітних зазорів кільцевого типу одним з найважливіших параметрів, від якого залежить ефективність оброблення, є динамічний чинник. Тому визначення умов взаємодії МАІ та оброблюваних поверхонь, а особливо величини швидкості, є важливим для цілеспрямованого керування властивостями МАІ та для прогнозованої та чітко визначеної поведінки порошкового матеріалу в робочих зонах кільцевого типу.

Схема МАО з великою магнітною зоною кільцевого типу застосовується для оброблення різнотипного різального інструменту, лопаток газотурбінних двигунів та інших циліндричних та складнопрофільних деталей виготовлених з різних матеріалів. Зазначена схема реалізована на дослідно-промисловому вертикально фрезерному верстаті типу ОЦ – Іжевськ в НТУУ «КПІ ім. Сікорського». Середній діаметр кільцевої робочої зони дорівнює 200 мм, її висота – 30 мм, ширина – 35 мм. Швидкість руху деталі вздовж робочої зони може регулюватися в діапазоні до 4 м/с. Як було визначено в роботі [2], саме швидкість руху деталей вздовж робочої зони є визначальним фактором кінематики процесу МАО, а обертання деталей навколо власної осі вносить значно менший вклад.

Для визначення миттєвої швидкості руху зразків вздовж кільцевої робочої зони розроблено спеціальний пристрій, що складається з двох оптичних пар (1, 2) і шторки (3), яка закріплюється на валу верстата (рис. 1).

Оптична пара виконана з світлодіода та фототранзистора, чутливого до інфрачервоного випромінювання, що зменшує вплив видимого світла, яке присутнє під час проведення експерименту. Сигнали отримані з оптичних пар подаються на вхід звукової карти комп'ютера у вигляді різних каналів стереосигналу. Для запису і аналізу сигналу можуть використовуватись

стандартні засоби операційної системи Windows. Оптичні датчики встановлюються на установці з можливістю зміни кута між ними, і щоб шторка закріплена на валу вільно проходила в зазорі датчика перериваючи світловий потік.

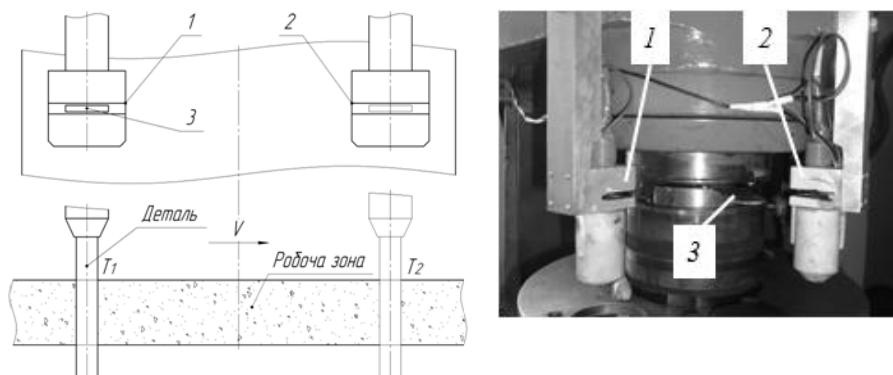


Рисунок 1 – Схема вимірювання швидкості руху зразка вздовж робочої зони

В результаті отримуємо осцилограму, що містить періодичний сигнал, який складається з двох імпульсів. Період цього сигналу «Т» відповідає періоду обертання вала між двома послідовними розривами світлового сигналу шторкою. Використання кількох датчиків дозволяє підвищити завадостійкість, а отже точність вимірювання, та контролювати напрямок обертання вала. Максимальна частота обертання, яку може визначити дана система обмежена характеристиками фототранзистора. В даному випадку використано фототранзистори L-53P3C з часом перемикання 3 мс, отже мінімальний період обертання буде становити 12 мс, що відповідає 83333 об/с, що є достатнім для даних умов досліджень. Час руху шторки між двома сигналами дорівнює $T_2 - T_1$. Відстань, яку за цей час проходить деталь дорівнює довжині дуги кола між цими двома точками, отже швидкість V з якою рухається деталь вздовж робочої зони визначається за формулою:

$$V = \frac{\varphi \cdot \pi \cdot R_B \cdot (T_2 - T_1)}{180^\circ},$$

де φ – кут між двома положеннями фотооптичних датчиків, R_B – радіус кільцевої ванни.

Список літератури

1 Майборода, В. С. Структурно-фізическая модель формирования магнитно-абразивного инструмента в больших рабочих зазорах кольцевого типа при обработке стержневых изделий / В. С. Майборода, И. В. Ткачук, Д. Ю. Джулий// Наукові праці ДонНТУ. Серія: Машинобудування і машинознавство. – Донецьк, 2013. – Вип. 1(10). – С. 36–46.

2 Майборода, В. С. Основи створення і використання порошкового магнітно-абразивного інструменту для фінішної обробки фасонних поверхонь : дис. докт. техн. наук: 05.03.01 / Майборода В. С. – Київ, 2001. – 404 с.

ОЦІНЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ КОМБІНОВАНИМ ОСЬОВИМ ІНСТРУМЕНТОМ

Степанов М. С., професор; Іванова М. С., доцент, НТУ «ХПІ», м. Харків

Ефективність технології обробки отворів комбінованим осьовим інструментом (КОІ) оцінюють співставленням з технологією обробки комплектом стандартних осьових інструментів за умови забезпечення точності та якості поверхні оброблюваних отворів.

Джерелами техніко-економічної ефективності застосування КОІ є: скорочення номенклатури і кількості різального інструмента; зменшення основного та допоміжного часу обробки за рахунок суміщення переходів; скорочення виробничого циклу за рахунок вдосконалення маршруту обробки заготовок; підвищення продуктивності обробки; підвищення точності обробки отвору; збільшення періоду стійкості інструмента; зменшення витрат на електроенергію тощо.

Зауважимо, що застосування КОІ при обробці гладкого наскрізного отвору для розподілу загального припуску між його ступенями з метою зменшення сумарних силових навантажень на інструмент і деталь надає можливість знизити потужність, яка витрачається на обробку, підвищити точність обробки й обробляти менш жорсткі деталі. Розподіл глибини різання між ступенями КОІ також дозволяє при незмінному періоді стійкості різального інструмента інтенсифікувати режими різання.

Економічна ефективність застосування КОІ залежить від технологічної собівартості обробки, витрат на виготовлення і експлуатацію інструмента, витрат на споживану обладнанням електроенергію:

$$E = E_i + E_c + E_e,$$

де E_i , E_c , E_e – економія коштів від зниження витрат на виготовлення та експлуатацію комплекту інструментів, від зменшення технологічної собівартості обробки партії деталей; від скорочення витрат на електроенергію.

Дослідження показали, що економія витрат на виготовлення та експлуатацію інструментів – змінна величина, що залежить від необхідної кількості інструментів в комплекті, потрібному для обробки заданої номенклатури отворів, яка відповідно до ринкових цін, може приймати як негативне, так і позитивне значення. Тобто, витрати на виготовлення і експлуатацію КОІ можуть перевищувати аналогічні витрати на стандартний інструмент. Однак, ця величина становить не більше 3 % від загальної суми економії коштів і покривається за рахунок економії витрат на електроенергію і зниження технологічної собівартості обробки.

РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ОПЕРАЦІЇ ФРЕЗЕРУВАННЯ РЕЙОК

Сидоренко М. В., студент; Савчук В. І., доцент, СумДУ, м. Суми

Технологічний процес обробки рейок виконується з великим штучно-калькуляційним часом окремих операцій, на яких забезпечуються необхідна шорсткість поверхні, точність форми і розміри заготовки. Аналіз технологічного процесу обробки рейок показав, що однією із тривалих за часом операцій є операція фрезерування головки рейки на спеціальному поздовжньо-фрезерному верстаті. Структура допоміжного переходу операції включає час на установлення, закріплення, вивірлення, контрольні вимірювання, переустановлення рейки для подальшої обробки. За даними Дніпровського стрілочного заводу, час допоміжних прийомів на установлення і закріплення рейок становить 3, 4 години і є «вузьким місцем» на виробництві при виконанні технологічних операцій. Для усунення «вузьких місць» на виробництві застосовуються конструкції спеціальних пристроїв. Наприклад, конструкція пристрою фірми Waldrich Codurg застосовується для установлення і закріплення рейок типу «гостряк». Однак застосована конструкція пристрою не дозволяє досягти значного скорочення допоміжного часу.

Допоміжний час можна скоротити за рахунок розроблення нових конструкцій верстатних пристроїв. Авторами розроблена спеціальна автономна конструкція пристрою, яка установлюється на стіл поздовжньо-фрезерного верстата [1]. Кількість окремих пристроїв з'єднані між собою трубопроводами і приєднані до керуючого крану, який розподіляє стиснуте повітря, що поступає у верхню частину камери односторонньої дії. Щоб розтиснути рейку, із камери видаляють повітря у атмосферу, а важелі повертають у вихідне місцезнаходження пружиною стиску. Схема відстані

Науковий напрям:

«Технології машинобудування»

між окремими пристроями і їх час затиснення рейок залежить від довжини рейки та сили різання, що виникає при обробки головки заготовки. Пристрій містить основу, на якій розташований корпус у вигляді кришки з двома Г-подібними затискними важелями. Нижні кінці важелів з'єднані із планкою спеціальними гайками, на торцях яких розташовані кульки, що дозволяє важелям обертатися на кут 90°. На верхніх кінцях важелів установлені фіксатори, конструкція яких виконана у вигляді кульок із рифленням. Установлена на базовій поверхні корпусу рейка затискається фіксаторами важелів. Після цього здійснюється фрезерування головки рейки. Пристрій зменшує час на установлення рейки майже у три рази та підвищує точність її розташування відносно різального інструменту при налагоджуванні.

Список літератури

1 Пат. 98878 Україна ПМК (2012) Пристрій для закріплення рейки / від 25.06.2012 р., Бюлетень № 12, Савчук В. І., Іванов В. О., Зимин М. О.

ВОЗМОЖНОСТИ РАЗРАБОТАННЫХ В «ХАИ» ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАЮЩИХ ЗАДАЧ

Федорова А. С., аспирант; Третьяк В. В., доцент, ХАИ, г. Харьков

Компьютерные программы, основанные на теории решения изобретательских задач, разработанные в настоящее время, обеспечивают интеллектуальную помощь инженерам и изобретателям при решении технических задач, а также при выявлении и прогнозировании аварийных ситуаций и нежелательных явлений в узконаправленных областях техники, но не ориентированы на специфические технологические задачи.

«Учебный интерактивный программный комплекс АРИЗ-85ИМ для решения изобретательских задач импульсных технологий» ориентирован на решение задач импульсной металлообработки.

Алгоритм АРИЗ-85 ИМ состоит из девяти основных частей (рис.1):

1. Анализ задачи.
2. Анализ модели задачи.
3. Определение ИКР и ОП.
4. Мобилизация и применение вещественно-полевых ресурсов.
5. Применение информационного фонда.
6. Изменение и / или замена задачи.
7. Анализ способа устранения ОП.
8. Развитие полученной идеи.
9. Анализ хода решения.

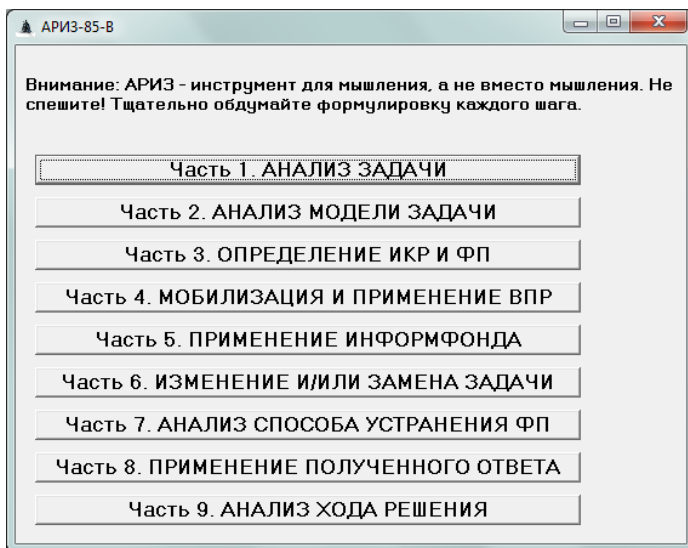


Рисунок 1 – Меню основных частей АРИЗ-85 ИМ

Данный интерактивный комплекс по сути является автоматизированной пошаговой инструкцией, предназначенной для анализа и решения изобретательских задач, с подкреплением базы знаний в соответствующей предметной области (в нашем случае в области импульсной металлообработки).

СПЕЦИФІКА СИНТЕЗУ ТА АНАЛІЗУ РОЗМІРНИХ ЛАНЦЮГІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОЧНОСТІ СКЛАДАННЯ КОНСТРУКЦІЙ ІЗ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ

Хмуренко О. О., аспірант, НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», м. Київ

Підходи розмірно-точносного аналізу є актуальними і універсальними для вирішення комплексних завдань забезпечення точності та взаємозамінності конструкцій при їх складанні. Такі підходи, як правило, ґрунтуються на апараті теорії розмірних ланцюгів (РЛ), який в свою чергу є досить розвиненим, але не дивлячись на це, має ряд невирішених завдань, наприклад, пов'язаних з розрахунком точності геометричних параметрів складаних конструкцій з полімерно-композитних матеріалів (ПКМ) [1, 2].

Складнощі застосування вищезгаданої теорії виникають, як на етапах формування і синтезу РЛ конструкції, так і на наступних етапах їх аналізу і розрахунку. Також є ряд припущень, які спрощують аналіз металевих конструкцій, але для ПКМ вносять значні похибки розрахунків.

Результати аналізу актуального стану процедур формування і синтезу просторових РЛ (ПРЛ) для складаних конструкцій з неоднорідних матеріалів (в т.ч. ПКМ), які показали недоцільність застосування «класичної» методології [3, 4] та необхідність її уточнення, в питанні обліку специфіки конструктивно-технологічних параметрів складових частин конструкції (СЧ) з ПКМ.

Розглянуто різні підходи в поданні моделі ПРЛ складаних конструкцій, оптимальним серед яких був визначений підхід, при якому модель геометрії представляється у вигляді структур пов'язаних систем координат її СЧ. Такий підхід дозволяє врахувати складну структуру ПКМ, тому що можливе подання окремих структур їх підсистем (рис. 1). Також враховується специфічні технологічні чинники, які виникають на етапах виготовлення СЧ з ПКМ і складання конструкції в цілому (рис. 2).

Запропонований підхід має на увазі використання декомпозиції загальної структури моделі, що спрощує процедури побудови, а саму модель ПРЛ робить універсальною. Запропонована методика дозволяє будувати ефективні моделі структур ПРЛ конструкцій з ПКМ для виконання процедур як формування і синтезу, так і подальшого аналізу ПРЛ [5].

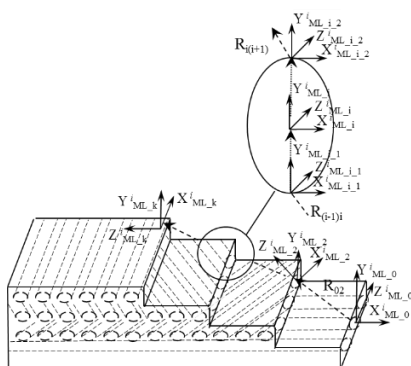


Рисунок 1 – Типова модель РЛ складаної конструкції з ПКМ

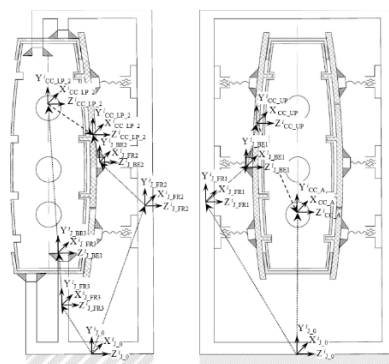


Рисунок 2 – Типова модель РЛ складаної конструкції з ПКМ в складальному пристрої

Список літератури

- 1 Пасечник, В. А. Методика формування специфічних вимог при моделюванні кесонних конструкцій із полімерних композиційних матеріалів / В. А. Пасечник, А. А. Хмуренко // Journal of Engineering Sciences. – 2015. – Vol. 2. – Issue 2. – А 14–20.
- 2 Hastie, T. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction / Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. – 2nd ed. – Springer-Verlag. – 2009. – 746 p.
- 3 Абибов, А. Л. Технология авиастроения / А. Л. Абибов. – М: Машиностроение, 1982. – 551 с.
- 4 Пасечник, В. А. Влияние конструктивно-технологических параметров композитных конструкций на синтез размерных цепей / В. А. Пасечник, А. А. Хмуренко // Technologia i Automatyizacja Montażu. – 2016. – № 1. – С. 5–12.
- 5 Пасечник, В. А. Методика анализа и оценки размерных цепей для сборных конструкций из ПКМ / В. А. Пасечник, А. А. Хмуренко // Технологические системы. – 2016. – № 1. – С. 23–29.

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЗОВНІШНІХ ПОВЕРХОНЬ ЗОЛОТНИКІВ ДОВОДКОЮ

Шаповал А. В., студент; Савчук В. І., доцент, СумДУ, м. Суми

Золотник є одночасно запірним та регулюючим елементом в золотниковому гідравлічному розподільнику. Дві циліндричні поверхні Ø40h8 виконують головну функцію в роботі гідравлічного розподільника, а також забезпечують відсутність протікання рідини між поверхнями корпусу та золотника. Шорсткість двох циліндричних поверхонь Ø40h8 згідно вимог креслення знаходиться в межах $R_a=0,08-0,16$ мкм. Для досягнення зазначеної шорсткості в технологічному процесі обробки золотника передбачена оздоблювальна операція – притирання, яка виконується на токарному верстаті моделі 16К20. Обробка виконується інструментом у якому встановлена шліфувальна шкурка, ручним способом. За результатами такої обробки не забезпечується потрібна шорсткість для всієї партії заготовок, що пов'язана із суб'єктивним фактором обробки.

Зазначений недолік можна виправити завдяки заміні існуючої операції оздоблювальною, на якій застосувати верстат моделі 3Б814 [1]. Кінематична схема верстата дозволяє реалізувати метод притирання, але для стабільної шорсткості всієї партії деталей треба виконати модернізацію окремих його вузлів. Верстатом реалізуються кінематичні рухи інструмента та деталі. Останні вкладаються в спеціальні касети сепаратора, що дозволяє центрувати заготовки і розташовувати їх оброблювальні поверхні паралельно торцевим

Науковий напрям:

«Технології машинобудування»

поверхням нижнього і верхнього притирів. Притири мають обертальний рух назустріч друг другу [2]. Рух притирів дозволяє заготовкам, які розташовані в касетах, обертатися навколо своєї осі. Встановлено, що на точність форми і величину шорсткості поверхонь золотника впливає коефіцієнт тертя, значення якого за період обробки змінюється у великих межах [3]. З метою зменшення межі значень коефіцієнта тертя сепаратору додатково додають ультразвукові коливальні (УЗК) рухи. Для цього до сепаратора підключений спеціальний магнітострикційний вібратор, який виробляє УЗК рухи.

Запропонована кінематична схема обробки золотника дозволить забезпечити точність форми і шорсткість його поверхонь згідно технічних вимог креслення.

Список літератури

1 Тамбулатов, Б. Я. Доводочные станки / Б. Я. Тамбулатов. – М. : Машиностроение. – 1980. – 160 с.

2 Пат. 34322А Україна, МПК (2001) В24В 11/02. Пристрій для обробки куль / А. О. Шепелев, О. О. Пасічний: власник Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля НАН України. – №99063581; заявлено 24.06.1999; опубл. 15.02.2001. Бюл. № 1.

3 Орлов, П. Н. Технологическое обеспечение качества деталей методами доводки / П. Н. Орлов. – М. : Машиностроение. – 1998. – 384 с.

ПРОБЛЕМАТИКА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГИБКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОДУЛЕЙ

*Шелковой А. Н., профессор; Дмитренко О. С., студент,
НТУ «ХПИ», г. Харьков*

В современных реалиях, когда машиностроительным предприятиям для сохранения конкурентоспособности необходимо иметь возможность быстрой смены номенклатуры выпускаемых изделий, остро стоит проблема в максимально быстрой технологической подготовке и получении оптимальной структуры технологического процесса для заданных производственных условий. Данные сложности характерны для автоматизированных технологических систем, где развито применение гибких производственных модулей (ГПМ).

При подготовке технологического процесса в автоматизированных средах возникает сложность с выбором оптимального решения в связи со сложностью и многоуровневостью самой системы. Решением может служить разбиение производственной системы на более мелкие элементы и исследование их. Примером данного разбиения служит имитационное

моделирование элемента производственной системы на уровне отдельного ГПМ.

Имитационное моделирование одного ГПМ ставит своей задачей исследование последнего в условиях конкретной производственной среды. Во время моделирования конкретного ГПМ происходит определение набора состояний, в которых прибывает исследуемый модуль, в определенный момент модельного времени. При имитационном моделировании решается задача по определению целесообразности и эффективности использования ГПМ при заданных условиях производственной среды, определений условий устойчивой работы системы при изменении входных параметров системы.

Саму структуру модели, как и структуру технологического процесса (ТП), можно разделить на следующие составляющие: временную, пространственную и функциональную. Под временной составляющей следует понимать множество элементов ТП и их последовательностей на каждом этапе изготовления детали или изделия. Функциональная составляющая определяет порядок генерирования состояний и условий перехода между ними. Пространственная составляющая определяет пространственные привязки между элементами (положение детали в процессе обработки).

Формируя модель, необходимо четко определить характеристики каждого объекта, входящего в него. Каждая группа объектов характеризуется своим набором параметров. Например, для станочного оборудования и рабочего набор определяющих параметров будет различен. Как правило, такие параметры носят числовой характер.

При наложении на множество состояний, возможных в данной производственной среде, условий перехода из текущего состояния в последующее имеется возможность определения выходных параметров имитационной модели, таких как: время единичного цикла обработки модулем детали, затрачиваемая модулем мощность, временная диаграмма активности элементов ГПМ.

В имитационном моделировании ГПМ немаловажной и трудноразрешимой остается задача соответствия составленной имитационной модели реалиям, имеющимся в производстве. Справедливо будет отметить, что разумным является применение имитационных методов совместно с аналитическими на основе общих баз данных. Данный подход позволяет компенсировать недостатки каждой из групп методов. Методы из вышеперечисленных групп, применяемые при анализе ГПМ, разнятся по трудозатратности и соответствию реалиям.

Реализацией вышеупомянутых методов являются цифровые языки имитационного моделирования, которые функционально могут быть предназначены для имитации непрерывных и дискретных процессов. В условия ГПМ преобладающее место занимают дискретные процессы, которые могут быть описаны разноориентированными языками. Подобные языки

Науковий напрям:

«Технології машинобудування»

могут быть ориентированы на различные аспекты, такие как: события, действия, процессы и потоки сообщений.

Рассматривая пространственный аспект создания модели, возникает проблема в создании подсистемы имитации перемещений элементов оборудования, которая заключается в точном моделировании движений при относительно низкой трудоемкости. В существующих системах применяется два подхода к данному аспекту: рассмотрение однородных систем с большим количеством элементов и рассмотрение неоднородных малокомпонентных систем. Для повышения точности данные методы дополняются аналитическими, однако некоторые из них требуют приведения системы к детерминированному виду.

В существующих системах имитационного моделирования применяется синтез перечисленных выше методов, однако стоит отметить, что проблема адекватности выходных данных модели и ее трудоемкости остается актуальной, что приводит к созданию более новых и совершенных концепций и имитационных систем.

Список литературы

1 Тимофеев, Ю. В. Имитационное моделирование в задачах организационно-технологической подготовки гибкого производства / Тимофеев Ю. В., Шелковой А. Н. // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут": Зб. наук. праць. Тематичний випуск «Технології в машинобудуванні». – Харків: НТУ "ХПИ", 2003. – № 9, Т. 1. – С.77–84.

2 Добротворский, С. С. Повышение конкурентоспособности отечественного машиностроительного производства в современных условиях / [С. С. Добротворский, Е. В. Басова и др.] // Вестник Нац. техн. ун-та "ХПИ": сб. науч. тр. Темат. вып.: Технологии в машиностроении. – Харьков: НТУ "ХПИ". – 2014. – № 42 (1085). – С. 25–31.

ФОРМУВАННЯ ТИМЧАСОВИХ КОМПОНУВАНЬ ВЕРСТАТІВ ПІД ЧАС ЗМІНИ ОБ'ЄКТА ВИРОБНИЦТВА

Шелковий О. М., професор; Семченко М. С., аспірант, НТУ«ХПИ», м. Харків

Через мінливий ринок деталей постійно виникає необхідність переналадження виробництва і, як слідство, окремих верстатів. При зміні об'єкта виробництва найшвидшим способом налагодження нового процесу виробництва є використання тимчасових компонувань верстатів. Розглянемо компонування на прикладі гнучкого виробничого модулю (ГВМ) для обробки корпусів.

Гнучкий виробничий модуль є основною складовою частиною ГВС. ГВМ – це одиниця технологічного обладнання, автономно функціонуюча, автоматично здійснює весь цикл роботи, пов'язаний з виготовлення виробів, і має можливість бути вбудованою в ГВС. Крім обробки деталей, ГВМ виконують в автоматичному режимі накопичення заготовок завантаження заготовок в зону різання, вивантаження оброблених деталей, частковий або повний контроль точності обробки та інші допоміжні ні операції.

На рис. 1 представлені компонування: а) – з нерухомою стійкою і хрестовим поворотним столом, б) – з рухомими по одній осі координат поворотним столом і стійкою, в) – з нерухомих поворотним столом і крестовою стійкою, г) – з нерухомих по одній лінійній осі поворотно-похилим столом.

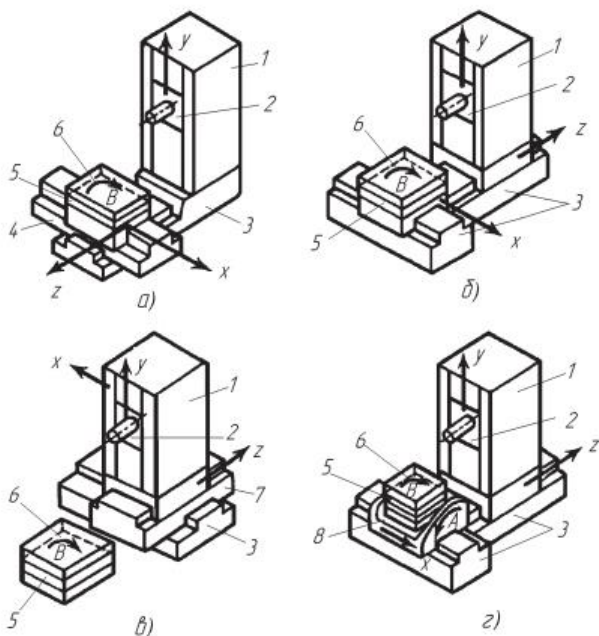


Рисунок 1 – Горизонтальні ГВМ для обробки корпусних деталей

На рис. 1 показані горизонтальні гнучкі виробничі модулі для обробки корпусних деталей. Стійка 1 з шпиндельною бабкою 2, що переміщається по ній у вертикальному напрямку, встановлюється або нерухомо, або переміщається по станині 3.

При нерухомій стійці 1 (рис. 1, а) поворотний стіл 5 зі столосупутником 6 переміщаються по двох взаємно перпендикулярним осям

Науковий напрям:

«Технології машинобудування»

координат за допомогою проміжних між ним і основою полозок 4, оснащених хрестоподібно розташованими верхніми і нижніми направляючими.

При рухливій в одному напрямку стійці 1 стол 5 також переміщується по одній лінійній осі координат (рис. 1, б).

Якщо ж стійка 1 за допомогою проміжних полозок 7 переміщається по двом взаємно перпендикулярним осям, то поворотний стіл 5 виконується нерухомим (рис. 1, в).

Компонування з нерухомим або столом, що переміщається тільки по одній осі координат 8, використовується у верстатах і модулях, де стіл 8 є поворотно-похилим і на ньому можуть оброблятися деталі з п'яти сторін і під різними кутами (рис. 1, г).

У типовий механообробний гнучких виробничих модулів входять багатопшпindelний верстат з числовим програмним керуванням і робот, керовані від ЕОМ, накопичувач заготовок і оброблених деталей і допоміжні пристрої (пристрої для видалення стружки з базових поверхонь, пристрої для контролю зносу інструменту і ін.).

Неодмінною якістю модуля є можливість вбудовування його в гнучку виробничу систему, внаслідок чого він повинен мати стандартні з'єднувальні пристрої, що дозволяють йому зістикуватися з автоматизованою транспортно-складською системою (АТСС) з центральною керуючою ЕОМ, а також окремими системами ЧПУ верстатів, роботів, самохідних візків [1].

Список літератури

1 Металлорежущие станки: учебник в 2-х т. / [Т. М. Аврамова, В. В. Бушуев, Л. Я. Гиловой и др.] : под ред. В. В. Бушуева. – М.: Машиностроение, 2011. – Т. 2. – 608 с.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ СФЕРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ТЕПЛА

*Ясенко А. В., студент; Перерва В. А., ст. преподаватель,
ДНУ им. О. Гончара*

Развитие теории ракетных двигателей, совершенствование ракетной техники и уровня производства за последние десятилетия привели к значительному улучшению характеристик жидкостных ракетных двигателей.

На космических летательных аппаратах широко используются двигательные установки с жидкостными ракетными двигателями, в которых для подачи компонентов топлива в камеру сгорания применяются две основные системы: вытеснительная и турбонасосная. Требуемые давления

компонентов топлива на входе в насосы двигателя обеспечиваются системой наддува топливных баков, шаробаллонами.

Традиционная технология изготовления шаробаллонов заключается в сварке плавлением (электронно-лучевая, лазерная или аргонодуговая сварка) двух полусфер. Технология включает сварку давлением двух листовых заготовок с мелкозернистой структурой по периметру и их последующую формовку газом (аргоном) в условиях сверхпластичности. Эта технология обеспечивает структурную однородность и изотропность механических свойств по всему объему сферического баллона. Кроме того, она позволяет изготавливать баллоны с повышенными механическими свойствами и надежностью.

Титановые деформируемые сплавы ВТ6, ВТ6С и ВТ14 с высокими прочностными и антикоррозионными свойствами применяют для изготовления полусфер шаробаллонов, которые характеризуются низкой теплопроводностью, теплостойкостью, высокой механической прочностью, коррозионной стойкостью, хорошей свариваемостью.

Целью данной работы является проведение анализа современных методов сварки титановых сплавов на выявление наиболее рационального способа, который обеспечит высокое качество сварного шва.

В настоящее время новой перспективной технологией является сварка разрядом полого катода в вакууме. Данный вид сварки, как и используемая электронно-лучевая сварка, относится к сварке высококонцентрированными источниками тепла.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТОЧНОСТИ ВЫТЯЖНЫХ ОПЕРАЦИЙ ПНЕВМОУДАРНОЙ ШТАМПОВКИ

Ясько С. Г., аспирант; Фролов Е. А., профессор, ПолтНТУ, г. Полтава

Известно, что при проектировании специальных вытяжных штампов с применением традиционных методов формообразования деталей, геометрические размеры матрицы определяют точностные параметры наружного контура, а размеры пуансона – внутреннего контура штампуемых деталей. Это правило лежит в основе существующих методик расчета исполнительных размеров рабочих частей штампа. Основное внимание при расчете уделяют правильному назначению допусков, которые должны обеспечить получение при сборке специализированных штампов оптимальных зазоров между рабочими частями штампа. Кроме того, за счет допуска на штампуемую деталь при расчете учитывают изменение размеров рабочих частей штампа в результате изнашивания, при котором размеры матрицы увеличиваются, а размеры пуансона уменьшаются.

При пневмоударной штамповке существующие методики расчета исполнительных размеров формообразующих частей штампов не могут быть применимы, так как жесткий пуансон при выполнении как разделительных операций, так и в некоторых операциях вытяжки отсутствует, а его функции выполняет жидкость или эластичная среда [1]. Также не учитываются зависимости, определяющие величины отклонений размеров отштампованных деталей под влиянием факторов, характерных для пневмоударной штамповки, что не позволяет оценить величины этих отклонений в любой момент времени эксплуатации штампа, прогнозируя их величину.

Поэтому предлагается при пневмоударной штамповке рассчитывать исполнительные размеры вытяжных матриц с учетом результирующей точности штампуемых деталей по следующим зависимостям.

$$D_m = d_o + \Delta\delta + y - \delta_m, \quad (1)$$

где D_m – исполнительный размер матрицы; $\Delta\delta$ – допуск на изготовление, детали; y – величина отклонения размеров штампуемых деталей под влиянием комплекса доминирующих факторов; δ_m – допуск на изготовление матрицы; d_o – исполнительный размер детали.

Тогда, после изготовления вытяжного штампа для пневмоударной штамповки размеры отштампованной детали можно определить по зависимости

$$d_o = D_m - \Delta\delta - y + \delta_m. \quad (2)$$

Обозначив $D_m^\phi = D_m - \Delta\delta + \delta_m$, получим:

$$D_o^\phi = D_m^\phi + y, \quad (3)$$

где D_m^ϕ – фактический размер вытяжной матрицы после ее изготовления; D_o^ϕ – фактический размер отштампованной детали.

Для подбора эмпирической аппроксимирующей зависимости величины отклонения размеров штампуемых деталей под влиянием комплекса доминирующих факторов y были проведены экспериментальные исследования, в которых определен основной комплекс доминирующих факторов методами [2, 3] многофакторного отсеивающего планирования. В качестве заготовок для исследования применялся листовой материал марок:

08кп, АМг-М, 12Х18Н10Т. Ниже приведена полученная зависимость, доминирующие факторы и значения области адекватности модели:

$$y = 20,31 \cdot s_3 - 0,16 \cdot d_3 - 1,9 \cdot 10^{-3} \cdot \sigma_e + 0,71 \cdot p_n + 6,23 \cdot 10^{-3} \cdot n \quad (4)$$

где s_3 – толщина штампуемого материала, мм (0,5÷2,0); d_3 – диаметр заготовки, мм (100÷250); σ_e – временное сопротивление разрушению, МПа (100÷600); p_n – давление прижима, МПа (1,5÷2,5), n – количество отштампованных деталей, шт. (2–6 x 10³).

Проверка полученной зависимости (4) показала, что полученные данные отличаются в пределах 10–12 % от расчетных, что вполне допустимо для применения при разработке технологического процесса, а также для оценки точности штампуемых деталей при эксплуатации штампов

Полученные в результате исследований значения величины y дают возможность учесть их при разработке технологического процесса, а также на стадии проектирования при расчете исполнительных размеров рабочих частей вытяжных штампов для пневмоударной штамповки.

Список литературы

1 Пневмоударная и статико-динамическая штамповка сложнорельефных листовых деталей упругими средами : моногр. / [Е. А. Фролов, А. Я. Мовшович, И. В. Манаенков и др.]. – Х.: УкрГАЗТ, – Краматорск: ДГМА, 2010. – 287 с.

2 Налимов, В. В. Теория эксперимента / В. В. Налимов. – М.: Наука, 1997. – 207 с.

3 Адлер, Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий [Текст] / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – М.: Наука, 1976. – 282 с.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ УСИЛИЯ РЕЗАНИЯ

*Анисимов В. В., аспірант; Чуприна А. Л., доцент; Семенец А. А., доцент,
ДВНЗ УДХТУ, м. Дніпро*

При современном развитии технологий в машиностроении обработка резанием остается важной частью технологического процесса и требует точных и простых методов расчета режимов резания и, как следствие, определения усилия резания.

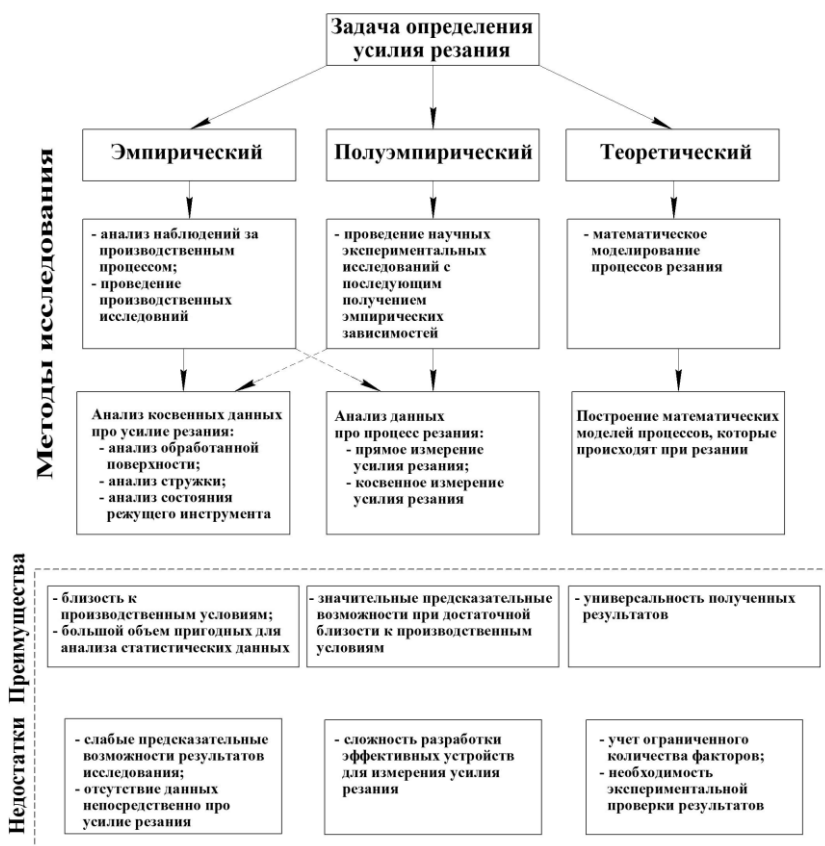


Рисунок 1 – Основные пути решения задачи предсказания усилия резания

Таким образом, существует множество путей определения и предсказания усилия резания.

Классическим подходом к определению усилия резания можно назвать полуэмпирический, который лег в основу многих справочников для технологов. Также существует некоторое количество приспособлений, позволяющих экспериментально измерять усилие резания при различных видах обработки. В последнее время наметилась тенденция к развитию теоретических методов определения.

Ранее авторами также был предложен ряд приспособлений для экспериментального определения усилия резания при точении [1–4].

В результате исследований стала очевидной необходимость обобщения и систематизации данных про подходы к решению задачи определения усилия резания.

Среди прочих следует выделить перспективное, на взгляд авторов, направление теоретических исследований, заключающееся в конечно-элементном моделировании зоны резания с помощью прикладных программ (SolidWorks, ANSYS). Такой подход дает довольно точные результаты из-за меньшего количества допущений (в сравнении с классическим математическим моделированием), но сохраняет преимущества теоретических методов.

Одним из наиболее перспективных, на взгляд авторов, является полуэмпирический путь, который позволяет совместить относительную простоту эмпирических и высокую точность теоретических методов.

Список литературы

- 1 Штучный, Б. П. Обработка пластмасс резанием. Справочное пособие / Б. П. Штучный. – М.: Машиностроение. – 1974. – 145 с.
- 2 Анисимов, В. В. Разработка приспособления для измерения усилия резания при точении / Анисимов В. В., Чуприна О. Л. // Труды VII Международной научно-практической конференции «Trans-Mech-Art-Chem». – М.: МИИТ. – 2010. – С. 8–9.
- 3 Кабат, О. С. Оптимизация режимов резания при механической обработке ароматического полиамида / О. С. Кабат, А. Л. Чуприна, В. И. Сытар, В. В. Анисимов // Вопросы химии и химической технологии. – 2011. – № 5. – С. 201–204.
- 4 Анисимов, В. В. Новая конструкция устройства для многокоординатного измерения усилия резания при точении / Анисимов В. В., Строчиков К. Н., Чуприна А. Л., Клименко А. П. // Тези доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Хімія і сучасні технології». – Дніпропетровськ. – 2013. – Том 1. – С. 107.

**ПРО МОДАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ОБРОБЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ**

Богатенко Н. В., студент; Євтухов А. В., доцент, СумДУ, м. Суми

Ефективність обробки деталей машин різанням істотно залежить від динамічних характеристик технологічної оброблювальної системи (ТОС). Ця залежність підтверджується численними науковими дослідженнями та виробничим досвідом. Тож наявність «паспорта» динамічних характеристик конкретної ТОС сьогодні є необхідним інструментом, що надасть змогу підвищити продуктивність та якість обробки деталей за рахунок призначення ефективних режимів різання та внесення змін у конструкцію «слабких» ланок ТОС.

Аналіз мод коливань (модальний аналіз) є ефективним експериментальним методом визначення динамічних характеристик ТОС на основі результатів вимірювань і аналізу вимушених механічних коливань. З'єднані з аналізатором датчик сили і акселерометр дозволяють проводити одночасні вимірювання динамічної сили збурення і результуючих механічних коливань досліджуваної конструкції ТОС. В результаті обробки даних, що здійснюється аналізатором, отримується інформація, необхідна для визначення динамічних характеристик досліджуваної конструкції. Ця інформація може бути використана для внесення змін в конструкцію ТОС. Також цей метод може бути використаний під час моніторингу конструкцій ТОС, що дозволятиме прогнозувати проведення регламентних робіт з технічного обслуговування ТОС.

Спрощене визначення аналізу мод коливань може бути зроблено шляхом порівняння його з частотним аналізом. При частотному аналізі складний сигнал розкладається в набір простих синусоїдальних хвиль з індивідуальними частотними і амплітудними параметрами. При аналізі мод коливань складна динамічна деформація конструкції, що здійснює механічні коливання, розкладається в набір простих мод з індивідуальними частотними параметрами і параметрами загасання.

Обумовлені експериментальним шляхом частотні характеристики механічних конструкцій вказують на присутність серій піків. Окремі піки чітко визначені при дискретних частотах, що вказує на резонанси, кожен з яких представляє собою характеристику системи з одним ступенем вільності. Якщо в результаті визначення частотних характеристик з підвищеною щільністю за частотою виявляються нові піки, то можна припускати присутність кількох резонансів. Внаслідок цього конструкція являє собою ніби набір окремих механічних систем з одним ступенем вільності. Це є основою аналізу мод коливань, за допомогою якого може бути проведений аналіз поведінки конструкції ТОС шляхом визначення і оцінки всіх резонансних частот або мод, наявних в характеристиках конструкції.

ПРОГРЕСИВНА КОНСТРУКЦІЯ ПРОТЯЖКИ ДЛЯ ВИСОКОШВИДКІСНОГО ПРОТЯГУВАННЯ ПАЗІВ У ДИСКАХ ГТД

Гайдай А. Р., аспірант НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», м. Київ

Операція протягування пазів у дисках газотурбінних двигунів (ГТД) характеризується високою трудомісткістю. Значна частина технологічного часу виготовлення ГТД витрачається саме на цю операцію. Шляхом вирішення цієї проблеми може бути застосування технології високошвидкісного протягування.

Одним із явищ, що супроводжує процес протягування на високих швидкостях є достатньо висока температура в зоні різання (близько 700°C). Окрім позитивного впливу на процес різання жароміцних сталей та сплавів [1], дане явище негативно впливає на матеріал інструменту [2].

На сьогоднішній день, робоча частина протяжок для обробки пазів у дисках ГТД виготовляється з різних марок швидкорізальних сталей, таких як: P6M5K5MP, P18, ASP2060 тощо. Серед основних переваг таких інструментальних матеріалів можна зазначити їх високу оброблюваність, що безумовно важливо при виготовленні складнофасонного інструменту, але термостійкість цих матеріалів не перевищує 640°C, що унеможливає їх застосування в умовах високошвидкісного різання. Через це виникає необхідність використання інструменту оснащеного тврдосплавною робочою частиною [3].

Метою роботи є розробка конструкцію протяжки, яка б відповідала усім вимогам міцності, надійності та технологічності в умовах серійного виробництва ГТД і могла б бути виготовлена на базі інструментального виробництва комплексу газотурбобудування, використана при високих швидкостях різання жароміцних сталей та сплавів.

При виборі методу з'єднання різальної частини інструменту з корпусом як правило застосовують один із трьох варіантів: інструмент з механічним кріпленням робочих елементів (рис. 1) [4], збірні конструкції з використанням клею або припою (рис. 2) [5], інструмент виготовлений з допомогою комбінації перерахованих вище методів.

До переваг збірного інструменту можна віднести його порівняно високу ремонтпридатність, можливість використання деяких стандартизованих деталей. Серед недоліків даного методу слід відмітити підвищення вимог до точності механічного оброблення збірних елементів та необхідність виготовлення змінних різальних тврдосплавних елементів складної форми. Також до недоліків інструменту з механічним кріпленням можна віднести складність виготовлення інструменту малих габаритів.



Рисунок 1 – Конструкції протяжок з механічним кріпленням робочих елементів

Рисунок 2 – Складені конструкції протяжок

Протяжки виготовлені із застосування операцій склеювання або напаявання мають значно простішу конструкцію, мають невеликі габарити. До недоліків збірної конструкції можна віднести недостатню надійність клейових з'єднань [5]. Окрім того, технологія напайки пластин потребує спеціального обладнання, такого як вакуумні печі, що також можна віднести до недоліків технології виготовлення складених протяжок.

В результаті проведеного аналізу було прийнято рішення створити гібридну конструкцію з використанням вище названих можливих переваг. Оскільки основними критеріями оцінки були надійність простота та технологічність конструкції, то таким інструментом стала протяжка, що містить 3–4-ох зуби коронки з напаяними тврдосплавними пластинами. Коронки виготовляються із конструкційної сталі та вклеюються в корпус (рис. 3).

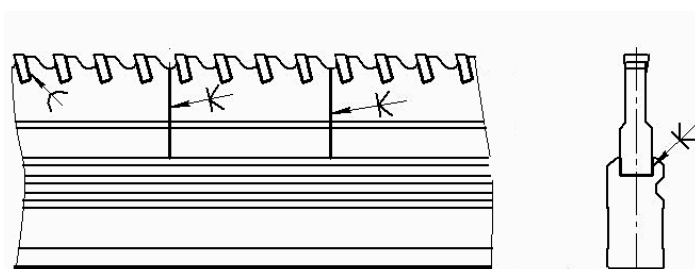


Рисунок 3 – Удосконалена конструкція інструменту для високошвидкісного протягування

Така конструкція була прийнята у зв'язку з тим, що напаявання невеликої кількості пластин можна проводити без наявності вакуумної печі, а за допомогою термічних індукторів. Довжина наявних у виробництві індукторів не більше 100–150 мм, що дозволяє напаяти не більше 3–4 пластин за один раз. Після цього коронки вклеюються в корпус для кінцевої обробки.

Це конструктивне рішення є найкращим для проведення випробувань та освоєння нової технології протягування. Після проведення випробувань та отримання результатів конструкція може бути проведена її подальше вдосконалення.

Список літератури

- 1 Макаров, В. Ф. Интенсификация процесса протягивания труднообрабатываемых материалов : Дис. ... д-р техн. наук / В. Ф. Макаров. – М.: СТАНКИН, 1998.
- 2 Лоладзе, Т. Н. Прочность и износостойкость инструмента / Т. Н. Лоладзе. – «Машиностроение», 1982 – 189 с.
- 3 Пронкин, Н. Ф. Протягивание протяжками из твердых сплавов / Н. Ф. Пронкин. – М.: Машиностроение, 1966. – 108 с.
- 4 Скиженок, В. Ф. Высокопроизводительное протягивание / Скиженок В. Ф., Лимешонок В. Д., Цегельник В. П. // Машиностроение. – 1990. – № 3. – С. 66–86.
- 5 Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов. Справочник / [Баранчиков В. И., Жаринов А. В., Юдина Н. Д. и др.]. – М.: Машиностроение, 1990. – 182 с.

ПРО ФАКТОРИ, ЯКІ СПРИЧИНЯЮТЬ ДИСБАЛАНС ШЛІФУВАЛЬНОГО КРУГА

Груша К. І., студент; Євтухов А. В., доцент, СумДУ, м. Суми

Основною причиною виникнення похибок поверхні під час шліфування є відносні коливання оброблюваної та інструментальної поверхонь. Коливання інструментальної поверхні (шліфувального круга (ШК)) здебільшого визначаються його дисбалансом. Так, для ефективного використання сучасних шліфувальних верстатів та інструмента необхідно використовувати збалансовані круги та допоміжне оснащення.

Дисбаланс ШК багато в чому визначається якістю самих кругів [1]:

- а) точність посадочного отвору ШК (рис. 1, а);
- б) однорідність ШК (рис. 1, б);
- в) непаралельність бокових поверхонь ШК (рис. 1, в);
- г) концентричність посадочного отвору та робочої поверхні ШК (рис. 1, г).

Ще одним ключовим фактором, який визначає невірноваженість ШК є нерівномірний розподіл ЗОР в об'ємі круга. За даними [1] круг марки 220# WA 1A1 може утримувати ЗОР масою більше 16 % від своєї маси. Для того, щоб ЗОР вийшла з об'єму круга може знадобитися від декількох хвилин до декількох годин у залежності від в'язкості ЗОР та пористості круга.

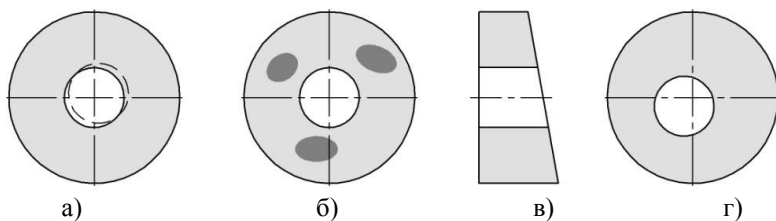


Рисунок 1 – Причины дисбалансу шліфувального круга

Слід враховувати, що правка і балансування ШК – нерівнозначні операції. Регулярна і якісна правка ШК має велике значення для формування правильної геометрії робочої поверхні круга, її топографії. Неврівноваженість круга змінюється в процесі його правки, при його зношенні та профілюванні, а балансування круга є необхідним заходом.

Список літератури

1 Rowe, W. B. Principles of Modern Grinding Technology / W. B. Rowe – Oxford : William Andrew (Elsevier), 2009. – 418 p.

СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ВИБРАЦИЙ ПРИ ПЛОСКОМ ШЛИФОВАНИИ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ ПЕРИФЕРИЕЙ КРУГА

Доброскок В. Л., професор, НТУ «ХПИ», г. Харьков

Шпилька А. Н., ст. препод., ПНТУ им. Ю. Кондратюка, г. Полтава

На современном этапе абразивно-алмазная обработка характеризуется поиском путей повышения производительности и экономичности процесса, качества и точности обрабатываемых деталей. Одним из факторов, в значительной мере определяющим эффективность процесса шлифования, является уровень вибраций.

Возникновение волн на рабочей поверхности круга вследствие неравномерности ее износа приводит к резкому ухудшению выходных показателей процесса шлифования. С появлением волнистости повышаются вибрации системы СПИД, происходит ускоренный износ круга и ухудшается качество обработки изделий, особенно режущих кромок инструмента. При дальнейшем шлифовании высота волнистости увеличивается, достигая значений, определяемых амплитудно-частотной характеристикой системы СПИД. Из теории механических колебаний известно, что частота колебаний колебательной системы совпадает с частотой возбуждающего воздействия в том случае, если частота последнего превышает собственную частоту системы. Возникновение возбуждающей силы было предложено обеспечивать

путем формирования на рабочей поверхности кругов рационального продольного профиля.

В ходе исследований в качестве метода формообразования продольного профиля рабочей поверхности алмазных кругов было выбрано электроэрозионное воздействие на токопроводящую связку по совмещенной схеме. Экспериментальные исследования производились для плоского шлифования труднообрабатываемых материалов периферией круга. Электроэрозионное воздействие осуществлялось при следующих управляющих параметрах: ток управления и характеристики его импульсов (частота, скважность, форма). В качестве регулируемых характеристик процесса приняты характеристики волнистости, развитость режущего рельефа.

Экспериментальные исследования производились в условиях синхронизации импульсов технологического тока с частотой вращения алмазного круга. Примеры сравнительных испытаний представлены на рис. 1.

В ходе процесса шлифования с формообразованием продольного профиля рабочей поверхности круга (рис. 1, б) было зарегистрировано существенное снижение уровня и возрастание частоты колебаний в сравнении с традиционным шлифованием (рис. 1, а).

Результаты экспериментов показали, что волнистость продольного профиля алмазных кругов с рациональными параметрами в ходе обработки обеспечивает возникновение дополнительной пульсирующей силы с частотой, превышающей собственную частоту колебаний системы шлифования, что обеспечивает существенное снижение уровня вибрации.

ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ НАРІЗНИХ З'ЄДНАНЬ, ВИКОНАНИХ В АРМОВАНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРАЛАХ

Довгополов А. Ю., аспірант; Некрасов С. С., доцент, СумДУ, м. Суми

На теперішній час для різних конструкцій, вузлів механізмів машин, будівництва, машинобудування та інших галузей широко застосовують конструкції з металів, пластмас і наповнених пластиків, які містять нарізні з'єднання деталей. Основною метою вдосконалення застосовуваних конструкцій апаратів і машин є зниження їх маси і розмірів з одночасним поліпшенням характеристик міцності, підвищенням надійності і довговічності. Для того, щоб вирішити поставлене завдання, проводиться заміна традиційно застосовуваних металів та їх сплавів на сучасні матеріали, які нічим не поступаються за своїми фізико-механічними характеристиками – композиційні матеріали.

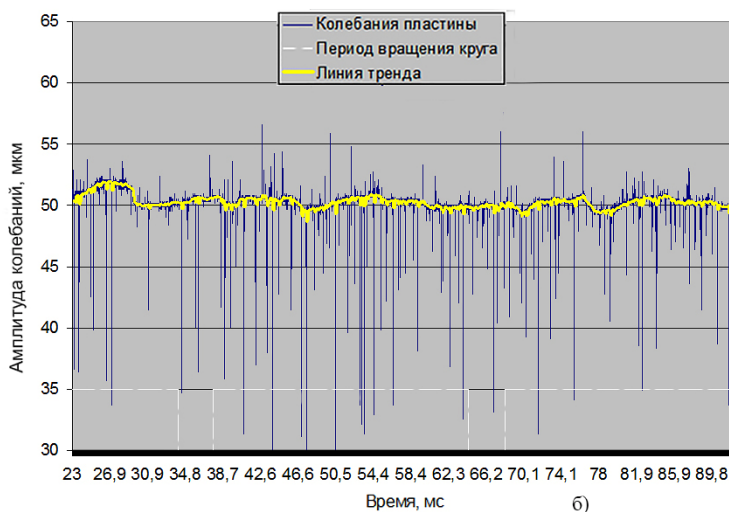
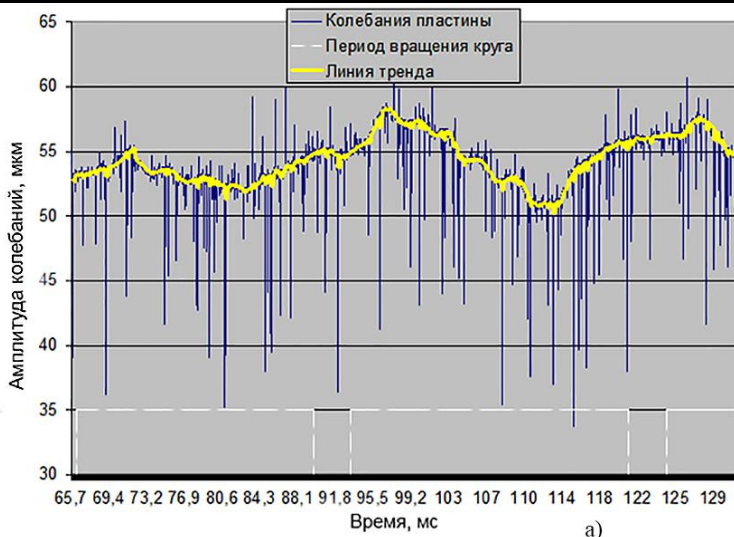


Рисунок 1 – Сравнение уровня вибраций в ходе традиционного алмазного шлифования (а) и шлифования с формообразованием продольного профиля рабочей поверхности круга (б)

Міцність нарізних металевих з'єднань значно перевищує міцність аналогічних з'єднань конструкцій з армованих композиційних матеріалів. Під час виготовлення й експлуатації багат шарових конструкцій на міжшарових поверхнях

контакту жорстких армованих шарів відбувається утворення тонкого м'якого клейового шару, а також різного роду структурних недосконалостей, наприклад зон непроклеїв або розшарувань, через що не виконується умова ідеального контакту. Саме представлені дефекти найбільше впливають на якість та міцність нарізних з'єднань в армованих композиційних матеріалах.

Саме тому, авторами запропонована ідея для вдосконалення нарізних з'єднань деталей виготовлених в армованих композиційних матеріалах. Для цього було проведено дослідження міцності звичайного метричного нарізного з'єднання, виготовленого в армованому композиційному матеріалі, з аналогічним з'єднанням, запропонованим авторами, нарізним з'єднанням з круглою різзю.

За рахунок зміни певних параметрів круглої різі таких як крок різі та глибини профілю, встановлена можливість впливу представлених параметрів на міцність даного нарізного з'єднання.

Для виготовлення поверхні такого з'єднання було запропоновано принципово новий спосіб оброблення. Запропонована нова технологія разом з новим типом гвинтової поверхні та профілю дозволили отримати якісну поверхню на деталях з композиційних матеріалів. Разом з якістю поверхні забезпечується висока продуктивність виготовлення роз'ємних з'єднань на деталях з армованих композиційних матеріалів.

На основі отриманих результатів встановлена можливість виконання якісних нарізних з'єднань в армованих композиційних матеріалах.

РОЗРАХУНОК РАДІАЛЬНОЇ ГЛИБИНИ РІЗАННЯ ПРИ КІНЦЕВОМУ ФРЕЗЕРУВАННІ З АВТОКОЛИВАННЯМИ

Дядя С. І., доцент; Штанкевич В. С., старший викладач; Зубарев А. Є., аспірант; Старіков В. А., студент, ЗНТУ, м. Запоріжжя

Вибір швидкості різання при обробці на металорізальних верстатах пов'язаний з температурними можливостями різального інструменту та механічними властивостями оброблюваного матеріалу. При цьому на фрезерних верстатах слід враховувати, якою буде швидкісна зона [1]. Чорнове та напівчистове фрезерування важкооброблюваних матеріалів припадає на третю швидкісну зону, для якої характерна наявність автоколивань. Відомий їх вплив на якість оброблюваної поверхні, стійкість інструменту та продуктивність [2]. Для зниження інтенсивності автоколивань при фрезеруванні використовують різні демпфуючі заходи, як технологічні, наприклад збільшення подачі, так і конструктивні, наприклад збільшення кута нахилу гвинтової різальної крайки. Але автоколивання можуть сприяти процесу стружкоутворення, зменшенню сил тертя за умови, що їх амплітуда не буде перевищувати 10–15 мкм.

Науковий напрям:

«Процеси механічної обробки, верстати та інструменти»

Аналіз осцилограм, що отримані при дослідженні попутного та зустрічного кінцевого циліндричного фрезерування, показує, що амплітуда автоколивань зростає поступово при збільшенні радіальної глибини різання. За осцилограмами визначається час різання для умов, коли амплітуда автоколивань не перевищує допустиме значення і за формулою розраховується радіальна глибина різання a_e :

$$a_e = r \cdot \left(1 - \cos \left(\frac{\pi \cdot n}{30} \cdot t_{pi3} - \frac{S_z}{d} - \frac{2 \cdot a_p \cdot tg \omega}{d} \right) \right),$$

де n – частота обертання шпинделя, об/хв.; t_{pi3} – час різання, хв.; S_z – подача на зуб, мм/зуб; ω – кут нахилу гвинтової різальної крайки фрези, град; d – діаметр фрези, мм.; a – осьова глибина різання, мм.

Список літератури

1 Дядя, С. И. Систематизация колебаний при концевом фрезеровании тонкостенных элементов деталей / [С. И. Дядя, Е. Б. Козлова, Э. В. Кондратюк, А. Е. Зубарев, В. А. Кришталь] // Вестник двигателестроения. – 2016. – № 1. – С. 68–71.

2 Каширин, А. И. Исследование вибраций при резании металлов / А. И. Каширин. – Москва-Ленинград: изд-во академии наук СССР, 1944. – 144 с.

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ФРЕЗЕРНО-ГРАВІЮВАЛЬНОГО ВЕРСТАТУ МОДЕЛІ ROLAND MDX-20 У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

Евдокименко О. В., студент; Кіянвський М. В., професор; Бондар О. В., доцент; Петров С. О., асистент, ДВНЗ «КНУ», м. Кривий Ріг

В останній час в Україні все більше підприємств переходять на автоматизацію свого виробництва. Щоб вижити в нелегких умовах конкуренції, підприємствам доводиться як можна швидше випускати нові вироби, знижувати їх собівартість і підвищувати якість. У цьому їм допомагають сучасні системи автоматизованого проектування (САПР), що дозволяють полегшити весь цикл розробки виробів. Тому, задача кафедри технології машинобудування – підготувати технологів-програмістів високої кваліфікації. Для цього в навчальному процесі поглиблено вивчаються САМ-системи, які призначені для підготовки керуючих програм для верстатів з ЧПК, орієнтовані на використання ЕОМ.

За допомогою фрезерно-гравіювального верстату моделі ROLAND MDX-20 та програмного забезпечення, що входить в комплект поставки, студенти кафедри моделюють та виготовляють деталі різної конфігурації. А за

XVI ММНТК «МАШИНОБУДУВАННЯ ОЧИМА МОЛОДИХ:

прогресивні ідеї – наука – виробництво», 26–29 жовтня 2016 року, м. Суми

допомогою програми Virtual MODELA мають змогу переглянути процес обробки з урахуванням обраного інструменту, а також побачити чистоту та час обробки. ROLAND обробляє модельний віск, латунь, дерево, пластики, алюміній та акрилове скло (рис. 1).

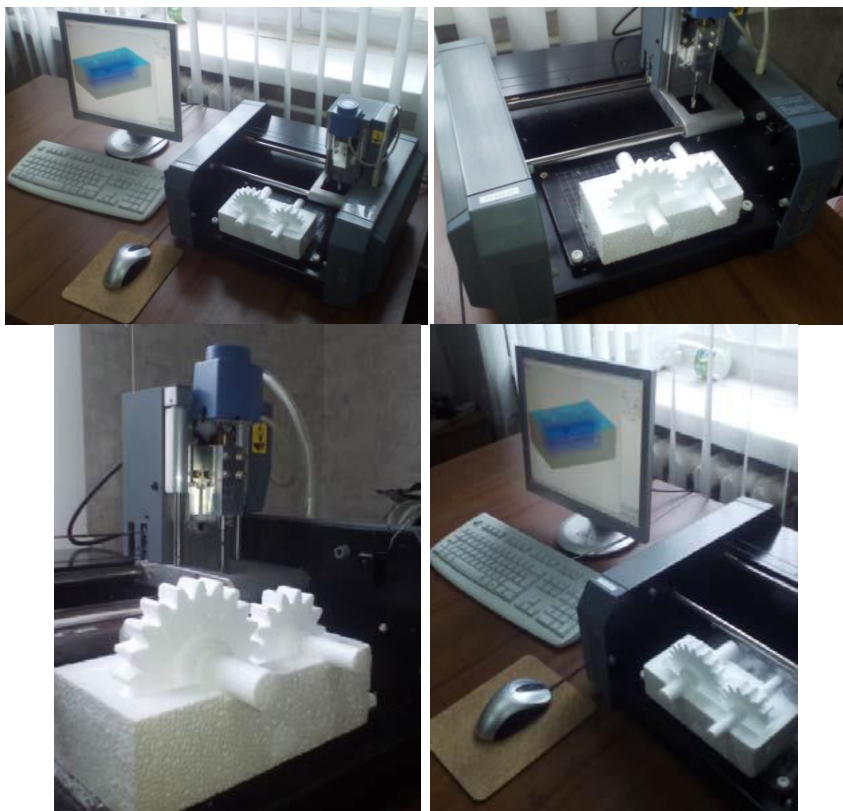


Рисунок 1 – Організація робочого місця для навчання студентів програмуванню процесу обробки

Розглянуто технологічний процес виготовлення спрощеного макету одноступінчатого циліндричного редуктора на верстаті ROLAND MDX-20, що дозволяє проаналізувати широкий спектр технологічних можливостей цього обладнання.

Практичне використання САМ-систем, а саме моделювання та програмування процесу обробки, в навчальному процесі забезпечить якісну підготовку технологів-програмістів.

Науковий напрям:

«Процеси механічної обробки, верстати та інструменти»

**ХОНІНГУВАЛЬНИЙ ІНСТРУМЕНТ
ДЛЯ ФІНІШНОГО ОБРОБЛЕННЯ ТОЧНИХ ОТВОРІВ
ІЗ ПЕРЕРИВЧАСТИМИ ПОВЕРХНЯМИ**

*Залога В. О., професор; Рибалка П. В., аспірант, СумДУ, м. Суми
Пирогов О. Д., головний інженер виробництва атомних енергетичних насосів
і комплектуючого обладнання ПАТ «Сумське НВО», м. Суми*

Фінішне оброблення точних отворів (ІТ7–ІТ8) із переривчастими поверхнями, наприклад, шліцевими або шпонковими пазами, зазвичай виконують за допомогою хонінгувальних головок (ХГ). Якість обробленої поверхні, продуктивність і вартість процесу хонінгування багато в чому залежать від вірного вибору конструкції хонінгувального інструменту (ХІ), обладнання і пристрою для закріплення оброблюваної деталі. Разом з тим, при хонінгуванні таких поверхонь традиційними ХІ найчастіше неможливо отримати такі відхилення форми, які б могли забезпечувати потрібну високу точність відповідальних складальних одиниць, наприклад, роторів високооборотних відцентрових компресорів або насосів, що може супроводжуватись суттєвим зниженням їхньої працездатності та довговічності. В першу чергу неможливість забезпечення традиційними ХІ вимог до точності отворів з пазами в значній мірі залежить від методу їх формування. Наприклад, при обробленні пазів довбанням, яке, як правило, застосовується у тих випадках, коли вони закриті (глухі) (рис. 1, а), на їх краях (кромках) формуються задирки та спучування, які суттєво ускладнюють процес забезпечення необхідної точності отвору з пазом. Метою даної роботи є удосконалення як процесу фінішного оброблення точних отворів із закритими пазами після їх довбання, так і конструкції ХІ.

Щодо підвищення ефективності процесу оброблення точних отворів з глухими шпонковими пазами запропоновано додатково до хонінгувальної операції виконувати процес притирання-доведення за допомогою спеціально розробленого нового «гібридного» інструменту, який отримав назву «хонівікінчивника», який працює з використанням прецизійної абразивно-шліфувальної шкурки з точною товщиною та направленими зернами [1].

Під час вибору конструкції ХІ в першу чергу слід враховувати принцип роботи, конструктивні особливості і технологічне призначення тих її частин, які визначально впливають на його роботу в цілому і, відповідно, на точність і якість деталі. Однією з основних частин ХІ є хонінгувальна головка (ХГ), що штангою з'єднується зі шпинделем верстату. Треба мати на увазі ту обставину, що на теперішній час існує велика кількість типів і видів конструкцій ХГ, які відрізняються одна від одної кількістю рядів і типами брусків, методами їх закріплення, особливостями конструкції кріпильних елементів, механізмами трансформації зусилля приводу розтиску брусків і виду приводу розтиску

брусків тощо. Саме конструкція ХГ у вирішальній мірі визначає ефективність процесу хонінгування, його можливості виправлення похибок і отримання правильної геометричної форми оброблюваного отвору [2].

Зазвичай ХГ складається з трьох кінематично зв'язаних одна з одною частин: приводу розтиску брусків, механізму трансформації зусилля привода розтиску брусків і робочого елемента ХГ. Робочим елементом ХГ є абразивний брусок – це елемент, що безпосередньо здійснює процес хонінгування. Найчастіше він закріплюється на спеціальних елементах 1 (рис. 1, б), які називаються колодками.

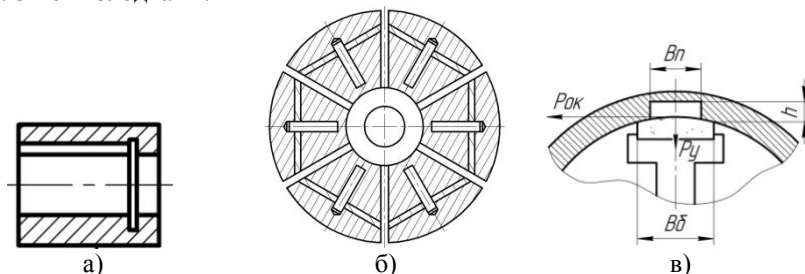


Рисунок 1 – Головка для хонінгування та притирання отворів з переривчастими поверхнями

Для обробки отворів з пазом запропоновано застосовувати ХГ з широкими брусками (рис. 1, в). Ширина бруска вибирається з розрахунку рівномірного розподілу тиску на оброблювану поверхню, перекриття переривчастої поверхні та потужності верстату. Ширину бруска пропонується вибирати із співвідношення:

$$B\delta = (1,5 - 2) \cdot Bn. \quad (1)$$

При такій конструкції головки забезпечується робота ХГ без ударів, характерних для випадків, коли ширина бруска $B\delta$ є меншою від ширини пазу Bn .

Для підвищення ефективності процесу хонінгування доцільно використовувати алмазні або гексанітові бруски.

Список літератури

- 1 Залога, В. О. Підвищення точності обробки отворів з глухими шпонковими пазами / В. О. Залога, О. Д. Пирогов, П. В. Рибалка, Є. В. Діденко // Високі технології в машинобудуванні. – 2014. – Вип. 1 (24). – С. 80–91.

Науковий напрям:

«Процеси механічної обробки, верстати та інструменти»

2 Бабичев, А. П. Хонингование / А. П. Бабичев. – М.: Машиностроение, 1965. – 96 с.

ВИЗНАЧЕННЯ КОРИСНОГО КРУТНОГО МОМЕНТУ ПІД ЧАС МАГНІТНО-АБРАЗИВНОГО ОБРОБЛЕННЯ

Майборода В. С., професор; Джулій Д. Ю., асистент; Слободянюк І. В., асистент, НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», м. Київ

Під час магнітно-абразивного оброблення (МАО) на верстатах з великою робочою зоною значний вплив на умови оброблення мають динамічні параметри взаємодії магнітно-абразивного інструменту (МАІ) з оброблюваними поверхнями деталей. Вони в основному залежать від умов базування деталей в робочій зоні та відносної швидкості руху оброблюваних поверхонь відносно МАІ. Тому актуальною задачею є визначення впливу обертання деталі навколо власної осі на сили, що виникають при цьому. Для цього було виконано експериментальне визначення корисного моменту на валу шпинделя при обробленні циліндричних деталей діаметром 10 мм (матеріал – сталь 40Х13) при їх вертикальному розташуванні.

Умови оброблення: порошок – S330 1200/900 мкм, індукція магнітного поля в порожній магнітній щілині 0,175 Тл, обертання деталі навколо осі кільцевої ванни за годинниковою стрілкою $V_b = 300$ об/хв., обертання оправки навколо власної осі V_o було як за годинниковою стрілкою, так і проти. Попередньо було визначено загальний електричний опір двигуна, його величина склала $r_{oe} = 0,448$ Ом. Корисний момент визначали як різницю між моментом при навантаженні та моментом холостого ходу, при цьому виключаються теплові, електромагнітні, та механічні втрати. Отримані результати представлено на рис. 1.

Експериментально встановлено, що при збільшенні кутової швидкості обертання оправки навколо власної осі, величина корисного крутного моменту збільшується для обох напрямків, що свідчить про її значний вплив на умови взаємодії МАІ з оброблюваними поверхнями. При обертанні оправки за годинниковою стрілкою його величина зростає від 0,29 до 0,42 Н·м, а для обертання проти – ці величини значно менші і змінюються від 0 (для 200 об/хв.) до 0,3 Н·м. Тому для більш ефективного оброблення необхідно вибирати V_o не менше 400 – 500 об/хв.

Різна величина моментів отримана при протилежних напрямках обертання V_o утворюється за рахунок різних умов взаємодії МАІ з деталлю. В роботі [1] встановлено, що величина магнітного поля поблизу внутрішнього полюсного наконечника більша ніж біля зовнішнього. В результаті цього при обертанні оправки за годинниковою стрілкою біля внутрішнього полюсного наконечника утворюється своєрідна зона заклинювання МАІ (рисунок 2), а

сила на валу шпинделя направлена на протидію цьому. І навпаки, під час обертання V_0 проти годинникової стрілки такої зони не утворюється, що і пояснює меншу величину корисного крутного моменту.

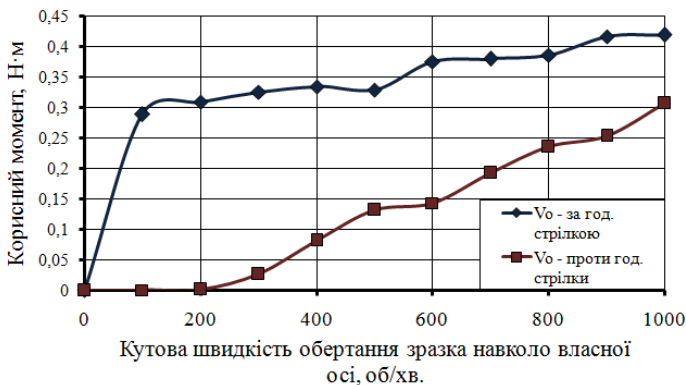


Рисунок 1 – Залежність корисного моменту від кутової швидкості обертання оправки навколо власної осі

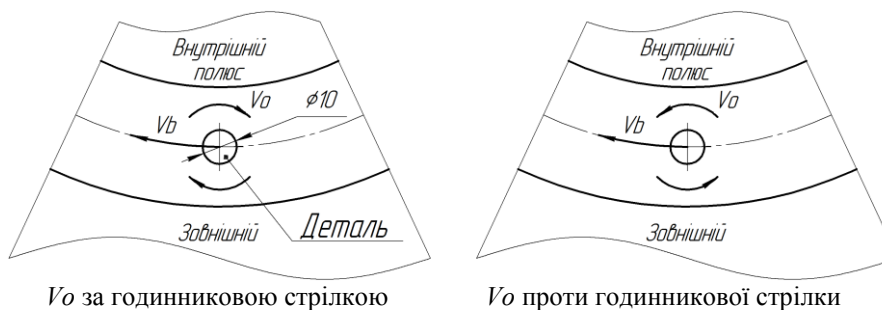


Рисунок 2 – Схема оброблення вертикально встановлених зразків

Таким чином, під час МАО стержневих деталей діаметром 10 мм з сталі 40Х13 на величину корисного крутного моменту на валу шпинделя значний вплив має співвідношення напрямків обертання деталі навколо осі кільцевої ванни та власної та їх величини. При співпаданні напрямків обертання момент більший, ніж при їх протилежних напрямках. Для ефективного оброблення таких деталей необхідно вибирати швидкість V_0 не менше 400 – 500 об/хв при швидкості руху деталі вздовж робочої зони 3 м/с.

Список літератури

1 Ткачук, І. В. Формування магнітно-абразивного інструменту зі стабільними властивостями в робочих зазорах кільцевого типу: дис. ... канд. техн. наук: 05.03.01 / Іванна Валентинівна Ткачук. – К., 2015. – 164 с.

КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ПОХОДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ ДЕФЕКТІВ НА ОПЕРАЦІЯХ БЕЗЦЕНТРОВОГО ШЛІФУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ ОБЕРТАННЯ

Марчук В. І., професор; Марчук І. В., докторант; Олексин М. В., аспірант; Ештеівілі А. М., аспірант, Луцький НТУ, м. Луцьк

Аналіз виробничих дефектів на безцентрово-шліфувальних операціях показав, що до 30 % всіх дефектів поверхонь обертання після шліфування відноситься до температурних. Тому, встановлення раціональних температурних параметрів та їх взаємозв'язків з показниками процесу безцентрово-шліфування заготовок в умовах переналагоджувального виробництва є актуальною науково-технічною проблемою та вимагає ретельного аналізу причин походження та видів температурних дефектів та пошуку методів і засобів їх усунення.

Наприклад, під час шліфування доріжок кочення кілець підшипників серії 7000 заготовка на безцентрово-шліфувальній операції на верстаті SASL5AD базується за допомогою попередньо обробленої зовнішньої циліндричної поверхні, тому неточності базування передаються на неточність оброблення внутрішньої доріжки кочення поверхонь обертання.

На рис. 1 показана схема класифікації процесів, що впливають на виникнення теплових дефектів під час шліфування.

Існують наступні основні напрямки забезпечення регламентованої якості поверхні під час шліфування сплавів типу ШХ, схильних до виникнення теплових дефектів.

1. Вибір характеристик круга (тип абразиву, зернистість, номер структури, твердість, зв'язка) [1, 3].

2. Вибір раціональних або оптимальних режимів різання [3, 4].

3. Управління ріжучою здатністю круга безперервною або періодичною правкою, або гідроочищенням [1, 4].

4. Зниження рівня вібрацій в зоні різання [2, 3].

5. Управління значеннями складових сил різання.

6. Пружне шліфування.

7. Управління динамікою процесу [2, 3].

8. Вибір типу та марки ЗОР [3] або заміна способу підведення ЗОР в зону оброблення, в тому числі застосування композиційних, переривчастих або перфорованих шліфувальних кругів [2–4].

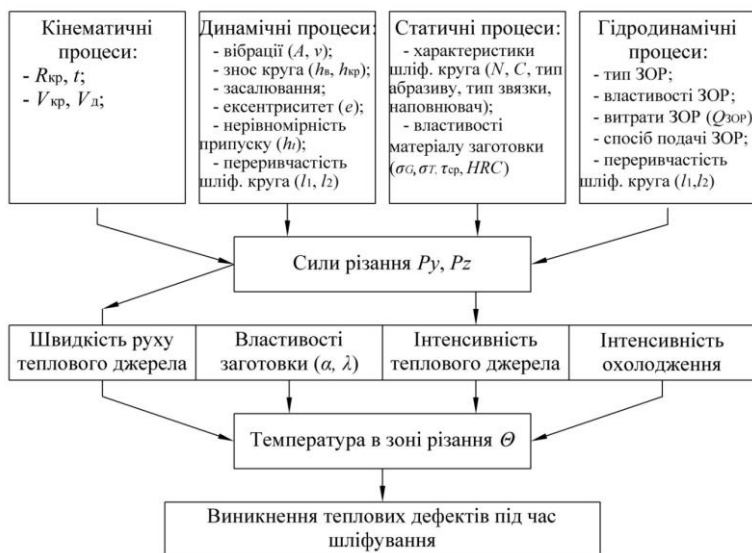


Рисунок 1 – Класифікація процесів, що впливають на виникнення теплових дефектів

Список літератури

- 1 Лебедев, В. Г. Автоматическое управление качеством деталей машин при шлифовании / В. Г. Лебедев. – Киев: Знание, 1981. – 25 с.
- 2 Марчук, В. И. Управление параметрами качества рабочих поверхностей колец конических роликоподшипников / В. И. Марчук, В. Т. Михалевич // Физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве: труды 5-й международной научно-технической конференции. – Харьков: ХНПК ФЭД, 2002. – С. 127–130.
- 3 Равенець, Л. М. Моделювання динамічних процесів операцій безцентрового шліфування поверхонь обертання / Равенець Л. М., Марчук В. І., Марчук С. В. // Збірник наукових праць: Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві. – Одеса: АО Бахва, 2013. – Випуск №1 (2). – С. 154–160
- 4 Рыжов, Э. В. Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин / Э. В. Рыжов, А. Г. Суслов, В. П. Федоров. – М.: Машиностроение, 1979. – 176 с.
- 5 Якимов, А. А. Технологические основы обеспечения и стабилизации качества поверхностного слоя при шлифовании зубчатых колес / А. А. Якимов. – Одесса : «Астропринт», 2003. – 456 с.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ОСОБЕННОСТИ
ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННЫХ СТАНКОВ**

Медведев М. О., студент; Коротун Н. Н., доцент, СумГУ, г. Сумы

В настоящее время детали, узлы машин и приборов отличаются большим разнообразием конструкций и применяемых материалов, для обработки которых известные методы механообработки затруднены или неприменимы. В таких случаях для обработки сложнопровольных деталей, которые выполнены из труднообрабатываемых материалов, широкое применение нашли электроэрозионные станки. Несмотря на всерасширяющееся применение в промышленности процессов электрообработки, возможности электроэрозионной обработки пока используются не в полной мере. Основным достоинством технологии ЭЭ является возможность обрабатывать токопроводящие материалы независимо от их механических свойств. По технологическому назначению станки для ЭЭ обработки делятся на два основных типа – копировально-прошивочные и проволочно-вырезные. Копировально-прошивные станки позволяют обрабатывать фасонные отверстия и полости, внутренние и наружные поверхности тел вращения, производить шлифование, разрезание. Возможно получение винтовых и эвольвентных поверхностей, а также различных внутренних фасонных отверстий и полостей с прямым, обратным и переменным конусом. В копировально-прошивных станках электрод-инструмент фасонный, его форма является обратной копией той полости, которую предстоит обрабатывать. Электрод-инструмент в проволочно-вырезных станках представляет собой непрерывно перематываемую проволоку. Особенности конструкции станков определяют их технологические преимущества: не требуется фасонный инструмент, нет необходимости делать поправки на износ электрода, возможно получение мелких деталей сложной формы, в том числе деталей с эквидистантным профилем (матрицы, пуансоны) с использованием одной программы ЧПУ. Некоторые примеры технологических возможностей ЭЭ проволочно-вырезной обработки представлены в докладе: вырезка матриц штампов, пуансонов, экструзионных фильер, частей прессформ, деталей сложной конфигурации, любых зубчатых колес, вырезка окон малых размеров, конусная вырезка и вырезка деталей с разными сопрягаемыми контурами. Но несмотря на достоинства проволочно-вырезной обработки, по сравнению с другими способами обработки, технологические возможности его ограничены. Дальнейшая работа направлена на расширение области применения и технологических возможностей ЭЭ оборудования.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ НА БАЗІ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОЇ МОДЕЛІ

Мироненко Є. В., декан; Гузенко Д. Є., аспірант, ДДМА, м. Краматорськ

Активна енергозберігаюча політика є необхідною умовою підвищення конкурентоспроможності продукції та прискорення науково-технічного прогресу в машинобудівних галузях промисловості. Аналіз рівнів енерговикористання в машинобудівній галузі вказує, що галузь має суттєві резерви підвищення ефективності використання енергії, особливо на стадії механічної обробки.

Складність задач, які виникають при вирішенні проблем зниження енерговитрат, обумовлена великою кількістю номенклатурної продукції, відсутністю нормативної бази використання енергоресурсів на випуск продукції та недостатнім знанням енергоемності технологічних процесів машинобудівного виробництва.

Одним з перспективних напрямків, що активно розвивається, є використання для зберігання та обробки даних штучних нейронних мереж. Вірний вибір топології, обмежень і взаємозв'язку внутрішньої структури нейронної мережі дозволяє застосовувати дану технологію в будь-яких завданнях виявлення залежностей між даними.

З практичної точки зору нейронні мережі є нелінійними статистичними системами моделювання даних або системами прийняття рішень. Вони можуть бути використані для моделювання складних відносин між вхідними та вихідними даними або для знаходження закономірностей в даних. Відчутний ефект від застосування штучних нейронних мереж виникає тільки при вирішенні дуже складних завдань високої і надвисокої розмірності.

Для оптимізації параметрів технологічного процесу необхідно вирішувати задачі багатокритеріальної оптимізації, які характеризуються такими особливостями: висока розмірність і складна структура безлічі альтернатив, велика кількість і нелінійність функцій-обмежень, велика розмірність цільової функції і взаємозалежність її складових, великий обсяг ви числення. Тому використання нейромережевої моделі є виправданим.

На рис. 1 приведена діаграма, що ілюструє комплексність проблеми оптимізації параметрів технологічного процесу та висвітлює усі необхідні компоненти та обмеження, що мають бути використані задля ефективного вирішення оптимізаційної задачі загалом, та задачі підвищення енергоефективності зокрема.

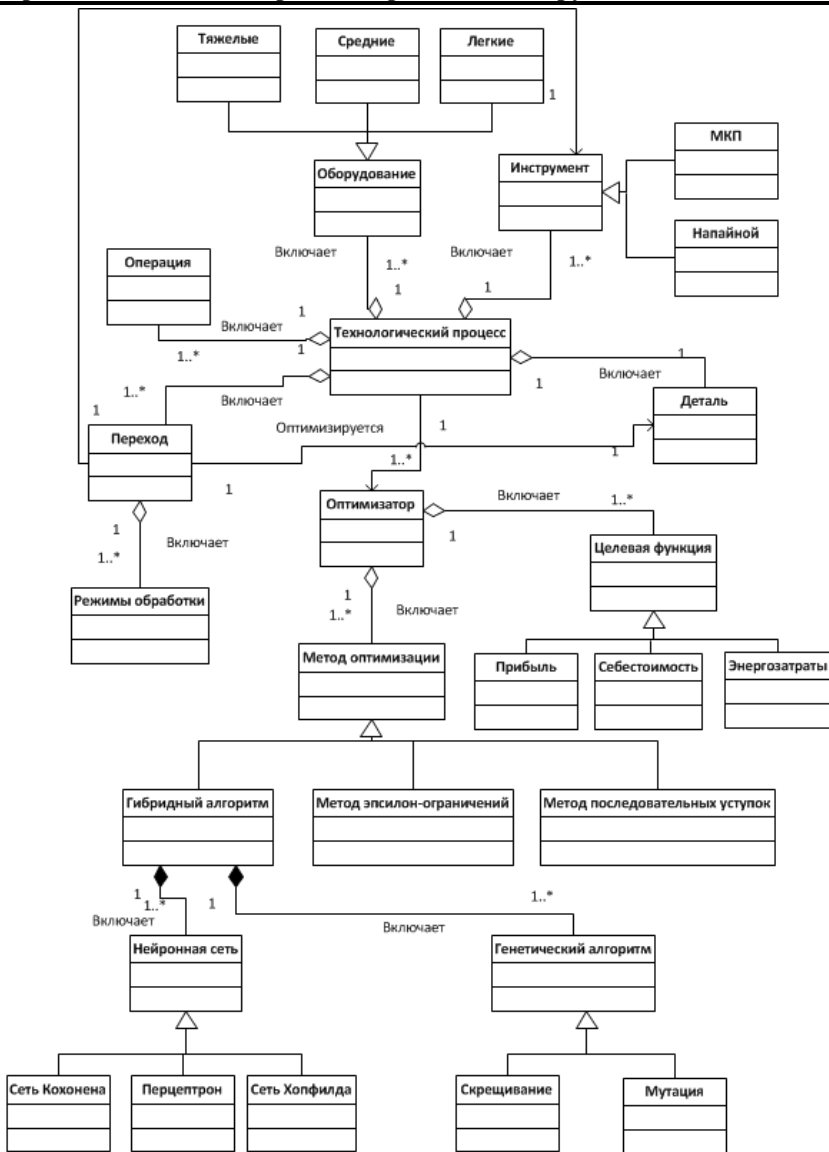


Рисунок 1 – Диаграмма предметной области «Багатокритеріальна оптимізація параметрів технологічного процесу з використанням методів штучного інтелекту»

Список літератури

- 1 Гузенко, В. С. Энергосбережение в металлообработке: монография / В. С. Гузенко, Е. В. Мироненко. – Краматорск: ДГМА, 2007. – 264 с.
- 2 Holland, J. H. Adaptation in natural and artificial systems / J. H. Holland // An introductory analysis with application to biology, control, and artificial intelligence. – London: Bradford book edition, 1994. – 211 p.
- 3 Хаєт, Г. Л. Многокритериальная и многопараметрическая оптимизация / Хаєт Г. Л., Еськов А. Л., Черномаз В. Н., Краснокутская Л. В. – Краматорск ДГМА, 1994. – 97 с.

ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ОПЕРАЦІЙ ТОЧІННЯ ШЛЯХОМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОГО СТРУЖКОПОДРІБНЕННЯ

*Осипа А. Р., студент; Рязанцев А. О., старший викладач,
ДВНЗ «КНУ», м. Кривий Ріг*

Більше 70 % всіх деталей машинобудування складають деталі типу тіл обертання, які утворюють три класи: вали, втулки, диски. Найбільш поширеним способом отримання таких деталей є точіння. В процесі токарної обробки гостро стоїть проблема видалення стружки, особливо для верстатів з ЧПК. До 65 % всіх простоїв верстатів з ЧПК пов'язано з виходом з ладу саме через те, що утворюється стружка несприятливої форми. Несвоєчасне видалення такої стружки може привести до поломки інструменту, зниження якості оброблених поверхонь, травматизму обслуговуючого персоналу, а в сукупності, до зниження продуктивності. Таким чином, рішення проблеми стружковидалення тісно пов'язане з продуктивністю механічної обробки, із забезпеченням точності і шорсткості поверхні [1, 2]. Тому процесом стружкоподрібнення необхідно керувати ще на етапі технологічної підготовки виробництва при проектуванні операції точіння шляхом вибору конструктивно-геометричних параметрів ріжучих інструментів і оснастки, призначення режимів різання, визначення послідовності переходів та ін.

Стружкоподрібнення впливає на продуктивність операції точіння, точність і шорсткість обробленої поверхні. Вплив типів стружколомаючих елементів різального інструменту на продуктивність різний. З точки зору підвищення продуктивності операцій точіння, доцільно застосовувати різні типи стружколомаючих елементів в залежності від режимів різання.

Стружколомаючі елементи, що застосовуються в даний час на змінних багатогранних пластинах, забезпечують стружкоподрібнення на подачах, відповідних чорновим і напівчистовим режимам різання. Дроблення стружки на менших подачах можна забезпечити, якщо застосовувати змінні

Науковий напрям:

«Процеси механічної обробки, верстати та інструменти»

багатогранні пластини з шириною стружколомів, що виконані з найменшими граничними розмірами.

У даний час методики проектування токарних операцій з урахуванням стружкоподрібнення відсутні, тому технологи змушені занижувати режими різання, вводити технологічні зупинки, що призводить до зниження продуктивності. Тому дослідження, спрямовані на проектування операцій точіння з урахуванням забезпечення стійкого стружкоподрібнення на етапі розробки технологічного процесу, є актуальними.

Список літератури

1 Альховский, А. М. Исследование релаксационного процесса резания с дроблением стружки при точении / А. М. Альховский. – Л.: ЛПИ 1975. – 235 с.

2 Игошин, В. В. Анализ схем завивания и дробления стружки при точении / В. В. Игошин. В кн.: Вопросы технологии и автоматизации производственных процессов в машиностроении. – Пенза, 1976. – Вып. 5. – С. 7–11.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ
КОНТУРНОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ ПАКЕТОВ МЕТАЛЛ-КОМПОЗИТ**

Прилипко А. Л., аспирант, УИПА, г. Харьков

В процессе исследования влияния режимов резания при обработке пакетов металл–композит было установлено, что с увеличением скорости резания при контурном фрезеровании повышается качество поверхности и снижается шероховатость всех ПМК, которые исследовались.

Улучшение качества поверхности материалов входящих в состав ПМК в процессе контурного фрезерования достигается, за счет снижения ворсистости, разрушений по поверхности раздела структурных компонентов и уменьшения глубины дефектного слоя, что зависит от снижения энергозатрат при резании и увеличении удельной энергии резания, а также уменьшения величины действующих сил резания [1].

Возрастание удельной энергии происходит при взаимодействии режущих поверхностей инструмента на микрообъемы матрицы и волокон. Это свидетельствует о том, что уменьшается величина напряжений и деформаций, при которых происходит разрушение композита, предотвращая распространение микротрещин вглубь материала, что обеспечивает заметное снижение глубины дефектного слоя [2].

С ростом глубины резания растет сила резания, особенно ее тангенциальная составляющая, что приводит к росту напряжений и

деформации ПМК вплоть до достижения предела прочности на сжатие и предела адгезионной прочности на разрыв, что приводит к повышению шероховатости поверхностного слоя ПМК [3].

С увеличением подачи существенно увеличивается ворсистость и шероховатость, особенно высота несрезанных волокон, возникновением микронеровностей, на поверхности обрабатываемых ПМК, что связано с возрастанием силы резания и снижением удельной энергии воздействия режущих поверхностей инструмента на отдельные волокна и микрообъемы матрицы. Проведенные исследования позволили установить область рациональных технологических условий обработки волокнистых полимерных композитов, обеспечивающих получение высокого качества поверхностного слоя.

Список литературы

- 1 Руднев, А. В. Обработка резанием стеклопластиков / А. В. Руднев, А. А. Королев. – Москва : Машиностроение, 1969. – 119 с.
2. Тарасюк, А. П. Технологии механической обработки полимерных композитов / А. П. Тарасюк, О. Л. Кондратюк, Н. В. Вереzub. – Харьков: «Точка», 2015. – 228 с.
3. Особенности формирования микрогеометрии крупногабаритных оптических полимеров / [Вереzub Н.В., Литвиненко М. В., Мазманишвили А. С., Сенчишин В. Г., Кундрак Я.] // Вестник национального технического университета «Киевский политехнический институт». – 2001. – Вып. 41. – С. 47–50.

ГЕОМЕТРІЯ РІЗАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ІНСТРУМЕНТУ ПІД ЧАС НАРІЗАННЯ ЦИЛІНДРИЧНИХ АРОЧНИХ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

*Равська Н. С., професор.; Вовк В. В., аспірант; Воробйов С. П., аспірант,
НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», м. Київ*

Для підвищення продуктивності нарізання циліндричних абочних зубчастих коліс виконують торцевими різцевими головками методами копіювання або обкату. При чому встановлені різці можуть мати фасонну або прямолінійну різальну кромку, з нульовим або ненульовим кутом профілю. Розповсюдженні способи зубообробки різцевими головками без спеціальних пристосувань або спецінструментів дозволяють отримати теоретично точну евольвенту лише у вихідному (середньому) перерізі. Проте також розроблені способи [1, 2], що дозволяють нарізати точно абочне зубчасте колесо з евольвентним профілем в усіх торцевих перерізах.

Характерним для усіх способів зубонарізання є застосування лезового інструмента, який в свою чергу має відповідні геометричні параметри

Науковий напрям:

«Процеси механічної обробки, верстати та інструменти»

різальної частини. В процесі нарізання в залежності від кінематики способу геометричні параметри різальної частини інструменту можуть змінюватись, що може негативно впливати на якість обробки, стійкість інструменту та продуктивність. Особливо це стосується способів, що мають складні формоутворюючі рухи, які є характерними для методів обкату. Разом з тим діапазон зміни цих параметрів при способах зубонарізання, що дозволяють отримати точний евольвентний профіль в усіх торцевих перерізах, не досліджувався. Саме ця задача і розглядається у даній роботі.

На основі процесу формоутворення арочних зубчастих коліс торцевими різцевими головками з додатковими доворотами на верстатах з ЧПК [1] розглянуто кінематику процесу зубонарізання, за якою визначаються головні рухи різання та обкату, а також положення вектора швидкості результуючого руху різця відносно заготовки. Аналітичним способом визначено положення площин різання в інструментальній системі координат та в процесі нарізання і знайдено величину кута між ними, який дозволяє оцінити зміну інструментальних геометричних параметрів в процесі нарізання арочних зубчастих коліс вздовж різального леза.

Список літератури

- 1 Воробйов, С. П. Формоутворення циліндричних арочних зубчастих коліс з евольвентним профілем різними способами / С. П. Воробйов // Вісник КрНУ ім. М. Остроградського. – 2016. – № 2 (97). – Ч. 1. – С. 52–56.
- 2 Эвольвентные арочные передачи. Инновационная технология высокопроизводительного изготовления / [Виноградов А. Н., Давыдов А. П., Липатов С. И. и др.] // Межотраслевой альманах «Деловая слава России». – 2011. - № 3 (31). – С. 41–45.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЗОНЫ ОБРАБОТКИ ПРИ АЛМАЗНОМ ВЫГЛАЖИВАНИИ

*Рязанова-Хитровская Н. В., аспирант;
Пыжов И. Н., профессор, НТУ «ХПИ», г. Харьков*

Изготовление деталей машин и приборов в современных условиях характеризуется высокими требованиями к их точности и надежности при значительном ужесточении условий эксплуатации. Все это требует внедрения новых технологических процессов, например чистовой обработки пластическим деформированием поверхности заготовок с использованием алмазного выглаживателя, рабочей частью которого является природный или синтетический алмаз [1–4]. Известно, что затрачиваемая в процессе выглаживания энергия почти вся переходит в тепло, нагревающее деталь и

інструмент. Уровень температури в зоні контакту алмазного виглаживателя (АВ) з обробляваним матеріалом (ОМ) в значительній ступені визначає величину контактних напружень. В результаті цього формується певне якість обробленої поверхні (шорховатість, наклеп, величина і знак залишкових напружень, мікроструктура поверхневого шару металу і др.). Таким чином, знання рівня напружень, які характеризують напружено-деформоване стан системи (НДС) «АВ – ОМ» дозволить більш ґлибоко характеризувати процеси, які протікають в цій системі. В зв'язі з цим дослідження, направлені на вивчення взаємозв'язку між умовами обробки і напруженнями при алмазному виглаживанні, слід вважати актуальними і важливими для різних галузей промисловості.

Аналіз показав, що дослідження, присвячені питанням НДС системи «АВ – ОМ» практично відсутні, незважаючи на наявні сучасні програмні засоби, засновані на використанні методу скінченних елементів [5]. На основі цього аналізу літературних джерел була висунута гіпотеза про можливість встановлення НДС системи «АВ – ОМ» шляхом 3D моделювання процесу алмазного виглаживання (рис. 1).

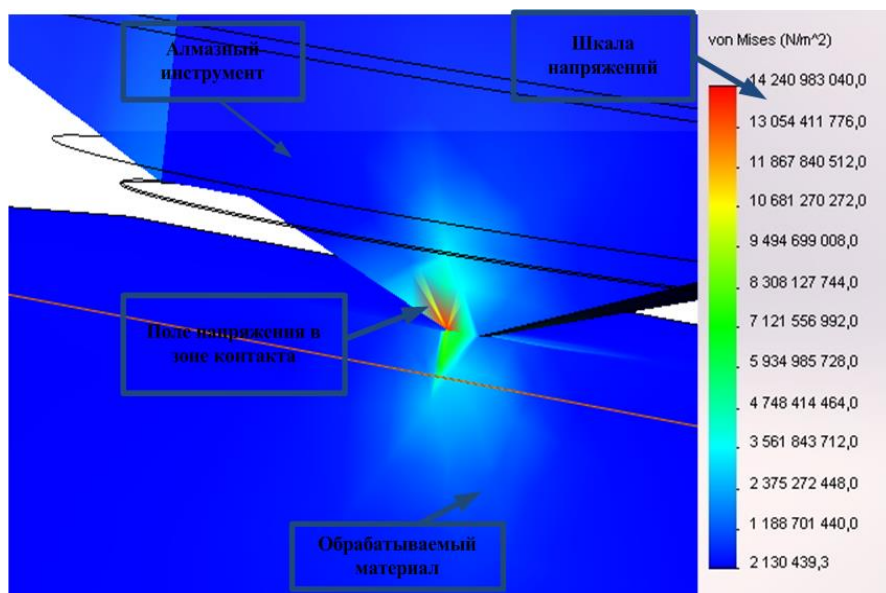


Рисунок 1 – Визуалізація розподілу полів напружень в програмному пакеті COSMOSWorks

Науковий напрям:

«Процеси механічної обробки, верстати та інструменти»

Основной идеей работы было установление НДС системы «АВ – ОМ» на базе рационального сочетания методологии 3D моделирования процесса алмазного выглаживания и теории планирования многофакторного эксперимента.

В результате реализации плана было получено следующее уравнение регрессии:

$$Y = 8,286 + 0,883X_1 + 1,822X_2 + 1,107X_3 - 1,497X_4 - 0,211X_1^2 - 0,490X_2^2 - 0,548X_3^2 + 0,569X_4^2 + 0,196X_1X_2 + 0,124X_1X_3 - 0,159X_1X_4 + 0,243X_2X_3 - 0,324X_2X_4 - 0,194X_3X_4.$$

Наличие этого уравнения позволяет получить представление о поверхности отклика и дает возможность выявить возможные экстремумы. Это позволяет сделать, например, разработанная на кафедре ИТМ им. М. Ф. Семко НТУ «ХПИ» программа в компьютерном пакете Maple 14.

Полученная математическая модель процесса позволяет производить расчеты $\sigma_{\text{экв}}$, в том числе с выявлением экстремальных значений параметра оптимизации.

Список литературы

- 1 Хрульков, В. А. Алмазные инструменты в прецизионном приборостроении / В. А. Хрульков, А. Я. Головань, А. И. Федотов. – М.: Машиностроение, 1977. – 223 с.
- 2 Торбило, В. М. Алмазное выглаживание / В. М. Торбило. – М.: Машиностроение, 1972. – 105 с.
- 3 Титов, В. А. Некоторые перспективные направления развития процессов выглаживания конструкционных материалов / Титов В. А., Титов А. В. // Вісник національного технічного університету «ХПИ». Збірник наукових праць. – 2009. – № 32. – С. 78–86.
- 4 Мозговой, В. Ф. Оценка оптимизированных технологических параметров процесса алмазного выглаживания при изготовлении валов ГТД / [Мозговой В. Ф., Качан А. Я., Титов В. А. и др.] // Технологические системы. – 2001. – № 5 (11). – С.78–85.
- 5 Грабченко, А. И. 3D моделирование алмазно-абразивных инструментов и процессов шлифования / А. И. Грабченко, В. Л. Доброскок, В. А. Федорович. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2006. – 364 с.

ВПЛИВ МАГНІТНО-АБРАЗИВНОГО ОБРОБЛЕННЯ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ МІТЧИКІВ ІЗ ШВИДКОРІЗАЛЬНОЇ СТАЛІ

*Тарган Д. В., аспірант; Майборода В. С., професор,
НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», м. Київ*

У машинобудуванні широко використовуються мітчики для нарізання внутрішніх різьб, але при їх експлуатації виникає ряд проблем, пов'язаних із заклинюванням різального інструменту (РІ), недостатнім відведенням стружки, малою стійкістю, тому підвищення якості мітчиків є актуальною науковою проблемою. На фінішних етапах виготовлення РІ доцільно використовувати метод магнітно-абразивного оброблення (МАО), який дозволяє в комплексі вирішити проблеми формування мікрогеометрії та фізико-механічних властивостей робочих поверхонь.

Експериментальні дослідження виконували на машинно-ручних мітчиках М10 із швидкорізальної сталі Р6М5. МАО виконували на експериментальному верстаті з кільцевим розташуванням робочої зони [1, 2]. Оброблення виконували в режимах «натікання» та «стікання» із застосуванням магнітно-абразивних порошків: Полімам-М 400/315 мкм, Царамам 630/400 мкм, Полімам-Т 400/315 мкм та ПР Р6М5 200/160 мкм. В якості МОТС використовували олійну рідину марки АСФОЛ. Швидкість руху деталі вздовж кільцевої ванни 2,5 м/с, швидкість обертання навколо власної осі – 300 об/хв. Величина магнітної індукції у вільній від магнітно-абразивного порошку робочій зоні складала 0,25 Тл.

Вимірювання шорсткості робочих поверхонь проводили на профілографі-профілометрі 252. Вимірювання мікрогеометричних характеристик різальних кромки (РК) мітчиків виконували на оптичному приладі *MikroCAD*. Поверхневу твердість мітчиків визначали на мікротвердомірі ПМТ-3 при навантаженні на індентор 1; 1,5 і 2Н.

Було досліджено кінетику процесу зношення по задній поверхні різальної частини мітчиків від кількості нарізаних отворів. Нарізання наскрізної різьби виконували в спеціально підготовленій плиті товщиною 10 мм, виготовленої із сталі 20 з твердістю $HV=1,85$ ГПа на вертикально-свердлильному верстаті 2К-13502. При дослідженнях експлуатаційної стійкості мітчиків за критерій стійкості було прийнято знос по задній поверхні на рівні 0,3 мм. Саме така величина зносу достатня для забезпечення точності нарізаної різьби. Точність нарізаної різьби контролювали різьбовою калібром-пробкою. Вимірювання зносу зубців мітчика проводили на інструментальному мікроскопі УІМ-2М.

Встановлено, що при обробленні магнітно-абразивним інструментом, сформованим з порошків Полімам-М 400/315 мкм та Полімам-Т 400/315 мкм

Науковий напрям:

«Процеси механічної обробки, верстати та інструменти»

поверхнева твердість збільшилася на 10 %, при обробленні ПР Р6М5 200/160 мкм – на 8 %, під час оброблення Царамам 630/400 мкм – на 2 %. MAO мітчиків, які обробляли порошками Царамам 630/400 мкм, а потім ПР Р6М5 200/160 мкм, приводить до збільшення радіуса округлення РК на 42 % до 12 мкм, а у мітчиків оброблених порошком Полімам-Т 400/315 мкм радіус округлення РК збільшився в 3 рази до 20 мкм. Шорсткість на задній поверхні після MAO порошками Полімам-М 400/315 мкм та ПР Р6М5 200/160 мкм збільшилася з $Ra = 0,57$ мкм до $Ra = 0,7-0,8$ мкм, Царамам 630/400 мкм – зменшилась до $Ra = 0,55$ мкм, Полімам-Т 400/315 мкм – зменшилась до $Ra = 0,4$ мкм. Досліджено стійкісні характеристики мітчиків. Найкращі результати отримано на мітчиках після MAO порошком ПР Р6М5 200/160 мкм з округлою формою частинок після Царамам 630/400 мкм, в умовах забезпечення переважного пластичного деформування поверхневого шару і його зміцнення. Стійкість мітчиків після додаткової фінішної операції MAO збільшилася в 3 рази (рис. 1).

Позитивний результат досягається перш за все за рахунок переважного зміцнення поверхневого шару, зниження шорсткості робочих поверхонь при незначному збільшенні радіусів округлення різальних кромek зубців мітчиків.

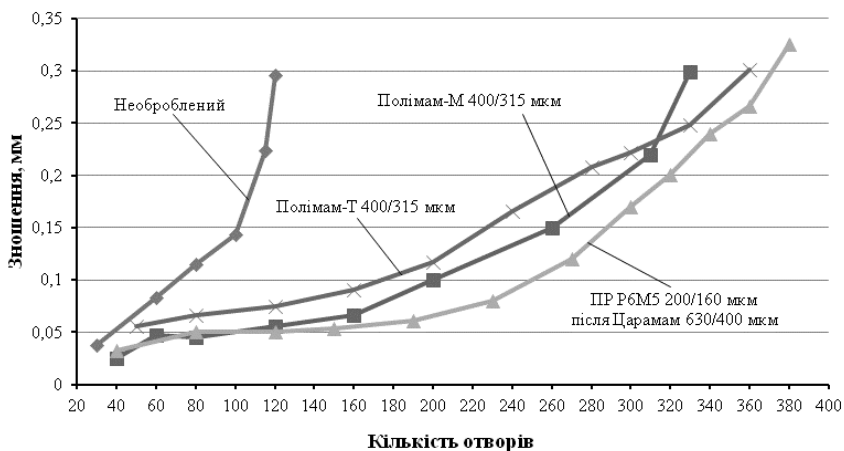


Рисунок 1 – Зношення зубців мітчиків

Список літератури

1 Майборода, В. С. Основи створення і використання порошкового магнітно-абразивного інструменту для фінішної обробки фасонних поверхонь:

дис. ... докт. техн. наук: 05.03.01 / Майборода Віктор Станіславович. – К. 2001. – 404 с.

2 Ткачук, І. В. Формування магнітно-абразивного інструменту зі стабільними властивостями в робочих зазорах кільцевого типу: дис. ... канд. тех. наук: 05.03.01 / Ткачук Іванна Валентинівна. – Київ, 2015. – 164 с.

ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОБРОБЛЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ТОЧІННЯ

Титаренко С. Л., студент; Євтухов А. В., доцент, СумДУ, м. Суми

Основною причиною виникнення нерівностей поверхні під час точіння є відносні коливання (вібрації) оброблюваної та інструментальної поверхонь. Вібрації суттєво знижують продуктивність обробки, негативно впливають на якість обробленої поверхні, що обумовлює важливість дослідження динамічних явищ, які виникають при роботі ТОС.

У зв'язку зі швидкоплинністю динамічних процесів, що виникають при обробці різанням, складністю вимірювання їх параметрів безпосередньо у виробничих умовах, актуальним є дослідження динамічних характеристик ТОС за допомогою імітаційних моделей. У зв'язку з чим було поставлено задачу з розроблення моделі замкненої ТОС точіння, яка б дозволила прогнозувати точність форми обробленої поверхні заготовки шляхом проведення модельного експерименту при заданих режимах різання та параметрах еквівалентної пружної системи верстата (ЕПС).

В основі моделі було використано динамічну модель токарного верстата та функціональну схему ТОС точіння, запропоновані у [1]. Динамічна система токарного верстата представлена як 1-но масова (зведена маса супорта) з можливістю руху за координатами X , Y , Z . ЕПС за координатами X , Y , Z визначають співвідношення складових сил різання та деформацій ТОС за відповідними координатами та характеризуються такими параметрами, як зведена маса супорта m , жорсткість c та коефіцієнт в'язкого тертя λ . Визначення параметрів ЕПС бажано визначати експериментально для умов відповідної ТОС, що викликає певні труднощі. Так, величини зведених коефіцієнтів жорсткості c планується визначити з використанням статичного методу. Величини зведених коефіцієнтів в'язкого тертя λ планується визначити за допомогою вібродіагностичної системи, до складу якої входять датчик-акселерометр ADXL326, АЦП LTR-22 та персональний комп'ютер типу IBM PC із програмним комплексом PowerGraph.

Процес різання описаний за допомогою відомих з теорії різання емпіричних залежностей складових сили точіння від параметрів обробки.

У зв'язку із складністю математичної моделі динамічної системи точіння розрахунки доцільно проводити за допомогою чисельних методів

Науковий напрям:

«Процеси механічної обробки, верстати та інструменти»

шляхом імітаційного моделювання на ЕОМ. Тож моделювання ТОС точіння для заданих режимів різання та параметрів динамічної системи планується здійснити з використанням засобів пакету математичного Matlab/Simulink.

Список літератури

1 Петраков, Ю. В. Автоматичне управління процесами обробки матеріалів різанням: навч. посіб. / Ю. В. Петраков. – К. : УкрНДІАТ, 2003. – 383 с.

**РАЗРАБОТКА ДВУХКОМПОНЕНТНОГО ДИНАМОМЕТРА
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СИЛЫ РЕЗАНИЯ
ПОЛИМЕРНО-АБРАЗИВНЫХ ЩЕТОК**

*Тришин П. Р., студент; Плевака К. С., студент;
Степанов Д. Н., старш. препод., ЗНТУ, г. Запорожье*

Инновационным методом автоматизации слесарных операций является применение полимерно-абразивных щеток (ПАЩ). Данный инструмент позволяет удалять заусенцы и скруглять острые кромки сложноконтурных поверхностей, относительно быстро и качественно при минимальных затратах, без значительного температурного и силового воздействия на поверхность в целом.

Одним из важных параметров процесса механической обработки, который непосредственно влияет на производительность и качество получаемой поверхности, является сила резания, и для обеспечения получения качественной поверхности необходим ее контроль.

ПАЩ является представителем нежесткого типа инструментов, основой волокон которого являются полимеры (полиамиды), подверженные влиянию повышенных температур. Особенность ПАЩ – невысокое силовое воздействие, измерение которого требует повышенной чувствительности приборов. Анализ влияния различных параметров позволяет регулировать силовое воздействие на поверхность, тем самым снизить тепловое влияние, повысить стойкость инструмента и обеспечить требуемое качество детали с минимальной потерей производительности.

Тем не менее, к настоящему времени не проводились практические реализации двунаправленных измерений силы резания ПАЩ. Поэтому задача создания силоизмерительного устройства и анализ влияния режимов резания на силовое взаимодействие деталь-инструмент является актуальной.

При проектировании силоизмерительного устройства (динамометра) необходимо, чтобы конструкция была жесткой, а рабочий орган достаточно чувствительным, поэтому требуется учитывать ряд требований:

а) сила действия на деталь относительно невысокая;

б) образцы должны закрепляться в устройстве жестко и иметь возможность легкой и быстрой замены;

в) сила противодействия силе резания должна иметь возможность регулировки;

г) расположение датчиков должно быть удобным и доступным для регулировки;

д) измерение должно проводиться по двум координатам одновременно.

При решении данной задачи были учтены все вышеперечисленные требования. Корпус устройства был выполнен сварным из листов АМГЗ толщиной 15 мм. В качестве противодействующей силы была выбрана сила упругого отжатия; в устройстве при помощи изменения жесткости сменных пружин была решена задача ее изменения. В рабочем органе (каретке) смонтировано устройство быстрого и жесткого закрепления образцов 50×50×3 мм. Каретка способна перемещаться под действием силы резания в двух плоскостях. В качестве измерительного прибора использованы индуктивные датчики, которые через усилитель и АЦП подключаются к ПК, что позволяет автоматически записывать показания. Количество гнезд под датчики – 5 шт. К устройству разработана штанга для калибровки горизонтальной составляющей силы резания. Вертикальную составляющую калибруют напрямую с помощью мер веса. Данное устройство в режиме реального времени способно записывать данные по нескольким каналам и сохранять их для дальнейшей обработки.

Проблемой такого вида устройств является возможное раскачивание рабочего органа каретки от вибраций, появляющихся в результате биения шпинделя и т. п. Однако при обработке полученных виброграмм можно отфильтровать данную динамическую составляющую и учитывать постоянное значение силового воздействия (уровень средней линии, относительно которой располагается линия амплитуды, формирующая виброграмму).

В целом разработанное устройство (динамометр) можно использовать также для измерения силового действия металлических щеток, лепестковых кругов и других инструментов нежесткого типа.

ПРОБЛЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ РІЗАННЯ ПІД ЧАС ФРЕЗЕРУВАННЯ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ

*Середенко Б. М., аспірант; Заболотний О. А., аспірант,
НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», м. Київ*

В роботі розглянуті проблеми визначення температури при фрезеруванні титанових сплавів. Розглянута постановка краєвих задач рівнянь теплопровідності під час оброблення титанових сплавів.

Науковий напрям:

«Процеси механічної обробки, верстати та інструменти»

Під час розв'язання краєвих задач теплопровідності з загальними краєвими умовами, до яких відноситься і задачі фрезерування титанових сплавів, використання точних методів вирішення пов'язано з великими труднощами, які є невіршуваними при розв'язанні нелінійних задач [1–3]. В таких випадках, використовуються числові методи моделювання, що дозволяє відмовитися від спрощеного трактування математичної моделі процесу обробки. В теперішній час, для вирішення задач теплопровідності використовуються методи скінченних різниць та скінченних елементів.

Метод скінченних різниць базується на заміні похідних на їх приблизні значення, які виражені через різницю значень функцій в окремих дискретних точках сітки. Диференціальне рівняння заміняється еквівалентним співвідношенням в скінченних різницях, вирішення якого зводиться до простих алгебраїчних операцій. Кінцевий результат розв'язання задається у вигляді виразу, в якому значення температури в конкретні точки простору є функцією часу.

Розрахунок полів температури є основною задачею визначення температури різання для заданих умов обробки і може бути вирішена методом скінченних елементів.

Основна ідея методу скінченних елементів (МСЕ) полягає в тому, що досліджувану величину (температуру, переміщення) можливо апроксимувати дискретною моделлю, яка базується на множині частинно-безперервних функцій, визначених на скінченній множині підобластей. Ці функції визначаються за допомогою значень в скінченній області точок досліджуваної області.

В загальному випадку, величина температури різання заздалегідь невідома і необхідно визначити її значення у внутрішніх точках області [4]. Алгоритм побудови дискретної моделі складається з наступних етапів:

1 В досліджуваній області фіксується скінченна кількість вузлових точок.

2 Значення досліджуваної величини в кожній вузловій точці вважається змінним і повинно бути визначеним.

3 Область дослідження розбивається на скінченну кількість підобластей (скінченних елементів), які мають спільні вузлові точки.

4 Досліджувана величина апроксимується на кожному елементі поліномом, який визначається за допомогою значень у вузлах. Для кожного елемента визначаються свої поліноми, які підбираються таким чином, щоб зберегти безперервність досліджуваної величини вздовж меж елемента.

Дослідженню теплових процесів в зоні різання МСЕ присвячено ряд робіт [5–7], в яких прогнозування виконувалось за допомогою різних програмних продуктів, що реалізують метод скінченних елементів (CE) (AdvantEdge, Deform).

Однією з найбільш ефективних систем автоматизованого інженерного аналізу (CAE-системою) є програма LS-DYNA [8]. LS-DYNA – багатопільова програма, призначена для розв’язання тривимірних динамічних нелінійних задач механіки деформованого твердого тіла, механіки рідини і газу, теплопровідності, а також зв’язаних задач - механіки деформованого твердого тіла та теплопровідності. Програма була першою у своїй області і стала основою для більшості сучасних пакетів високонелінійного динамічного аналізу.

Основною перевагою даного програмного продукту є його відкритість для налаштування, що є важливим при дослідженні процесів механічної обробки, в яких фізика процесу може відрізнитися від закладеної розробниками, наприклад при моделюванні високошвидкісної обробки.

Проте її можливості при визначенні температури механічної обробки не реалізовані в повній мірі.

Для їх реалізації в даній роботі розглядається методика визначення температури при фрезеруванні титанових сплавів з використання LS-Dyna.

Список літератури

- 1 Самарский, А. А. Математическое моделирование / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. – М.: Физматлит, 2002. – 320 с.
- 2 Якимов, А. В. Теплофизика механической обработки / А. В. Якимов, П. Т. Слободяник, А. В. Усов. – К.: Лыбидь, 1991. – 240 с.
- 3 Сегерлинд, Л. Применение метода конечных элементов / Л. Сегерлинд. – М.: Мир, 1979. – 370 с.
- 4 Оборский, Г. А. Моделирование систем: [Монография] / Г. А. Оборский, А. Ф. Дашенко, А. В. Усов, Д. В. Дмитришин. – Одесса: Астропринт, 2013. – 664 с.
- 5 Monno, M. 3D Finite Element Modeling of Milling of Titanium / M. Monno, G. M. Pittalà, F. Linares // International Journal of Material Forming, 2010.
- 6 Nieslony, P. Experimental And Simulation Investigations Of Face Milling Process Of Ti-6al-4v Titanium Alloy / P. Nieslony, W. Grzesik, W. Habrat // Advances In Manufacturing Science And Technology. – 2015. – №39 (1).
- 7 Escamilla, I. 3D Finite Element Simulation Of The Milling Process Of A Ti6AL4V Alloy / I. Escamilla, O. Zapata, B. Gonzalez, N. Gámez // SIMULIA Customer Conference, 2010.
- 8 Криворучко, Д. В. Основи 3D-моделювання процесів механічної обробки методом скінченних елементів: навчальний посібник / Д. В. Криворучко, В. О. Залого, В. Г. Корбач. – Суми: Вид-во СумДУ, 2009. – 208 с.

Науковий напрям:

«Процеси механічної обробки, верстати та інструменти»

ВПЛИВ СУБМІКРОКРИСТАЛІЧНОЇ СТРУКТУРИ ТА НАСТУПНОЇ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ НА ВЕЛИЧИНУ ЦИКЛІЧНОЇ МІЦНОСТІ

Смольянінов Є. С., студент; Симонова А. А., доцент, КрНУ, м. Кременчук

На теперішній час широкого поширення набули матеріали з нано- та субмікроструктурною структурою. Отримання такої структури веде до зміни фізико-механічних властивостей матеріалу та призводить до значного підвищення циклічної міцності. Однак такий стан є нестабільним і це може викликати зниження експлуатаційних характеристик після отримання деталі методами механічної обробки.

Актуальною є задача оцінки та прогнозування опору втомі для деталей із субмікроструктурною структурою після механічної обробки та для циклів з різними коефіцієнтами асиметрії.

В якості досліджуваного матеріалу обрана низько вуглецева Сталь 20 (Fe – 0,22 C). Отримання субмікроструктурного стану здійснювалося методом всебічного кування [1].

Основними критеріями руйнування при визначенні границь витривалості і побудові кривих втомі є повне руйнування або поява макротріщин заданого розміру. Проводять серію випробувань зразків при вигині симетричним циклом навантаження. У першому випробуванні прикладають величину навантаження, яка створює максимальне напруження циклу, за значенням близькі до границі текучості. Поетапно навантаження знижують, поки зразок не витримає без руйнування базове число циклів навантаження (107 циклів) [2].

Результати кожного втомного випробування наносять на графік. На рис. 1 наведено криві втомі для КК та СМК Сталі 20.

Як видно з рисунка, крива асимптотично наближається до горизонтальної лінії. Ордината цієї асимптоти і є границя витривалості, тобто найбільше напруження циклу, при якому руйнування матеріалу ніколи не відбудеться.

З графіка видно, що зразки сталі після ІПД мають великий запас витривалості. У межах 10^3 – 10^7 циклів запас витривалості вище на ~ 100 МПа порівняно з матеріалом без субмікроструктури. Найбільше значення границі витривалості матеріалу після ІПД порядку 700 МПа при частоті циклів 6×10^4 . Можна зробити висновок, що Сталь 20 з субмікроструктурною структурою в діапазоні 10^3 – 10^7 циклів навантаження має підвищені характеристики міцності.

Аналогічно були побудовані криві втомі для СМК Сталі 20 після її обробки із різними режимами різання (рис. 2).

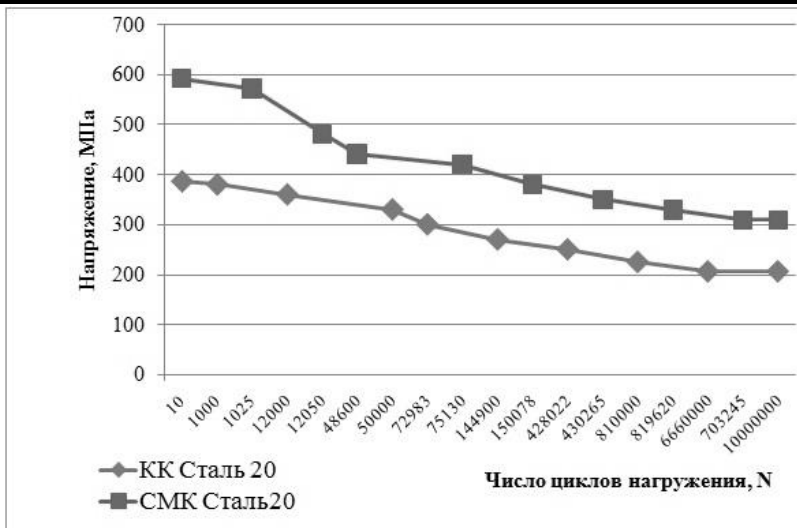


Рисунок 1 – Криві втоми Сталі 20 в лінійних координатах

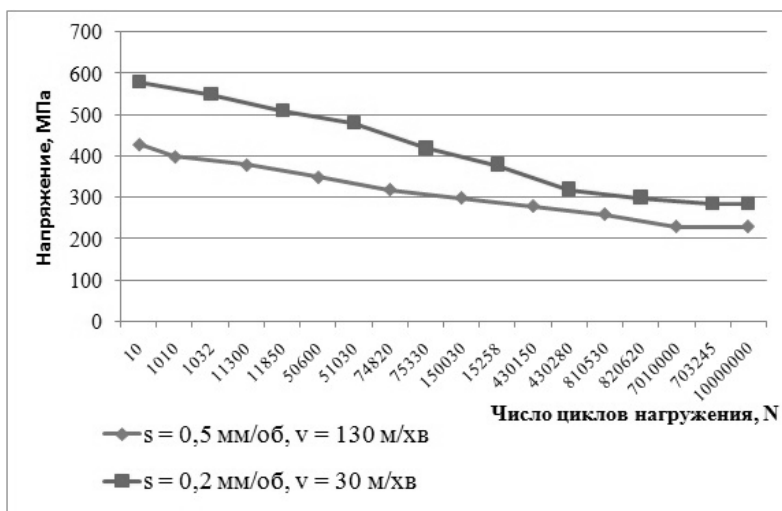


Рисунок 2 – Криві втоми Сталі 20 з СМК структурою після механічної обробки

Науковий напрям:

«Процеси механічної обробки, верстати та інструменти»

Отримані результати показали, що механічна обробка негативно впливає на границю витривалості сталі з СМК структурою. Умови обробки, що мають низькі величини подачі та швидкості різання дозволяють зберегти значення границі витривалості на високому рівні у порівнянні із механічною обробкою зі швидкістю 130 м/хв та подачею 0,5 мм/об.

Результати досліджень показали значний вплив структури металу та умов механічної обробки на величину втомної міцності. Однак отримані дані коректні лише для зразків малих діаметрів та при симетричному навантаженні.

Список літератури

1 Валиев, Р. З. Наноструктурные материалы, полученные методом интенсивной пластической деформацией / Р. З. Валиев, И. В. Александров. – М.: Логос, 2000. – 272 с.

2 Терентьев, В. Ф. Циклическая прочность субмикро- и нанокристаллических металлов и сплавов / В. Ф. Терентьев // Нові матеріали та технології в металургії та машинобудуванні. – 2010. – № 1. – С. 9–24.

РЕЖУЩАЯ ВСТАВКА С ЦЕНТРАЛЬНЫМ ОТВЕРСТИЕМ

Сорокин И. С., студент; Куширов П. В., доцент, СумГУ, г. Сумы

Конструкции торцовых фрез, содержащих цилиндрические режущие вставки (режущие ножи), имеют ряд преимуществ по сравнению с традиционными фрезами, выпускаемыми промышленностью. Компактность узла крепления режущих вставок в таких фрезах дает возможность иметь повышенное количество режущих элементов, что в свою очередь приводит к росту производительности работы инструмента [1].

Режущие вставки с цилиндрической формой базовой поверхности могут быть выполнены как цельнометаллическим, так и с отверстиями вдоль центральной оси. Указанное центральное отверстие служит для возможности осуществления упругой деформации цилиндрического тела режущей вставки двумя зажимными винтами в радиальном направлении [2].



Рисунок 1 – Режущая вставка с центральным отверстием

Проведенные исследования показали, что размеры и форма центрального отверстия влияют на условия деформирования корпуса вставки. В частности, при выполнении отверстия глухим, упругие деформации вставки со стороны крепления режущей пластины затруднены. Поэтому было предложено центральное отверстие делать сквозным. Улучшенные показатели закрепления были подтверждены компьютерным моделированием.

Таким образом, предложенная конструкция режущей вставки со сквозным центральным отверстием позволяет производить более равномерную упругую деформацию цилиндрического тела режущей вставки.

Список литературы

1 Нижегородцев, Г. А. Торцовые фрезы с винтовым креплением режущих ножей / Г. А. Нижегородцев, П. В. Кушников // Современные инновации в науке и технике: сборник научных трудов 4-ой Международной научно-практической конференции. В 4-х т. – Курск: Юго-Западный государственный ун-т, – 2014. – Т. 3. – С. 174–175.

2 Кушников, П. В. Торцовые фрезы, содержащие цилиндрические режущие вставки с центральными отверстиями / Актуальные вопросы развития высокоэффективных технологий: монография // [авт. кол.: С. Г. Егоров, С. Н. Павликов, Е. И. Убанкин, П. В. Кушников и др.]. – Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2014. – С. 65–79.

КВАНТОВЫЕ ЭФФЕКТЫ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

Сошко В. А., доцент; Попов С. Н., студент, ХНТУ, г. Херсон

Рассматривая разрушение металла в активных средах, важно учитывать, что пластическая деформация является не только источником образования микротрещин и играет определяющую роль при их докритическом подрастании, но и практически никогда не удается избавиться от нее даже при лавинном разрушении. Вместе с тем, если для зарождения трещин пластическая деформация необходима, то при распространении трещины ее роль существенно скромнее. Можно представить себе вскрытие быстрой трещины вследствие прямого разрыва связей в устье трещины, когда напряжения там близки к теоретической прочности [1]. Это означает, что пластическая деформация, являясь неизбежным спутником разделения твердого тела при достаточно быстром росте трещины, не может претендовать на ведущую роль при медленном росте трещины и, вероятное представляет собой в этом случае сопутствующее явление. Адекватно этому проявляется и влияние водорода на характер разрушения: в зависимости от специфики конкретной взаимодействующей системы и внешних, накладываемых на процессы деформации и разрушения условий, форма проявления такого

Науковий напрям:

«Процеси механічної обробки, верстати та інструменти»

взаимодействия в виде ускорения процессов пластификации или охрупчивания может иметь либо незначительное, либо, наоборот, преимущественное или даже исключительное развитие. Так, на стадии развития пластической деформации (до предела текучести) водород интенсифицирует этот процесс, т. е. выступает, в основном как пластификатор. И, наоборот, на этапах роста трещин влияние водорода, в основном, сводится к интенсификации хрупкого разрушения и в макромасштабе это рассматривается как водородная хрупкость.

Изложенные представления легли в основу нового подхода к разработке эффективных СОТС, в основе которого лежат механизмы взаимодействия водорода со сплавами и сталями в процессах их механической обработки [2]. При резании в таких СОТС, выделившийся в при деструкции полимеров водород, будет облегчать процесс разрушения.

Список литературы

- 1 Финкель, В. М. Физика разрушения / В. М. Финкель. – М.: Изд-во металлургия, 1970. – 376 с.
- 2 Сошко, А. И. Смазочно-охлаждающие средства в механической обработке металла / Сошко А. И., Сошко В. А. – Херсон, Изд-во Олди-плюс, 2008. – 618 с.

МЕХАНОПЛАЗМЕННЫЙ ЭФФЕКТ В ЗОНЕ РЕЗАНИЯ

Сошко В. А., доцент; Санин А. Л., студент, ХНТУ, г. Херсон

Согласно адсорбционной теории, среда компенсирует обнажающиеся при разрушении тела связи и тем самым может привести к резкому понижению прочности. По нашему мнению, если трещина продвинулась и уже образована новая чистая поверхность, то компенсация связей на такой поверхности не может отразиться на энергетическом балансе процесса разрушения.

Утверждается также, что понижение прочности материала является непосредственным проявлением снижения свободной поверхностной энергии при контакте со средой. Однако, если даже гипотетически допустить возможность контакта среды с материалом в вершине трещины, то этот тезис может быть справедлив только для идеально хрупкого разрушения. При механической обработке резанием, когда происходит упруго-пластическое разрушение металла, доля свободной поверхностной энергии в общем балансе затрачиваемой энергии, часто составляет всего 10^{-3} – 10^{-4} . Известно также, что тепловой эффект физической адсорбции на стали водорода, одного из самых сильных понизителей прочности металла, невелик и обычно поверхностная энергия снижается на 900 эрг/см^2 , тогда как фактические энергетические затраты, в этом случае, составляют $2 \times 10^5 \text{ эрг/см}^2$ [1].

Таким образом, с одной стороны, имеется обширный экспериментальный материал, убедительно иллюстрирующий проявление в макромасштабе эффекта Ребиндера, как снижение прочности деформируемого твердого тела в условиях его обратимого (адсорбционного) взаимодействия со средой, а с другой – предложенный механизм этого явления не соответствует реальным физико-химическим процессам, протекающими в зоне преодоления сил связей между атомами [2].

В связи с полученными экспериментальными данными, свидетельствующими о наводороживании железа армо и стали в процессе их разрушения в углеводородных средах, имелись все основания допустить, что в зоне разрушения металла происходят химические превращения исходной поверхностно-активной среды с образованием активных форм водорода – химического элемента, действие которого на металл отличается исключительно большими и неожиданными изменениями его физико-механических свойств. Первые результаты исследований, проведенные в этом направлении [2], позволили предложить гипотезу, согласно которой полагалось, что на горячих поверхностях срезаемого слоя металла происходит цепь пиролитических превращений адсорбированных макроцепей полимера, входящего в состав СОТС, с образованием газовой смеси, состоящей из радикально активных фрагментов и химических элементов, составляющих макроцепь полимера, а также ионизированного и атомарного водорода. Причем, скорость таких химических реакций (например для ПВХ) даже при температуре 130° линейно зависит от времени, а при более высоких температурах процесс приобретает автокаталитический характер [3].

В экстремальных условиях механической обработки транспорт водорода в зону разрушения своевременно может поступать только путем его перемещения между узлами решетки в протонном состоянии, и диффузионный поток заряженных частиц водорода может происходить благодаря наличию в системе металл – водород электрического поля.

Демонстрируя в зоне преодоления сцепления между атомами трибологическую активность (механоплазменный эффект), водород тем самым способствует облегчению процессов деформации и разрушения обрабатываемого металла. Одновременно с этим углерод, в виде графита, накапливаясь в процессе резания на режущих кромках, снижает трение между трущимися поверхностями, а также осуществляет перманентную карбонизацию лезвия инструмента. Оба эти процесса повышают износостойкость инструмента и уменьшают энергосиловые затраты на механическую обработку.

Выводы, которые вытекали из первых результатов экспериментальной проверки гипотезы, свидетельствовали о ее большом практическом значении, так как отсюда следовали непосредственные рекомендации искать эффективные присадки к СОТС среди полимерных соединений, дающих в

Науковий напрям:

«Процеси механічної обробки, верстати та інструменти»

цепи пиролитических превращений большую концентрацию активных форм водорода (радикалы, ионы, ион-радикалы) и углерода. В связи с разрушением металла в реакционной зоне постоянно протекают сопутствующие этому процессу ряд физико-химических явлений, взаимодействие которых с углеводородной газовой смесью, проникающей в зону через сеть микротрещин и других дефектов, вызывает образование водородной плазмы и эти же процессы и явления обеспечивают вектор перемещения протонов к вершине трещины разрушения.

Список литературы

- 1 Литвин, А. К. Физико-химическая механика материалов / Литвин А. К., Ткачев В. И. – К.: изд. «Наукова Думка», 1976. – № 2 (12). – 27 с.
- 2 Сошко, А. И. Смазочно-охлаждающие средства в механической обработке металла / Сошко А. И., Сошко В. А. – Херсон, Изд-во Олди-плюс, 2008. – 618 с.
- 3 Тугов, И. И. Химия и физика полимеров / И. И. Тугов. – М., Изд. Химия, 1989. – 430 с.

**ОБРОБЛЕННЯ ОТВОРУ СТУПІНЧАСТИМ ІНСТРУМЕНТОМ
ЗІ ЗМІННОЮ НАПРЯМКУ ПОДАЧІ**

Степаненко С. О., аспірант, НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», м. Київ

Полімерні композиційні матеріали (ПКМ) завдяки комплексу високих механічних властивостей широко застосовуються в багатьох галузях виробництва, зокрема авіабудуванні, автомобілебудуванні, виробництві спортивного знаряддя тощо. Не дивлячись на те, що на етапі формування форма заготовки наближається до форми готового виробу, уникнути повністю механічної обробки ПКМ неможливо. Найбільш поширеною операцією механічної обробки ПКМ є свердління отворів під болтові, клепальні та інші з'єднання [1].

Під час оброблення отворів у деталях з ПКМ виникає ряд дефектів, зокрема ворсистість та викришування кромки отвору, розшарування матеріалу на вході та на виході інструменту з отвору, висока шорсткість, деструкція поверхневого шару та ін. [2].

Позитивні результати щодо якості оброблення були отримані з використанням комбінованих свердел, у яких різальна частина є ступінчастою. При використанні комбінованих інструментів фактично відбувається свердління та розсвердлювання отвору [3].

Таким чином для подальшого покращення якості обробленої поверхні ПКМ будемо розглядати комбінований інструмент.

Метою цієї роботи є підвищення якості механічного оброблення отворів у полімерних композиційних матеріалах (ПКМ) за рахунок удосконалення конструкції комбінованого різального інструмента.

Як встановлено у багатьох роботах, причиною розшарування під час свердління ПКМ є осьова сила, що визначається геометрією інструменту, подачею та ступенем зношення різальних кромки. Для зниження осьової сили було запропоновано низку конструктивних удосконалень свердел [2].

Розглянемо можливі схеми обробки отворів за допомогою ступінчастого інструмента (рис. 1).

Недоліком схеми (рис. 1, а) є складність отримання якісної поверхні на виході інструменту з оброблюваної заготовки

Схема обробки (рис. 1, б) описана в статті [2, с. 98]. Недоліком такої схеми є певна складність та необхідність застосування різальної втулки.

Два варіанти застосовування схеми (рис. 1, в) оброблення отвору ступінчастим інструментом зі змінною напрямку подачі:

– остаточний отвір діаметром D_2 з початку обробляється від верхнього торця до середини заготовки а потім від нижнього торця назустріч до середини заготовки до повного формування отвору;

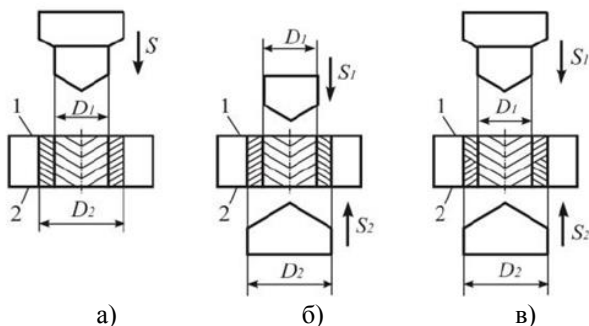


Рисунок 1 – Схема обробки отворів:

- 1 – вхідна поверхня заготовки; 2 – вихідна поверхня заготовки;
а) – схема оброблення отвору ступінчастим інструментом при постійній подачі; б) – схема оброблення отвору зі змінною напрямком подачі;
в) – схема оброблення отвору ступінчастим інструментом зі змінною напрямку подачі [2]

– остаточний отвір діаметром D_2 обробляється одночасно двома групами зубів, одна група працює від верхнього торця заготовки донизу, а друга від нижнього торця вгору.

У ході вивчення даних проблем при обробленні отворів у деталях з ПКМ було розглянуто два варіанти застосовування схеми оброблення отвору ступінчастим інструментом зі змінною напрямку подачі.

Науковий напрям:

«Процеси механічної обробки, верстати та інструменти»

Переваги схеми. Відсутній вихід інструмента з заготовки на робочій подачі. Оскільки завершення обробки відбувається в середині заготовки.

Недолік першого варіанту схеми. Більший виліт інструмента за границі заготовки.

Недолік другого варіанту схеми. Інструмент має складну конструкцію.

Список літератури

1 Тези доповідей загальноуніверситетської науково-технічної конференції молодих вчених та студентів, присвяченої дню Науки. Секція "Машинобудування", підсекція "Інтегровані технології машинобудування" / Укладач Вовк В. В., Воробйов С. П. – К: НТУУ "КПІ", 2015. – 117 с.

2 Буланов, И. М. Технология ракетных и аэрокосмических конструкций из композиционных материалов / Буланов И. М., Воробей В. В. : учеб. для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1998. – 516 с.

3 Патент на корисну модель UA 77455 МПК В23В 51/08 (2006.01), Опубл. 11.02.2013, Бюл. 3. Пристрій для обробки отворів у композитах / Адаменко Ю. І., Бесарабець Ю. І., Корбут Є. В., Грабівський О. В.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ КОНТАКТИРОВАНИЯ ПОЛИМЕРНО-АБРАЗИВНОЙ ЩЕТКИ С ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

*Степанов Д. Н., старш. препод.; Внуков Ю. Н., професор,
ЗНТУ, г. Запорожье*

Режущим элементом полимерно-абразивной щетки (ПАЩ), также как и шлифовального круга (ШК) являются абразивные зерна, но условия их закрепления в этих видах инструментов совершенно разные. Если в ШК зерна жестко закреплены между собой связкой, то в ПАЩ зерна, входящие в состав полимерного волокна в процессе контактирования с обрабатываемой поверхностью, отклоняются от круговой траектории движения инструмента из-за упругой деформации (изгиба) полимерно-абразивного (ПА) волокна.

В связи с таким различием условий закрепления абразивных зерен, они по-разному контактируют с обрабатываемой поверхностью, определяя тем самым различия в механизмах удаления припуска, формирования поверхности и поверхностных слоев обрабатываемой детали.

Причину различия в формировании зон контакта рассматриваемых инструментов с обрабатываемой поверхностью можно установить, если рассмотреть условия контактирования одного абразивного зерна, которое жестко связано с инструментом, и абразивного зерна, закрепленного на упругом волокне.

При резании единичным зерном при его жестком закреплении на вращающемся диске видны длинные риски от срезаемого обрабатываемого

материала. Абразив, закріплений на епружому волокну, може декількома разами контактувати з оброблюваною поверхнею в період проходження зони контакту. Єстественно передбачити, що кількість точкових контактів буде збільшуватися з збільшенням жорсткості (зменшення довжини – L) волокна. В межах, якщо довжина виступаючого волокна буде наближатися до нуля, то ПАЩ перетворюється в ШК, в якому абразивні зерна будуть знаходитися в полімерній зв'язці.

Таким чином, збільшення жорсткості волокна, несущого абразивні зерна, призводить до того, що кількість точкових контактів, зв'язаних з коливаннями волокна, збільшуються, і в межах (при жорсткому закріпленні зерна) всі точки сливаються в один неперервний срез.

Збільшення кількості точкових контактів пов'язано з тим, що при збільшенні жорсткості волокна, несущого абразивне зерно, збільшується частота його власних коливань і зменшується амплітуда відхилення від положення рівноваги волокна відносно радіальної осі його закріплення в ПАЩ.

Одними з важливих факторів в цьому випадку є швидкість обертання волокна, т.к. вона визначає час і енергію удару і відскоку волокна при першому його контакті, а також величину натягу – i , визначаюча загальну довжину контакту з оброблюваною поверхнею – l і величину деформації волокна при проходженні зони контакту.

Описаний механізм розглядає умови контактування з оброблюваною поверхнею одного волокна, несущого абразивне зерно. Однак ПАЩ представляє собою інструмент, що складається з множини волокон, які в процесі обробки, деформуючись, взаємодіють між собою і з оброблюваною поверхнею.

Експериментально дослідити умови взаємодії полімерно-абразивних волокон з оброблюваною поверхнею і між собою представляє значительні труднощі, тому в роботі ці дослідження проведені шляхом моделювання, при використанні сучасних програмних продуктів.

Моделювання процесу обробки ПАЩ здійснювали методом кінцевих елементів, при якому замкнуті об'єми інструмента і зразка діляться на кінцеві елементи, кожен з яких має властивості заданого матеріалу. Для рішення поставленої задачі використовували програмний пакет ANSYS, що включає в свій склад програмний модуль LS-DYNA, призначений для моделювання процесів, що протікають в часі.

Таким чином, використання програмного пакета ANSYS дозволило детально розглянути механізм взаємодії і поведінки волокон ПАЩ в зоні контакту з оброблюваною поверхнею. Була розроблена модель, яка дозволила встановити залежності кількості точкових контактів від

Науковий напрям:

«Процеси механічної обробки, верстати та інструменти»

жесткости и скорости вращения ПА волокна; зависимости длины контакта ПА волокна с обрабатываемой поверхностью от натяга; время контактирования и время резания, а также напряжения, возникающие в заделке волокна и на поверхности обрабатываемого образца. Также данная модель позволяет производить моделирование процесса обработки для определения оптимальных режимов резания и параметров инструмента для образцов из различных материалов.

ВИБІР РЕЖИМІВ РІЗАННЯ ДЛЯ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ АРОМАТИЧНОГО ПОЛІАМІДУ ТА КОМПЗИТІВ НАЙОГО ОСНОВІ

*Янченко О. І., студент; Душейко М. В., студент; Кабат О. С., доцент;
Ситар В. І., зав. каф. МІМ, ДВНЗ УДХТУ, м. Дніпро*

Сучасний розвиток машинобудування неможливий без використання полімерів та композиційних матеріалів на їх основі для виготовлення деталей машин і механізмів. Такі матеріали відрізняються високою хімічною стійкістю та зносостійкістю, невеликою вагою та ціною, відносно високим рівнем фізико-механічних та теплофізичних властивостей. Деталі з полімерів та композитів на їх основі формуються за допомогою екструзії, лиття під тиском, пресування у формах з підігрівом, спікання та ін. [1]. У більшості випадків, після формування, вироби із полімерів підлягають механічній обробці для надання поверхням необхідного зовнішнього вигляду та службових характеристик. Механічна обробка також використовується у тих випадках, коли необхідно виготовити деталі складної форми, які неможливо сформувати іншими способами, а також у випадках одиничного та дрібносерійного виробництва, коли виготовлення литтєвої чи прес-форми економічно недоцільно.

Під час механічної обробки полімерів слід враховувати особливості їх структури та фізико-механічні властивості. Низька густина та твердість, невисока теплостійкість та теплопровідність, високі значення опору вібрації, інтенсивна абразивна дія на ріжучий інструмент – все це необхідно приймати до уваги, призначаючи режими різання при механічній обробці полімерів [2].

У довідниковій літературі приведено дані, в яких вказані оптимальні режими різання для отримання деталей із більшості промислових полімерів [3]. Однак відсутня інформація щодо режимів різання таких полімерів, як ароматичні поліаміди. Тому актуальною задачею є вибір оптимальних режимів різання при виготовленні деталей із ароматичних поліамідів та композитів на їх основі.

В якості об'єкту досліджень вибрано ароматичний поліамід фенілон С2 та композити на його основі. Ці матеріали отримали широке розповсюдження для виготовлення деталей машин і механізмів, що працюють у вузлах тертя, а

саме підшипниках ковзання і кочення, напрямних втулок, торцевих ущільнень та ін.

За оптимальні режими різання при точінні заготовок із композиційних матеріалів, що досліджували, приймали такі, при яких значення сил різання мають мінімальні значення, а температура на поверхні різання не перевищує температуру термічного розкладення полімеру.

Визначення сил різання при точінні полімерних заготовок відбувалося за допомогою вимірального токарного різця спеціальної конструкції з тензодатчиками, сигнал з якого підсилюється та передається на аналогово-цифровий перетворювач, який з'єднано із персональним комп'ютером.

У результаті проведення експериментів встановлено, що оптимальна швидкість різання лежить в межах від 1 до 2 м/с, глибина 0,75–1 мм, а подача 0,1 мм/об. При цих параметрах сила різання має найменші значення, а температура на поверхні різання не перевищує температуру початку активної деструкції полімеру. При цьому чистота поверхні деталі після точіння досягає $Ra = 1,6$ мкм.

Таким чином, встановлені оптимальні режими різання можуть бути рекомендовані до впровадження в промисловість для механічної обробки деталей із ароматичного поліаміду та композитів на його основі.

Список літератури

- 1 Суберляк, О. В. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів: Підручник / Суберляк О. В., Баштаник П. І. – Львів: Растр-7, 2007. – 376 с.
- 2 Ситар, В. І. Технологія обробки типових деталей та складання машин: навчальний посібник / Ситар В. І., Стовпник О. В. – Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2015. – 174 с.
- 3 Штучний, Б. П. Механическая обработка пластмасс. Справочник. – 2-е изд. перераб. и доп. / Штучний Б. П. – М.: Машиностроение, 1987. – 152 с.

ИССЛЕДОВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ К КАЧЕСТВУ ТАРЫ И УПАКОВКИ

*Вощенко М. О., студент; Ивченко А. В., доцент, СумГУ, г. Сумы
Герасименко В. А., доцент; Тарельник Н. В., доцент, СНАУ, г. Сумы*

Практически во всех отраслях промышленности используются тара и упаковка. Основными функциями и целями упаковки является сохранность свойств товаров, предметов, продуктов после этапа их производства (изготовления), а так же обеспечение компактности и удобства при транспортировании. Многофункциональность упаковки так же описывается и тем, что она является основным носителем информации (в т. ч. рекламной) о продукции как для конечного потребителя, так и для логистики.

Учитывая насыщенность и скорость внедрения новых технологий, состоянием на сегодня, существует огромное количество различных видов упаковки: полимерная тара (блистеры, пакеты, лотки), деревянная тара (паллеты, ящики, поддоны), металлическая тара (металлические контейнеры, алюминиевые и жестяные банки), стеклотара (банки, бутылки, флаконы), бумажная и картонная упаковка (бумажные пакеты, коробки, пачки), а так же комбинированная упаковка, разнообразие которой очень велико.

На сегодняшний день актуальным является вопрос о том, что в Украине существует множество групп товаров, но при этом, для некоторых из них отсутствуют законодательные документы, которые регламентируют требования к их безопасности.

На территории Таможенного союза действует Технический регламент Таможенного союза 005/2011 «О безопасности упаковки». Он регулирует безопасность упаковки и укупорочных средств, устанавливает единые требования к продукции и процедуре оценки соответствия этих видов изделий. Данный регламент не распространяется на упаковку для изделий фармацевтической отрасли, табачных изделий, лекарственных препаратов и медицинского оборудования и приборов, а также для опасных грузов. Под упаковкой, согласно техническому регламенту ТС, подразумеваются изделия, которые используются для помещения в них сырья, полуфабрикатов или готовых изделий, для защиты товаров, их хранения, перевозки. Укупорочным называется средство, назначением которого является паковка самой упаковки, имеющей своим назначением – сохранение содержимого упаковки.

Говоря о Европейской сертификации упаковочных средств, наибольшее внимание уделяется сертификации упаковки для пищевых продуктов. Например, Регламент Европейского союза № 10/2011 Комиссии от 14 января 2011 г. по пластмассовым материалам и изделиям, предназначенным для контакта с пищевыми продуктами, устанавливает новые требования к

качеству, производству, порядку проверки и подтверждения соответствия к материалам и изделиям из полимерных материалов, в том числе многослойных материалов, соединенных клеящими веществами или другими методами, с различными покрытиями, в том числе с типографской печатью.

Требования Регламента Европейского Союза (Regulation (EU) № 10/2011) распространяются на материалы и изделия, которые предназначены для контакта с пищевыми продуктами, или находятся (могут находиться) в контакте с пищевыми продуктами. В Регламенте № 10/2011 введено новое определение – мульти-материал, многослойные материалы, которые состоят не только из пластика, а из нескольких материалов, например стекла или металла, в Директиве 2002/72/ЕС это не упоминалось. В мульти-материалах соблюдение соответствия должны быть оценены с точки зрения химического состава слоев пластика.

Так как основным вопросом является безопасность упаковки, ранее была разработана и принята Директива 2002/72/ЕС. Она содержит список добавок, которые могут быть использованы для производства пластиковых материалов и изделий. Так же, после был введен Регламент № 975/2009, в который были добавлены новые виды добавок. Так как техническое законодательство Европейского Союза постоянно обновляется, 30 ноября 2012 г. (вступил в силу с 10 января 2013 года) был принят Регламент Комиссии 1183/2012/EU, вносящий изменения и поправки в Регламент (EU) № 10/2011 по пластмассовым материалам и предметам, предназначенным для контакта с пищевыми продуктами. Регламент 1183/2012/EU устанавливает ряд поправок к Приложению I к Регламенту (ЕС) № 10/2011 в отношении определенных ограничений и спецификаций для мономеров, других исходных веществ и добавок, которые могут быть использованы в производстве пластмасс и изделий, предназначенных для контакта с пищевыми продуктами. Еще одним важным документом является Директива № 94/62/ЕС Европейского Парламента и Совета об упаковке и отходах от упаковки. Она содержит некоторые требования к самой упаковке (система маркировки и идентификации, уровни содержания тяжелых металлов в упаковке) и ее утилизации.

Основоположными документами, которые более подробно описывают предназначение упаковки и требования к ней, являются: 1) EN 13427:2004 Упаковка – Требования к использованию европейских стандартов в области отходов тары и упаковки; 2) EN 13428:2004 Упаковка – Требования для производства; 3) EN 13429:2004 Упаковка – Повторное использование; 4) EN 13430:2004 Упаковка – Требования к упаковке восстановление рециклинг материалов; 5) EN 13431:2004 Упаковка – Требования к упаковке; 6) EN 13432:2000 Упаковка – Требования к упаковке извлекаемые посредством компостирования и биодеградации – схема испытаний и критерии оценки для окончательной приемки упаковки.

Науковий напрям:

«Стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення»

На території України действует ДСТУ 4518-2008. «Продукты пищевые. Маркировка для потребителей. Общие правила». На сегодняшний день маркировка упаковки для пищевых продуктов, в том числе и для детского питания, попадает под действие этого документа. Это один из немногих документов, который в общих чертах описывает требования к маркировке и внешнему виду различной упаковки. Касательно упаковочных средств для детского питания, описаны лишь требования к маркировке, что является минимальным требованием для данного вида упаковки.

Подводя итог, можно сказать о том, что сертификация упаковки является многогранным комплексом показателей, таким как ее идентификация, маркировка, требования к безопасности, оценка соответствия и обязательное его подтверждение.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ МОСТОВОГО КРАНА. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Григорев О. В., профессор; Губский С. А., доцент; Турчин О. В., ассистент, НТУ «ХПИ», г. Харьков

В работе рассматриваются особенности и результаты экспериментального исследования движения модели мостового крана с перекосом. Исследование производится на специальном стенде. Объектом исследований является уменьшенная модель мостового крана.

Большинство исследователей отмечает многофакторность процесса движения крана, что сдерживает понимание природы сопутствующих негативных явлений. С другой стороны, в последнее время имеется значительный прогресс в развитии экспериментальных и теоретических методов, применимых к структурно сложным и взаимообусловленным явлениям. Основной целью доработок было увеличение многоканальности и точности измерений. Аналогичные требования предъявлялись и к математической модели крана. Таким образом, обеспечивается возможность более корректного аналитико-эмпирического подхода.

Нами был проведен анализ результатов предварительных измерений на стенде, описанном в работе [1]. В результате конструкция модели была доработана. В проведенной серии испытаний определялись боковые нагрузки на колеса, боковые смещения колес, перемещение крана, активная сила, приложенная к крану. Результаты замеров фиксировались в числовом виде посредством АЦП. Вертикальная нагрузка создавалась последовательной установкой 8 грузов, боковая нагрузка имела 3 уровня, перекашивающая – 2 уровня. Общее количество перемещений крана вперед-назад превышает 1000.

Были проведены отдельные серии испытаний при различной форме рельсового пути, различном положении колес. Также было проведено

испытание для определения параметров упругого бокового скольжения колеса и силы сопротивления ребордного трения.

Получен значительный объем параметров в динамике, что позволит осуществить разностороннее тестирование математической модели. В случае положительных результатов модель может использоваться для оптимизации антиперекосных мероприятий для кранов различных конструкций.

Список литературы

1 Григоров, О. В. Экспериментальное исследование модели мостового крана / Григоров О. В., Степочкина О. В. // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: Тези доповідей XXIII МНПК. – Харків: НТУ «ХП». – Ч. I. – С. 85.

ВИБІР ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОХИБКИ ЗАКРІПЛЕННЯ НА ЗАГАЛЬНУ ТОЧНІСТЬ УСТАНОВКИ

*Деркач А. В., студент; Кіяновський М. В., професор,
Криворізький національний університет, м. Кривий Ріг*

Шляхом аналізу наукових публікацій встановлено, що під час розрахунку верстатних пристроїв на точність, немає простої та швидкої методики визначення похибки закріплення на етапі планування технологічної операції, особливо це є найбільш актуально для нежорстких деталей із складними просторовими формами.

У якості основних методів для оцінювання деформації опор та заготовки деталі був використаний метод скінченних елементів. За результатами роботи була отримана віртуальна модель деформацій, яких зазнає заготовка й оснастка під дією сил затиску, та було отримано числове значення цих відхилень.

Задачею дослідження є моделювання деформації деталі за допомогою сучасних інструментів моделювання та визначення найбільшого переміщення поверхонь деталі. Очікуваним результатом роботи є виявлення загального характеру і масштабів деформації деталі під дією сили закріплення. У роботі вирішувалися наступні завдання: 1) моделювання деформації оброблюваної деталі під дією технологічних навантажень, виявлення загальної топології деформаційних полів і визначення значень пружних деформацій оброблюваної поверхні деталей; 2) отримання числових даних щодо деформації заготовки під дією сил закріплення; 3) аналіз впливу похибки закріплення на загальну точність установки.

Для рішення цієї задачі був обраний метод скінченних елементів. Формула кінцевих елементів буде залежати від типу самої конструкції заготовки і характеру деформації. Наприклад, кінцевими елементами в

Науковий напрям:

«Стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення»

розрахунку тривимірних конструкцій (масивів або товстих плит) – підобласті у вигляді тетраєдрів або паралелепіпедів. Але на відміну від справжньої конструкції, в такій дискретній моделі зв'язування кінцевих елементів відбувається тільки в окремих вузлах (точках). Функціоналом енергії всієї конструкції при дискретизації буде алгебраїчна сума окремих функціоналів кінцевих елементів, і для кожної підобласті повинен бути заданий незалежний від інших закон розподілу необхідних для вирішення функцій. За допомогою цих законів можливий вираз переміщень (шуканих безперервних величин) в межах заданого кінцевого елемента через значення величин у кінцевих точках.

Число вузлів і число їх можливих переміщень (ступінь свободи) для кінцевого елемента можуть варіюватися, але менше мінімальної кількості, необхідного для розгляду станів кінцевих елементів під дією напруги або деформації в даній прийнятій моделі, їх бути не повинно. Ступені свободи кінцевих елементів визначаються числом незалежних переміщень у всіх їхніх вузлах. Ступінь свободи всієї конструкції розраховується і, як наслідок, алгебраїчний порядок рівнянь системи буде визначатися підсумовуванням числа переміщень усіх відомих її вузлів. Спосіб дискретизації розглянутої області, кількість кінцевих елементів, число їх ступенів свободи, а також форма використовуваних наближених функцій безпосередньо впливають на точність розрахунку всієї конструкції. Для автоматизації розрахунку використовуємо систему АРМ FEM. Система АРМ FEM призначена для виконання експрес-розрахунків твердотільних об'єктів у системі КОМПАС-3D, і візуалізації результатів цих розрахунків. До складу АРМ FEM входять інструменти підготовки деталей і складань до розрахунком, завдання граничних умов і навантажень, а також вбудовані генератори скінченно-елементної сітки (як з постійним, так і зі змінним кроком) і постпроцесор. Цей функціональний набір дозволяє змоделювати твердотільний об'єкт і комплексно проаналізувати поведінку розрахункової моделі при різних впливах з погляду статички, власних частот, стійкості і теплового навантаження.

Для створення скінченно-елементного представлення об'єкту в АРМ FEM передбачена функція генерації скінченно-елементної сітки.

Список літератури

1 Каплун, А. Б. ANSYS в руках інженера. Практическое руководство / Каплун, А. Б., Морозов Е. М., Олферьева М. А. – М.: УРСС, 2004. – 272 с.

2 Дальский, А. М. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. / [Суслов А. Г., Жесткова И. Н. и др.]: под ред. А. М. Дальского. – М.: Машиностроение, 2001. – Т. 1. – 912 с.

МЕТРОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ВИМІРЮВАЛЬНОГО КАНАЛУ ТЕМПЕРАТУРИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПУЛЬСУЮЧИХ ПОТОКІВ

*Долішній Б. В., доцент; Довгий Б. І., студент,
ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ*

Експериментальна установка, яка забезпечує можливість регулювання режимів роботи двигуна газотранспортних установок шляхом зміни навантаження на силову установку та задання різних частот обертання колінчастого валу двигуна, реалізована на базі ІФНТУНГ [1].

Вимірювання амплітуди пульсацій тиску відноситься до непрямих вимірювань [2]. Водночас технічна реалізація цих вимірювань забезпечувалася трьома послідовно з'єднаними приладами: давачем тиску Д1, вимірювачем пульсацій тиску ВП1 і самописцем С. Тому метрологічний аналіз цих вимірювань здійснено виходячи із вказаних двох відправних моментів.

На рис. 1 зображена розроблена структурна схема формування похибки $\delta_{Др}$ під час вимірювання амплітуди пульсацій тиску. В якості основних складових формування похибки прийняті похибки давача, вимірювача пульсацій і самописця, які позначені $\theta_{Д1}$, $\theta_{ВП1}$, $\theta_{С}$ відповідно. Так як ці складові формувалися технічними даними приладів, то вони відносилися до числа невилучених систематичних похибок. Враховуючи, що вимірювання амплітуди пульсацій тиску не відноситься до статичних вимірювань, то для нашого випадку кожен з цих приладів обтяжений динамічними похибками. Однак, так як вимірювання пульсацій конструктивно реалізоване на базі електронного диференціального вольтметра, а робочий частотний діапазон самописця обмежувався 150 Гц, то при максимально можливих досліджуваних частотах 15 Гц, необхідним було врахування тільки динамічної похибки $\theta_{Др}$ давача тиску, а аналогічними складовими похибки інших приладів можна знехтувати внаслідок їх практичної відсутності. На рис. 1 $\theta_{кр}$ – границя основної допустимої похибки коефіцієнта перетворення давача тиску, яка згідно його метрологічних характеристик визначалася вибраним діапазоном вимірювання D і стандартизованим значенням вихідного сигналу U_o давача; $\theta_{ДУ}$ – похибка формування різницевого сигналу диференціального вольтметра, який пропорційний різниці напруг давача тиску і задавача опорної напруги; $\theta_{КVP}$ – похибка підсилення диференціальним вольтметром.

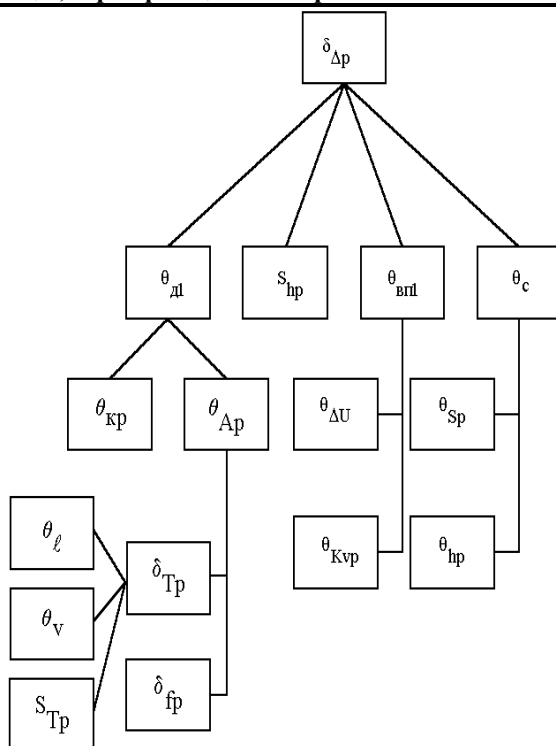


Рисунок 1 – Структурна схема формування похибки під час вимірювання пульсацій тиску

Числові значення цих складових розраховувалися згідно інструкції з експлуатації диференціального вольтметра у відповідності до вибраних його параметрів налаштування; θ_{Sp} – похибки функціонування каскаду підсилення самописця (визначалася вибраною чутливістю самописця S_p); θ_{hp} – похибка зумовлена неточністю механізму реєстрації вимірюваного параметра самописцем; S_{hp} – СКВ випадкової похибки визначення візуального відліку дослідником амплітуди коливань з осцилограми, яка здійснювалася багаторазово вздовж її довжин; δ_{fp} – похибки визначення частоти пульсацій тиску; δ_{Tr} – похибки визначення чисельного значення постійної часу; S_{Tr} – СКВ випадкової похибки визначення сталої часу.

На основі запропонованої схеми накопичення похибок та відповідно до запропонованого алгоритму у [1, 2] за результатами експериментальних значень розраховано похибку вимірювань пульсацій тиску і її чисельне значення становить $\theta_{\Delta p} = 3,0 \%$.

Список літератури

1 Долішній, Б. В. Підвищення ефективності використання теплоти відпрацьованих газів газомотокомпресорів: дис. ... канд. техн. наук: 05.15.13 / Долішній Богдан Васильович. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2003.

2 Чеховський, С. А. Метрологія і технологічні вимірювання у нафтовій та газовій промисловості: навч. посіб. / [С. А. Чеховський, І. С. Петришин, Н. М. Піндус, С. П. Ващишак, Л. А. Витвицька]; ред.: С. А. Чеховський. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2010. – 534 с.

КОНЦЕПТУАЛЬНЕ УЯВЛЕННЯ ПРО СИСТЕМУ СТАНДАРТІВ

*Євстаф'єва Є. О., аспірант; Дядюра К. О., зав. кафедри ПМ і ТКМ,
СумДУ, м. Суми*

Необхідність концептуального, системного осмислення стандартів в деякій предметній області виникає в силу того, що на певному етапі розвитку цієї області накопичується велика кількість знань, фактів, завдань та інтересів, слабо пов'язаних між собою. Таким чином, виникає необхідність зведення воедино величезних обсягів різноманітної інформації, узгодження великої кількості різних і часто суперечливих цілей та інтересів.

У той же час світовий досвід та досвід передових вітчизняних компаній показує, що вирішення проблеми управління якістю на підприємстві необхідно шукати на шляхах впровадження інтегрованих інформаційних систем стандартів, що охоплюють практично всі сторони діяльності та володіють засобами підтримки.

Головна перевага таких систем стандартів – можливість роботи з єдиною базою даних, що оптимізує витрати на пошук інформації, зменшує ймовірність помилок, полегшує вирішення проблеми обміну інформацією.

Стандарт є документом – матеріальний об'єкт з інформацією, закріпленою створеним людиною способом для її передачі у часі і просторі

Основне завдання, що стоїть при використанні стандартів – забезпечити високу швидкість проходження інформаційних потоків, зв'язок учасників бізнес процесів, надання інформаційної підтримки для прийняття рішень на різних рівнях.

Система стандартів – це інформаційний комплекс, інтегрований у національну та світову системи стандартів, що складається з інформаційної бази і процесів, що дозволяють накопичувати, зберігати, коригувати, здійснювати пошук, обробку і видачу інформації.

Концептуальне уявлення системи стандартів концентрує увагу на змісті інформації, саме концептуальна схема описує це подання. На базі концептуальної схеми створюються зовнішні схеми, описи яких зосереджені на тому, як представлена інформація для користувача [1].

Науковий напрям:

«Стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення»

Так як концептуальна схема повинна бути простою у використанні і розумінні для різноманітних користувачів, необхідний механізм додавання лінгвістичних конструкцій довільної складності (макроконструкцій) у формальну систему, щоб користувачі могли з нею взаємодіяти на будь-якому необхідному рівні абстракції.

Концептуальна схема та інформаційна база абсолютно незмінні, поки щось не справить зміни в них. Це щось називають інформаційним процесом.

Найважливішими принципами, що лежать в основі системи стандартів і визначають її високу ефективність, є: 1) реалізація «петлі управління» (прогноз – планування – контрольована діяльність по виконанню планів – аналіз результатів – корекція прогнозів і планів) для всіх сфер діяльності підприємства; 2) використання інтерактивної технології аналітичної обробки даних; 3) забезпечення інформаційної підтримки прийняття рішень на різних рівнях підприємства; 4) відповідність функціональності, технологічності і ступеня інтеграції системи сучасним концепціям ERP, CSRP (Custom Synchronized Resource Planning – планування ресурсів, синхронізоване з покупцем), SEM (Strategic Enterprise Management; 5) стратегічне управління підприємством; 6) поєднання високого ступеня інтеграції з гнучкістю – система будується у вигляді набору взаємопов'язаних, але відносно незалежних стандартів, які купуються у складі та порядку, зручному конкретному клієнту; 7) забезпечення налаштування на конкретну галузь, регіон, особливості бізнесу; 8) відстеження та оперативне включення в оновлення системи усіх змін у законодавстві.

Основними об'єктами системи є операційні документи, які формуються під час проведення будь-якої господарської операції і утворюють в сукупності документообіг підприємства.

Ефективність системи стандартів визначається якістю продукції, процесів управління, планування, організації, контролю і прийняття рішень. Для промислового підприємства якість визначається на етапах життєвого циклу: проектування, виготовлення і використання продукції (вироби) за призначенням.

Серед завдань, що виникають у зв'язку з дослідженням складних систем стандартів, виділяють два основних класи:

- 1) завдання аналізу, пов'язані з вивченням властивостей та поведінки системи в залежності від її структури і значень параметрів;
- 2) задачі синтезу, зводяться до вибору структури та значень параметрів в залежності від заданих властивостей системи.

На основі аналізу потоків інформації необхідно вирішити найважливішу задачу – виділення інформації, істотної для управління якістю.

Щоб побудувати оптимальні методи управління, слід виділити таку мінімальну кількість інформації, яка забезпечує задану якість управління та не є надмірною.

Список літератури

1 Информационные технологии. Система стандартов по базам данных. Концепции и терминология для концептуальной схемы и информационной базы: ГОСТ 34.320-96. – [Действует от 01-07-2001]. – 46 с.

ДО ПИТАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ НА ОСНОВІ ПРОЦЕСНОГО ПІДХОДУ І МІЖНАРОДНИХ СТАНДАРТІВ

*Залога В. О., зав. кафедри ТМВІ; Дядюра К. О., зав. кафедри ПМ і ТКМ;
Рибалко І. М., аспірант, СумДУ, м. Суми*

Питання про те, як краще побудувати роботу підприємства (організації), у теперішній час стає у топ-менеджерів одним із ключових. Відомо, що найбільш звичним (традиційним) способом організації управління підприємством в нашій країні все ще є структурно-функціональна система (СФС), при якій фахівці одного профілю об'єднуються в спеціалізовані структурні підрозділи (відділи), наприклад, плановий відділ, бухгалтерія тощо, тобто функціональний підхід до управління базується на ієрархічній організаційній структурі підприємства, де управління здійснюється шляхом управління організаційними одиницями (підрозділами, відділами, бюро, цехами і т. ін.), а взаємодія організаційних одиниць відбувається через роботу посадових осіб (керівників відділів, начальників, менеджерів і т. ін.). При функціональному підході мають місце пріоритети підпорядкування керівнику підрозділу, орієнтація на керівника та виконання функцій відповідним підрозділом, які хоча і направлені на вирішення завдань підприємства (організації) в цілому, але все ж таки в першу чергу тих, в яких, як правило, зацікавлений сам підрозділ, досить часто провокує конфлікт між лінійними і штабними функціями у зв'язку з відносно слабкою координацією роботи підрозділів по горизонталі. Таким чином, основною ідеєю функціонального підходу до управління є закріплення за певними елементами системи функцій, які вона виконує незалежно від інших одиниць структури і взаємодію з ними через поділ праці і обмін матеріальними продуктами. У чистому вигляді функціональна структура практично не зустрічається. Вона використовується, як правило, в поєднанні з лінійною структурою, побудованою на основі вертикальної ієрархії управління і базується на суворій підпорядкованості нижчої ланки управління вищою, тобто управління підприємством при цій системі реалізується за допомогою наказів, розпоряджень, дозволів, які «ходять» вертикально, відповідно до закріпленої ієрархії, тобто безпосередні виконавці завдань, покладених на них, самостійно майже ніяких рішень приймати не можуть. Саме тому функціональні підрозділи тонуть в узгодженнях, а, враховуючи, що інтереси різних служб часом можуть бути

Науковий напрям:

«Стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення»

дуже суперечливими, то ця схема, як правило, не дозволяє досягати необхідних результатів. Крім того, СФС характеризується схильністю до «бюрократії», в результаті чого при її використанні мають місце: втрата управлінської гнучкості, низька швидкість прийняття рішень, втрата інформації; протиріччя між цілями функціональних підрозділів тощо. У теперішній час, який характеризується необхідністю швидкого прийняття управлінських рішень та швидкої реакції на вимушені зміни як у середовищі в цілому, так і на самому підприємстві, пов'язаних зі швидкою зміною завдань, що стоять перед ним, та вимог до продукції (послуг) тощо, ця система, характеризується накопиченням невирішених питань, суттєвим перевантаженням керівників вищого рівня, відносно незначними інноваціями, а також обмеженням розвитку менеджерів широкого профілю всередині підприємства.

Фахівцями з управління сьогодні пропонується досить багато різноманітних альтернативних концепцій, так званих адаптивних структур (органічна, бригадна, проектна, матрична та ін.), які дозволяють виправити вказані недоліки СФС і можуть бути у тому чи іншому ступені застосовні в реальній вітчизняній практиці. В багатьох адаптивних структурах управління помірно використовуються: формалізація правил і процедур, децентралізація і участь фахівців в прийнятті рішень, широко визначається відповідальність в роботі, структура влади досить гнучка, хоча в них і є невелика кількість рівнів ієрархії. Ретельний аналіз відомих концепцій, направлених на покращення систем управління підприємством, показав, що краще за інших у цьому сенсі зарекомендував себе процесний підхід, запропонований ще у кінці 70-х років минулого століття, який сьогодні в західній системі менеджменту домінує і який у теперішній час є найбільш дієвим методом організації ефективної роботи підприємства (організації) любого профілю, про що досить переконливо свідчать результати роботи тих вітчизняних підприємств, які його вже використовують. Щоб зрозуміти, що таке процесний підхід до управління підприємством, необхідно розібратися як з поняттям самого бізнес-процесу, так і з тим, чим він суттєво відрізняється від «старого, доброго і звичного» функціонального підходу до управління, які його переваги та недоліки.

Метою цієї роботи є аналіз процесного підходу в управлінні підприємством (організацією) та створення умов для його моделювання з метою вибору найкращого варіанту системи менеджменту, а, відповідно, результатів виробництва компресорного устаткування, а також зменшення термінів її впровадження.

Суть процесного підходу – уявлення діяльності підприємства (організації) як набору взаємопов'язаних бізнес-процесів, що створюють цінність саме для клієнта, тобто у порівнянні з функціональним підходом, який ділить все підприємство на підрозділи, що відповідають за певну функцію,

процесний підхід об'єднує дані функції на підставі поняття «створення цінності для клієнта».

До переваг процесного підходу можна віднести наступні: 1) орієнтація на клієнта (на результат), тобто використання CRM-підходу; 2) підпорядкування власнику процесу; 3) пріоритетним є виконання функцій, важливих для всіх учасників процесу; 4) активна співпраця учасників процесу; 5) більш висока управлінська гнучкість; 6) фокус на витрати (собівартість процесу), його тривалість та якість; 7) прозорість операцій тощо.

Треба мати на увазі і той факт, що процесний підхід має і окремі недоліки. Наприклад, хоча для підприємства зміни працівників, найчастіше являються не критичними, оскільки є механізми передачі знань новим співробітникам (регламенти бізнес-процесів), разом з тим у деяких випадках, наприклад, при формуванні з метою удосконалення та підвищення ефективності стратегічного планування та управління персоналом кросфункціональних підрозділів, потрібно обов'язково вводити окремі процедури для забезпечення професійного росту співробітників (навчання).

Процесний підхід використовується в якості базового в Міжнародних стандартах ISO серії 9000. Ефективність процесного підходу можна суттєво підвищити шляхом реалізації процесного моделювання, тобто шляхом опису процесів і їх оптимізації.

Опис процесів передбачає: 1) визначення власника процесу, меж процесу, клієнтів і виходів процесу, постачальників і входів процесу, ресурсів; 2) опис технології виконання процесу; 3) розробку показників процесу, результатів процесу, задоволеності клієнтів процесу; 4) опис роботи власника процесу з проведеного аналізу функціонування процесу; 5) поліпшення як самого процесу, так і звітності перед вищим керівником.

Результатами процесного моделювання можуть бути: 1) наявність верифікованих описів процесів; 2) вирішення виявлених при практичній реалізації процесів проблем; 3) налагоджена взаємодія підрозділів; 4) мінімізація варіації в результатах виконання процесів (процес може виконуватися стабільно без збоїв).

Перехід до процесно – орієнтованого управління організацією на основі вимог ISO 9001:2015 надасть можливість: 1) скласти перелік основних процесів і на підставі отриманих даних зробити висновки про раціональність використання ресурсів, чисельності та завантаження персоналу і т. ін.; 2) визначити відсутні і дублюючі процеси і зробити відповідні корективи; 3) визначити перелік функцій кожного підрозділу організації; 4) встановити взаємозв'язки підрозділів та виконуваних в них функцій.

Таким чином, принциповою відмінністю процесного підходу від інших, у т. ч. і функціонального, є сконцентрованість на результаті і забезпечення оптимального способу його досягнення.

Науковий напрям:

«Стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення»

Опис і оптимізація процесів мають дві цілі – автоматизація процесів для підвищення ефективності управління підприємством та підвищення прозорості й ефективності діяльності підприємства (організації) в цілому.

Переорієнтація підприємств (організацій) на процесне управління дає можливість «вижити» і розвиватися вітчизняним виробникам в умовах сучасного світу.

**ЗАСТОСУВАННЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ДЛЯ
УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ
МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА**

*Залога В. О., зав. кафедри ТМВІ; Яшина Т. В., аспірант, СумДУ, м. Суми
Динник О. Д., доцент, КІ СумДУ, м. Конотоп*

Підвищення якості продукції неможливе без статистичного управління процесами, заснованого на результатах вимірювань їх ключових характеристик. Однак, результати вимірювань, які використовуються для прийняття управлінських рішень, не завжди відображають реально існуючі об'єкти з необхідною точністю. У такому випадку виникає низька достовірність результатів вимірювань, яка призводить до виникнення помилок вимірювань і, відповідно, до прийняття хибних рішень. Дотримання принципів управління якістю, сформульованих в стандарті ДСТУ ISO 9000 (зокрема, прийняття рішень, заснованих на фактах), таким чином, залежить від достовірності вимірних даних [1].

Аналіз сучасного стану СУЯ машинобудівного підприємства (МП) показав, що достовірність даних вимірювань, зниження їх невизначеності є важливим завданням в управлінні якістю. Мінливість результатів вимірювань є наслідком невизначеності вимірювань, а причини її закладено в вимірювальній системі (ВС). Тобто, для підвищення достовірності результатів вимірювань необхідно проводити оцінку статистичних характеристик ВС та усувати причини мінливості.

У ході вивчення ряду інформаційних джерел [2, 3] з'ясовано, що на сьогоднішній день проблема аналізу вимірювальної системи (ВС) та її впливу на управління якістю продукції машинобудівного підприємства на всіх етапах її виготовлення є важливою і актуальною задачею, але ряд питань, пов'язаних з оцінюванням та удосконаленням ВС, не вирішені. Таким чином, підвищення достовірності результатів вимірювань та зниження їх невизначеності є актуальним та важливим завданням в управлінні якістю продукції машинобудівних підприємств.

Сьогодні одним із дієвих інструментів статистичного аналізу у виробничій практиці, необхідних для контролю якості продукції МП на всіх етапах її виготовлення, є аналіз вимірювальних систем (MSA). На відміну від

метрології, MSA оцінює ступінь впливу кожного фактору ВС (приладу, контролера, навколишнього середовища тощо) на загальну варіацію виробничого процесу. Однак, для отримання достовірних результатів оцінювання, необхідно, щоб метод оцінки ВС дозволяв приймати рішення про прийнятність використання досліджуваної системи для даного типу вимірювань в досліджуваному процесі та оцінював необхідність поліпшення ВС та можливі способи такого поліпшення. Отже, можна скласти перелік вимог до методу оцінки ВС, серед яких: можливість оцінювати достовірність результатів вимірювань; мінливість розсіювання, зміщення та стабільність ВС; короткострокову та довгострокову мінливість ВС; в тому числі використовуватися при неможливості проведення повторних випробувань.

Проведення оцінювання ВС, є важливою складовою удосконалення СУЯ МП, однак чинники, що впливають на його достовірність, діють на всіх етапах життєвого циклу ВС, які можна згрупувати по кроках циклу Шухарта-Демінга (Plan-Do-Check-Act) [4] (рис. 1).



Рисунок 1 – Основні етапи функціонування вимірювальних систем

Таким чином, дані вимірювань та контролю повинні використовуватися не тільки для перевірки відповідності характеристик продукції встановленим вимогам, а, перш за все, для прийняття управлінських рішень щодо необхідності регулювання виробничих процесів. Однак, на сьогоднішній день не існує комплексного підходу до використання ВС, що враховує всі перелічені етапи, а існуючі інструменти оцінювання цих систем мають значні недоліки і не підходять для універсального застосування на вітчизняних МП, що визначає напрямок подальших досліджень.

Список літератури

1 Управление качеством продукции. Инструменты и методы менеджмента качества: учебное пособие / [С. В. Пономарев, С. В. Мищенко и др.]. – М.: РИА «Стандарты и качество». – 2005. – 248 с.

2 Анализ измерительных систем. MSA. Ссылочное руководство. – [3-е изд., испр.]. – Перевод с англ. – Н. Новгород: ООО СМЦ «Приоритет», 2007. – 242 с.

3 Репин, В. В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов / Репин В. В., Елиферов В. Г. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2008. – 408 с.

4 Васильчук, А. В. Анализ измерительных и контрольных процессов (MSA) в автомобилестроении / [А. В. Васильчук и др.]. – Самара: ЗАО «Академический инжиниринговый центр»; ООО «Офорт», 2006. – 190 с.

АЛГОРИТМ ПРОВЕДЕННЯ НЕРУЙНІВНОГО ЕКСПРЕС МЕТОДУ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ЛЕЗ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ

*Залого О. О., інженер; Залого О. Г., інженер; Жигилій Д. О., доцент,
СумДУ, м. Суми*

Комплекс трибологічних властивостей матеріалів, які знаходяться в процесі різання в контактній взаємодії, складається з рівнянь, які пов'язують температуру і нормальні напруження на контактній поверхні з дотичними напруженнями. У загальному випадку моделювання процесу різання на рівні деталізації «Лезо» мають бути визначені п'ять констант $\tau_0, \beta_0, k_b, T_k, \mu_d$, які відображають трибологічні властивості контактуючої пари.

Для визначення констант τ_0, β_0 , які характеризують адгезійну взаємодію інструментального та оброблюваного матеріалів, в роботі розроблені спеціальні методики і алгоритм експериментальних досліджень ковзання в умовах високих тисків за допомогою адгезіометра оригінальної конструкції, що дозволяє визначити силу опору ковзанню за жорсткою схемою навантаження індентора в півпростір при його безперервному обертанні.

В роботі запропонований алгоритм проведення неруйнівного експрес методу оцінювання якості лез різального інструменту на основі теорії фрикційної взаємодії поверхонь різального леза з поверхнями на оброблюваній заготовці та стружкою, загальний вигляд якого представлено на рис. 1.

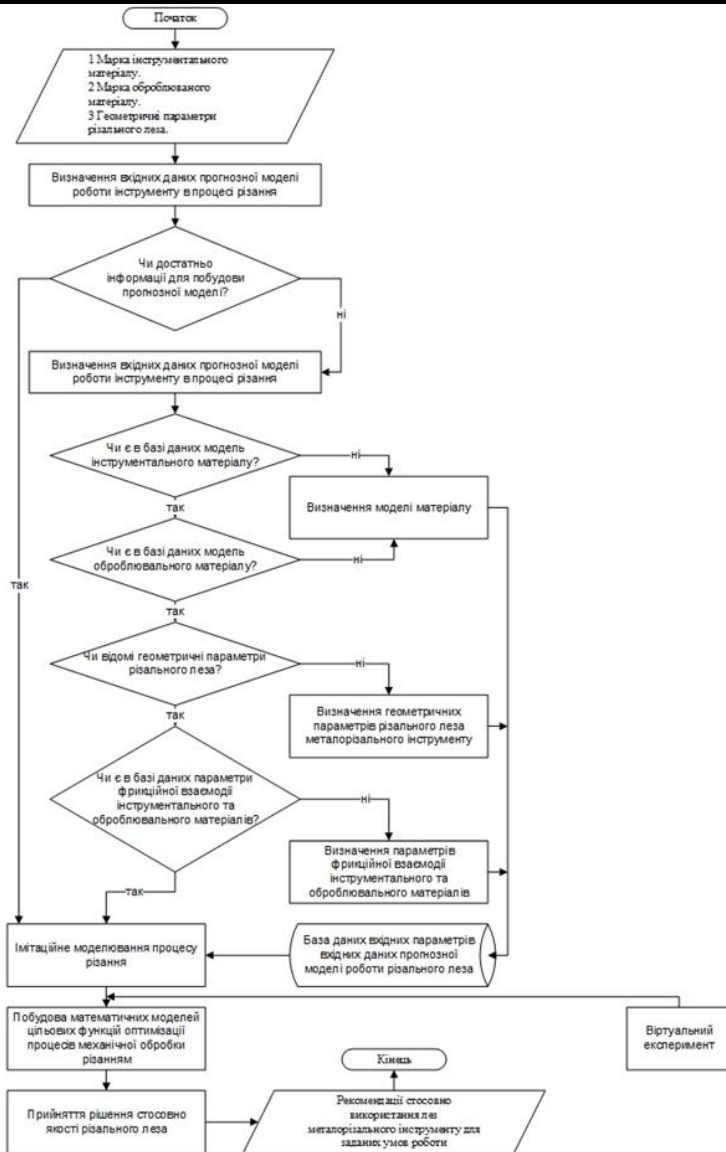


Рисунок 1 – Загальний алгоритм прийняття рішення стосовно вибору металорізального інструменту

**ПІДВИЩЕННЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ
В ЛАКОФАРБОВІЙ ПРОМИСЛОВІСТІ ПІД ЧАС ВИПУСКУ
ВОДНО-ДИСПЕРСІЙНОЇ ПРОДУКЦІЇ**

Здєльник З. А., ст. викладач; Берьозова А. В., студент, СумДУ, м. Суми

На шляху інтеграції з Європейським Союзом підприємства лакофарбової промисловості переживають часи реформ, які несуть у собі масштабні зміни в системі технічного регулювання. Запроваджена система управління якістю відповідно до стандартів ДСТУ ISO 9001 не тільки дозволяє стабільно випускати якісну продукцію, забезпечує контроль на всіх етапах виробництва, а ще й потребує постійного вдосконалення. Щоб залишатися конкурентоздатними та мати змогу задовольнити кожного споживача, підприємства повинні постійно розвивати свій науковий і виробничий потенціал. З кожним вдосконаленням та розширенням асортименту продукції, діючі за радянських часів стандарти стають неактуальними і тому з'являється необхідність у запровадженні нових. При цьому гарантувати найвищий рівень якості виробник може тільки за умови внесення змін з боку технічного контролю. Сучасний споживач паралельно з якісною продукцією прагне отримати максимально безпечну, тому підприємства лакофарбової промисловості здебільше нарощують потужності у виробництві водно-дисперсійних покриттів, які не містять органічних розчинників і через це практично не мають запахів та зарекомендували себе як екологічно чисті. Під час виробництва водно-дисперсійної продукції, з боку роботи відділів технічного контролю (далі ВТК) в 2016 р. постала задача посилити контроль якості, а саме запровадити роботи, що передбачені стандартом ДСТУ ISO 2813:2014 Фарби та лаки. Визначення блиску під кутом 200, 600 і 850.

Мета: запровадити стандарт ДСТУ ISO 2813:2014 на етапі визначення контролю готової продукції.

Робота за даним стандартом визначає алгоритм відбору проб фарби, лаку чи подібної продукції, їх підготовку та проведення випробування на етапі розливу та пакування. Головною особливістю є запровадження методу, який встановлює визначення блиску лакофарбових плівок за допомогою прибору блискоміру з кутом виміру 200, 600 та 850 (окрім фарб із металевим ефектом), адже під кутом 450 наявного блискоміру визначення не є актуальними, а тому можна вважати морально застарілими. Відтепер для всіх лакофарбових плівок кут виміру становить 600, але для високо глянцевого та для практично матових плівок вважаються кути відповідно 200 або 850. Кут виміру 200, при якому використовується менша апертура детектора, призначений для більш точного визначення різниці між високо глянцевими лакофарбовими плівками – за умови якщо під кутом 600 значення блиску вище, ніж приблизно 70 одиниць. А кут

виміру 850 призначений для більш точного визначення різниці якщо під кутом 600 значення блиску нижче, ніж приблизно 10 одиниць.

Для досягнення встановленої мети була проведена робота:

1. Вивчення стандарту та порівняння з діючими на виробництвах.

2. Визначення проблематики, аналіз ризиків впровадження.

3. Доукомплектація технічної бази дослідних лабораторій / ВТК обладнанням.

4. Проведення досліджень та набір статистичних даних.

5. Внесення змін в розроблені ТУ на продукцію, паспорти якості та журнали фізико-хімічних показників на готову продукцію.

Таким чином, запровадження стандарту ДСТУ ISO 2813:2014 посприяло:

– посиленню контролю з боку якості випускаємої водно-дисперсійної продукції: фарб акрилових універсальних та лаків;

– оновленню технічної бази, а саме закупівлі новітнього блискоміру з трьома кутами вимірів;

– підвищенню конкурентоздатності серед виробників на ринку водно-дисперсійної продукції;

– відмові від застарілих радянських ГОСТів: ГОСТ 896 Матеріали ЛКК. Фотоелектрический метод определения блеска; ГОСТ16143 Детали изделия из древесины и древесных материалов. Методы определения блеска прозрачных лаковых покрытий.

Робота має практичне значення і може бути запроваджена на будь-якому лакофарбовому підприємстві, що займається випуском водно-дисперсійної продукції.

ТЕРМІНОЛОГІЧНА РОБОТА ЯК НЕВІД'ЄМНИЙ ЕЛЕМЕНТ УПОРЯДКУВАННЯ ТА СТАНДАРТИЗУВАННЯ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ТЕРМІНОЛОГІЇ

*Івченко О. В., доцент; Пасічник А. В., доцент; Зайка І. Ю., аспірант;
Дорда В. О., студент, СумДУ, м. Суми*

Українська фахова мова характеризується наявністю досить розвинутої кодифікованої термінології майже з усіх галузей знань, яка здатна забезпечити сучасні потреби суспільства. Робота, що проводиться термінологами та фахівцями, сприяє виробленню методологічних засад щодо уніфікації вітчизняної наукової термінології та збагаченню її за рахунок власних мовних одиниць. Сучасні термінологічні дослідження передбачають узгодження національної й інтернаціональної термінології, вироблення методологічних засад уніфікації українських терміносистем, їх збагачення власними мовними одиницями, а також необхідними лексичними запозиченнями, укладанням

Науковий напрям:

«Стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення»

різного типу словників, удосконаленням чинних національних термінологічних стандартів.

Основним завданням сучасного термінознавства є практичний аспект – систематизація, упорядкування та, звичайно, стандартизація наявної науково-технічної термінології шляхом повернення забутих термінів, створення галузевих словників, державних стандартів на терміни та визначення понять, і, безперечно, їх гармонізація з міжнародними стандартами.

Безумовно, технологія творення терміносистем – досить тривалий і практично виважений процес, і невід’ємним його аспектом є проведення термінологічної роботи.

Відповідно до ДСТУ 3966:2009, термінологічна робота – робота, пов’язана із систематичним збиранням, описуванням, опрацюванням і подаванням понять та відповідних термінів; використовуючи напрацьовані методики, вона розбудовує терміносистеми конкретних царин знань. Зміст стандарту на терміни та визначення формує терміносистема – відносно замкнена, кількісно обмежена множина термінів, що відбиває поняттєву систему певної предметної сфери на відповідному етапі її розвитку, а основним елементом терміносистеми є термін, тобто слово або словосполучення певної (наукової, технічної тощо) області знання, що було обране або створене для вираження поняття.

Існує два рівні термінологічної роботи: упорядкування термінології та стандартизування термінології. І якщо упорядкування термінології знаходить своє вираження у її фіксуванні в термінологічних словниках, то остаточне фіксування термінології у термінологічних стандартах відбувається під час проведення другого етапу термінологічної роботи, а саме стандартизування.

Слід підкреслити, що розробка стандартів на терміни та визначення є одним з найскладніших напрямів розвитку стандартизації. Особливу роль тут відіграють процеси систематизації, уніфікації та стандартизування термінології, які забезпечують однозначне розуміння продукції, послуг, робіт і процесів в однорідних областях діяльності.

Саме тому проведення термінологічної роботи є досить важливим елементом під час упорядкування та стандартизування термінології, адже тільки при такому підході, коли однозначно встановлено і визначено межі кожного терміна та поняття, замовник, виробник і споживач зможуть зрозуміти, викласти, застосувати, переглянути норми, а також це створює умови для ідентичного уявлення українською мовою міжнародних стандартів, прийнятих в якості вітчизняних стандартів, та забезпечує взаєморозуміння між фахівцями у певних галузях наук.

**ЗАСТОСУВАННЯ ЕКСПЕРТНИХ МЕТОДІВ ПІД ЧАС ОЦІНЮВАННЯ
ЯКОСТІ ВИКЛАДАННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ У ВИЩИХ
НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ**

*Кадурина В. В., студент; Проценко О. В., студент;
Денисенко Ю. О., ст. викладач., СумДУ, м. Суми*

Стрімкий рух вищих навчальних закладів України у міжнародний освітній простір та виконання всіх принципів та умов Болонської угоди висунули ряд нових умов щодо якості освіти. Одним з показників якісно отриманої вищої освіти є володіння англійською мовою, як основною мовою спілкування з іноземними громадянами. Для участі в будь-якому з міжнародних проектів вкрай необхідно володіти іноземною мовою. Фахівці, які володіють іноземними мовами, будуть все більш і більш затребувані з кожним роком. Саме тому, вищі навчальні заклади створюють всі умови для покращення якості викладання англійської мови. Наказ Міністерства освіти і науки України за № 1/9-120 від 11.03.2015 року «Про організацію вивчення гуманітарних дисциплін» це підтверджує.

Тому метою роботи є розроблення апарату оцінювання якості викладання англійської мови у вищих навчальних закладах шляхом застосування експертного методу попарного порівняння.

В ході дослідження були виявлені критерії якості освіти: науковість, якість викладання, систематичність, логічна побудова заняття, чіткість і доступність викладу матеріалу та інші. На основі перелічених критеріїв якості освіти були визначені такі основні класифікаційні ознаки показників якості викладання англійської мови (далі ПВАМ): зміст заняття; професійне спрямування; методичний рівень; структура заняття; стиль викладання; особиста майстерність викладача.

Комплексний показник якості викладання англійської мови запропоновано оцінювати за формулою, запропонованою Адлером:

$$D = \sqrt[m]{\prod_{i=1}^m d_i^{\gamma_i}},$$

де m – кількість ПВАМ, d – бальна оцінка ПВАМ, γ – показник вагомості.

Показники вагомості кожного ПВАМ запропоновано оцінити за допомогою експертного методу попарного порівняння. Завдання складання вагомості окремих властивостей експертним методом, хоча і має деякі специфічні риси, проте в принциповому відношенні належить до класу задач прийняття рішень на основі обробки думок експертів. З точки зору методики

Науковий напрям:

«Стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення»

проведення опитування експертів, в даний час найбільш досконалим вважається так званий метод попарного порівняння.

Отже, в роботі був запропонований комплексний показник якості викладання англійської мови. Застосування експертного методу попарного порівняння дозволило встановити вагомість кожного з показників якості викладання англійської мови у вищих навчальних закладах.

**РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ КОНТРОЛЯ И ЮСТИРОВКИ ОПТИКИ
ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

*Капанайко В. С., студент; Криворучко Д. В., професор;
Н. Н. Коротун, доцент, СумГУ, г. Сумы*

Процесс контроля и юстировки оптики транспортных средств (это фары, фонари, прожекторы) заключается в том, что проверяемую оптику устанавливают на специальном стенде, закрепляют, подводят энергию и световой луч направляют на экран, расположенный на расстояниях 3, 5, 10 и 25 метров от источника. При этом на экране отмечают точки, освещенность которых должна соответствовать техническим условиям. Ранее для контроля освещенности люксметры устанавливались практически по всей площади экрана. Для предприятий – производителей оптики такой способ ее контроля был оправдан ввиду массовости продукции. Для предприятий и фирм, занимающихся эксплуатацией, ремонтом и обслуживанием техники наличие экрана с многочисленными люксметрами не является оптимальным. Для решения вопроса о качественном контроле оптики транспортных средств в условиях ограниченных возможностей по применению значительного количества люксметров предложены стенды, позволяющие осуществлять контроль оптики с меньшими затратами, но с тем же техническим результатом, что и на предприятиях – изготовителях оптики. Так, например известен стенд для контроля оптики, который содержит станину, механизмы для перемещения по осям и устройство для базирования и закрепления оптики. Особенностью устройства является то, что все перемещения осуществляются вручную. Нами предложена идея модернизации такого стенда, которая заключается в том, что три координатные оси оснащаются приводами, управляемыми программно от контроллера. Реализация такой идеи позволит легко изменять точки проецирования на экран и тем самым значительно сократить время контроля и юстировки оптики. Нами разработана 3D модель стенда, к которую по сравнению с аналогом внесены существенные изменения. Так, например, направляющие трения скольжения заменены направляющими качения в узле поворота координаты X, что дает резкое уменьшение усилия для перемещения такого узла. Суппорты поступательных перемещений оснащены шаговыми приводами и имеют маховики для ручных

перемещений, что повышают надежность в использовании устройства. По нашему мнению, возможна разработка и исследование в эксплуатации и других конструкций стендов, например на базе гексаподов, или иного вида параллельной кинематики.

ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ (ДСТУ ISO 9001:2015)

Кім Н. І., аспірант; Денисенко А. М., аспірант, УППА, м. Харків

Згідно міжнародного стандарту ДСТУ ISO 9001:2015, організація, що розробляє та впроваджує систему управління якістю (СУЯ), повинна планувати і здійснювати дії по визначенню ризиків та реалізації можливостей, що дозволяє створювати основу для підвищення її результативності та отримання покращених результатів і запобігання негативних ефектів. Ризик – це результат впливу закономірних та випадкових факторів на якість продукції, процесу чи послуги, який може мати як позитивний, так і негативний ефект.

Пропонується вважати, що ризик – це поняття, яке має кількісне вираження і обернене величині надійності. Тобто, щоб визначити величину ризику, необхідно знати величину надійності. Виходячи з цього, для визначення величини ризику стосовно продукції, процесів чи систем можна застосовувати ті самі методи, що застосовуються при визначенні надійності, тобто застосовувати методи структурного аналізу та методи математичної статистики.

Згідно [1], системи управління якістю організацій відносяться до соціально – економічних систем, які мають свої особливості, серед яких особливості: управління, складу і структури, взаємовідносин з зовнішніми системами, оцінювання та аналізування. Згідно з особливостями пропонується оцінювати ризики функціонування СУЯ через ризики функціонування процесів (елементів системи). Так як ризик – це позитивна величина, що має кількісне вираження (від нуля до одиниці) і на його показник впливає велика кількість факторів, то припускається, що фізико – статистична модель – двопараметрична модель Вейбулла–Гнеденко, яка має вигляд:

$$P(\tau_{\max} < \tau) = F(\tau) = e^{-(\tau/\beta)^{\alpha}}, \quad (1)$$

де P – ймовірність; β – масштабний параметр; α – параметр форми.

Для вирішення практичних задач з оцінювання ризиків необхідно оцінити параметри моделі (1) – β та α . І чим ефективнішими будуть оцінки параметрів моделі, тим достовірнішим буде результат і тим меншим необхідний обсяг статистичної інформації [2]. Тому наступним завданням

Науковий напрям:

«Стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення»

дослідження є знаходження ефективних статистичних оцінок параметрів моделі розподілу (1).

Класичні методи статистичного оцінювання – метод максимальної правдоподібності і метод моментів, орієнтовані на наявності великого об'єму статистичної інформації. Тобто із збільшенням інформації про об'єкт оцінювання ризику, збільшується достовірність оцінювання, проте на практиці їх часто застосовують при будь-яких обсягах інформації, у тому числі і малих, що призводить до значних помилок при вирішенні прикладних завдань.

Оцінки параметрів методом найбільшої правдоподібності можна знайти з таблиць для гама-функцій з рівності [2]:

$$C_v = \Gamma(1+\alpha), \quad (2)$$

де C_v – це варіація.

$$C_v = \sqrt{n \sum_{i=1}^n p_i^2 - 1}; \quad p_i = \frac{\tau_i}{\sum_{i=1}^n \tau_i}. \quad (3)$$

Знаючи оцінку α , можна отримати оцінку β з рівняння:

$$\beta = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (\tau_{ш})^{1/\alpha}}{T} \right)^\alpha. \quad (4)$$

Знайдемо оцінки параметрів методом моментів, прирівнюючи теоретичні та емпіричні моменти відповідного порядку, отримаємо оцінку β :

$$\beta = \frac{M_1}{\Gamma(1+\alpha)}. \quad (5)$$

Оцінку α знайдемо з таблиць для гама-функцій виходячи з рівності (2), при чому:

$$C_v = \frac{S}{M_1} = \frac{\sqrt{\frac{\sum (\tau_i - M_1)^2}{n-1}}}{M_1}, \quad (6)$$

де M_1 – вибіркове середнє значення; S – стандартне вибіркове відхилення.

$$M_1 = \frac{\sum n_i \tau_i}{n}$$

Отже, маємо оцінки параметрів моделі (1), отримані двома методами. Статистичний аналіз ефективності та зміщеності знайдених оцінок з застосуванням методу Монте-Карло показав, що оцінки, знайдені методом найбільшої правдоподібності більш ефективні та менш зміщені. Так при обсязі вибірки $n = 10$, ефективність оцінки в середньому більша на 12 %.

Список літератури

- 1 Тріщ, Г. М. Розробка методології оцінювання процесів систем управління якістю підприємств з урахуванням вимог міжнародних стандартів: дис. ... канд. техн. наук : 05.01.02 / Тріщ Г. М. – Львів, 2014. – 162 с.
- 2 Катрич, О. А. Розвиток кваліметричних методів оцінювання процесів систем управління якістю підприємств відповідно до вимог міжнародних стандартів: дис. ... канд. техн. наук : 05.01.02 / Катрич О. А. – Харків, 2015. – 167 с.

ПРИЛЯГАННЯ ПОВЕРХОНЬ ЯК ВИМОГА ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ МЕТАЛООБРОБНОГО ОБЛАДНАННЯ

Коротун М. М., доцент, Денисенко Ю. О., викладач, СумДУ, м. Суми

Вимоги до якості поверхонь машинобудівної продукції викладені у ГОСТ 25346-2013, який гармонізований із ISO 286-1:2010. Згідно вимог в доповнення до допуску розміру, що приєднується, може бути вказана вимога прилягання поверхонь за ISO 14405-1. Стандарт дає визначення терміну прилягання: це таке поєднання розміру, що прикладений до найменшої межі матеріалу (тобто будь – якого мінімального обмеженого розміру) або до обмеженого максимального описаного розміру, що відповідає максимальній межі матеріалу розміру. На кресленні вимога прилягання показується позначкою. Вимоги до прилягання пред'являють при виготовленні з'єднань ковзання, наприклад колінчастий вал – вкладиш підшипника, зубчастих передач, де контролюють площу контакту між бічними поверхнями зубів коліс. Для підвищення точності, надійності та довговічності такий показник може все більше використовуватися на різьбових з'єднаннях тертя і особливо кочення, для шліцьових і шпонкових з'єднань, сферичних сполучень (крани) та ін. Аналіз літературних джерел показав, які способи прилягання поверхонь використовуються для контролювання конічних з'єднань. При нормуванні кутів поле допуску може бути розташоване «в плюс», «в мінус» або симетрично. Тому виготовлення конічних з'єднань з підвищеними вимогами

Науковий напрям:

«Стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення»

до прилягання має складності. На практиці прилягання досягають притиранням (наприклад такі з'єднання, як сідло клапана – клапан двигунів внутрішнього згорання, з'єднання пробкових кранів). Проте для верстатних пристроїв як шпindel – допоміжний інструмент процес притирання не прийнятний із-за ряду причин. Існують відомі способи контролювання прилягання конусів верстатних пристроїв. Нами запропонований ще один із способів контролювання прилягання поверхонь конусів, що дозволяє завдяки використанню смужки з пластичного матеріалу, яку накладають поздовж поверхні конуса типу вал та з'єднання його з конусною втулкою, визначити пляму контакту після їх роз'єднання. Смужку деформують на одну третину товщини, що дає можливість отримати пляму контакту достатньої ширини та не мати ефекту прилипання пластичного матеріалу до конусної втулки. Технічний результат полягає у використанні ефекту пластичної деформації смужки для надійного отримання чіткого характеру плями контакту за її шириною, яку можна визначити вимірюванням. Характер плями контакту дає можливість визначити не тільки значення похибки контакту, але й напрямок похибки по довжині кінцевих поверхонь, що з'єднуються. Останнє дає можливість внести корекцію у технологічний процес для зменшення похибки прилягання поверхонь.

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ РАБОЧИХ МЕСТ СТАНОЧНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Лепёшкина Н. В., студент; Коротун Н. Н., доцент, СумГУ, г. Сумы

Кафедра ТМСИ проводит большие хозрасчетные работы по изготовлению деталей как для новой техники, так и в целях ремонта оборудования по заказам предприятий Украины. Точность, надежность, работоспособность и другие параметры качества изготавливаемых деталей являются основой привлекательности для заказчиков. Одним из критериев еще большей заинтересованности заказчиков и расширения как сферы услуг, так и географии заказов, является оценка технического уровня рабочих мест станочной лаборатории кафедры. Для оценки технического уровня рабочих мест необходимо выполнить ряд исследований, расчетов, проверок, которые покажут, что данный станок (рабочее место) имеет стабильные параметры по точности, жесткости, малой вероятности брака и т. д. Оценка технического уровня рабочего места проводится путем анализа соответствия оборудования нормативно-технической документации, а также характера и объема выполненных работ, оптимальности технологических режимов, технологической оснащенности рабочего места (наличия технологической оснастки и инструмента, контрольно-измерительных приборов и их технического состояния, обеспеченности рабочего места подъемно-

транспортними средствами), соответствия технологического процесса, оборудования, оснастки инструмента и средств контроля требованиям стандартов безопасности и нормам охраны труда, влияния технологического процесса, происходящего на других рабочих местах. На данном этапе работ нами проведены исследования по соответствию качества оборудования и соответствия технологического процесса нормативно – технической документации путем использования статистических методов контроля. К ним относятся: регулирование качества техпроцессов при контроле по количественному признаку и по альтернативному признаку. При применении контроля качества по количественному признаку нами была взята в качестве представительной деталь «корпус коронки» партией из 60 шт. Деталь обрабатывается на станке HARDINGE SP42. На чертеже детали указаны два диаметральных размера, выполняемые с допусками. Эти размеры проверялись в первую очередь. Нами были проверены и все свободные размеры. Все измерения проводились сертифицированными измерительными средствами: штангенциркулем с цифровой индикацией и микрометром. По результатам исследований построены гистограммы распределения размеров измеряемых параметров. Анализ гистограмм показал, что распределения подчиняются закону распределения близкого к нормальному, но требуют дополнительных исследований для других деталей, обрабатываемых на данном рабочем месте. Результаты измерений были проанализированы и с применением анализа качества по альтернативному признаку.

ВИКОРИСТАННЯ ДИНАМІКИ УСПІШНОСТІ СТУДЕНТІВ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ПІД ЧАС СЕРТИФІКАЦІЇ ПРОФЕСОРСЬКО-ВИКЛАДАЦЬКОГО СКЛАДУ

Лозова К. А., аспірант; Алексєєв О. М., професор, СумДУ, м. Суми

Процеси глобалізації освітнього середовища і науково-технічний прогрес висувають нові вимоги до рівня компетентності викладачів, як основного чинника забезпечення конкурентоспроможності університетів. Одним зі способів встановлення рівня компетентності викладача виступає сертифікація професорсько-викладацького складу (ПВС) ВНЗ. Сертифікація викладачів – це процедура встановлення відповідності якісних їх характеристик до вимог вітчизняних та / або міжнародних стандартів, призначена оцінити рівень професіоналізму фахівця відповідно до зовнішніх професійних стандартів, тобто розроблених поза конкретною установою.

На сьогодні критерії компетентності ПВС ВНЗ в достатній мірі теоретично обґрунтовані і широко використовуються для оцінювання діяльності викладачів в умовах традиційної освіти. Щодо визначення компетентності викладачів в дистанційній освіті (ДО), то тут ситуація набагато

Науковий напрям:

«Стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення»

гостріша. В попередніх роботах [1] нами було встановлені та розгруповані критерії визначення рівня якості викладачів при сертифікації ПВС в ДО. Всього в шести запропонованих групах було виділено 192 критерії оцінювання сформованості компетентності викладача, 55 з них в сфері дистанційного та змішаного навчання (ЗН). Також було встановлено, що одним з найбільш важливих критеріїв, притаманних дистанційній та змішаній освітам, являється «Компетенції щодо контролю динаміки результатів знань студентів», тобто встановлення росту навиків та знань студентів в тій чи іншій дисципліні. За результатами експертної оцінки [1], даний критерій займає одне з важливіших місць при сертифікації ПВС в ДО.

Критерій «Компетенції щодо контролю динаміки результатів знань студентів» наглядно вказує на вміння викладача раціонально організувати навчальний процес, на вміння навчити та донести відповідний матеріал до студентів.

Співвідношення успішності студента на початкових і завершальних етапах засвоєння навчального матеріалу дисципліни, порівняння успішності з даної дисципліни з середніми оцінками студента за час поточної сесії або в цілому за весь час навчання у вузі, інші аналогічні індикатори могли б широко використовуватися для оцінювання компетентності викладачів при сертифікації ПВС як в класичній формі освіти, так і при змішаному навчанні.

Перешкодою цьому, на наш погляд, є недосконалість методів вимірювання успішності навчання студентів при проведенні контрольних заходів.

Підвищення достовірності тестового контролю як інструменту педагогічних вимірювань розширює можливості використання його результатів для встановлення рівня компетентності ПВС по критерію «Компетенції щодо контролю динаміки результатів знань студентів».

В ДО відсутній фактор суб'єктивізму щодо встановлення оцінки, так як весь навчальний процес комп'ютеризовано, а тому і зменшується вплив викладача на результат, що дає змогу визначити наскільки студент засвоїв той чи інший матеріал за допомогою співпраці з конкретним викладачем. Що в свою чергу наявно вказує на компетентність викладача.

Також цьому може сприяти реалізований авторами [2, 3] підхід, заснований на використанні імітаційної моделі тестового контролю для визначення динаміки успішності навчання студентів під керівництвом викладача.

Визначення компетентності викладача на основі критерію «Компетенції щодо контролю динаміки результатів знань студентів» полягає у встановленні динаміки росту рівня навиків та знань кожного окремого студента на протязі певного періоду часу.

Кількісне визначення даного критерію можливе при визначенні темпів росту і приросту оцінок студентів за певний період часу та інших показників

динаміки. Визначення впливу викладача на динаміку росту навиків та знань студентів можливе за допомогою розрахунку непараметричного критерію Фрідмана та критерію тенденцій Пейджа.

Перспективним для подальших досліджень виступає розроблення математичної моделі для визначення кількісних характеристик критеріїв компетентності викладача для подальшої сертифікації ПВС при дистанційній та змішаній освіті в ВНЗ.

Список літератури

1 Лозова, К. А. Сертифікація професорсько-викладацького складу при змішаному навчанні / К. А. Лозова, О. М. Алексєєв // Збірник наукових праць ОДАТРЯ. – 2016. – № 1 (8) – С. 17–24.

2 Simulation model for computerized testing of learning success in quality management systems/ Alexander N. Alexeyev, Nataliya A. Konovalova, Kateryna A. Lozova, Elena N. Korol // Proceedings of the 12th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer, Kyiv, Ukraine, June 21-24, 2016, CEUR-WS.org, 1614, p. 137–147.

3 Значущість і складність тестових завдань під час оцінювання діяльності викладачів ВНЗ / О. М. Алексєєв, Н. А. Коновалова, К. А. Лозова, П. Є. Трофименко // ВІСНИК КНУТД. Серія Технічні науки. – 2015 – № 2 (84) – С. 240–247.

МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІД ЧАС ЛОКАЛІЗАЦІЇ НАФТОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ РІЧКОВОЇ АКВАТОРІЇ БОНОВИМИ ОГОРОДЖЕННЯМИ

Назаренко С. К., аспірант, ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ

Багато фахівців вважають, що механічне видалення нафтопродуктів з поверхні водойми є більш ефективним у порівнянні з використанням хімічних засобів, не кажучи вже про їх економічний перевагу. Очевидно, що з розлитою нафтою значно легше боротися, якщо вона займає обмежену площу акваторії. Щоб зменшити розтікання нафтової плями по поверхні водойми, використовують різні огорожувальні пристосування, найпростішими та найбільш вживаними є бонові загорожі. Загорожі представляють собою окремі секції заповнені поплавками, з верхнім і нижнім силовими елементами, що сприймають поздовжні навантаження. Верхній силовий елемент - сталевий канат. Нижній - ланцюг, що виконує роль баласту.

Плавучі бонові огородження за цільовим призначенням поділяються на три класи:

Науковий напрям:

«Стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення»

1-й клас – бони для використання на мілководді, зокрема на річках. За конструкцією – це полотнище з синтетичної тканини, у верхній частині якого знаходяться циліндричні поплавці зі спіненого пінопласту, а в нижній – баластний ланцюг, що також сприймає навантаження при натягу огорожі;

2-й клас – бони для прибережної зони морів і озер, перекриття входів у гавані, портів, акваторій судноремонтних заводів. Це – стаціонарна плаваюча огорожа, яка являє собою порожнистий металевий бар'єр каплеподібного перерізу. Бар'єр має всередині горизонтальну повздовжню перетинку, яка ділить його внутрішню порожнину на дві частини: верхню – непроникну, надає огорожі плавучості, нижню – проникну, яка заповнюється водяним баластом і утримує огорожу в вертикальному положенні;

3-й клас – бони для використання у відкритому морі.

Бонові огороження найбільш ефективно затримують нафтопродукти, якщо вони встановлені перпендикулярно до напрямку течії та ефективно працюють, коли швидкість течії не перевищує 0,2–0,6 м/с. Якщо ж швидкість течії швидша, то нафтопродукти можуть потрапляти під бони [1, 2].

Відстань від місця потрапляння нафти в річку до місця установки бонового огороження можна визначити за формулою:

$$L = 3600 \cdot v \cdot t / 1000, \quad (1)$$

де v – швидкість течії ріки, м/с, t – час з моменту аварії до моменту прибуття аварійно-відновлювальної бригади і закінчення установки бонового огороження, хв.

Час t (год) визначається наступним чином:

$$t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \quad (2)$$

де t_1 – час з моменту аварії до надходження сигналу на аварійно-відновлювальний пункт (АВП), год; t_2 – час на збори і підготовку аварійних бригад з моменту надходження сигналу про аварію до моменту виїзду на трасу, год; t_3 – час в дорозі аварійної бригади від АВП до місця установки бонового огороження, год; t_4 – час на розгортання і установку бонового огороження і нафтозбірних пристроїв, год.

Проведені розрахунки відстані від місця потрапляння нафти в річку до місця установки бонового огороження за формулою (1) для різних швидкостей течії річки представлені в табл. 1. Розрахунковий час з моменту початку аварії до моменту закінчення установки бонового огороження, t – 3 години [3].

Таблиця 1 – Значення розрахунків відстані від місця потрапляння нафти в річку до місця установки бонового огороження для різних швидкостей течії річки

$V_{теч}, м/с$	0,1	0,2	0,3	0,5	0,8	1
$L, км$	1,08	2,16	3,24	5,4	8,64	10,8

Список літератури

1 Кузнецов, А. Е. Прикладная эковиотехнология / А. Е. Кузнецов, Н. Б. Градова, С. В. Лушников, – М.: Бином, 2010. – 620 с.

2 Вылкован, А. И. Современные методы и средства борьбы с разливами нефти / А. И. Вылкован, Л. С. Венчулис, В. М. Зайцев, В. Д. Филатов. – СПб.: Центр-Техинформ, 2000. – 204 с.

3 Савенок, В. Е. Технические аспекты локализации аварийных разливов нефти на водных объектах / В. Е. Савенок, В. Р. Измайлович // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F, Строительство. Прикладные науки : научно-теоретический журнал. – 2009. – № 6. – С. 145–150.

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ КЕРАМІЧНОЇ ПЛИТКИ АБО БРУКІВКИ

Сергієнко Б. П., студент; СумДУ, м. Суми
Шелудченко В. В., доцент, СНАУ, м. Суми

Тротуарна плитка, або бруківка – це сучасний матеріал для покриття дорожніх вулиць і тротуарів. Вона проста у використанні й обслуговуванні, до того ж не заважає рослинам у газообміні та просочуванні рідких речовин. Бруківка дуже практична. Вона з легкістю витримує перепади температур, не плавиться на сонці і не виділяє шкідливі для природи речовини.

В роботі запропоновано дерево показників якості тротуарної плитки, яке представлено на рис. 1.

В роботі було встановлено технічні характеристики лабораторного кола стиранності (ЛКИ-3). Проаналізовано показники які впливають на якість тротуарної плитки. Встановлені загальні положення щодо підготовки та проведення випробування бетону та керамічних плитки на стиранність. Проаналізовано засоби контролю та матеріали для проведення випробування бетону та керамічних плиток на стиранність.

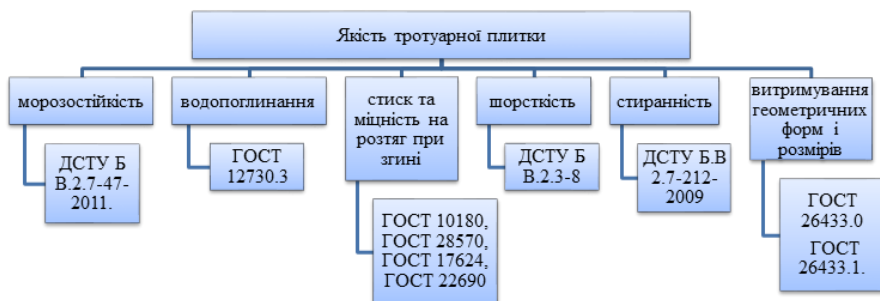


Рисунок 1 – Дерево показників якості тротуарної плитки

МЕТОДИКА ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ ВИРОБІВ

*Сокоутун Ж. В., аспірант; Кошелева О. Б., здобувач,
КНУТД, м. Київ*

В умовах зберігання та експлуатації електротехнічних виробів, зокрема силових кабелів, відбувається старіння полімерних ізоляційних конструкційних матеріалів, які є основою для виготовлення полімерної ізоляції. Процес старіння характеризується зміною властивостей і, як результат, появою мікротріщин та руйнуванням ізоляції кабелю. Це зумовлює погіршення характеристик та вихід з ладу електротехнічного виробу.

Зважаючи на це, актуальним є питання розроблення методики оцінювання технічного стану та прогнозування залишкового ресурсу полімерної ізоляції силових кабелів, оскільки аналіз нормативних документів з метрології показує, що на сьогодні не існує стандартизованих підходів щодо прогнозування властивостей ізоляційних матеріалів електротехнічних виробів [1]. Для розроблення такої методики необхідно, перш за все, виявити та оцінити чинники, які впливають на характеристики ізоляції, та дослідити характер їх впливу на процес старіння матеріалу [2, 3].

На рис. 1 зображено послідовність етапів оцінювання технічного стану та прогнозування залишкового ресурсу полімерної ізоляції електротехнічного виробу.

Оцінювання чинників може бути реалізоване на основі застосування генетичних алгоритмів – евристичного алгоритму пошуку, що використовується для вирішення задач оптимізації та моделювання шляхом послідовного підбору, комбінування та варіації шуканих параметрів з використанням механізмів, що нагадують біологічну еволюцію. Для цього потрібно встановити ключові параметри, які характеризують цей процес, та

відслідкувати їх динаміку. На основі отриманої вимірювальної інформації, яка характеризує зміни властивостей матеріалу в залежності від впливу тих чи інших зовнішніх чинників, розробити методика, застосування якої дозволить отримати прогноз змін властивостей матеріалу.

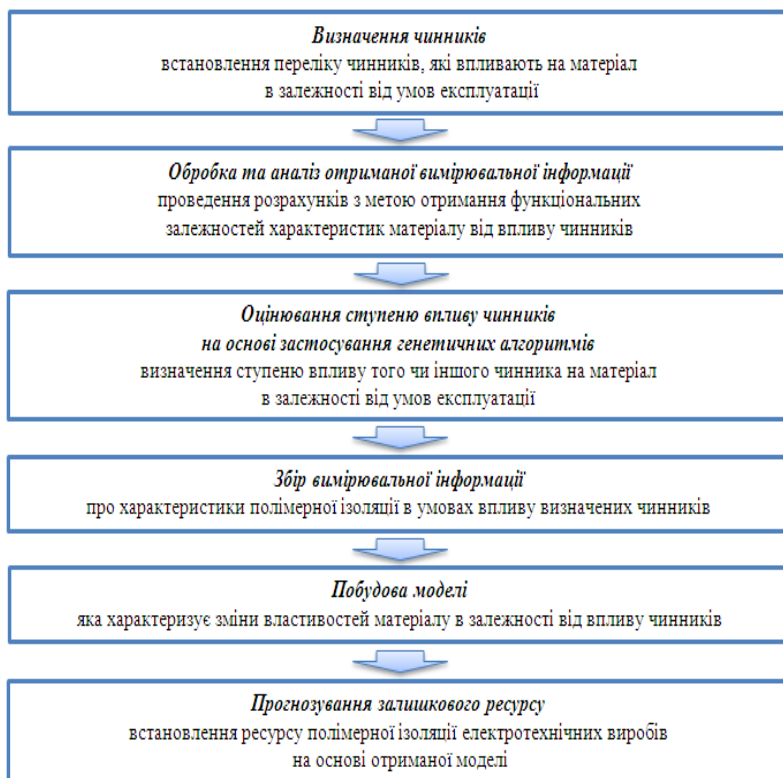


Рисунок 1 – Етапи прогнозування властивостей матеріалу

Список літератури

- 1 Нормативно-правові акти з метрології. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.me.gov.ua/>
- 2 Павлов, Н. Н. Старение пластмасс в естественных и искусственных условиях / Н. Н. Павлов. – М.: Химия, 1982. – 224 с.
- 3 ЕСЗКС. Старение полимерных материалов. Термины и определения: ГОСТ 9.710-84 – [Чинний від 1984-06-01]. — К. : Госстандарт, 1984. – 31 с.

Науковий напрям:

«Стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення»

ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ПОРЯДКУ ПРОВЕДЕННЯ АТЕСТАЦІЇ АУДИТОРІВ З МЕТРОЛОГІЇ

Ткаченко К. І., студент, СумДУ, м. Суми
Волошко Т. П., ст. викладач, СНАУ, м. Суми

Національна метрологічна система – сукупність законодавчих та інших нормативно-правових актів, основними завданнями якої є державний метрологічний контроль і нагляд, державні випробування засобів вимірювання, повірка засобів вимірювання і т. ін.

З метою підвищення ефективності функціонування метрологічних служб необхідно провадити проведення атестації та переатестації персоналу метрологічних служб задля перевірки, чи мають зазначенні працівники достатній рівень професійної майстерності.

Метою даної роботи є дослідження процедури атестації персоналу метрологічних служб, а саме аудитора з метрології, а завданнями – визначення основних етапів атестації та порядок отримання сертифікату відповідності.

Аудитор з метрології – особа, яка має відповідну кваліфікацію, що необхідна для здійснення робіт з уповноваження та/або атестації у державній метрологічній системі, атестована та занесена до переліку аудиторів з метрології.

Порядок атестації аудиторів з метрології регламентується Наказом Держспоживстандарту України за № 166 від 27.07.2007 року «Порядок атестації аудиторів з метрології».

Вимоги до аудиторів та кандидатів в аудитори з метрології встановлюються щодо освіти, загального досвіду роботи в галузі метрології, спеціальної аудиторської підготовки та практичного стажування, загальних знань та вмінь.

Процедура проведення атестації передбачає такі етапи: 1) подання заявки на атестацію; 2) розгляд заявки й аналіз наданих документів; 3) перевірка рівня підготовки та оцінка кандидата в аудитори; 4) оформлення результатів атестації; 5) видача сертифіката аудитора з метрології.

Орган сертифікації персоналу Укрметртрестстандарту в місячний строк розглядає заявку, перевіряє комплектність наданих документів і готує письмовий висновок щодо можливості проведення перевірки та оцінки кандидата в аудитори. Атестаційна комісія створюється та затверджується наказом Міністерства розвитку України. До складу атестаційної комісії залучаються провідні фахівці в галузі метрології та метрологічної діяльності державної метрологічної служби, інших організацій та установ. За результатами перевірки атестаційна комісія оцінює рівень підготовки кандидата в аудитори і приймає рішення щодо атестації цього кандидата або про відхилення його кандидатури.

Рішення про відхилення кандидатури може бути прийняте, якщо кандидат в аудитори не відповідає вимогам або неналежним чином виконує свої обов'язки, не здатний результативно працювати.

У разі позитивного рішення атестаційної комісії щодо атестації кандидата в аудитори орган сертифікації персоналу Укрметртестстандарту протягом 14 днів від дня його прийняття готує проект сертифіката аудитора з метрології, і надає його на підпис Мінекономрозвитку України.

На підставі позитивного рішення атестаційної комісії Мінекономрозвитку України видає кандидату сертифікат аудитора з метрології. Щороку, до 15-го січня наступного року, аудитор повинен надавати до органу сертифікації персоналу Укрметртестстандарту звіт про свою діяльність як аудитора, а також інформацію про зміни даних, наведених в інформаційній картці.

За шість місяців до закінчення терміну чинності сертифіката аудитор подає до органу сертифікації персоналу Укрметртестстандарту заявку на переатестацію, та звіт про проведену роботу за попередній період.

Орган сертифікації персоналу Укрметртестстандарту протягом місяця розглядає заявку, аналізує результати діяльності аудитора за попередній строк, готує письмовий висновок щодо можливості переатестації та процедури її проведення, і надає його атестаційній комісії.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ ОПЕРАТИВНОГО ОЦІНЮВАННЯ МЕТРОЛОГІЧНОГО КЛАСУ ЛІЧИЛЬНИКІВ ВОДИ

Ткачук А. А., ст. вик.; Заблоцький В. Ю., доцент, Луцький НТУ, м. Луцьк

Під метрологічним класом розуміється узагальнена характеристика лічильника води, яка визначає можливий діапазон зміни витрат при нормованому допуску на похибку вимірювання об'єму води пройденого через лічильник. Для лічильників води існують наступні метрологічні класи, а саме: А, В і С [1]. Діапазон зміни витрати визначається при цьому граничними навантаженнями на лічильник. Так, наприклад, лічильники холодної води КВ-1,5 відносяться до класів В або А. Якщо лічильник з діаметром умовного проходу 15 мм відноситься до метрологічного класу В, це означає, що в діапазоні зміни витрати від мінімального значення в 0,03 м³/год до перехідного 0,12 м³/год, відносна похибка вимірювання об'єму не повинна перевищувати $\pm 5\%$, в діапазоні зміни витрат від перехідного до максимального, що рівний 3,00 м³/год ця похибка повинна бути не більше $\pm 2\%$. Вказані діапазони зміни витрати разом з допусками на відносну похибку вимірювання для лічильників різних метрологічних класів наведені на рис. 1 з якого видно, що найбільшим робочим діапазоном витрати при нормованих

Науковий напрям:

«Стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення»

допусках на похибку вимірювання володіють лічильники класу С, найменшим – лічильники класу А.

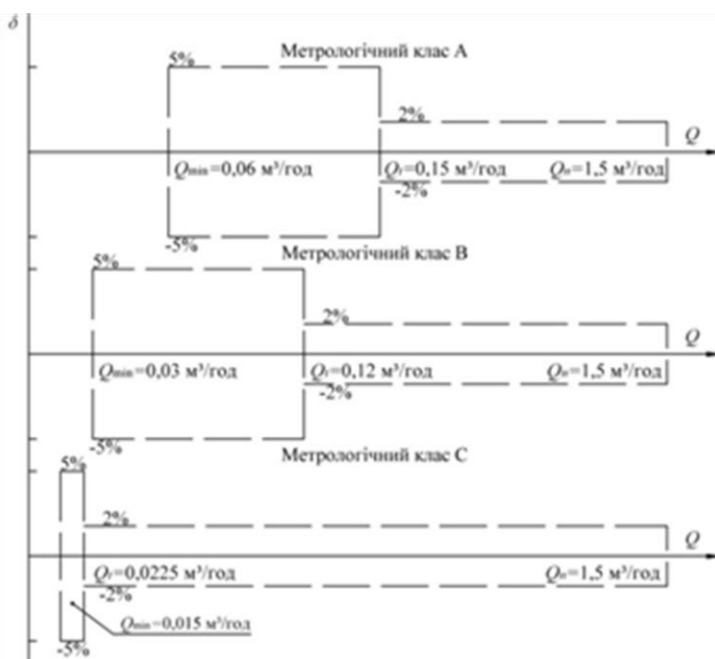


Рисунок 1 – Метрологічні класи лічильників води

Віднесення лічильника води до того чи іншого метрологічного класу проводиться за результатами випробувань для затвердження типу і контролюється при первинній повірці. Так при первинній повірці лічильників води КВ-1,5 на повірочній установці встановлюються мінімальні витрати $Q_{min} = 0,03 \text{ м}^3/\text{год}$ і визначається похибка вимірювання об'єму води, що пройшов через лічильник. Якщо при цьому похибка виявляється не більше $\pm 5\%$, а в діапазоні від перехідних витрат $Q_t = 0,12 \text{ м}^3/\text{год}$ до номінальних $Q_n = 1,5 \text{ м}^3/\text{год}$ не більше $\pm 2\%$, то такий лічильник відноситься до метрологічного класу В. Якщо ж похибка не перевищує $\pm 5\%$ тільки при мінімальній витраті $0,06 \text{ м}^3/\text{год}$, і при цьому не перевищує $\pm 2\%$ в діапазоні від $0,15$ до $1,5 \text{ м}^3/\text{год}$, то такий лічильник відноситься до метрологічного класу А.

Таким чином, віднесення лічильника води до відповідного метрологічного класу – невід'ємна процедура його первинної повірки, що супроводжується використанням повірочного обладнання та виконання громіздких вимірювальних процедур. У зв'язку з цим в умовах серійного

виробництва лічильників води виникає необхідність розробки оперативних способів визначення їх метрологічного класу [2].

Для цього після повірки лічильників на повірочній установці відбираються прилади, що відносяться за результатами повірки до метрологічного класу В. Потім, індикаторні механізми лічильників відділяються від гідровузлів і проводиться вимірювання часу вибігу окремо для комплектуючих при однакових значеннях початкової частоти. У результаті для конкретного лічильника класу В знаходиться пара значень (t_1, t_2) , що визначають точку на площині часу вибігу з осями Ot_1, Ot_2 . Після набору відповідної статистики визначаються області значень часу вибігу для індикаторного механізму і гідровузла, що завідомо відносяться до лічильників метрологічного класу В. Ці області обмежені мінімальними значеннями часу вибігу, характерним для даного метрологічного класу, які визначаються експериментально на підставі статистичних даних. Маючи дані по вимірюванню часу вибігу для індикаторних механізмів і гідровузлів лічильників, метрологічний клас яких ще невідомий, можна відносити чи не відносити ці лічильники до метрологічного класу В, у залежності від того, куди потрапляє виміряна пара значень t_1, t_2 не вдаючись до повірки лічильників.

Список літератури

1 Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювання об'ємної та масової витрати рідини й об'єму та маси рідини, що протікає по трубопроводу: ДСТУ 4403: 2005. – [Чинний від 2005-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – IV, 143 с.

2 Ткачук, А. А. Дослідження методів контролю метрологічних характеристик лічильників води під час їх експлуатації / Т. В. Дуляницька, А. А. Ткачук // Перспективні технології та прилади. Збірник наукових праць. – Луцьк: ЛНТУ, 2015. – №7 (2). – С. 38–41.

УМОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ВИДИ ЗНОШУВАННЯ ВАЛІВ ГРУНТОВИХ НАСОСІВ

*Цивінда Н. І., доцент; Самошкіна В. Е., студент,
ДВНЗ «КНУ», м. Кривий Ріг*

Одним з найпоширеніших видів устаткування в гірничодобувній промисловості є ґрунтові насоси, за допомогою яких щорічно відпомпуються мільярди кубометрів пульпи. Тому вони відіграють важливу роль у цій галузі, адже розвиток цієї промисловості не можливий без цих насосів, тому що вони становлять основу практично всіх виробничих процесів.

Науковий напрям:

«Стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення»

Термін їх служби в першу чергу залежить від умов експлуатації та зносостійкості матеріалів, з яких виготовлені деталі насосів.

Статистичний аналіз показує, що головною причиною виходу з ладу більшості машин і механізмів є зношування деталей рухливих сполучень (пар тертя) і робочих органів машин під впливом сил тертя [1].

Величина зношування визначається зовнішніми факторами: родом і характером тертя, питомим тиском поверхонь, що труться та характером прикладення навантаження, швидкістю переміщення поверхонь, що труться та її зміною в часі, способом підведення й кількістю та якістю мастильних матеріалів, температурними умовами роботи, присутністю абразиву, його якісною й розмірною характеристиками, можливостями видалення продуктів зношування, формою й розміром поверхонь, що труться, початковим станом поверхонь і т. ін.

Статистичний аналіз показав, що значна частина шламових насосів виходить із ладу до вичерпання призначеного або міжремонтного ресурсу через вали. Аналіз зібраних статистичних даних із провідних підприємств гірничо-металургійного комплексу Криворізького регіону за 3-х літній період показав, що приблизно 79 % валів вимагають відновлення в процесі експлуатації ґрунтових насосів [2].

Вал є основною деталлю обертової частини ґрунтового насоса, який передає крутний момент від двигуна до робочого колеса. Він відноситься до найбільш навантажених деталей, які виконують роботу в важких умовах. У процесі роботи ґрунтового насоса на вал впливають значні навантаження, викликані складною взаємодією масових, гідравлічних і динамічних сил і моментів, тому до нього при відновленні пред'являються високі вимоги.

У загальному випадку зношування пари тертя в процесі експлуатації можна охарактеризувати трьома періодами: приробіток або початкове зношування, зношування, що встановилося й аварійне зношування [1].

Під час роботи вали шламових насосів зазнають впливу циклічних та механічних навантажень а також незначні термічні навантаження. Утома металів, пов'язана з циклічними механічними напругами, може розглядатися при впливі декількох мільйонів циклічних навантажень. Ушкодження від втоми пов'язані із циклічними механічними навантаженнями, характерні для валів, у тому числі колінчатих, зубів шестірень, упорної різьби на натискних гвинтах прокатних станів, на валах конусних дробарок і т. ін.

Процес руйнування від втоми деталі зазвичай розділяють на три стадії: зародження тріщини, поширення тріщини в наслідку її поступового росту до досягнення критичної величини й руйнування залишкового перетину деталі.

На процес зародження ушкоджень і на довговічність при циклічному механічному навантаженні впливають наступні фактори: стан поверхні та наявність концентраторів напруги, температура в зоні тертя, частота циклів, вплив залишкових напруг, вплив навколишнього середовища (наявність

корозійного середовища), контактне тертя. Розглянемо деякі з них, які впливають на вали насосів.

Тріщини від втоми майже завжди починаються від місць концентрації напруг на поверхні, той її стан є дуже важливим фактором. У випадку валів шламових насосів концентраторами напруг є геометричні фактори (канавки, різьби, місця різкої зміни поперечного перерізу вала), технологічні фактори (дефекти на поверхні вала викликані наплавленням або механічною обробкою), металургійні фактори (включення, внутрішні дефекти, пори, тріщини), експлуатаційні фактори (місцеве зношування).

Всі фактори, що спричиняються концентрацією напруг, знижують циклічну міцність металів. Температура в зоні тертя не має значного впливу на появу тріщин від втоми у зв'язку з тим, що вона значно нижче температури плавлення (150–180 °С). Частота циклів також не значно впливає на втомну міцність валів шламових насосів, тому що зміна частоти навантаження в інтервалі 500–5000 цикл/хв не викликає помітної зміни межі втоми [3].

Сильно впливає навколишнє середовище, що перебуває в контакті з поверхнею тріщини, впливає на ріст тріщини внаслідок фізико-хімічних процесів, що протікають у її вершині. Під впливом рідини пульпи, яка може попадати в зону тертя, можуть утворюватися адсорбційні шари, які прискорюють її ріст [3].

Список літератури

- 1 Крагельский, И. В. Основы расчетов на трение и износ / Крагельский И. В., Добычин М. Н., Комбалов В. С. – М.: Машиностроение, 1977. – 526 с.
- 2 Матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми енергосбереження и механизации в горно-металлургическом комплексе». – Кривий Ріг, КНУ, 2014. – 214 с.
- 3 Прочность при малоцикловом нагружении / [Серенсен С. В, Шнейдерович Р. М. и др.]. – М.: Наука, 1975. – 286 с.

АКТУАЛЬНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ВИМОГ МІЖНАРОДНОГО СТАНДАРТУ OHSAS 18001:2010 НА ПІДПРИЄМСТВАХ МАШИНОБУДІВНОЇ ГАЛУЗІ

Черняк О. М., аспірант, УПА, м. Харків

Складне соціально-політичне, економічне становище в Україні та нестабільність виявляється в низькій народжуваності, високій смертності і захворюваності населення. Важливим державним завданням є збереження здоров'я нації, тому однією з пріоритетних є проблема створення безпечних умов праці у виробництві.

Науковий напрям:

«Стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення»

Нестійка робота промислових підприємств привела до тенденції погіршення умов праці незважаючи на скорочення обсягів виробництва, а відсутність у роботодавців фінансових коштів і економічної зацікавленості привели до різкого зниження обсягів заходів щодо поліпшення умов праці робітників.

Інтеграція України в Європейське Співтовариство вимагає швидкої адаптації як нормативних документів в області безпеки праці до існуючих європейських стандартів, так і усвідомлення цієї необхідності керівників підприємств всіх форм власності працівниками. Для цього необхідно документи, що діють в Україні, і СУОП в цілому, наблизити до вимог міжнародних стандартів. Повинна бути удосконалена методологія аналізу нещасних випадків з базуванням на нових підходах до аналізу небезпек на основі ризик орієнтованого підходу. Необхідно визначити нові взаємини, що складаються, між державою, роботодавцями і робітниками, з урахуванням функцій, що змінилися в умовах ринкових відносин.

Сертифікація системи управління виробничою безпекою відповідно до вимог стандарту OHSAS 18001:2010 дозволить: 1) удосконалити діючу на підприємстві СУОП і підвищити виробничу дисципліну; 2) скоротити до мінімуму і за можливістю виключити число аварійних ситуацій і нещасних випадків шляхом використання оптимальних технічних і управлінських рішень; 3) обмежити витрати, у тому числі кількість адміністративних стягнень; 4) забезпечити більш вигідну позицію у відношенні до конкурентів і організацій, що мають порівняльні цілі в області виробничої безпеки і охорони здоров'я [1].

Успішна сертифікація СУОП машинобудівним підприємствам вимогам міжнародного стандарту OHSAS 18001:2010 надасть право використати сертифікат відповідності діючої системи управління охороною праці.

Список літератури

1 Охорона праці у машинобудівному виробництві: підручник / [Голубенко О. Л. та ін.]. – Луганськ. східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля, 2010. – 456 с.

ПРИСТРІЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ОЩУПУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ

*Яцук С. О., студент; Вовк В. В., доцент; Майданюк С. В., асистент;
Плівак О. А., асистент, НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», м. Київ*

В зв'язку з розвитком верстатів з ЧПК широкого використання в авіа- та машинобудівній галузі набули фасонні поверхні. Актуальною задачею на виробництві є контроль таких поверхонь. Крім того часто виникають задачі

реінжиніринга, коли для аналізу геометрії існуючого виробу доцільно отримати його тривимірну деталь. Виконати такі вимірювання можна за допомогою координатно-вимірювальних машин та 3D сканерів, проте їх використання стримується великою вартістю такого обладнання.

Задачею роботи є розроблення пристрою для автоматизованого вимірювання поверхонь деталей та побудови їх тривимірних поверхневих моделей для подальшого контролю.

Для вимірювання незначних за розміром поверхонь (до 12 x 12 x 2 мм) пропонується застосування предметного столика мікроскопа з мікрометричними гвинтами. Для здійснення вимірювань деталь закріплюється на столику і переміщується в площині двома мікрометричними гвинтами (координати X та Y – покази шкал гвинтів), а координата Z при вимірюванні визначається показами датчика переміщень, розміщеного вертикально. Для забезпечення автоматизації вимірювань переміщення предметного столика здійснюється двома кроковими двигунами з дискретністю кроку $1,8^\circ$, осі яких з'єднані з мікрометричними гвинтами. Для керування кроковими двигунами було створено драйвер з гальванічною розв'язкою, підключений до LPT порту комп'ютера. Для вимірювання координати Z використовується індуктивний датчик лінійних переміщень, приєднаний через плату спряження та блок підсилювачів до АЦП.

Для проведення вимірювань було розроблено програмне забезпечення, яке дозволяє вимірювати фасонні поверхні по заданій траєкторії. Задля зручності вимірювань при розробці такої програми ставилась задача задання траєкторії ошупування файлом у форматі *.snc. Для створення такого файлу запропоновано використовувати програмне забезпечення Delcam, а саме ArtCam, яке має необхідні інструменти і дозволяє автоматизувати процес створення необхідної траєкторії та її файлу.

Створене програмне забезпечення дозволяє задати лінійну швидкість переміщення столика, розрахувати час вимірювання для завантаженої траєкторії та задати частоту отримання даних. Обрати початкову точку вимірювання можна в режимі позиціонування, а після закінчення вимірювання є можливість автоматичного повернення у початкову точку та повторного вимірювання. В процесі проведення вимірювань координати переміщень X, Y та дані АЦП (інформація про Z) записуються у текстовий файл і зберігаються в обрану директорію. Точність вимірювання по осям X та Y складає 2,5 мкм, а по осі Z залежить від перепаду висот поверхонь і не перевищує 5 мкм.

Для покращеного позиціонування по координатах X та Y в конструкцію пристрою введено датчики кінцевого положення (рис. 1).

Науковий напрям:

«Стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення»

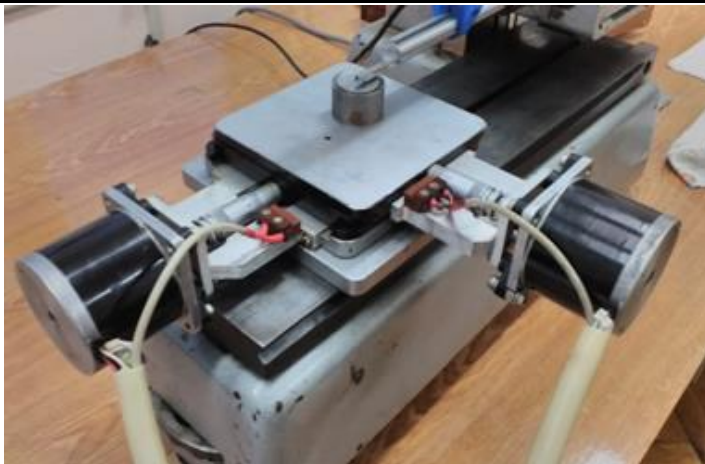


Рисунок 1 – Пристрій для вимірювання поверхонь

Як приклад роботи пристрою на рис. 2 наведено результат оштупування поверхні монети.

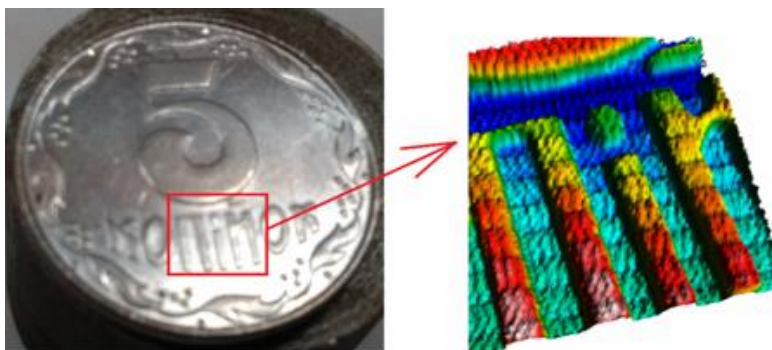


Рисунок 2 – Фото та цифрова модель монети

В роботі було розроблено та створено пристрій для вимірювання поверхонь за заданої траєкторії; розроблено програмне забезпечення для автоматизації процесу вимірювання. Цей пристрій може бути застосовано як на виробництві для вимірювання поверхонь деталей так і в дослідницьких цілях та навчальному процесі.

ЗМІСТ

Науковий напрям: «Технології машинобудування»

Особенности торцового фрезерования привалочных плоскостей секционных распределителей	4
Василенко С. Н., Кушниров П. В.	
Лазерне зварювання багатокомпонентних жароміцних сплавів на основі ніобію.....	5
Верболоз І. М., Колибашкін С. О., Шелягін В. Д., Бернацький А. В., Сіора О. В., Федосєєва О. В.	
Оптимізація параметрів якості технічного пристрою статистичними методами планування експерименту	6
Верговець Б. Д., Калахан О. С.	
Шляхи підвищення стабільності та зниження енергоємності процесу електролітно-плазмового полірування в імпульсному режимі як фінішного виду обробки у технології машинобудування.....	7
Володько Є. Г.	
Автоматизоване управління процесами суперфінішного оброблення кілець підшипників	8
Денисюк В. Ю., Симонюк В. П., Пташенчук В. В.	
Повышение точности материализации промышленных изделий селективным лазерным спеканием	12
Доброскок В. Л., Погарский А. В.	
Совершенствование технологии процесса регенерации молекулярных СИТ в адсорбционных осушителях сжатого воздуха	14
Добротворский С. С., Добровольская Л. Г., Алексенко Б. А., Саленко Д. Д.	
К вопросу усовершенствования технологии фрезерования деталей с неравномерной жесткостью	16
Добротворский С. С., Басова Е. В., Кононенко С. Н.	
Телескопічні гвинтові конвеєри.....	18
Дубиняк Т.С., Гудь В. З., Шуст І. М.	
Обратный инжиниринг как средство автоматизации проектирования и контроля сложнопрофильных изделий в машиностроении	19
Евдокименко А. В., Кияновский Н. В., Бондарь Е. В., Петров С. А.	
Зменшення похибки позиціонування на агрегатованому технологічному обладнанні.....	21
Забара О. С.	

ЗМІСТ

Аналіз експериментальних даних та їх співставлення з результатами моделювання.....	23
Іванов В. О., Дегтярьов І. М.	
Оцінювання нелінійної жорсткості функціональних елементів верстатних пристроїв.....	24
Іванов В. О., Павленко І. В.	
Застосування пропорційного керування в гідросистемах машин.....	25
Івашин А. Є., Міщук Д. О.	
Пристрій для розточування поясків у блоках циліндрів.....	26
Казмірчук П. В.	
Про експериментальне визначення статичних та амплітудно-частотних характеристик пружної системи автомату моделі ME 280 CO.....	28
Кайдик О. Л., Терлецький Т. В.	
Обеспечение качества обработки осей из специальных сталей.....	29
Клочко А. А., Кравченко В. А.	
Улучшение рабочих характеристик среднемодульных зубчатых колес.....	31
Клочко А. А., Сеница Ю. А.	
Зварювання алюмінієвих сплавів лазерним випромінюванням у різних просторових положеннях.....	33
Колибашкін С. О., Верболоз І. М., Шелягін В. Д., Бернацький А. В., Сіора О. В., Федосєєва О. В.	
Устаткування для проведення експериментальних досліджень обробки деталей в абразивному середовищі.....	34
Кондратюк О. М., Гевко І. Б., Галан Ю. Я.	
Використання методів кластеризації в задачах синтезу послідовностей технологічних операцій.....	36
Кореньков В. М., Ткач І. І.	
Економічна доцільність використання полімерно-абразивних інструментів для фінішної обробки дисків газотурбінних двигунів.....	37
Кравець Н. Г., Семерюк Т. М., Гончар Н. В.	
Відновлення деталей машин електродуговою металізацією порошковими дротами.....	38
Кульматицький В. Р., Верговець Б. Д., Калахан О. С.	
Обработка чугунов с применением полимерсодержащих СОТС.....	39
Курапова Н. В., Бергер Е. Э.	
Устаткування для зміцнення гвинтових робочих органів екструдерів.....	41
Левкович М. Г., Третьяков О. Л.	
Пристрій для нарізання різі в корпусних деталях.....	44
Марчук Н. М.	
Виявлення зон критичних напруг у технологічному оснащенні.....	46
Мельничук О. В., Гришин В. С.	

Канатний механізм для переміщення вантажів	48
Мельничук С. Л.	
Тепловая сборка соединений деталей из разнородных материалов	51
Николенко Л. В.	
Обработка резьб треугольного профиля мерным инструментом	52
Нешта А. А.	
Керування мостовим краном: метод функції керуваності	54
Куюнь А. О.	
О методах укладки углепластика в зубчатых колесах из композиционных материалов	55
Осадчий И. О.	
Аналіз методів зміцнення зубчастих коліс	56
Остапович Є. В.	
Автоматизована корекція траєкторії фрезерування за апостеріорною інформацією	58
Петраков Ю. В., Шуплецов Д. К.	
Вплив технології термічної обробки на зносостійкість високомарганцевої сталі 110Г13Л	61
Полікарпов О. І., Цивінда Н. І., Чернявська О. В.	
Влияния термической обработки на деформацию корпусов оправок	65
Примакин Р. В., Бергер Е. Э.	
Лазерне зварювання високоміцних низьколегованих сталей	67
Прищепа В. О.	
Дослідження можливості використання адитивних технологій в ливарному виробництві деталей складної форми	69
Пшегорлінський М. Л., Перерва В. О.	
Оптимізація режимів процесу нарізання конічних різьб	71
Рогаль О. В.	
Підвищення точності форми довгих зовнішніх циліндричних поверхонь хонінгуванням	72
Сіробаба Ю. Г., Савчук В. І.	
Визначення миттєвої швидкості руху деталей під час магнітно-абразивного оброблення в кільцевій ванні	73
Слободянюк І. В., Майборода В. С., Трухан О. О., Давидюк А. І.	
Оцінювання показників техніко-економічної ефективності технології обробки комбінованим осьовим інструментом	75
Степанов М. С., Іванова М. С.	
Розробка пристрою для реалізації оптимальної структури операції фрезерування рейок	76
Сидоренко М. В., Савчук В. І.	

Возможности разработанных в «ХАИ» программных комплексов для решения изобретающих задач.....	77
Федорова А. С., Третьяк В. В.	
Специфіка синтезу та аналізу розмірних ланцюгів для забезпечення точності складання конструкцій із полімерних композитних матеріалів	78
Хмуренко О. О.	
Підвищення якості зовнішніх поверхонь золотників доводкою.....	80
Шаповал А. В., Савчук В. І.	
Проблематика имитационного моделирования гибких производственных модулей.....	81
Шелковой А. Н., Дмитренко О. С.	
Формування тимчасових компонувань верстатів під час зміни об'єкта виробництва	83
Шелковий О. М., Семченко М. С.	
Особенности технологии сварки сферических поверхностей высококонцентрированными источниками тепла	86
Ясенко А. В., Перерва В. А.	
Экспериментально-аналитическое исследование параметров точности вытяжных операций пневмоударной штамповки.....	87
Ясько С. Г., Фролов Е. А.	

Науковий напрям:**«Процеси механічної обробки, верстати та інструменти»**

Перспективные направления исследования усилия резания.....	86
Анисимов В. В., Чуприна А. Л.	
Про модальний аналіз технологічних оброблювальних систем	88
Богатенко Н. В., Євтухов А. В.	
Прогресивна конструкція протяжки для високошвидкісного протягування пазів у дисках ГТД.....	89
Гайдай А. Р.	
Про фактори, які спричиняють дисбаланс шліфувального круга.....	91
Груша К. І., Євтухов А. В.	
Снижение уровня вибраций при плоском шлифовании труднообрабатываемых материалов периферией круга	92
Доброскок В. Л., Шпилька А. Н.	
Дослідження міцності нарізних з'єднань, виконаних в армованих композиційних матеріалах.....	93
Довгополов А. Ю., Некрасов С. С.	
Розрахунок радіальної глибини різання при кінцевому фрезеруванні з автоколиваннями.....	95
Дядя С. І., Штанкевич В. С., Зубарев А. Є., Старіков В. А.	

Використання технологічних можливостей фрезерно-гравіювального верстату моделі ROLAND MDX-20 у навчальному процесі.....	96
Евдокименко О. В., Кіяновський М. В., Бондар О. В., Петров С. О.	
Хонінгувальний інструмент для фінішного оброблення точних отворів із переривчастими поверхнями.....	98
Залого В. О., Рибалка П. В., Пирогов О. Д.	
Визначення корисного крутного моменту під час магнітно-абразивного оброблення.....	100
Майборода В. С., Джулій Д. Ю., Слободянюк І. В.	
Класифікація та походження температурних дефектів на операціях безцентрового шліфування поверхонь обертання.....	102
Марчук В. І., Марчук І. В., Олексин М. В., Ештеівлі А. М.	
Технологические возможности и особенности электроэрозионных станков.....	104
Медведев М. О., Коротун Н. Н.	
Підвищення енергоефективності процесів механічної обробки деталей за допомогою багатокритеріальної оптимізації на базі нейромережевої моделі.....	105
Мироненко Є. В., Гузенко Д. Є.	
Підвищення продуктивності операцій точіння шляхом забезпечення стійкого стружкоподрібнення.....	108
Осипа А. Р., Рязанцев А. О.	
Исследование влияния режимов резания при контурном фрезеровании пакетов металл-композит.....	109
Прилипко А. Л.	
Геометрія різальної частини інструменту під час нарізання циліндричних арочних зубчастих коліс.....	110
Равська Н. С., Вовк В. В., Воробйов С. П.	
Исследование напряженно-деформированного состояния зоны обработки при алмазном выглаживании.....	111
Рязанова-Хитровская Н. В., Пыжов И. Н.	
Вплив магнітно-абразивного оброблення на експлуатаційні показники мітчиків із швидкорізальної сталі.....	114
Тарган Д. В., Майборода В. С.	
Особенности моделирования технологической обрабатывальной системы точіння.....	116
Титаренко С. Л., Євтухов А. В.	
Разработка двухкомпонентного динамометра для измерения силы резания полимерно-абразивных щеток.....	117
Тришин П. Р., Плевака К. С., Степанов Д. Н.	

Проблеми визначення температури різання під час фрезерування титанових сплавів.....	118
Середенко Б. М., Заболотний О. А.	
Вплив субмікроструктурної структури та наступної механічної обробки на величину циклічної міцності.....	121
Смольянінов Є. С., Симонова А. А.	
Режущая вставка с центральным отверстием.....	123
Сорокин И. С., Кушников П. В.	
Квантовые эффекты при механической обработке.....	125
Сошко В. А., Попов С. Н.	
Механоплазменный эффект в зоне резания.....	126
Сошко В. А., Санин А. Л.	
Оброблення отвору ступінчастим інструментом зі змінною напрямку подачі.....	128
Степаненко С. О.	
Исследование условий контактирования полимерно-абразивной щетки с обрабатываемой поверхностью.....	130
Степанов Д. Н., Внуков Ю. Н.	
Вибір режимів різання для механічної обробки ароматичного поліаміду та композитів найого основі.....	131
Янченко О. І., Душейко М. В., Кабат О. С., Ситар В. І.	

Науковий напрям:**«Стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення»**

Исследования требований нормативных документов к качеству тары и упаковки.....	132
Вощенко М. О., Ивченко А. В., Герасименко В. А., Тарельник Н. В.	
Экспериментальное исследование модели мостового крана. Особенности проведенных измерений.....	134
Григоров О. В., Губский С. А., Турчин О. В.	
Вибір програмних засобів для дослідження впливу похибки закріплення на загальну точність установки.....	135
Деркач А. В., Кіяннівський М. В.	
Метрологічний аналіз вимірювального каналу температури експериментальної установки для дослідження пульсуючих потоків.....	137
Долішній Б. В., Довгий Б. І.	
Концептуальне уявлення про систему стандартів.....	139
Євстаф'єва Є. О., Дядюра К. О.	
До питання моделювання управління підприємством на основі процесного підходу і міжнародних стандартів.....	141
Залого В. О., Дядюра К. О., Рибалко І. М.	

Застосування вимірювальних систем для удосконалення системи управління якістю машинобудівного підприємства.....	144
Залога В. О., Яшина Т. В., Динник О. Д.	
Алгоритм проведення неруйнівного експрес методу оцінювання якості лез різального інструменту	146
Залога О. О., Залога О. Г., Жигилій Д. О.	
Підвищення контролю якості в лакофарбовій промисловості під час випуску водно-дисперсійної продукції	148
Здельник З. А., Берьозова А. В.	
Термінологічна робота як невід’ємний елемент упорядкування та стандартизування науково-технічної термінології	149
Івченко О. В., Пасічник А. В., Заїка І. Ю., Дорда В. О.	
Застосування експертних методів під час оцінювання якості викладання англійської мови у вищих навчальних закладах	151
Кадуріна В. В., Проценко О. В., Денисенко Ю. О.	
Разработка стенда для контроля и юстировки оптики транспортных средств.....	152
Капанайко В. С., Криворучко Д. В., Н. Н. Коротун	
Оцінювання ризиків функціонування системи управління якістю (ДСТУ ISO 9001:2015)	153
Кім Н. І., Денисенко А. М.	
Прилягання поверхонь як вимога підвищення якості металообробного обладнання	155
Коротун М. М., Денисенко Ю. О.	
Оценка технического уровня рабочих мест станочной лаборатории	156
Лепёшкина Н. В., Коротун Н. Н.	
Використання динаміки успішності студентів дистанційного навчання під час сертифікації професорсько-викладацького складу	157
Лозова К. А., Алексеев О. М.	
Метрологічне забезпечення під час локалізації нафтового забруднення річкової акваторії боновими огороженнями	159
Назаренко С. К.	
Визначення показників якості керамічної плитки або бруківки.....	161
Сергієнко Б. П., Шелудченко В. В.	
Методика прогнозування залишкового ресурсу конструкційних матеріалів електротехнічних виробів	162
Сокотун Ж. В., Кошелева О. Б.	
Питання удосконалення порядку проведення атестації аудиторів з метрології.....	164
Ткаченко К. І., Волошко Т. П.	

ЗМІСТ

Дослідження методу оперативного оцінювання метрологічного класу лічильників води	165
Ткачук А. А., Заблоцький В. Ю.	
Умови експлуатації та види зношування валів ґрунтових насосів	167
Цивінда Н. І., Самошкіна В. Е.	
Актуальність впровадження вимог міжнародного стандарту OHSAS 18001:2010 на підприємствах машинобудівної галузі	169
Черняк О. М.	
Пристрій для автоматизованого оцінювання поверхонь	170
Яцук С. О., Вовк В. В., Майданюк С. В., Плівак О. А.	

Наукове видання

МАШИНОБУДУВАННЯ ОЧИМА МОЛОДИХ : ПРОГРЕСИВНІ ІДЕЇ – НАУКА – ВИРОБНИЦТВО

Матеріали Шістнадцятої міжнародної молодіжної
науково-технічної конференції

(м. Суми, 26–29 жовтня 2016 року)

Відповідальний за випуск В. О. Залого
Комп'ютерне верстання: І. Ю. Заїка, О. В. Івченко

Стиль та орфографія авторів збережені

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 10,521. Обл.-вид. арк. 9,564. Тираж 100 пр. Зам № .

Видавець і виготовлювач
Сумський державний університет,
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007
Свідoctво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.

Міністерство освіти і науки України

МАШИНОБУДУВАННЯ ОЧИМА МОЛОДИХ : ПРОГРЕСИВНІ ІДЕЇ – НАУКА – ВИРОБНИЦТВО

Матеріали Шістнадцятої міжнародної молодіжної
науково-технічної конференції
(м. Суми, 26–29 жовтня 2016 року)



Сумський державний університет третій рік поспіль входить до ТОП-5% вишів світу, згідно з рейтингом QS WUR2016/17, та до ТОП-100 ВНЗ країн Європи, що розвиваються, та Центральної Азії за рейтингом QS EESA 2016/17.



СумДУ – перший в Україні, оцінений трьома зірками за відповідність світовим стандартам та п'ятьма зірками за якість і доступність навчання, онлайн-технології навчання та соціальну спрямованість діяльності (міжнародний аудит QS Stars).

м. Суми, 2016