

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ**



ВАЖКЕ МАШИНОБУДУВАННЯ. ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

МАТЕРІАЛИ

**XXI МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**



КРАМАТОРСЬК-ТЕРНОПІЛЬ 2023

УДК 621.9

Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку. Матеріали XXI Міжнародної науково-технічної конференції 20 – 22 червня 2023 року / за заг. ред. В. Д. Ковальова. — Краматорськ-Тернопіль: ДДМА, 2023. — 156 с.

ISBN 978-617-7889-45-7

В збірнику наведені матеріали до вирішення актуальних проблем важкого машинобудування, конструювання, виготовлення та експлуатації машин, верстатів, інструментів, розробки та впровадження прогресивних енергозберігаючих технологій та ін.

МІЖНАРОДНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова

Ковальов В.Д., д.т.н., проф., ректор ДДМА

Члени програмного комітету:

Алієв І.С., д.т.н., проф., зав. каф. ДДМА

Антонюк В.С., д.т.н., проф. КПІ ім. Ігоря Сікорського

Васильченко Я.В., д.т.н., проф., зав. каф. ДДМА

Воронцов Б.С., д.т.н., проф. КПІ ім. Ігоря Сікорського

Гасанов М.І., д.т.н., проф., проректор НТУ "ХПІ"

Грицай І.Є., д.т.н., проф. НУ "Львівська політехніка"

Данильченко Ю.М., д.т.н., проф., зав. каф. КПІ ім. Ігоря Сікорського

Дашич П., проф. ВТМІ, Трстенік, Сербія

Заковоротний О.Ю., д.т.н., проф., зав. каф. НТУ "ХПІ"

Залога В.О., д.т.н., проф. СумДУ

Калафатова Л.П., д.т.н., проф. ДонНТУ

Кассов В.Д., д.т.н., проф., декан ФМ ДДМА

Клименко Г.П., д.т.н., проф. ДДМА

Клименко С.А.,	д.т.н., проф., заст. директора ІНМ ім. В. Бакуля НАН України
Клочко О.О.,	д.т.н., проф. НТУ "ХПІ"
Луців І.В.,	д.т.н., проф. ТНТУ ім. І. Пулюя
Майборода В.С.,	д.т.н., проф. КПІ ім. Ігоря Сікорського
Марков О.Є.,	д.т.н., проф. ДДМА
Мельничук П.П.,	д.т.н., проф., почесний ректор ДУ "Житомирська політехніка"
Мироненко Є.В.,	д.т.н., проф., декан ФЕМ ДДМА
Митник М.М.,	к.т.н., доц., ректор ТНТУ ім. І. Пулюя
Науменко .О.Л.,	директор представництва Gertner Servis GmbH в Україні
Онисько О.Р.,	д.т.н., проф. ІФНТУНГ
Панчук В.Г.,	д.т.н., проф., зав. каф. ІФНТУНГ
Пасічник В.А.,	д.т.н., проф., проректор КПІ ім. Ігоря Сікорського
Пермяков О.А.,	д.т.н., проф., зав. каф. НТУ "ХПІ"
Петраков Ю.В.,	д.т.н., проф. КПІ ім. Ігоря Сікорського
Равська Н.С.,	д.т.н., почесний проф. ДДМА
Рібайн Ф.,	ген. директор "Heidenhain", Німеччина
Родічев Ю.М.,	к.т.н., с.н.с., завідувач відділу ІПМіц ім. Г.С.Писаренка НАН України
Скальський Є.О.,	директор ВАТ Gertner Servis Україна
Сорока О.Б.,	д.т.н., ІПМіц ім. Г. С. Писаренка НАН України
Струтинський В.Б.,	д.т.н., проф. КПІ ім. Ігоря Сікорського
Ступницький В.В.,	д.т.н., проф., зав. каф. НУ "Львівська політехніка"
Тонконогий В.М.,	д.т.н., проф., директор ІПТДМ НУ "Одеська політехніка"
Турчанін М.А.,	д.х.н., проф., проректор ДДМА
Чуприна В.М.,	д.т.н., доц., ДНДІ випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки м. Чернігів
Чухліб В.Л.,	д.т.н., проф., зав. каф. НТУ "ХПІ"

Шелковой А.Н.,	д.т.н., проф., зав. каф. НТУ "ХПИ"
Ehrentreich Torsten,	Dipl. Ingenieur, Berlin, Germany
Volodymyr Hutsaylyuk,	Dr hab. Eng., Professor, MUT Institute of Robots and Machine Design Department of Manufacturing Technologies Faculty Mechanical Engineering Military University of Technology
Jarosław Ziółkowski	PhD, DSc, Prof., Military University of Technology WAT • Faculty of Mechanical Engineering
Justyna Żylińska	Dr, rector of Helena Chodkowska University of Technology and Economics in Warsaw
Iwona Przychocka	Dr hab., professor, prorector of Helena Chodkowska University of Technology and Economics

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова	Васильченко Я.В., д.т.н., проф., зав. каф. КМСІТ, ДДМА
Вчені секретарі	Антоненко Я.С., к.т.н.; Шаповалов М.В., к.т.н.
Члени організаційного комітету	Анциферова О.О. к.т.н.; Залога О.О., к.т.н.; Копейкіна М.Ю., к.т.н.; Сорокіна Т.О., к.т.н.; Хорошайло В.В., к.т.н.; Юрчишин О.Я., к.т.н.

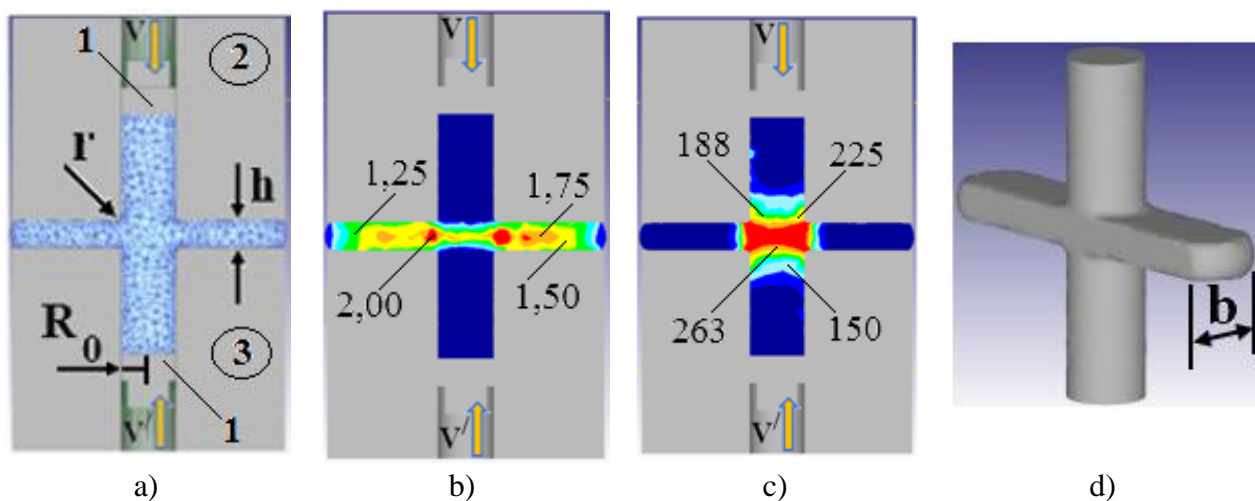
COMPUTER-AIDED DESIGN TO INVESTIGATE DISTRIBUTIONS OF EFFECTIVE STAIN-STRESS IN LATERAL EXTRUSION PROCESS

Abhari P.B., Solianov D.O., Lopaiev V.O.

(DSEA, Kramatorsk - Ternopil, Ukraine)

The lateral extrusion process is a specialized method used in manufacturing to create intricate and precise components with improved mechanical properties. It involves driving a billet into a die cavity, resulting in radial deformation. This process offers advantages such as material conservation, improved die filling, and the ability to produce near-net shaped components. Theoretical investigations in lateral extrusion can be solved using methods like the finite element method. In a specific study mentioned, the DEFORM 3D program was used to investigate theoretical problems in lateral extrusion.

The deformation patterns or gridlines distortion with axisymmetric billet, the distributions of effective strain and effective stress, and the formed part finite element for double-ended lateral extrusion process are shown in Fig. 1. The die geometry parameters and power mode parameter are as follows: R_0 – the radius of billet ($R_0=10\text{mm}$), h – the branch height ($h=10\text{mm}$), b – The branch thickness ($b=20\text{mm}$), r – the die tip radius ($r=2\text{mm}$), V , V' – punch velocities ($V=V'=1\text{mm/s}$), The friction factors between the billet and tools are constant (Zibel's law, $\mu=0.08$), and also the material used for the simulation is AA 6060 aluminium alloy.



1 – punch, 2 – upper die, 3 – lower die

Fig. 1. Double-ended lateral extrusion process: a) deformation patterns or gridlines distortion, b) distributions of effective strain, c) distributions of effective stress and d) formed part

In the process, it is evident that the effective strain and stress of the billet were evenly distributed, displaying a symmetrical pattern. The maximum effective strain and stress are calculated as follows: $\epsilon_{\max} = 2.0$, $\sigma_{\max} = 263\text{MPa}$ in in double-ended (Fig. 1) process.

Reference:

1. Abhari Payman. Finite Element Simulation of Flashless Radial Extrusion Process / Payman Abhari // IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE), e-ISSN: 2278-1684, p-ISSN: 2320-334X, Volume 14, Issue 4 Ver. III (Jul. – Aug. 2017), PP 79 – 83, DOI: 10.9790/1684-1404037983.

INCREASING THE SAFETY OF THE TOWER CRANE THROUGH THE APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES

Dzerzhynskiy I.V.

(DSEA, Kramatorsk - Ternopil, Ukraine)

Tower cranes are widely used as the main lifting and transport means of horizontal and vertical transportation on the construction site. However, during the operation of tower cranes, accidents often occur, which have serious consequences. The application of digital technologies can significantly enhance the safety of tower cranes. Below are several ways in which this can be achieved. Digital systems can be used for continuous monitoring of the crane's condition. Sensors installed on the crane can monitor parameters such as load, speed, angles, and vibrations. The collected data is transmitted to a central computer, which analyzes it in real-time. If any issues or deviations from the norm arise, the system can alert the operator or dispatcher to take precautionary measures or perform maintenance.

Digital technologies enable the installation of a collision prevention system on tower cranes. Using cameras, radars, or laser sensors, the system can detect obstacles around the crane, including buildings, construction materials, or other machinery on the construction site. If the system detects a potential collision threat, it can automatically activate warning signals, stop or alter the crane's movement, thus preventing possible accidents. Digital technologies also allow for the automation of certain crane functions and remote control.

For example, automatic positioning and lifting to a specific height can be performed using software and sensors. This reduces the risk of human error. Additionally, remote control enables operators to be in a safe location away from the crane's cabin and operate it through a specialized interface on a computer or tablet. The collected data on crane operations can be transmitted to a cloud storage where it is processed and analyzed using specialized software. This enables a deeper analysis of the crane's performance, identifying trends, anomalies, and potential issues. Operators and managers can receive notifications and recommendations for optimizing crane operations and enhancing safety.

Digital technologies of virtual and augmented reality can be used for training crane operators. Through specialized simulators, operators can practice in various scenarios without risking real safety. Additionally, using augmented reality, operators can receive real-time additional information and prompts about the crane's condition and the surrounding environment, aiding in making the right decisions and preventing potential hazards. Digital technologies can be integrated with project management systems on the construction site. This allows operators and managers to access information about work schedules, coordinate actions with other machines and workers, and consider safety factors in planning and executing tasks.

Overall, the application of digital technologies in tower cranes can significantly improve safety and reduce the risk of accidents. These technologies provide operators and managers with more information and tools for making informed decisions, while also automating certain tasks and reducing reliance on human factors. This contributes to increased efficiency and safety in the operation of tower cranes on construction sites.

DIGITALIZATION OF TEACHING TECHNICAL DISCIPLINES

Podlesny S.V.

(DSEA, Kramatorsk - Ternopil, Ukraine)

Progress in higher education is characterized by the emergence of new and significant changes in traditional forms and methods of teaching. A distinctive feature of the process of introducing new innovative technologies is the technological improvement of the methods of presenting educational information, which requires a level of qualification and professionalism of the teacher.

The purpose of the work: to consider the introduction of digital innovative educational technologies (electronic textbooks, multimedia, animations, models, etc.) in the teaching of general engineering disciplines to improve the quality of training of engineers in accordance with the requirements of the modern labor market.

Introduction of innovative technologies for teaching general technical disciplines, conducting lectures using new information technologies (computer modeling of the process, interactive technologies). The ultimate course of lectures allows you to significantly expand the range of visual material: documentary and video recordings of full-scale and demonstration experiments; dynamic computer models of the studied mechanical processes and phenomena, demonstration of real processes, events (video), interactive, more drawings, diagrams, graphs and photographs. The ultimate course of lectures allows you to significantly intensify the process of transferring educational information.

The main advantages of the ultimate course include the visual perception of the world around a person, the high speed of pattern recognition and awareness contained in them information. A significant increase in the amount of information studied per unit of study time is possible. The introduction of innovative technologies makes it possible to organize the independent work of students, providing them with wide access to educational information in electronic form, which creates educational food.

Innovative technology provides a multi-level learning process. A wide range of computer technologies for providing information (animations, clips, fragments of films, interactive experiment, etc.) find an emotional and intellectual response from students with different levels of training.

The use of documentaries and methodological developments of scientific organizations contribute to the improvement of the scientific level of educational information, its reliability, persuasiveness and authority. New information technologies facilitate the work of the lecturer and students, that is, contribute to the creation of comfortable conditions in the learning process. There is a possibility of active interaction of the teacher with the student audience, having the opportunity to ask questions, monitor emotional feedback, stop the image and repeat if necessary.

One of the distinctive didactic principles of the application of the multimedia course of lectures is the principle of mutual complementarity, the essence of which lies in the organic combination of multimedia and traditional technologies. This allows the teacher to build the structure of his lecture using the techniques of both an explanatory

and illustrative way of presenting the material.

The multimedia course of lectures is used taking into account the individual manner of lecturing, the specifics of academic disciplines, the level of preparedness of the student audience. Thus, the presentation of the lecture material acquires dynamism, persuasiveness, emotionality, which contributes to the study of its scientific level and a comprehensive perception of knowledge. Electronic means and global telecommunication networks of the Internet are increasingly being used as sources of information, and interactive learning programs are increasingly being used as practical simulators for the formation and consolidation of professional skills.

With retention of digital education:

1. sufficiently active and rapid introduction of interactive digital textbooks, gradually replacing traditional sources of knowledge at the moment;
2. Internet communication platforms designed for conferences (Zoom, Google Meet, Teams);
3. Platforms for collaborative work on the Internet (implementation of collective tasks, projects, business plans). Officesuites are also used: "Google Sheets", "Docs", "Slides", as well as the Kanban board "Trello".
4. implementation of LMS (learning management system) and LMS (distance education system) systems in higher educational institutions.

The learning process is proposed to be built on the principles of project and teamwork. The educational approach is based on modules that include several disciplines at once and are formed around a real task.

Consider gamification in education as a way of presenting material to students. Gamification is when game rules are used to achieve goals. Through the game, we make boring tasks interesting, complex tasks simple. Turning the entire educational process into a game is a motivator for students to learn. On the educational platforms of the university, students earn points in all areas of activity: educational, scientific, cultural, social. By the number of points, the rating of students is formed. The desire to top the ranking in order to dominate the social group gives an incentive to complete more tasks and gain points. The game-based approach to learning has already proven its effectiveness in comparison with traditional methods. Gamification reveals natural inclinations to competition. The game produces hormones such as dopamine - the hormone of achievement, endorphin - the hormone of joy, serotonin - the hormone of social status. The whole game should be on a digital basis, with the end result and with an accurate description of the rules of the game. But it is desirable that the game form should end with the main theoretical idea that must be conveyed to the student. The game should not be for the sake of playing, but for the sake of learning.

Robotic simulators are also used in the educational process. The concept of artificial intelligence is inextricably linked with robotics. A robot is a machine that can perceive the surrounding reality, interpret it and act accordingly, that is, think.

Digital transformation can make education more flexible, accessible, and in demand. But without the development of digital competencies, a teacher cannot undergo a transformation in education.

МАЛОВІДХОДНИЙ ПРОЦЕС ХОЛОДНОГО ШТАМПУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ТИПУ ВТУЛОК З ФЛАНЦЕМ

¹Алієва Л.І., ²Левченко В.М., ³Калюжний О.В.

(¹ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна, ²ІРЕ НАН України, м. Харків, Україна, ³ІТО Академія, м. Київ, Україна)

Перспективним методом отримання порожнистих деталей типу втулок з фланцем є холодне радіальне видавлювання, яке характеризується витіканням металу заготовки в поперечному напрямку і заповненні металом кругової порожнини роз'ємної матриці [1, 2]. До чинників, які обмежують можливості способу радіального видавлювання порожнистих деталей з наскрізним отвором, можна віднести труднощі вибору вихідної заготовки, що обумовлено дорожнечою трубного прокату [3]. Спосіб отримання втулок холодним видавлюванням з пруткових заготовок відрізняється високим рівнем тисків деформування і багато перехідністю [2].

Мета роботи – розробка маловідходної технології виготовлення втулок на основі комбінування операцій листового і об'ємного штампування.

Особливістю способу підготовки заготовки під радіальне видавлювання є те, що використано спосіб листового штампування деталей типу втулок з стрічкового матеріалу (смуги) (рис. 1, а). Такий процес відрізняється високою продуктивністю і є практично безвідходним. При формоутворенні втулок способом холодного радіального видавлювання (рис. 1, б) місце стику у листової заготовки щільно закривається. Деталі (рис. 1, в) мають високу якість поверхонь і точність розмірів і мають добрі експлуатаційні властивості.

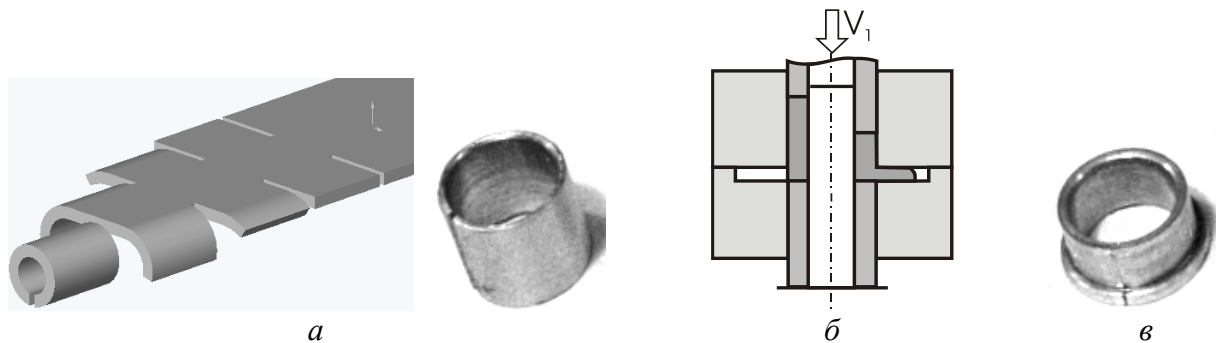


Рис. 1. Схеми підготовки заготовки гнуттям (а) і радіального видавлювання (б); деталь після видавлювання (в)

Отримані результати використані при розробці промислових технологій штампування сталевих виробів з фланцем і буртових втулок з алюмінієвих сплавів.

Література: 1. Aliev I.S. Radial extrusion processes. *Forging and Metal Stamping Technology*, 1988, Part 3, pp. 54–61. 2. Алиева Л. И. Совершенствование процессов комбинированного выдавливания: монография. Краматорск: ООО «Тираж–51». 2018. 352 с. 3. Алієва Л.І., Таган Л.В. Ресурсозберігаючі процеси холодного видавлювання: посібник для студентів спеціальностей 131-«Прикладна механіка», 136-«Металургія». Краматорськ: ДДМА. 2020. 180 с. ISBN 978-966-379-927-8.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ХОЛОДНОГО ВИДАВЛЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ТИПУ «КОНІЧНИЙ СТАКАН»

¹Алієв І.С., ²Левченко В.М., ¹Марков О.Є., ¹Абхарі П.Б.

(¹ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна, ²ІРЕ НАН України, м. Харків, Україна)

Фактором, що обмежує технологічні можливості видавлювання, є високий рівень сил та тиску деформування [1, 2]. Комбінування традиційних способів поздовжнього видавлювання зі схемами поперечного видавлювання при виготовленні порожнистих деталей підвищує ефективність процесу за рахунок меншої кількості технологічних переходів, зниження енергоємності та збільшення продуктивності. Метою дослідження було визначення за допомогою методу скінчених елементів (МСЕ) параметрів процесу комбінованого зворотно-прямого видавлювання порожнистої конічної деталі (рис. 1).

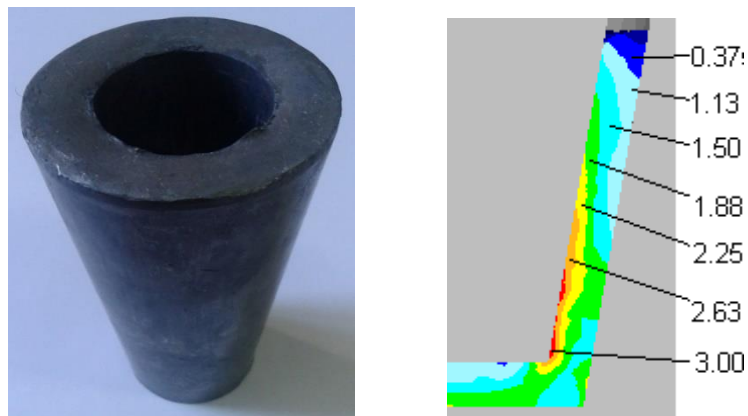


Рис. 1. Порожниста деталь типу «конічний стакан» і поле деформацій

Моделювання МСЕ показало, що за силовим режимом можна виділити три стадії процесу видавлювання. При малих значеннях коефіцієнтів тертя на матриці та пуансоні течія металу відбувається переважно у прямому напрямку і при цьому можливе збільшення товщини дна. Чим менша довжина контактної лінії заготовки з матрицею, тим більше процес видавлювання стає схожим на процес втягування заготовки без зменшення товщини дна. Також є цілком можливим деформування металу за варіантом, коли комбінована течія металу зберігається до завершення формоутворення порожнистої деталі. Збільшення значень для відношень радіусів пуансона і матриці до 0,8 і більше сприяє течії металу зі стінки стакана в прямому напрямку. При збільшенні сил тертя металу з матрицею зовнішня бічна поверхня напівфабрикату залипає на стінці матриці, внаслідок чого нижній торець деталі набуває округлих форм і виникає дефект у вигляді незаповнення кута порожнини матриці (утяжина). У свою чергу зниження тертя на поверхнях матриці та пуансона сприяє інтенсивній течії металу в прямому напрямку.

Література: 1. Алієв І.С., Грудкіна Н.С., Малій Х.В., Таган Л.В. Моделювання та розробка процесів точного об'ємного штампування видавлюванням: монографія. Краматорськ: ДДМА. 2021, 208 с. 2. Алиева Л. И. Совершенствование процессов комбинированного выдавливания : монография. Краматорск: ООО «Тираж-51». 2018, 352 с.

МОДЕЛІ ПОВЕДІНКИ СПОЖИВАЧІВ

Антоненко Я.С., Дмитришин І.С., Черкас С.М.
(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Фундаментальні дослідження поведінки споживачів створюють основу для кількісних досліджень, які вивчають як уже існуючі теорії, так і останні тенденції в поведінці споживачів. Дослідження зосереджено на тому, як споживачі вирішують, що купувати, і як вони приймають ці рішення. Мета цього дослідження полягає в тому, щоб зрозуміти, як споживачі приймають рішення про те, що купити для особистого користування. Крім того, воно вивчає фундаментальні дослідження купівельної поведінки споживачів, моделі купівельної поведінки споживачів, фактори, що впливають на купівельну поведінку, категорії купівельної поведінки споживачів і процеси прийняття рішень споживачами. Для отримання інформації використовувалися вторинні джерела, такі як бази даних, авторитетні публікації, книги, веб-сайти тощо.

Припущення щодо поведінки споживачів використовуються для прийняття всіх маркетингових рішень. Маркетологи повинні знати, чому споживачі так реагують на широкий спектр товарів і послуг, якщо вони хочуть створити цінність для споживачів і прибуток для бізнесу. У контексті економіки споживча поведінка стосується всіх видів поведінки та діяльності людей, які купують і використовують економічні продукти та послуги. Це допоможе нам краще зрозуміти різні категорії ринку та розробити стратегії досягнення проникнення на ринок. Фахівці з маркетингу більше зосереджуються на процесі купівлі поведінки споживача, ніж на процесі споживання. Тому маркетологам дуже важливо розуміти поведінку споживачів і процес прийняття рішень. Розуміння основ поведінки споживачів має вирішальне значення для створення гіпотез для кількісних досліджень, які потім можна перевірити. Завдяки цьому дослідженню було виявлено ідеї та концепції поведінки споживачів, моделі поведінки споживачів. Крім того, у роботі пояснено п'ятиетапний процес прийняття рішення для споживача. Виявлення потреби, збір інформації, порівняння варіантів, вибір покупки та подальші дії є частинами цього п'ятиетапного процесу. Динамічний характер споживчої поведінки вимагає частих змін у стратегії створення продукту, маркетингу та розповсюдження, щоб підвищити ефективність процесу. Отже, робота підсумовує дослідження поведінки споживачів для простішого розуміння та допомагає у створенні нових концепцій розвитку.

Література:

1. Jisana, T. K. (2014). Consumer behaviour models: an overview. *Sai Om Journal of Commerce & Management*, 1(5), 34-43
2. Changing profile of the Indian consumers. (n.d.). Retrieved August 5, 2022, <https://www.projectguru.in/changing-profile-of-indian-consumers/>
3. Theory and Models of Consumer Buying Behaviour: A Descriptive Study Priyabrata Roy, Dhananjay Datta SSRN Electronic Journal Volume XI(Issue VIII):206-217 August 2022 DOI:10.2139/ssrn.4205489

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В БІЗНЕС-ПЛАНУВАННІ

Антоненко Я.С., Ровенська О.Г., Хрульов В.С.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Дослідження бізнес-моделей та інновацій останнім часом привертають все більшу увагу вчених та практиків через зростаючу глобальну конкуренцію та постійну необхідність адаптації до змінних умов. У статті представлено огляд сучасних досліджень з інновацій бізнес-моделей, який забезпечує глибше розуміння та розбивку ключових компонентів. Разом з цим, наше дослідження визначає організаційні, екологічні та соціальні фактори, що впливають на інноваційні бізнес-моделі, та пропонує напрямки для майбутніх досліджень. Існує кілька підходів до систематичного розвитку бізнес-моделей. Однак у рамках цих підходів компанії стикаються із серйозними проблемами, особливо у процесі прийняття рішень. З одного боку, недоступна певна інформація, а з іншого боку, невідомі причинно-наслідкові зв'язки всередині інноваційних мереж чи систем. У певних контекстах симуляції можуть закрити цю прогалину. Таким чином, у цій статті розглядається дослідження про те, як симуляції можуть бути систематично інтегровані в підходи до бізнес-моделювання. Таким чином, розглядаються процеси інноваційного розвитку та різні програми моделювання, визначається аспект прототипування бізнес-моделей та розробляється розширений підхід, який систематично інтегрує моделювання. Використовується кластерний аналіз для виявлення різних типів фірм з погляду їх схильності до інновацій та його успіху.

В рамках дослідження імітаційного підходу у бізнес-моделях, ми проаналізували дев'ять тематичних досліджень фірм, які впровадили проривні бізнес-моделі, адаптувавши характерні компоненти бізнес-моделей з інших галузей. Наші результати показують, що компанії можуть сприяти міжгалузевим інноваціям на рівні бізнес-моделей шляхом процесу абстрагування, виявлення аналогій та адаптації. Імітація реалізується шляхом деконструкції та зіставлення компонентів бізнес-моделі на основі їхнього вкладу в абстрактні загальні елементи ціннісної пропозиції. Ми пропонуємо систематичну модель процесу для інноваційної бізнес-моделі, аналізуючи структурні подібності між галузями на рівні цих абстрактних елементів, пов'язаних із конкретними іншими компонентами бізнес-моделі. Фірми можуть використовувати цей процес за допомогою перетворюючих процесів навчання, особливо завдяки широкому промисловому та функціональному досвіду членів команд з інновацій бізнес-моделей. Результати дослідження показують, що рівень цифровізації є одним із важливих факторів, що впливають на діапазон підприємницького успіху.

Література:

1. Личкін Н. Н. Інноваційні парадигми імітаційного моделювання та їх застосування в сфері управлінського консалтингу та стратегічного менеджменту // Матеріали XX Міжнародної студентської школи-семінару «Нові інформаційні технології» (пленарні доповіді). 2012. С. 94-105.

2. Creative Imitation as Catch-up Strategy: A Business Model - Seung-Hyun, Lee; Youngkwan, Kwon; Ji Hye, Lee; Young-Il, Park - Asian Journal of Innovation and Policy. 2016. Apr, 5(1): 1-18. DOI <http://dx.doi.org/10.7545/ajip.2016.5.1.001>

3. International Journal of Innovation and Technology Management Vol. 19, No. 08, 2250030 (2022) A Conceptual Approach for Business Model Innovation Including Strategic Simulations as Digital Prototypes for Decision Support Georg Nawroth, Florian Herrmann, Dieter Spath, and Wilhelm Bauer <https://doi.org/10.1142/S0219877022500304>

МОДЕЛЮВАННЯ РІВНЯ ЖИТТЯ НАСЕЛЕННЯ

Антоненко Я.С., Шевцов С.О., Жувак М.С.
(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Ключові слова: рівень життя населення, ступінь задоволення потреб, макроекономічний рівень, мікроекономічний рівень, модель зростання Солоу.

Рівень життя населення займає особливе і важливе місце в концепції людського розвитку. Зрештою, чим вищий рівень життя населення, тим більше шансів на реальний людський розвиток за інших рівних умов. Рівень життя в його найзагальнішому розумінні є не що інше, як певний рівень задоволення потреб населення, оскільки жодне суспільство і жодна країна не здатні повністю задовольнити потреби всіх людей. Рівень життя населення неможливо виразити якимось одним показником як у кількісному, так і в якісному аспектах. Рівень життя населення характеризується і відображається системою показників, в якій особливе значення мають такі показники, як потреби домогосподарств, реальні доходи, особисте споживання, соціально-психологічна задоволеність.

Однак для того, щоб точно визначити рівень життя, слід оцінити ступінь задоволення потреб, багатство, бідність і розшарування за доходами, а також їх причини. Їх слід розглядати не тільки і не стільки на макроекономічному рівні (ВВП, ВНП, національний дохід, загальний фонд споживання тощо), а й на мікроекономічному рівні, виділивши соціально-економічну комірку як об'єкт спостереження, вивчивши її склад, число працюючих осіб, зайнятих, і співвідношення працівників, серед іншого. У всьому світі рівень життя істотно відрізняється. Модель зростання Солоу, розроблена лауреатом Нобелівської премії з економіки Робертом Солоу в 1956 році, досі залишається однією з найбільш часто використовуваних моделей в економіці для пояснення економічного зростання.

У цій статті буде описано модель зростання Солоу та її твердження про те, що збільшення загальної продуктивності факторів виробництва може призвести до необмеженого підвищення рівня життя в країні.

Література:

1. The Standard of Living of a Population: A Comparative Analysis of Armenia and Poland Gohar Vardanyan, Krzysztof Lewandowski **June 2018** DOI:10.2478/cer-2018-0008
2. The Solow Model and Standard of Living Eric Frey - March 2017 Undergraduate Journal of Mathematical Modeling One + Two 7(2) DOI:10.5038/2326-3652.7.2.4879

ОСОБЛИВОСТІ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ МАШИНБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Бившева Л.О., Кондратенко Д.Є.
(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Глибока економічна і політична криза, яка почалася у 2014 році і продовжується до наступного часу торкнулася усіх сфер життя, криза має негативні наслідки у медицині, освіті, банківському секторі, але в першу чергу вона завдала дуже серйозної шкоди промисловості. Зміна політичного вектору призвела до втрати звичних ринків збуту продукції і необхідності переорієнтування на країни Європейського Союзу. Вітчизняна промисловість виявилася практично неготовою до вимог, які пред'явили західні споживачі. Зміна ринку збуту вирішувалася дуже складно і вимагала досить значних фінансових ресурсів, необхідно було не тільки підвищувати якість продукції, а й сам підхід до її виготовлення. Змін вимагала вся стратегія виробництва.

Машинобудування – провідна галузь економіки будь-якої держави світу, яка визначає структуру промисловості та рівень науково-технічного розвитку держави, забезпечує підвищення конкурентоспроможності інших галузей. Незважаючи на глибоку кризу галузі, її технологічну відсталість та енергоємність, упровадження інновацій і у виробництві, і в усіх процесах на підприємстві здатне прискореними темпами повернути підприємства до групи лідерів національної економіки. Особливої актуальності набуває питання модернізації українського машинобудування в умовах воєнного стану. Сьогодні в Україні виникли потреби у виробництві продукції зовсім іншого напрямку - військового. Ринок настільки великий, що практично вся продукція, яка буде виготовлена, буде поглинута внутрішнім ринком, але для цього необхідно провести не тільки технічне переозброєння, а й перепідготовку персоналу. Сьогодні, на жаль, підприємствам недостатньо як фінансових, так і людських ресурсів.

Мета роботи провести аналіз інвестиційної діяльності машинобудівних підприємств, визначити їх особливості і перспективи розвитку в сучасних умовах.

Умови воєнного стану мають серйозний вплив на інвестиційну діяльність машинобудівних підприємств, тут є декілька особливостей, які варто враховувати при формуванні стратегії машинобудівного підприємства.

1. Умови воєнного стану можуть призвести до зміни пріоритетів у виробництві та інвестуванні. Замість цивільних проектів машинобудівне

підприємство може зосередитися на виробництві обладнання та технологій, необхідних для забезпечення обороноздатності країни.

2. В умовах воєнного стану попит на військову техніку та обладнання може значно зрости, це створює можливості для машинобудівних підприємств залучити більше інвестицій для розширення виробництва та задоволення потреб армії. Однак, сьогодні, на жаль, ні підприємства, ні держава не має достатньо коштів для проведення масштабної інвестиційної діяльності.

3. В сучасних умовах може спостерігатися зниження цивільного попиту на продукцію машинобудівних підприємств, це може вплинути на прибутковість підприємства та можливості залучення інвестицій для розвитку цивільних проектів.

4. Після закінчення конфлікту і відновлення мирного стану може знадобитися значний обсяг інвестицій для відновлення пошкоджених машинобудівних підприємств та інфраструктури.

5. Умови воєнного стану часто супроводжуються збільшеним політичними ризиками. Це може вплинути на здатність підприємства залучати інвестиції та встановлювати довгострокові партнерські відносини з іноземними компаніями. Більша частина іноземних компаній не бажає розміщувати довгострокові заклади на українських підприємствах, особливо, якщо вони розташовані у східному регіоні країни.

6. Сучасний стан економіки може призвести до введення спеціальної регуляторної рамки, яка регулює інвестиційну діяльність у військовому секторі. Підприємствам необхідно враховувати ці правила та отримувати відповідні дозволи для залучення інвестицій та виконання військових контрактів.

7. Військові дії можуть спричинити перебої в постачанні сировини, компонентів та інших ресурсів, необхідних для виробництва. Підприємствам слід враховувати цей фактор при плануванні своєї інвестиційної діяльності.

Ці особливості варто враховувати машинобудівним підприємствам при плануванні та здійсненні інвестиційної діяльності в умовах воєнного стану. Наявність чіткої стратегії, гнучкості та вміння швидко адаптуватися до змін у військовому середовищі є ключовими факторами успіху в таких умовах.

Література:

1. Сайт інформаційного порталу «Разумков Центр». Про пріоритети у промисловості (аналітичні оцінки). 5.02.2023. URL: <https://razumkov.org.ua/statti/pro-prioritytety-u-promyslovosti>.

2. Короткий Ю. В. Машинобудівна промисловість України: здобутки та перспективи. Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Економіка і менеджмент. 2015. № 11. С. 117–120. http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILE=&2_S21STR=Nvmgu_eim_2015_11_28

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ПІДВИЩЕННІ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБРОБКИ НА ВЕРСТАТАХ З ЧПК

Богданова Л.М., Аносов В.Л., Корсун Д.В.
(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Значний вплив на якість і ефективність процесу обробки деталей на верстатах з ЧПК має вибір режимів різання. Ряд дослідників проводили розробку систем для вибору режимів обробки на фрезерних верстатах з ЧПК з використанням штучного інтелекту: Park K. S., Kim S. H, Dr. Zhen Wang , Dr. Yiming Rong, Dr. M.A. Elbestawi та Dr. M.E. El-Hawary.

Для визначення і коригування оптимальних режимів обробки деталей для конкретної номенклатури і параметрів деталей використовуємо експертну систему, що зберігається на даному верстаті. Це дозволяє проводити безперервний моніторинг процесу обробки та налаштування режимів обробки деталей за потреби для підтримки оптимальної продуктивності (рис. 1).

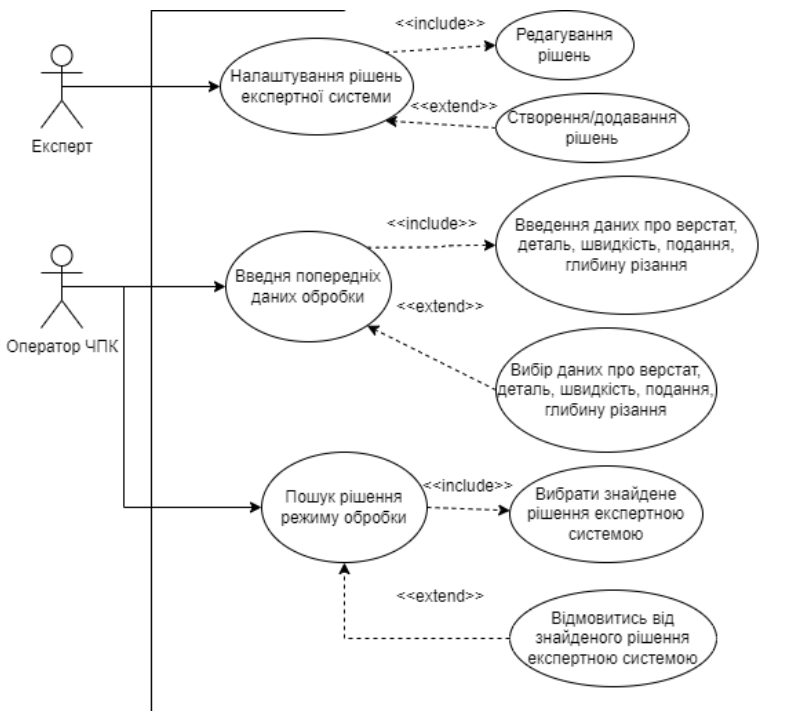


Рис. 1 - Діаграма прецедентів використання для пошуку рішення за допомогою експертної системи

Існує кілька потенційних переваг використання експертних систем із верстатами з ЧПК: вони можуть аналізувати дані та приймати рішення набагато швидше, ніж люди, що може допомогти підвищити загальну ефективність верстака з ЧПК; допомагають зменшити кількість помилок і підвищити якість продукції, виробленої на верстаті з ЧПК; виконують широкий спектр завдань, що робить верстати з ЧПК більш гнучкими та адаптованими до мінливих потреб виробництва; зменшують залежність від досвіду людини, що особливо корисно, коли кваліфікована робоча сила є дефіцитною або дорогою.

дорогою.

Таким чином, використання експертних систем у поєднанні з верстатами з ЧПК має потенціал для підвищення ефективності процесу обробки.

Література: 1 Богданова Л. М. Повышение управляемости процесса механической обработки деталей за счет применения информационных технологий / Богданова Л. М., Лютакова Е. М. Научные труды Донецкого научно-технического университета серия Машиностроение и машинознание. – Донецк. ДонНТУ. Вып № 8, 2011. – С. 90 –94.

МАРКЕТИНГОВИЙ МЕНЕДЖМЕНТ У ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ

Бурцева О.Є., Малишко А.А.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

У ринкових умовах, які характеризуються конкурентним середовищем, наявного асортименту товарів, споживачі мають можливість вибирати ті з них, що відповідають їх бажанням. Виробники та посередники можуть реалізувати тільки таку продукцію, на яку є попит з боку покупців. Виробити необхідні споживачам товари можуть підприємства, забезпечені відповідними потужностями й такі, що застосовують засоби маркетингу.

Вагомий внесок у дослідження маркетингового менеджменту внесли вітчизняні та зарубіжні вчені-маркетологи Г. Армстронг, Л. Балабанова, О. Біловодська, В. Божкова, А. Войчак, С. Гаркавенко, С. Дем'яненко, О. Єранкін, Й. Завадський, С. Ілляшенко, І. Комарницький, Ф. Котлер, І. Кушнір, В. Липчук та інші. Вони теоретично обґрунтували, а також практично розкрили проблеми застосування маркетингу в управлінні суб'єктами господарювання. Однак, комплексне дослідження маркетингового менеджменту на підприємстві, яке досягається виконанням певних процедур, передбачає більш глибоке вивчення проблеми.

Стаття має на меті розгляд та конкретизацію процедур маркетингового менеджменту, які застосовуються в діяльності підприємств; дослідження впливу управління, яке базується на засобах маркетингу; обґрунтування ролі системного застосування комплексу складових маркетингу в заохоченні споживачів до придбання товару.

Функціонування підприємств у ринковому середовищі ускладнюється конкуренцією за споживача. Вона передбачає виробництво саме тих товарів, на які є попит. Маркетингове управління спрямоване в основному на управління ним і передбачає регулювання стосунків зі споживачами.

Ринкові умови господарювання породжують конкурентне середовище, в якому виникає боротьба між виробниками за збут своєї продукції. З цією метою продуцентам необхідно зацікавити споживачів товарами. Одним із факторів вирішення цієї проблеми є забезпечення на підприємстві управління з використанням засобів маркетингу. Завдання – завоювати відповідні сегменти ринку. Тому управління на підприємстві, перш за все, повинно спрямовуватись на дослідження попиту на продукт. Відповідно до потреб споживачів випускаються товари, визначаються реальні ціни, організовується ефективний збут товарів. Комунікаційні заходи передбачають можливості застосування реклами, пропаганди, персонального продажу, стимулювання збуту, зв'язків з громадськістю.

Успіх в управлінні підприємством досягається за умови застосування всіх засобів маркетингу, спрямованих на завоювання цільового сегменту ринку, що забезпечує синергійний ефект – своєчасне задоволення споживачів необхідними товарами, а підприємства – прибутками.

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАХОДИ ФОРМУВАННЯ МАРКЕТИНГОВИХ КОМУНІКАЦІЙ

Белікова О.Ю., Швачко О.О.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Однією з тенденцій сьогодення маркетингових комунікацій є запровадження концепції інтеграції в процес їх формування. Це обумовлює необхідність розгляду, по-перше, комунікативних моделей, що лежать в основі маркетингового комунікативного процесу та визначають його основні складові елементи та взаємозв'язки між ними; по-друге, поведінкових, що дають змогу визначити орієнтири комунікативної політики.

Аналіз еволюції моделей комунікативного процесу показав їх трансформацію з суб'єкт-об'єктних (PUSH-моделей), в яких адресат відіграє достатньо пасивну роль та володіє лише можливістю вибору каналу інформації, в суб'єкт-суб'єктні комунікації (PULL-модель), в яких фактор оберненого зв'язку та в цілому фактор діалогічності стає не лише бажаним, як було раніше.

Суб'єкт-суб'єктні моделі комунікації передбачають рівнозначність суб'єктів, їх відносну незалежність в прийнятті рішень, наявність реального оберненого зв'язку та діалогічності у відносинах.

Враховуючи трансформацію сучасних моделей комунікації, перехід до суб'єкт-суб'єктних або PULL-моделей, які передбачають відносну незалежність суб'єктів, самостійність у прийнятті рішень, а також необхідність врахування моделей «ієрархії результатів» в процесі формування маркетингових комунікацій, вважаємо, що модель маркетингового комунікаційного процесу на сучасному етапі розвитку можна представити наступним чином рис. 1.



Рис. 1. Модель багатосторонньої суб'єкт-суб'єктної моделі маркетингових комунікацій

Саме зазначена модель дає можливість відобразити необхідність використання індивідуального інтерактивного підходу до кожного клієнта та визначити основні складові маркетингового комунікативного процесу.

СПЕЦИФІКА ПЕРЕКЛАДУ АНГЛІЙСЬКИХ ДЕФІНІЦІЙ МАШИНОБУДІВНОЇ ТЕРМІНОЛОГІЇ

Васильченко Ю.В.

(НТУ «ХПІ», м. Харків, Україна)

Розгляд термінів машинобудування як лексико-семантичної системи в аспекті зіставлення в англійській та українській мовах становить великий практичний інтерес. Актуальність цього дослідження зумовлюється важливістю розгляду еквівалентності лексичних одиниць у різноструктурних мовах та специфіки формування спеціальних слів, у рамках цього дослідження термінів, що належать до сфери машинобудування. Визначення механізмів, які дають змогу перекладати термінологію у сфері машинобудування є дуже важливим, оскільки внаслідок перекладацьких помилок спеціальних термінів машинобудування в даній галузі можуть з'явитися невідповідності та неправильне розуміння міжнародних вимог, яких важливо дотримуватись у процесі планування, розроблення та управління.

Метою даної роботи є програмна реалізація продукту двомовного електронного словника термінів у галузі машинобудування, на основі засобів розроблення електронних словників та інформаційно-пошукових тезаурусів . Словник є довідковим посібником з термінології в галузі машинобудування. Містить терміни з технології машинобудування, верстатів та інструментів, деталей машин, нарисної геометрії, машинобудівного креслення, матеріалів у машинобудуванні тощо.

Об'єкт дослідження - електронні словники, інформаційно-пошукові тезауруси.

Предмет дослідження - засоби розроблення електронних словників, інформаційно-пошукових тезаурусів.

Програмний продукт було створено за допомогою мови програмування JavaScript, він реалізує інтерактивний пошук слів у словнику з урахуванням першої літери (рис.1) .

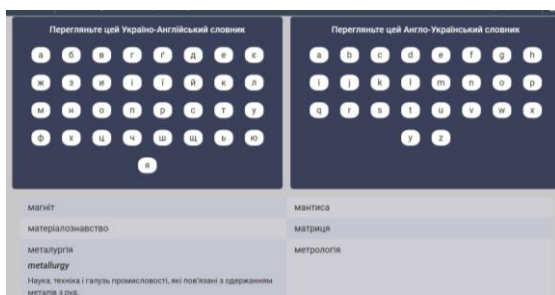
Наявність слів при роботі з українською абеткою



Наявність слів при роботі з англійською абеткою



Визначення термінів при роботі з українськими словами



Визначення термінів при роботі з англійськими словами

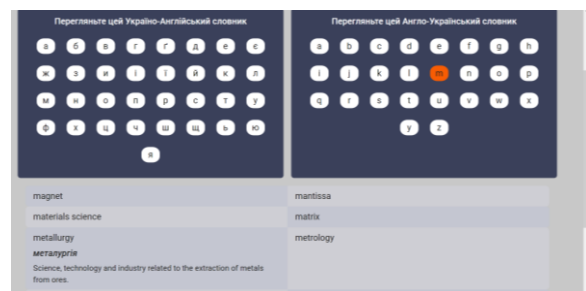


Рис. 1. Механізм роботи програмного продукту

Реалізація програмного забезпечення відбулась завдяки Bootstrap та SaaS (Software as a service). Bootstrap — найпопулярніший CSS фреймворк від компанії Twitter для адаптивної верстки сайтів, набір готових CSS файлів, який можна підключити до сайту, щоб швидко і якісно зробити його «мобільним». SaaS (Software as a service) — модель поширення програм споживачам, при якій постачальник розробляє вебпрограму, розміщує її й керує нею, вважається частиною хмарних обчислень.

Розглянуто специфіку перекладу англійських дефініцій на матеріалі машинобудівної термінології. Встановлено значне зростання кількості термінів у цій сфері. У ході роботи була розглянута специфіка перекладу англійської термінології на матеріалі машинобудівної літератури. Реалізовано вибір та переклад термінів, а також їх визначень для наповнення словника.

ВИБІР ПАРАМЕТРІВ АСИМЕТРИЧНИХ ПЕРЕДАЧ ДЛЯ РЕДУКТОРІВ У ВАЖКОМУ МАШИНОБУДУВАННІ

Васильченко Я.В., Мироненко О.Є.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

У багатьох зубчастих передачах навантаження на один зуб значно вище і застосовується для більш тривалих періодів часу. З метою підвищення навантаженості зубів в приводах машин важкого машинобудування пропонується застосування зубчастих передач з асиметричною формою зубців яка відображає функціональну різницю передач за Державним стандартом 1643-81 та асиметричним профілем [1]. У разі асиметричних передач стандартну симетричну зубчасту рейку оснащення змінюють шляхом зміни кута тиску на одній із бічних поверхонь. Однак такий спрощений підхід до конструкції асиметричної передачі істотно обмежує можливість максимізувати продуктивність для широкого спектра можливих застосувань цих передач.

Альтернативний метод Direct Gear Design не обмежений попередньо обраними основними параметрами зацеплення і забезпечує асиметричну геометрію зубів шестерні, оптимізовану для конкретних додатків із зубчастою передачею [2].

У таблиці 1 представлено випадки передавання крутного моменту парами циліндричних зубчастих коліс і для ілюстрації двоспрямованих та односпрямованих приводів.

Таблиця 1 – Випадки передавання крутного моменту парами циліндричних зубчастих коліс у важких редукторах

Випадок #	1	2	3
Передача навантаження	Двоспрямований		Односпрямований
Навантажені боковини	обидва	обидва	привід, вигін з нижчим навантаженням
Профіль зуба	Симетричний (базовий)	Симетричний	Асиметричний
Зубчасте зачеплення			
Кут тиску, °	25	32	40/24*
Коефіцієнт асиметрії	1.0	1.0	1.19
Коефіцієнт контакту	1.35	1.2	1.2/1.44*
Контактна напруга в герцах, %	100	92	88/102*
Навантаження на підшипник, %	100	107	118/99*
Питома швидкість ковзання, %	100	94	75/108*

* для ведучого/обертального зубчастого колеса.

Коефіцієнт асиметрії зубчастої передачі K може бути визначений вирівнюванням потенціалу накопичення поверхневого ушкодження зуба, що залежить від робочої контактної напруги та кількості циклів навантаження на бічні поверхні зубів (рис. 1).

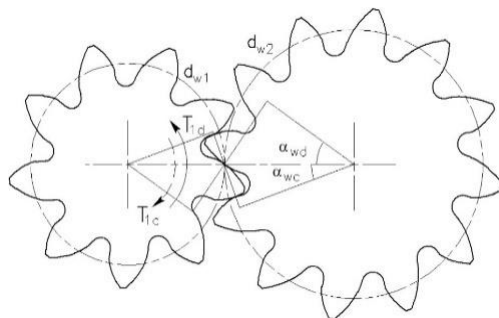


Рис. 1. Асиметрична зубчата пара

Вибір коефіцієнта асиметрії зубчастої передачі K дорівнює

$$K = \frac{\cos \alpha_{wc}}{\cos \alpha_{wd}}, \quad (1)$$

де: α_{wd} – кут тиску приводу для ведучого зубчастого колеса, α_{wc} – кут тиску приводу для обертального зубчастого колеса.

Випадки №1 і №2. Зуби шестерні симетричні, і їхня довговічність поверхні однакова для обох бічних поверхонь зубів. Випадок №1 представляє традиційно сконструйовані кутові зубчасті колеса 25° з профілем повного радіуса. Цей випадок вважається базовим, і його контактна напруга Герца, несуче навантаження і питома ковзна швидкість приймаються як 100% для порівняння з іншими випадками передачі. Цей тип профілів зубчастих коліс використовується в точних машинах важкого машинобудування, оскільки вони забезпечують кращу міцність на вигин і зносостійкість поверхні бічних поверхонь порівняно зі стандартними 20° датчиками кута тиску.

Випадок №2 - це симетричні шестерні з високим кутом 32° , оптимізовані методом Direct Gear Design. Його контактна напруга в Герцах менша приблизно на 8%, а питома швидкість ковзання приблизно на 6% нижча, ніж у базовій шестерні. Це має забезпечити кращу бічну поверхню бічної поверхні зуба або опір скорингу. Однак навантаження на підшипник на 7% вище.

Випадок №3. Ці асиметричні шестерні призначені для передавання здебільшого односпрямованого навантаження з кутом нахилу 40° , за якого бокові поверхні зубів забезпечують 12% контактної напруги та 25% зменшення швидкості ковзання. Водночас контактна напруга і швидкість ковзання берегових флангів близькі до цих параметрів базових передач і повинні забезпечувати таку саму навантажувальну здатність поверхні зуба, як і базові зубчасті колеса. Цей тип передач може знайти застосування для приводів з одним основним напрямком передавання навантаження.

Література: 1. Капелевич А.Л. Прямий дизайн передач, CRC Press, 2013.
2. Капелевич А.Л., Толченев А.І., Ейдинов А.І. «Застосування мухорізів в експериментальному виробництві», Авіаційна промисловість, №3, 1985, стор. 39–40.

ОПТИМІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ РІШЕННЯ ЗАДАЧІ ПРО ПРИЗНАЧЕННЯ ЗА ДОПОМОГИ ТЕХНОЛОГІЇ CUDA

Вовненко В.В.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Метою роботи є впровадження методу паралельного програмування у нейромережі.

Зазвичай потрібен значний час обробки для вирішення багатьох складних завдань, таких як комп'ютерне моделювання, обробка зображення та ряду зображень, візуалізація, розпізнавання образів, обчислювальна біо-хімічних розрахувань, сейсмічний аналіз, прогнозування часових рядів, фінансовий аналіз, тощо. Ця, та інші проблеми можуть бути вирішені за допомогою методів паралельного програмування.

Завдання про призначення належить до небагатьох дискретних оптимізаційних завдань, для яких відомі точні алгоритми розв'язання з поліноміальною тимчасовою складністю. Тим не менш, при великих розмірностях задачі, час обчислення алгоритму стає неприйнятним, особливо при ітеративному його використанні.

У роботі запропоновано метод оптимізації роботи алгоритму за допомогою паралельних обчислень.

У будь-якому випадку ЦП або обчислювальне ядро, що є основною обчислювальною одиницею не є оптимальним вирішенням над сьогоднішній час. Одночасно можна використовувати кілька процесорів чи ядер, однак паралельна система, яка може розширити масштаб обчислень та скоротити час обчислень за рахунок паралелізації суттєво додає в ефективності.

CUDA[™] (Compute Unified Device Architecture) - програмна платформа для масових паралельних обчислень на багатоядерному GPGPU (графічному процесорі загального призначення) NVIDIA. Розрахунки з архітектурою CUDA можуть виконувати складні програми паралельної обробки з високою ефективністю GPGPU, додаючи мінімальну кількість потоків і описів поділу блоків

Існують різні способи реалізації паралельних обчислень.

Два популярні процесори для паралельних обчислень – CPU (англ. – central processing unit) та GPU (англ. – graphics processing unit).

Результати обчислювального експерименту наведено на рис.1.

Мною пропонується використати технологію паралельних обчислень для вирішення ДТ, що дозволяє прискорити обчислювальний процес.

Але також головною частиною архітектурі CUDA при побудові алгоритму є бібліотеки і плагіни такі як:

cuBLAS — Базові функції лінійної алгебри

cuSPARSE - BLAS для розріджених векторів та матриць

NPP – NVidia Performance primitives

CUDA Video Decode — робота з потоковим відео
Thrust – Шаблони паралельних алгоритмів
math.h - C99 floating-point Library

Я хочу наголосити на бібліотеці FFTW для виконання швидких перетворень Фур'є. Я вважаю що її використання в компоновці з вище представленою архітектурою надасть результат набагато краще и швидше.

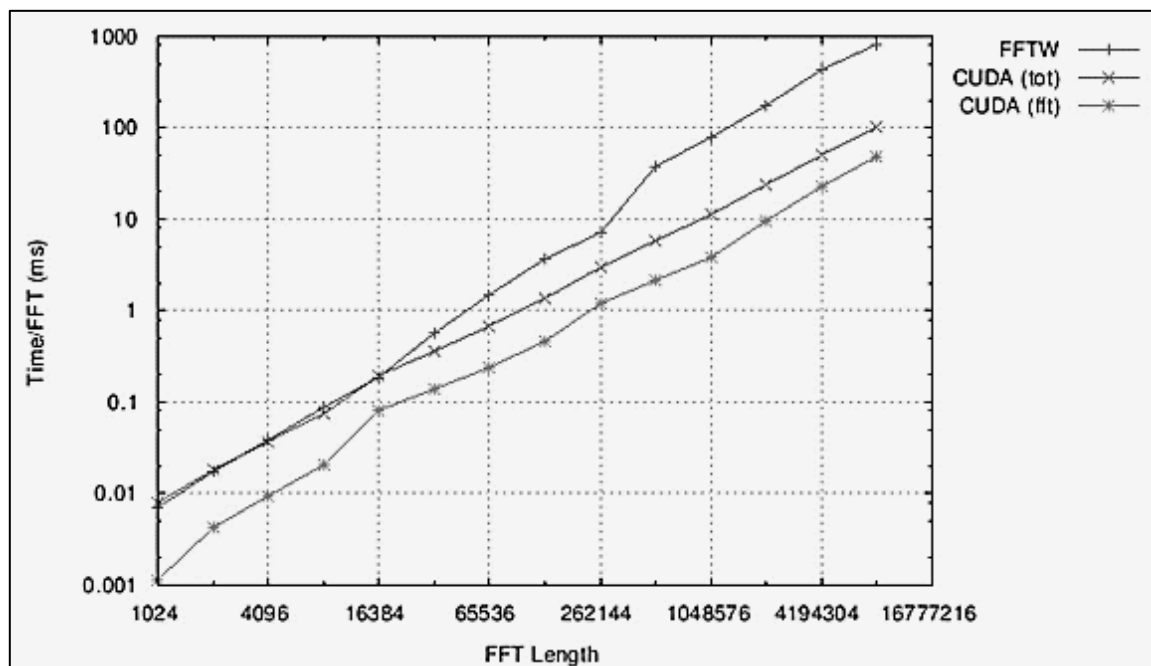


Рис. 1. Залежність часу вирішення ЗП(завдання призначення) із застосуванням технології CUDA та різниця використання додаткової бібліотеки FFTW.

Підсумком роботи є:

Результати експерименту підтверджують, що застосування паралельних обчислень для вирішення ЗН ефективно знижує тимчасові витрати на рішення, що позитивно впливає на ефективність розпізнавання та алгоритму в цілому.

Література:

1. Джейсон Сандерс Технологія CUDA у прикладах / Джейсон Сандерс, Едвард Кендрот - М.: ДМК-Прес, 2013. - 288 с.
2. Harris M. Mapping Computational Concepts to GPUs // GPU Gems 2. - 2006.
3. Horn D. Stream Reduction Operations for GPGPU Applications // GPU Gems 2. - Addison Wesley, 2006.
4. A paper on a new FFT algorithm that, following James Van Buskirk, improves upon previous records for the arithmetic complexity of the DFT and related transforms, is: Steven G. Johnson and Matteo Frigo, "A modified split-radix FFT with fewer arithmetic operations", *IEEE Trans. Signal Processing* 55 (1), 111–119 (2007).

ОНТОЛОГІЧНИЙ ПІДХОД ДО ФОРМУВАННЯ БІЗНЕС-МОДЕЛІ ПІДПРИЄМСТВА

Володченко В.В.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Метою роботи є практичний досвід застосування онтологічного підходу до формування бізнес-моделі підприємства.

Онтологічний підхід — це спроба цілісної структурної специфікації та формалізації певної предметної сфери за допомогою визначеної концептуальної схеми. Онтологічний підхід у бізнес-моделюванні тісно пов'язаний із розробленням та впровадженням комплексних автоматизованих корпоративних систем управління, а також появою нової сфери менеджменту — управління знаннями (Knowledge Management). Перетворення компетенцій і здібностей компанії у джерело формування довгострокових конкурентних переваг потребує використання сучасних технологій для виявлення, створення, поширення, обробки, збереження та використання корпоративних знань. Онтологічний підхід широко використовується у формуванні бізнес-моделей в інтернет-комерції, а саме для: 1) підтримки автоматизованого обміну даними між покупцями і продавцями в електронній торгівлі; 2) вертикальної інтеграції ринків; 3) реалізації механізму пошуку в Інтернеті (вибір інтернетсторінок із синтаксично різними, але семантично однаковими словами).

Досить змістовно онтологічний підхід до бізнес-моделювання розкрито у працях А. Остервальдера [2]. Графічну інтерпретацію онтологічного підходу до формування бізнес-моделі за А. Остервальдером наведено на рис.1 [1].



Рис. 1. Онтологія бізнес-моделі за А. Остервальдером

Підсумком роботи є аналіз онтологічного підходу бізнес-моделювання. Розглянутий підхід може бути використаний практично.

Література: 1. Г.О. Швиданенко Формування бізнес-моделі підприємства: навч. посіб. [Електронний ресурс] / Г. О. Швиданенко, Н. В. Ревуцька. — К. : КНЕУ, 2013. — 423 с.

2. Osterwalder A., Pigneur Y. Towards Strategy and Information Systems Alignment through a Business Model Ontology. Strategic Management Society (SMS), Baltimore, USA, 2003.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ МАШИНОБУВАННЯ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Волошина О.О., Чернишков Д.О.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Останні 20 років Україна постійно переживає якісь глобальні стреси, які торкаються практично всіх напрямків: економічного, політичного, соціального. Стресові явища глобального характеру такі, як «помаранчева революція» 2004 року, «Євромайдан» 2013 року, захват Криму і російська агресія 2014 року, військові дії на території всієї України 2022 – 2023 років, призвели до кризових явищ в економіці. В умовах постійного стресу досить важко розвиватися не тільки галузі, а й окремо взятому підприємству.

Мета роботи провести аналіз вітчизняної машинобудівної галузі, визначити особливості її розвитку в умовах воєнного стану.

В таблиці 1 представлено характеристика вітчизняної галузі машинобудування станом на початок 2022 року.

Таблиця 1 – Характеристика машинобудівної галузі України

Показник	Ступінь розвитку
Традиції та науковий потенціал	Україна має багату історію в машинобудуванні, особливо в галузі важкого машинобудування. Країна володіє сильною науково-технічною базою, включаючи видатних учених та інженерів.
Ресурси	Україна має значні природні ресурси, такі як залізна руда, вугілля, газ, нафта та інші, що можуть бути використані в машинобудуванні. Це створює переваги для розвитку галузі.
Промислова база	Україна має розвинену промислову базу, яка включає в себе виробництво металургійної, хімічної, електротехнічної та іншої промисловості. Це створює сприятливі умови для виробництва машинобудівного обладнання та компонентів.
Експортний потенціал	Машинобудівна галузь України має значний потенціал на зовнішніх ринках. Виробництво машин, обладнання та компонентів експортується в різні країни світу, що сприяє розвитку галузі та збільшенню експортних доходів.
Інновації та інвестиції	Україна прагне прискорити розвиток машинобудування шляхом стимулювання інновацій та залучення інвестицій. Для цього запроваджуються різні програми підтримки, створюються технопарки

Незважаючи на досить нестабільні умови функціонування вітчизняна машинобудівна галузь увійшла в складний 2022 рік досить розвинутою. У галузі є всі шанси пристосуватися до умов військового стану. Визначимо особливості розвитку машинобудування України в сучасних умовах.

1. Потреба у військовій техніці: Воєнний стан передбачає зростання потреби у військовій техніці та обладнанні, це може включати виробництво бойової техніки, озброєння, військової електроніки та інших важливих компонентів.

2. Зміна пріоритетів в дослідженнях та розробках: Умови воєнного стану можуть змінювати пріоритети у дослідженнях та розробках в машинобудуванні. Більша увага може бути приділена розробці високотехнологічної та інноваційної військової техніки, зокрема дронів, кібербезпеці, систем управління та комунікацій.

3. Залучення державного фінансування: В умовах воєнного стану може бути збільшений обсяг державного фінансування в машинобудуванні. Держава може виділяти додаткові ресурси на розширення виробництва, модернізацію обладнання та підтримку досліджень і розробок.

4. Запровадження військово-промислового комплексу: У воєнний період може збільшуватись співробітництво між військовими і промисловими структурами для забезпечення потреб військових сил, це може включати створення військово-промислового комплексу, який об'єднує виробництво та дослідження для забезпечення військових потреб.

5. Розвиток оборонних технологій: Умови воєнного стану можуть стимулювати розвиток оборонних технологій в машинобудуванні, це включає розробку нових систем виявлення, озброєння, бронетехніки та інших інноваційних рішень для поліпшення військової ефективності.

6. Підвищена безпека та захист інформації: В умовах воєнного стану особлива увага приділяється безпеці та захисту інформації в машинобудуванні. Важливо забезпечити захист від кібератак, витоку конфіденційної інформації та інших загроз, які можуть виникнути в результаті конфлікту.

7. Мобілізаційні заходи: Воєнний стан може вимагати впровадження мобілізаційних заходів у машинобудуванні. Це може включати збільшення виробництва, прискорення процесів розробки та виробництва, а також мобілізацію резервних сил і ресурсів для задоволення військових потреб.

Основна задача кожної галузі в Україні сьогодні-зміцнення національної безпеки. Держава, власники підприємств, робітники повинні об'єднати свої зусилля і створити умови для розвитку галузі в умовах воєнного стану, це дозволить не тільки підвищити як економічну, так і національну безпеку держави.

Література:

1. Машинобудування світу. The world bank: веб-сайт. URL: <https://www.worldbank.org/uk/country/ukraine> (дата звернення: 25.07.2022).

2. Сектор машинобудування в Україні: стратегічні альтернативи і короткострокові заходи з огляду на припинення торгівлі з Росією. Інститут економічних досліджень та політичних консультацій. Німецька консультативна група: веб-сайт. URL: http://www.ier.com.ua/files/publications/Policy_papers/German_advisory_group/PP_02_2019_ukr.pdf (дата звернення: 20.07.2022)

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ РЕМОНТУ ЗВАРНОЇ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЇ РУДНО-ГРЕЙФЕРНОГО ПЕРЕВАНТАЖУВАЧА

Гавриш П.А., Сегін В.В., Бахтін І.Д.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Ремонт рудно-грейферного перевантажувача TAKRAF дуже важливе однак непросте завдання. Його просторова величезна металоконструкція: проліт 76 м, висота 42 м, загальна вага понад 1500 т. Збереження працездатності такої металоконструкції означає дотримання всіх технологічних вимог при виконанні ремонту. Найбільш слабким та проблемним місцем при ремонті крана є зварні з'єднання особливо після ручного дугового зварювання. Зварні шви це концентратори додаткових остаточних зварювальних напружень, тому що вони прошарки з'єднання, міцносні властивості яких відрізняються від основного металу [1-3].

При ремонті головних балок рудно-грейферного перевантажувача виникають додаткові проблеми: товщина металу 22 мм, довжина головних балок 120 м. З урахуванням того, що головні балки розташовані на висоті 25 м – обов'язково необхідно встановлювати підтримуючі опори для збереження перевантажувача проти перекидання і руйнування (рис.1).



Рис. 1. Додаткові опори

Деформації які викликаються зварюванням у процесі ремонту металоконструкцій це одна з найважливіших причин що ведуть до відхилення дійсних розмірів перевантажувача від вихідних [4-5]. При охолодженні зварного шва відбувається повздовжня і поперечна усадка що пояснюється зменшенням об'єму наплавленого металу у процесі кристалізації. Тому що метал шва зв'язаний з основним металом який залишається у колишньому об'ємі у ньому і виникають внутрішні напруження. Такі внутрішні напруження викликають деформацію металу у повздовжньому і поперечному напрямках. [6]. Для зменшення величини усадки металу, рекомендується застосування методу накладання зварювальних валиків зворотно-ступінчастим методом.

Широке застосування зворотно-ступінчастий метод знайшов при ремонті великогабаритних зварних вузлів, наприклад секційний ремонт (заварка тріщин). Треба відзначити, що довжина виконання ремонту зварюванням головних балок рудно-грейферного перевантажувача TAKRAF (аглофабрика ММК ім. Ілліча м. Маріуполь) досягала 60–70 м.

Розподіл теплоти в елементах зварних з'єднань проводився згідно за схемою лінійного джерела, що швидко рухається. При зварюванні металу різної товщини δ_c (стінка) і δ_n (полка) розраховували долю тепла що відводиться в елементи таврового з'єднання при симетричному шву і у відношенні $\delta_c/\delta_{ст} < 1,7$.

$$q_{nc} = \left(\frac{q}{v_c} \right)_c = \frac{q}{v_c} \cdot \frac{\delta_c}{2 \cdot \delta_n + \delta_c}, \text{дж} / \text{см} \quad (1)$$

$$q_{nn} = \left(\frac{q}{v_c} \right)_n = \frac{q}{v_c} \cdot \frac{\delta_n}{2 \cdot \delta_n + \delta_c}, \text{дж} / \text{см} \quad (2)$$

де q_{nc} – доля тепла що відводиться в стінку, $\text{дж}/\text{см}$; v_c – швидкість пересування джерела тепла, $\text{см}/\text{с}$; q – ефективна теплова потужність джерела нагрівання, $\text{дж}/\text{сек}$; δ_c – товщина стінки, см ; δ_n – товщина полки, см .

Визначення кута нахилу головної балки та ординати прогину можна за формулами (3).

$$\begin{aligned} Y &= (Q + G) b x (l_2 - b^2 - x^2) / 6EI \\ \alpha &= (Q + G) b (l_2 - b^2 - 3x^2) / 6EI \end{aligned} \quad (3)$$

де: Q – вага вантажу, G – вага грейферного візка, розташування візка (a , b), y – ордината переміщення, x – поточна координата, I – момент інерції, E – модуль

пружності першого роду, L – відстань між опорами, α – максимальний кут повороту балки.

На рис.2 наведена схема для розрахунку прогину і кута нахилу.

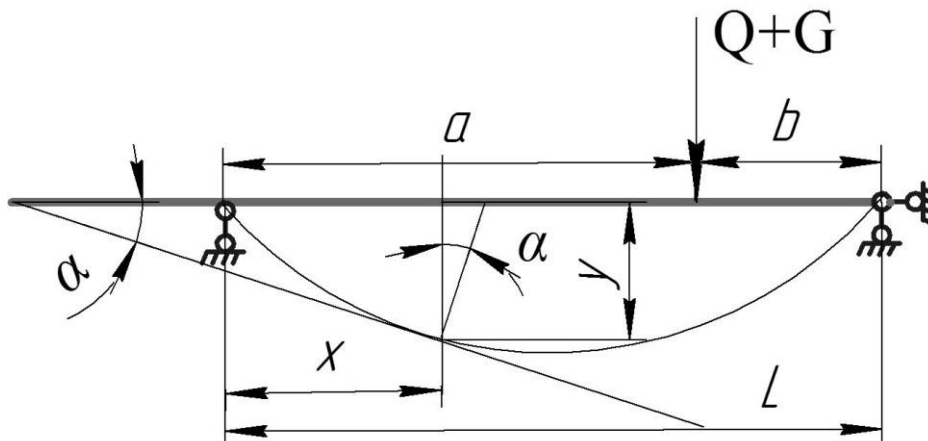


Рис. 2. Схема розрахунку прогину і кута нахилу

Висновок: розрахунки тепловкладення при зварюванні та розрахунки прогину і кута нахилу металоконструкцій необхідні задля зменшення прогинів та деформацій при виконанні ремонтних робіт.

Література:

1 Schepotko V., Gavrish P., Makarenko N., Koinasch V. DIE BEWERTUNGSMETHODIK DER KONSTRUKTIVER AUSFÜHRUNGEN VON MASCHINENELEMENTEN. Materials of the VI international research and practice conference, Vol. II, Munich, December 27th – 28th, 2013. – P.307-315 / publishing office Vela Verlag Waldkraiburg – Munich – Germany. ISBN 978-3-941352-31-5. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/2374068X.2020.1805683>

2 Chigarev VV, Gavrish PA, Makarenko NA. Evaluation of welding quality and related processes.[Otsinka yakosti zvariuvannya ta sporidnennykh protsesiv]. Textbook. LAP LAMBERT Academic Publishing member of OmniScriptum Publishing Group. Riga, Latvia 2018;420. [in Ukrainian] ISBN 978-613-7-73533-6.

3 Navrysh P.A. Manual «Features of metal structure repair by welding» [Osoblivosti metodiv remontu metalokonstrukcij zvaryuvannyam].–Kramatorsk:DSEA, [in Ukraine] 2020;120. ISBN 978-966-379-934-6.

4 Grote K.-G., Posnikov J., Makarenko N., Gavrish P., Schepotko V., Burski V. Research of the causes of fatigue damages of metal structure welded assemblies of loading cranes "Takraf" Вісник Донбаської державної машинобудівної академії: збірник наукових праць. – Краматорськ: ДДМА, 2016. – №2 (38). – С.101-106. ISSN 1993-8322.

5 Гавриш П.А. Технологические особенности ремонта дефектных участков грузоподъемных машин /П.А. Гавриш, В.П. Шепотько, Е.В. Мартыновская // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії: збірник наукових праць. – Краматорськ: ДДМА, 2015. – №3 (36). – С.91-94. ISSN 1993-8322.

6 Шепотько В.П. Методологические основы повышения долговечности сварных металлоконструкций / В.П. Шепотько, П.А. Гавриш // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії: тематичний зб. наук. праць. – Краматорськ : ДДМА, 2011. – №2(23). – С.143-146. ISSN 1993-8322.

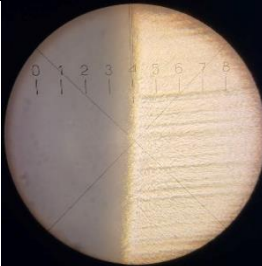
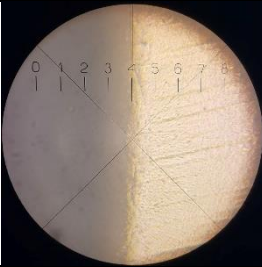
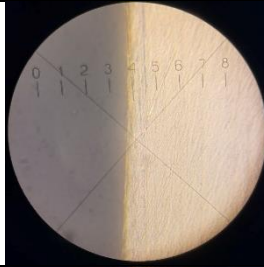
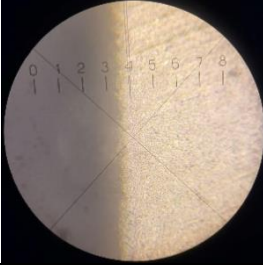
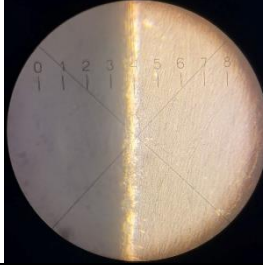
ВПЛИВ МАГНІТНО–АБРАЗИВНОГО ОБРОБЛЕННЯ НА РІЗАЛЬНІ КРОМКИ ТВЕРДОСПЛАВНИХ ПЛАСТИН З ПОКРИТТЯМ

Джулій Д.Ю., Плівак О.А., Майборода В.С., Косянчук В.В.
(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна)

Одним з передових методів фінішного оброблення є магнітно–абразивне оброблення (МАО) в кільцевій ванні, він дозволяє виконувати комплексний вплив на параметри якості деталей різного типу. При виготовленні твердосплавного різального інструменту особливу увагу на фінішних етапах слід приділяти стану різальних кромки (РК). Тому актуальною задачею є вивчення впливу процесу МАО в умовах великих магнітних щілин на радіуси округлення та стан РК твердосплавного інструменту, а особливо зі зносостійким покриттям.

Експериментальні дослідження по впливу різного складу магнітно–абразивного порошку на РК виконано для твердосплавних пластин PRAMET PNEA 110408EN зі зносостійким покриттям. Основні умови оброблення: швидкість обертання пластин навколо власної осі – 500 об/хв, швидкість переміщення їх вздовж робочої зони – 2,5 м/с, магнітна індукція в робочому зазорі – 0,24 Тл, сумарний час оброблення – 360 с, використані магнітно–абразивні порошки наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Величина радіусів округлення та стан РК твердосплавних пластин після МАО різними типами магнітно–абразивних порошків

Магнітно–абразивний порошок	Радіус округлення РК, мкм	Зображення РК зі сторони передньої поверхні	Магнітно–абразивний порошок	Радіус округлення РК, мкм	Зображення РК зі сторони передньої поверхні
Вихідна	37,4				
Феромап 315/200 мкм	47,08		Феромап 315/200 мкм + АСМ 3/2 мкм	35,97	
ДЧК 630/400 мкм	39,32		ДЧК 630/400 мкм + АСМ 3/2 мкм	39,27	

Експериментально встановлено, що при використанні порошків без додавання АСМ та для Феромап 315/200 мкм + АСМ 3/2 мкм не відбувається видалення покриття з поверхонь та РК, а для ДЧК 630/400 мкм + АСМ 3/2 мкм на РК покриття видалається, що зумовлено процесами, пов'язаними зі стиранням та більшими силами, що притискають порошок до оброблюваних поверхонь за рахунок більшої величини його намагніченості. Тому в зазначеному випадку доцільно зменшити час оброблення. В обох випадках використання порошків з додаванням алмазної пасти відбувається вигладжування шару покриття (табл. 1).

Значне зростання радіусів округлення РК на 10 мкм виявлено лише для порошку Феромап 315/200 мкм, але на кромках та поверхнях не відбувається помітного видалення покриття, це може бути пов'язано як з мікропластичним деформуванням і ущільненням приповерхневих шарів твердого сплаву разом з покриттям і частковим видаленням тонких розрихлених шарів покриття. Відзначимо, що при використанні зазначеного типу порошку відбулось і найбільше зростання поверхневої твердості на передній і задній поверхнях [1]. Для інших використаних порошків не виявлено зміни величини радіусів округлення РК, навіть не зважаючи на видалення зносостійкого покриття для порошку ДЧК 630/400 мкм + АСМ 3/2 мкм.

Отже, MAO тврдосплавних пластин з покриттями забезпечує вигладжування РК без зняття покриття з одночасним збільшенням мікротвердості передньої та задньої поверхонь, що має позитивно вплинути на їх роботоzдатність і потребує експериментальної перевірки.

Література:

1. Майборода В.С., Джулій Д.Ю., Косянчук В.В. Зміна мікротвердості тврдосплавного інструменту з покриттям при магнітно–абразивному обробленні / Матеріали XIII міжнародної науково-практичної конференції "Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем", Том 1, Чернігів, 2023. – С. 65.

НАПРЯМКИ ЗМЕНШЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ПРИ ВИКОНАННІ ОПЕРАЦІЙ ПОВОРОТУ БАШТОВОГО КРАНА

Дорохов М.Ю., Максимов Д.Є.

(ДДМА, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна)

Баштові крани є найбільш поширеними серед будівельних вантажопідійомних машин для виконання завдань з механізації вантажно-розвантажувальних робіт. Проте їхнє використання супроводжується достатньо високим відсотком аварійності. Аварійні ситуації, що призводять до падіння баштових кранів, відбуваються навіть за дотримання всіх правил експлуатації та вимог безпеки. Розвиток та подальше вдосконалення баштових кранів неможливе без дослідження різних навантажень та їх впливу на кран у процесі виконання робіт. Операція повороту крана наряду із підйомом-опусканням вантажу, пересуванням самого крана, забезпечує можливість виконувати вантажно-розвантажувальні роботи на великій площі. Вивчення природи виникнення з метою зменшення динамічних навантажень, є одним з першочергових завдань для вдосконалення вантажопідіймальних машин в цілому і баштових кранів зокрема.

Загалом динаміку обертального руху широко висвітлено у наукових та технічних роботах. Однак, в більшості випадків такі дослідження мають узагальнюючий без урахування конструктивних особливостей або специфіки роботи обладнання.

Вивчення та дослідження динамічних навантажень, що виникають при виконанні операцій повороту баштового крана, та шляхів їх зниження, в більшості випадків проводяться за такими напрямками:

1) Удосконалення конструкції приводу механізму повороту. На цьому напрямку проводиться послідовний аналіз елементи приводу механізма з метою зниження динамічних навантажень при роботі без втрати продуктивності.

2) Дослідження взаємного впливу операції повороту на металоконструкцію башти.

3) Уточнення комбінації навантажень, що виникають при повороті елементів крана таких як стріла і консоль з противагою.

Найбільш застосованими для вирішення задач 1-3 є такі методи:

1) Математичне моделювання руху елементів і механізмів баштового крану.

2) Комп'ютерне моделювання баштового крана в цілому та елементів його конструкції та механізмів у різних середовищах САПР як із застосуванням 3D так і 2D.

3) Проведення експериментальних досліджень з використанням стендів і масштабних моделей як окремих елементів конструкції та механізмів так і моделі баштового крана в цілому.

4) Будь-яка комбінація методів, зазначених в пунктах 1-3.

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРЯМКІВ ЗМЕНШЕННЯ ВІБРАЦІЇ СТРІЛИ ОПЕРАТОРСЬКОГО КРАНА

Дорохов М.Ю., Семенченко С.Р.

(ДДМА, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна)

В сучасному кінематографі зйомка за допомогою операторського крана є невід'ємною складовою процесу створення фільмів та відео. Для отримання якісної та доволі інформативної «картинки» потрібно використання до 7 точок зйомки, не менш половини із яких виконуються за допомогою саме операторських кранів. Однак, збільшення рухливих планів та зйомок з висоти, що потребують швидкого пересування камери, також призводить до збільшення вібрацій у момент зйомки. Ці вібрації є шкідливими для якості зображення та можуть спричиняти дезорієнтацію глядачів.

Метою роботи є аналіз руху операторського крана та зменшення вібрацій, що виникають при зйомці, та шляхи і методи їх зменшення для покращення якості кінопродукта.

Не враховуючі стабілізацію об'єктива кінокамери, яка присутня в усіх сучасних приладах для зйомки, при вивченні різних варіантів вирішення цієї задачі можна зробити висновок, що встановлення розтяжок на одну із балок є ефективним рішенням. Розтяжки сприяють стабілізації конструкції крану та запобігають вібраціям, що дозволяє отримати більш якісну картинку при зйомці.

Картина вібраційного стану останньої ланки операторського крана, на яку безпосередньо кріпиться камера, отримана шляхом розв'язання математичної моделі у вигляді:

$$D_{41} = D_{41}^{об} + D_{41}^{ном} = ({}^1R_0 z_0)^T I_1 ({}^1R_0 z_0) + ({}^2R_0 z_1)^T I_2 ({}^2R_0 z_2) + \\ + ({}^3R_0 z_2)^T I_3 ({}^3R_0 z_3) + ({}^4R_0 z_3)^T I_4 ({}^4R_0 z_4) + m_1 (z_0 \times \bar{c}_1) \cdot (z_0 \times \bar{r}_1) + \\ + m_2 (z_0 \times (\bar{r}_1 - \bar{p}_1)) \cdot (z_1 \times (\bar{r}_1 - \bar{p}_1)) + m_3 (z_0 \times (\bar{r}_1 - \bar{p}_1)) \cdot (z_2 \times (\bar{r}_2 - \bar{p}_3)) + \\ + m_4 (z_0 \times (\bar{r}_1 - \bar{p}_1)) \cdot (z_3 \times (\bar{r}_3 - \bar{p}_4)),$$

де

iR_0 – матриця повороту i -ї ланки відносно базової системи координат;

I_i – тензор інерції i -ї ланки;

z_i – вісь обертання i -го зчленування в базовій системі координат;

\bar{c}_i – положення центра мас i -ї ланки відносно початку системи координат $(x_i; y_i; z_i)$;

\bar{r}_i – положення центра мас i -ї ланки в базовій системі координат;

\bar{p}_i – положення початку i -ї системи координат відносно початку $(i-1)$ -ї системи координат;

m_i – маса i -ї ланки.

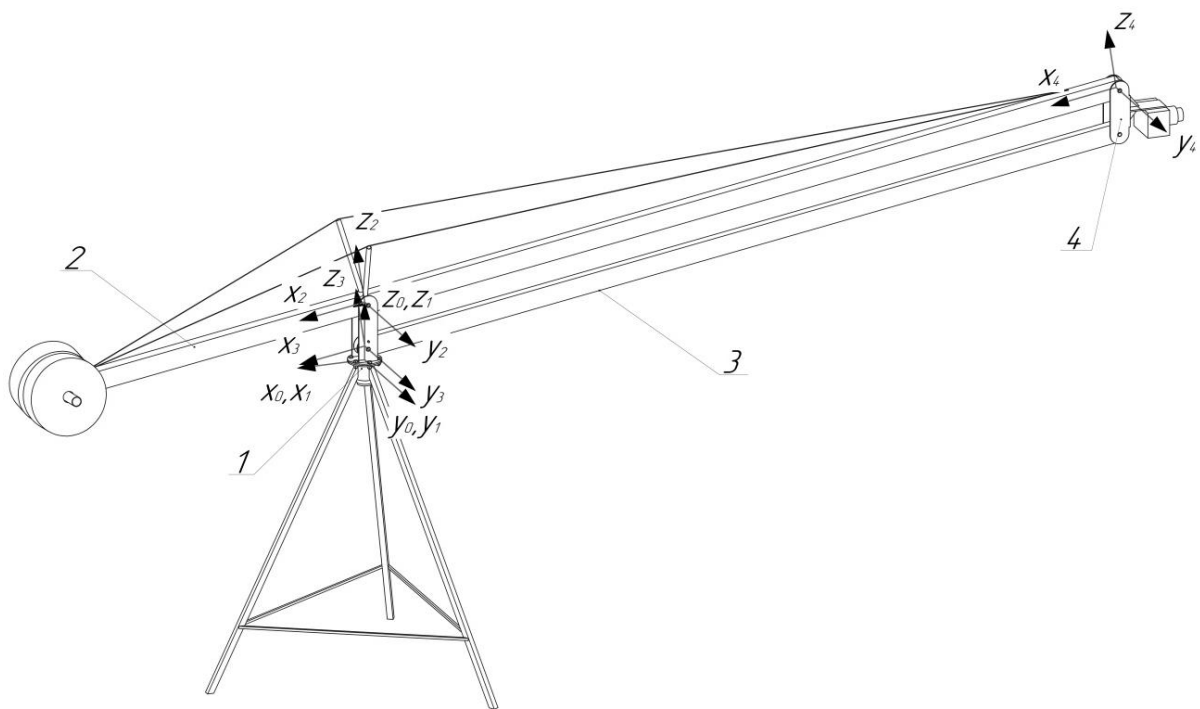
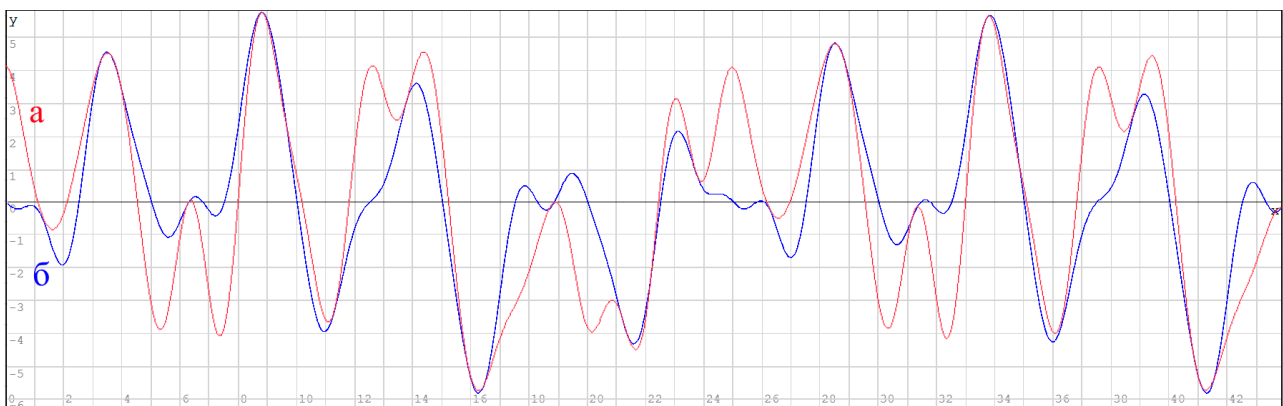


Рис. 1. Положення осей координат кожної ланки

Результати рішення до встановлення розтяжок (а) та після (б) показані на рисунку 2.



а – до встановлення розтяжок,

б – після встановлення розтяжок

Рис. 2. Коливання останньої ланки операторського крана

Треба зазначити, що встановлення розтяжок не впливає на функціональність крана та не потребує значних змін у конструкції.

Отже, дослідження показали, що встановлення розтяжок на головну балку операторського крана є ефективним рішенням для боротьби з вібраціями під час пересування камери. Це дозволяє отримати більш якісну картинку при зйомці та забезпечити комфортні умови для роботи оператора та майбутнього глядача.

так і за рахунок підвищення податливості (зменшення жорсткості) зубів передачі.

Однак, зміна геометрії зуба потребує застосування нестандартних інструментів, обладнання та технологій виготовлення зубчастої пари. Понизити згинальну жорсткість зубів можна різними способами: за рахунок виконання отворів у зубах (рис. 2, а), за рахунок пазів у западинах між зубами (рис. 2, б) шляхом виконання зуба змінної ширини і за рахунок виконання зуба, що складається з декількох шарів (рис. 2, в).

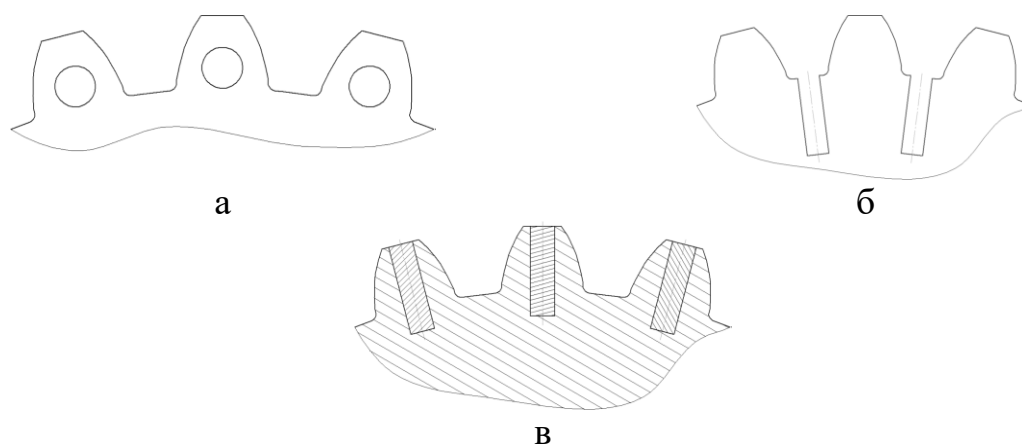


Рис. 2. Шляхи зниження згинальної жорсткості зубів

Всі ці способи крім зниження жорсткості істотно розміцнюють зуб, знижуючи моменти опору згину поперечних перерізів, та збільшуються згинальні напруги.

Практично всіх недоліків, які зазначено вище, не має циклоїдний (циклоїдальний, планетарно-цевочний, цевочний) редуктор – це вид механічної передачі, у якому збільшення крутного моменту відбувається не завдяки зубчастому зачепленню, а за допомогою складного плоско-паралельного обертання циклоїдних дисків (рис. 3).



Рис. 3. Циклоїдна передача

Переваги циклоїдного редуктора: стійкість до ударних перевантажень і надійність; високі передатні відносини в одному щаблі; компактність; високий ККД; тривалий термін служби; висока жорсткість.

СИНЕРГЕТИЧНИЙ ПІДХІД ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ТА ТОЧНОСТІ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ З УРАХУВАННЯМ ПРУЖНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МЕХАНІЧНИХ ПЕРЕДАЧ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ

Задорожня І. М., Чередниченко І. І.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Ефективність машинобудівного виробництва і якість продукції, що випускається, визначають продуктивність і точність металорізальних верстатів, які при постійному зростанні вимог, що пред'являються промисловістю, стають все більш складними і досконалими машинами, що містять різні пристрої, системи автоматизації, вимірювальні засоби. Тому для інженерів-проектувальників електроприводів верстатів актуальною є проблема підвищення точності і продуктивності. Значну частку верстатного парку складають верстати токарної групи, застосування в яких застарілих електроприводів і систем автоматичного управління не дозволяє досягти високих показників якості, тому вони не в змозі забезпечити високу статичну і динамічну точність при відтворенні контурно-позиційних переміщень.

Однією з основних вимог до металорізальних верстатів є відсутність вібрацій і автоколивань, які в пружних системах металорізальних верстатів можливі при багатьох видах обробки матеріалів різанням. Вібрації знижують продуктивність, точність і надійність верстатів, а вимушені коливання становлять небезпеку в основному для верстатів особливо високої точності, так як найважливіші показники точності обробки в цих верстатах залежать від інтенсивності коливань. Втрата стійкості процесу різання, надлишкові динамічні навантаження, виникнення автоколивань викликає підвищення інтенсивності зношування різального інструменту і зниження довговічності виконавчих механізмів верстата.

Метою роботи є пошук причин виникненні автоколивань та розробка технічних рішень з впровадження системи захисту від автоколивань, системи управління з оптимальними параметрами, яка забезпечує досягнення необхідних динамічних характеристик, що визначають задані показники якості роботи обладнання. Динамічні і статичні сили, що виникають при роботі верстата, викликають деформацію як всього верстата в цілому, так і його складових, визначаючи зміщення інструменту по відношенню до заготовки, викликаючи неприпустиме відхилення від заданих робочих рухів, підвищений знос, що безпосередньо знижує якість. Зниження негативного впливу цих сил можна досягти збільшенням статичної та динамічної жорсткості, що не завжди є здійсненним. Об'єктом досліджень виступає глибокорозточувальний верстат КЖ-1910, модернізація якого дозволила розширити його технологічні можливості, але при цьому після обробки внутрішньої поверхні труб різальним інструментом залишалися канавки, що негативно позначалося на якості оброблюваної поверхні і точності обробки [1]. При отриманні осцилограми

лінійна швидкість подачі різального інструменту, що задана оператором, становила 6 мм/хв, але фактично швидкість стрибкоподібно змінювалася від 0-2 до 14-15 мм/хв, що негативно позначалося на якості оброблюваної поверхні і точності обробки.

Для забезпечення необхідної шорсткості оператору доводилося виконувати чистову обробку з високою швидкістю подачі і підвищеною швидкістю обертання деталі. Оскільки вага деталі становить від 20 до 25 тон, то її підвищена швидкість обертання при чистовій обробці є небезпечною для обладнання і оператора. Аналіз наукових праць [2-4], налагоджувальні роботи і використання сучасних мікропроцесорних компонентів дозволили визначити, що погіршення якості технологічного процесу обробки поверхні заготовки пов'язане з наявністю пружності кінематичної передачі при нелінійності характеристики тертя, при цьому найменш жорсткою ланкою кінематичного ланцюга виявився ходовий гвинт. Результати осцилографування технологічного процесу обробки деталей на верстаті довели, що в механізмі подачі відбуваються зривні фрикційні автоколювання в двох точках тертя: передача «ходовий гвинт-гайка», тертя між поверхнею опорної станини і стебловою бабкою і тертя між борштангою і опорними люнетами. Об'єднання виявлених сил тертя обґрунтовується тим, що вони мають жорсткий кінематичний зв'язок і завжди переміщуються з однаковою лінійною швидкістю. Розрахунки показали, що жорсткість цього зв'язку багатократно перевищує жорсткість ходового гвинту, тому пружним зв'язком між стебловою бабкою і борштангою можна знехтувати.

Підсумком роботи є встановлення причини виникнення автоколювань швидкості подачі – це наявність пружності кінематичної передачі при нелінійності характеристики тертя. Отримані результати дозволять винайти оптимальні рішення і засоби для зниження рівня надлишкових додаткових динамічних навантажень, що виникають при автоколюваннях за умов наявності пружних ланок, шляхом їх демпфування. Огляд та узагальнення опублікованих теоретичних робіт і досліджень практичного застосування методів обмеження динамічних навантажень свідчать про те, що пріоритетним слід вважати напрямок вдосконалення динаміки приводів металообробних машин з використанням електромеханічних і електромагнітних явищ [5].

Література: 1. Задорожний, Н. А. Особенности работы механизма подачи глубокорасточного станка КЖ-1910 в режиме низких скоростей / Н. А. Задорожний, О. А. Ребедак, И. Н. Задорожня // Вісник НТУ «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», 2013.– № 36(1009). – С. 209 – 210. 2. Клепиков, В. Б. О фрикционных колебаниях в электроприводах [Текст] / В. Б. Клепиков // Электричество. – 1986. – №4. – С. 59-62. 3. Клепиков, В. Б. Экспериментальное исследование электромеханической системы с отрицательным вязким трением [Текст] / В. Б. Клепиков, Ф. Палис, А. В. Клепиков // Вестник ХГПУ. Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика. – Харьков, 1999. – №61. – С. 26-32. 4. Клепиков, В. Б. Моделирование электроприводов с нелинейной нагрузкой типа пара трения [Текст] / В. Б. Клепиков, Ф. Палис, А. В. Клепиков, О. Ю. Глебов // Вестник ХГПУ. Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика. – Харьков, 2000. – №113. – С. 30-33. 5. Оптимізація та взаємозв'язок параметрів двомасових електромеханічних систем: монографія / І. М. Задорожня, М. О. Задорожній. – Краматорськ : ДДМА, 2021. – 216 с.

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ КУВАННЯ КРУПНИХ ПОКОВОК З МІНІМАЛЬНИМИ ПРИПУСКАМИ

Іванова Ю.О., Марков О.Є., Панов В.В., Мусорін А.В., Ровенський С.Г.
(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Науково технічний прогрес у машинобудуванні в значній ступені визначає розвиток та вдосконалення всіх областей промисловості, науки. Найважливішою умовою науково технічного прогресу є зріст продуктивності праці, підвищення ефективності виробництва та покращення якості продукції.

Існуючі технології виробництва поковок типу труба передбачають виготовлення за допомогою методів вільного кування. Ці методи виготовлення вимагають додаткових затрат металу за рахунок значних кувальних припусків та допусків, мають недостатню проробку структури.

Метою дослідження є розробка нового технологічного процесу кування довгомірних товстостінних труб, розробка рекомендацій по вибору заготовки, оснащення та режимів деформування для забезпечення зменшення припусків на механічну обробку. Результати проекту підвищать конкурентноздатність виготовляємої продукції, що дозволить підвищити об'єми експорту унікальної продукції на внутрішніх та зовнішніх ринках.

Для вирішення існуючих проблем, виникла ідея розробки нової удосконаленої технології кування поковки труби, яка полягає у куванні проміжної пустотілої заготовки, з подальшим обтисканням її на розробленій циліндричній оправці за допомогою вирізних радіусних бойків (рис.1). Кінцевим результатом нової технології кування поковки труби повинно бути отримання заготовки, яка повністю буде відповідати за розмірами та властивостями вимогам замовника.

Дослідження процесу кування труб за новою технологією проводилося за допомогою комп'ютерного моделювання у програмі Deform 3D. За результатами моделювання було встановлено формозмінення пустотілої заготовки, напружено-деформований та тепловий стани у процесі кування на короткій циліндричній оправці.

Попереднє моделювання та аналіз можливості кування труб за даною технологією показали, що при використанні циліндричної оправки та радіусних вирізних бойків неможливо отримати необхідну конфігурацію поковки за одне натискання. Для отримання труби без овальності треба призначити спеціальну послідовність обтискань та кантувань заготовки. Крім цього, необхідно виконати виріз на бойках з перехідним радіусом заокруглення, інакше будуть утворюватися затиски на зовнішній поверхні поковки від дії гострих кромки на інструменті. Це приведе до зниження якості зовнішньої поверхні, що не дасть змогу знизити припуски на механічну обробку. Зменшення товщини стінки поковки призведе до інтенсивного охолодження заготовки.

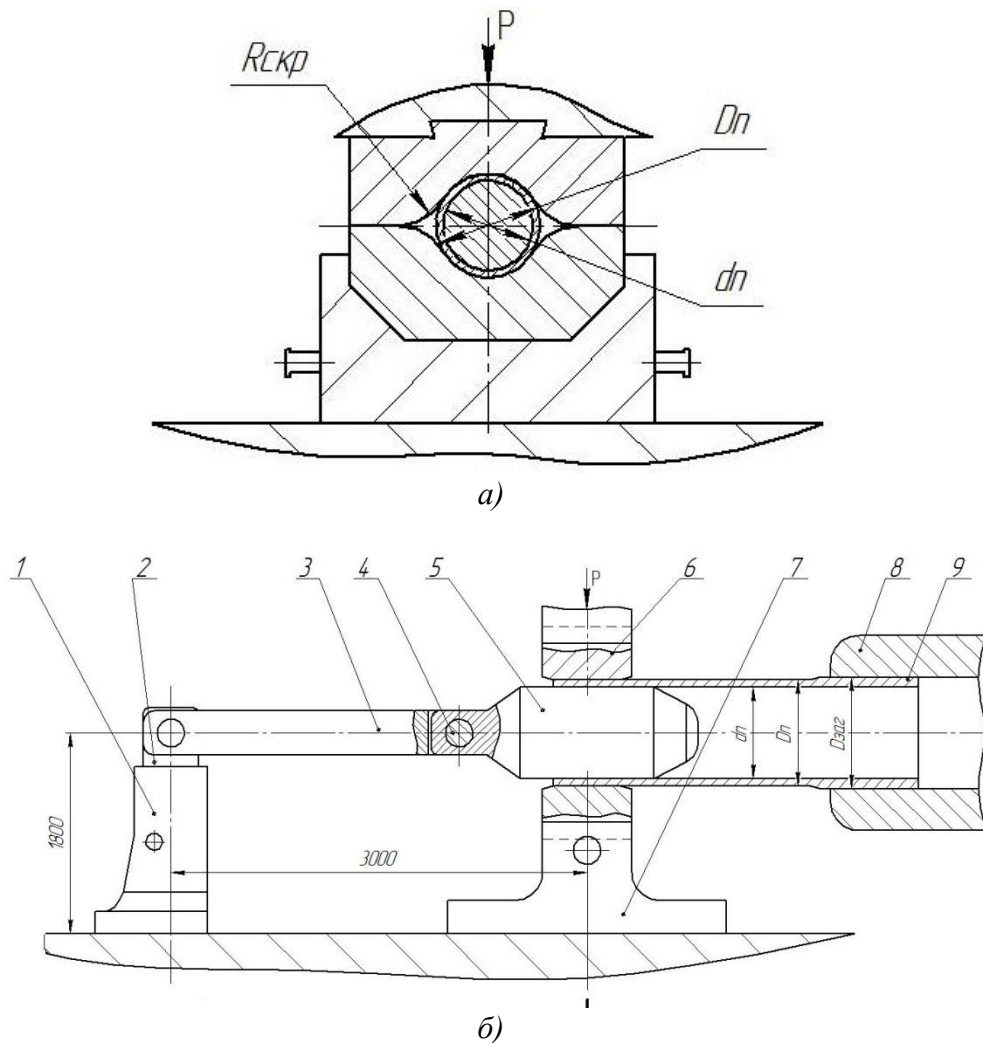


Рис. 1. Ескіз запропонованого методу кування труб за новою технологією:
 а – вид спереду; б – вид збоку
 1 – стійка нижня; 2 – стійка верхня; 3 – кронштейн; 4 – штифт; 5 – оправка
 циліндрична; 6 – бойок вирізний радіусний; 7 – корпус нижнього бойка; 8 – хобот
 маніпулятора; 9 – заготовка.

Такий процес кування має свої обмеження, які стосуються розмірів поковок, що виготовляються. Для запобігання утворення затисків на зовнішній поверхні поковки та забезпечення заданої деформації металу необхідні радіуси округлення вирізу бойка, які виключають з конструкції бойка гострі кромки.

Література:

1. Пат. 148227 Україна, МПК (2006) В 21 J 5/00. Спосіб кування крупногабаритних труб без напусків / Марков О. Є., Іванова Ю.О. заявник та власник патенту Донбаська державна машинобудівна академія. — № u202007624; заявл. 30.11.2020; опубл. 21.07.2021, бюл. № 9. — 5 с.
2. Пат. 86881 Україна, МПК: В21J 5/00. Спосіб кування порожнистих циліндрів з дном. О. Є. Марков, М. О. Маркова. №u201309697; Заявл. 05.08.2013; Опубл. 10.01.2014.
3. Пат. 132708 Україна, МПК (2006) В 21 J5/00, В 21 J5/00. Спосіб виготовлення порожнистих тонкостінних циліндричних поковок / Кальченко П.П., Марков О. Є., Герасименко О. В., Різак П.І., Рагуліна Н.В. заявник та власник патенту Донбаська державна машинобудівна академія. — № u201809103; заявл. 03.09.2018; опубл. 11.03.2019, бюл. № 5.

ТЕХНОЛОГІЧНІ СЕРЕДОВИЩА ЯК ІНТЕНСИФІКАТОР ПРОЦЕСУ АБРАЗИВНОЇ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ СКЛА

Калафатова Л.П.

(ДонНТУ, м. Луцьк, Україна)

Механічна обробка, а це здебільшого різні види абразивної обробки, великогабаритних виробів із матеріалів на основі технічного скла, до яких можна віднести світлотехнічні вироби складної форми з алюмо-силікатного скла, плоске листове скло, що використовується в якості підкладок при виготовленні виробів з органічного скла, обтічники ракет з технічних ситалів - трудомісткий багатоетапний технологічний процес (ТП), інтенсифікація якого є актуальним завданням. ТП обробки виробів подібного класу залежить від точності одержуваних заготовок та експлуатаційних вимог до готових виробів, що передбачають високу якість обробленої поверхні (мінімальні шорсткість та дефектність). Процеси абразивної обробки наведених матеріалів вимагають обов'язкової присутності мастильно-охолоджуючих технологічних середовищ (МОТС) з підвищеними диспергуючими властивостями відносно оброблюваного матеріалу.

Відомо, що диспергуюча здатність середовища може успішно проявлятися в тому випадку, якщо воно має ряд фізико-хімічних властивостей: низькі значення кінематичної в'язкості і поверхневого натягу; високу здатність до змочування, і високу швидкість розтікання по оброблюваній поверхні, сумірну зі швидкістю деформації оброблюваного матеріалу при абразивному мікрорізання. У сукупності це сприяє своєчасній доставці поверхнево-активних компонентів МОТС у зону деформації і за рахунок адсорбційного ефекту зниження міцності твердих тіл зменшує силовий вплив абразивних зерен, необхідний для деформації і руйнування матеріалу припуску. Як наслідок – підвищення якості оброблюваної поверхні, наперед за все, зменшення її дефектності, підвищення продуктивності обробки при інших однакових умовах процесу різання.

На виробництві у якості МОТС при обробці виробів із матеріалів названого класу здебільшого використовується вода. Додаткова диспергуюча дія воді може бути надана за рахунок введення в її склад поверхнево-активних речовин (ПАР) типу оксиетильованих жирних спиртів, алкілмоносульфату та метасилікату натрію. Ці речовини входять в структуру деяких синтетичних миючих засобів (СМЗ). В залежності від концентрації СМЗ у водних розчинах такі середовища можуть ефективно використовуватися на різних операціях абразивної обробки матеріалів на основі скла, а саме від чорнового шліфування до полірування.

Так водні розчини СМЗ, що використовуються як рідка фаза полірувальних суспензій, можуть оказувати ефективну розміцнювальну дію на поверхню, що полірується, підвищуючи полірувальну здатність суспензії та продуктивність обробки. При цьому змінюються енергетичні характеристики процесу полірування і забезпечується отримання стабільно високої якості поверхні, що формується.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ОБТИСКУ ПОРОЖНИСТИХ ЗАГОТОВОК ЗА РІЗНИХ ТЕМПЕРАТУРНИХ УМОВ

¹Калюжний О.В., ²Калюжний В.Л., ³Левченко В.М.

(¹Академія ІТ освіти, м. Київ, Україна, ²КПІ ім. І. Сікорського, м. Київ, Україна, ³ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна,)

При виготовленні балонів, різноманітних ємностей, переходників для трубопровідної арматури, заготовок гільз і снарядів використовують процеси обтиску трубчастих або порожнистих заготовок з дном. Збільшення точності розмірів деталей, отриманих обтиском, забезпечується шляхом заміни гарячого обтиску на напівгарячий, а напівгарячого – на холодний. Тому актуальним є проведення досліджень, що направлені на застосування деформуючого інструменту спеціального профілю для формоутворення обтиском виробів із високовуглецевих сталей, а також на встановлення можливості здійснення холодного обтиску. Якщо для процесів холодного обтиску є достатньо інформації по використанню матриць спеціального профілю [1–3], то для гарячого та напівгарячого обтиску великих порожнистих заготовок зі змінною товщиною стінки по довжині із високовуглецевих сталей вона майже відсутня.

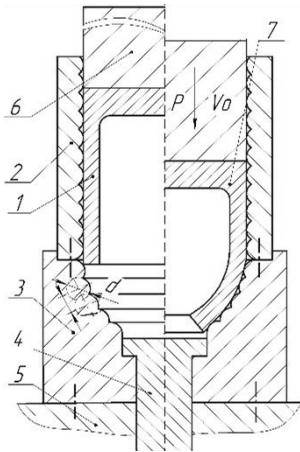


Рис. 1. Схема обтиску порожнистої заготовки

Мета роботи полягає у визначенні комп'ютерним моделюванням за допомогою методу скінчених елементів параметрів гарячого, напівгарячого і холодного обтисків порожнистих заготовок із високовуглецевої сталі із застосуванням контейнеру і матриці спеціального профілю (рис. 1). Моделювання цих трьох варіантів обтиску виконувалося з використанням програми

DEFORM. Визначено силу обтиску та питомі зусилля на деформуючому інструменті. Встановлено напружено-деформований стан металу в кінці обтиску та наведено розподіли компонент напружень і деформацій в об'ємах zdeформованих заготовок. Проведено прогнозування напруження текучості у стінці обтиснутих частин заготовок в умовах напівгарячої та холодної деформації. На основі даних моделювання спроектовано загальний вигляд штампу для реалізації холодного обтиску на гідравлічних пресах, які мають виштовхувачі.

Література: 1. Калюжний О.В. Відкритий та закритий обтиск трубчастих заготовок з різною висотою в матриці спеціального профілю. *Обработка материалов давлением*. Краматорськ: ДДМА. 2014. 2 (39). С. 144–150. 2. Калюжний О.В., Калюжний В.Л. Інтенсифікація формоутворюючих процесів холодного листового штампування. Київ: ТОВ «Сік Груп Україна», 2015. 292 с. 3. Калюжний В.Л., Ярмоленко О.С. Інтенсифікація процесу холодного обтиску порожнистих напівфабрикатів для отримання виробів зі змінною товщиною стінки. *Вісник КПІ ім. Ігоря Сікорського. Mechanics and Advanced Technologies*. Київ: НТТУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». 2019. 1 (85). С. 111–117.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ДРІБНИХ ДЕТАЛЕЙ ЗБІРНИХ ТОКАРНИХ РІЗЦІВ НА БАЗІ ВИКОРИСТАННЯ СПЕЦІАЛЬНОГО МЕХАТРОННОГО ВЕРСТАТНОГО ОБЛАДНАННЯ

Калініченко В.В., Мельник М.С.

(ДДМА, м. Краматорськ – Тернопіль, Україна)

Важливою науково-практичною задачею інструментального виробництва є вдосконалення технології виготовлення дрібних деталей збірних токарних різців. Сучасні конструкції вузлів кріплення різальних пластин збірних різців включають різні за своїм службовим призначенням деталі дрібних розмірів (гвинти, гайки, важелі та ін.). Особливості способів закріплення різальних пластин у конструкціях збірних різців часто зумовлюють наявність у таких деталей складної комбінації циліндричних (зовнішніх та внутрішніх), конічних, різьових поверхонь, конструктивних елементів складної форми з жорсткими вимогами до їхньої точності, досягнення яких є складною технологічною задачею. Додаткові труднощі при механічній обробці створюють малі розміри цих деталей, що ускладнюють їхнє закріплення у верстатних пристосуваннях, а також механічну обробку поверхонь, розташованих з різних боків деталі [1].

Високопродуктивна обробка деталей вузлів кріплення різальних пластин збірних різців на базі принципів технології масового виробництва дрібних деталей базується на використанні спеціального верстатного обладнання. Відтак, є актуальною розробка спеціальних мехатронних верстатів-автоматів для обробки дрібних деталей збірних різців. Зокрема, авторами запропоновані спеціальні мехатронні верстати для обробки деталей «гвинт притискний» [2] та «гайка» [3]. Для обробки кожної деталі має розроблятися свій мехатронний верстат, що передбачатиме виконання повного циклу механічної обробки деталі на одній робочій позиції. Важливими факторами дотримання цього принципу є багатошпиндельне компонування верстата з оснащенням кожного шпинделю окремим інструментом, наявність пристроїв автоматичної подачі заготовки та поворотних пристосувань для зміни її положення при обробці [1–3].

Використання мехатронних верстатів, створених на базі зазначених принципів, дозволить зменшити допоміжний час на обробку дрібних деталей збірних різців та гарантувати дотримання комплексу вимог до точності деталей.

Література. 1. Калініченко, В. В. Перспективи використання мехатронних верстатів у виробництві деталей збірного різального інструменту / В. В. Калініченко, М. А. Вашков // Інформатика, управління та штучний інтелект. Тези сьомої міжнародної науково-технічної конференції. – Харків : НТУ «ХП», 2020. – С. 27. 2. Калініченко, В. В. Розробка спеціального мехатронного верстата для обробки притискних гвинтів вузлів кріплення різальної пластини збірних токарних різців з клиновим елементом / В. В. Калініченко, М. С. Мельник, А. А. Луговий // Інформатика, управління та штучний інтелект. Тези шостої міжнародної науково-практичної конференції. – Харків : НТУ «ХП», 2019. – С. 46. 3. Калініченко, В. В. Мехатронний верстат для обробки деталі «гайка» вузла кріплення різальної пластини збірного токарного різця / В. В. Калініченко, М. С. Мельник, Є. Д. Корнілов // Інформатика, управління та штучний інтелект. Тези шостої міжнародної науково-технічної конференції. – Харків : НТУ «ХП», 2019. – С. 45.

ВПЛИВ МАГНІТНОГО СТАНУ І ПОЛЯРНОСТІ РОБОЧОЇ ЧАСТИНИ ІНСТРУМЕНТУ ІЗ ШВИДКОРІЗАЛЬНОЇ СТАЛІ Р6М5 НА ЙОГО ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ

Кінденко М. І.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Причини відмов інструментів найчастіше пов'язані не з їх поломкою, а з втратою ними своєї первинної поверхневої конфігурації унаслідок зносу, сколів, зминання, розтріскування, тобто у зв'язку з руйнуванням або деформацією тонких поверхневих шарів металу [1].

Одним з основних напрямів фізичної технології пов'язаної з технологічним зміцненням поверхневих шарів інструменту і зміною їх властивостей в потрібному напрямі, є магнітна обробка матеріалів. При магнітній дії речовина змінює свої фізичні і механічні властивості [2].

Поліпшення властивостей у феромагнітних деталей, які пройшли магнітно-імпульсну обробку, досягається за рахунок направленої орієнтації вільних електронів речовини зовнішнім полем. Взаємодія імпульсного магнітного поля з інструментом із струмопровідного матеріалу відбувається тим інтенсивніше, чим вище структурна і енергетична неоднорідність речовини [3].

Застосовуючи магнітну обробку можна значно зменшити надмірну енергію матеріалу, пов'язану з концентрацією внутрішніх і поверхневих напруг в інструменті, і знизити до мінімуму ймовірність його поломки [4].

Для кожної сталі існує певна величина напруженості імпульсного магнітного поля, а, отже, і величина магнітної енергії, яка поглинається матеріалом протягом часу обробки і максимально покращує його механічні та технологічні властивості. Причому між підвищенням стійкості інструменту та магнітною проникністю існує кореляційна залежність. Імпульсне магнітне поле, взаємодіючи з матеріалом інструменту, змінює його теплові та електромагнітні властивості, покращує структуру та експлуатаційні характеристики, що покладено в основу технології магнітного зміцнення.

Першопричиною поліпшення експлуатаційних характеристик інструменту, підданого магнітній обробці, є зміна властивостей інструментального матеріалу. Це відбувається за рахунок магнітострикційного зміцнення швидкорізальної сталі, що виражається в підвищенні її теплостійкості.

Магнітострикційне зміцнення швидкорізальної сталі, що викликає поліпшення фізико-механічних властивостей матеріалу, тісно пов'язане з напруженістю накладеного на інструментальний матеріал магнітного поля.

З теоретичної точки зору питання про вплив магнітного стану і полярності робочої частини інструменту на його експлуатаційні властивості, тобто перевірка значущості впливу термомагнітного ефекту Рігі-Ледюка, має особливе значення.

Тому для визначення впливу магнітного стану інструменту на його стійкість були виконані спеціальні дослідження, пов'язані з обробкою матеріалів з різними магнітними властивостями.

З цією метою були вибрані сталі марок 12X18H10T і 20X13. Стійкостні випробування проводилися в наступній послідовності. Спочатку випробовувалися свердла з швидкорізальної сталі Р6М5 оброблені в магнітному полі напруженістю $H = 1,2 \cdot 10^5$ А/м, що мають по черзі на робочій частині північну і південну полярність, потім цей же інструмент використовувався після операції розмагнічування, тобто його залишкова намагніченість була близькою до нуля.

Стійкість інструменту в будь-якому магнітному стані практично не відрізняється, хоча по відношенню до інструменту у вихідному стані вона багато вище.

При обробці мартенситної сталі марки 20X13 встановлено, що стійкість інструменту, обробленого в оптимальних полях і який має залишкову намагніченість, стає нижче вихідної. Це відбувається внаслідок інтенсивного налипання на інструмент-магніт, через що погіршується процес свердління.

При обробці немагнітної сталі 12X18H10T такого впливу не спостерігається. При розмагнічуванні інструменту змінним полем ефективність магнітної обробки на сталі 20X13 відновлюється.

Звідси випливає важливий практичний висновок, що полягає в тому, що для підвищення ефективності магнітно обробленого інструменту, його доцільно розмагнічувати.

Проведений аналіз магнітного стану свердл з швидкорізальної сталі на стійкість дозволяє зробити наступні висновки:

- інструмент повинен мати після магнітної обробки залишкову намагніченість близьку до нуля;
- стійкість інструменту в будь-якому магнітному стані практично не відрізняється, але по відношенню до інструменту у вихідному стані вона багато вище.

Література:

1. Малыгин Б. В. Магнитное упрочнение инструмента и деталей машин. М., Машиностроение. 1989. 112 с.

2. Кинденко Н. И. Механизм изнашивания и работоспособность инструмента, изготовленного из быстрорежущей стали и упроченного методом ОИМП [Электронный ресурс] // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії [Електронний ресурс]. – Краматорськ, 2018. – № 2 (44). – С. 120–124. – режим доступу: [http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/ddma/Herald_2\(44\)_2018/article/24.pdf](http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/ddma/Herald_2(44)_2018/article/24.pdf)

3. Исследование влияния магнитно-импульсных поверхностных воздействий на эксплуатационные характеристики инструментальных сталей и инструмента // В.Л. Володин, Л.Б. Зуев, Т.В. Володин, В.В. Гайдук // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – М., 2009. – 6. С.61–65.

4. Овчаренко А. Г. Комбинированная магнитно-импульсная обработка режущего инструмента / А.Г. Овчаренко, А.Ю. Козлюк, М.О. Курепин // Технология машиностроения. – М., 2010. – 9. – С.26–29.

КОМПЛЕКСНЕ ЗМІЦНЕННЯ ІНСТРУМЕНТУ ВИГОТОВЛЕНОГО ЗІ ШВИДКОРІЗАЛЬНОЇ СТАЛІ

Кінденко М. І.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Теорія змащувальної дії антифрикційних покриттів ґрунтується на даних внутрішньої будови, фізико-хімічній взаємодії окремих компонентів, що входять до покриття, з матеріалом інструменту, матеріалом що підлягає обробці і зовнішнім середовищем [1].

Найбільшого значення як змащувальні речовини набули поверхнево-активні речовини, і складні тверді матеріали, що володіють внаслідок своєї кристалічної структури низьким коефіцієнтом тертя[2].

Були обрані мастила, що мають гарну антифрикційність із відповідною структурою кристалічної решітки, високу термостійкість, високий опір тангенціальним навантаженням і, крім того, достатню зчеплюваність із поверхнею інструментальних сталей і сплавів [3].

Епіламувальний склад являє собою прозору, безбарвну, негорючу, нетоксичну, пожежовибухобезпечну рідину зі щільністю $1,57 \text{ г/см}^3$.

Технологічні тверді мастила являють собою зв'язувальну основу, до складу якої в певному співвідношенні введені антифрикційні та адгезійні компоненти, а також низка поверхнево-активних речовин.

На поверхні інструменту, зануреного в епіламувальний склад, адсорбуються поверхнево-активні речовини у вигляді мономолекулярного або близького до нього шару. Фізичні властивості тонких поверхневих плівок, адсорбованих на твердих тілах, сильно відрізняються від звичайних властивостей рідини. Вони наближаються до властивостей твердих тіл. Молекули плівки, розташовуючись у певному порядку, утворюють ніби кристалічну решітку. При цьому утворюється надзвичайно міцний зв'язок між поверхнею твердого тіла й адсорбованим шаром

Плівка, що утворилася, оберігає робочу поверхню інструменту і оброблюваної деталі від безпосереднього контакту, що сприяє значному зниженню сил тертя і поверхневої енергії в процесі обробки. Епілам міцно утримується на поверхні, має високі антифрикційні властивості, запобігає розвитку мікротріщин, підвищує втомну міцність і зносостійкість.

Однак в умовах інтенсивної пластичної деформації, високих зонних температур і питомих тисків на інструмент, застосування епіламування обмежене низькою термостійкістю молекул мастильної композиції епіламу. Це зумовлено тим, що перехідний шар твердої фази, на поверхні якого молекули адсорбуються і всередину якого вони проникають, має недостатню фізико-хімічну активність.

З метою підвищення експлуатаційної надійності та довговічності антифрикційних шарів і виходячи з фізичних властивостей епілами було запропоновано операцію обробки епіламувальною сумішшю вести на інструменті, попередньо обробленому методом ОІМП.

Після обробки імпульсним магнітним полем в інструментальному матеріалі відбуваються зміни, як у кристалічній решітці матриці, так і в карбідній фазі.

Першопричиною поліпшення експлуатаційних характеристик осьового інструменту, підданого магнітній обробці, є зміна властивостей інструментального матеріалу. Воно відбувається за рахунок магніострикційного зміцнення швидкорізальної сталі [4].

Нанесення твердих технологічних мастил (ТТМ) на інструмент сприяє поліпшенню оброблюваності матеріалів і ріжучих властивостей інструменту, що використовується. Механізм дії ТТМ обумовлюється, з одного боку, фізичними явищами адсорбції, диспергування, пластифікування та адгезії, з іншого - хімічними перетвореннями, що протікають у тонких поверхневих шарах контакту інструменту з оброблюваною поверхнею.

Нанесення антифрикційного покриття на робочу поверхню інструменту після його оброблення в імпульсному магнітному полі сприяє тому, що адсорбуючись на твердій поверхні у вигляді тонкого шару, антифрикційне мастило різко знижує мікротвердість, поверхневі напруження, а отже, і поверхневу енергію. Це викликано тим, що під час імпульсних електромагнітних впливів перехідний шар твердої фази стає більш активним у фізико-хімічному відношенні, зі збільшенням енергії впливу молекул мастил з адсорбентом збільшується міцність антифрикційного покриття.

Порівняльні стійкісні випробування з дослідження впливу твердих технологічних мастил і епілами на стійкість магнітообробленого інструменту проводилися на операції свердління отворів.

Отримані дані свідчать про те, що свердла, оброблені в імпульсному магнітному полі, та застосування твердих мастил, а також поверхнево-активних речовин, уповільнюють розвиток ділянок зношення передньої та задньої поверхонь інструменту. Відзначено практично повну відсутність проточин біля країв контактних ділянок інструменту, де найсильніше реалізується хіміко-окислювальні види зносу. Відсутність додаткових осередків зносу біля країв контактних ділянок свердла позитивно впливає на стійкість свердла, оскільки в такий спосіб усуваються джерела інтенсивного тертя і тепловиділення.

Література:

1. Герасимова, Н. В. Эффективность эпиламирования в импульсном магнитном поле / Н.В. Герасимова, Г.Г. Громыко, Е.Б. Райкова //Матер. 4 науч.-техн. семинара с международным участием по нетрадиционным технологиям АМО'89 (Ботевград, 12-14 окт. 1989 г.) – София – Горький: 1989. – С. 113-119.

2. Зиновьев Н. И. Технология нанесения поверхностно-активных веществ на режущий инструмент и оснастку / Н. И. Зиновьев, О. В. Карпенко // Организация производства, прогрессивная технология. – М. : ЦНИИАтоминформ, 1983. – № 3. –С. 26–28.

3. Малыгин, Б. В. Магнитное упрочнение инструмента и деталей машин / Б. В. Малыгин. – М. : Машиностроение, 1989. – 112 с.

4. Кинденко Н.И. Магнитоострикционное упрочнение и магнитно-дисперсионное твердение быстрорежущих сталей в импульсных магнитных полях [Электронный ресурс] // Научный вестник Донбасской государственной машиностроительной академии [Электронный ресурс]. - Краматорск, 2017. - № 2 (23Е). - С. 31-35. - режим доступа: [http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/science_vesnik/%E2%84%962\(23%D0%95\)_2017/article/8.pdf](http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/science_vesnik/%E2%84%962(23%D0%95)_2017/article/8.pdf).

СТАТИСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ

Клименко Г.П., Разживін О.В., Бородай Р.А., Колюкін О.Ю.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

На прикладі технологічної системи важкого верстату озглянуто різні стратегії обслуговування системи, яка складається із зразків n інструменту та r верстатників [1]. На важкому токарному верстаті часто працюють два супорти в режимах як послідовного, так і паралельного з'єднання з точки зору надійності. Верстат обслуговує два верстатника, робота яких може бути як в режимі незалежного обслуговування, коли кожен з них закріплений за роботою окремого виду інструмента, так і в режимі спільного обслуговування. Передбачається, що система може перебувати в одному з трьох можливих станів в певний момент часу t . Позначимо: 0 – стан системи, в якій всі інструменти працездатні; 1 – стан системи, коли один інструмент виправлений, а другий відновлюється; 2 – стан відновлення всіх інструментів. Таким чином функція готовності системи є ймовірність знаходження в стані 0, $P_0(t)$. Далі вважатимемо, що $P_0(t)$ залежить від числа верстатників. В цьому випадку система буде перебувати в стані 0 тим більше, чим більше r . Застосовуючи марковський підхід оцінки надійності і системи, запишемо матрицю переходу з одного стану системи в іншу для випадків $r = n = 2$ при незалежному обслуговування системи:

$$P_c = \begin{pmatrix} 1 - 2\lambda & 2\lambda & 0 \\ \mu & 1 - (\lambda + \mu) & \lambda \\ 0 & 2\mu & 1 - 2\mu \end{pmatrix}$$

Система, перебуваючи в стані 2 в момент часу t , може повернутися у стан 1 за $t, t + dt$, якщо будь-який з інструментів відновлений (замінений) за цей час. Імовірність такої події дорівнює: $2\mu dt(1 - \mu dt) = 2\mu dt + 0(dt)$

У загальному випадку, коли є n різальних інструментів і r верстатників, ймовірність переходів залежить від числа відмовлених інструментів, котрі позначимо через k ($k = 0, 1, 2, \dots, n$). Ймовірність знаходження системи в деякому стані буде залежати від умов $k < r, k = r$ або $k > r$, для яких отримано вирази визначення ймовірності працездатного стану системи:

$$P_k = \frac{n!}{(n-k)!k!} \rho^k P_0 \quad (k < r), P_k = \frac{n!}{(n-k)!r!} \rho^r \left(\frac{\rho}{r}\right)^{k-r} P_0 \quad (k \geq r) \text{ і}$$

Ця математична модель може бути використана для статистичного моделювання обслуговування технологічної системи.

Література:

1. Клименко Г.П. Забезпечення надійності експлуатації технологічної системи важких верстатів / Г.П.Клименко, В.В.Квашнін.- Різання та інструмент в технологічних системах. Харків: НТУ «ХП», 2019.- Вип. 91.-С.78-86.

ЕКСПЕРТНИЙ МЕТОД ОЦІНКИ ЯКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

Клименко Г.П., Суботін О.В., Донченко Є.І., Чащін І.В., Закір'я Р.Р.
(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Експертний метод визначення якості продуктів (продукції, процесів, послуг) є один з основних методів науково-технічного прогнозування, який ґрунтується на припущенні, що на основі думок експертів можна збудувати модель майбутнього розвитку об'єкта прогнозування. Для порівняння якості окремих технологічних процесів необхідна кількісна оцінка їх якості, на основі якої можливо вибрати найраціональніший, удосконалити існуючий процес. Але якість будь-якого техпроцесу має велику кількість властивостей. Найефективнішим способом визначення його якості є експертний метод. На базі існуючих методів в ДДМА була розроблена методика експертної оцінки якості, в основу якої закладені принципи методу Делфі [1].



Рис. 1. Загальний алгоритм створення і роботи експертної комісії

Робоча група готує проведення експертної оцінки, допомагає у формуванні експертної групи, проведенні обробки і аналізу результатів експертизи. До складу робочої групи входять організатор, спеціалісти, програміст, технічні працівники. Експертна група складається з працівників підприємств, які проектують, виготовляють і експлуатують технічні системи (конструкції, технологічні процеси тощо), які оцінюються. Результат роботи експертної комісії значною мірою залежить від кількості експертів та їх компетентності. Розробленою методикою рекомендується кількість експертів від 7 до 12 осіб для продуктивної роботи експертної комісії.

Компетентність експерта визначається спеціальною підготовкою (професійною, кваліметричною), діловитістю (зібраністю, комунікабельністю, мотивацією), об'єктивністю, зацікавленістю в роботі експертної комісії.

Розроблена методика застосована для вирішення конкретних задач оцінки якості технічних систем: конструкцій збірних інструментів для важких верстатів, а також для визначення кількісних оцінок якості процесу експлуатації різальних інструментів на різних підприємствах.

Була створена експертна група із 7 осіб, спеціалістів 5 підприємств. Робоча група складалась на базі Донбаської державної машинобудівної академії із науково-технічних співробітників. Вирішена перша задача вибору найефективнішої конструкції збірного інструменту із десяти представлених для експертизи конструкцій, яка рекомендована для постановки на виробництво після серії випробувань. Це дало змогу скоротити витрати і час в значній мірі на реалізацію цього завдання.

Вирішення другої задачі дало змогу порівняти якість експлуатації інструменту на трьох підприємствах, знайти шляхи удосконалення процесів, що дало змогу підвищити продуктивність механообробки та скоротити витрати дефіцитних інструментальних матеріалів.

Література:

1. Клименко Г.П., Васильченко Я.В., Шаповалов М.В. Якість і надійність технологічних систем. Навчальний посібник.- Краматорськ: ДДМА, 2018.- 210с.

ТОЧІННЯ ЗАГАРТОВАНОЇ СТАЛИ ІНСТРУМЕНТОМ, ОСНАЩЕНИМ PсBN BL

**Клименко С.А., Клименко С.Ан., Копейкіна М.Ю.,
Манохін А.С., Чумак А.О., Мельнійчук Ю.О.**
(ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, м. Київ, Україна)

Основною галуззю використання інструментів, оснащених полікристалічними надтвердими матеріалами на основі кубічного нітриду бору з вмістом сBN 40–65% (PсBN BL), є швидкісна фінішна безперервна обробка сталей і сплавів високої твердості.

Метою цього дослідження було експериментальне визначення працездатності та порівняльна оцінка ефективності інструментів, оснащених PсBN BL, які створені в ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, за критерієм інтенсивності зношування.

В роботі використано токарні різці з механічним кріпленням змінних непереточуваних різальних пластин RNMN 090400, RNMN 090400T. Досліджувані PсBN BL – сBN(КМ 3/2) (45-55%)-TaN (1–30 мкм), сBN(КМ 3/2) (45-55%)-TiN (1–2 мкм), сBN(AM1-2) (45-55%)-TiN (1–2 мкм), wBN (45-55%)-TiN (1–2 мкм), (сBN(КМ 3/2) (60%)-wBN (15%)-TiN (1–2 мкм), сBN(КМ 3/2) (45-55%)-TiC ($\leq 4,5-7$ мкм), wBN (45-55%)-TiC ($\leq 4,5-7$ мкм), сBN(КМ 3/2) (75%)-TiC ($\leq 4,5-7$ мкм). Оброблювані матеріали – загартовані сталі ШХ 15 (62–64 HRC), ХВГ (56–58, 62–64 HRC). Умови різання: швидкість різання $v = 140-320$ м/хв, подача $S = 0,10$ мм/об, глибина різання $t = 0,2$ мм. Обробка сталей ШХ15 і ХВГ твердістю 62–64 HRC виконувалась в умовах різання без удару, а сталі ХВГ твердістю 56–58 HRC також при наявності удару.

Процес чистового точіння без удару сталі ХВГ (56–64 HRC) із швидкістю різання 215 м/хв характеризується швидкістю зношування інструментів в межах 10–12 мкм/хв. З підвищенням швидкості до 265 м/хв вона підвищується до 15–18 мкм/хв. При швидкості різання 320 м/хв швидкість зношування інструментів зростає до 25 мкм/хв.

Найбільш працездатними є інструменти, оснащені композитами, до складу яких входить TiC. Підвищення швидкості різання до $v = 300$ м/хв не призводить до суттєвої зміни характеру зносу інструментів – відбувається поступовий знос по задній поверхні та збільшення лунки на передній поверхні.

Випробування на стійкість при обробці сталі ХВГ твердості 60–62 HRC показали, що найбільш перспективними є інструменти, оснащені PсBN BL із вмістом сBN 45–55 об.%. Стійкість такого інструменту при точіння зі швидкістю різання $v = 215$ м/хв складає 12,5 хв при величині зносу по задній поверхні $h_3 = 0,35$ мм. На контактних поверхнях інструменту не спостерігається сколювання фрагментів PсBN.

При різанні з ударом сталі ХВГ твердістю 56–58 HRC стійкість інструментів, оснащених композитами, до складу яких входить 60–75% сBN, підвищується до

25–30 хв, що розширює сферу їх застосування у різальних інструментах на обробку з динамічним навантаженням.

Ефективність інструментів, оснащених РсВN ВL виробництва ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, при токарній обробці загартованої сталі ШХ15 оцінювали у порівнянні з інструментами з різальною частиною, оснащеною РсВN ВL СВN100, WBN565, Томал-10 та РсВN ВН Борсиніт. Результати експериментальних досліджень інтенсивності зношування інструментів приведені на рис. 1.

В діапазоні швидкостей різання 90–120 м/хв інтенсивність зношування інструментів мала відносно близькі значення і становила 3–9 мкм/хв. Стійкість інструменту до досягнення критерію зношування ($h_3 = 0,4$ мм) становила не менш 60 хв. Із підвищенням швидкості різання до 140 м/хв інтенсивність зношування різців з РсВN Томал-10 перевищує 30 мкм/хв, що практично унеможливорює його подальше використання, а при швидкості різання 180 м/хв теж має місце для інструменту, оснащеного РсВN ВН Борсиніт.

При швидкості різання вище 180–220 м/хв інструменти, оснащені розробленими композитами, зберігають працездатність, однак інтенсивність їх зношування сягає 12–15 мкм/хв. Як наслідок, період стійкості інструментів зменшується, а ймовірність його виходу з ладу в наслідок крихкого руйнування зростає. В цілому, при швидкості різання більше 180 м/хв інтенсивності зношування інструментів, оснащених композитами, до складу яких входить ТiС, до 2–3 разів менша, ніж у різців з РсВN Томал-10 і Борсиніт.

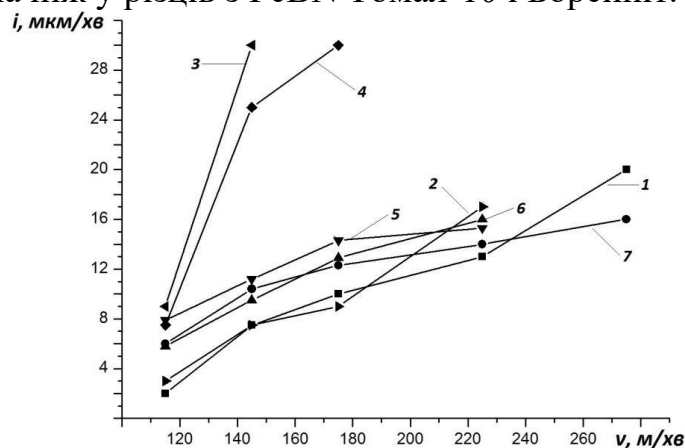


Рис. 1. Швидкість зношування різальних інструментів із РсВN при точінні сталі ШХ15 ($S = 0,1$ мм/об; $t = 0,2$ мм): 1 – СВN100, 2 – WBN565, 3 – Томал-10, 4 – Борсиніт; 5 – wBN (45-55%)-TiN (1–2 мкм), 6 – wBN (45-55%)-TiC ($\leq 4,5$ –7 мкм), 7 – cBN(КМ 3/2) (75%)-TiC ($\leq 4,5$ –7 мкм)

Таким чином, результати досліджень інструментів, оснащених створеними РсВN ВL, при чистовому точінні загартованих сталей зі швидкостями різання до 280 м/с, свідчать: – найбільш перспективним для застосування у різальному інструменті є композит з вмістом сВN 45–55 об.% та зв'язкою на основі ТiС; – інструменти, оснащені композитом, до складу якого входять сВN 70–75 об.%, поступаються за стійкістю, але дозволяють проводити обробку загартовані сталі в умовах переривчастого різання, що поширює сферу застосування інструментів з РсВN ВL на область обробки з динамічним навантаженням.

СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ЗУБЧАСТИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПЕРЕДАЧ З ОБЛІКОМ НЕКРАТНОГО ЗУБЧАТОГО ЗАЧЕПЛЕННЯ

¹Клочко О.О., ¹Камчатна-Степанова К.В., ¹Пермяков Є.О.

²Антоненко Я.С., ²Мироненко О.Є.

(¹НТУ «ХПІ», м. Харків, Україна, ²ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Основними причинами виходу зубчастих передач з ладу є: поломка зубів, фарбування активних поверхонь і відшаровування поверхневих шарів зубів, абразивне знос зубів, пластичні деформації зубів і заїдання.

У переважній більшості випадків поломка зубів (рис. 1) має втомний характер, оскільки кожен зуб входить у зачеплення періодично; навантаження по ширині зубчастого вінця розподіляється нерівномірно через перекося осей зубчастих коліс. У зубчастих передачах, що мають некратні передавальні відносини (наприклад, $u = 2,5367$), ймовірність виникнення поломок зубів знижується в кілька разів, тому що навантаження розподіляється більш рівномірно, дозволяючи практично всім зубам зношуватися однаково [1, 2].



Рис. 1. Поломка зубьев зубчатого колеса ($u = 2,5$)

У зубчастих коліс, виготовлених з досить великим позитивним зміщенням вихідного контуру, може статися сколювання витончених вершин зубів (рис. 2). Тому при виборі коефіцієнтів зміщення їх величина лімітується товщиною зубів по колу вершин зубів, яка не повинна бути меншою. $(0,25 \div 0,4)m_n$.

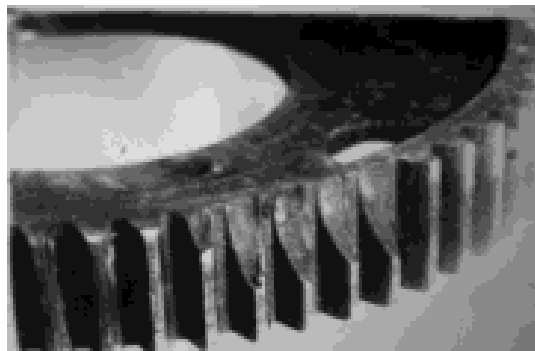


Рис. 2. Руйнування зубів шестерні ($z = 80$) у вигляді косої сколи, можливо ініційоване перекосям при монтажі

При зламі зубів (рис. 3) косозубих і шевронних коліс тріщина з'являється в

торцевій поверхні колеса біля основи зуба і поширюється по довжині зуба похило до його вершини.



Рис. 3. Злам зубів косозубого колеса приводу подачі стола вертикально-фрезерного обробного центру

Результати дослідження концентрації навантаження в некротній передачі дозволили визначити необхідність урахування специфічних обставин (рис. 4, а), залежність концентрації навантаження від факторів, що діють (рис. 4 б) і варіанти прямолінійної та криволінійної модифікації форми зуба (рис. 4, в).

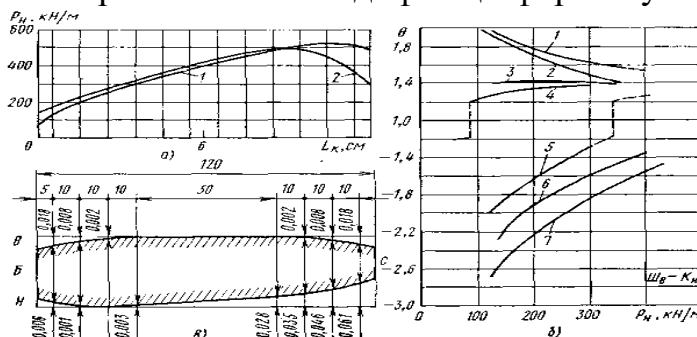


Рис. 4. Результати дослідження концентрації навантаження в некротній передачі:
 а – теоретичний (1) та експериментальний (2) розподіл питомого нормального навантаження P_n (при номінальному її значенні 370 кН/м) за довжиною лінії контакту L_k ;
 б – залежність коефіцієнтів концентрації навантаження θ від величини P_n ;
 криві 1-7 відповідають неприляганням робочих поверхонь зубів $\Delta 0 \text{ мкм}$: +50, +30, +10, -10, -20, -35, -50;
 Шв-Кн – випадок взаємодії верхнього профілю зуба шестерні з нижнім профілем зуба колеса;
 в – параметри криволінійної поздовжньої корекції зубів шестерень некротних передач.

Збільшення згинальної міцності та для забезпечення плавності обертання рекомендується з метою зменшення втомного характеру навантаження, у зубчастих передачах застосовувати некротні передавальні відносини.

Література: 1. Ключко О.О., Камчатна-Степанова К.В., Охрименко О.А., Манохін А.С. Динаміка процесу різання при зубофрезеруванні шевронних коліс // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Технології в машинобудуванні = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Techniques in a machine industry: зб. наук.пр. / Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Харків : НТУ «ХПІ», 2022. – № 1 (5) 2022. – С. 44–47. – ISSN 2079-004X, DOI: 10.20998/2079-004X.2022.1(5).06. 2. Ключко О.О., Саприкіна Е.В., Федорова А.О., Мироненко О.Є., Іванченко В.В. Ланцюгове логарифмічне сполучення зубчастих циліндричних передач // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXXI міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2023, 17–20 травня 2023 р. / за ред. проф. Сокола Є.І. — Харків : НТУ «ХПІ». – С. 171.

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ МІКРОВІБРАЦІЙ НА ПРОЦЕСИ ТЕРТЯ

Ковалевський С.В., Ковалевська О.С., Коваленко О.М., Сидюк Д.М.
(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Технологічні процеси, що спрямовані на зміни форми заготовок, або якості робочих поверхонь деталей машин за рахунок механічних впливів завжди супроводжуються необхідністю врахування тертя в різних його проявах. Таки врахування спрямовані на пошук умов зменшення сил тертя з ціллю підвищення коефіцієнтів корисної дії всіх елементів технологічних систем без винятку. Ряд дослідників вказують на те, що дія вібрації призводить до зміни умов тертя і зносостійкості контактуючих поверхонь деталей машин, що може підвищувати ефективність процесів [1,2,3].

В цьому напрямку перспективними стають дослідження можливостей додаткового, крім традиційних антифрикційних заходів, впливу мікро вібрацій на зменшення сил тертя безпосередньо при формоутворенні заготовок, а також при експлуатації технологічних машин.

Розглянуто формулу (1) вплив мікровібрацій з амплітудою Q і частотою ω з фазовим кутом φ на силу F тертя при коефіцієнті тертя k , що діють на масу M тіла:

$$M \cdot \ddot{x} + F \cdot \frac{\dot{x}}{|\dot{x}|} + k \cdot x = Q \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi) \quad (1)$$

Відносно F формула (1) набуває вигляду (2):

$$F = \frac{|\dot{x}|}{\dot{x}} \cdot [Q \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi) - M \cdot \ddot{x} - k \cdot x] \quad (2)$$

В формулі (2) співмножник $\frac{|\dot{x}|}{\dot{x}}$ відображає особливості поведінки сухого тертя при мікроамплитудних коливаннях (вібраціях).

Рішення в точному аналітичному вигляді немає, тому для дослідження поведінки системи відносно сили тертя було використано моделювання в середовищі Simulink пакету Matlab 8. В загальному вигляді побудовано модель, рис.1.

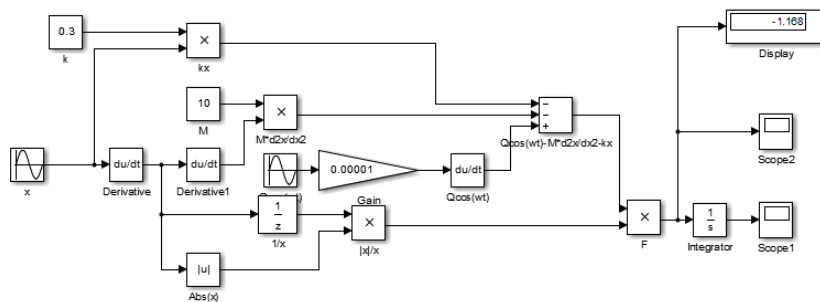


Рис. 1. Модель дослідження сили сухого тертя F з мікровібраціями.

Для умов, де $M=10$ кг, $k=0,3$, $Q=0,00001$ м, отримано, що сила F має періодично змінні значення, які набувають мінімумів при частотах $\omega_1=2000$ радіан, $\omega_2=4000$ радіан і $\omega_3=9000$ радіан (рис.2):

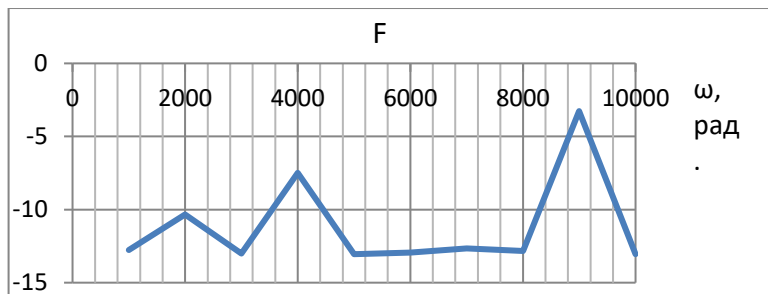


Рис. 2. Результати моделювання змін сили тертя при мікрівібраціях в умовах сухого тертя.

Для випадку, коли використана модель з урахуванням в'язкого тертя (блок Coulomb & Viscous Friction), побудована модель (рис.3), а результати моделювання за такими ж умовами, надані на рис.4.

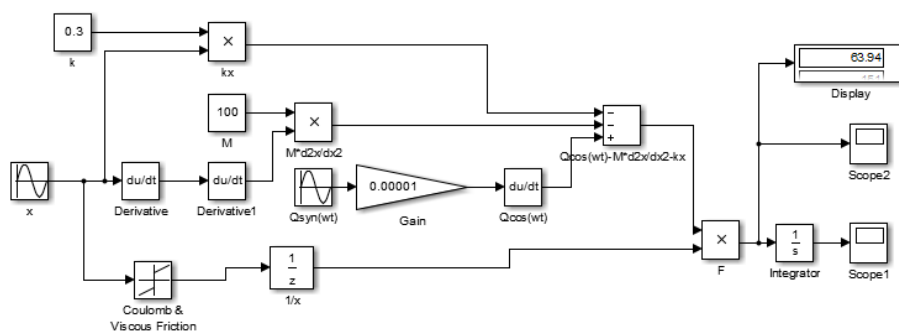


Рис.3. Модель дослідження сили в'язкого тертя F з мікрівібраціями.

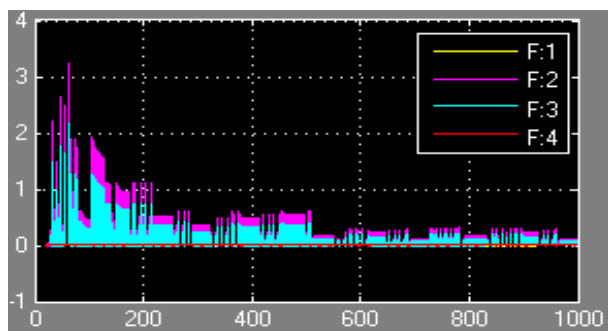


Рис. 4. Результати моделювання змін сили тертя при мікрівібраціях в умовах в'язкого тертя з різними коефіцієнтами в'язкості відповідно $F=1, 3, 2, 0$.

Отриманні результати можуть бути використані при створенні заходів з підвищення ефективності механічної обробки заготовок деталей машин.

Література:

1. Шпачук В. П. Синергетичний ефект у динаміці багатовимірних механічних систем : монографія / В. П. Шпачук ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 172 с.
2. Михалевич М.Г. Зчеплення транспортних засобів. Математичне моделювання та автоматизація: монографія. – Харків: ХНАДУ, 2020.-174 с.
3. Цибрій Ю.О. Розробка мехатронної системи керування електроннопроменевою плавкою титану / Ю.О. Цибрій // 13-й міжнародний симпозіум українських інженерів-механіків у Львові. Матеріали симпозіум. – Львів, 2017. – С. 209–210.

КОМПЛЕКСНА ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

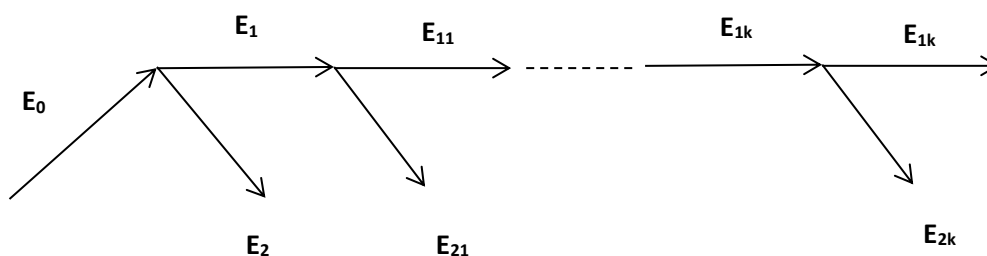
Ковалевський С.В., Ковалевська О.С., Сидюк Д.М.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Системний підхід є основою практично всіх найбільш фундаментальних розробок у вдосконаленні та оптимізації технологічних процесів та технологічних систем, в яких технологічний процес розглядається як складна система перетворення вхідних параметрів у вихідні, що мають ознаки випадкових величин. Нажаль, і сьогодні відсутні надійні методи прогнозування експлуатаційних властивостей та залишкового ресурсу елементів конструкцій та машин у зв'язку з недостатньою вивченістю механізму пошкодження матеріалів та необхідності аналізу і оптимізації технологічного процесу обробки як стохастичного.

В загальному вигляді об'єкт технологічної системи являє собою комплекс структурно-упорядкованих елементів-потоків: матеріального М, енергетичного Е та інформаційного І. Зв'язки характеризують відносини між зазначеними потоками системи, коли виходи одних входять інших. Впливи характеризують причину цілеспрямованого перетворення матеріального, енергетичного і інформаційного потоків. Цілеспрямована зміна характеристик потоків є перетвореннями в технологічній системі. Функції трьох основних елементів технологічних систем розподіляються так: Е-впливає; М-передає (пасивна функція) або змінює зміст (активна функція); І - характеризує або описує вплив і функцію.

З огляду на енергетичну складову будь якого технологічного процесу він може бути представлений низкою перетворень так, як це надано на рис. 1:



Для діагностики і оптимізації технологічних систем запропоновано відповідну оцінну функцію. Відповідно до поняття про термодинамічний показник якості технологічної системи (Δ) така функція матиме вигляд, поданий у наступній формулі (1):

$$\Delta_{10} = \frac{E_1(x_1, x_2, \dots, x_k)}{E_0(x_1, x_2, \dots, x_k)} - \frac{\frac{\partial E_1(x_1, x_2, \dots, x_k)}{\partial x_i}}{\frac{\partial E_0(x_1, x_2, \dots, x_k)}{\partial x_i}} \rightarrow 0 \quad (1)$$

Аналогічного для інших складових перетворення потоків, формули (2), (3), (4):

$$\Delta_{20} = \frac{E_2(x_1, x_2, \dots, x_k)}{E_0(x_1, x_2, \dots, x_k)} - \frac{\frac{\partial E_2(x_1, x_2, \dots, x_k)}{\partial x_i}}{\frac{\partial E_0(x_1, x_2, \dots, x_k)}{\partial x_i}} \rightarrow 0 \quad (2)$$

$$\Delta_{211} = \frac{E_{22}(x_1, x_2, \dots, x_k)}{E_1(x_1, x_2, \dots, x_k)} - \frac{\frac{\partial E_{21}(x_1, x_2, \dots, x_k)}{\partial x_i}}{\frac{\partial E_1(x_1, x_2, \dots, x_k)}{\partial x_i}} \rightarrow 0 \quad (3)$$

$$\Delta_{2122} = \frac{E_{21}(x_1, x_2, \dots, x_k)}{E_{22}(x_1, x_2, \dots, x_k)} - \frac{\frac{\partial E_{21}(x_1, x_2, \dots, x_k)}{\partial x_i}}{\frac{\partial E_{22}(x_1, x_2, \dots, x_k)}{\partial x_i}} \rightarrow 0 \quad (4)$$

Показник Δ може оперативно характеризувати очікуваний результат обробки: умови оптимальної зміни якості технологічних процесів, які формують показники якості поверхневого шару робочих поверхонь деталі, його зміцнення, умови формування мінімальних залишкових напружень в поверхневому шару деталі і т.ін..

Загальна умова досягнення екстремального показника ефективності перетворення потоків ресурсів може бути визначена, як це наведено у виразі (5).

$$\Delta_{1k,0}(t) = \frac{E_{1k}[x_1(t), x_2(t), \dots, x_k(t)]}{E_0[x_1(t), x_2(t), \dots, x_k(t)]} - \frac{\frac{\partial E_{1k}[x_1(t), x_2(t), \dots, x_k(t)]}{\partial x_i(t)}}{\frac{\partial E_0[x_1(t), x_2(t), \dots, x_k(t)]}{\partial x_i(t)}} \rightarrow 0 \quad (5)$$

Доведено, що базова модель відображає мінімально можливі перетворення, матеріального потоку M , що характеризується інформацією I під впливом енергетичного потоку E_0 з інформаційним змістом. В результаті перетворень формується матеріальний шток з характеристикою M_1 , а також "втрати" технологічного процесу у вигляді потоків енергетичних витрат E_2 та E_{21} з інформаційним змістом I_2 та I_{21} відповідно. "Втрати" E_2 можуть залежати, наприклад, від якості технологічної машини (від її коефіцієнта корисної дії, що залежить, у свою чергу, і від величини E_0), а непродуктивні витрати E_{21} - від якості технологічного процесу (наприклад, від витрат - енергії на безпосередній знос металорізального інструменту або від інтенсивності відведення тепла засобами охолодження зони різання при токарній обробці). Аналогічно розкривається зміст наступних етапів виробничого процесу, експлуатації і утилізації виробів машинобудування.

Використання запропонованого підходу до оптимізації технологічних процесів надає можливість досить просто отримати загально можливий на будь-якому етапі машинобудівного виробництва позитивний результат.

ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ВЕЛИКОЇ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ

Коваленко В.А., Разживін О.В.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Актуальність дослідження: проблема підвищення енергетичної ефективності промислового виробництва стає в даний час все більш актуальною. Питання підвищення рівня автоматизації в енергетичному комплексі промислового виробництва в регіоні необхідно розглядати як комплексну задачу оптимізації виробництва, рішення якої досягається в багаторівневої постановці наступних складових завдань: оптимального планування випуску продукції при обмеженнях на використовувані енергетичні ресурси, збалансованого регулювання тарифів на енергетичні ресурси, зниження питомих показників енергоємності, підвищення рівня автоматизації та її поширення на підприємствах. Тільки в сукупності зазначених завдань забезпечується системне вирішення проблеми енергетичного комплексу в регіоні. Така комплексна постановка задачі в модернізації досліджена недостатньо, що і визначає актуальність даної роботи [1].

Метою роботи є розробка методів і алгоритмів автоматизації управління енергетичною ефективністю промислового застосування електроприводів в регіоні на основі впровадження управління автоматизованої системи та підвищення рівня автоматизації, що дозволяє прогнозувати показники розвитку промислового виробництва, впровадження нових систем автоматизованих комплексів електроприводів, а також шляхи економії електроенергії при використанні електроприводу [2].

Для досягнення зазначених цілей поставлені і вирішені наступні завдання [3]:

- розробка алгоритмів та математичних моделей автоматизації, систем та контурів;
- розробка економіко-математичних моделей, системно пов'язують основні показники промислового виробництва в регіоні;
- створення програмного забезпечення, що автоматизує рішення задач прогнозування показників;
- проектування інформаційної бази даних енергетичних паспортів промислового підприємства;
- розробку системи зниження енерговитрат;
- моделювання системи діагностики контролю витрат при роботі електроприводу [4].

Виклад основного матеріалу дослідження: енергозбереження засобами електроприводу, перший шлях стосується найпростішого некерованого масового електропривода і полягає в удосконаленні процедури вибору двигуна для конкретної технологічної устави з метою дотримання номінального теплового

режиму двигуна при експлуатації. Другий шлях підвищення економічності масового нерегульованого електропривода — перехід на енергозберіжні двигуни і двигуни поліпшеної конструкції, спеціально призначені для роботи з регульованим електроприводом. В енергозберігаючих двигунах за рахунок збільшення маси активних матеріалів (заліза і міді) підвищені номінальні значення ККД і $\cos \phi$. Доцільність застосування енергозберігаючих двигунів повинна оцінюватися з урахуванням додаткових витрат, оскільки невелике (до 5 %) підвищення номінальних ККД і $\cos \phi$ досягається за рахунок збільшення маси заліза на 30—35 %, міді на 20—25 %, алюмінію на 10—15 % і в цілому двигуна на 25—30 % відносно звичайних двигунів. Третій шлях полягає в усуненні проміжних передач. Суть проблеми полягає в тім, що електрична енергія доступна на фіксованій частоті (50 Гц), а механічна енергія потрібна в широкому спектрі частот (швидкостей). Методи, розроблені багато років тому для вирішення цієї проблеми, використовують дорогі системи, двигун чи механічні регулятори. До складу узагальненої схеми електропривода входять перетворювач чи механічний регулятор (коробки швидкостей, муфта ковзання), муфта, редуктор і робочий орган, що є частиною робочої машини. Четвертий шлях полягає в поліпшенні якості електроенергії засобами силової перетворювальної техніки регульованого електропривода [5].

Висновки: таким чином, впровадивши новий рівень автоматизації та систем контролю в будь-якій області або інше істотне відхилення, ми можемо простежити всі наслідки змін, внесеного в ту чи іншу ланку, в розумінні енергетичного комплексу, і це може бути зроблено досить швидко, щоб оцінити чи вибрати найкращий варіант. Таким чином відповідальні рішення могли б прийматися на основі більш достовірних відомостей про наслідки. Робота з удосконалення техніки управління і його автоматизації величезна за своїм значенням, важка і вимагає значного часу. Її потрібно проводити плановірно, почавши з найбільш підготовлених ділянок.

Література:

1. «Перспективы применения управляющих машин в автоматизации» [Електронний ресурс]- Режим доступу : <https://www.computer-museum.ru>
2. Журнал «ИСУП» [Електронний ресурс].- Режим доступу. <https://isup.ru/articles/>
3. Всеукраїнська Енергетична Асамблея [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://uaea.com.ua/>
4. Закон України від 20.02.2003 № 555-IV «Про альтернативні джерела енергії» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://max-energy-saving.info/index.php?pg=law/3.html>
5. Обладнання автоматизованого виробництва: підручник / В. М. Бочков, Р. І. Сілін ; за ред. Р. І. Сіліна ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. політехніка», Хмельниц. Нац. ун-т. — Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2015. — 404 с
6. Енергозбереження засобами промислового електропривода: Навчальний посібник/ Закладний О. М., Праховник А. В., Соловей О.І., — К.Кондор, 2005. — 408 с.
7. Енергозбереження засобами промислового електропривода: Навчальний посібник/ Закладний О. М., Праховник А. В., Соловей О.І., — К.Кондор, 2005. — 408 с.

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ТА ЕКОНОМІЧНІ КРИТЕРІЇ ДЛЯ ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ РЕЖИМАМИ РІЗАННЯ ПРИ ОБРОБЦІ ДЕТАЛЕЙ МАШИНОБУДУВАННЯ НА ВАЖКИХ ВЕРСТАТАХ

¹Ковальов В.Д., ¹Васильченко Я.В., ¹Шаповалов М.В., ²Заковоротний О.Ю.,
¹Поліщук Я.А.
(¹ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна, ²НТУ «ХП», м. Харків, Україна)

Режими механічної обробки є основними факторами, що визначають точність, якість і надійність оброблюваних деталей, а також трудомісткість, продуктивність, собівартість і прибуток виконуваних операцій [1,2,3].

Процеси механічної обробки характеризуються екстремальною залежністю основних економічних критеріїв (трудомісткості, продуктивності, собівартості, прибутку) від режимів різання.

Мета дослідження – удосконалити методику, алгоритми та програму моделювання змінного навантаження на інструмент по його робочій траєкторії та дослідити математичні моделі собівартості і прибутку для оптимізації режимів обробки.

При обробці реальних контурів деталей, сформованих поєднанням циліндрів, конусів, торців, дуг кіл та ін., інструмент працює зі змінним навантаженням по робочій траєкторії (глибина різання, діаметр заготовки та ін.). В даному випадку виникає проблема пошуку оптимальних законів керування частотою і подачею як реакції на зміну навантаження перед різальним інструментом.

Пошук та аналіз оптимального управління режимами різання при обробці на важких верстатах для критерію собівартості і прибутку може виконуватися такими методами: редукування управління режимами до багатовимірної задачі нелінійного програмування, управління режимами за постійною оптимальної стійкості різального інструменту і методом збереження оптимальної швидкості різання.

Література:

1. Ковальов В.Д., Васильченко Я.В., Шаповалов М.В., Щербакова А.Ю. Моделювання оптимального управління режимами різання на важких верстатах. Матеріали XII Міжнародної науково-технічної конференції «Інновації, моделювання, технології в машинобудуванні та металургії», 28–29 жовтня 2021 р. Харків: НТУ «ХП», 2021. С. 27-28.

2. Васильченко Я. В., Шаповалов М. В., Михайлюк А. В. Повышение эффективности работы тяжелого токарного оборудования за счет разработки рекомендаций по выбору рациональных режимов резания. *Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку*: матеріали XI Міжнародної науково-технічної конференції / за заг. ред. В. Д. Ковальова. Краматорськ, 2013. С. 25.

3. Ковальов В.Д., Клименко Г.П., Васильченко Я.В., Шаповалов М.В., Бородай Р.А., Станкова М.В. Моделі для синтезу алгоритмів управління режимами процесу механообробки. *Проблеми інформатики та моделювання (ПІМ-2022)*. Тези двадцять другої міжнародної науково-технічної конференції. – Харків: НТУ "ХП", 2022. – С. 47.

ОЦІНКА ГРАНИЧНОЇ ПОХИБКИ ПРИЛАДУ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ТОВЩИНИ МАСТИЛЬНОГО ШАРУ В ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧАХ

¹Ковальов В.Д., ¹Васильченко Я.В., ¹Шаповалов М.В., ²Анциферова О.О.,
¹Степанов Р.І.

(¹ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна, ²КП «ХТС», м. Харків, Україна)

Для зубчастих коліс з неньютоновською робочою рідиною для поверхонь, що сполучаються, де область тиску має довжину, що вимірюється десятками і більше міліметрів, запропонований метод експериментального визначення товщини мастильного шару.

Суть методу полягає в тому, що евольвентні поверхні сполучених зубчастих коліс є пластинками конденсатора в якості діелектрика приймається робоча рідина, масло, яке складається з суміші вуглеводнів і гліцеринових ефірів вищих ненасичених карбонових кислот та є непоганим діелектриком, так як молекули, що входять до його складу майже не полярні і не дисоціюють. Осі обертання зубчастих коліс встановлені на ізольованих опорах 3, 4 і підключені до вимірювального приладу ємності 5 (рис.1).

Метою виміру пропонованого приладу є безперервність вимірів в період контактування сполучених евольвентних поверхонь.

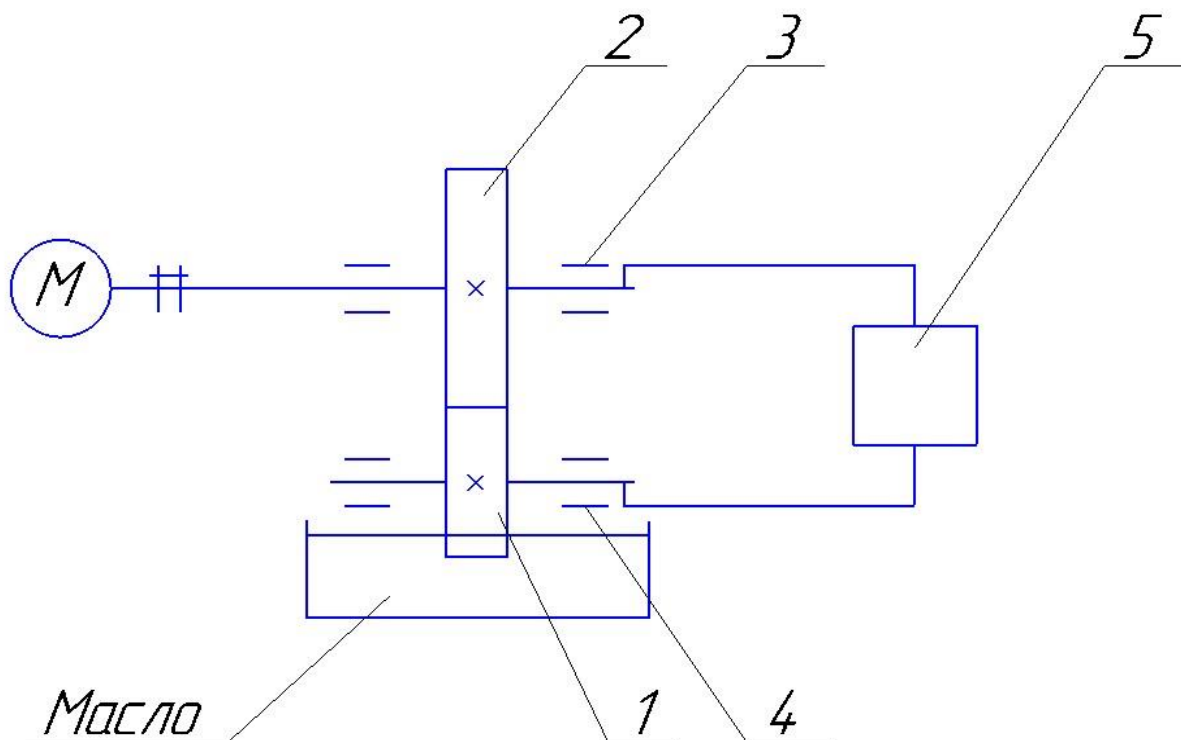


Рис. 1. Пристрій вимірювального приладу

Пристрій містить провідне зубчасте колесо в якому розташований електрод 1 вимірювального конденсатора, другий електрод 2 розташований в підпорядкованому зубчастому колесі. Щоб уникнути замикання схеми – вали даної передачі встановлені на діелектричні опори 3, 4. Електроди 1, 2 підключені до вимірювального пристрою 5, яке видає результати вимірів ємності [1].

Оцінка стабільності електронної характеристики приладу.

Для ліквідації можливості появи нестабільності електронної схеми приладу за допомогою спеціального магазину ємностей контролювалося, чи постійна характеристика електронного приладу до і після тарировки, а також до і після експериментального дослідження зубчастої пари.

Якщо перед початком вимірювання товщини мастильного шару в зубчастій парі виявлялося, що електронна характеристика приладу змінилася, в порівнянні з характеристикою, знятою при тарировці, то за допомогою спеціальних регулювань відновлювалася раніше отримана характеристика. До похибки методу відноситься похибка у визначенні початку відліку товщини мастильного шару.

Визначення впливу температури.

При роботі зубчастої пари змінюється діелектрична постійна масла, проте ця зміна вкрай мала. При великих температурних перепадах вноситься необхідна поправка на температуру. Для цього слід спеціально виміряти залежність діелектричної постійної від температури.

Було виявлено, що зі збільшенням навантаження в зубчастому зачепленні зміщується електричний нуль приладу внаслідок зміни ємності між зубами, що сполучаються.

Визначення впливу вібрації поверхні зубчастих коліс, які зачіпляються.

При вимірюванні розподілу товщини мастильної плівки по колу за час одного обороту існувала небезпека спотворення отриманих результатів внаслідок вібрації зубчастих коліс.

Наявність постійної товщини масляного шару і передача крутного моменту циліндричних зубчастих коліс, які зачіпляються, без безпосереднього контакту евольвентних поверхонь дозволяє гарантувати формування евольвенти, яка апроксимується, методом адаптації, що дає можливість використовувати швидкісні зубчасті передачі з заміною високого ступеня точності (5, 6, 7) на ступеня точності 8, 9, 10 без застосування зубошліфування. Для зубчастих коліс 8, 9, 10 ступеня точності зубошліфування можливо замінити на лезову обробку.

Література:

1. Новіков Ф.В. Теорія високоякісної обробки деталей машин: монографія / Ф.В. Новіков. – Х.: Вид. ХНЕУ, 2013. – 384 с.

СТРУКТУРНІ ФОРМУВАННЯ УТВОРЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВІДНОВЛЮВАНИХ ВАЖКОНАВАНТАЖЕНИХ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

¹Ковальов В.Д., ²Гасанов М.І., ²Заковоротний О.Ю., ²Клочко О.О.,
²Пермяков О.А., ³Охрименко О.А., ⁴Сапон С.П.

(¹ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна, ²НТУ «ХПІ», м. Харків, Україна,
³КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна, ⁴НУ «Чернігівська політехніка»,
м. Чернігів, Україна)

Критеріями формування структур поверхневого шару зубчастих коліс є параметри, що забезпечують задані експлуатаційні властивості зубчастих передач. Одним з таких параметрів є коефіцієнт тертя, який визначає здатність поверхневих шарів циліндричних загартованих крупномодульних зубчастих коліс до взаємного опору при дії контактних навантажень. Коефіцієнт тертя впливає на ККД передачі, надійність, довговічність роботи і міцність зубчастих пар.

Коефіцієнт тертя, згідно молекулярно–механічної теорії тертя, визначається як сума молекулярної і механічної складових [1, 2]:

$$f = \frac{\tau_0}{p_r} + \beta + 0,4 \cdot a_r \cdot \sqrt{\frac{h}{\rho}} \quad (1)$$

де τ_0 – питома зсувна міцність молекулярних зв'язків; p_r – середній контактний тиск; β – коефіцієнт зміцнення молекулярних зв'язків під дією стискаючих напруг; a_r – коефіцієнт гістерезисних втрат при ковзанні; h – глибина взаємного упровадження мікронерівностей контактуючих деталей; ρ – радіус заокруглення вершин мікронерівностей.

У викладеній вище теорії контактної взаємодії було показано, що тиск на фактичних площадках контакту визначається фізико–механічними властивостями поверхневого шару більш пластичного матеріалу:

$$p_r = c \cdot k_1 \cdot \sigma_T \cdot \quad (2)$$

Питома зсувна міцність молекулярних зв'язків також визначається фізико–механічними станом поверхневого шару [1] контактуючих зубчастих коліс:

$$\tau_0 = \frac{U_a}{j \cdot N_A} - \frac{k \cdot T}{j} \ln \frac{\varepsilon_0}{\varepsilon}, \quad (3)$$

де U_a – енергія активації ($T_{nl} = 226$ °С – при крихкому розриві; $T_{nl} = 166$ °С – при пластичному відтискуванні); j – активаційний об'єм (10^{-27} м³); $\varepsilon_0 = 10^{12}$ – 10^{13} – для всіх металів; ε – швидкість деформації (10^{-4} – 10^{-6} с⁻¹); N_A – число Авогадро ($6,02 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹); k – стала Больцмана ($1,38 \cdot 10^{-23}$); T і T_{nl} – температура в зоні контакту і температура плавлення.

Глибина взаємного упровадження мікронерівностей в період приробляння визначається загальними контактними деформаціями сталі з більш пластичного матеріалу. У період нормального (сталого) зносу величина упровадження визначається пружними контактними деформаціями.

Таким чином, підставляючи (2) в (3), отримаємо рівняння коефіцієнта тертя для умов приробляння:

$$f = \frac{\tau_0}{c \cdot k_1' \cdot \sigma_T} + \beta + \frac{4 \cdot a_r \cdot R_a^{\frac{2}{3}}}{S_m \cdot t_m} \times \sqrt{\frac{60 \cdot \pi}{t_m} \cdot \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot p \cdot W_z \cdot H_{\max}}{k_1' \cdot \sigma_T} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot \pi \cdot k_1' \cdot \sigma_T \cdot (1 - \mu^2)}{R_a \cdot E} \right)} + \beta + \frac{48 \cdot \pi \cdot (k_1' \cdot \sigma_T)^{\frac{1}{3}}}{t_m}; \quad (4)$$

при нормальному зношенні:

$$f = \frac{\tau_0}{c \cdot k_1' \cdot \sigma_T} \times \sqrt{\frac{30 \cdot (1 - \mu^2) \cdot (2 \cdot \pi \cdot p \cdot R_a \cdot W_z \cdot H_{\max})^{\frac{1}{3}}}{E \cdot S_m \cdot t_m}}. \quad (5)$$

Для умов сухого тертя (4) і (5) не викликають сумнівів, так як вони базуються на молекулярно-механічній теорії тертя І.В. Крагельського, яка показала свою життєздатність [1, 2].

Зменшення шорсткості у всьому діапазоні зміни швидкості ковзання і навантаження призводить до зниження коефіцієнта тертя. Велике значення при терті ковзання має вигляд тертя: рідинне, граничне і схоплювання.

Результати експериментального визначення зон тертя, що відповідають різним характеристикам процесу тертя, при терті ковзання по шорсткій поверхні представлені на рис. 1. Аналіз результатів цих досліджень показує, що шорсткість поверхні тертя значно впливає на перерозподіл зон тертя.

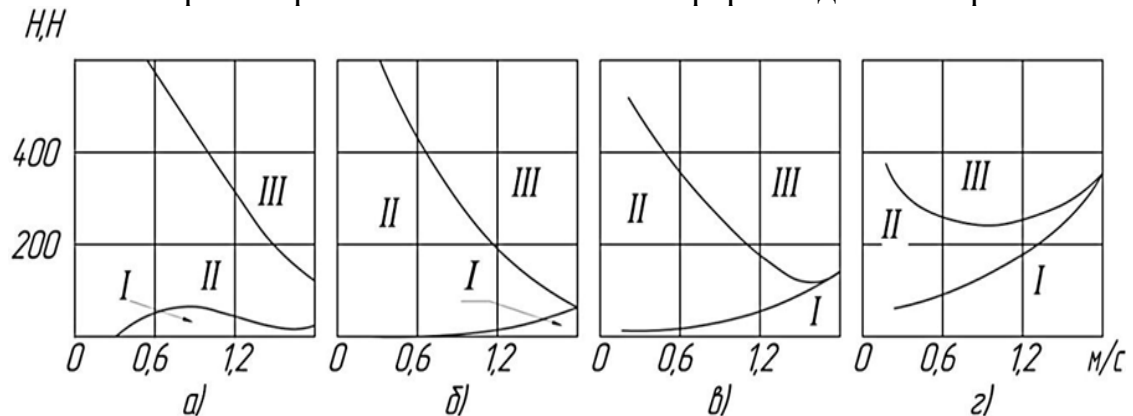


Рис. 1. Границі зон тертя:

(а) – $R_a = 0,80$ мкм; (б) – $R_a = 0,16$ мкм; (в) – $R_a = 0,05$ мкм; (г) – $R_a = 0,02$ мкм;
 I – зона рідинного тертя; II – зона граничного тертя; III – зона схоплювання

Процес тертя в значній мірі визначає зносостійкість контактуючих циліндричних зубчастих коліс. Зносостійкість характеризується здатністю поверхневих шарів циліндричних зубчастих коліс чинити опір руйнуванню при терті ковзання, терті кочення, а також при мікропереміщеннях, обумовлених впливом вібрацій (фреттинг–процес).

На рис. 2а зображений контур зубчастої частини шестерні в первісному стані, контур зносу зубів, а також контур відновлених зубів. На рис. 2б схематично зображено зуб шестерні і її зубчастої частини в первісному стані, контур зносу зуба, а також контур відновлених зубів.

При односторонньому зношенні поверхня профілю робочої частини (1) зуба змінює свою конфігурацію і просторову орієнтацію. Це положення визначається границей зношування (2) робочої частини зуба колеса. При односторонньому зношенні поверхня профілю робочої частини (1) зуба змінює свою конфігурацію і просторову орієнтацію.

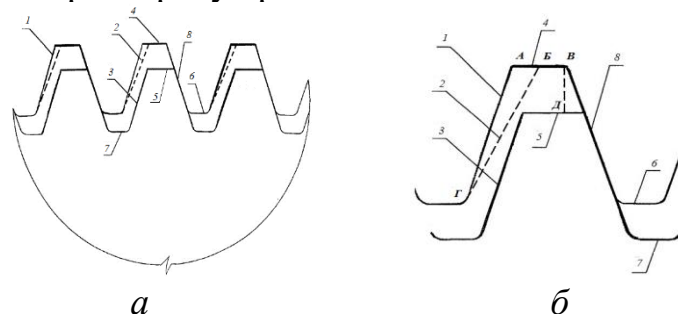


Рис. 2. Відновлення профілю зношеної зубчастої частини крупногабаритного колеса: 1 – контур профілю робочої частини зуба колеса в первісному стані; 2 – границя зносу профілю робочої частини зуба шестерні, після визначеного терміну експлуатації; 3 – контур профілю робочої частини зуба колеса у відновленому стані; 4 – поверхня виступу зуба шестерні в первісному стані; 5 – поверхня виступу зуба шестерні у відновленому стані; 6 – поверхня впадини зуба колеса в первісному стані; 7 – поверхня впадини зуба шестерні у відновленому стані; 8 – контур профілю неробочої частини зуба шестерні в первісному і відновленому станах; А–Г – границя поверхні профілю зуба шестерні в первісному стані; Б–Г – границя поверхні профілю зуба колеса при його зношенні в процесі експлуатації; А–Б – зона зношування поверхні виступу зуба колеса; В – зона поверхні виступу зуба шестерні в зношеному вигляді після експлуатації колеса; В–Д – висота зони видалення зношеної частини зуба колеса

Це положення визначається границей зношування (2) робочої частини зуба колеса. Положення границі зношування (2) визначає характер зачеплення веденої і ведучої шестерень і, відповідно, геометричні параметри поверхні виступів зубів (4).

Література: 1. Гасанов М.І., Пермяков О.А., Шелковий О.М., Заковоротний О.Ю., Ключко О.О. Проблеми відновлення функціональних властивостей експлуатації крупногабаритних зубчастих передач // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Технології в машинобудуванні = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Techniques in a machine industry: зб. наук.пр. / Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Харків : НТУ «ХПІ», 2023. – № 1 (7) 2023. – С. 6–15. – ISSN 2079-004X, DOI: 10.20998/2079-004X.2023.1(7).01. 2. Kovalov, V.D.; Vasilchenko, Y.V.; Klochko, A.A. & Gasanov, M.I.: Chapter 10: Technology of restoration of large gear boxes. In: Modern Manufacturing Processes and Systems, Vol. 2: Fundamentals. Vrnjačka Banja (Serbia): SaTCIP Publisher Ltd. & Belgrade (Serbia): Faculty of Information Technology and Engineering (FITI), 2020, pp. 223–246. ISBN 978-86-6075-070-1.

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ЕКОНОМІЧНИХ КРИТЕРІЇВ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ ОБРОБКИ НА ВЕРСТАТАХ З ЧПК

¹Ковальов В.Д., ²Заковоротний О.Ю., ¹Щербакова А.Ю., ²Станков Д.М.
(¹ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна, ²НТУ «ХПІ», м. Харків, Україна)

Процеси механічної обробки характеризуються екстремальною залежністю основних економічних критеріїв (трудомісткості, продуктивності, собівартості, прибутку) від режимів різання.

Сформульовані принципи побудови моделей.

1. Відмова від побудови математичних моделей з широкою областю адекватності. На початку дослідження зазвичай невідомий необхідний діапазон зміни параметрів.

2. Принцип поступового ускладнення моделі. Немає сенсу починати з побудови складної моделі, оскільки може бути, що немає такої необхідності, і модель вироджується у простішу, оскільки такі властивості технологічної системи.

3. Принцип узгодженості. Точність математичної моделі має бути узгоджена з похибкою вихідних даних. Це означає, що за інших рівних умов, підвищуючи похибку вихідних даних, отримуємо менш точну модель, а зі зменшенням похибки вихідних даних модель може бути більш точною.

4. Принцип переходу до стохастичної математичної моделі. Деякі величини або залежності, які використовуються при побудові моделі, іноді неможливо або важко встановити з необхідною точністю. Тоді виникає потреба у випадкових величинах чи випадкових функціях, що призводить до появи стохастичної моделі.

Розроблено математичні моделі критеріїв собівартості та прибутку для пошуку оптимального керування режимами під час обробки довільних контурів. Цільові функції собівартості та прибутку являють собою адитивні нелінійні багатовимірні залежності від шуканих управлінь режимами різання.

Для контуру, розбитого на u ділянок, модель критерію собівартості має вигляд:

$$C = C_1 \cdot \tau_e + C_1 \cdot \sum_{i=1}^{12} \frac{L_i}{S_i \cdot n_i} + K_u \cdot \sum_{i=1}^u \frac{S_i \cdot n_i}{\frac{C_{Ti}}{n_i^M}};$$

де L_i - довжина i - ї ділянки, мм.

$$C_{Ti} = \left(\frac{10^3 \cdot C_v}{3.14 \cdot D_i \cdot t_i^{x_v}} \right)^{\frac{1}{m_v}}$$

Модель собівартості являє собою нелінійну адитивну багатовимірну залежність критерію від шуканих управлінь дискретними режимами S_i і n_i . При цьому кількість невідомих $N_x = 2u$. Топографія моделі ілюструє собою N_x -мірну поверхню з вигнутим дном, що знижується зі збільшенням подач і зниженням частот. Мінімум знаходиться в точці перетину екстремалі мінімальної собівартості з першим активним обмеженням.

Модель критерію прибутку для обробки u ділянок має вигляд:

$$P = T_p \cdot \frac{b - C_1 \cdot \sum_{i=1}^u a_i \cdot T_i^{m_v} - k_u \cdot \sum_{i=1}^u a_i \cdot T_i^{m_v-1}}{\tau_o + \sum_{i=1}^u a_i \cdot T_i^{m_v} + t_1 \cdot \sum_{i=1}^u a_i \cdot T_i^{m_v-1}}$$

Це також адитивна нелінійна N_x -мірна залежність, що являє собою собою гіперповерхню у вигляді вигнутого гребеня, що підвищується зі збільшенням подач і зниженням частот. Максимум знаходиться в точці перетину екстремалі максимального прибутку з першим активним обмеженням.

На рис. 1 показано топографію області допустимих рішень ABC для математичної моделі собівартості:

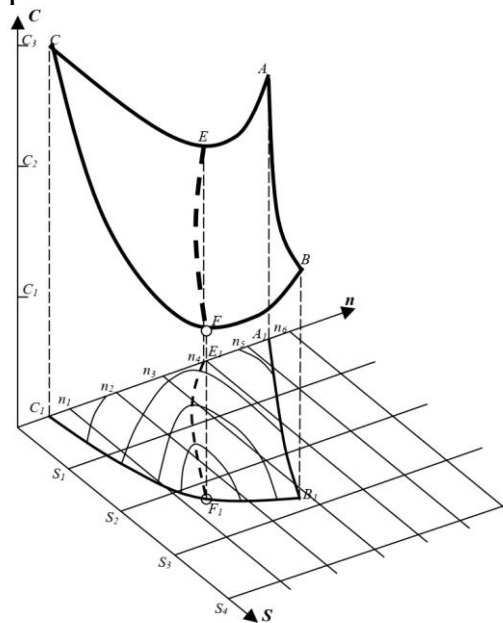


Рис. 1. Топографія математичної моделі собівартості для однієї ділянки траєкторії інструменту

Сформовано масив вихідних даних для завантаження математичних моделей. Стосовно економічних критеріїв оптимізації, адаптовано й апробовано для дискретних і аналітично заданих контурів метод редукування задачі керування до багатовимірної задачі нелінійного програмування, метод розрахунку оптимального керування режимами різання за постійною оптимальною стійкістю різального інструменту, метод оптимального керування режимами зі збереженням квазіоптимальної швидкості різання на верстатах з оперативною системою керування.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ РОБОТИ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ІНСТРУМЕНТУ ПІСЛЯ ОБРОБЛЕННЯ ІМПУЛЬСНИМ МАГНІТНИМ ПОЛЕМ

Ковальов В.Д., Клименко Г.П., Шаповалов М.В., Станкова М.В.
(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Для підвищення стабільності роботи твердосплавного інструменту твердосплавні пластини збірних різців були оброблені імпульсним магнітним полем (ОІМП) [1, 2, 3].

Статистична обробка результатів довела, що закон Вейбулла – Гнеденко не протирічить розподілу стійкості інструменту. Це дало змогу визначити параметри розподілу a і b , а також γ – відсоткову стійкість інструменту, яка дає змогу гарантувати стабільну роботу твердосплавного інструменту за певний період. Збільшення γ – відсоткової стійкості після оброблення імпульсним магнітним полем наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Забезпечення стабільності роботи твердосплавного інструменту при обробленні сталі 40Х

Матеріал інструменту	Режими різання			Параметри закону Вейбулла – Гнеденко		Коефіцієнт варіації	γ -% -ний період стійкості T_γ , хв	Середній період стійкості, хв
	t , хв	S , мм/об	V , м/хв	a	b			
T15K6	3	0,86	78	44	42	0,82	12,6	42
T15K6+ +ОІМП	3	0,86	78	55	48	0,47	24,5	48
T15K6+ВО +ОІМП	3	0,86	78	59	52	0,36	27	52

Підвищення стабільності роботи інструменту особливо має значення при обробці деталей на важких верстатах, а також на верстатах з ЧПК. Показником стабільності є коефіцієнт варіації стійкості, зменшення якого дає змогу підвищити γ – відсотковий період стійкості інструменту.

Література:

1. Ковальов В.Д., Васильченко Я.В., Шаповалов М.В. Дослідження стійкості твердосплавних різальних інструментів, оброблених імпульсним магнітним полем, за допомогою форсованих методів випробувань. *Інженерія поверхності і реновація izdeliy: матеріали 18-й Международной научно-технической конференции*, 04-08 июня 2018. Свалява, Закарпатская обл. – Киев, 2018. С. 75–77. 2. Васильченко Я. В., Шаповалов М. В. Підвищення ефективності різального інструменту на важких верстатах за рахунок розробки та впровадження технологічного методу обробки імпульсним магнітним полем. *Машинобудування України очима молодих: прогресивні ідеї наука виробництво*: тези доповідей XIV Всеукраїнської молодіжної науково-технічної конференції. Суми, 2014. С. 108. 3. Клименко Г. П. Визначення показників стабільності процесу обробки деталей на важких верстатах / Г. П. Клименко, А. В. Хоменко // *Резание и инструмент в технологических системах*. – Харків: НТУ «ХП», 2009. – Вип. 77. – С. 95–101.

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВАЖКИХ ТОКАРНИХ ТА ГЛИБОКОРОЗТОЧУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ З ЧПК

Ковальов В.Д., Коваленко А.В., Кметь І.А., Зубрицький З.В.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

При довгій експлуатації важких токарних та глибокорозточувальних верстатів з ЧПК виникає необхідність у збереженні та підвищенні точності обробки. В процесі експлуатації важкого верстата відбувається поступове зниження точності обробки аж до втрати паспортних характеристик, особливо у верстатів з довгими станинами та великою масою оброблюваних деталей, а саме: глибоко розточувальні верстати для свердління та розточування деталей діаметром 600-3400 мм, довжиною 1000-25000 мм, масою до 250 т (КЖ2850.410Ф1; КЖ 2880.301ПФ1; КЖ28100.400ПФ1; КЖ28160.600ПФ1), токарні верстати для обробки деталей діаметром 800-6500 мм, довжиною 4000-32000 мм, масою 16-250 т (1К665Ф3х8000; 1К670Ф3; КЖ16Б60; 1Д655; 1М660.03; 1М665; 1М670; 1М675; 1Д655Ф3; 1К649Ф3; 1К650Ф3; 1К660Ф3; 1К665Ф3; 1А670Ф3; 1К675Ф3; КЖ16274Ф3; КЖ16275Ф3; КЖ16159Ф3; КЖ16165Ф2, виробництва ПрАТ «КЗВВ» м. Краматорськ). Причиною зниження точності є пружні та контактні деформації, тертя, зношування, вимушені коливання, автоколивання, а також нерівномірність припуску та мікротвердості матеріалу оброблюваних заготовок від перерізу до перерізу. Вплив будь-яких факторів на точність обробки проявляється в кінцевому рахунку через розмірні верстатні зв'язки системи. Під дією цих факторів відбуваються зміни розмірів та відносних розташувань поверхонь. Таким чином, динамічне налаштування є етапом управління точністю обробки безпосередньо в умовах різання.

Підвищення ефективності важких токарних та глибокорозточувальних верстатів з ЧПК пов'язано з виникненням відхилень від заданої при статичному налаштуванні точності відносного положення та руху інструменту, баз верстата та оброблюваної деталі. Ці відхилення носять змінний характер і змінюються випадково або за певним законом в функції часу, у функції координат.

Таким чином, розміри деталей є функціями не тільки початкового встановлення та статичного налаштування, а й динамічного налаштування. Виходячи з цього, досягнення підвищення точності можливе за допомогою автоматичного керування в рамках початкового встановлення, статичного та динамічного налаштувань, тобто при адаптивному управлінні процесом різання.

При впровадженні адаптивного управління на важких верстатах в процесі різання вимірюють параметри динамічного налаштування за допомогою датчиків сили різання, що встановлені в динамометричних різцетримачах, та крутного моменту на шпинделі, датчиків температури та вібрацій, датчиків деформацій та зсувів та ін.

Таким чином, якість (точність) обробки є керованим показником технологічного процесу, а досягнення якості – компонентом технологічного завдання системи ЧПК з адаптивним управлінням процесом обробки важких токарних та глибокорозточувальних верстатів.

ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНОЇ КОНЦЕПЦІЇ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ

Кондратенко О.О., Аненко Н.В.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Протягом останнього століття система менеджменту набуває динамічного розвитку у зв'язку з посиленням глобалізаційних та інтеграційних процесів, стрімким розвитком інформаційних технологій. З іншого боку, на реформації впливають кризові явища у світовій економіці. Ці зміни безпосередньо впливають на формування сучасного етапу розвитку менеджменту.

Цілями дослідження є виявлення особливостей формування сучасної концепції управління персоналом на підприємствах України.

Сучасна концепція управління персоналом на підприємстві базується на нових підходах до управління. Особливо можна відзначити гуманістичний підхід як найбільш зручний для всіх сторін робочого процесу [2]. Перехід до гуманістичного підходу в управлінні дасть змогу вирішити проблему нарощення інтелектуального капіталу підприємств в Україні.

На вітчизняних підприємствах все частіше намагаються впровадити закордонний досвід управління персоналом, але для цього потрібно враховувати, що український менталітет поєднує американський дух індивідуалізму та японську працездатність і прагнення до вдосконалення [1].

Здатність організації своєчасно створювати, накопичувати та раціонально використовувати нові знання у процесі виробництва стає сьогодні її безперечною конкурентною перевагою. Найбільш успішними нині є саме інтелектуальні організації, які безперервно розвивають компетенції свого персоналу, сформовані на основі нових знань.

Виходячи з підходу, що ресурсами є не люди, а знання, навички та талановитість членів команди, основна задача керівника кадрової служби – ефективно управляти цими ресурсами. Важливою умовою отримання віддачі від реалізації стратегії управління персоналом є її органічний зв'язок із загальною стратегією організації – з одного боку, та з політикою управління персоналом – з іншого [3].

Політика управління персоналом поєднує поточні завдання щоденної практики із стратегією управління персоналом. Інакше висловлюючись, кожна розробка (становище, принцип, документ, стандарт) як елемент політики управління персоналом має бути актуальним сьогодні і водночас служити засобом наближення до досягнення стратегічних цілей у майбутньому.

Література: 1. Григор'єва О.В., Неділько Н.В. Зарубіжний та вітчизняний досвід управління персоналом підприємства. Причорноморські економічні студії. 2018. № 30, Ч. 1. С. 74–77. 2. Кармінська-Белоброва М.В. Особливості сучасних концепцій управління персоналом. Вісник Національного технічного університету «ХПІ» збірник наукових праць. Харків. 2018. № 37 (1313). С. 36–40. 3. Управление персоналом : учебник / под общ. и науч. ред. к.э.н., проф. В. М. Данюка. К.: КНЭУ; Краматорск: НКМЗ, 2013. 693 с.

ІНТЕГРАЛЬНО-КВАДРАТИЧНИЙ КРИТЕРІЙ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕГУЛЯТОРІВ ШВИДКОСТІ МЕХАТРОННОГО МОДУЛЯ

¹Корчма Д.О., ²Властов П.В., ²Захаров Є.О.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна, ²Національний юридичний університет ім. Ярослава Мудрого, м. Харків, Україна)

Комплексний підхід до аналізу перехідних процесів у приводі мехатронних вузлів верстатів з метою забезпечення оптимальної продуктивності робить завдання дослідження динаміки електроприводу вельми актуальним. Запропоновано методику дослідження динамічних характеристик електропривода методом інтегрально-квадратичного оцінювання, що дає змогу оптимізувати перехідні процеси приводів мехатронних модулів як за керувальними, так і за збурювальними впливами.

У даній роботі ставиться завдання в межах заданої структури визначити налаштування регуляторів, що забезпечують оптимальні за продуктивністю динамічні характеристики з урахуванням керівних і збурливих впливів. Вибір бажаних динамічних процесів пропонується здійснювати з використанням сумарної інтегрально-квадратичної оцінки.

$$\int_{\Sigma} = k_y \int_x + \int_{\eta} = k_y \int_0^{\infty} \left[x^2(t) + \sum_{i=1}^n \tau_i^2 \left(\frac{d^{(i)}x(t)}{dt^{(i)}} \right)^2 \right] dt + \int_0^{\infty} \eta^2(t) dt$$

k_y - ваговий коефіцієнт, що враховує вплив динамічних характеристик на продуктивність верстата;

τ_i - вагові коефіцієнти складових процесу.

Інтегрально-квадратичний критерій оцінки якості перехідних процесів дає змогу отримати безпосередній зв'язок основних параметрів регуляторів електроприводів із величинами максимальних відхилень процесу від оптимального.

Отримано аналітичні вирази, що відображають зв'язок основних параметрів регуляторів з характеристиками перехідних процесів у приводах мехатронних модулів. Показано, що найкращі можливості, з погляду оптимізації динамічних характеристик, має структура приводу, що містить регулятор швидкості та регулятор струму (підпорядковане регулювання).

Розроблено математичну модель мехатронних модулів приводу головного руху з урахуванням нелінійностей приводу, пружних зв'язків у механічній частині та процесу різання. Дослідження, проведені на моделі, підтвердили високу точність методу інтегрально-квадратичної оцінки та дали змогу уточнити параметри регуляторів з урахуванням технологічної системи.

На підставі аналітичного дослідження і розрахунків за допомогою програми Mathcad розроблено методики з визначення параметрів налаштування регуляторів приводу, що забезпечують оптимальні за продуктивністю перехідні процеси.

ІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У ПМК АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЕКТУВАННЯ КЛИНОПАСОВИХ ПЕРЕДАЧ

**Кравченко В.І., Міхєєнко Д.Ю., Васильєва Л.В.,
Стукалова Ю.А., Малий С.О.**

(ДДМА, м. Краматорськ – Тернопіль, Україна)

В загальній гамі механічних передач, особливо для мобільних машин, які, як правило, є продуктом великосерійних та масових виробництв, клинопасові передачі (КПП) поки ще не втратили свого значення. Справа в тому, що навіть незначні вдосконаленні конструктивних елементів двигунів цих машин призводять до суттєвого економічного ефекту. Тому вдосконалення методів розрахунку КПП та їх автоматизація є актуальним питанням.

Аналіз аналогів програмних продуктів (ПП) для автоматизації проектування КПП - модуля "Belt" ПП «Adams» і ПП «KISSsoft» [1, 2] показує, що ці, складні, для розуміння інженерами програми, потребують проходження спеціалізованих навчальних курсів.

Окрім того ПП Adams та KISSsoft платні, а їх експлуатація і супровід потребує значних витрат, які не завжди доступні малим та приватним проектним підприємствам.

Метою цієї роботи є автоматизація проектування КПП шляхом розробки бюджетного програмно-методичного комплексу (ПМК) з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом.

Завдання роботи:

- вивчення і аналіз бізнес-процесу на робочому місці конструктора КПП;
- розробка інформаційної моделі ПМК.

В процесі виконання своїх службових обов'язків конструктор:

- отримує замовлення з вхідними даними передачі;
- виявляє помилки, обумовлені людським фактором;
- розраховує згідно з формулами математичної моделі та ДСТУ її параметри;
- друкує звіт і ескіз КПП.

Таким чином бізнес-процес конструкторської діяльності складається з:

- вхідного контролю, вводу та перевірки вхідних даних;
- математичних розрахунків за методикою [3] і виводу отриманих результатів на екрані ПЕОМ, або (і) принтері.

Для моделювання бізнес-процесу застосуємо SADT методологію структурного аналізу і проектування, яка інтегрує процес моделювання, управління конфігурацією проекту, використання додаткових мовних засобів і керівництво проектом на своїй графічній мові [4].

Контекстна структурно-функціональна модель нульового (A_0) рівня ПМК для автоматизації проектування КПП представлена на рисунку 1.

Як видно з рис 1 на вхід (стрілки з ліва, від прямокутника) SADT-діаграми A_0 надходять:

– вхідні дані, в які входять параметри для розрахунку пасової передачі, розрахунковий діаметр (ϕ) меншого шківa, частота обертання меншого шківa, передавальне число, тип паса;

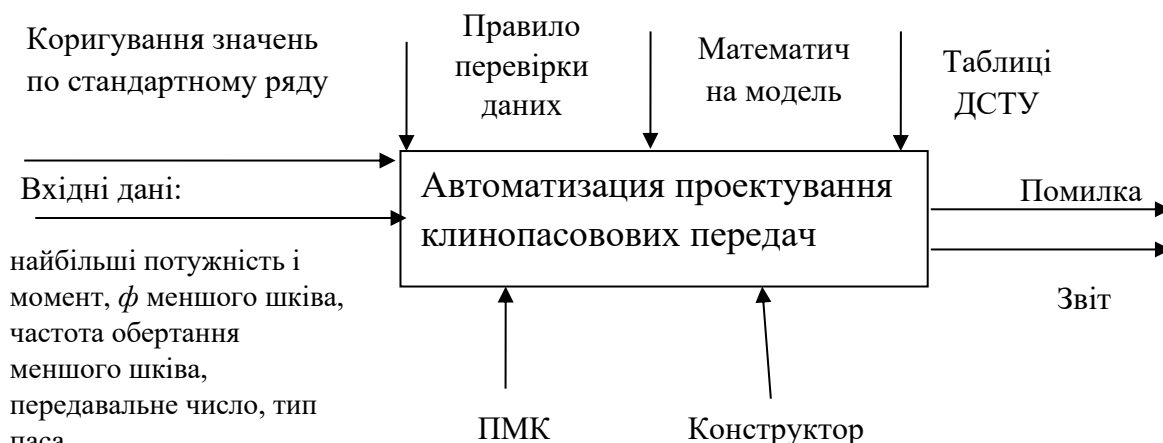


Рис. 1. SADT діаграма для бізнес-процесу «Автоматизація проектування КПП»

– коригування значень по стандартному ряду.

Обмеженнями (керування, зверху) є:

– перша керуюча дуга – правило перевірки даних. Воно дозволяє видалити варіанти, які нам заздалегідь не підійдуть для передачі і зменшити, таким чином, вплив людського фактору на роботу ПМК;

– друга керуюча дуга – математична модель;

- третя керуюча дуга – таблиці, дозволяють вибрати тільки ті значення, які застосовні в реальних умовах текучого розрахунку, відповідають ДСТУ і допустимим нормам.

Виконавцем усіх операцій є конструктор, який звертається до ПМК для автоматизації проектування КПП шляхом завантаження ПМК в пам'ять ПЕОМ.

На виході, маємо:

- вивід прийнятого значення у разі корегування чисельного значення параметру; - помилку, або звіт (рис. 2), що і є підсумком роботи ПМК.

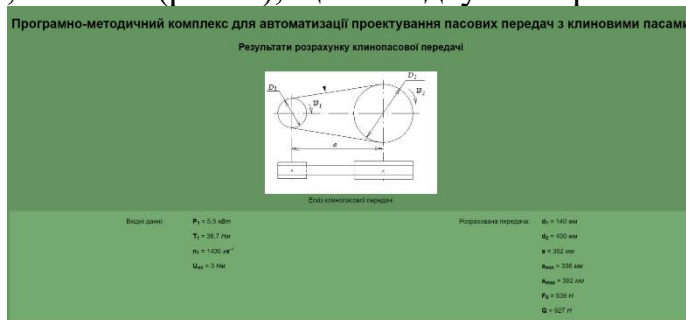


Рис. 2. Звіт, побудований на екрані ПЕОМ

Література: 1. MSC Software. Definition of the Adams Machinery system. [Electronic resource]: – Access mode: <http://konstruktor.net/podrobnee-sapr/sokraschaja-vremja-proektirovaniya.html>. 2. Application areas of the KISSsoft platform [Electronic resource]: Access mode: <http://www.kisssoft.compmechlab.ru/>. 3. Карнаух С.Г. Розрахунки механічних передач : навчальний посібник до курсового й дипломного проектування / С. Г. Карнаух, Н. В. Чоста. – Краматорськ : ДДМА, 2021. – 204 с. 4. SADT методологія [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://ua-referat.com/Методологія_SADT_i_стандарти_IDEF

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМУ НАЛАШТУВАННЯ РОЛИКО-ПРАВИЛЬНОЇ МАШИНИ ПРИ ПРАВЦІ ЛИСТОВОГО ПРОКАТУ ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ МОРФОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ

Кухар В.В., Пожидаєв А.В., Доброносів Ю.К.

(ТОВ «Технічний університет «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», м. Запоріжжя, Україна)

Технологія виготовлення товстолистової металопродукції містить операції гарячої правки листів на ролико-правильних машинах (РПМ). Сортаментом листопрокатних станів (наприклад, типу стан «ЛПЦ-3000») є листи товщиною 6...50 мм, шириною 1500...2700 мм та довжиною 12 000 мм (за спеціальними замовленнями – до 25 000 мм) з низьколегованих марок сталі 09Г2ФБ, 10Г2ФБ, 10Г2ФБЮ, 13ГС, 13Г1СУ та інших, що прокатують за контрольованим режимом [1]. Здійснюється прокатка листів з вуглецевих, конструкційних, низьколегованих і легованих марок сталі, що прокатуються за звичайним режимом. Операція гарячої правки виконується при температурі 600–700°C з попереднім охолодженням на повітрі, при цьому роликоправильна машина налаштовується для кожної товщини листа. Швидкість правки залежить від товщини і границі міцності листа. Зазор між роликами встановлюється залежно від товщини і вихідної дефектності листів у поздовжньому і поперечному напрямках, тому в теперішній час значна увага приділяється розвитку засобів автоматизованого налаштування РПМ [2–4]. Правка здійснюється за рахунок пружно-пластичної деформації попереминого вигину під час проходження листа через правильні ролики, розташовані в два ряди в шаховому порядку (рис. 1).

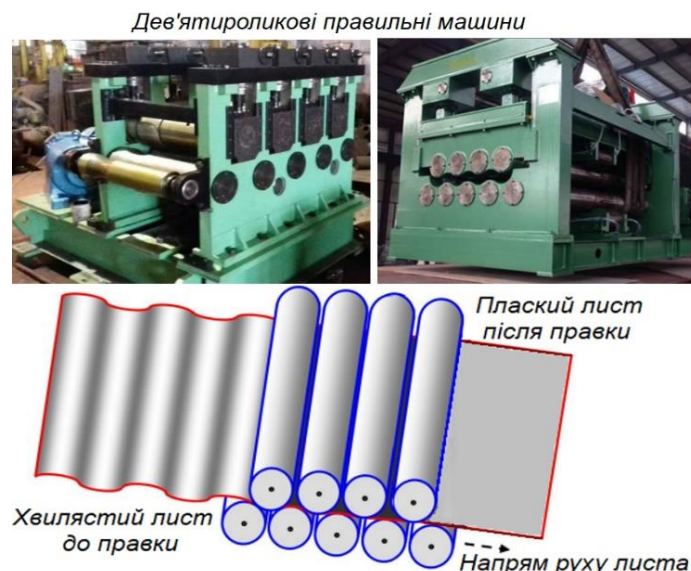


Рис. 1. Ролико-правильні машини для правки товстолистового прокату

Метою роботи було удосконалення ролико-правильної машини в частині роботи системи налаштування зазору між роликами з метою зниження дефектоутворення та виключення виготовлення невідповідної продукції.

Для розв'язання поставленої мети було вирішено використати евристичний метод морфологічного аналізу. Рішення проводили наступними етапами.

Формулювання проблеми. Проблема виникнення неплоскостності листового прокату полягає у тому, що точність наявних приладів не дозволяє оператору з першого разу встановити необхідний міжроликівий проміжок. Треба повертати лист з машини та підлаштовувати зазор наново. За цей час (особливо, якщо товщина листа мала) лист встигає охолонути до температури менше 600 °С, що є порушенням технологічних вимог і не дозволяє виконувати якісну правку на РПМ.

Встановлення параметрів, від яких залежить рішення проблеми. Визначені основні морфологічні ознаки, що впливають на ефективність роботи системи налаштування зазору на РПМ: А – Прилад контролю проміжку; Б – Механізм натискного приладу; В – Механізм контролю товщини полоси; Г – Механізм положення люльки; Д – Механізм протизгину валків.

Складання матриці структурних рішень, табл. 1.

Таблиця 1 – Матриця структурних рішень

Індекс параметру	Морфологічна ознака	Вид виконання		
		А	Б	В
1	Прилад контролю проміжку	Лазерний	Сельсин	Магнітний
2	Механізм натискного приладу	Електричний	Гідравлічний	Пневматичний
3	Механізм контролю товщини полоси	Радіохвильовий	Механічний	Лазерний
4	Механізм положення люльки	Електричний	Гідравлічний	Пневматичний
5	Механізм протизгину валків	Гідравлічний	Опорні ролики	Збільшений діаметр роликів

Вибір варіантів рішення. Найбільш раціональні:

Варіант 1: 1А, 2Б, 3А, 4Б, 5А (є найбільш прийнятним).

Варіант 2: 1А, 2Б, 3В, 4Б, 5Б.

Висновок. Розглянувши варіанти найбільш раціональним з точки зору удосконалення системи налаштування міжроликівих зазорів на РПМ є варіант №1 (див. вище), коли роликівоправильна машина оснащується лазерним приладом контролю проміжку, гідравлічним натискним механізмом, радіохвильовим механізмом контролю товщини полоси, гідравлічним механізмом регулювання положення люльки та гідравлічним механізмом реалізації протизгину валків.

Література: 1. Освоение новых видов продукции в ЛПЦ-3000 ЧАО «ММК им. Ильича» / О. Тарасенко та ін. Металл и Литьё Украины. 2017. No. 1(284). С. 11–15. 2. Liu Q., Jiang K., Wang C. The Design of LabVIEW-based Measurement & Control System of Automatic Straightening Machine. Academic Journal of Science and Technology. 2023. No. 5. P. 179–187. 3. Liu Q., Jiang K., Wang C. The Design of LabVIEW-based Measurement & Control System of Automatic Straightening Machine. Academic Journal of Science and Technology. 2023. No. 5. P. 179–187. 4. Грибков Е., Гаврильченко Є. Автоматизоване проектування технологічних налаштувань листопрямуючої машини. Вісник НТУ «ХП». Серія: Інноваційні технології та обладнання обробки матеріалів у машинобудуванні та металургії. Харків: НТУ «ХП», 2017. № 37(1259). С. 11–16.

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОПЕРЕЧНО-ПРЯМОГО ВИДАВЛЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ З ФЛАНЦЕМ

¹Левченко В.М., ²Алієва Л.І., ²Корденко М.Ю., ²Малій Х.В.

(¹ІРЕ НАН України, м. Харків, Україна, ²ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Стрижневі і порожнисті деталі з фланцем і осьовим відростком є досить поширеними в машинобудуванні. Поширеною технологією отримання деталей такого типу є багатоперехідна холодна висадка, а також радіальне або пряме видавлювання, доповнене операцією висадки (осадки) фланця [1]. Способи комбінованого деформування, засновані на поєднанні поздовжнього та поперечного (бічного або радіального) видавлювання, відрізняються продуктивністю та багатоваріантністю виконання [2].

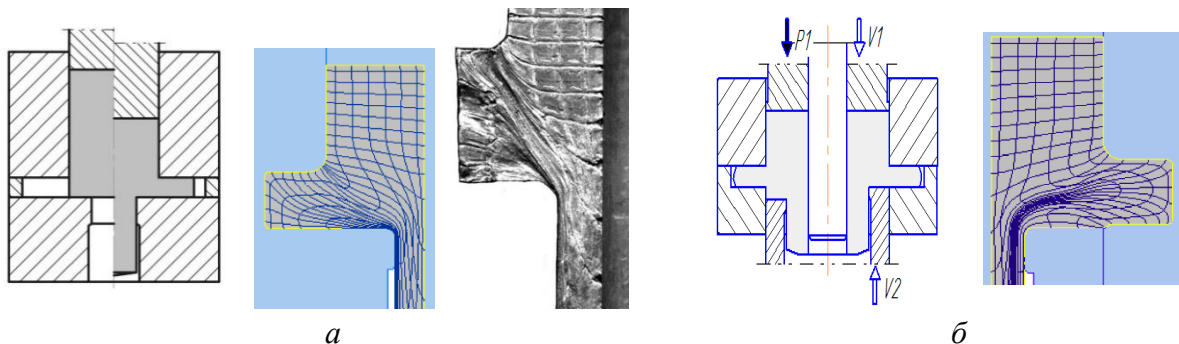


Рис. 1. Схеми радіально-прямого видавлювання та деформований стан деталей з фланцем і відростком

Радіально-пряме видавлювання за кінематичною схемою в нерухомій матриці може спричинити зріз уздовж лінії, що з'єднує перехідні кромки матриці. Особливо яскраво це спостерігається при заповненні радіальної порожнини, коли сформований фланець перетворюється на застійну зону, щодо якої метал переміщується вздовж осі донизу (рис. 1, а). Скінчено-елементні моделі в QForm-2D підтвердили, що усунення такої несприятливої схеми течії та небезпеки відділення (відриву) фланця можна забезпечити, якщо на початку процесу розвести два осередки деформації: осередок радіальної та осередок прямої течії (рис. 1, б). Новий спосіб, розроблений на підставі результатів досліджень, спрямовано на запобігання цій небезпеці за рахунок поділу осередків деформації на основній стадії деформування та здійснюється у штампі з рухомою матрицею [3]. Це зумовлено тим, що в умовах роздільної течії через усунення великого градієнта ступеня деформації та інтенсивного зсуву між окремими зонами осередку деформації при видавлюванні виключено сколювання на межі між бічними відростками (фланцем) та тілом напівфабрикату.

Література: 1. Алиева Л. И. Совершенствование процессов комбинированного выдавливания: монография. Краматорск: ООО «Тираж-51». 2. Kalyuzhnyi V. L., Aliieva L. I., Kartamyshv D. A., Savchinskii I. G. Simulation of cold extrusion of hollow parts, *Metallurgist*. 2017. 61. 5-6, pp. 359-365. 3. Пат. 8620 Україна. В21К21/00. Спосіб видавлювання деталей зі складним профілем. Л. І. Алієва, Р. С. Борисов. № 200500452. заявл. 17.01.2005; опубл. 15.08.2005. Бюл. №8.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ХОЛОДНОГО ВИДАВЛЮВАННЯ З РАДІАЛЬНИМ ОБТИСНЕННЯМ У КОНІЧНІЙ МАТРИЦІ

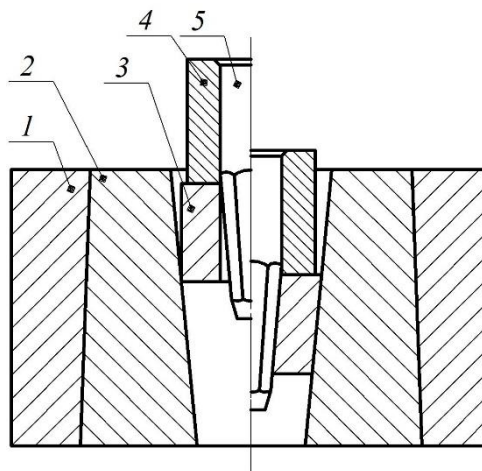
¹Левченко В.М., ²Кузьменко В.І., ²Кузьменко О.О., ³Сивак Р.І.

(¹ІРЕ НАН України, м. Харків, Україна, ²НТУ «ХПІ», м. Харків, Україна, ³ПНУ, м. Житомир, Україна)

Забезпечення якості, зниження собівартості виготовлення і підвищення стійкості робочих частин штампів – одна з найважливіших задач при конструюванні інструменту, що деформує. У холодному об'ємному штампуванні (ХОШ) основним робочим інструментом служать пуансони і матриці. Для отримання методами ХОШ болтів з шестигранною головкою, які складають значну частину від загальної номенклатури металовиробів, використовують формоутворюючі операції холодної висадки і редукування [1].

Метою роботи є розробка технології виготовлення методом ХОШ обрізних матриць на основі проведених досліджень і математичного моделювання.

У роботі досліджено процес видавлювання з радіальним обтисненням у конічній матриці (обтиснення на конус) (рис. 1) заготовки матриці зі сталі Х12М для обрізки головки шестигранних болтів [2].



1 – бандаж матриці; 2 – матриця; 3 – заготовка; 4 – штовхач; 5 – майстер-пуансон

Рис. 1. Схема видавлювання радіальним обтисненням в матриці з конічним отвором

Для видавлювання заготовки матриці для обрізки головок болта М10 у майстер-матрицях з кутом конуса $5...15^\circ$ та заготовок з різним формфактором методом скінчених елементів досліджено силовий режим, напружено деформований стан, проведено оцінювання ступеня використання ресурсу пластичності та зміння температури заготовки у процесі деформування. Показано, що збільшення кута матриці та зовнішнього діаметру заготовки призводить до збільшення ступеня деформації на $30...50\%$, що покращує проробку матеріалу заготовки, але при цьому середні напруження зростають на $40...50\%$, а потрібна сила деформування може збільшуватися у $1,5...4$ рази.

Література: 1. Heinz Tschetsch Metal Forming Practise : Processes Machines Tools. Springer Verlag. 2006. 405 pp. 2. ДСТУ 7798:2008. Болты с шестигранной головкой класса точности В. Конструкция и размеры. – Введен 12.08.2019.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ КОМБІНОВАНОГО ХОЛОДНОГО ОБ'ЄМНОГО ВИДАВЛЮВАННЯ КОРПУСІВ КОННЕКТОРІВ

¹Левченко В.М., ²Чучин О.В., ³Кузьменко В.І., ³Кузьменко О.О.

(¹ІРЕ НАН України, м. Харків, Україна, ²ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна, ³НТУ «ХП», м. Харків, Україна)

Деталі типу коннекторів виготовляють шляхом механічної обробки з алюмінієвих сплавів і використовують в транспорті, авіаційній техніці і приладобудуванні для з'єднання кабелів. Цей спосіб виготовлення трудомісткий і призводить до великих втрат матеріалу (понад 80%) та негативно позначається на службових характеристиках виробів. Завдання роботи полягало в дослідженні можливості виготовлення коннекторів комбінованими методами холодного об'ємного штампування (ХОШ). Дослідження проводили щодо корпусу коннектора ВКШУ.753117.035-05 (рис. 1).



Рис. 1. Корпуса коннекторів типу ВКШУ.753117.035

Моделювання проводили методом скінчених елементів [1], що дозволило дослідити кінематику формозміни заготовки, визначити напружено-деформований стан і енергосилові параметри процесу. В результаті досліджень розроблено технологію виробництва заготовок корпусу коннектора з використанням комбінованого видавлювання [2]. Для забезпечення необхідної висоти видавлювання верхньої кільцевої частини запропоновано схему штампування за дві операції: попереднє калібрування з осаджуванням заготовки, збільшенням її діаметру та попереднім формуванням верхньої кільцевої області і власне комбіноване штампування з видавлюванням кільцевих ділянок та круглого в плані фланця. Між верхньою і нижньою порожнинами заготовки, що видавлюється, було передбачено перемичку. За результатами досліджень запропоновано технологію, яка базується на застосуванні ХОШ, з розрахунковим коефіцієнтом використання матеріалу 60%, що майже в три рази вище в порівнянні з механічною обробкою та спроектовано штамп для комбінованого видавлювання.

Література:

1. Данченко В.Н. Компьютерное моделирование процессов обработки металлов давлением. Численные методы / В.Н. Данченко, А.А. Миленин, В.И. Кузьменко, В.А. Гринкевич. – Днепропетровск: Системные технологии, 2005. – 448 с.
2. Евстратов В. А. Основы технологии выдавливания и конструирования штампов / В. А. Евстратов. – Харьков: Вища шк., 1987. – 144 с.

РОЗРАХУНОК СИЛ РІЗАННЯ ШЛЯХОМ 3D МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ФРЕЗУВАННЯ КІНЦЕВИМИ ФРЕЗАМИ

Лещенко О. І.

(Приазовський державний технічний університет, м. Маріуполь, Україна)

Попередня обробка поверхонь складного профілю, поряд з високою продуктивністю повинна забезпечити максимально можливий ступінь наближення до кінцевого контуру поверхні, заданого на кресленні. Технологічну складність викликає обробка кишень кінцевими фрезами, особливо на перехідних ділянках де поєднуються вертикальні та горизонтальні поверхні. У цьому випадку відбувається безперервна зміна геометричних параметрів зони різання, що в свою чергу викликає коливання сили різання. Дослідженнями встановлено, що домінуючий вплив на точність обробки поверхонь кінцевими фрезами є похибка від пружних деформацій технологічної системи під дією сил різання, розрахунок яких аналітичними методами у край складний, особливо для поверхонь подвійної кривизни. Тому все частіше застосовують згідно з рекомендаціями ряду Європейських фірм, методику розрахунку сил різання через питомий тиск на передню та задню поверхні інструменту, через майданчики контакту його з деталлю, площину якого можна визначити засобами 3D графіки, що дозволяють створювати відбитки («таврувати») форму одного об'єкта на іншому, за умови їхнього контакту.

В роботі було виконано 3D моделювання фрезерування радіусної поверхні (рис. 1, а) з розрахунком, створеним програмним додатком (.arg) плями контакту зубців кінцевої фрези $\varnothing 16$ при кутовій «подачі» 5° на один її оберт. Отримано графік зміни значення сили різання P від площі контакту S (рис. 1, б) та засобами Solid Simulation можливу максимальну деформацію фрези (рис. 1, б).

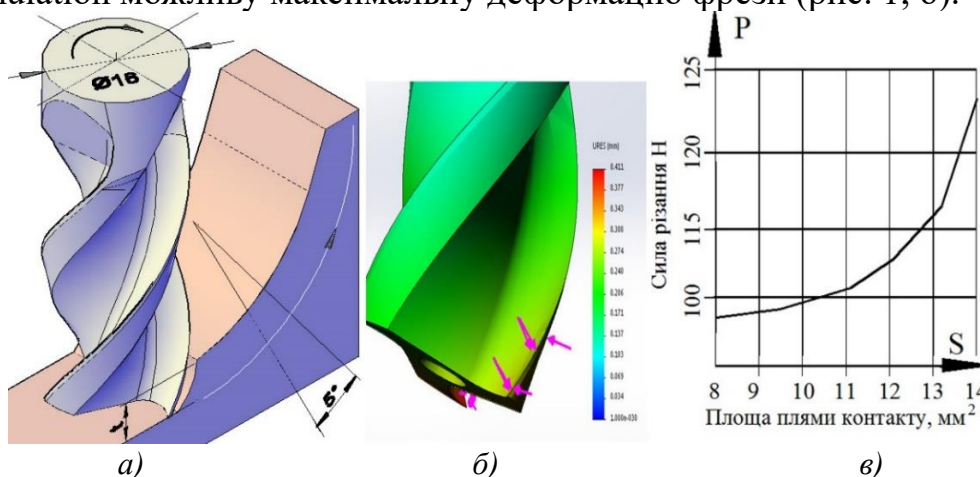


Рис. 1. 3D модель процесу (а), деформації фрези (б) и изменение сил резания (в)

Висновки. Інструментарій 3D графіки, з певним наближенням може дати значення параметрів зрізу і при відомому питомому тиску сили різання, візуально показати геометрію шару зрізу, його ширину і товщину, відмінність форми зрізу в процесі обробки для поверхонь опуклих, увігнутих або поверхонь з прямолінійною твірною.

ПОХИБКИ ФОРМИ ПРИ ОБРОБЦІ ТОНКОСТІННИХ ЗАГОТОВОК ДЕКІЛЬКОМА РІЗЦЯМИ

Луців І.В., Волошин В.Н., Буховець В.М.

(ТНТУ, м. Тернопіль, Україна)

Однією із важливих характеристик токарного оброблення тонкостінних заготовок є похибки форми. Для їх зменшення доцільно використовувати обробку декількома опозитно розміщеними різцями. Дуже важливим для такого виду оброблення є і роль системи затиску. Таким чином, спостерігається вплив на оброблення трьох різних деформацій: пружної деформації від сил затиску; деформації спричиненої зусиллями різання від різців; залишкових напружень обробного процесу. З цього випливає, що для стабілізації процесу затиску і одночасного забезпечення рівномірності процесу різання і зменшення похибок форми доцільно одночасно використовувати як адаптивний затиск заготовок, так і самоналагоджувальне багатолезове оснащення, що забезпечувало б симетрію силового портрету технологічної системи.

Оцінку впливу пружних похибок комплексного оснащення можна провести згідно відомої розрахункової схеми пружної системи патрон-заготовка при одно-різцевій обробці і розрахункової схеми пружної системи патрон-заготовка в поперечному перетині при дворізцевій обробці. Деталь, защемлену в кулачках, можна вважати жорстким циліндричним тілом, яке опирається на дискретні пружні односторонні опори, що моделюють приведену жорсткість стиків затискних елементів. При дворізцевій паралельній токарній обробці за методом поділу подачі різці знаходяться в одному січенні зрізу, зусилля різання вирівняні і деформації власне заготовки усунуті. Різцевий блок можна вважати жорстким тілом, яке опирається на дискретні пружні односторонні опори, що моделюють приведену радіальну жорсткість стиків у напрямних та приведену радіальну жорсткість стиків приводу їх поперечних налагоджувальних переміщень. В результаті аналізу отримана система рівнянь для визначення малих лінійних і кутових зміщень внаслідок поперечного заклинювання заготовки в затискному пристрої. Також визначене мале лінійне переміщення, яке викликане деформаціями різцевих блоків під дією радіальних складових сил різання.

З метою моделювання впливу похибок комплексного оснащення на остаточну точність циліндричної поверхні побудовані спеціальні діаграми, які показують відхилення радіуса циліндра (мкм) при різних кутових положеннях затискного елемента (ЗЕ) в град. для різних значень осьових зусиль P_x на різцях і різних сил затиску T від затискного пристрою. При цьому спостерігається значне (у 3-4 рази) зменшення величини похибки форми деталі порівняно із традиційною обробкою одним різцем без само налагодження системи.

ПРОЦЕС МОДЕЛЮВАННЯ КОНТАКТНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ПРИ ШВИДКІСНОМУ ЗУБОФРЕЗУВАННІ ВЕЛИКОМОДУЛЬНИХ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

¹Майборода В.С., ¹Охрименко О.О., ²Клочко О.О., ²Гасанов М.І.,
²Заковоротний О.Ю., ²Федоренко В.С., ³Сапон С.П., ⁴Манохін А.С.,
⁵Шаповалов М.В.

(¹КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна, ²НТУ «ХПІ», м. Харків, Україна,
³НУ «Чернігівська політехніка», м. Чернігів, Україна, ⁴Інститут надтвердих
матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України, м. Київ, ⁵ДДМА, м. Краматорськ -
Тернопіль, Україна)

При швидкісному зубофрезеруванні процеси контактної взаємодії стружки з інструментом значною мірою пов'язані з особливостями характеру навантаження різальної частини [1, 2, 3] і локалізацією пластичної деформації в зоні вторинної деформації.

Розробку механізмів тертя при швидкісному зубофрезеруванні провели при зустрічному зубофрезеруванні основі широкого залучення до аналізу результатів досліджень сучасних досягнень матеріалознавства, фізики та механіки твердого тіла, фізичного та математичного моделювання, розглядаючи систему різання як складну динамічну систему.

В даний час при швидкісному зубофрезеруванні сформувалися різні погляди на природу контактної взаємодії оброблюваного та інструментального матеріалів [1, 3].

Великий вплив на середній коефіцієнт тертя надає швидкість різання V , зміна товщина зрізу a при зустрічному фрезеруванні, радіус округлення ріжучого леза різальної частини фрези і передній кут γ інструменту. Інваріантність q_F до умов різання пов'язується з температурно-швидкісним фактором та енергетичним полем в зоні різання.

Як зазначалося, при високих швидкостях різання відбувається запізнення пластичних деформацій і деформований стан перестає відповідати їх напруженому стану [3]. Але з урахуванням радіуса округлення ріжучої кромки при швидкісному зубофрезеруванні лезовим інструментом сталі 34ХНМ створюються технологічні умови для управління процесами обробки.

Наукові основи технологічного регламенту вибору та призначення параметрів обробки при зубофрезеруванні базуються на основоположних теоретичних положеннях теорії про тертя, технологію машинобудування та теорію різання [1, 2, 3].

Процес зубофрезерування при врізанні зуба фрези (рис. 1) відбувається при ковзанні зуба фрези 1, температура в зоні різання різко зростає, що є однією з причин підвищеного зношування фрез по задніх поверхнях. Після досягнення певної товщини шару a_i на куті ковзання $\Psi_{ск}$ процес пластичної деформації.

І як раз в діапазоні кута ковзання $\Psi_{ск}$ створюємо осциляцію повернення обертання фрези на кут захоплення електромагнітної енергії, що виділяється в зоні тертя.

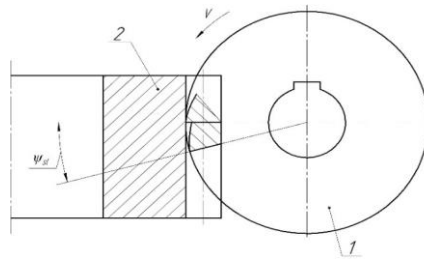


Рис. 1. Схема зубофрезерування зубчастих коліс

У процесі зняття стружки деформація шарів оброблюваного матеріалу виникає у області площини сколювання стружки, а й попереду зуба фрези і під площиною різання. Деформований шар після проходження різального леза визначає глибину наклепу ($h_{np.}$).

Тертя поверхневих шарів матеріалів, що труться, має двоїсту молекулярно-механічну природу. Тертя обумовлено об'ємним деформуванням матеріалу і подолання міжмолекулярних зв'язків, що виникають між зближеними ділянками поверхонь, що труться.

Для одного оброблюваного матеріалу питома сила тертя стала (інваріант на до умов різання), тому коефіцієнт тертя залежить тільки від середнього контактного тиску. У зв'язку з інваріантністю сили q_F всі зовнішні фактори, що діють, будуть впливати на коефіцієнт тертя лише по-стільки, оскільки вони змінюють середній контактний тиск q_N . Однак для різних оброблюваних матеріалів середній коефіцієнт тертя залежить також від питомої сили тертя, що і обумовлює існування окремої кривої ($\mu=f(q_N)$) для кожного

При обчисленні середнього коефіцієнта тертя в розрахунок приймається весь контактний майданчик, а напружений стан у пластичній зоні контакту і зоні стружкоутворення є єдиним, то середній коефіцієнт тертя є деякою узагальненою характеристикою напруженого стану при стружкоутворенні і за своїм змістом рівнозначний куту дії.

Питома нормальна напруга q_N однозначно є функцією відносної довжини контакту \underline{C}/a_p (C – довжина контакту; $a_{\psi_{ск}}$ – товщина зрізу функціонально зв'язана с куту скозання $\Psi_{ск}$).

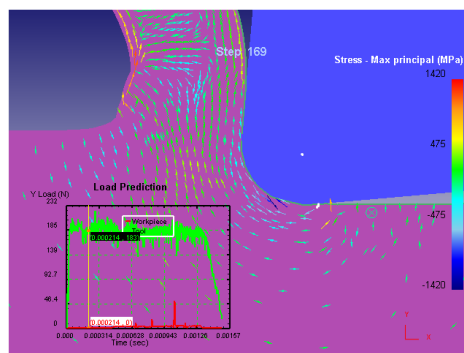


Рис. 2. Локалізація деформації та текстура в зоні стружкоутворення при швидкісному зубофрезеруванні лезовим інструментом сталі 34ХНМ з товщиною зрізу функціонально зв'язаною с куту скозання $\Psi_{ск}$

У процесі тертя в прирізцевих шарах стружки інтенсивно протікає вторинна деформація цементитних пластин, їх розпад та дифузія вуглецю у напрямку до різального леза. При цьому цементитні пластини повертаються, дробляться і витягуються в напрямку зсувних напруг, утворюються також області чистого фериту.

На рис. 3 показана схема модельного кластера для розрахунків загальної енергії взаємодії та міжатомної взаємодії між шарами атомів заліза і карбїду вольфраму з використанням молекулярної динаміки, що дозволяє визначити енергетичні параметри в залежності від температури.

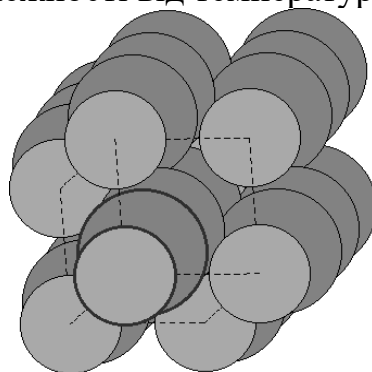


Рис. 3. Модельний кластер для расчета общей энергии систем

Неоднорідність напруженого стану в кристалі, що деформується, обумовлює релаксаційний характер пластичного перебігу. Гідростатичні тиски сприяють релаксації пружної напруги на межах зерен. В основі цього явища лежать відносно висока рухливість зернограничних дислокацій та виникнення у навантаженому полікристалі моментних напруг. Ефект залежить від оброблюваного матеріалу та стану меж зерен. Поворотні моменти, що обумовлюють поворот зерен (реалізацію ротаційної моди деформації), сприяють формуванню ланцюжка зерен, витягнутих уздовж верхньої межі стружкоутворення відбуваються при виділенні теплової енергії, електромагнітої та ін.

Література: 1. Клочко О.О., Гасанов М.І., Заковоротний О.Ю., Майборода В.С., Охрименко О.О., Федоренко В.С. Технологічні передумови деформації і рушення зрізуемого шару при швидкісному зубофрезуванні загартованих циліндричних зубчатих коліс на основі атомного підходу // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Технології в машинобудуванні = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Techniques in a machine industry: зб. наук.пр. / Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Харків : НТУ «ХПІ», 2022. – № 1 (5) 2022. – С. 10–20. – ISSN 2079-004X, DOI: 10.20998/2079-004X.2022.1(5).02.
2. Равська Н.С., Парненко В.С., Гасанов М.І., Заковоротний О.Ю., Клочко О.О. Наукові основи визначення залежностей теорії різання в алгоритмах при реалізації нейронних мереж процесів формоутворення // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Технології в машинобудуванні = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Techniques in a machine industry: зб. наук.пр. / Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Харків : НТУ «ХПІ», 2023. – № 1 (7) 2023. – С. 29–35. – ISSN 2079-004X, DOI: 10.20998/2079-004X.2023.1(7).04.
3. Кабалдін, Ю.Г. Оптимізація складів та функціональних властивостей наноструктурних покриттів для різального інструменту методом функціоналу електронної густини / Ю.Г. Кабалдін, С.В. Сірій // Вісник машинобудування. 2011. № 5. С. 32-36.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ ПРИ ЗВАРЮВАННІ ПО ЗАХИСНОМУ ПОКРИТТЮ

Малигіна С.В., Бережна О.В., Плаксіє А.А., Буйкус Я.О.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Розплавлені бризки електродного металу, що утворюються під час зварювання та прилипають до поверхні затверділого металу зварного шва або колошовної зони основного металу, класифікуються як дефекти при зварюванні плавленням. Знаходження деталей у бризконесучому середовищі в процесі їх побудови в металоконструкцію підвищує актуальність проблеми забезпечення якості виробів. Розбризування супроводжується викидом із зони дуги великої кількості бризок рідкого металу різного розміру. Забризування поверхонь зварюваних виробів вимагають введення у технологічний процес очищення поверхні від бризок, що приводить до додаткових трудовитрат на очищення виробів, близько 20-40% від загальної трудомісткості зварювальних операцій. При зварюванні у CO_2 на зварюваний метал потрапляють крупні та дрібні краплі, проте тільки краплі діаметром завбільшки 1 мм міцно зчіплюються з поверхнею зварюваної деталі. До основних причин викиду крапель із зони зварювання відносяться: інтенсивне газовиділення в об'ємі рідкого металу краплі та зварювальної ванни, що супроводжується вибухоподібними викидами розплавленого металу з електродних крапель та зварювальної ванни; електричний вибух та газодинамічний удар при руйнуванні перемички між електродом та краплею, що переходить у ванну, вплив якої особливо помітний при зварюванні короткою дугою з короткими замиканнями; блукання дуги та коливання крупних крапель, що приводить до випадкового розташування дуги та краплі у момент її відриву від електроду при зварюванні довгою дугою; реактивні сили, що виштовхують цілі краплі металу за межі шву, що особливо помітно при нестабільному процесі зварювання; сили інерції та механічного удару по зварювальній ванні при зварюванні з вібрацією електроду; недостатня стабільність процесу зварювання.

Зниження набризкування зварюваних деталей відбувається при нанесенні захисних покриттів на їх поверхні. Ефективність застосування захисних покриттів і можливості зварювання по ним залежать від загальної стабільності процесу, яка визначається постійністю формування шву, характером перенесення і втратою електродного металу. При виборі складу захисного покриття необхідно оцінити теплове навантаження, що отримують компоненти покриття у найбільш термічно навантажених ділянках, зокрема, поблизу межі сплавлення основного металу зі швом.

Розрахунки свідчать, що максимальний ефект підвищення тепло-вкладання у покриття досягається при зростанні розмірів бризок і швидкості теплопередачі. Прирошення температури точок верхнього листа з'єднання внахлест з урахування поверхневої тепловіддачі визначається співвідношенням:

$$\Delta T_1 = \frac{q_u}{2\pi \cdot \lambda_1 \delta_1} \exp\left(-\frac{Vx}{2a_1} - u\right) \cdot \sqrt{\frac{\pi}{2 \cdot u}} \left(1 - \frac{1}{8 \cdot u} + \frac{9}{128 \cdot u^2}\right), \quad (1)$$

а нижнього листа – за формулою:

$$\Delta T_2 = \frac{q_u}{4\pi \cdot \lambda_2} \sum_{i=0}^S \frac{\exp\left(\frac{-V(x+R_i)}{2a_2} - b_2 t\right)}{R_i}, \quad (2)$$

де λ_1, λ_2 – коефіцієнти теплопровідності матеріалу, відповідно, верхнього та нижнього листа;

a_1, a_2 – коефіцієнти температуропровідності матеріалу верхнього та нижнього листа;

δ_1, δ_2 – товщини верхнього та нижнього листа;

$x = -vt$ – абсциса досліджуваної точки у рухомій системі координат;

V – швидкість зварювання;

t – час, що відраховується від моменту перетину дугою площини, в якій знаходиться досліджувана точка:

$$U = r \sqrt{\frac{V^2}{4a_1^2} + \frac{b_1}{a_1}}, \quad (3)$$

де $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ – відстань досліджуваної точки верхнього листа від миттєвого положення джерела тепла;

R_i – відстань досліджуваної точки нижнього листа від дійсного та фіктивного джерел тепла. Визначається наступним співвідношенням:

$$\begin{aligned} R_0 &= \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}, \quad R_1 = \sqrt{x^2 + y^2 + (2\delta_2 - z)^2}, \\ R_2 &= \sqrt{x^2 + y^2 + (-2\delta - z)^2}, \quad R_3 = \sqrt{x^2 + y^2 + (4\delta_2 - z)^2}, \\ R_4 &= \sqrt{x^2 + y^2 + (-4\delta_2 - z)^2}, \quad R_5 = \sqrt{x^2 + (2l_n - k - y)^2 + z^2} \end{aligned}$$

l_n – величина нахлесту;

k – катет шву;

b_1, b_2 – коефіцієнти температуровіддачі, відповідно, верхнього та нижнього листа, визначається за формулою:

$$b_1 = \frac{2\alpha}{c_1 \rho_1 \delta_1}, \quad b_2 = \frac{2\alpha}{c_2 \rho_2 \delta_2}$$

де $c_1 \rho_1, c_2 \rho_2$ – об'ємні теплоємності матеріалів верхнього та нижнього листу.

Якщо в формулі (3) припустити, що $b_1 = 0$, то розрахунок за виразом (1) покаже прирощення температури ΔT_1 верхнього листа без урахування поверхневої тепловіддачі, тоді температура:

$$\Delta T_B = \Delta T_1 - \Delta T_1$$

підє на нагрєв захисного покриття.

Таким чином, прирощення температури захисного покриття верхнього листа з'єднання внахлєст можна визначити за формулою:

$$\Delta T_{n1} = \frac{\delta_n}{\lambda_n} \cdot \frac{\lambda_1}{\delta_1} \cdot \Delta T_B$$

Враховуючи вищєвказанє, можна визначити прирощення температури захисного покриття нижнього листа з'єднання внахлєст

$$\Delta T_{n2} = \frac{\delta_n}{\lambda_n} \cdot \frac{\lambda_2}{\delta_2} \cdot \Delta T_n \cdot (1 - \exp(b_2 t)),$$

де $\Delta T_n = \frac{q_u}{4\pi \lambda_2} \sum_{i=0}^S \frac{\exp\left(-V(x+R_i)/2a_2\right)}{R_i}$.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗВАРЮВАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОРОШКОВОГО ЕЛЕКТРОДУ ДЛЯ НАПЛАВЛЕННЯ

Малигін С.О., Ровенський С.Г., Анайко С.А.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Для умов ремонтного виробництва розроблено порошковий електрод спеціальної конструкції марки PQS-4 для наплавлення деталей типу «вал», що працюють в умовах тертя металу по металу. В промислових умовах було проведено дослідження впливу режиму наплавлення на характер розбризування електродного металу. Електродні краплі розділялись на п'ять фракцій. Великі краплі – масою завбільшки 2 г (перша фракція), середні краплі – масою 0,5 – 2 г (друга фракція) та масою 0,05 – 0,5 г (третя фракція), дрібні краплі – масою менше 0,05 г (четверта фракція) та пилоподібні (п'ята фракція). Вплив режиму наплавлення на відсотковий вміст вагових фракцій у загальній масі зібраних крапель. приведено у табл.1.

Таблиця 1 – Вплив режиму наплавлення на постійному струмі на відсотковий вміст вагових фракцій зібраних крапель

Режим наплавлення			Вміст вагових фракцій у загальній масі зібраних електродних крапель, %						
$I_{зв},$ А	$U_{д},$ В	$V_{н},$ м/г	< 2 г	0,5- 2 г	0,05- 0,5 г	> 0,05 г	пилоподібна фракція	великі та середні краплі	дрібні краплі
600	32	15	–	10,9	33,2	26,1	29,8	44,1	55,9
		20		8,4	31,7	27,0	32,9	60,1	39,9
		25		17,2	28,8	21,0	33,0	46,0	54,0
700	32	15	–	5,6	17,1	30,8	46,5	22,7	77,3
		20		0,3	14,3	19,7	60,6	14,6	85,4
		25		0,2	14,6	26,6	58,6	14,8	85,2
800	32	20	–	4,2	21,1	21,9	52,8	25,3	74,7
		25		4,3	19,7	22,1	53,9	24,0	76,0
		30		13,7	15,0	21,3	50,0	28,7	71,3

Великі краплі вагою завбільшки 2 г відсутні. Розбризування відбувається здебільшого середніми та дрібними краплями. Так, в загальній масі зібраних крапель середні краплі складають 14,6 – 60,1%, дрібні – 39,9 – 85,4%. На загальну масу зібраних електродних крапель зварювальний струм та швидкість наплавлення впливу не надають. Чіткої залежності між зварювальним струмом та відсотковим вмістом маси крапель певної фракції у загальній масі зібраних крапель не виявлено. Проте спостерігається подрібнення крапель при наплавленні на струмах 700 А та 800 А порівняно з наплавленням на струмі 600 А.

Наприклад, при $I_{зв} = 600$ А та швидкості наплавлення 20 м/г в загальній масі зібраних крапель середні краплі складають 60,1 %, дрібні – 39,9 %, а при струмах 700 А та 800 А за тієї ж швидкості наплавлення середні краплі складають відповідно 14,6 % та 25,3 %, дрібні – 85,4 % та 74,7 %. Швидкість наплавлення не впливає на відсотковий вміст вагових фракцій у загальній масі зібраних крапель. Про характер розбризування на змінному струмі залежно від обраних режимів наплавлення можна судити за даними табл.2.

Таблиця 2 – Вплив режиму наплавлення на змінному струмі на відсотковий вміст вагових фракцій зібраних електродних крапель

Режим наплавлення			Вміст вагових фракцій у загальній масі зібраних електродних крапель, %						
$I_{зв}$, А	$U_{д}$, В	$V_{н}$, м/г	< 2 г	0,5-2 г	0,05-0,5 г	>0,05 г	пилеподібна фракція	великі та середні краплі	дрібні краплі
600	36	15	29,8	26,1	24,3	12,5	7,3	80,2	19,8
		20	19,4	30,8	30,1	9,4	10,3	80,3	19,7
		25	26,8	30,5	22,4	10,5	9,8	79,7	20,3
700	36	15	27,9	26,0	25,1	12,6	8,4	79,0	21,0
		20	17,4	26,5	25,4	16,3	23,8	59,9	40,2
		25	19,5	28,6	19,4	19,5	18,5	62,0	38,0
800	36	20	27,3	24,7	18,5	16,1	13,4	70,5	29,5
		25	17,6	25,8	20,6	17,0	19,0	64,0	36,0
		30	10,8	25,4	19,2	22,6	22,0	55,4	44,6

Проведений аналіз свідчить про те, що розбризування електродного металу відбувається здебільшого великими та середніми краплями. В загальній масі зібраних електродних крапель великі та середні краплі складають 55,4 – 80,3 %, а дрібні – 19,8 – 44,6 %.

На загальну масу зібраних крапель $I_{зв}$ та $V_{н}$ не впливають. Спостерігається певне подрібнення крапель при наплавленні на струмах 700 А та 800 А порівняно з наплавленням на струмі 600 А. Наприклад, при $I_{зв} = 600$ А та швидкості наплавлення 20 м/г у загальній масі зібраних електродних крапель великі та середні краплі складають 80,3 %, дрібні – 19,7 %, а при струмі 700 А та 800 А за тієї ж швидкості наплавлення, великі та середні краплі складають відповідно 59,9 % та 70,5 %; дрібні – 40,2 % та 29,5 %.

Швидкість наплавлення не впливає на відсотковий вміст вагових фракцій в загальній масі зібраних крапель. Таким чином, розбризування електродного металу на змінному струмі відбувається здебільшого великими (завбільшки 2 г) та середніми (0,05-2 г) краплями, а на постійному струмі – середніми (0,05 – 2 г) та дрібними (< 0,05 г). Загальна маса зібраних електродних крапель на змінному струмі приблизно вдвічі більша, ніж на постійному.

КОНТАКТНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ ЧИСТОВОМУ РІЗАННІ ЗАГАРТОВАНИХ СТАЛЕЙ

¹Манохін А.С., ¹Клименко С.А., ²Клочко О.О., ²Камчатна-Степанова К.В.
(¹Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України, м. Київ, Україна, ²НТУ «ХП», м. Харків, Україна)

Ціллю проведених досліджень було встановлення основних характеристик механіки контактної взаємодії інструмента з оброблюваним матеріалом при чистовій токарній обробці загартованих сталей інструментом з PcBN, які в подальшому можуть бути використані для оптимізації процесу різання при аналітичних розрахунках або моделюванні методом скінчених елементів.

Використано інструмент з різальними пластинами PcBN Borsinit. Геометричні параметри інструмента: передній кут $\gamma = -10^\circ$, задній кут $\alpha = 10^\circ$. Схема обробки була близькою до ортогонального різання: кільця діаметром 80 мм та товщиною стінки 2,2 мм зі сталі ШХ15 твердістю 60-62 HRC оброблювалися з торця з подачею вздовж осі заготовки, перпендикулярно торцю деталі.

Експериментально встановлено, що при обробці загартованої підшипникової сталі величина тангенційної та радіальної складових сили різання, що діють на передній поверхні інструменту при подачі 0,05 мм/об та швидкості різання 100 м/хв становить 125 Н/мм та 42 Н/мм відповідно. Показано, що для вимірювання довжини контакту стружки з передньою поверхнею різця доцільно використовувати тонкі металеві PVD покриття товщиною $\sim 0,1$ мкм, що дозволяє підвищити точність визначення даного параметру, а також встановити довжини ділянок пластичного і пружного контакту. При швидкості різання 100 м/хв та подачах 0,05 мм/об та 0,12 мм/об значення цього параметру становить 0,12 та 0,23 мм відповідно. Довжини ділянок пластичного контакту при цьому становить відповідно 0,08 та 0,0165 мм.

Зразки стружки, отримані у досліджуваному діапазоні умов обробки свідчать про сегментний тип стружкоутворення. Вимірювання товщини стружки отриманої при подачі 0,05 мм/об та швидкості різання 100 м/хв мають товщину сегментів від 40 до 80 мкм.

Література:

1. Експериментальні дослідження ефективності інструментів оснащених новими типами композитів з КНБ. Клименко С.А., Клименко С.Ан., Мельничук Ю.О., Манохін А.С., Найденко А.Г. XI Всеукраїнська науково-технічна конференція з міжнародною участю “Процеси механічної обробки, верстати та інструмент” м. Житомир, 5–листопада 2021р.

2. Криворучко Д. В. Основи 3D-моделювання процесів механічної обробки методом скінчених елементів: навчальний посібник / Д. В. Криворучко, В.О. Залога, В.Г. Корбач. - Суми: Вид-во СумДУ, 2010.–208 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБУ КУВАННЯ КРУПНИХ ЗЛИТКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ОПЕРАЦІЇ ПРОФІЛЮВАННЯ

**Марков О.Є., Хващинський А.С., Станков В.Ю., Молодецький В.В.,
Лисенко А.А.**

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

При виробництві масивних поковок відповідального призначення дуже важливо забезпечити високу якість одержуваних заготовок. Якість масивних поковок визначається відсутністю внутрішніх та зовнішніх дефектів, а також рівномірністю механічних властивостей. Ці вимоги викликані тим, що заготовкою є масивний ковальський зливok [1,2]. Масивні зливки характеризуються дефектами металургійного походження (осьова рихлість, усадочна раковина та ін.). Ці дефекти визначають низьку якість ковальських зливків. Перспективним напрямом підвищення рівномірності деформацій та рівня стискаючих напружень є профіль торців заготовки перед операцією осадження. Профілювання торців заготовок сприятиме подрібненню структури металу, що знаходиться в «мертвих» зонах заготовки.

Збільшення рівня стискаючих напружень в осьовій зоні заготовки можливе за рахунок створення підпору з боку заготовки. Перспективним рішенням цього завдання є використання заготовок з конусними торцями перед осадженням. Формування увігнутої поверхні в процесі осадження підвищить рівномірність розподілу деформацій та забезпечить підпор в осьовій зоні. НДС досліджуваних заготовок під час процесу осадження визначався за середніми напруженнями у поздовжньому перерізі. Максимальної стискаючої напруження в центральній зоні не спостерігаються. Площа зони із середніми напруженнями $-10\dots-20$ МПа незначна і становить $10\dots20\%$ загальної площі перерізу. Загальний рівень середніх напружень зі знаком мінус у тілі заготовки низький. Однак утворюється значна глибина увігнутої бічної поверхні в центральній частині за рахунок утворення подвійної бочки з боку торців заготовки. Крім середніх напружень додатково визначалася інтенсивність напружень (σ_i) у центрі заготовки.

Для опису механізму закриття дефекту можна скористатися показником напруженого стану. Цей показник показує наскільки середні напруження більші за інтенсивність напружень, а також знак цих напружень. Утворення опуклої бічної поверхні (бочки) при осадженні є причиною утворення тріщини на зовнішній поверхні заготовки в результаті виникнення в цій зоні напружень, що розтягують. Тому аналіз нових методів деформування без встановлення рівня розтягуючих напружень не буде повним. В результаті було проведено додаткове моделювання напруженого стану у процесі осадження високих заготовок. За результатами цих досліджень встановлені знак і величина напружень на бічній поверхні поковки. Розрахований параметр напруженого стану (η) на середній периферійній частині заготовки залежно від ступеня осадження для різних діаметрів конусних торців (d/D) для відносної висоти конусного уступу $h/D = 0,6$.

Зони максимальних деформацій розташовуються один від одного на значній відстані. Збільшення висоти конусних уступів збільшує цю відстань і сприяє появі у центральній частині заготовки значних деформацій. Зони мінімальних деформацій розташовані біля уступів мають схожі форми та розміри для однакових діаметрів уступів (d/D). Це пояснюється тим, що ці зони мають рівні площі контакту заготовки з інструментом.

Отримані результати пояснюються даними середньозважених деформацій. Рівень цих деформацій є низьким. Зменшення відносної висоти конусних уступів (h/D) призводить до зниження рівня деформацій. Встановлено, що на першому етапі процесу осадження деформації локалізуються у конусних уступах заготовки. Такий розподіл деформацій призводить до виникнення подвійної бочки, яка при осадженні пояснює появу стискаючих напружень на бічній поверхні та в центральній частині заготовки. У процесі осадження заготовок з конусними уступами нерівномірність розподілу деформацій знижується при зменшенні діаметра конусного уступу. Висота конусних ділянок також впливає на нерівномірність розподілу деформацій. Збільшення відносної висоти конусних уступів призводить до локалізації зон із максимальними деформаціями. Осадження заготовок з конусними уступами призводить до зниження нерівномірності деформацій при зменшенні діаметра уступу заготовки. Осадження заготовки з відносним діаметром уступу (d/D), рівним 0,5, забезпечує мінімальну нерівномірність деформацій. У цьому випадку зона мінімальних деформацій займає незначний обсяг заготовки. Висота конусних ділянок заготовки також впливає на нерівномірність розподілу деформацій. Осаджену заготовку з відносною висотою уступів, що дорівнює 0,2...0,4, забезпечує високу рівномірність розподілу деформацій. Збільшення висоти конусних уступів призводить до локалізації зон максимальних деформацій у центральній частині заготовки.

Аналіз напруженого стану дозволив встановити, що у тілі заготовки у процесі осадження виникає стан нерівномірного всебічного стискання. Збільшення ступеня осадження від 0,1 до 0,45 призводить до зміни параметра напруженого стану η від $-1,0$ до 0 . Подальше осадження до 0,7 збільшує цей параметр до $+1,5$. Встановлено, що зменшення діаметра конусних торців призводить до зниження цього параметра η . Цей параметр має більш сприятливі умови для закриття осьових дефектів в інтервалі $-1,5...-0,6$ при осадженні з відносним діаметром конусних уступів 0,5.

Література:

1. Markov, O. E., Khvashchynskiy, A. S., Musorin, A. V., Markova, M. A., Shapoval, A. A., & Hrudkina, N. S. (2022). Investigation of new method of large ingots forging based on upsetting of workpieces with ledges. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, doi: 10.1007/s00170-022-09989-1.

2. Markov, O., Panov, V., Karnaukh, S., Khvashchynskiy, A., Zhytnikov, R., Kukhar, V., Kosilov, M., Rizak, P. Determining the deformed state in the process of rolling conical shells with a flange (2020) *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (1-108), pp. 34-41. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.216523

ВПЛИВ БРЕНДИНГУ НА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

Мироненко Є.В., Баркова С.О.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Розвиток ринкової економіки в Україні зумовлює диференціацію ринку, який характеризується високим рівнем конкуренції, динамічним розвитком технологій, швидкою появою нових товарів та послуг. Враховуючи такі умови, підприємства змушені брати до уваги всі потреби споживачів та здійснювати цілеспрямовану, систематизовану діяльність, направлену на задоволення як їхніх функціональних, так і емоційних, соціальних, психологічних потреб.

Актуальність питання щодо підвищення ефективності брендингу полягає в тому, що рівень конкурентоспроможності виробника залежить не лише від якості продукції, а, також, є наслідком її презентабельності та ступеня довіри споживачів, а тому, ефективний брендинг та витрати на нього можна визначати як інвестиційні, оскільки від них очікуються майбутні вигоди.

Теоретичну основу даної проблематики становлять праці таких вітчизняних і зарубіжних вчених, як Д. Аакера, Р. Кунца, С. О'Доннела, С. Ю. Маркова, М. Мескона, які висвітлили наукові аспекти створення брендів, основи їхнього ефективного позиціонування, стратегії управління брендом і т.д.

Брендинг є однією з найважливіших сторін маркетингу. За допомогою маркетингових і рекламних технологій, що сприяють ефективності брендингу, ведеться боротьба не просто за споживача, а за його емоції, прихильність до товару, ставлення та лояльність.

Завдяки ефективному брендингу споживач, в остаточному підсумку, вибере саме товар даного підприємства з маси аналогічних. Тому, сутність конкурентоспроможності підприємства полягає в здатності підприємства так ефективно організувати систему брендингу на підприємстві, щоб краще, ніж конкуренти, задовольнити запити споживачів і збільшити прибутковість своєї діяльності в умовах конкретного ринку. Одним із основних завдань за визначенням цінностей бренда є те, що саме бренд – інструмент формування довгострокових конкурентних переваг підприємства. Також слід підкреслити перевагу споживачів до брендів, для яких характерними є почуття довіри, задоволення потреб від використання цього виду товару чи послуги, де вагому роль відіграють поінформованість, висока якість та допустима ціна, інноваційна та комунікативна підтримка, вишуканість, престиж, глобальні зв'язки.

У якісну оцінку ефективності брендингу входять наступні показники: інформованість про бренд; розуміння позиції бренду; впізнання бренду; виконання брендового контракту; роль бренду в залученні покупців; роль бренду в утриманні та лояльності споживачів; проникнення на ринок; фінансова вартість бренду. Отже, однією з концептуальних засад розвитку ефективного брендингу, особливо в Україні, та переходу його на новий, систематизований, удосконалений, більш професійний рівень ведення є формування стратегій побудови та презентації компаніями свого бренда.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ЗБІРНИХ ВІДРІЗНИХ РІЗЦІВ ДЛЯ ВАЖКИХ ВЕРСТАТІВ

Мироненко Є.В., Міранцов С.Л., Барбулін В.О.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Підвищення продуктивності механічної обробки на важких токарних та карусельних верстатах обмежується деякими технологічними операціями, до яких відносяться відрізання та прорізання глибоких пазів шириною $b = (12 \dots 20)$ мм за допомогою відрізних різців. Процеси відрізання та прорізання глибоких пазів являють собою невільне різання, яке характеризується рядом особливостей. Відрізні різці працюють з великими питомими навантаженнями на різальну частину інструменту в умовах утрудненого відводу стружки. Крім того, процес відрізання характеризується інтенсивними регенеративними коливаннями інструменту. Статистичні дані з експлуатації відрізних різців свідчать, що приблизно у 80% випадків інструмент виходить із ладу раніше, чим досягається нормативний критерій зношування. Це веде до зниження техніко-економічних показників обробки, підвищенням витратам твердого сплаву та енергетичних ресурсів.

Аналіз літературних даних показав, що одним із шляхів підвищення ефективності різців є підвищення міцності їх частини за рахунок визначення раціональних конструктивних параметрів і форми різальних пластин на основі дослідження їх напружено-деформованого складу, а також підвищення жорсткості закріплення різальних елементів за рахунок удосконалення вузлів механічного закріплення на основі результатів досліджень динамічних характеристик відрізних різців [1, 2].

В даний час відомі конструкції збірних відрізних різців для важких верстатів з клиновим закріпленням в корпусі інструмента різального елемента, який представляє собою вставку з напайною різальною пластиною [3]. Крім того, контактні опорні та притискні поверхні корпусу інструменту виконані криволінійними. Подібні конструкції мають велику жорсткість закріплення різального елемента, але мають напайну різальну пластину. З метою підвищення ремонтпридатності зазначених інструментів, на підставі досліджень напружено-деформованого стану та інструменту та його динамічних характеристик запропоновано, гаму збірних відрізних різців з механічним закріпленням різальної пластини у корпусі різального елемента (рис. 1б).

Для проведення досліджень використовувалися повнорозмірні 3D моделі збірних конструкцій відрізних різців для важких верстатів токарної групи (рис. 1) з шириною різальних пластин $b = [14, 16, 20]$ мм, які використовуються на важких верстатах для обробки деталей типу тіл обертання масою до 10 т.

У якості методів досліджень застосовувалося моделювання тривимірного напружено-деформованого стану збірних конструкцій відрізних різців за допомогою прикладного програмного пакету Ansys Workbench, моделювання перехідних процесів, що відбуваються при врізанні інструменту в деталь та його

виході з роботи та гармонічний аналіз збірної конструкції з метою отримання амплітудно-частотних характеристик.

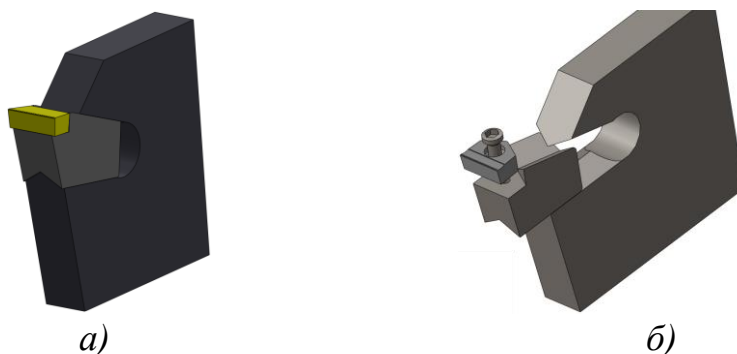


Рис. 1. Конструкції збірних відрізних різців для важких верстатів

На основі проведених аналітичних досліджень вдосконалені конструкції збірних відрізних різців для важких верстатів. Розроблені конструкції збірних відрізних різців, у порівнянні з аналогами, характеризуються достатньою жорсткістю вузлу механічного закріплення різальної пластини за рахунок застосування похилих опорних і притискних поверхонь.

Для управління інтенсивністю регенеративних коливань при відрізанні та прорізанні глибоких пазів розроблена адаптивна система керування подачею. Принцип дії системи заснований на встановленій дослідниками прямопропорційній залежності амплітуди регенеративних коливань і подачі інструменту [4]. Для виміру амплітуди коливань в системі застосовані датчики переміщень, які безпосередньо вбудовуються у отвір державки інструмента. У залежності від величини амплітуди коливань електронний блок керування системи виробляє команди для верстата (системи керування) для зміни величини подачі для зменшення амплітуди коливань. Обмеженням запропонованої системи для більш ефективної роботи є необхідність її попереднього настроювання методом «пробних ходів» різцем певної ширини для деталі із заданим матеріалом.

Застосування розроблених конструкцій збірних інструментів у порівнянні з аналогами та запропонованої адаптивної системи керування коливаннями, згідно теоретичних розрахунків, дозволяє підвищити у середньому на 8-10% ефективність прорізання канавок на важких верстатах.

Література: 1. Проектирование блочно-модульных инструментов для тяжелых токарных станков [Текст] / Е.В. Мироненко, А.Н. Кравцов; Донбасская государственная машиностроительная академия; Закрытое акционерное об-во "ОНИКС. Краматорск: ДГМА; Ирбит: ОНИКС, 2014 - 299 с. 2. Г.П. Клименко Исследование влияния усилий закрепления режущей пластины по цилиндрическому отверстию на динамические характеристики сборного резца / Г.П. Клименко, В.С. Гузенко, И.И. Полупан // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Технології в машинобудуванні. – Харків.: НТУ «ХПІ». – 2015. – № 4 (1113). – С.101-103. 3. Патент на корисну модель 40742А Україна МПК В23В27/04. Відрізний різець / В. С. Гузенко, С. Л. Міранцов, В. В. Носков; власник Донбас. держ. машинобуд. акад. – №99010365; заявл. 22.01.1999; опубл. 15.08.2001, Бюл. № 7/2001. 4. Гузенко В.С., Миранцов. С.Л. Экспериментальные исследования динамических характеристик отрезных резцов. //Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. – Краматорськ: ДДМА, 2000. – Вип. 10. – С.65 – 73.

ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ КУВАННЯ БІЛОГО ДАКТИЛЬОВАНОГО ЧАВУНУ

¹Миронова Т.М., ²Ашкелянець А.В.

(¹УДУНТ, м. Дніпро, Україна, ²НТУ «ХП», м. Харків, Україна)

Білі чавуни в своїй структурі містять велику кількість карбідної складової, за рахунок чого мають підвищену твердість та зносостійкість. Застосування пластичного деформування здатне подрібнити евтектичні карбіди і суттєво підвищити їх експлуатаційну стійкість. Дактильовані чавуни в порівнянні із звичайними ледебуритними чавунами мають підвищену пластичність завдяки фазовим перетворенням в карбіді заліза, легованого ванадієм [1].

Метою даної роботи є дослідження можливості використання комп'ютерного моделювання у програмному забезпеченні QForm для оптимізації процесів кування білого дактильованого чавуну. Програма QForm призначена для математичного моделювання методом кінцевих елементів технологічних процесів обробки металів тиском з урахуванням термомеханічних процесів нагрівання та охолодження металу [2]. Швидкість деформації варіювалась в залежності від вибору обладнання, а саме пневматичний кувальний молот з МПЧ 50 кг, та гідравлічний кувальний прес з силою 160 тон., так як на молоті швидкість деформації досягає 5000 – 6000 мм/с, а на пресі до 300 мм/с. Співвідношення висоти до діаметра зразка (h/d) складало 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; ступінь деформації ϵ - 10%; 20%; 30%.

Результати моделювання показали, що у порівнянні з пресом на молоті при $\epsilon = 10\%$ деформаційний розігрів відбувається більш інтенсивно, а при збільшенні ступеню деформування навпаки – підвищення температури більше у зразках при стисканні на пресі. Особливо впливає на підвищення температури при куванні на молоті збільшення співвідношення h/d: при збільшенні від 0,5 до 2,0 температура підвищується майже в на 80°C. Розподіл пластичних деформацій більш рівномірний при деформуванні на пресі, у зв'язку з чим його доцільно використовувати при співвідношенні h/d > 2. Інтенсивність напружень збільшується при збільшенні висоти зразка відносно діаметра, незалежно від швидкості деформування.

Характер структурних перетворень під час пресування відповідає зміні середніх тисків пресування білого чавуну залежно від параметрів деформації. Зміна в'язкої течії колоній ледебуриту крихким руйнуванням цементиту при пониженні температури і при підвищенні швидкості деформації викликає збільшення роботи деформації, середній тиск пресування зростає. Завдяки отриманим результатам розроблені режими деформування сортового прокату із дактильованого чавуну на пресі із зусиллям 16МН в інтервалі температур 900...1000°C із швидкістю 70...350мм/с.

Література: 1. Миронова Т. М. / Використання фазових перетворень в евтектичних карбідах для підвищення пластичності сталей та чавунів // Металознавство та термічна обробка металів. - 2017. - № 1. - С. 15-19. 2. Миронова Т.М., Ашкелянець А.В. / Застосування методу моделювання в програмному комплексі «QForm» при дослідженні впливу технологічних параметрів кування на структуру поковок аустенітної сталі //Матеріали XII Міжнародної науково-технічної конференції «Інновації, моделювання, технології в машинобудуванні та металургії»-2021. -Харків.С.42-43.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЕКТУВАННЯ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТА ЗА ДОПОМОГОЮ CAD-СИСТЕМ

Мірошниченко О.В.

(ДВНЗ «ДонНТУ», м. Луцьк, Україна)

Існує значна кількість спеціалізованих систем автоматизованого проектування (САПР) для металорізальних інструментів. Декілька прикладів таких систем включають ANCA ToolRoom, NUMROTO, Rollomatic VirtualGrind і Walter Helitronic ToolStudio.

Однак, останні дослідження свідчать, що використання сучасних CAD-систем у поєднанні з макросами дозволяє отримати більш розширені можливості для створення складних геометричних форм, таких як зубці, хвостовики, леза і т.д. Це дозволяє користувачам створювати точні 3D-моделі різальних інструментів з високою якістю поверхні.

Дослідники у своїх роботах [1,2] пропонують методи та алгоритми для проектування та оптимізації різальних інструментів з використанням CAD/CAM систем. Також, деякі автори [3,4] акцентують увагу на використанні комп'ютерно-підтримуваного проектування для розробки різальних інструментів.

Для оцінки можливостей використання CAD-систем в якості складової САПР різальних інструментів було обрано PowerShape від компанії Autodesk.

Структура задач конструювання різального інструменту може бути представлена як автономна система проектних програмних модулів (ППМ) для окремих напрямків.

Окремі ППМ включають такі характеристики, як номенклатура інструментів, діапазони розмірів, матеріал інструментів та інші параметри, що становить коротку характеристику САПР різальних інструментів (PI). При розробці конкретних САПР PI доцільно об'єднувати в групи цільні лезові інструменти, що дозволить використовувати для них однакові проектно-розрахункові модулі. Також слід зазначити, що бази даних цільного різального інструменту використовуються при створенні САПР допоміжного інструменту і є частиною ППМ збірного інструменту.

Основою розробленої САПР PI є макроси та команди OLE. PowerShare має вбудовану програму для запису та повного відтворення макросів.

Висновки:

Система PowerShare має ряд переваг і недоліків щодо автоматизації побудови осьових інструментів. Основні переваги системи включають наступне:

Наочна побудова: усі етапи автоматичної побудови відображаються на дисплеї користувача, спрощуючи роботу, зокрема на стадії налагодження.

Робота з локальними системами координат: система надає зручний спосіб створення, редагування і роботи з декількома системами координат, полегшуючи написання підпрограм і проектування елементів у локальній системі.

Додаткові налаштування базових примітивів: ця можливість спрощує створення складних тіл і зменшує обсяг додаткових розрахунків і побудов.

У процесі роботи з системою PowerShare було виявлено наступні недоліки:

Параметризація: система PowerShare дозволяє параметризувати лише базові примітиви, а системи координат і ескізи параметризації не підтримуються. Зміна значень параметрів виконується не дуже зручно з точки зору користувача.

Робота з таблицями параметрів: система PowerShare не надає можливість зберігати таблиці даних у зовнішніх файлах.

Література:

1. Lin, Z., Yue, C., Hu, D. et al. "Research and development of parametric design platform for series complex cutting tools." *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 121, 2022, pp. 6325–6340. DOI: 10.1007/s00170-022-09708-w.

2. Tzotzis, A., García-Hernández, C., Huertas-Talón, J.-L., Kyratsis, P. "CAD-Based Automated Design of FEA-Ready Cutting Tools." *Journal of Manufacturing and Materials Processing*, vol. 4, 2020, p. 104. DOI: 10.3390/jmmp4040104.

3. Matuszak, J., Barszcz, M. "Computer Aided Design of Cutting Tools." *Advances in Science and Technology Research Journal*, vol. 9, no. 28, 2015, pp. 107-111. DOI: 10.12913/22998624/60796.

4. Niu, Qi Lin, et al. "Research on Data Processing Method of the CAD/CAM Integrated System of Super-Hard Cutting Tools." *Applied Mechanics and Materials*, vol. 42, Trans Tech Publications, Ltd., 2010, pp. 413–416. DOI: 10.4028/www.scientific.net/amm.42.413.

АЛГОРИТМ ПАРАМЕТРИЗАЦІЇ ПОТОКУ ПРИ ЗАСТУСУВАННІ ІМПУЛЬСНОГО СПОСОБУ ЗАХИСТУ ВІД ГІДРАВЛІЧНИХ УДАРІВ

Оверко М.В., Вірич С.О., Бабенко М.О.

(ДВНЗ ДонНТУ, м. Луцьк, Україна)

Проблема убезпечення напірних трубопроводів від гідравлічних ударів є актуальною. Вагомим аргументом цьому є відсутність забезпечення засобами захисту шахтних водовідливних установок всупереч вимогам правил безпеки [1].

Серед останніх досліджень захисту від гідроударів, що починаються з хвилі пониження тиску, відомі розробки пристроїв захисту трубопроводу без скидання транспортованого середовища. Але такі пристрої не набули широкого використання із-за складності конструкції, великих габаритів, ненадійності в роботі.

Відомі достатньо конструктивні рішення підвищення гідравлічного опору при протіканні рідини у зворотному напрямку при застосуванні гідравлічних діодів [2]. Проте використання у шахтних водовідливних установках ускладнене з причини невідповідності малого діаметру прохідного отвору жорстким вимогам із наявності механічних домішок. Щодо недоліків застосування струменевих діодів необхідно відмітити недостатність зворотного опору для ефективного розсіювання енергії гідравлічного удару.

Удосконалення вище означених методів пропонується шляхом застосування імпульсного способу захисту від гідравлічних ударів. Такий спосіб полягає у збільшенні гідравлічного опору трубопроводу в обох напрямках після відключення насосного агрегату шляхом швидкої зміни місцевого гідравлічного опору за допомогою спеціальних пристроїв захисту.

Метою даних досліджень є створення алгоритму розрахунку параметрів перехідного процесу в трубопроводі насосної установки за умови забезпечення пристроєм підвищення гідравлічного опору трубопроводу після відключення насосного агрегату.

При розробленні алгоритму перехідного процесу в трубопроводі було використано розрахункову схему (рис. 1).

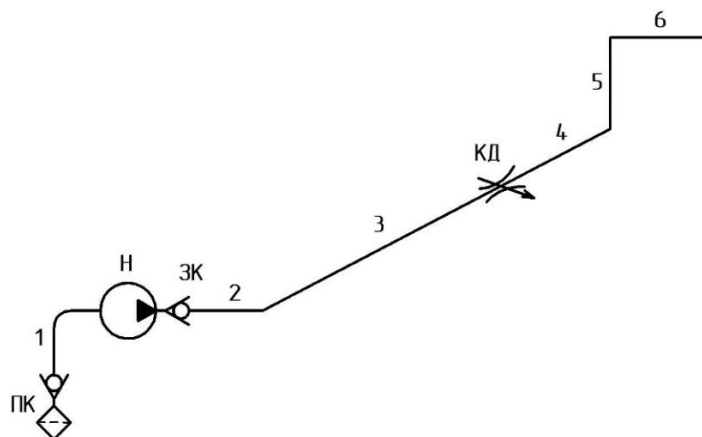


Рис. 1. Схема установки, що досліджується: 1, 2, 3, 4, 5, 6 – ланки трубопроводу, ПК – прийомний клапан, Н – насос, ЗК – зворотний клапан, КД – керований дросель.

При розроблені математичної моделі досліджуваних процесів наведені у [3] рівняння, що описують граничні умови в трубопроводі (рис. 1), були доповнені системою, що визначається роботою пристрою у режимі відповідно до запропонованого імпульсного способу.

В точці установки пристрою, що реалізує імпульсний спосіб захисту параметри розраховуються за формулами:

$$P_4(0,t) = P_3(L_3,t) - A'_u \cdot Q_3(L_3,t) \cdot |Q_3(L_3,t)| \quad (1)$$

$$Q_3(L_3,t) = Q_4(0,t), \quad (2)$$

де $A'_u = \begin{cases} 0, & \text{при } t < T_u, \\ A_u, & \text{при } t \geq T_u \end{cases}$, A_u – опір спеціального місцевого опору, T_u – момент

включення опору спеціального місцевого опору.

Для розв'язання рівняння (1, 2) було розглянуто у характеристичній формі [4]:

$$(P_3(L_3,t) - P_3(L_3 - \Delta x, t - \Delta t)) + m_3(Q_3(L_3,t) - Q_3(L_3 - \Delta x, t - \Delta t)) + n_3 Q_3^{cep}(L_3 \cdots L_3 - \Delta x) \cdot |n_3 Q_3^{cep}(L_3 \cdots L_3 - \Delta x)| + \rho g k_3 - C_+ \quad (3)$$

$$(P_4(0,t) - P_4(\Delta x, t - \Delta t)) - m_4(Q_4(0,t) - Q_4(\Delta x, t - \Delta t)) - n_4 Q_4^{cep}(0 \cdots \Delta x) \cdot |n_4 Q_4^{cep}(0 \cdots \Delta x)| + \rho g k_4 - C. \quad (4)$$

Система рівнянь (1, 2, 3, 4) є замкнутою, оскільки містить чотири невідомих $P_3(L_3,t), Q_3(L_3,t), P_4(0,t), Q_4(0,t)$. Усі інші члени рівнянь цієї системи відомі або з початкових умов, або за результатами розрахунків для моменту часу $t - \Delta t$.

Можна показати, що при $t \geq T_u$ $sign(Q(L_3,t)) = sign(Z_{n2} - Z_{n1})$. Тоді:

$$Q_3(L_3,t) = \frac{-(m_3 + m_4) + \sqrt{(m_3 + m_4)^2 + 2 \cdot A'_u \cdot (Z_{n2} - Z_{n1})}}{2 \cdot A'_u} \text{ при } (Z_{n2} - Z_{n1}) \geq 0, \quad (5)$$

$$Q_3(L_3,t) = \frac{(m_3 + m_4) - \sqrt{(m_3 + m_4)^2 + 2 \cdot A'_u \cdot (Z_{n2} - Z_{n1})}}{2 \cdot A'_u} \text{ при } (Z_{n2} - Z_{n1}) < 0 \quad (6)$$

Отже, визначивши за формулами (5, 6) $Q_3(L_3,t)$ можна із (2) визначити $Q_4(0,t)$, а із (3,4) розрахувати $P_3(L_3,t)$ і $P_4(0,t)$.

В результаті проведених досліджень було отримано алгоритм, що дозволяє розрахувати параметри потоку при застосуванні запропонованого імпульсного способу захисту від гідравлічних ударів за умови миттєвого спрацювання. Подальші дослідження потребують підтвердження ефективності запропонованої методики експериментальним шляхом.

Література: 1. НПАОП 10.0-1.01-10 Правила безпеки у вугільних шахтах: введено в дію наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду №62 від 22 березня 2010р. 2. Кононенко А.П. Выбор основных параметров вихревого диода для предотвращения гидравлических ударов в вертикальных трубопроводах / А.П. Кононенко., В.П. Овсянников, М.В. Оверко // Вестник Национального технического университета ХПИ. Серия Математическое моделирование в технике и технологиях. – 2015. – №6(1115). – С.40–49. 3. Оверко В.М. Защита от гидравлических ударов водоотливных установок с погружными насосами / В. М. Оверко, В. П. Овсянников, А. Ф. Папаяни // Разработка рудных месторождений : научн.-техн. сб. – Кривой Рог, 2006. – Вып. 1(90). – С.158–162. 4. Фокс Д.Д. Гидравлический анализ неустановившегося течения в трубопроводах / Д.Д.Фокс. – М. : Энергоиздат. – 1981.– 248 с.

ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ ПРО БОРОТЬБУ З КОРУПЦІЄЮ ТА ПОКРАЩЕННЮ ЖИТТЯ ГРОМАДЯН

Остапенко А.О., Суботін О.В.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Корупція завжди була, є, та ще довго буде великою бідою Україна. Щоб цьому протидіяти були запроваджені інформаційні ресурси, які мають інформувати антикорупційні організації та збирали фідбек від жителів громади (на прикладі міста Дружківка) для покращення умов їх життя.

Були розроблені наступні ресурси:

<https://dr-patrol.druzhkivka.online/>;

<https://patrol.druzhkivka.online>.

Метою інформаційного проекту стала розробка сайту новин для громадської організації «Ініціативний рух «Громадський Патруль».

Для виконання поставленого завдання був проведений аналіз існуючих ресурсів антикорупційних організацій: Бігус Інфо (<https://bihus.info/>) , Центр Протидії Корупції (<https://antac.org.ua/>) та інші.

На рис. 1 зображено SADT-діаграма 0-го рівня «Створення сайту «Громадський Патруль».

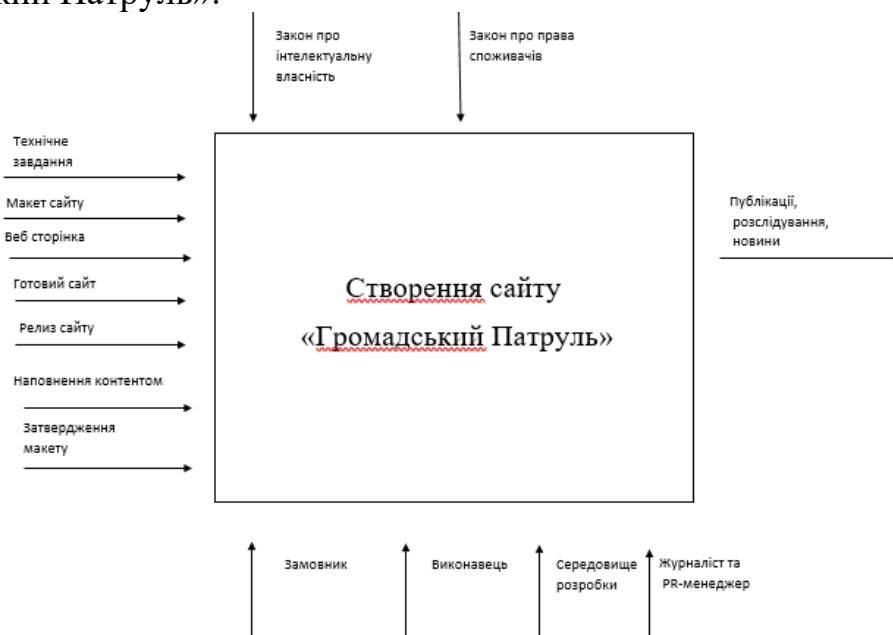


Рис. 1. SADT-діаграма 0-го рівня «Створення сайту «Громадський Патруль»

Наведемо етапи розробки програмного продукту:

- аналіз бізнес-процесів на поширення новин через особистий сайт, інформації про організацію обрано архітектуру та інструменти для реалізації сайту;
- на підставі проведеного аналізу, оцінка реалізації даного проекту;
- аналіз вимог до проекту для поширення новин через інтернет за допомогою. особистого сайту;

- проектування розроблювального сайту за допомогою Uml-Діаграм (діаграма прецедентів);
- створення програмного коду php, що реалізує основні функції;
- проведення тестів. Доробка, виправлення, доробка функціональності й виправлення помилок;
- установка й безпосередня експлуатація;
- обслуговування системи й ознайомлення спеціаліста організації з готовим продуктом;
- статистика досвіду експлуатації сайту, її проведення й аналіз;
- розрахунки економічної ефективності.

Для даного проекту було використано WordPress (див. рис. 2).

Таблица	Действие
<input type="checkbox"/> wp_commentmeta	Обзор Структура Поиск Вставить Очистить Удалить
<input type="checkbox"/> wp_comments	Обзор Структура Поиск Вставить Очистить Удалить
<input type="checkbox"/> wp_links	Обзор Структура Поиск Вставить Очистить Удалить
<input type="checkbox"/> wp_options	Обзор Структура Поиск Вставить Очистить Удалить
<input type="checkbox"/> wp_postmeta	Обзор Структура Поиск Вставить Очистить Удалить
<input type="checkbox"/> wp_posts	Обзор Структура Поиск Вставить Очистить Удалить
<input type="checkbox"/> wp_termmeta	Обзор Структура Поиск Вставить Очистить Удалить
<input type="checkbox"/> wp_terms	Обзор Структура Поиск Вставить Очистить Удалить
<input type="checkbox"/> wp_term_relationships	Обзор Структура Поиск Вставить Очистить Удалить
<input type="checkbox"/> wp_term_taxonomy	Обзор Структура Поиск Вставить Очистить Удалить
<input type="checkbox"/> wp_usermeta	Обзор Структура Поиск Вставить Очистить Удалить
<input type="checkbox"/> wp_users	Обзор Структура Поиск Вставить Очистить Удалить

Рис. 2. Таблиці, з яких складається база даних WordPress

Працюючи з базою даних, з метою адміністрування, використовується панель phpMyAdmin.

Реалізація цього проекту дала змогу жителям Донецької області отримувати структуровану інформацію о проробленій роботі антикорупційної громадської організації. Та висловлювати свої побажання по покращенню благоустрою у місті Дружківка.

Для громадської організації було вирішено питання створення єдиного майданчика, де можуть розміщуватися всі новини у будь-якому форматі (відео, фото, текст, тощо) Також громадська організація "Ініціативний рух "Громадський патруль"" отримала змогу більш ефективно отримувати фідбек від своєї аудиторії.

Література: 1. Васильев О.М. Програмування мовою PHP: навч. посіб. – Ліра-К. 2022. 368 с. 2. Мельник Р. Програмування веб-застосунків (фронт-енд та бек-енд). – Львів: НУ «Львівська політехніка», 2018. 248 с. 3. McGrath M. PHP and MySQL. – In Easy Steps, 2018. 192 p.

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ТА ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОБРОБКИ ЗУБЧАСТИХ РЕЙОК

¹Охрименко О.А., ²Пермяков О.А., ²Орлова Т.О., ³Хорошайло В.В.

(¹КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна, ²НТУ «ХПІ», м. Харків, Україна,

³ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

У машинобудуванні відомі два методи формоутворення зубів рейок: метод копіювання, при якому профіль зуба інструменту або його проекція представляє точну копію профілю западини зуба рейки, що нарізається, і метод центроїдного обкочування, при якому центроїда інструменту і рейки, що нарізається, обкатується без ковзання. Профіль зубів, що нарізаються, виходить як огинаюча різних положень ріжучих кромок інструменту.

Відповідно до існуючих методів використовуються наступні види зуборізних інструментів: інструменти для нарізування зубів прямозубих і косозубих рейок за методом копіювання: дискові затиловані фрези або набір фрез, дискові дискові збірні, зуборізні головки; інструменти для обробки прямозубих, а також косозубих рейок за методом центроїдного обкатування [1].

При обробці зубів рейок методом копіювання на рейко-фрезерних верстатах-напівавтоматах схема формоутворення зубів рейок включає обертання дискової фрези, за допомогою якої створюється необхідна швидкість різання щодо закріпленої на столі верстата заготовки. Фреза здійснює рух подачі вздовж оброблюваної западини зубів рейок. Після обробки однієї западини фреза повертається у вихідне положення, і рейка, що обробляється, зі столом переміщається на один крок.

Конструкцією рейкофрезерних верстатів передбачено застосування дискових фрез діаметром 180-380 мм з певною кількістю ріжучих ножів, що визначає несприятливі умови різання через низький коефіцієнт перекриття, що дорівнює 1-2 (в зоні або зонах різання знаходиться тільки один або два зуби фрези). З метою підвищення продуктивності процесу обробки в ланцюг головного приводу подачі інструменту встановлюють адаптивні системи управління, які дозволяють контролювати швидкість переміщення виконавчої ланки за раніше заданою програмою.

Рейкофрезерні верстати вітчизняного виробництва мод. КУ-30, КУ-304, ЛГ-60Ф3, ЕЗ-167, 5412, 5413, 5414 мають в основному однакову принципову кінематичну схему і компоновання вузлів верстата. Привід обертання дискової фрези та подачі фрезерної головки здійснюється від синхронного електродвигуна змінного струму; розподіл, переміщення столу з рейкою від іншого електродвигуна через механізм розподілу та гітару налаштування переміщення на необхідний крок. Переміщення фрезерної головки вертикальне. На верстаті передбачено лише зустрічне фрезерування.

Зарубіжні фірми випускають рейкофрезерні верстати з автоматичним циклом управління, в яких гармонійно поєднуються сучасні досягнення гідравліки та електроніки.

У верстатах мод. UZFM-V, UZFM-300H фірми Donau, L79 фірми Kesel гідравлічний рух подачі санчат фрези регулюється без-ступінчасто від 0 до 400 мм/хв. Фрезерна головка нахилиється праворуч на 30° і ліворуч на 45°. Передбачено та попутне фрезерування. Необхідний крок визначається багатопозиційним перемикачем. Коробчаста форма станини забезпечує високу жорсткість верстата. Для рейкофрезерних верстатів нормальної і посиленої конструкції потужність головного двигуна відповідно 2,2 і 3 кВт, найбільший хід фрези 300 мм, кількість обертів шпинделя 27-178 і 22-136 об/хв, діаметр фрези 105-165, 125-250 мм, довжина рейки, що нарізається 1750 мм.

Обробка рейок довжиною понад 1750 мм здійснюється на верстатах за допомогою юстованого пристрою.

При фрезеруванні по маятниковому циклу (довжина виробу до 800 мм) дві заготовки фіксуються одна за одною - це дає можливість, не перериваючи робочий процес, вкласти в пристрій нову заготовку.

Для обробки торцевих поверхонь зубів рейок та видалення задирок застосовуються верстати мод. ZA800X8 фірми Modul, що працюють пальцевою фрезою зі спеціальним пристосуванням. Найбільший модуль 9 мм, діаметр фрези до 26 мм, довжина рейки до 800 мм. [1, 2, 3]. У той же час, рейкофрезерні верстати, оснащені дисковими фрезами, не мають регламентованих рекомендацій щодо вибору та призначення параметрів фрез та технологічних умов обробки.

Рейкошліфувальні верстати мод. МШ-147, МШ-245, японської фірми Moto Kubo мод. ML-R1000, німецьких фірм Каар SZ850, SZ851, SZ1650, SZ1651, SZ2850, і Niles ZSTZ-630C3 працюють за методом одиничного поділу конічним колом з подачею охолоджувального масла для шліфування під тиском з знижується продуктивність обробки порівняно з рейкофрезеруванням та залежить від технологічних припусків під остаточну операцію. Вузькі дрібномодульні рейки доцільно виготовляти на різьбошліфувальних верстатах із закріпленням рейок у спеціальному барабані по 6-10шт. як частина гвинтової поверхні.

Обробка рейок методом обкатування забезпечує підвищення точності обробки, але при цьому час виконання операцій збільшується на 40-60% в порівнянні з рейкофрезеруванням на остаточних операціях. Попередня нарізка рейок фрезою з протуберанцем на рейкофрезерних верстатах і остаточна на рейкодовбальних верстатах забезпечують найвищу продуктивність обробки.

Верстати мод. КСЗ-Р77 та ЄС-9 забезпечують 7-му ступінь точності за ГОСТ10242-81 долблями класу точності АА. Верстати компактні, прості в обслуговуванні, зручні у налаштуванні.

На рейкодолбежном верстаті можлива обробка рейок модулем до 14 мм, якщо попереднє формування западин зубів рейок здійснювалося на рейкофрезерному верстаті.

На рейкодовбіжному верстаті мод. VR72.B/1 фірми Sykes (Англія) нарізаються прямозубі і косозубі рейки в умовах серійного і великосерійного виробництва.

При застосуванні спеціальних довбачів на верстаті можна обробляти профілі, які неможливо отримати іншими способами (рис. 1). Верстат призначений для довбання як модульних, так і діаметрального живлення рейок.

Для нарізки косозубих рейок потрібні спеціальні направляючі та гільзи з відповідними косозубими довбаками.

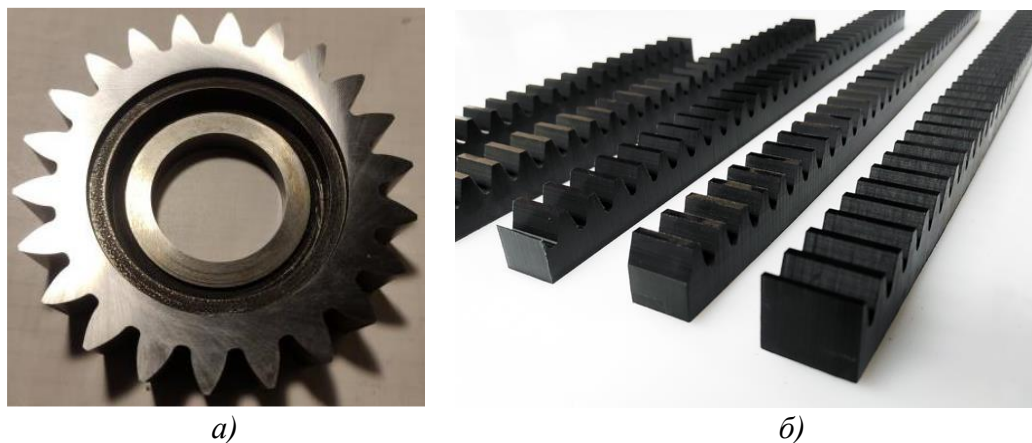


Рис. 1. Довбач евольвентний (а) для нарізання зубчастих рійок (б)

Рекомендована глибина врізання довбака за два проходи: 1-й прохід-90%, 2-й прохід-10%; за три проходи: 1-й прохід-70%, 2-й прохід-27%, 3-й прохід-3%.

На рейкодовбежних верстатах без спеціальних напрямних і гільз козузубі рейки нарізають, змінюючи схему базування. При цьому рейку встановлюють спеціальною настановною базою під кутом нахилу зубів рейки до осі штоселя.

Зубчасті рейки 11-12-го ступенів точності можна обробляти на продольно-стругальних і фрезерних верстатах за допомогою рейки-еталона, виготовленої по 8-му ступеню точності (ГОСТ10242-81).

Таким чином, при виборі обладнання для обробки зубчастих рейок необхідно враховувати розміри рейок, ступінь точності, оснащеність інструментом, економічну доцільність застосування методу копіювання або обкатування та обов'язково враховувати технологічні параметри при виборі та призначенні інструменту та режимів різання.

Література:

1. Юрчишин О.Я., Семінська Н.В., Охрименко О.А., Пермяков О.А., Ключко О.О. Математична модель поверхні зубчатої рейки при описі процесів формоутворення поверхневого шару і стану базових поверхонь. Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції 21 – 24 грудня 2020 року / За заг. ред. В. Д. Ковальова. – Краматорськ: ДДМА, 2020. – С. 103. ISBN 978-966-379-959-9.

2. Охрименко О.А., Ключко О.О., Фролов В.К., Шуплецов Д.К., Сухіна Є.В. Інноваційна технологія виготовлення зуборізного довбача // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС –2023): матеріали тез доповідей XIII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Чернігів, 25–26 травня 2023р.) : у 2 т. / Національний університет «Чернігівська політехніка» [та ін.] ; відп. за вип.: Єрошенко Андрій Михайлович [та ін.]. – Чернігів :НУ «Чернігівська політехніка», 2023. – Т. 1. – С 70 – 72.

РЕКОМЕНДАЦІЇ, ЩОДО ОБРОБЛЕННЯ ЗАГОТОВОК ІЗ ТИТАНУ ОТРИМАНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕХНОЛОГІЇ XBEAM 3D METAL PRINTING

Пірогов Д.О., Воронцов Б.С.

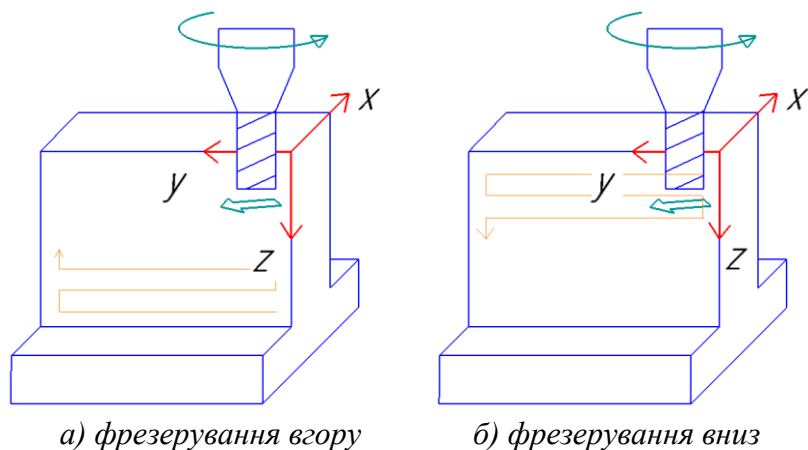
(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна)

Механічне оброблення титанових сплавів завжди привертало значну увагу у виробничому секторі, широко використовуються в авіаційних двигунах, для виробництва корпусів літаків, виготовлення медичних імплантів. Через високу вартість титанових сплавів порівняно з іншими металами, що пояснюється головним чином складністю процесу видобутку, труднощами плавлення та проблемами під час виготовлення та механічної обробки у всьому світі були розпочаті комплексні дослідження, що призвело до розробки найбільш вдалих технологій адитивного виробництва, наприклад xBeam 3D metal printing, тим самим скоротило час на виконання замовлення, зменшило відходи матеріалу і значно підвищило продуктивність, використовуючи більш гнучкі підходи [1]. Тим не менш, заготовки виготовлені за технологією xBeam 3D metal printing, все ще потребують фінішного оброблення, щоб задовольнити вимоги до розмірів і якості поверхні. Для розробки стратегій та рекомендацій, щодо покращення оброблюваності заготовок, необхідно провести ретельні експерименти із операціями точіння, фрезерування, свердління спостерігаючи, як вхідні параметри процесу різання (глибина різання, швидкість, подача), напрямок різання інструмента, різальний інструмент та його геометрія, мастильно-охолоджуючі рідини впливають на характеристики заготовки, сили і температури різання, знос інструменту, вібрації та деформації системи “верста-присрій-інструмент-деталь”.

Попереднє дослідження [2] показують, що рекомендації, які виникають під час оброблення заготовок із титану отриманих методами адитивного виробництва із використанням металевого дроту, є такі, що при процесі токарного оброблення особливих труднощів не виникає, для зниження ріжучої вібрації, сили різання та температури оброблення, було відмічено для ріжучого інструменту, матеріал ріжучої частини якого є твердим сплавом з покриттям, ніж із звичайним твердосплавним інструментом, крім того термін служби інструменту виріс у майже 5 разів. Слід уникати прогину інструмента, а на поверхню різання подавати сильний і постійний потік мастильно-охолоджуючої рідини, так як основні причини зносу інструменту через адгезію та дифузію під впливом різання. На шорсткість поверхні титанового сплаву більше впливає швидкість подачі, ніж швидкість різання, і чим нижча швидкість подачі, тим кращою стає шорсткість поверхні. Щоб збільшити термін служби інструменту, необхідно контролювати температуру різання. Ефект термічного пом'якшення і вібрація при обробці призвели до підвищення шорсткості поверхні зі збільшенням швидкості подачі. При вищій швидкості різання термічне пом'якшення зменшило кількість налиплого матеріалу і утворення нарощеної

кромки, що призвело до зниження шорсткості поверхні. Вважається, що твердосплавний інструмент стабільний при різанні, коли швидкість різання нижче 60 м/хв, подачі 0,1 – 0,2 мм/об та глибина різання 0,1-0,4 мм [2, 4].

При фрезеруванні для досягнення заданої точності та очікуваної шорсткості значний вплив, мають стратегії фрезерування (рис 1).



а) фрезерування вгору б) фрезерування вниз
Рис. 1. Стратегії фрезерування

При напрямку фрезерування вгору (рис. 1а) спостерігається менша кількість поверхневих дефектів, а також мали значний вплив на силу різання. Фрезерування вгору показує трохи більші значення крутного моменту, але якість кінцевої поверхні покращується завдяки цій стратегії порівняно зі стратегією фрезерування вниз (рис. 1б) [3].

Вплив подачі також був значним залежно від орієнтації різця та застосованих швидкостей різання. Шорсткість поверхні зростала зі збільшенням швидкості різання та подачі, що продемонструвало несприятливу кореляцію між продуктивністю та цілісністю поверхні. Збільшення навантаження на заготовку зі збільшенням подачі та швидкості різання призвело до збільшення навантаження фрезерування, були виявлені дефекти поверхні заготовки, спостерігалися сліди злому, тріщини, пори та сегментація стружки. Швидкість подачі є впливовим параметром на зносостійкість і якість поверхні, також нижча швидкість подачі покращила якість поверхні. Збільшення глибини різання і швидкості подачі збільшило шорсткість поверхні. Оптимізовані швидкість різання та швидкість подачі відповідно 20–40 м/хв та 0,05–0,15 мм/зуб. Більш низька шорсткість поверхні була досягнута при подачі 0,05 мм і швидкості різання 20 м/хв з використанням МОР. [2].

Література:

1. Д.В. Ковальчук. Технологія xBeam 3D Metal Printing на шляху до промислового виробництва / Д.В. Ковальчук. та ін. // Сучасна електрометалургія. – 2020. – С. 30–34. 2. Review on machining of additively manufactured nickel and titanium alloys / Navneet Khanna, та ін. // Journal of Materials Research and Technology. – 2021. – С. Pages 3192–3221. 3. Analysis of the Machining Process of Titanium Ti6Al-4V Parts Manufactured by Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) / Fernando Veiga та ін.. // Materials. – 2020. – №13. 4. A Study on Cutting Characteristics in Turning Operations of Titanium Alloy used in Automobile / Seung Hyeon You, Jeong Hwan Lee, Sung Hoon Oh. // International Journal of Precision Engineering and Manufacturing. – 2019. – №20. – С. 209–216.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗТОЧУВАННЯ НЕЖОРСТКИХ ЗАГОТОВОК

Повстяной О.Ю., Полінкевич Р.М., Четвержук Т.І., Редько Р.Г., Залета О.М.
(ЛНТУ м. Луцьк, Україна)

Як різальний інструмент було використано розточувальний різець марки МІЗ-ІР-113-32-12 (рис. 1) із змінною твердосплавною пластиною. На різець зверху і збоку розміщено 5 тензодатчиків для визначення зусилля різання, а також зусиль в різних точках різця. Різець зі змінною пластиною використовувався для утворення різного типу профілю внутрішньої частини заготовки, а також для дослідження впливу форми різця на процес розточування.



Рис. 1. Різець з тензодатчиками

Значення подач визначалися за допомогою розрахункового методу та зведені в табл.1.

Таблиця 1 – Рекомендовані значення подач (мм/хв)

Параметр шорсткості R_a , мкм	Глибина різання, мм	Товщина витка по внутрішньому ребру, мм					
		0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
0,63	0,5	0,022	0,031	0,03	0,04	0,04	0,050
1,6	1,0	0,09	0,132	0,15	0,18	0,20	0,230
3,2	1,5	0,25	0,365	0,42	0,50	0,55	0,630
6,3	1,5	0,65	0,985	1,21	1,39	1,55	1,80

Аналіз результатів дослідження процесу розточування нежорстких заготовок за внутрішнім діаметром показав, що підвищення швидкості різання зменшує силу різання, а із збільшенням подачі і глибини різання сила зростає.

Література:

1. Investigation of Cutting Force During Boring of Screw Non-rigid Machine Parts./ R. Redko, O. Povstyanoy, R. Polinkevich, T. Chetverzhuk, O. Zaleta. // Науковий журнал «Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті» – Луцьк: ЛНТУ, 2023. – Випуск 1(20). – С.27-34.

ПРОБЛЕМИ І НАПРЯМКИ СТВОРЕННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ ДІАГНОСТИКИ ПРИВОДІВ

Руденко В. М., Горбачов О. С.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Мікропроцесорні системи діагностики приводів є важливим компонентом сучасних систем автоматизації та управління. Вони забезпечують моніторинг та діагностику стану приводів, що дозволяє оперативно виявляти проблеми та відмови, а також приймати рішення щодо обслуговування та ремонту. Проте, розробка таких систем пов'язана з низкою складнощів та проблем.

Фундаментальним напрямом створення мікропроцесорних систем діагностики приводів є аналіз та опис основних проблем функціонування таких систем та напрямів їх вирішення, також дослідження перспективних напрямків досліджень та розробок, які можуть допомогти подолати ці проблеми та створити більш ефективні системи діагностики приводів.

Загалом, вирішення такого роду задач містить:

1. Вивчення існуючих проблем, пов'язаних із створенням мікропроцесорних систем діагностики приводів, включаючи проблеми сенсорів та вимірювальних пристроїв, обробки даних, комунікаційних інтерфейсів та управління.

2. Аналіз сучасних технологій та методів, які можуть бути застосовані для вирішення цих проблем, включаючи розробку більш точних та надійних сенсорів, розробку інтелектуальних алгоритмів обробки даних, інтеграцію мережевих технологій та розвиток алгоритмів управління та прийняття рішень.

3. Розгляд прикладів досліджень та розробок у галузі мікропроцесорних систем діагностики приводів для підтвердження ефективності запропонованих напрямків та ідей.

4. Приклади застосування мікропроцесорних систем діагностики приводів.

5. Формулювання висновків та рекомендацій щодо розвитку мікропроцесорних систем діагностики приводів, заснованих на проведеному аналізі та дослідженнях.

Аналіз можливостей реалізації завдань кожного з перерахованих напрямків дозволяє визначити більш чіткі та конкретні завдання, реалізація яких здатна сприяти створенню новітніх мікропроцесорних систем діагностики приводів. Так реалізація завдань, сформульованих у першому пункті передбачає створення та розвиток більш точних та надійних сенсорів, розробку інтелектуальних алгоритмів обробки даних, інтеграцію мережевих технологій, розвиток алгоритмів управління та прийняття рішень.

Реалізація сучасних технологій та методів, для вирішення проблем мікропроцесорних систем діагностики приводів, можлива за рахунок застосування нових матеріалів та технологій для створення сенсорів, використання оптичних, акустичних або інших нетрадиційних методів вимірювання.

Інтелектуалізація алгоритмів обробки даних може бути реалізована при застосуванні методів машинного навчання, включаючи нейронні мережі та використання статистичних методів обробки [1].

Інтеграція мережевих технологій для роботи мікропроцесорних систем діагностики приводів може бути здійснена за рахунок використання мережевих технологій для віддаленого моніторингу виробничих процесів [2].

Одним з головних та найбільш перспективним напрямком удосконалення роботи мікропроцесорних систем діагностики приводів можна вважати удосконалення алгоритмів управління та прийняття рішень. Перспективним напрямком тут вважається використання алгоритмів оптимального управління та регулювання та розробка алгоритмів прийняття рішень на основі аналізу даних, отриманих від систем діагностики приводів [3].

Перспективність досліджень у напрямку вдосконалення мікропроцесорних систем діагностики приводів визначається насамперед за рахунок їх широкого застосування у ряді областей життєдіяльності. Серед найбільш відомих та таких, що широко використовують відмічені системи можна вважати: промислове виробництво, автомобільна промисловість, енергетика, медична техніка, авіаційна та космічна промисловість, залізничний транспорт, широке поширення подібних систем для використання у побуті людини.

Досить широке коло використання мікропроцесорних систем діагностики приводів у різних галузях зумовлено тим, що дозволяє підвищити ефективність, надійність та безпеку роботи приводів, а також проводити більш ефективне їх планове обслуговування та запобігати за рахунок цього можливим аваріям та поломкам.

Таким чином, мікропроцесорні системи діагностики приводів відіграють ключову роль у забезпеченні надійної та ефективної роботи промислових систем. Однак, розробка таких систем пов'язана з низкою проблем, включаючи вибір та розробку сенсорів, обробку даних, управління та прийняття рішень. Розвиток сучасних технологій та методів, таких як інтелектуальні алгоритми обробки даних та мережеві технології, допоможе подолати ці проблеми та створити більш ефективні мікропроцесорні системи діагностики приводів.

Література:

1. C. R. Wasko and P. Iwanciw, "Advanced diagnostic capabilities of AC drives with a microprocessor interface," IEEE Conference Record of 1988 Fortieth Annual Conference of Electrical Engineering Problems in the Rubber and Plastics Industries, Akron, OH, USA, 1988, pp. 84-88, doi: 10.1109/RAPCON.1988.28988.

2. A. Majidov, N. Kholov and S. Hafizov, "Analysis of the Application of Microprocessor Devices for Protecting Asynchronous Motors Between Phases and Between Turns Short-Circuit," 2021 4th International Youth Scientific and Technical Conference on Relay Protection and Automation (RPA), Moscow, Russian Federation, 2021, pp. 1-12, doi: 10.1109/RPA53216.2021.9628608.

3. C. W. Seelig and B. McDermott, "Innovative, robust and secure industrial solutions using microprocessor relays," Conference Record of 2009 Annual Pulp and Paper Industry Technical Conference, Birmingham, AL, USA, 2009, pp. 171-180, doi: 10.1109/PAPCON.2009.5185421.

ПОВЕРХНЕВЕ ЗМІЦНЕННЯ ВІДПОВІДАЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ ШТАМПІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇХНЬОГО РЕСУРСУ

Стецько А.Є.

(НУ «Львівська політехніка», м. Львів, Україна)

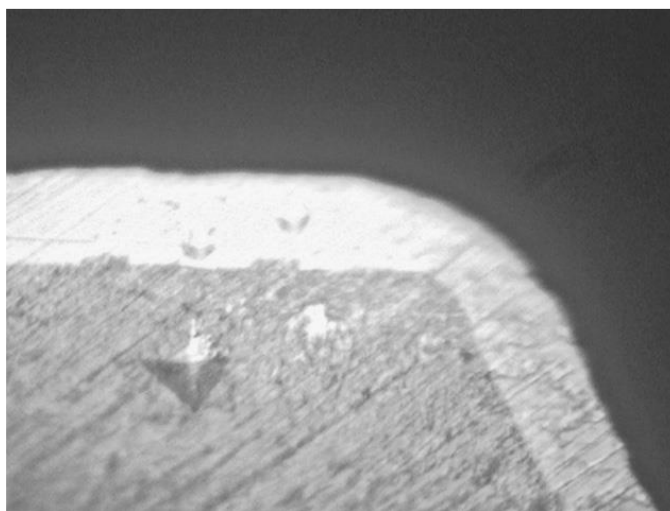
У машинобудівному виробництві при виготовленні деталей великими партіями дуже часто виникає проблема зносостійкості металевих штампів, які за технічними вимогами повинні витримувати відведений ресурс. Виготовлені штампи промисловим способом, або дорого коштують, або вже після відносно невеликого ресурсу роботи отримують механічні дефекти і руйнуються.

Для усунення цих недоліків слід розробити метод зміцнення відповідальних деталей штампів для отримання їх високої зносостійкості та низької собівартості.

Мета дослідження: розробити метод зміцнення відповідальних деталей металевих штампів, який забезпечує якісні та кількісні параметри відповідно до їхніх технічних вимог.

Застосування в техніці різних деталей складного профілю з глибокими внутрішніми порожнинами та вузькими каналами змусило дослідників шукати нові шляхи нанесення металевих покриттів.

Розроблений комплексний метод зміцнення відповідальних деталей штампів, застосування якого при виготовленні штампів дає високі результати зносостійкості (рис. 1).



600^x

Рис. 1. Зношування країв зміцненого штампа

Добрі показники показали нанесенні покриттів хімічними способами, без застосування зовнішнього струму (рис. 2).

При хімічному осадженні необхідні електрони утворюються в результаті хімічного процесу, який проходить у розчині, що застосовували для отримання покриттів. При гальванічному осадженні необхідні для осадження іонів металу електрони забезпечуються зовнішнім джерелом струму.

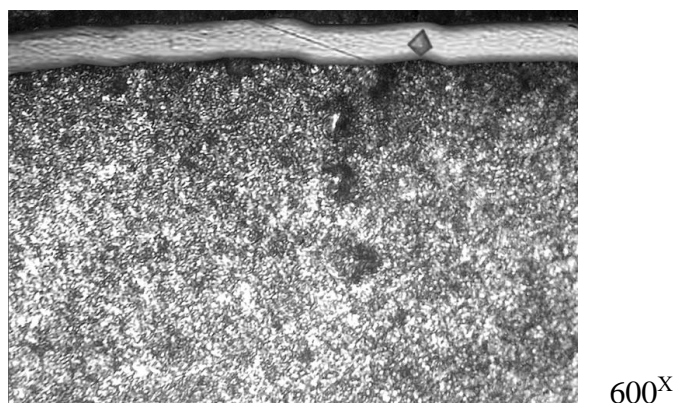


Рис. 2. Мікроструктура зміцненого шару, отриманого хімічним осадженням Ni-Co-P покриття на сталі 40X; термообробка: відпал $T = 400^{\circ}\text{C}$ з витримкою $\tau = 2$ год.

За результатами наукових досліджень [2–4], нанесені зміцнені покриття на вуглецевих сталях (рис. 2) і кольорових (рис. 1) сплавах (в т.ч. на латунях), що дозволяють значно підвищити фізико-механічні характеристики, а саме: отримати зміцнене покриття на фізичній поверхні товщиною від 13-15 мкм за годину осадження і мікротвердістю до 9 ГПа.

Розроблений метод хімічного осадження методом відновлення за допомогою гіпофосфіту з наступною термічною обробкою дозволяє отримувати надзвичайно рівномірні покриття (товщиною 5 – 30 мкм і більше) на найскладніших поверхнях із високою поверхневою твердістю (6,5 – 9 ГПа), що забезпечує захист покритих штамів від корозії та в разі підвищує ресурс їхньої роботи. Одержані наукові результати можуть бути використані для отримання зміцнених покриттів на поверхнях штамів, які забезпечують потрібні фізико-механічні характеристики для підвищення їх зносостійкості та забезпечення якості отримання продукції.

Література:

1. Stetsko A. (2018) The Nanocomposite Diffusion Coating of Details Prepared of Boriding. In: Fesenko O., Yatsenko L. (eds) Nanochemistry, Biotechnology, Nanomaterials, and Their Applications. NANO 2017. Springer Proceedings in Physics, vol 214. Springer, Cham (Switzerland). – P. 345-356. – DOI: [10.1007/978-3-319-92567-7_22](https://doi.org/10.1007/978-3-319-92567-7_22) https://doi.org/10.1007/978-3-319-92567-7_22.
2. Stetsko A.E., Stetsko Y.T. (2019) Complex Method of the Composite Nanocoatings Formation. In: Pogrebnjak A., Novosad V. (eds) Advances in Thin Films, Nanostructured Materials, and Coatings. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Singapore – P. 179-188. – DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-13-6133-3_18.
3. Stetsko A.E., Stetsko Y.T. (2020) Formation of Composite Reinforced Coating by Chemical Deposition and Chemical-Thermal Treatment of Boron and Carbon. In: Pogrebnjak A., Bondar O. (eds) Microstructure and Properties of Micro- and Nanoscale Materials, Films, and Coatings (NAP 2019). Springer Proceedings in Physics, vol 240. Springer, Singapore, P.261–270. – DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-15-1742-6_24.
4. Stetsko A.E., Stetsko Y.T. (2021) The Influence of Carbon, Carbon, and Boron on the Formation of Diffusion Nanocomposite Hardened Layers on the Surfaces of Steel Parts. In: Fesenko O., Yatsenko L. (eds) Nanomaterials and Nanocomposites, Nanostructure Surfaces, and Their Applications. Springer Proceedings in Physics, vol 246. Springer, Cham. P. 699-708. https://doi.org/10.1007/978-3-030-51905-6_47

АНАЛІЗ ЕНЕРГОЄМНОСТІ ПРОЦЕСУ ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНОГО АЛМАЗНОГО ШЛІФУВАННЯ ЗІ ЗМІННОЮ ПОЛЯРНІСТЮ ЕЛЕКТРОДІВ

Стрельчук Р.М.

(НТУ «ХПІ» м. Харків, Україна)

У сучасному машинобудуванні застосовуються різні деталі, виготовлені з твердих, надтвердих, крихких або в'язких матеріалів, наприклад, таких як тверді сплави, жароміцні сталі, магнітні сплави, що важко піддаються абразивній обробці. Основною причиною, що ускладнює абразивну обробку, є засолювання інструменту – утворення наростів на поверхні зв'язки, що охоплює абразивні зерна.

Відомі технології електроерозійної абразивної обробки не дозволяють отримувати необхідні якісні та кількісні показники при значному зниженні питомої витрати абразивного інструменту та витрат різних видів енергії. Це пояснюється тим, що в основу існуючих способів покладені однозначні електроерозійні процеси, що безперервно протікають між електродами: абразивним інструментом і заготівлею. Їхнє основне призначення – сприяти поверхневому оплавленню зв'язки абразивного електрода-інструменту з метою виявлення ріжучих елементів, наприклад, алмазних зерен – для зняття обробленого припуску з електрода-заготівлі. Електроди, абразивний інструмент та заготівля, при цьому мають стабільну полярність протягом усього процесу обробки.

Характер взаємодії робочої поверхні круга з матеріалом в умовах електроерозійного алмазного шліфування з змінною полярністю електродів при обробці різних важкооброблюваних матеріалів не вивчений [1]. У зв'язку з цим цікавий аналіз показника процесу, як енергоємність шліфування, що є енергетичною характеристикою процесу і визначається як робота, що витрачається на зняття певної кількості матеріалу, що обробляється [2].

На підставі якісного аналізу було встановлено, що найбільший вплив на енергоємність процесу надають електричні та механічні режими обробки. Як фактори при проведенні експериментів були обрані: амплітуда імпульсу розрядного струму I , А; частота імпульсів f , КГц; швидкість обертання круга V , м/с, нормальний тиск P_y , МПа. Отримані результати показують високу ефективність процесу електроерозійного алмазного шліфування зі змінною полярністю електродів при обробці різних важкооброблюваних матеріалів.

Підвищення амплітуди імпульсу розрядного струму призводить до зниження енергоємності процесу. Збільшення амплітуди імпульсу розрядного струму викликає деяке зростання сили різання, але також значно зростає обсяг сошліфованого матеріалу в одиниця часу, тому це призводить до зниження енергоємності процесу [3].

Підвищення нормального тиску викликає зростання сили за рахунок зміни локальних тисків на матеріал, що обробляється. Тому практично у всьому

діапазоні дослідження спостерігається підвищення енергоємності процесу шліфування. Це можна пояснити тим, що процес проводиться з позитивною полярністю електродів у зоні різання. Дія електророзрядів в основному спрямована на передруйнування поверхневих шарів матеріалу, що обробляється, тим самим притуплюються алмазні зерна. Через притуплення алмазних зерен при підвищених навантаженнях темп зростання глибини їх застосування сповільнюється, що призводить до падіння сили.

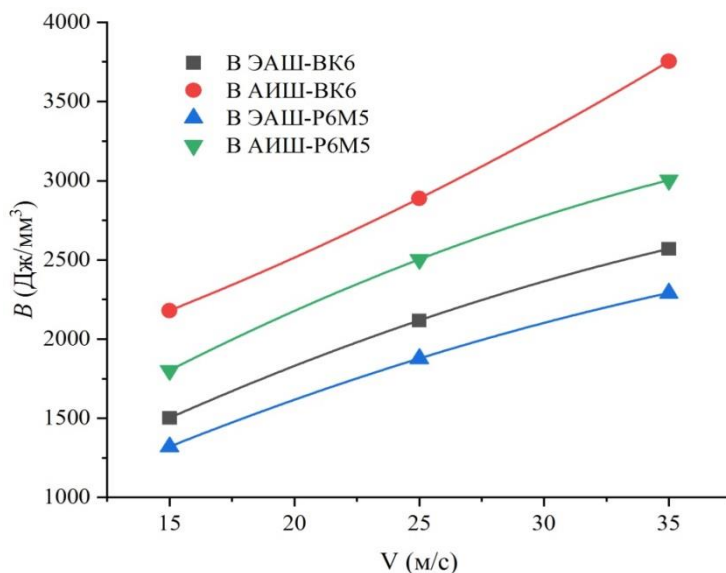


Рис. 1. Вплив швидкості круга на енергоємність процесу

Збільшення швидкості круга призводить до значного підвищення енергетичних витрат під час шліфування у всьому діапазоні дослідження (рис.1). Зрозуміло, що збільшення швидкості круга призводить до пропорційного зростання роботи різання алмазними зернами, що відіграє головну роль в підвищенні енергоємності процесу [4].

Зіставлення значень енергоємності процесу показує, що, наприклад, при електроерозійному алмазному шліфуванні сплаву ВК6 приблизно на 35% нижче, а сталі Р6М5 – на 33% нижче, що підтверджує високу ефективність процесу. Зміна полярності електродів у зоні різання призводить до зростання виступання зерен над рівнем зв'язки, що забезпечує розвиненість їхнього субмікрорельєфу, завдяки чому можна знизити енергоємність процесу.

Література:

1. Пат. UA 131894 U УКРАЇНА, МПК В24В 1/00 / Р.М. Стрельчук, М.Д. Узунян (UA); Укр. інж. пед. акад. Спосіб електроерозійного алмазного шліфування зі змінною полярністю електродів – № u201806851; Заявл. 18.06.2018; Опубл. 11.02.2019. Бюл. №3.
2. Jaensson, B.O.: Residual stresses and stress-strain behaviour of the WC-Co composite material. *Materials Science and Engineering*. 8, 41–53 (1971).
3. Zhao, X.X.: WC-Co Tool Failure Analysis and the Grinding Effect Study. *Advanced Materials Research*. 139–141, 269–273 (2010).
4. Zoei, M.S., Sadeghi, M.H., Salehi, M.: Effect of grinding parameters on the wear resistance and residual stress of HVOF-deposited WC–10Co–4Cr coating. *Surface and Coatings Technology*. 307, 886–891 (2016).

СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО СТЕЖЕННЯ ЗА СЛЯБАМИ У ПІЧНОМУ РАЙОНІ

Суботін О.В., Лістровой В.А.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Організація безперебійного, з одного боку, та ефективного (з малою часткою браку), з іншого боку, ходу технологічного процесу прокатки забезпечується на початковій його стадії – у пічному районі. Нестабільність часу нагріву злитків та часу їх прокатки на стані суттєво ускладнює роботу пічного району, ускладнюючи прогнозування часу закінчення нагріву злитків та часу звільнення печей для посадки нових злитків. Збільшення часу знаходження злитків при високій температурі сприяє збільшенню чаду металу, при цьому не виключені і аварійні ситуації всередині самої печі через недостатню перешкодостійкість вимірювальних перетворювачів. Слабка організація виробництва, у пічному районі призводить, в такий спосіб, до зниження продуктивності всього стану.

Метою роботи є розробка інформаційно-вимірювальної системи (ІВС) для забезпечення автоматичного стеження за слябами у пічному районі.

Застосування засобів первинного контролю технологічних параметрів прокатного стану зумовлює підвищення ефективності цих систем [1,2,3].

При нормальній роботі стану нагрівальні печі повинні видавати сляби через рівні інтервали часу з мінімально можливими коливаннями температури окремих слябів, що з вимогою сталості геометричних розмірів готових смуг.

Таким чином, одним із завдань системи управління посадкою і видачею слябів є автоматичне завдання моментів початку роботи штовхачів відповідно до темпу прокатки, що задається.

ІВС стеження за слябами в пічному районі на базі оптичного локатора наведено на рис. 1. На рисунку прийняті наступні скорочення: В – випромінювач; П – приймач сигналу; ЗС – засоби сполучення; ОП - обчислювальний пристрій; ОДО – оперативно-диспетчерське обладнання; ЦАП – цифро-аналоговий перетворювач; ОУ – об'єкт управління. Ядром системи є обчислювальний пристрій (мікропроцесорний блок), де зберігається інформація про час нагрівання та звільнення печей, про марки сталі кожної плавки, замовлення, на підставі яких зливки цієї плавки повинні бути прокатані, і про кінцеві розміри металу після прокатки. Інформація про становище злитків у печах передається диспетчеру та механізми управління подачею злитків. Поряд з інформацією про зливки, що надходять у печі, у кожний даний момент система має інформацію про фактичний стан печей, їх готовність, кількість залишених ще не виданих, але нагрітих злитків, положення виданого зливка до моменту передачі його на приймальний рольганг першої кліті, становище всіх штовхачів та злитків до печі.

Інформаційна частина системи забезпечує передачу з кожним новим зливком у систему управління станом всієї вихідної інформації, необхідної визначення подальшої обробки зливка на лінії прокатного стану.

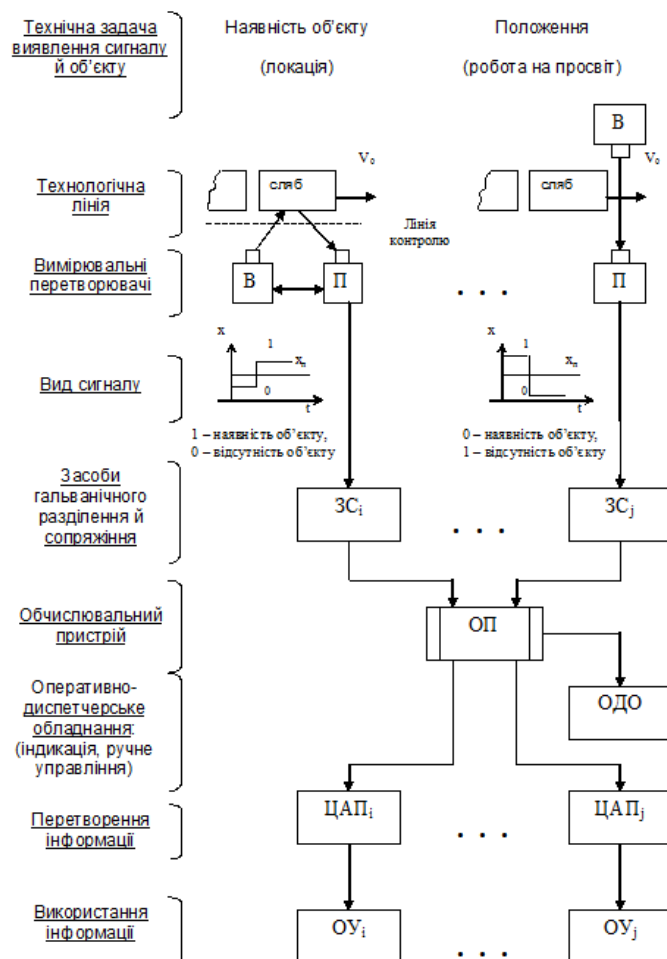


Рис. 1. Інформаційно-вимірвальна система стеження за слябами в пічному районі

Аналіз досліджуваного питання дозволив сформулювати висновки.

1. Системи контролю технологічних параметрів прокатних станів вимагають значного асортименту первинних вимірвальних перетворювачів різного функціонального призначення до роботи на екстремальних умовах теплотехнічних цехів. Ці умови негативно впливають на якість контролю, знижуючи точність і достовірність одержуваних результатів, що зумовлює значні матеріальні втрати та виникнення аварійних ситуацій під час роботи стану. Це в свою чергу знижує ефективність роботи стану загалом;

2. Створення сучасних комплексів із засобами контролю з високою завадостійкістю та швидкодією для систем управління складними теплотехнічними процесами є актуальним завданням з економічної та науково-технічної точок зору. Це зумовлено неприпустимістю затримки чи втрати інформації на стадіях контролю, передачі та зберігання виробничої інформації для організації ефективного та безаварійного технологічного процесу прокатки.

Література: 1. George Kelk Corporation. KELK Sensors for Rolling Mills. // Description and Specifications. Ontario, Canada, 1998. 2. Таланчук П.М. Засоби вимірювання в автоматичних та керуючих системах.: Підручн. для студентів вузів, які навчаються із спец. «Автоматизація технологічних процесів і виробництв.» / П.М. Таланчук, Ю.О. Скрипник, В.О. Дубровний. – К.: Райдуга, 1994. – 672с. 3. Верлань А.Ф. Электронные функциональные преобразователи систем автоматики. – К.: Вища шк., 1981.

ВИБІР СИСТЕМИ ЛЕГУВАННЯ СПЛАВІВ, ЩО ЗАЗНАЮТЬ УДАРНО-АБРАЗИВНОГО ЗНОСУ

Трембач І.О., Гринь О.Г.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Властивості сталей і сплавів визначаються хімічним складом, що впливає на структуру металу, його механічні та фізичні властивості. Вибір системи легування є важливим завданням при розробці нових та вдосконаленні існуючих сплавів для наплавлення з метою підвищення стійкості деталей.

Метою роботи є обґрунтування вибору системи легування наплавленого металу, що використовуються для умов ударно-абразивного впливу.

Більшість дослідників, які мають на меті дослідження без вольфрамів систем для отримання зносостійких поверхонь шляхом наплавлення, використовують системи на основі Fe-C-Cr або Fe-C-Ti з добавками деяких металів з IV-VI групи періодичної системи елементів.

Матеріали на основі Fe-C-Cr характеризуються високою твердістю, що досягається завдяки структурі та складається з грубих протяжних карбідів хрому типу Me_7C_3 (~ 13 ГПа) і евтектики типу $Fe(Cr)+(Me_7C_3)$ з низьким опором до тріщиноутворення. З іншого боку, у випадку матеріалів на основі Fe-C-Ti, тверді карбіди титану (~ 30 ГПа) мають наддрібний розмір, що призводить до їх видалення з рештою матеріалу під час абразивного зносу. Для вирішення завдання підвищеної твердості та тріщиностійкості матеріалознавці експериментують із легуванням таких систем В, Ti, V, Мо та Со.

При постійних концентраціях вуглецю з підвищенням вмісту бору значно збільшується твердість аустенітно-мартенситної матриці та евтектики.

Система легування Fe-C-Cr-B знаходить застосування за різних умов зношування та забезпечує високу зносостійкість наплавленому металу за зношування закріпленим і незакріпленим абразивом завдяки тому, що в мікроструктурі наплавленого металу у м'якій матриці FeCr формуються тверді фази карбоборидів $FeCrB_2C$. За ударних навантажень така мікроструктура виявила занижений опір до зношування, причиною чого є гострокутна морфологія включень твердої фази $(Fe,Cr)B_2C$ в околі їх вершин, що призводить до виникнення на мікроструктурному рівні концентрації напружень на межі «тверда фаза-матриця», що сприяє зародженню мікротріщин та руйнування наплавленого металу. Зі збільшенням вмісту бору в системі Fe-C-Cr-B значно збільшується твердість аустенітно-мартенситної матриці та евтектики. Використання наплавленого металу системи Fe-C-Cr-B-Ti обмежується схильністю до утворення тріщин і поганою оброблюваністю. Для сталей та сплавів системи Fe-C-Cr-Mn-Ti-Si з матрицею у вигляді мало вуглецевого аустеніту та значною часткою карбідів TiC характерно значне зменшення інтенсивності зношування зі збільшенням твердості матриці.

Таким чином, перспективним є розробка складу самозахисного порошкового дроту для підвищення зносостійкості деталей, що зазнають ударно-абразивного впливу, на основі системи легування Fe-C-Mn-Cr-Ti-B.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ВИРОБІВ МАШИНОБУДУВАННЯ КОМБІНОВАНИМИ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МЕТОДАМИ

Тулупов В.І., Онищук С.Г.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Життєвий цикл продукції машинобудування регламентується стандартом ISO 9004-1. Одним з головних етапів життєвого циклу продукції машинобудування, що визначає наступні етапи, є виробництво. На етапі технологічної підготовки визначаються послідовність виконання технологічних операцій, які визначають споживчі властивості виробу при його подальшій експлуатації. Забезпечення експлуатаційних властивостей виробів машинобудування є одним з засобів щодо забезпечення життєвого циклу [1].

З цією метою в машинобудуванні використовують зміцнювальні методи обробки виробів, серед яких останнім часом набули поширення комбіновані методи [2]. До комбінованих зміцнювальних методів з модифікацією поверхні виробу належать зокрема такі: хімічні та хіміко-термічні (цементування, азотування, нітроцементация), термічні (гартування струмами високої частоти), обробка виробів концентрованими потоками енергії (пучки електронів, плазмові потоки, лазерне випромінювання), механічні (поверхнево-пластичне деформування) та ін.

Метою роботи є дослідження комбінованих технологічних методів, що забезпечують життєвий цикл виробів та мають меншу енергоємність порівняно з іншими методами.

Вибір одного з методів комбінованої обробки з найменшою енергоємністю може ґрунтуватись на використанні питомої енергоємності різання [3]:

$$e = \frac{A_{piz}}{V} = \frac{N_{ef}}{P_{piz}} = \frac{N}{vSt}, \quad (1)$$

де A_{piz} – робота різання; V – обсяг зрізаного шару матеріалу, що перетворюється на стружку; N_{ef} – ефективна потужність різання; P_{piz} – продуктивність різання (знімання стружки в одиницю часу); v – швидкість різання; S – подача різця; t – глибина різання.

Авторами роботи досліджувались чистове точіння з електроімпульсним нагріванням, електроімпульсне модифікування поверхні дисульфідом молібдену та зміцнення поверхні з використанням алюмотермії на відкритому повітрі.

Чистове точіння з електроімпульсним нагріванням полягає в тому, що через головну задню поверхню різальної кромки пропускається імпульсний електричний струм [4]. Утворюється регулярна структура у вигляді зміцнених фрагментів. Їх розташування залежить від частоти та тривалості імпульсів струмів, режимів механічного оброблення (подачі та частоти обертання шпинделя). Живлення відбувається від генератора імпульсного струму: частота

імпульсного струму 20...8000 Гц, шпаруватість 20...80%, максимальна робоча напруга 10 В, вихідний імпульсний струм прямокутної форми.

Особливістю електроімпульсного модифікування є нанесення покриття у вигляді твердої змазки з наступним вигладжуванням з одночасним використанням імпульсного струму. Результатом є створення дискретної структури [5].

Зміцнення поверхні з насиченням хромом відбувається шляхом використання алюмотермії на відкритому повітрі, що ініціюється електричним імпульсом від електроду [6].

Використання електричного струму в зоні різання призводить до покращення умов різання за рахунок збільшення пластичної зони та, як наслідок, зменшення сили різання на 20%. В результаті зменшується потужність різання $N_{\text{эф}}$, та відповідно й питома енергоємність різання, що визначається за формулою (1).

Авторами роботи проведені експериментальні дослідження зносостійкості зразків, що були зміцнені трьома розглянутими способами комбінованої обробки з використанням методу штучних баз. Випробування на устаткуванні за методикою випробувань на машині тертя виконувалось за схемою «диск-колодка». Результати досліджень свідчать про те, що зносостійкість поверхонь збільшується в 1,5–2 рази, інтенсивність зношення зменшується в 1,4–1,8 рази.

Використання комбінованих методів зміцнення виробів машинобудування дозволяє збільшити життєвий цикл. Іншою перевагою використання цих методів є суттєве зменшення виробничого циклу за рахунок зменшення кількості технологічних операцій (замість шліфувальної та термічної операцій виконання однієї комбінованої зміцнювальної операції).

Висновком роботи є наступне: використання комбінованих операцій дозволяє збільшити життєвий цикл продукції машинобудування та зменшити енергоємність виробничого процесу.

Література:

1. Ющенко К.А. Інженерія поверхні / К.А. Ющенко, Ю.С. Борисов, В.Д. Кузнецов, В.М. Корж. – К.: НВП «Вид-во Наукова думка» НАН України, 2007. – 558 с.

2. Серeda Б.П. Поверхневе зміцнення матеріалів: монографія / Б.П. Серeda, Н.Є. Калініна, І.В. Кругляк. – Запоріжжя: ЗДІА, 2004. – 230 с. 3. Карпов А. В. К вопросу управления процессом резания на основе энергетических закономерностей деформации и разрушения твердых тел. Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2011. № 1 (8). С. 37–49.

4. Ковалевський С. В., Тулупов В.І. Спеціальні методи оброблення робочих поверхонь деталей машин: монографія. – Краматорськ : ДДМА, 2012. – 100 с.

5. Тулупов В.І., Онищук С.Г. Дослідження зносостійкості металевих зразків після електроімпульсного вигладжування з модифікуванням поверхні // Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку. Матеріали XVIII міжнародної науково-технічної конференції, 21-24 грудня 2020 р., Краматорськ, 2020. – С. 89.

6. Тулупов В.І., Онищук С.Г. Дослідження способу зміцнення металевих зразків методом алюмотермії // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС-2021): матеріали тез доповідей XI міжнародної науково-практичної конференції (м. Чернігів, 26-27 травня 2021 р.) – Чернігів: ЧДТУ, 2021. – Т.1. – С.97.

УТОЧНЕННЯ РІШЕННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВИХІДНОГО НАБЛИЖЕННЯ РОЗРАХУНКУ ТОВЩИНИ МАСТИЛЬНОГО ШАРУ ЦИЛІНДРИЧНИХ ЗУБЧАТИХ ПЕРЕДАЧ ГОЛОВНИХ ПРИВОДІВ ОЧИСНИХ КОМБАЙНІВ

¹Устиненко О.В., ²Дергоусов В.М., ²Нежибовський В.В., ¹Анциферова О.О.,
¹Пермяков Є.О.

(¹НТУ «ХПІ», м. Харків, Україна, ²АТ «Світло Шахтаря», м. Харків, Україна)

Одним з важливих напрямків застосування гідродинамічної теорії мастила є практичне використання розробок у комбайнів очисних УКД200-5008, що працюють у дуже складних умовах. Важливими вимогами на перший план виходять забезпечення якості та надійності комбайнів очисних УКД200-5008 (Рис. 1).

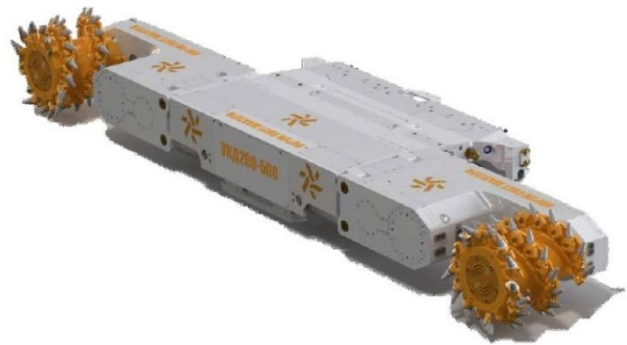


Рис. 1. Комбайн очисний УКД200-5008

Для рішення визначення вихідного наближення розрахунку товщини мастильного шару циліндричних зубчатих передач головних приводів очисних комбайнів розглянуті методи на основі теорій гідродинаміки.

Для правильного вибору прийому інтегрування, а також кількості та розташування вузлових точок попередньо визначимо яка вийде форма зазору. Відомо, що трудомісткість рішення різко зростає зі збільшенням кількості рівнянь – кількості інтегральних вузлових точок.

У зв'язку з цим наближено обчислюємо інтеграл по найбільш точним формулами Гаусса і – Маркова (формули інтегрування замкнутого типу). Однак застосовувати ці формули можна тільки в разі постійної в'язкості, так як при розрахунках необхідність визначати $p(t)$ в кожній вузловій точці інтегралів приводить до надмірної кількості допоміжних вузлів, а отже, і до вкрай збільшеною системі рівнянь.

В разі змінної в'язкості слід обчислювати інтеграл по Симпсону, тоді одні і ті ж точки можуть бути використані кілька разів для обчислення різних $p(t)$.

Таким чином, фактично розробку наближеного методу рішення слід розглядати для полегшення отримання уточненого рішення.

Метою контактно-гідродинамічного розрахунку зубчастої передачі є відшукування величини товщини мастильного шару при заданому зовнішньому навантаженні і швидкості руху з тим, щоб можна було судити про наявність чи

відсутність рідинного тертя, або отримати вихідні дані для визначення працездатності і довговічності деталі. На практиці зустрічаються випадки, коли, навпаки, за обраною товщиною мастильного шару потрібно знайти відповідну гідродинамічну вантажопідйомність, яка в умовах рідинного тертя повинна зрівноважити зовнішнє прикладене навантаження.

Однак при цьому потрібно проводити розрахунок методом спроб, так як в усі ці параметри входить шукана товщина мастильного шару

Якщо наведений модуль пружності $E=2,12 \cdot 10^{10}$ кгс/м² і визначається товщина мастильного шару в зубчастій передачі, то

$$O_1 = \sqrt{\frac{\lambda_a \pm \lambda_b}{K_0}} n h_0; \quad (1)$$

$$A = \frac{\mu_0 (U_a + U_b) n}{K_0 \sqrt{K_0 (\lambda_a \pm \lambda_b)}}; \quad (2)$$

$$\Pi = \frac{K_0^2 (\lambda_a \pm \lambda_b)}{\mu_0 (U_a + U_b)}; \quad (3)$$

Порядок розрахунку товщини мастильного шару показаний на номограмі стрілками.

Використовуючи статистичну обробку результатів розрахунку по цій номограмі, І.Д. Ратнер отримав наближену формулу, цілком придатну для розрахунків товщини мастильного шару в зубчастих передачах:

$$h_0 = \frac{3,17 [\mu_0 (U_a + U_b)]^{0,75} n^{0,6}}{K_0^{0,15} (\lambda_a \pm \lambda_b)^{0,4}}. \quad (4)$$

Таким чином наведено теоретичні рішення контактної-гідродинамічних задач зубчастих циліндричних коліс комбайнів очисних УКД200-5008. Викладена методика контактної-гідродинамічного розрахунку товщини мастильного шару.

Література: 1. Ключко О.О., Рассохін Д. О., Пермінов Є.В., Хорошайло В.В., Кравченко Д.О. Дослідження товщини мастильного шару для зубчастих передач з неньютоновскою робочою рідиною при контактуванні кожного зуба ведучої шестерні з кожним зубом веденого колеса в певній послідовності: *Машинобудування і зварювальне виробництво / Наука та виробництво : міжвузівський тематичний збірник наукових праць*. – Мариуполь : ДВУЗ «ПДТУ», 2019. – Вип. 19. – С. 29–49. 2. Розрахунок товщини мастильного шару для зубчастих передач з неньютоновскою робочою рідиною / В.Д. Ковальов, О.О. Ключко, О.А. Пермяков, Д.О. Кравченко // *Труды Двадцать девятой международной конференции «Новые технологии и в машиностроении»* (2-8 сентября 2019 г., Коблево). – Харьков: НАКУ «ХАИ». – 2019. – С.8. 3. 哈尔滨华跃科技研发有限公司, KLOCHKO OLEKSANDR, Fu Hong, 一种带有流体动力凹槽的齿轮传动装置: 中国, 202021090301.5[P]. Harbin Huayue Technology R&D Co., Ltd., KLOCHKO OLEKSANDR, Fu Hong, Зубчатая цилиндрическая передача с гидрокарманами на основе неньютоновского состояния рабочей жидкости, Китай, 202021090301.5[P].

НОВІ СПОСОБИ ВИГОТОВЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНО - ГРАДІЄНТНИХ МАТЕРІАЛІВ З БАЗОВОГО РОЗПЛАВУ ЧАВУНУ

¹Фесенко М. А. , ²Фесенко А. М.

(¹ ДНДІ МВС України, м. Київ, Україна, ²ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

В процесі експлуатації різні деталі і навіть окремі частини конкретної однієї деталі в конструкціях агрегатів, механізмів і машин частіш за все піддаються різним навантаженням. Тому до їх структури і властивостей пред'являються різні, іноді взаємовиключні вимоги. Забезпечити повний комплекс таких вимог при виготовленні монолітних металевих деталей з одного матеріалу в цьому випадку є достатньо складною, іноді не вирішуваною задачею. А у випадку реалізації формування різної структури та властивостей в деталях часто потребується використання дефіцитних і вартісних матеріалів, а також додаткових технологічних операцій (частіш за все термічного оброблення), що призводить до суттєвого підвищення їх собівартості, і як слідство, агрегатів, механізмів і машин. Вирішення задачі суттєво спрощується завдяки використанню в конструкціях обладнання, механізмів і машин металевих виробів (деталей) з градієнтною структурою в об'ємі, різних частинах або зонах. Тому останнім часом виникає підвищений інтерес до таких виробів, особливо для металевих виробів із чавунів, які є найбільш поширеними конструкційними сплавами для виготовлення фасонних заготовок і деталей різноманітних агрегатів, обладнання, машин і конструкцій.

Особливістю металевих виробів з градієнтною структурою є виготовлення їх із двох та більше сплавів, які характеризуються різною структурою і властивостями в їх окремих частинах і замість різкої межі розділу між різними матеріалами мають перехідну зону, в якій спостерігається плавний градієнт концентрації, мікроструктури і властивостей. Із відомих способів отримання функціонально-градієнтних металевих матеріалів найбільший інтерес представляють деталі, виготовлені методом лиття. Однак, суттєвим недоліком існуючих технологій отримання литих функціонально градієнтних матеріалів є необхідність виплавлення двох різних за хімічним складом і властивостями металевих розплавів.

В представлений роботі запропоновані і досліджені способи виготовлення функціонально-градієнтних металевих матеріалів із базового розплаву чавуну, виплавленого в одному плавильному агрегаті. Різна структура і властивості в окремих частинах вилівка досягаються за рахунок внутрішньоформового модифікування базового розплаву в каналах литникової системи різними за функціональним призначенням і дією на розплав твердими добавками. Після чого в окремих частинах вилівка формується різна (відмінна) структура, наприклад сірого чавуну в одній зоні і високоміцного чавуну з кулястим графітом в іншій зоні вилівка з вузькою перехідною областю з плавним градієнтом концентрацій, мікроструктури і властивостей.

МАРКЕТИНГОВА СТРАТЕГІЯ У ФОРМУВАННІ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Фоміченко І.П., Сагайдакова А.І.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Сучасна світова економіка вимагає від конкурентоспроможного підприємства використання нових підходів до формування системи стратегічного управління. Зокрема, виникає потреба у більш широкому застосуванні маркетингових інструментів управління підприємством та розробці маркетингових стратегій.

Механізм формування ефективної маркетингової стратегії підприємства є предметом дослідження в роботах значної кількості зарубіжних та вітчизняних науковців. Вагомий внесок у вивченні даного питання зробили такі зарубіжні вчені, як: Ф. Котлер, Ж.-Ж. Ламбен, М. Мак-Дональд, О. Уолкер, Д. Хассі, Й. Шумпетер та інші.

Питання необхідності впровадження стратегій маркетингу у формуванні конкурентоспроможності підприємства розглядали у своїх працях І.А. Бланк, І.З. Должанський, О.М. Єрмолов, Н.М. Павлішина, А.М. Ужва та інші.

Метою наукового дослідження є вивчення та обґрунтування важливості впровадження стратегії маркетингу у формуванні конкурентоспроможності підприємства.

Маркетингова стратегія, на нашу думку, це довгостроковий, перспективний підхід і загальний план гри будь-якого підприємства чи будь-якого бізнесу з основною метою досягнення стійкої конкурентної переваги шляхом розуміння потреб і побажань клієнтів. Маркетингова стратегія – це широка стратегія, яка охоплює все: від того, як компанія позиціонує себе, до креативу, стратегічних партнерів, зв'язків зі ЗМІ, комплексу маркетингу, а також каналів і тактик. Зміст терміну «маркетингова стратегія» має відображати певні загальні особливості:

- маркетингова діяльність підприємства у довгостроковій перспективі повинна збігатися з головною метою діяльності підприємства, його місією, яка є головним вектором розвитку суб'єкта підприємницької діяльності;
- маркетингова стратегія набуває адаптивної функції та визначає життєстійкість підприємства в сучасних умовах господарювання;
- маркетингова стратегія сприяє забезпеченню ведення економічно ефективної діяльності та допомагає займати міцні конкурентні позиції на ринку в довгостроковій перспективі.

Детальний аналіз впливу зовнішніх і внутрішніх факторів середовища на підприємство дозволить приймати такі управлінські рішення, які забезпечать покращення конкурентного становища організації, гарантуватимуть успішне функціонування та розвиток. Тому розробка та впровадження маркетингової стратегії в роботу підприємства дасть змогу ефективно вирішувати цілі та завдання з урахуванням особливості сучасних умов господарювання.

МОДЕЛЬ НЕЙРОМЕРЕЖІ ВИЯВЛЕННЯ ВТОРГНЕНЬ ДО НЕЗАХИЩЕНОЇ ТОЧКИ ДОСТУПУ Wi-Fi

Хулап А.В.

(НТУ «ХПІ» м. Харків, Україна)

Більшість загальних атак на системи IoT використовували людський фактор, розробники залишали відкритими інструменти для налагодження або користувачі не змінювали паролі за замовчуванням. Відомий вірус Mirai вражав IoT-пристрої за допомогою таблиці з понад 60 поширених заводських логінів і паролів [1]. Сучасні дослідження фокусуються на централізованих системах інтернету речей з потужним центральним вузлом, наприклад [2]. Маленьким автономним пристроям увага не приділяється.

Метою роботи є дослідження можливості виявлення незвичних пристроїв які намагаються отримати доступ до веб-інтерфейсу точки доступу та оцінка можливості реалізації нейромережі на мікроконтролерах без FPU.

Якщо користувач не змінив заводські налаштування та логін/пароль, то зловмисник знає протокол, порт, пароль та інші. Тому розглядаємо наступні мережеві параметри: MAC адреса відправника, IP адреса призначення та час звернення. Співвідношення даних для навчання наступне: хороші 95%, погані 5%. Експеримент показав, що нейромережа виходила на стабільний режим роботи при наборі вхідних даних у 209 зразків. Для подальших досліджень був використаний набір даних у 20366 зразків. У табл. 1 наведена залежність результату від конфігурації внутрішніх шарів нейромережі. Найкращий результат показала мережа з 3 вхідними, 8 внутрішніми та 1 вихідним нейроном.

Таблиця 1 — Залежність результату від конфігурації внутрішніх шарів нейромережі

Конфігурація шарів	[1]	[2]	[3]	[4]	[8]	[1,1]	[8,8]
Помилки %	34.44%	34.44%	29.36%	28.02%	19.11%	4.94%	4.94%
Помилки всього	7014	7014	5980.2	5707.4	3892.2	1006	1006
Фальш позитивні	1	1	23.2	33.4	2	1006	1006
Фальш негативні	7013	7013	5957	5674	3890.2	0	0

Підсумком роботи є те, що хоча така нейромережа і може бути реалізована на цілочисельному процесорі, кількість фальш-позитивних помилок все ж занадто велика. Але дана нейромережа може бути використана як частина більшої мережі поведінкового аналізу та прогнозування наступних кроків.

Література:

1. Ragan S. Here are the 61 passwords that powered the Mirai IoT botnet. Csoonline, 2016. URL: <https://www.csoonline.com/article/3126924/here-are-the-61-passwords-that-powered-the-mirai-iot-botnet.html> (дата звернення: 06.06.2023).
2. Narudin F.A., Feizollah A., Anuar N.B., Gani A. Evaluation of machine learning classifiers for mobile malware detection. Soft Computing, 2016. DOI 10.1007/s00500-014-1511-6. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00500-014-1511-6> (дата звернення 06.06.2023).

ГІБРИДНЕ ВИРОБНИЦТВО ДЕТАЛЕЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОЦЕСУ ПЛАВЛЕННЯ ПОРОШКОВИМ ШАРОМ ТА ЧИСЛОВОГО ПРОГРАМНОГО КЕРУВАННЯ: ЕТАПИ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ

Цибуленко В.О., Воронцов Б.С.

(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна)

З урахуванням характеристик процесів плавлення порошковим шаром (PBF) та числового програмного керування (ЧПК), гібридний процес виробництва може бути розділений на три етапи: попередня обробка моделі, декомпозиція та реконструкція моделі, та постобробка.

Перший етап - попередня обробка моделі - передбачає підготовку моделі для подальшого виробництва. Це включає виправлення будь-яких дефектів або помилок у моделі, а також підготовку опорних структур для деталей, які вимагають їх. Цей етап може включати оптимізацію моделі для полегшення процесу виробництва.

Другий етап - декомпозиція та реконструкція моделі - передбачає розбиття вихідної моделі на під моделі. Це особливо важливо для складних деталей зі складною внутрішньою структурою. Декомпозиція моделі дозволяє розділити деталь на менші компоненти. Реконструкція моделі включає збір під моделей у збалансовану та готову до друку форму.

Третій етап - постобробка - передбачає обробку друкованих деталей для досягнення бажаного фінального результату. Після видалення порошку та опорних структур деякі деталі можуть потребувати додаткової обробки. Наприклад, для отримання гладкої зовнішньої поверхні може бути застосовано фрезерування зовнішніх поверхонь деталей.

Усі ці етапи планування можуть бути використані для автоматизованого точного виготовлення деталей зі складною внутрішньою структурою на основі процесу плавлення порошковим шаром. Результати такого процесу можуть бути використані для інтегрованого виготовлення складних деталей з високою точністю та якістю.

В контексті адитивного та субтрактивного гібридного виробництва (ASHM), точність поверхні компонентів досягається завдяки обробці з ЧПК. Для забезпечення збереження необхідного припуску на подальшу обробку при створенні адитивних моделей (AM) потрібно застосування адаптивної компенсації моделей на основі розрахункових моделей [1].

Основна ідея адаптивної компенсації полягає в тому, що точки трикутної пластини адаптивно зміщуються на різні відстані у різних напрямках, ґрунтуючись на розрахунковій моделі, щоб зберегти необхідний припуск на подальшу обробку. Відстань та напрямок залежать від необхідного допуску на чистову обробку, особливостей процесу з використанням порошкового шару (PBF) та кута нахилу, які, у свою чергу, залежать від характеристик моделі та її розташування. З огляду на наявність необхідних інструментів, модель АМ слід поділити на відповідні під моделі з урахуванням її внутрішніх характеристик [2].

Крім того, різні ступені свободи (такі як глибина різкості) для системи ЧПУ та напрямок розміщення моделі також впливають на вибір ріжучої поверхні та доступність інструментів. З урахуванням перерахованих вище факторів модель АМ розбивається на кілька під моделей, для яких одноразово планується траєкторія обробки інструментом внутрішньої поверхні, а потім під моделі послідовно виготовляються гібридним способом.

З метою підвищення ефективності виробництва та запобігання пошкодженню несучої конструкції, на даному етапі обробка з ЧПК здійснюється тільки для внутрішньої поверхні деталей. Планування траєкторії обробки інструментом може використовувати під моделі як заготовлю та розрахункову модель як цільову деталь із застосуванням програмного забезпечення для комп'ютерної підтримки виробництва (САМ) або ручного управління.

Після гібридного виготовлення, для деталей з опорною структурою необхідно видалити опорну структуру. Крім того, після видалення порошкового шару та опори, деякі деталі з необробленими структурами можуть бути оброблені повторно.

Для отримання більш гладкої зовнішньої поверхні необхідно фрезерувати зовнішні поверхні деталей, що дозволить отримати необхідні готові деталі. Процес планування шляху обробки інструментом зовнішньої поверхні деталей та повторна обробка можуть бути здійснені на основі АМ-моделі як заготовки та проектною моделі як цільової деталі за допомогою САМ-програмного забезпечення або ручної роботи.

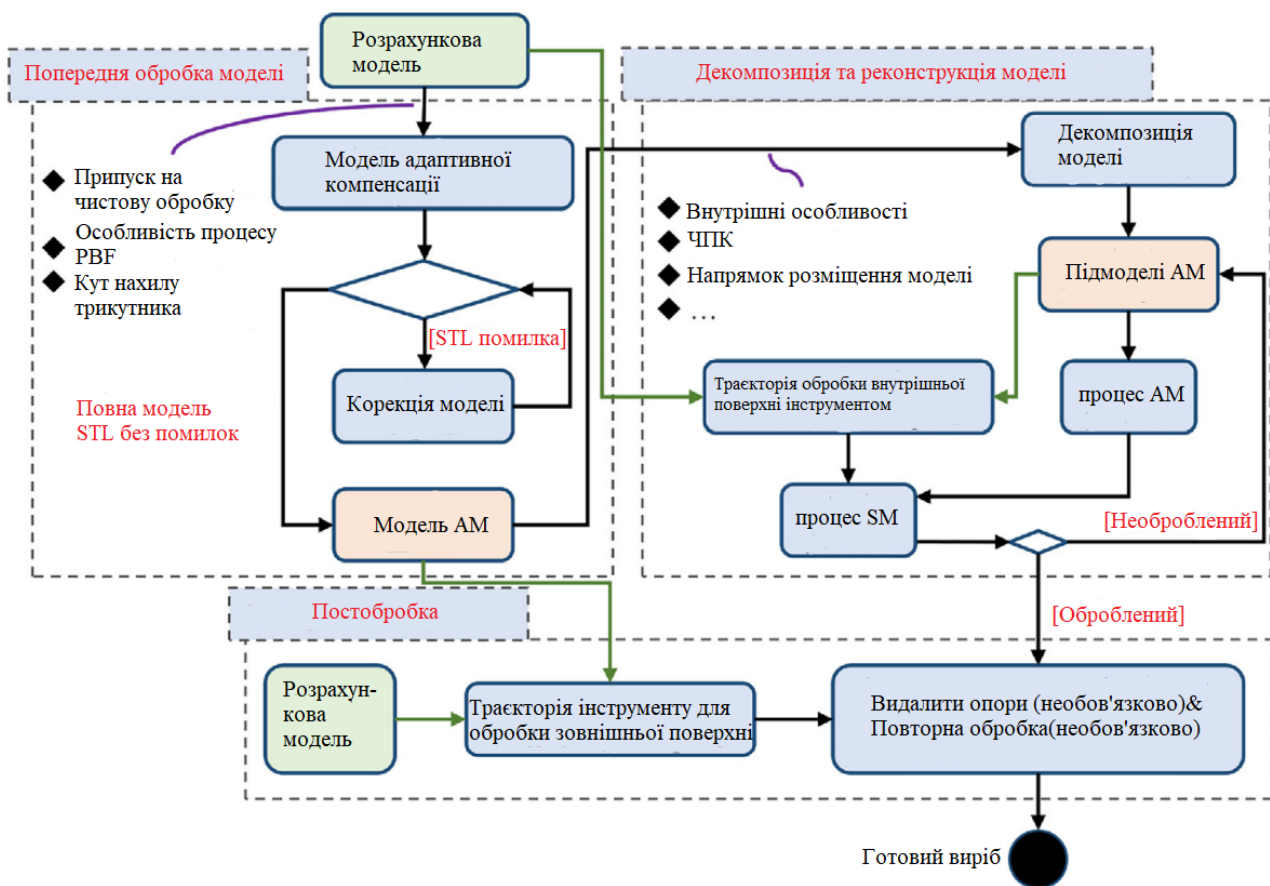


Рис.1. Схема адитивного та субтрактивного гібридного процесу. [3]

Ця робота спрямована на автоматизацію та покращення процесу виробництва деталей з використанням гібридного підходу, що поєднує процеси плавлення порошковим шаром та числового програмного керування. Вирішення проблем, пов'язаних з кожним етапом цього процесу, дозволить досягти високої точності, якості та ефективності виробництва складних деталей.

Література:

1. PARIS, Henri, et al. The development of a strategy for direct part reuse using additive and subtractive manufacturing technologies. *Additive Manufacturing*, 2018, 22: 687-699. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.addma.2018.06.026>.
2. ZHU, Zicheng; DHOKIA, Vimal; NEWMAN, Stephen T. The development of a novel process planning algorithm for an unconstrained hybrid manufacturing process. *Journal of manufacturing processes*, 2013, 15.4: 404-413. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2013.06.006>
3. WANG, Yin, et al. The process planning for additive and subtractive hybrid manufacturing of powder bed fusion (PBF) process. *Materials & Design*, 2023, 227: 111732. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2023.111732>

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ МЕРЕЖ

Чашин І.І., Суботін О.В.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

В кожній кваліфікаційній роботі мають бути елементи досліджень, моделювання процесів, навантажень, працездатності системи, мережі або їх апаратних складових. Для цього виділяють окрему дослідницьку частину, пункт або підрозділ у роботі, де приводяться матеріали з виконання дослідження та аналіз отриманих результатів дослідження.

Створення інформаційних мереж, їхні розроблення й дослідження пов'язані з необхідністю рішення широкого кола завдань аналізу й синтезу. Їхній основний зміст визначається методологією проектування мережної архітектури і її елементів [1].

У ході процесу проектування формується топологічна структура мережі, що задовольняє поставленим вимогам до її характеристик, вибираються технічні засоби, розробляється програмне забезпечення. Вибір ЕОМ і терміналів, які будуть використані у мережі, виконують із обліком того, що вони мають бути однотипними або можуть бути різних типів. При цьому з'ясовують, як буде здійснюватися оброблення інформації (чи буде діяти один головний обчислювальний центр і концентратори або буде здійснюватися розподілене оброблення інформації). Визначається також, які будуть обрані керуючі пристрої й протоколи управління процесами. Виробляється вибір каналів передачі даних і лінії зв'язку, які будуть застосовані в ІМ. Установлюються середні значення (або максимальні) розподілу припустимих тимчасових затримок. Вибираються значення пропускну здатності каналів зв'язку, задаються їхнім розподілом за структурою мережі. При цьому робиться обґрунтування, як треба використати лінії, які найкращі швидкості передачі й розміщення ліній. Забезпечують задані вимоги надійності мережі шляхом дворазового з'єднання й резервування каналів і встаткування мережних вузлів, коли недостатньо однократного [2].

При проектуванні мережі, як правило, необхідно також визначити найкращі формати повідомлень і маршрути руху, режими й методи передавання даних [3].

Для дослідження локальних та офісних комп'ютерних мереж використовується спеціальне програмне забезпечення з вільною ліцензією NetCracker Professional. Це програмне забезпечення дозволяє відтворити архітектуру інформаційних мереж з підтримкою базових технологій мереж, застосувати певні протоколи і стандарти обміну інформацією в проєктованих комп'ютерних системах на базі локальних та корпоративних мереж, отримати навички розробки та аналізу комп'ютерних мереж, налаштування мережного обладнання, моделювання роботи мережі в цілому та її окремих вузлів за допомогою сучасних програмних та апаратних засобів.

Як приклад, розглядається впровадження ІР-телефонії в локальну обчислювальну мережу (ЛОМ).

Для вирішення поставленої задачі треба вирішити наступні завдання: модернізація програмно-апаратного забезпечення локальної обчислювальної мережі та впровадження IP-телефонії.

Для цього треба зробити наступне:

- на підставі аналізу існуючої ЛОМ підприємства обрати необхідні апаратні і програмні засоби, забезпечити підвищення рівню захисту даних для впровадження IP-телефонії;
- обрати архітектуру нової мережі;
- проведено модернізацію програмно-апаратного комплексу;
- провести розрахунок і моделювання існуючої мережі, а так само модернізованої мережі з урахуванням і без урахування IP-телефонії.

На рис. 1 зображено змодельовану мережу з використанням IP-телефонії, котра була побудована за допомогою програми Net Cracker Professional.

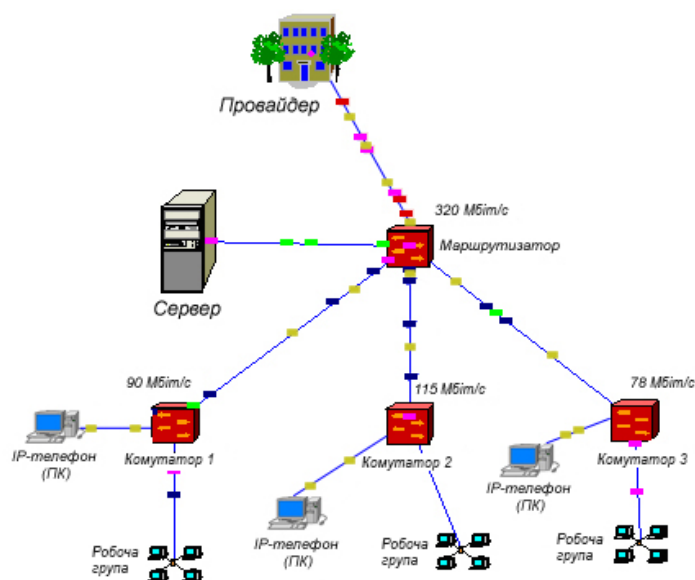


Рис. 1. Моделювання мережі з урахуванням IP-телефонії

Для даного проекту проведено розробку архітектури модернізованої мережі та модернізацію програмного забезпечення для застосування IP-телефонії. Підсумком роботи є модернізована локальна мережа із впровадженою технологією IP-телефонії.

Таким чином, використання програмного симулятора дозволяє дослідити ефективність роботи мережі за рахунок підбору правильного варіанту системи, при якому забезпечується мінімум втрат інформації, тобто забезпечується необхідна якість функціонування та одержання додаткової економії ресурсів.

Отримані результати можуть бути використані спеціалістами при побудові реальної мережі.

Література: 1. Зайченко Ю.П. Комп'ютерні мережі. – К.: Видавничий Дім «Слово», 2003. – 288 с. 2. Аналіз, синтез і оптимізація інформаційних мереж: Методичний посібник до самостійної роботи студентів денної і заочної форми навчання спеціальності 7.092501.-Краматорськ: ДДМА, 2005-84с. 3. Микитишин А.Г. Комп'ютерні мережі. / А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк й ін. - «Магнолія 2006», 2013 - 253 с.

МОДЕЛЮВАННЯ КУВАННЯ КОЛІНЧАСТОГО ВАЛУ МЕТОДОМ ПЕРЕДАЧІ МЕТАЛУ

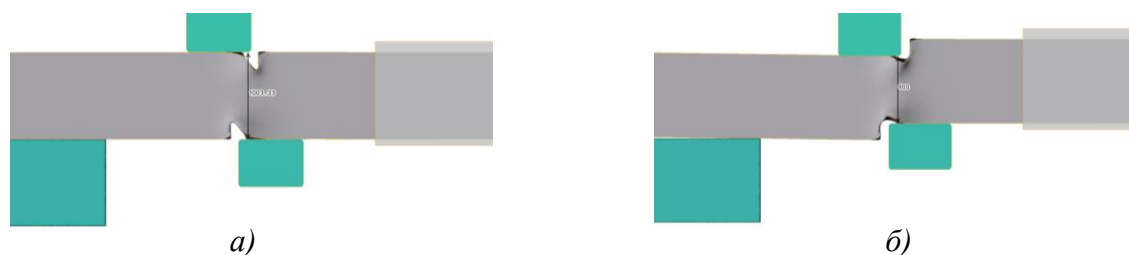
Чухліб В.Л., Палієнко В.О.
(НТУ «ХПІ», м. Харків, Україна)

Виготовлення поковок колінчастих валів з легованих і вуглецевих сталей вільним куванням є одним з відповідальних і дорогих процесів обробки металів тиском. Виробництво колінчастих валів саме по собі має значну нішу при виробництві найбільш значущих деталей. Кування великогабаритних колінчастих валів є одними з дорогих процесів, що пов'язано як з вартістю самої вихідної заготовки, так і складністю переділу кування [1,2]. Усі роботи пов'язані з дослідженням формозміни заготовок колінчастих валів, з найменшими технологічними витратами, є актуальними.

Формування виробу та його якості безпосередньо залежить від вибору оптимальних режимів технології кування, які зумовлені технологічними можливостями та виробничим досвідом підприємства.

Головним етапом даної роботи є порівняння впливу процесів передачі металу на напружено-деформований стан поковок за технологічним процесом.

Для моделювання процесу вільного кування використовується програмний комплекс QForm3D, в якому були задані такі вихідні параметри: заготовка квадратного перетину 1000x1000мм і довжиною 3000мм, марка матеріалу - сталь 40ХНМА. Також, згідно з технологічним процесом, обрано оптимальний температурний інтервал кування цієї сталі, який становить 1180-800°C. Необхідним є підігрів інструменту для зменшення втрат температури поковки. У даному випадку бойки підігріті до 300°C. Під час моделювання використовуються плоскі бойки з робочою частиною 400 мм. Також вихідні заготовки мають насічки сокирою, для формування передачі металу.



а) початкова заготовка ; б) продеформована заготовка

Рис. 1. Етапи деформації заготовки

Висновки: Аналіз напружено-деформованого стану заготовки при куванні колінчастих валів при виконанні операції передачі (рис. 1) показує, що характер розподілу деформації зумовлюють якості нерівномірності її розподілу в різних шарах поковки. Формування елементів колінчастого валу безпосередньо залежить від технологічних переходів, які в свою чергу зумовлюють якість отриманої поковки.

Література: 1. Каргин С. Б. Инновационные технологииковки валов : монография / С. Б. Каргин, Б. С. Каргин, В. В. Кухарь. – Мариуполь : ПГТУ, 2016. – 145 с. 2. Кальченко П.П. Новые технологические процессыковки крупных прессовых поковок: монография / П.П. Кальченко, О.Е. Марков – Краматорск : ДГМА, 2014 – 100 с.

ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ З ДВОМА ПОРОЖНИНАМИ ПОЗДОВЖНІМ ЗВОРОТНО-ПРЯМИМ ВИДАВЛЮВАННЯМ

Чучин О.В., Панібратченко Ю.А.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

На виробництві широко використовуються різні корпусні вісесиметричні деталі (перехідники, штуцери, сопла) циліндричної або конічної форми з постійною або змінною товщиною стінки [1–3].

Традиційно подібні деталі виготовляються зворотним або комбінованим видавлюванням. Для зниження енергосилових параметрів в процесі виготовлення порожнистих деталей використовуються різні схеми з реалізацією активного тертя, кручення, рідинного тертя [2–3].

З точки зору зниження робочих навантажень на інструмент найбільш перспективним способом одержання подібних деталей з двома порожнинами є поздовжнє зворотно-пряме видавлювання (рис. 1).

Метою роботи є дослідження в процесі поздовжнього зворотно-прямого видавлювання формозміни заготовки, розподілу інтенсивності деформації та напружень на основі методу кінцевих елементів (МКЕ) у середовищі QForm 2D.

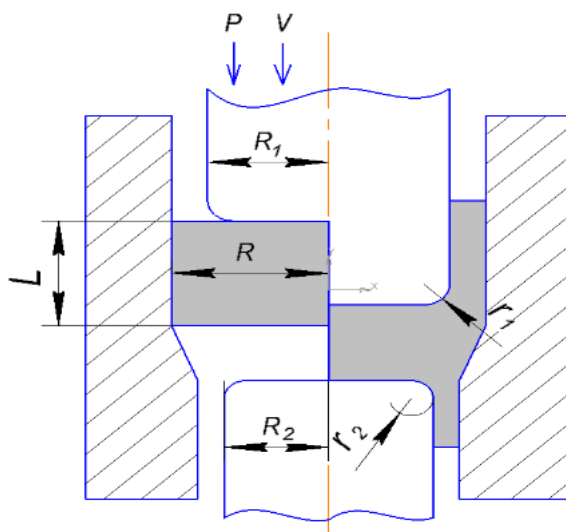


Рис. 1. Схема поздовжнього зворотно-прямого видавлювання порожнистих деталей

Для моделювання цього процесу використовувались механічні властивості матеріалу заготовки АД1 та були обрані наступні геометричні параметри (див. рис. 1): L - висота заготовки ($L = 35$ мм), R - радіус заготовки ($R = 25$ мм), R_1 - радіус пуансона ($R_1 = 20$ мм), R_2 - радіус проти-пуансона ($R_2 = 15$ мм), r - радіус заокруглення пуансона ($r = 3$ мм), r_2 - радіус заокруглення проти-пуансона ($r_2 = 2,5$ мм).

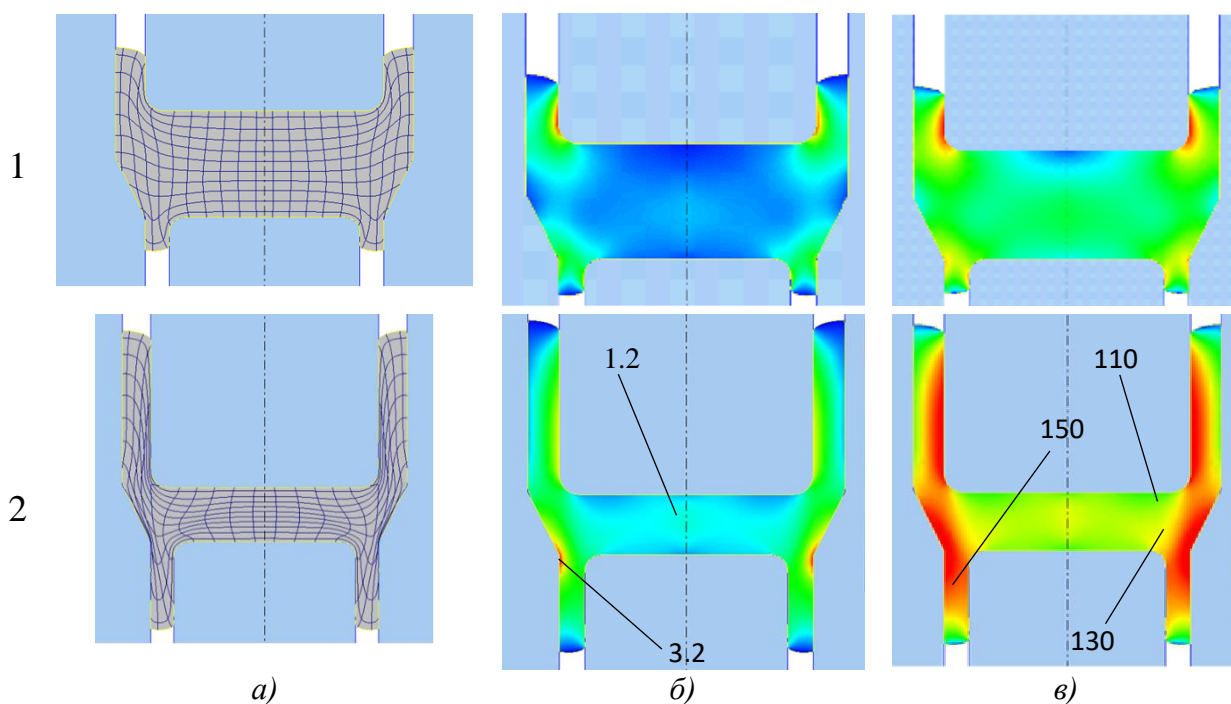


Рис. 2. Спотворення ділильної сітки (а), розподіл інтенсивності деформації ε_i (б), розподіл інтенсивності напружень σ_i МПа (в) для початкового (1) та кінцевого (2) етапу при відносному перебігу процесу $S/R = 0,65$

За результатами моделювання процесу поздовжнього зворотно-прямого видавлювання були отримані і проаналізовані поля розподілу інтенсивності деформації та напружень (див. рис 2). З початку процесу осередок деформації зворотного і прямого видавлювання рознесені один від одного, що перешкоджає виникненню поверхонь з високим градієнтом деформацій і інтенсивним зсувам (ряд 1, б, в). Цю особливість наявності розділеного осередку деформації з двома автономними ділянками слід враховувати при виборі поля швидкостей і аналізі силового режиму і формозміни заготовки в процесі штампування. Особливість також і в тому, що хоча інтенсивна деформація і зосереджується в окремих зонах у вихідних отворів, в проміжній зоні, яку прийнято вважати жорсткою, деформація також наростає і в цілому деталь стає в достатньому ступені рівномірною (ряд 2, б, в). Перевагою способу є протікання процесу в оптимальному режимі, що саморегулюється. Максимальні значення інтенсивності деформації та напружень досягають $\varepsilon_i = 3,2$, $\sigma_i = 150$ МПа.

Література:

1. Евстратов В. А. Основы технологии выдавливания и конструирования штампов / В. А. Евстратов. – Харьков : Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 1987. – 144 с.
2. Алиев И. С. Интенсификация технологических процессов выдавливания полых деталей / И. С. Алиев, В. П. Еремин // Совершенствование процессов и машин обработки давлением : сб-к научн. тр. – К. : УМК ВО. – 1988. – С. 9–18.
3. Дмитриев А. М. Технологияковки и объемной штамповки. Часть 1. Объемная штамповка выдавливанием: учебник для вузов / А. М. Дмитриев, А. Л. Воронцов. – М. : Машиностроение–1, 2005. – 500 с.

НЕГАТИВНИЙ ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СПАДЩИНИ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗУБЧАСТИХ РЕЙОК

¹Шаповалов М.В., ²Скидан Н.П., ³Клочко Л.В., ²Юр'єва М.В.

(¹ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна, ²НТУ «ХПІ», м. Харків, Україна,

³Донецький ОБЛІППО м. Краматорськ, Україна)

Значний інтерес представляє явище технологічної спадковості, що виявляється при дослідженні шляхів поліпшення точності та якості поверхні зубчастих рейок з метою підвищення експлуатаційних властивостей.

В результаті проведених досліджень [1,2] встановлено існування технологічної спадковості при утворенні якості робочих поверхонь деталей машин. Причому технологічна спадковість проявляється не тільки після чистових операцій, але і може впливати на зміну властивостей або на втрату точності форми готової деталі при її експлуатації в результаті впливу тих чи інших елементів якості поверхні, створених у поверхневому шарі деталі при попередній обробці.

Найпростішим і наочним прикладом, що підтверджує прояв технологічної спадковості, може служити явище геометричного копіювання вихідних похибок форми зубчастої рейки в поздовжньому та поперечному напрямках. Якщо, наприклад, на попередній операції деталь мала відхилення від площинності, перпендикулярності суміжних базових поверхонь і кутової деформації в поздовжньому напрямку, то і на подальшій операції вийде відхилення від площинності, перпендикулярності суміжних базових поверхонь і кутова деформація в поздовжньому напрямку, тільки меншої величини [1,3]. За виконання низки операцій форма і розміри деталі дедалі більше уточнюються, але вихідні похибки певною мірою копіюються усім операціях. Це копіювання геометричних похибок, як відомо, пояснюється в основному наявністю пружних відтискань у системі ВПД (верстат-приспособування-інструмент-деталь).

Однак копіювання похибок відбувається не тільки через недостатню жорсткість системи ВПД, але і внаслідок теплових явищ. Якщо, наприклад, шліфуються базові технологічні поверхні зубчастих рейок з підвищеним вихідним відхиленням від площинності, то навіть зовсім площинні після шліфування поверхні рейок через деякий час знову приймають відхилення від площинності. Це пояснюється перерозподілом внутрішніх напруг, створених нерівномірним теплоутворенням при зрізанні різного за величиною припуску з поверхні деталі фрезеруванням.

У рамках робіт [2,3] під технологічною спадковістю мається на увазі явище перенесення властивостей оброблюваного об'єкта (заготівлі) від попередніх операцій до наступних, яке надалі позначається на експлуатаційних якостях деталей машин. При цьому зміна експлуатаційних властивостей визначається методами і режимами, що застосовуються на окремих операціях термічної і механічної обробки, видом і станом ріжучого інструменту, умовами охолодження, розмірами операційних припусків, послідовністю і змістом операцій технологічного процесу в цілому.

Для забезпечення оптимальної довговічності та надійності роботи деталей необхідно надавати їх обробленим поверхням найвигідніші геометричні характеристики та фізико-механічні властивості.

Відносно мікрогеометрії поверхні вважалося, що важливо забезпечити заданий кресленням клас шорсткості незалежно від способу або методу її отримання [1,3]. Такий підхід до оцінки якості та експлуатаційних властивостей оброблених поверхонь є хибним. Проведені дослідження показують, що однакові за точністю і висотою шорсткості поверхні деталей машин можуть мати різні експлуатаційні властивості. Це тим, що шорсткість як така неспроможна характеризувати фізичного стану поверхневого шару металу. У поверхонь з однаковою кінцевою шорсткістю можуть бути різні ступені наклепу, неоднакові характер і величина залишкових напруг, різні ступінь спотворення кристалічної будови і ступінь порушення цілісності поверхні за рахунок мікротріщин, задирок, розпушення. Різними можуть бути хімічний склад та структура поверхневого шару металу. Якщо поверхня отримана в результаті виконання комплексу механічних операцій з виділенням в зоні різання значної кількості тепла, то окремі хімічні складові можуть вигоряти, в результаті чого знижуються експлуатаційні властивості металу.

Підсумком роботи є висновки, що основні експлуатаційні властивості поверхні, тобто. її мікро- і макрогеометрія, мікротвердість, напружений стан, наклеп, цілісність поверхні, хімічний склад, структура найтонших зовнішніх шарів металу формуються протягом усього періоду обробки деталей. У цьому окремі характеристики і показники переходять від операції до операції, тобто. хіба що “успадковуються” від попередніх (рис. 1) операцій [2,3].

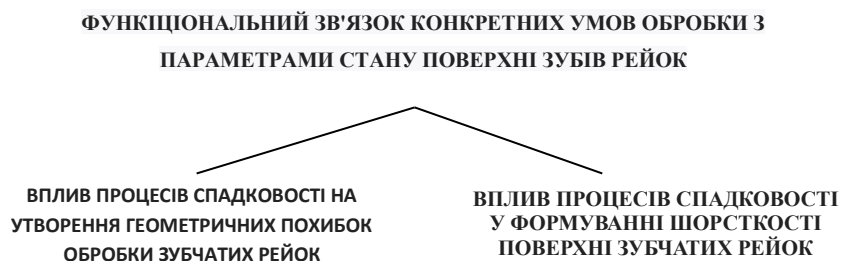


Рис. 1. Вплив процесів спадковості на утворення функціональних взаємозв'язків умов обробки

Література: 1. Пермяков О.А. Синтез технологічних параметрів високопродуктивної обробки зубчастих рейок спареними фрезами / О.А. Пермяков, О.О. Клочко, Ю.О. Сеница // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Технології в машинобудуванні. – Х. : НТУ «ХПІ», 2017. – № 17 (1239). – С. 71–77. – Бібліогр.: 7 назв. – ISSN 2079-004. 2. Имитационное моделирование в задачах машиностроительного производства в 2-х томах, Т. 1: учеб. пособие / А.В. Беловол, А.А. Клочко, Е.В. Набока, А.О. Скоркин, А.Н. Шелковой. под редакцией А.Н. Шелкового // Х.: НТУ «ХПІ», 2016. – 400 с. – ISBN 978-966-593-744. 3. Степанов М.С. Многокритериальная регламентация параметров поверхностного слоя деталей / М.С. Степанов, А. А. Клочко, А.Н. Кравцов // Физические и компьютерные технологии. Труды 21-й Международной научно-практической конференции. 24–25 декабря 2015, г.Харьков. – Д.: Лири, 2015. –С. 68–76. – ISBN 978-966-383-658-4.

ЗАСТОСУВАННЯ ІННОВАЦІЙ В СТРАТЕГІЧНОМУ УПРАВЛІННІ РЕГІОНАЛЬНИМ РОЗВИТКОМ В УМОВАХ ПІСЛЯВОЄННОГО РОЗВИТКУ

Шашко В.О.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Державна стратегія регіонального розвитку на період до 2027 року (далі - ДСРР-2027), яка була затверджена у 2020 році, стала головним планувальним документом державної регіональної політики України на 7 років з синхронізацією українського планувального циклу із європейським [1]. Стратегія визначила окремі типи функціональних територій, щодо яких мають застосовуватись нові інноваційні інструменти для розвитку.

Війна дуже сильно вплинула на всі складові внутрішньої політики держави взагалі, та державної регіональної політики зокрема. До традиційних викликів, які стояли перед Україною до війни, додалися нові, які тепер стали домінуючими і такими, що впливатимуть на України та її регіони ще досить довго.

Український уряд у лютому 2023 року затвердив оновлений перелік зон бойових дій. Назва загальна, адже у нього входять чотири типи територій: можливих бойових дій; велися/ведуться активні бої; тимчасово окуповані території. Станом на 10 березня 2023 у нього входять населені пункти у таких областях: Дніпропетровська; Донецька; Миколаївська; Сумська; Харківська; Херсонська; Чернігівська; Запорізька - значна частина української території є окупованою, на значній частині проходять активні бойові дії, звільнені території частково заміновані. Понад 11 мільйонів українців були змушені покинути місця свого постійного проживання [2]. Зареєструвалось у статусі внутрішньо переміщених осіб (ВПО) біля 7 мільйонів осіб (станом на серпень 2022 року).

Через повномасштабну війну державна регіональна політика потребує повного переосмислення: нова типологія територій, новий підхід до податкового регулювання та стратегій громад, зміни в адміністративно-територіальному устрої. В цих умовах ключовою компетенцією, що забезпечує конкурентоспроможність територій та країни в цілому, є сильний і життєздатний організаційний потенціал тих територій, яких не торкнулася війна. До війни території в Україні ділили за критерієм географічним, рельєфним (наприклад, гірські території), але зараз ключовим фактором стає безпека і віддаленість від збройних можливостей агресора. Саме на це в першу чергу зважатиме інвестор. Рельєф, логістика, наявність інфраструктури і робочих рук стає тим, що набувається, але не є критичним для інвестора, а типологія потягне за собою відмінності в підходах до управління, оподаткування і, навіть, адміністрування місцевих податків.

Є спільна позиція з Мінрегіоном, Асоціацією Міст України, що тепер в Україні буде 4 типи територій [3]: тимчасово окуповані території; території, де відбуваються бойові дії; опорні території – там, де спокійно, але при цьому вони надають першу допомогу тим територіям, де є бойові дії; території глибоко тилу – найбезпечніші області, куди переселилося найбільше населення, куди

відбувається релокація підприємств. Це регіони, котрі тепер генеруватимуть основу економіки та мають стати основою для економічного стрибка.

Станом на початок 2022 року ситуація із стратегіями розвитку на рівні територіальних громад мала наступний вигляд: із 1438-ти громад 617 (43%) мали затверджену місцевою радою стратегію, у 625-ти (44%) документ знаходився на стадії розробки, а у 196-ти (13%) робота над стратегією не розпочиналася [4].

Попри продовження війни уже сьогодні необхідно планувати, як відновлення уражених територій, так і створення умов для якомога швидшого повернення в Україну українських біженців, повернення у містя постійного проживання значної частини вимушених переселенців, відновлення місцевої, регіональної та національної економіки. Ми є свідками переходу від зовнішньої конкуренції територій до зміцнення та суперництва організаційних потенціалів, які дають змогу генерувати внутрішні конкурентні переваги та інвестиційні виклики.

Важливими чинниками напевно стають: 1) інтеграція внутрішньо переміщених осіб (ВПО) в громади та залучення їх до економічного розвитку; 2) ефективність взаємодії між військовими адміністраціями та територіальними громадами; 3) дієвість підрозділів сил територіальної оборони (ТрО) щодо забезпечення безпеки на місцях; 4) успішність адаптації до поточних умов місцевих програм та інструментів підтримки бізнесу; 5) спроможність допомогти в розвитку експорту; 6) розв'язання логістичних питань та ін.

Фактором успіху сучасного територіального стратегічного управління має стати його адресний характер, орієнтація на клієнта, якому буде цікавим певний регіон. Найважливішим з погляду клієнта є внутрішній потенціал спільного створення нових цінностей. Якщо раніше стратегії громад формувалися щонайменше на сім років, відповідно до державної стратегії, то тепер зрозуміло, що «цементувати» щось на такий тривалий термін не актуально. Зараз має бути більше тактичних кроків. Потрібно мати стратегічне планування на випадок абсолютно мирного плану, на випадок повторення загострення та на випадок нового повномасштабного вторгнення. І відповідно до цього розуміти, як працюватиме економіка тієї чи іншої території у тих чи інших умовах. Територія повинна бути готова до кожного сценарію розвитку подій. Це дасть змогу сформувавши міцний взаємозв'язок між територією та клієнтом, в рамках якого останній нерозривно ототожнює себе з регіоном та виявляє зацікавленість у досягненні спільної мети.

Література:

1. Ткачук А., Третяк Ю. Про відновлення та регіональний розвиток після війни. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.csi.org.ua/news/pro-vidnovlennya-ta-regionalnyj-rozvytok-pislya-vijny/> 2. Статус внутрішньо переміщеної особи в Україні. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://jurliga.ligazakon.net/news/211039_status-vnutrshno-peremshcheno-osobi-v-ukran 3. Все про децентралізацію (бюджетну, земельну та інше) у ... [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://agropolit.com/blog/503-yak-viyna-zminit-regionalnu-politiku-v-ukrayini-detsentralizatsiya-gromadi-podatki-ekonomika> 4. Нова регіональна політика України: що зміниться в законодавстві. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://lb.ua/blog/observatory_democracy/522307_nova_regionalna_politika_ukraini.html

ГРАФІЧНИЙ АНАЛІЗ ОПТИМАЛЬНОСТІ РОЗВ'ЯЗКУ ЗАДАЧ ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОГО ЗМІСТУ

Шевцов С.О.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Значна кількість задач з економіки полягає в оптимізації отриманого розв'язку, наприклад, знайти найбільший прибуток за певних умов, або мінімізувати витрати.

Метою роботи є окреслити коло економіко-математичних задач направлених на аналіз студентами задач економіки математичними методами. Розглянемо метод заснований на геометричній інтерпретації економічних завдань, яка дає можливість наочно представити їх структуру, на прикладі задачі по визначенню оптимального асортименту продукції:

Підприємство виготовляє два види продукції – P_1 і P_2 , яка надходить до оптового продажу. Для виробництва продукції використовується два види сировини – А і В. Максимально можливі запаси сировини в добу становлять 9 і 13 одиниць відповідно. Витрата сировини на виробництво одиниці продукції виду P_1 і P_2 дано в таблиці 1.

Таблиця 1 – Вихідні дані задачі

Сировина	Витрата сировини на виробництво одиниці продукції		Запас сировини, од.
	P_1	P_2	
А	2	3	9
В	3	2	13

Досвід роботи показав, що добовий попит на продукцію P_1 ніколи не перевищує попиту на продукцію P_2 більш ніж на 1 од. Крім того, відомо, що попит на продукцію P_2 ніколи не перевищує 2 од. на добу. Оптові ціни одиниці продукції дорівнюють: 3 грош.од. - для P_1 і 4 грош.од. - для P_2 . Яку кількість продукції кожного виду має виробляти підприємство, щоб дохід від реалізації продукції був максимальним?

Можна сформулювати задачу лінійного програмування, котру розв'яжемо графічним методом. Отримаємо: для досягнення максимального доходу потрібно виробляти 2,4 ум. од. продукції P_1 і 1,4 ум. од. продукції P_2 . При цьому витрати сировини А складуть 9 одиниць (ресурс дефіцитний), а витрати сировини В складуть 10 одиниць (ресурс недефіцитний).

При аналізі отриманого розв'язку можна його покращити за рахунок збільшення запасу дефіцитного ресурсу. У нашому прикладі сировина А є дефіцитним ресурсом. На рисунку 1 при збільшенні запасу цього ресурсу пряма L_1 переміщується вгору, паралельно самій собі, до точки К, в якій перетинаються лінії обмежень L_2 , L_3 , L_4 . Простором (допустимих) рішень стає багатокутник

АКДО. У точці К обмеження L_1 (для ресурсу А) стає надлишковим, так як будь-який подальший ріст запасу відповідного ресурсу не впливає ні на простір рішень, ні на оптимальне рішення.

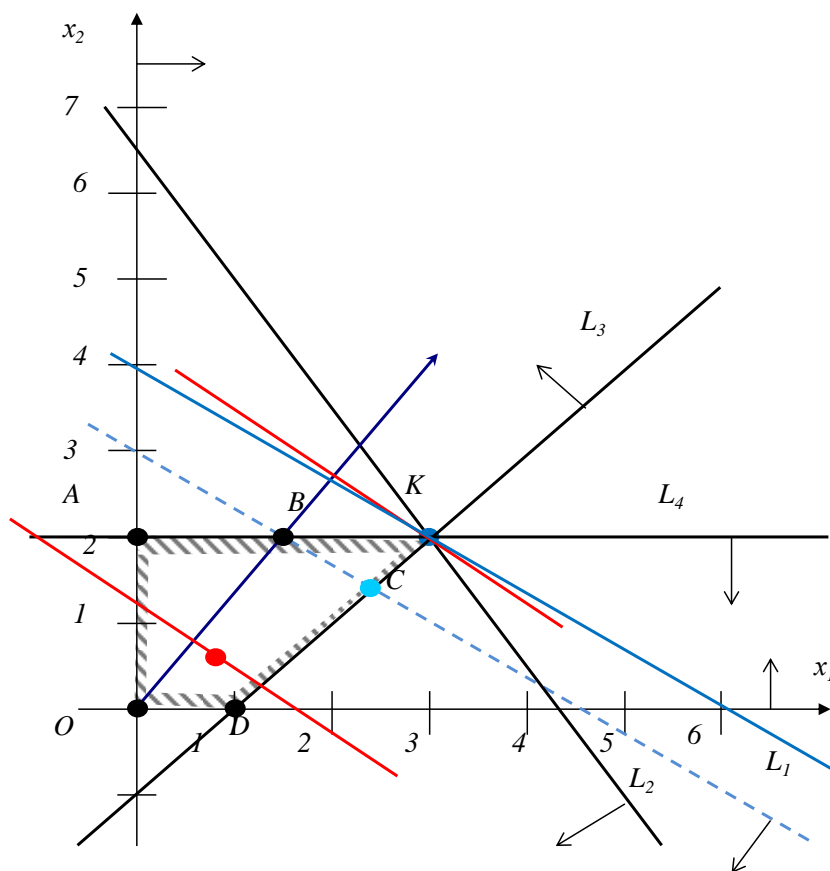


Рис. 1. Визначення оптимального рішення при збільшенні запасу сировини А.

В результаті виходить $x_1=3$ і $x_2=2$. Потім шляхом підстановки координат точки К в ліву частину обмеження L_1 визначається максимально допустимий запас ресурсу А, тобто 12 одиниць, при цьому дохід підприємства збільшиться до 17 грошових одиниць. Аналогічно можна провести аналіз стосовно дефіцитного співвідношення продукції Π_1 та продукції Π_2 (обмеження L_3), та аналіз зміни бездефіцитних обмежень L_2 та L_4 .

Висновки. Було отримано не тільки розв'язок економічної оптимізаційної задачі, а і на її прикладі показано як графічними методами можна провести аналіз розв'язку, та дати рекомендації щодо покращення результату з точки зору економіки.

Література:

1. Макаренко, В. О. Вища математика для економістів : навч. посібник / В. О. Макаренко. – Київ : Знання, 2008. – 517 с. : іл.
2. Барковський, В. В. Вища математика для економістів: навч. посібник / В. В. Барковський, Н. В. Барковська. – 5-е вид. – К. : Центр учбової літератури, 2010. – 448 с.
3. Малярець, Л. М. Математика для економістів. Вища математика для економістів: навч. посібник/ Л. М. Малярець, Л. М. Афанасьєва, А. В. Ігначкова. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2011. – Ч. 2. – 368 с.

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СТУДЕНТАМИ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ПЛАСТИНИ МЕТОДОМ СІТОК В ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧАХ

Шевцов С.О., Яковенко Д. Ю.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Серед задач машинобудування важливим є враховувати температурний стан заготовок під час їх обробки.

Метою роботи є окреслити коло задач теплопровідності що можуть бути розв'язані за допомогою чисельних методів моделювання методом сіток на прикладі температурного поля пластинки. На даний момент існує велика кількість програмних продуктів що розраховують температурні поля, але даний метод має право на своє існування в якості контролю температури під час процесу обробки, що дозволяє автоматизувати в певній мірі процес.

В цьому методі значення невідомої функції (температури в точках – вузлах пластини) визначають в вигляді таблиці. Для цього область в котрій необхідно знайти значення функції покривають сіткою. Точки перетину сітки називаються вузлами, в них і обчислюють значення функції та заносять до таблиці. Позначимо: T_{ij} - температура в вузлі де необхідно визначити її значення, в сусідніх вузлах вважаємо температуру відомою. Тоді згідно з формулою інтерполювання похідних, рівняння теплопровідності в прийме вигляд:

$$\frac{T_{ij-1} - 2T_{ij} + T_{ij+1}}{h^2} + \frac{T_{i-1j} - 2T_{ij} + T_{i+1j}}{h^2} = 0,$$

звідки

$$T_{ij} = \frac{T_{ij-1} + T_{ij+1} + T_{i-1j} + T_{i+1j}}{4}.$$

Таким чином маючи значення температури на границі пластини можна визначити значення в внутрішніх точках, отже за граничними умовами визначається температура у внутрішній точках об'єкту за граничними умовами.

Висновки. Було запропоновано метод, що піддається автоматизації, для контролю внутрішньої температури пластини за температурними даними на границі.

Література:

1. Шевцов С. О. Удосконалення технології виробництва днищ балонів на основі обкочування інструментом тертя з підсадкою : монографія / С. О. Шевцов, О. Є. Марков, О. М. Кулік. – Краматорськ : ДДМА, 2018. – 128 с.
2. Грудкіна, Н.С. Рівняння математичної фізики : посібник до практичних занять і самостійної роботи / Н. С. Грудкіна, С. О. Шевцов. – Краматорськ : ДДМА, 2019. – Ч. I. – 47 с.
3. Фельдман Л. П. Чисельні методи в інформатиці / Л. П. Фельдман, А. І. Петренко, О. А. Дмитрієва – К. : Видавнича група ВНУ. – 2006. – 480 с.

ПРОБЛЕМА МАСШТАБНОГО ЕФЕКТУ МІЦНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ СКЛІННЯ МАШИН ДЛЯ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ УМОВ НАВАНТАЖЕННЯ

¹Шевченко О. С., ²Родічев Ю.М., ²Сорока О.Б., ³Веер Ф.А., ⁴Ковальов В.Д.,
⁴Васильченко Я.В.

(¹ТОВ «Спецтехскло А», м. Костянтинівка, Україна, ²ІПМіц імені Г.С. Писаренка НАНУ м. Київ Україна, ³ТУ Делфт, м. Делфт, Нідерланди, ⁴ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Масштабний ефект конструкційної міцності модифікованого листового скла у елементах скління машин при високих експлуатаційних напруженнях у екстремальних умовах експлуатації є актуальною проблемою розвитку сучасних технологій їх виробництва [1]. Міцність великогабаритних структурних елементів багатошарових композитних блоків скління підвищеної міцності кабін літальних апаратів, швидкісного залізничного і автомобільного транспорту, «прозорої броні» залежить від механічного стану вихідного флюат скла, дефектності поверхні, технологій комбінованого зміцнення і достовірності виробничого контролю. На ефективність механічної поведінки таких елементів типу пластин невизначеним чином негативно впливають чисельні мікро- і макромасштабні фактори [2].

Метою роботи є аналіз стану проблеми, визначення задач комплексних досліджень за даним науковим напрямком та узагальнення попередніх результатів.

Внаслідок пружного характеру деформування, невизначеності залежностей механічної поведінки, крихкого руйнування і граничного стану структурних елементів з цих матеріалів від їх конструкції, розмірів, мікро-, макродефектності та ступеню деградації механічного стану при високому рівні напружень необхідним є встановлення закономірностей масштабного ефекту їх міцності при складних та екстремальних умовах навантаження. В роботі буде реалізовано комплексний підхід, що забезпечує дослідження на різних масштабних рівнях ролі багатьох конструкційних і технологічних факторів, що характеризуються різними за розмірністю параметрами, механізмами і ступенем впливу на міцність і руйнування елементів. Передбачено визначення критичних форм і розмірів дефектів, їх статистичної неоднорідності і закономірностей розподілу по довжині, площі поверхні або об'єму виробів та їх впливу на ефективність перспективних технологій зміцнення, величину розрахункових напружень, характер руйнування та ресурс конструкцій.

Експериментально-розрахункові дослідження за цим напрямком передбачають розвиток методологічних засад системної оцінки закономірностей впливу масштабного ефекту на ступінь деградації і граничний стан монолітних, багатошарових склополімерних композитних елементів з крихких матеріалів високої міцності залежно від умов статичного і динамічного навантаження. З позицій механіки твердого деформованого тіла та лінійно-пружної механіки руйнування будуть вдосконалені способи механічних випробувань та отримано закономірності впливу масштабного ефекту на дефектність, пошкоджуваність і міцність зразків різних форм та розмірів, модельних і реальних елементів з модифікованих крихких матеріалів з урахуванням ролі визначальних конструкційних, технологічних факторів.

На даний час переважна увага приділяється вдосконаленню методів стандартних випробувань пластин вихідного та зміцненого скла на вісесиметричний згин (BC3), при

поперечному чотирьох-точковому згині зразків з габаритами від 100 x 100мм до 1100 x 360 мм (за EN 1288-3 для будівельного скла). Площа їх робочої частини є незначною від 11мм² до 0,072м². Вона є значно меншою порівняно з навантаженою у реальних умовах площею конструкцій машинобудування та будівництва. Окремі дослідження авторів зі зразками з площею робочої частини пластин до 0,5м² при поперечному згинанні пластин з габаритами до 3,21м x 0,321м та 1,5м x 1м за спеціальними методиками доказали принципові недоліки результатів оцінки та виробничого контролю міцності елементів перспективних великорозмірних конструкцій з використанням малих зразків.

На рис.1 показано узагальнені результати оцінки залежностей характеристик міцності на згин зразків та елементів типу прямокутних пластин флоат скла товщиною 6 та 8 мм у вихідному (відпаленому) стані постачання від площі робочої частини з однаковим рівнем напружень розтягу на усіх ділянках її поверхні.

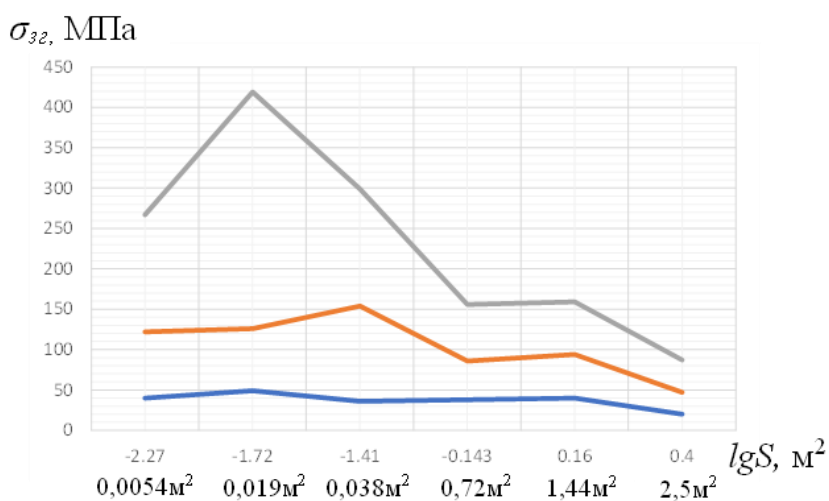


Рис. 1. Залежності величин границі міцності на згин листового флоат від сумарної площі робочої частини партій зразків скла

На горизонтальній вісі наведено величини загальної площі зразків та елементів різних типорозмірів, а саме: 12 зразків на ВСЗ 6 мм скла 120мм x 120мм, вирізаних з пластини 960 x 740 мм – площа 0,0054м²; 24 зразка на ВСЗ 8мм скла 160мм x 160мм – площа 0,019м²; 48 зразків на ВСЗ 6мм скла 120мм x 120мм, вирізаних з пластини 960мм x 740 мм – площа 0,38м²; 10 зразків 10мм скла 1100мм x 360мм – площа 0,72м²; 5 зразків 8мм скла 3210мм x 0,321мм – площа 1,44м²; 5 зразків 10мм скла – площа 2,5м². Криві: нижня - мінімальні значення границі міцності на згин, середня – середні значення і верхня-максимальні значення.

Встановлено, що малогабаритні зразки призводять до завищених оцінок конструкційної міцності великогабаритних елементів конструкцій машинобудування, будівельного скління та інших виробів нової техніки.

Література: 1. Rodichev Yu. Structural strength of glass and impact of scale factor. Вісник ТНТУ. 2013. Том 72. № 4. С.140-151. 2. Родічев Ю. М., Веєр Ф. А., Сорока О. Б., Шабетя О. А. Конструкційна міцність термічно зміцненого скла. Проблеми прочності. 2018. № 4. С.85–100.

СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ БІЗНЕСУ В УКРАЇНІ

Шубна О.В., Бойчук О.І.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Одним з найбільш перспективних напрямів стимулювання трудової діяльності населення в регіонах України, підвищення якості людського капіталу та зниження масштабів зовнішньої трудової міграції є розвиток інституту соціальної відповідальності бізнесу. Даній тематиці присвятили свої дослідження такі вітчизняні вчені, як Колот А. [1], Луценко О. [2] та багато інших. Однак у зв'язку зі складністю та комплексністю соціальних процесів, досі залишаються невизначеними деякі практичні аспекти. Основним завданням доповіді є вдосконалення теоретичних та практичних аспектів і напрямів реалізації соціальної відповідальності бізнесу в Україні. Враховуючи специфічні особливості соціально-трудова відносин в Україні, нами було розроблено перспективні напрями розвитку соціальної відповідальності бізнесу у регіонах України, які отримали відображення на рисунку 1.



Рис. 1. Перспективні напрями розвитку соціальної відповідальності бізнесу в Україні

Перспективними напрямками подальших досліджень цієї проблематики є визначення та аналіз основних проблем розвитку соціальної відповідальності бізнесу у регіонах України.

Література: 1. Луценко О. М. Сутність поняття «соціальна відповідальність бізнесу» та його видів. *Держава та регіони*. 2015. № 1 (82). С. 92-95. 2. Колот А. Генезис соціальної політики під впливом глобалізації та лібералізації економічних відносин. *Україна: аспекти праці*. 2008. №1. С. 3-11.

ЕКОНОМІЧНА КРИЗА В СХІДНИХ ОБЛАСТЯХ УКРАЇНИ: ОСНОВНІ ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ

Шубна О.В., Колієва К.О.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Вирішенню проблеми демо-економічного розвитку України шляхом формування екологічної безпеки в регіонах присвятили свої праці багато вітчизняних науковців, зокрема Загвайська Л.Д. [1], Макогон Ю.В., Рябчін О.М. [2], Михайлов С.С., Квасов В.А., Варламов Є.М. [3]. Однак більшість із них розглядають цю проблему на загальному теоретико-методологічному рівні. Специфіка проблеми в східних регіонах України, а саме першопричина її появи, вимагає трохи іншого підходу, що полягає в дослідженні екологічних проблем, які виникають у результаті розвитку промисловості й розробці важелів впливу на екологічні параметри промислового виробництва.

Щорічні збитки від деградації природи в результаті виробничої діяльності в Україні оцінюються в 10–15 % ВВП, при цьому найбільш високе навантаження на біосферу (найвища в Україні і Європі) доводиться на східні області України, у яких зосереджена п'ята частина промислового потенціалу країни. У цілому основними причинами кризових явищ в екології східних областей України є: висока концентрація промислових об'єктів; перевага видів промислової діяльності, що мають високий рівень негативного впливу на навколишнє природне середовище; високий рівень ресурсо- і енергоємності виробництв; застарілі технології; зношування основних фондів підприємств; низький рівень культури виробництва й порушення проектних технологічних режимів; значні обсяги накопичених протягом десятиліть виробничо-технічних відходів; низький рівень екологічної свідомості суспільства; відсутність обліку екологічного фактору при ухваленні рішення про розміщення виробництва; відсутність чіткої програми й фінансування екологічного оздоровлення східних регіонів і т. д.

Протиріччя, що виникають в процесі виробничо-господарської діяльності, між економічними інтересами їх учасників і екологічним станом природно-господарських систем можуть бути успішно вирішені або досить ефективно згладжені тільки в разі активізації втручання державних органів управління і громадськості в процес реструктуризації виробничої сфери східних регіонів країни.

Література: 1. Загвайська Л.Д. Еколого-економічні підходи до реалізації екологічної політики. *Економіка України*. 2002. № 12. С. 76–79. 2. Макогон Ю.В., Рябчін О.М. Роль Кіотського протоколу і сучасних еко-технологій в енергозберігаючій політиці України. *Стратегічні пріоритети*. 2006. №1. С. 135-143. 3. Михайлов С. С., Квасов В. А., Варламов Є. М., Необхідність удосконалення системи моніторингу довкілля для покращення екологічного стану регіонів України. *Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: зб. наук. статей XVII Міжнародної науково-практичної конференції* (м. Харків, 13-17 вересня 2021 р.) УКРНДІЕП. ПП «Стиль-Іздат», 2021. С. 132-139.

АВТОМАТИЗАЦІЯ РОБОТИ ДИСПЕТЧЕРА АВТОПАРКУ

Зайцев Я.П., Суботін О.В.

(ДДМА, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна)

Метою автоматизації процедури роботи диспетчера автопарку є забезпечення ефективного та безперебійного управління автопарком. Автоматизація диспетчерської роботи може сприяти покращенню оперативності прийняття рішень, скороченню часу реакції на непередбачені ситуації та підвищенню загальної ефективності роботи автопарку.

Диспетчер – працівник, який координує з центрального пункту хід роботи, виробничий процес, рух транспорту.

Центральне місце в діяльності диспетчера займає рішення тих чи інших завдань, що виникають в ході процесу управління. Диспетчер, який бере участь у складних системах управління, має справу з проблемними ситуаціями. Він повинен осмислити їх, виявити завдання і знайти шляхи її вирішення.

У своїй діяльності диспетчер автопарку керується:

- нормативними правовими актами, іншими керівними та методичними матеріалами, що стосуються питань оперативного управління рухом автотранспорту;
- статутом організації;
- наказами, розпорядженнями керівника організації (безпосереднього керівника);
- посадовою інструкцією.

Основне завдання диспетчера автовокзалу є якісна організація роботи транспорту і водіїв на лінії, а також контроль над дотриманням маршрутів і в цілому за ходом перевізних робіт.

Випуск рухомого складу на лінію диспетчерська група здійснює на основі графіка випуску, складеного відділом експлуатації та узгодженого з технічною службою автотранспортного підприємства (АТП).

Випуск може бути ступінчастим через певні проміжки часу або безперервним. Після підтвердження своїм підписом в подорожньому листі справності прийнятого автомобіля і пред'явлення диспетчеру водійського посвідчення водій отримує від диспетчера технічний талон на автомобіль.

Під час видачі подорожніх листів змінний диспетчер роз'яснює водіям характер майбутньої роботи, особливості її виконання, найкоротші маршрути прямування і тощо.

При зривах і відхиленнях випуску рухомого складу на лінію диспетчер зобов'язаний вжити заходів до рівномірного забезпечення рухомим складом всіх обслуговуваних об'єктів.

На рис. 1 зображено довідник розділу «Транспортні засоби та обладнання» програмного забезпечення.

В результаті реалізації проєкту розроблено програмний продукт для автоматизації роботи диспетчера автопарку з використанням принципів роботи бази даних.

Рис. 1. Довідник «Транспортні засоби та обладнання»

При створенні програмного продукту вирішені наступні завдання, необхідні для досягнення поставленої цілі:

- написане технічне завдання на розробку програмного забезпечення для автоматизації роботи диспетчера автопарку;
- розроблене програмне забезпечення для автоматизації роботи диспетчера автопарку;
- перевірена ефективність розробленого програмного продукту для автоматизації роботи диспетчера автопарку.

Виконана робота з реалізації автоматизації процедури роботи диспетчера автопарку є важливим кроком у поліпшенні ефективності управління автопарком. Це забезпечує автоматичну обробку різних процедур, що зв'язані з диспетчерською діяльністю, сприяє збільшенню продуктивності праці та зменшенню помилкових дій.

Отже, під час реалізації системи автоматизації роботи диспетчера автопарку розроблені та впроваджені різні функції та модулі, які допомагають управляти різними аспектами його роботи з урахуванням специфіки підприємства.

Створена централізована система управління, яка дозволяє диспетчеру здійснювати моніторинг та керувати наявними транспортними засобами автопарку.

Література: 1. McGrath M. PHP and MySQL. – In Easy Steps, 2018. 192 p. 2. Васильєв О.М. Програмування мовою PHP: навч. посіб. – Ліра-К. 2022. 368 с. 3. Мельник Р. Програмування веб-застосунків (фронт-енд та бек-енд). – Львів: НУ «Львівська політехніка», 2018. 248 с..

ЗМІСТ

<i>Abhari P.B., Solianov D.O., Lopaiev V.O.</i> Computer-aided design to investigate distributions of effective stain-stress in lateral extrusion process	5
<i>Dzerzhynskiy I.V.</i> Increasing the safety of the tower crane through the application of digital technologies	6
<i>Podlesny S.V.</i> Digitalization of teaching technical disciplines	7
<i>Алієва Л.І., Левченко В.М., Калюжний О.В.</i> Маловідходний процес холодного штампування деталей типу втулок з фланцем	9
<i>Алієв І.С., Левченко В.М., Марков О.Є., Абхари П.Б.</i> Дослідження процесу холодного видавлювання деталей типу «Конічний стакан».....	10
<i>Антоненко Я.С., Дмитришин І.С., Черкас С.М.</i> Моделі поведінки споживачів.....	11
<i>Антоненко Я.С., Ровенська О.Г., Хрульов В.С.</i> Імітаційне моделювання в бізнес-плануванні	12
<i>Антоненко Я.С., Шевцов С.О., Жувак М.С.</i> Моделювання рівня життя населення.....	13
<i>Бившева Л.О., Кондратенко Д.Є.</i> Особливості інвестиційної діяльності машинобудівних підприємств в умовах невизначеності	14
<i>Богданова Л.М., Аносов В.Л., Корсун Д.В.</i> Використання інформаційних технологій в підвищенні ефективності обробки на верстатах з ЧПК.....	16
<i>Бурцева О.Є., Малишко А.А.</i> Маркетинговий менеджмент у діяльності підприємств.....	17
<i>Бєлікова О.Ю., Швачко О.О.</i> Концептуальні заходи формування маркетингових комунікацій	18
<i>Васильченко Ю.В.</i> Специфіка перекладу англійських дефініцій машинобудівної термінології.....	19
<i>Васильченко Я.В., Мироненко О.Є.</i> Вибір параметрів асиметричних передач для редукторів у важкому машинобудуванні	21

Вовненко В.В. Оптимізація алгоритму рішення задачі про призначення за допомоги технології CUDA	23
Володченко В.В. Онтологічний підход до формування бізнес-моделі підприємства	25
Волошина О.О., Чернишков Д.О. Особливості розвитку машинобудування в умовах воєнного стану	26
Гавриш П.А., Сегін В.В., Бахтін І.Д. Особливості виконання ремонту зварної металоконструкції рудно-грейферного перевантажувача	28
Джулій Д.Ю., Плівак О.А., Майборода В.С., Косянчук В.В. Вплив магнітно–абразивного оброблення на різальні кромки твердосплавних пластин з покриттям.....	31
Дорохов М.Ю., Максимов Д.Є. Напрямки зменшення динамічних навантажень при виконанні операцій повороту баштового крана.....	33
Дорохов М.Ю., Семенченко С.Р. Дослідження напрямків зменшення вібрації стріли операторського крана.....	34
Дорохов М.Ю., Єрмакова С.О. Практичні шляхи зменшення навантажень внутрішнього зубчастого зачеплення передач із малою різницею числа зубів	36
Задорожня І. М., Чередниченко І. І. Синергетичний підхід щодо забезпечення якості та точності обробки деталей з урахуванням пружних властивостей механічних передач електроприводів металорізальних верстатів	38
Іванова Ю.О., Марков О.Є., Панов В.В., Мусорін А.В., Ровенський С.Г. Розробка технологічного процесу кування крупних поковок з мінімальними припусками.....	40
Калафатова Л.П. Технологічні середовища як інтенсифікатор процесу абразивної обробки матеріалів на основі скла	42
Калюжний О.В., Калюжний В.Л., Левченко В.М. Дослідження процесів обтиску порожнистих заготовок за різних температурних умов	43
Калініченко В.В., Мельник М.С. Вдосконалення технології виготовлення дрібних деталей збірних токарних різців на базі використання спеціального мехатронного верстатного обладнання.....	44

Кінденко М. І. Вплив магнітного стану і полярності робочої частини інструменту із швидкорізальної сталі Р6М5 на його експлуатаційні властивості	45
Кінденко М. І. Комплексне зміцнення інструменту виготовленого зі швидкорізальної сталі	47
Клименко Г.П., Разживін О.В., Бородай Р.А., Колюкін О.Ю. Статистичне моделювання надійності технологічної системи	49
Клименко Г.П., Суботін О.В., Донченко Є.І., Чащін І.В., Закір'я Р.Р. Експертний метод оцінки якості технологічних систем	50
Клименко С.А., Клименко С.Ан., Конєйкіна М.Ю., Манохін А.С., Чумак А.О., Мельничук Ю.О. Точіння загартованої сталі інструментом, оснащеним РсBN BL	52
Клочко О.О., Камчатна-Степанова К.В., Пермьков Є.О., Антоненко Я.С., Мироненко О.Є. Способи підвищення зносостійкості зубчастих циліндричних передач з обліком некратного зубчатого зачеплення.....	54
Ковалевський С.В., Ковалевська О.С., Коваленко О.М., Сидюк Д.М. Моделювання впливу мікрівібрацій на процеси тертя.....	56
Ковалевський С.В., Ковалевська О.С., Сидюк Д.М. Комплексна оптимізація технологічних процесів	58
Коваленко В.А., Разживін О.В. Шляхи зниження енерговитрат електроприводів великої вантажопідйомності.....	60
Ковальов В.Д., Васильченко Я.В., Шаповалов М.В., Заковоротний О.Ю., Поліщук Я.А. Математичні моделі та економічні критерії для пошуку оптимального управління режимами різання при обробці деталей машинобудування на важких верстатах	62
Ковальов В.Д., Васильченко Я.В., Шаповалов М.В., Анциферова О.О., Степанов Р.І. Оцінка граничної похибки приладу для вимірювання товщини мастильного шару в зубчастих передачах	63
Ковальов В.Д., Гасанов М.І., Заковоротний О.Ю., Клочко О.О., Пермьков О.А., Охрименко О.А., Сапон С.П. Структурні формування утворення експлуатаційних властивостей відновлюваних важконавантажених зубчастих коліс.....	65

Ковальов В.Д., Заковоротний О.Ю., Щербакова А.Ю., Станков Д.М. Розробка математичних моделей економічних критеріїв оптимізації режимів обробки на верстатах з ЧПК	68
Ковальов В.Д., Клименко Г.П., Шаповалов М.В., Станкова М.В. Забезпечення стабільності роботи твердосплавного інструменту після оброблення імпульсним магнітним полем	70
Ковальов В.Д., Коваленко А.В., Кметь І.А., Зубрицький З.В. Методи підвищення ефективності важких токарних та глибокорозточувальних верстатів з ЧПК.....	71
Кондратенко О.О., Аненко Н.В. Особливості сучасної концепції управління персоналом	72
Корчма Д.О., Властов П.В., Захаров Є.О. Інтегрально-квадратичний критерій для оптимізації регуляторів швидкості мехатронного модуля.....	73
Кравченко В.І., Міхєєнко Д.Ю., Васильєва Л.В., Стукалова Ю.А., Малий С.О. Інформаційне моделювання у ПМК автоматизації проектування клинопасових передач	74
Кухар В.В., Пожидаєв А.В., Доброносів Ю.К. Удосконалення механізму налаштування ролик-правильної машини при правці листового прокату використанням методу морфологічного аналізу.....	76
Левченко В.М., Алієва Л.І., Корденко М.Ю., Малий Х.В. Удосконалення процесу поперечно-прямого видавлювання деталей з фланцем	78
Левченко В.М., Кузьменко В.І., Кузьменко О.О., Сивак Р.І. Моделювання процесу холодного видавлювання з радіальним обтисненням у конічній матриці	79
Левченко В.М., Чучин О.В., Кузьменко В.І., Кузьменко О.О. Дослідження процесу комбінованого холодного об'ємного видавлювання корпусів коннекторів	80
Лещенко О. І. Розрахунок сил різання шляхом 3D моделювання процесу фрезування кінцевими фрезами	81
Луців І.В., Волошин В.Н., Буховець В.М. Похибки форми при обробці тонкостінних заготовок декількома різцями	82

Майборода В.С., Охрименко О.О., Клочко О.О., Гасанов М.І., Заковоротний О.Ю., Федоренко В.С., Сапон С.П., Манохін А.С., Шаповалов М.В. Процес моделювання контактної взаємодії при швидкісному зубофрезуванні великомодульних зубчастих коліс	83
Малигіна С.В., Бережна О.В., Плаксіє А.А., Буйкус Я.О. Математичне моделювання температурних полів при зварюванні по захисному покриттю	86
Малигін С.О., Ровенський С.Г., Анайко С.А. Дослідження зварювально-технологічних властивостей порошкового електроду для наплавлення.....	88
Манохін А.С., Клименко С.А., Клочко О.О., Камчатна-Степанова К.В. Контактні характеристики при чистовому різанні загартованих сталей	90
Марков О.Є., Хващинський А.С., Станков В.Ю., Молодецький В.В., Лисенко А.А. Дослідження способу кування крупних злитків з використанням операції профілювання	91
Мироненко Є.В., Баркова С.О. Вплив брендингу на конкурентоспроможність промислового підприємства	93
Мироненко Є.В., Міранцов С.Л., Барбулін В.О. Дослідження та вдосконалення конструкцій збірних відрізних різців для важких верстатів ..	94
Миронова Т.М., Ашкелянець А.В. Використання комп'ютерного моделювання для оптимізації режимів кування білого дактильованого чавуну	96
Мірошниченко О.В. Автоматизація проектування різального інструмента за допомогою САD-систем.....	97
Оверко М.В., Вірич С.О., Бабенко М.О. Алгоритм параметризації потоку при застосуванні імпульсного способу захисту від гідравлічних ударів	99
Остапенко А.О., Суботін О.В. Впровадження інформаційних ресурсів про боротьбу з корупцією та покращенню життя громадян.....	101
Охрименко О.А., Пермяков О.А., Орлова Т.О., Хорошайло В.В. Технологічне обладнання та інструмент для обробки зубчастих рійок.....	103
Пірогов Д.О., Воронцов Б.С. Рекомендації, щодо оброблення заготовок із титану отриманих за допомогою технології xBeam 3D Metal Printing.....	106

Повстяной О.Ю., Полінкевич Р.М., Четвержук Т.І., Редько Р.Г., Залета О.М. Експериментальне дослідження процесів розточування нежорстких заготовок	108
Руденко В. М., Горбачов О. С. Проблеми і напрямки створення мікропроцесорних систем діагностики приводів.....	109
Стецько А.Є. Поверхневе зміцнення відповідальних деталей штамсів для підвищення їхнього ресурсу.....	111
Стрельчук Р.М. Аналіз енергоємності процесу електроерозійного алмазного шліфування зі змінною полярністю електродів	113
Суботін О.В., Лістровой В.А. Система автоматичного стеження за слябами у пічному районі.....	115
Трембач І.О., Гринь О.Г. Вибір системи легування сплавів, що зазнають ударно-абразивного зносу	117
Тулупов В.І., Онищук С.Г. Забезпечення життєвого циклу виробів машинобудування комбінованими технологічними методами.....	118
Устиненко О.В., Дергоусов В.М., Нежибовський В.В., Анциферова О.О., Пермьяков Є.О. Уточнення рішення для визначення вихідного наближення розрахунку товщини мастильного шару циліндричних зубчатих передач головних приводів очисних комбайнів.....	120
Фесенко М. А., Фесенко А. М. Нові способи виготовлення функціонально - градієнтних матеріалів з базового розплаву чавуну	122
Фоміченко І.П., Сагайдакова А.І. Маркетингова стратегія у формуванні конкурентоспроможності підприємства	123
Хулан А.В. Модель нейромережі виявлення вторгнень до незахищеної точки доступу Wi-Fi	124
Цибуленко В.О., Воронцов Б.С. Гібридне виробництво деталей з використанням процесу плавлення порошковим шаром та числового програмного керування: Етапи та оптимізація	125
Чащин І.І., Суботін О.В. Розробка та дослідження інформаційних мереж..	128

Чухліб В.Л., Палієнко В.О. Моделювання кування колінчастого валу методом передачі металу	130
Чучин О.В., Панібратченко Ю.А. Виготовлення деталей з двома порожнинами поздовжнім зворотно-прямим видавлюванням	131
Шаповалов М.В., Скидан Н.П., Клочко Л.В., Юр'єва М.В. Негативний вплив технологічної спадщини в умовах експлуатації зубчастих рейок	133
Шашко В.О. Застосування інновацій в стратегічному управлінні регіональним розвитком в умовах післявоєнного розвитку	135
Шевцов С.О. Графічний аналіз оптимальності розв'язку задач лінійного програмування економічного змісту	137
Шевцов С.О., Яковенко Д. Ю. Чисельне моделювання студентами температурного поля пластини методом сіток в прикладних задачах	139
Шевченко О. С., Родічев Ю.М., Сорока О.Б., Веер Ф.А., Ковальов В.Д., Васильченко Я.В. Проблема масштабного ефекту міцності елементів скління машин для екстремальних умов навантаження	140
Шубна О.В., Бойчук О.І. Соціальна відповідальність бізнесу в Україні	142
Шубна О.В., Колієва К.О. Економічна криза в східних областях України: основні причини виникнення	143
Зайцев Я.П., Суботін О.В. Автоматизація роботи диспетчера автопарку	144

Наукове видання

ВАЖКЕ МАШИНОБУДУВАННЯ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

**МАТЕРІАЛИ
XXI Міжнародної
науково-технічної конференції**

Рекомендовано до друку вченою радою ДДМА,
протокол № 10 від 25.05.2023

Відповідальний за випуск: Віктор КОВАЛЬОВ
Комп'ютерне верстання: Максим ШАПОВАЛОВ

Підп. до друку 25.05.2023
Ум. друк. арк. 5,81.
Тираж 100 пр.

Формат 60×84^{1/16}.
Обл.-вид. арк. 5,42.
Зам. № 11

Видавець і виготівник
Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Академічна, 72
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру
ДК №1633 від 24.12.2003