

Матюхін А. Ю.

Доля С. П.

## РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИГОТОВЛЕННЯ МІТЧИКІВ

Одним з найпоширеніших та універсальних способів кріплення деталей в машинобудуванні є різьбове з'єднання. В свою чергу, для отримання внутрішнього профілю різьби широкого застосування отримав такий металоріжучий інструмент як мітчик. Саме застосування мітчиків дозволяє скоротити час на нарізання різьби, збільшити продуктивність праці та отримати точну геометрію профілю.

Від конструкційних та міцнісних характеристик мітчиків залежать якість різьбового з'єднання, стійкість та технологічні параметри процесу нарізання різьби [1, 2, 3]. Існують новітні аналітичні математичні моделі та он-лайн діагностичні системи, що дозволяють керувати технологічними параметрами процесу нарізання різьби для попередження та запобігання виникнення браку виробництва [4, 5]. Одне залишається незмінним – необхідність застосування мітчиків для нарізання внутрішньої різьби та налагодження їх масового виробництва.

Наявність технології та обладнання, що дасть можливість налагодити масове виробництво мітчиків при зниженій трудоемності процесу виготовлення, дозволить внести свій вклад у ріст національної економіки та збільшити конкурентну спроможність на світовому ринку.

Метою роботи є розвиток теоретичних основ створення автоматизованого виробничого комплексу з виготовлення мітчиків, до складу якого входить спеціальний мітчикоштампувальний прес-автомат, різьбошліфувальний верстат та допоміжне обладнання для переміщення, орієнтації та фіксації заготовок у просторі.

Традиційна технологічна схема виготовлення мітчиків складається з наступних операцій:

1. Токарно-автоматна обробка.
2. Проточка рівчака та хвостовика.
3. Протягування квадрата.
4. Таврування.
5. Термічна обробка.
6. Шліфування зворотних центрів.
7. Шліфування хвостової частини.
8. Шліфування робочої частини по зовнішньому діаметру.
9. Шліфування різьби із цілого прутка металу.
10. Прорізання рівчака шліфувальним кругом.
11. Заточка задньої поверхні.
12. Заточка передньої поверхні під кутом.
13. Доведення передньої поверхні пір'їв.
14. Антикорозійна обробка.

Найбільш трудомісткою та металозатратною операцією серед перерахованих є творення стружкових канавок. Утворення стружкових канавок у мітчиків МЗ–М8 робиться методом фрезерування і методом вишліфовування на шліфувально-прорізних верстатах.

Рівчаки в мітчиках фрезерують фрезами із затилованими зубами і фрезами з заточеними гострими зубами. Фрезерування фрезами з заточеними гострими зубами забезпечує кращу чистоту оброблюваної поверхні і вищу продуктивність операції. У фрез із затилованими зубами після кожного переточування збільшується простір для поміщення стружки, але ці фрези не забезпечують такої чистоти оброблюваної поверхні, як з заточеними гострими

зубами. Кількість зубів у затилованих фрез значно менша, ніж у фрез з заточеними гострими зубами. При неправильному вибраному режимі або при недостатньо гострій кромці вершина затилованого зуба швидко руйнується, внаслідок чого при заточуванні необхідно видаляти великий шар металу. Тому необхідно стежити за тим, щоб затиловані фрези були завжди добре заточені і не доводилися до великого затуплення.

Рівчаки мітчиків фрезерують як до виготовлення різьби, так і після цього. При фрезеруванні канавок після нарізання різьби задири заходять далеко між зубами, і видалення їх ускладнене. При нарізанні різьби після фрезерування канавок різець б'ється об передню поверхню мітчика, внаслідок чого при виході різця з різьби походять сколи, що погіршує якість різьби, яка нарізається. У більшості випадків рівчаки фрезерують до нарізання різьби. При фрезеруванні і шліфуванні різьби з цілого металу доцільно заздалегідь фрезерувати рівчаки. Задири, що утворилися, видаляють за допомогою металевих щіток або шліфувальним кругом під час заточування передньої поверхні мітчика.

Операція фрезерування канавок у мітчиків робиться на горизонтальних і подовжньо-фрезерних верстатах. У великосерійному виробництві рівчаки фрезерують за допомогою три-, п'яти- і семишпindelних головок.

Робота на багатоцентрових пристосуваннях вимагає точної установки робочих фрез, які мають бути насаджені на оправлення на відповідній відстані один від одного. Розміри настановних кілець, товщина і діаметр фрез мають бути суворо витримані. Комплекти фрез слід виготовляти з точністю 0,03–0,05 по діаметру.

При роботі з тришпindelною ділильною головкою, призначеною для фрезерування прямих канавок в осьовому інструменті, застосовується також спеціальна задня трицентрова бабка. При цьому треба виконувати наступні рекомендації:

- відстань між осями центрів задньої бабки має бути однаковою з відстанями між осями поворотних шпindelів ділильної головки;
- при фрезеруванні канавок не слід давати велику подачу для мітчиків з нарізаною різьбою і не слід доводити фрези до значного затуплення;
- при фрезеруванні канавок необхідно суворо дотримуватися профілю рівчаки, передбаченого при створенні конструкції мітчика.

З профілем рівчака пов'язані наступні елементи мітчика: передній кут, ширина пера, площа перерізу рівчака і кути задньої кромки. Форма рівчака має бути такою, щоб на всьому протязі різальної кромки величина переднього кута різко не змінювалася [6].

В свою чергу, на базі кафедри ОМТ ЗНТУ був розроблений та створений мітчишкоштампувальний прес-автомат (рис. 1), який демонструвався на ВДНГ та отримав медаль III ступеня (авторське свідоцтво № 710741, дата опублікування 25.01.1980) [7].

До безпосередніх переваг застосування цього прес-автомату порівняно з традиційними технологіями виготовлення мітчиків можна віднести:

- підвищення коефіцієнту використання металу (КВМу) на 10–30%;
- підвищення продуктивності штампування у порівнянні з продуктивністю штампувальника у 3,5 рази;
- зниження енерговитрат у порівнянні з енерговитратами при штампуванні на кривошипних пресах у 8 разів;
- зниження капітальних витрат у 3 рази;
- зменшення виробничої площі у 4 рази.

Зроблений літературний огляд, по способам виготовлення мітчиків засобами пластичного формування, вказує на відсутність аналогів мітчишкоштампувальних прес-автоматів. Існують технології, де пластична деформація застосовується лише для формування квадратного хвостовика мітчика для закріплення у мітчикотримачі.

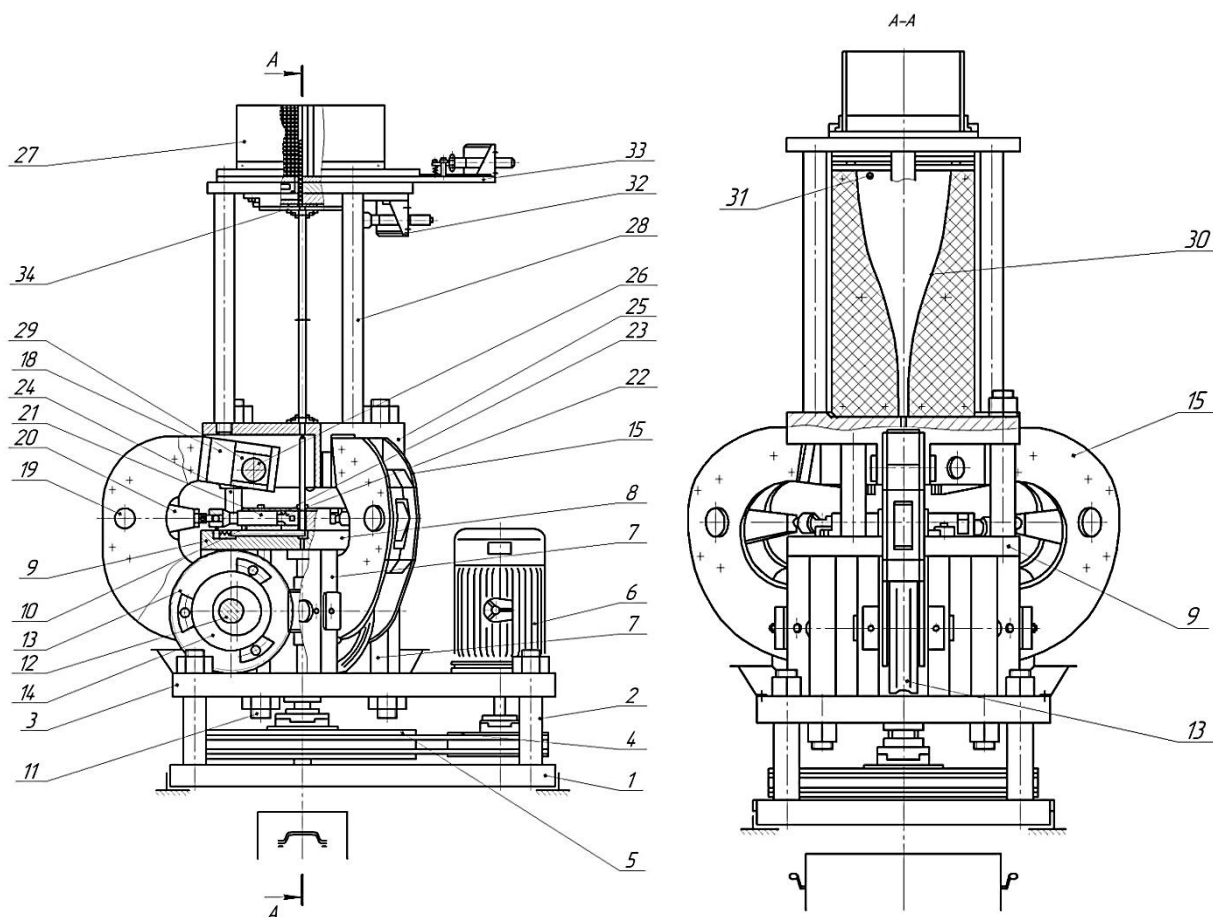


Рис. 1. Загальний вид радіально-штампувального прес-автомату (РШПА)

Конструкція прес-автомату виконана у вигляді п'яти вертикально розміщених один над одним блоків (рис. 2):

- 1 – електропривід;
- 2 – головний виконуючий механізм;
- 3 – радіальні направляючі для повзунів і пуансонів;
- 4 – живильник і автоматичний транспортуючий пристрій (АТП);
- 5 – магазин заготовок.

В свою чергу кожен блок складається з вузлів:

- 1 блок – електродвигун і клинопосова передача;
- 2 блок – черв'ячний редуктор;
- 3 блок – радіальні направляючі повзунів і радіальні направляючі пуансонів;
- 4 блок – гравітаційний пері орієнтатор заготовок, механізм поштучної видачі з приводом від електромагніта;
- 5 блок – накочувач і механізм шагового переміщення від електромагніту.

Всі блоки змонтовані на станині і стягнуті між собою шпильками.

Рух від електродвигуна через клинопосову передачу передається черв'яку і від нього одночасно трьома черв'ячними колесами, а потім – трьома кривошипамі головного виконавчого механізму. Для змащування черв'ячного редуктора окунанням передбачено піддон, який змонтований на траверсі. Змащування всіх деталей, між якими виникає тертя, відбувається за допомогою масляного насоса, який встановлений у нижній частині пресу. Масло від насоса по шлангам подається до всіх деталей, які мають між собою тертя. Для змащування застосовується масло циліндрове ГОСТ 1841-74. Підшипники кочення на шківу клинопосової передачі змащуються консистентною змазкою – солідол ГОСТ 4366-76.

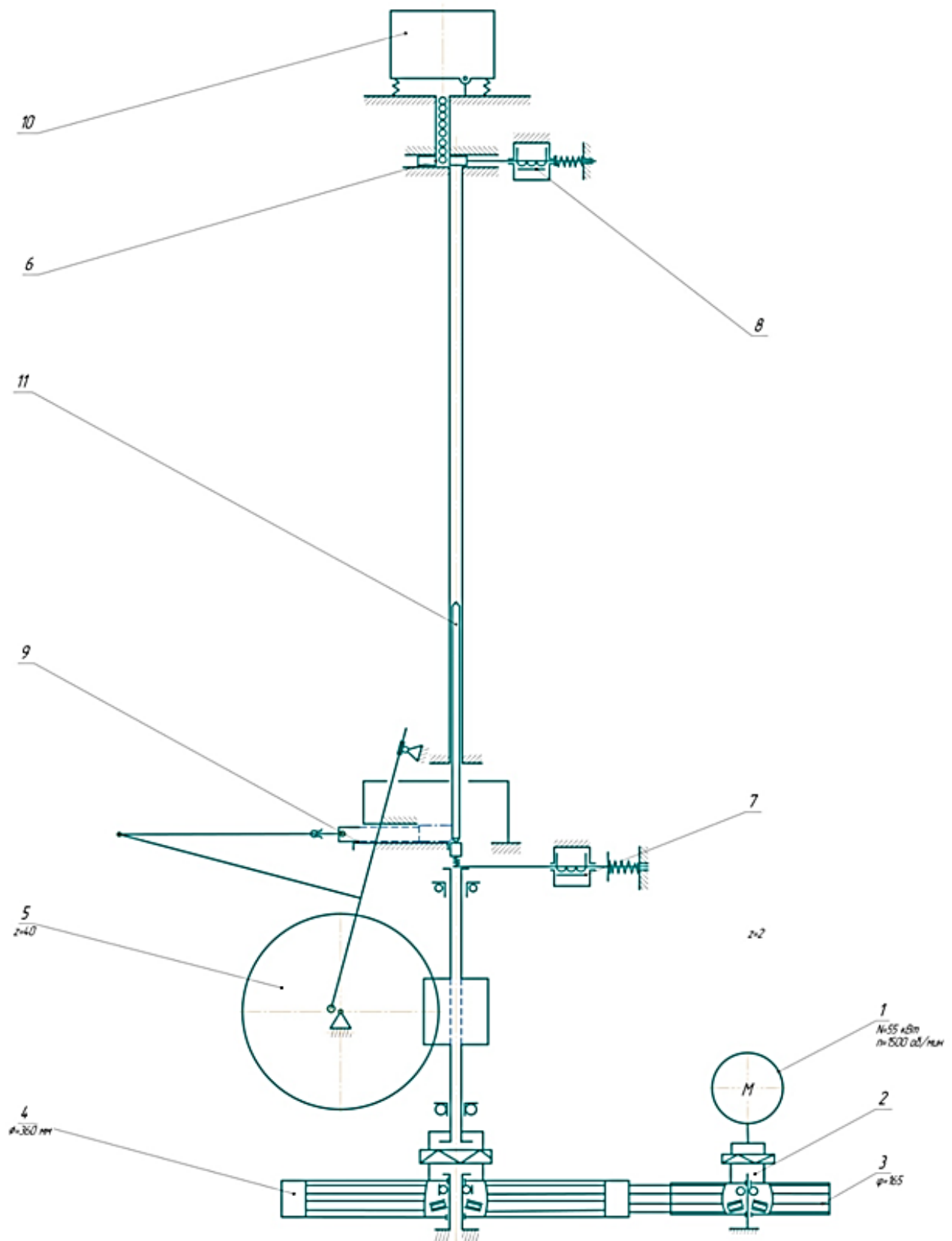


Рис. 2. Кінематична схема РШПА:

1 – електродвигун; 2 – редуктор; 3, 4 – приводи двигуна; 5 – черв’ячне колесо;  
6 – механізм поштучної видачі; 7, 8 – електромагніти; 9 – направляюча повзунів; 10 – магазин;  
11 – заготовка

Принцип роботи преса наступний: повзун, що знаходиться в крайньому передньому положенні, впливає на штифт електроконтактних датчиків механізмів поштучної видачі та рухомий упор, датчики подають сигнал на відповідні електромагніти і нова заготовка починає переміщатися на позицію штампування, досягаючи її за час переміщення повзуна на величину зворотного ходу. Відштампована заготовка починає рухатися після того, коли її звільнять повзуни.

Проте, незважаючи на цілий ряд суттєвих переваг, прес-автомат має і недоліки. Одним з основних недоліків можна вважати те, що він виготовляє лише заготовку під наступні технологічні операції на металорізальних верстатах, де мітчик отримує остаточні геометричні розміри (різьбонарізний профіль) та необхідні клас і чистоту поверхні. До другорядних недоліків слід віднести [8]:

- застосування гравітаційного постачальника штучної заготовки, що обмежує автономність роботи прес-автомату;
- відсутність у відштампованій заготовці квадратного хвостовика для кріплення у мітчикотримачі;
- недосить чіткий профіль трьох стружкових канавок.
- вузький діапазон типорозмірів.

Основною ідеєю запропонованої роботи є створення повністю автоматизованого комплексу з виробництва готових до експлуатації мітчиків різних типорозмірів. Це дозволить суттєво збільшити обсяг виробництва за рахунок збільшення продуктивності праці; зменшити верстатоемність за рахунок відмови від старого універсального та спеціалізованого обладнання для обробки металів тиском та різанням; зменшити собівартість виробництва мітчиків.

Запропонований технологічний маршрут (рис. 3) виготовлення мітчика буде складатися із наступних операцій та технологічних переходів:

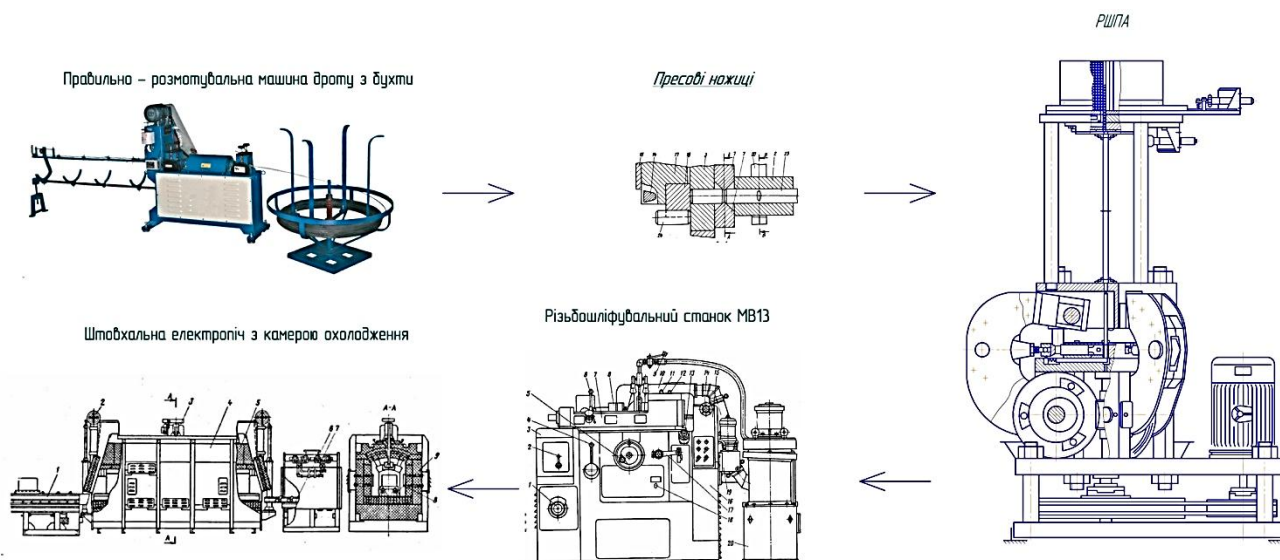


Рис. 3. Новий технологічний маршрут автоматизованого виготовлення мітчиків

1. Розмотування та правильні операції із заготовкою (дротом потрібного перерізу) на правильно-розмотувальній машині моделі СУА-103L, короткі характеристики якої приведені в табл. 1.

Таблиця 1

## Характеристики правильно-розмотувальної машини моделі СYA-103L

Тип	Одиниця вимірювання	СYA-103L
Діаметр дроту	мм	3–6
Довжина дроту	мм	40-2500
Потужність двигуна подачі	л.с.	1;5
Маса	кг	130
Пакувальні розміри	см	1400 × 950 × 1500

2. Розрізання дроту на мірні заготовки буде відбуватися за допомогою штапу для чистової розрізки (патент № 988472 [9]); він має перевагу перед іншими методами [10, 11] чистою зрізу та дешевизною.

3. Транспортування та влаштування одиничних заготовок у вібраційний бункер радіально-штампувального прес-автомату відбуватиметься за допомогою конвеєра з еластичною стрічкою.

4. Формування стружкових рівчаків та квадратного хвостовика на мітчиках буде відбуватися на поліпшеній конструкції радіально-штампувальному прес-автомату, а саме конструкція цього пресу буде доповнена механізмом для формування квадрата хвостовика на заготовках мітчика.

5. Далі йде транспортування на конвеєрі з еластичною стрічкою до різбошліфувального верстата, наприклад моделі MB13, на якому відбуватиметься остаточна обробка мітчика та набуття ним усіх геометричних профілів металоріжучого інструменту;

6. Кінцевою операцією є термічна обробка для набуття основних фізико-механічних характеристик мітчика.

Очікувані результати виконаної наукової роботи по розробці технології та обладнання для автоматизованого виготовлення мітчиків мають бути використані у машинобудівній промисловості для створення передових технологій масового виготовлення мітчиків. Технологія виготовлення мітчиків при застосуванні автоматизованих виробничих ліній має ряд суттєвих переваг порівняно з традиційними, зокрема: підвищена продуктивність праці та коефіцієнту використання металу, знижена метало- та верстатоемність; збільшені показники енерго- та ресурсоефективності.

## ВИСНОВКИ

Таким чином, запропонована нова технологія виготовлення мітчиків дозволить підвищити коефіцієнт використання металу, продуктивність праці, зменшити станкоємність, металоємність, конструкції верстатів, збільшити показники енерго- та ресурсоефективності. Перелічені переваги, в кінцевому рахунку, зменшать собівартість виготовлення мітчика, не знижуючи його механічних та технологічних властивостей, що дасть змогу гідно конкурувати національному виробнику як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Piska M., Sliwkova P. Surface parameters, tribological tests and cutting performance of coated HSS taps. *Energy Procedia*. 2015, 100 (C), pp. 125–134.
2. Zhu X.–H., Wang, Y., Tong H. The parameter sensibility analysis for fishing box tap based on the overall process of elastoplasticity in oil and gas wells. *Mathematical and Computer Modelling*. 2013, 58 (7–8), pp. 1540–1547.
3. Lee S.W., Nestler A. Simulation-aided design of thread milling cutter. *Procedia CIRP*. 2012, 1(1), pp. 120–125.
4. Shalamov P. V., Kulygina I. A., Yaroslavova E. N. ANSYS Software-based study of thermal drilling process *Procedia Engineering*. 2016, 150, pp. 746–752.

5. Gil Del Val A., Fernández J., Arizmendi M., Veiga F., et al. On line diagnosis strategy of thread quality in tapping. *Procedia Engineering*. 2013, 63, pp. 208–217.
6. Родин П. Р. Основы проектирования режущих инструментов: учебник. Киев : Высшая школа, 1990. 424 с.
7. Чумаков Б. Н., Соловьев А. А., Лайко В. Я. Радиально-штамповочный пресс-автомат: пат. 710741 СССР: В21 J7/16. 1980, Бюл. № 3.
8. Матюхін А. Ю., Бень А. М., Ленок А. А., Доля С. П. Спосіб отримання заготовки мітчика. *Машинобудування очима молодих: прогресивні ідеї – наука – виробництво*. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції 31.10.2018. Краматорськ : ДДМА, 2018. С. 127–129.
9. Огрызков П. М. Штамп для резки проката на мерные длины: пат. 988472 СССР: В23 D23/00. 1983, Бюл. № 2.
10. Мазниченко С. А., Кононенко В. Г., Яценко С. В. Импульсная машина для резки проката: пат. 662283 СССР: В 23 D 25/04. 1979, Бюл. № 18.
11. Иванов Ю. А., Рыжухин О. А., Карасев М. Н. Нож для резки сортового проката: пат. 1819737 СССР: В 23 D 23/00. 1993, Бюл. № 21.

## REFERENCES

1. Piska M., Sliwkova P. Surface parameters, tribological tests and cutting performance of coated HSS taps. *Energy Procedia*. 2015, 100 (C), pp. 125–134.
2. Zhu X.-H., Wang Y., Tong H. The parameter sensibility analysis for fishing box tap based on the overall process of elastoplasticity in oil and gas wells. *Mathematical and Computer Modelling*. 2013, 58 (7–8), pp. 1540–1547.
3. Lee S.W., Nestler A. Simulation-aided design of thread milling cutter. 2012, *Procedia CIRP*, 1(1), pp. 120–125.
4. Shalamov P.V., Kulygina I.A., Yaroslavova E.N. ANSYS Software-based study of thermal drilling process. 2016, *Procedia Engineering*, 150, pp. 746–752.
5. Gil Del Val A., Fernández J., Arizmendi M., Veiga F., et al. On line diagnosis strategy of thread quality in tapping. 2013, *Procedia Engineering*, 63, pp. 208–217.
6. Rodin P.R. Fundamentals of designing cutting tools: a textbook for university students. Kyiv: High School. 1990, 424 p. (in Russian).
7. Chumakov B.N., Soloviev A.A., Laiko V.Ya. Radial stamping press machine. Patent USSR 710741. 1980. (in Russian).
8. Matyukhin A.Yu., Ben A.M., Lenok A.A., Dolja S.P. A method of obtaining a tap blank. *Proceedings of the International Conference “Engineering through the eyes of young”*. Okt. 31 2018. Kramatorsk: DSEA. 2018, pp. 127–129. (in Ukrainian).
9. Ogryzkov P.M. Stamp for cutting rolled products to measured lengths. Patent USSR 988472. 1983. (in Russian).
10. Maznichenko S.A., Kononenko V.G., Yatsenko S.V. Pulse cutting machine. Patent USSR 662283. 1979. (in Russian).
11. Ivanov Yu.A., Ryzhukhin O.A., Karasev M.N. Knife for cutting long products. Patent USSR 1819737. 1993. (in Russian).

Матюхін А. Ю. – канд. техн. наук, доц. ЗНТУ;  
E-mail: mco2005@i.ua

Доля С. П. – магістр ЗНТУ.

ЗНТУ – Запорізький національний технічний університет, м. Запоріжжя.

*Стаття надійшла до редакції 12.09.2019 р.*