



Всеукраїнський науково-технічний журнал

All-Ukrainian Scientific & Technical Journal

ISSN 2520-6168 (Print)

**Machinery  
Energetics  
Transport  
of Agribusiness**



**ТЕХНІКА  
ЕНЕРГЕТИКА  
ТРАНСПОРТ АПК**



*Всеукраїнський науково – технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК» /  
Редколегія: Калетнік Г.М. (головний редактор) та інші. – Вінниця, 2018. – 4 (103) – 104 с.*

*Друкується за рішенням Вченої ради Вінницького національного аграрного університету  
(протокол 9 від 19.04.2019 р.)*

*Свідоцтво про державну реєстрацію засобів масової інформації №21906-11806 Р від 12.03.2016р.*

*Журнал є друкованим засобом масової інформації, який внесено до переліку наукових фахових  
видань України з технічних наук (Додаток 12 до наказу Міністерства освіти і науки України  
16.05.2016 № 515).*

**Головний редактор**

**Калетнік Г.М.** – д.е.н., проф., академік НААНУ,  
Вінницький національний аграрний університет

**Заступник головного редактора**

**Матвійчук В.А.** – д.т.н., проф., Вінницький  
національний аграрний університет

**Члени редакційної колегії**

**Анісімов В.Ф.** – д.т.н., проф., Вінницький  
національний аграрний університет

**Іскович – Лотоцький Р.Д.** – д.т.н., проф.,  
Вінницький національний технічний університет

**Огородніков В.А.** – д.т.н., проф., Вінницький  
національний технічний університет

**Бурдо О.Г.** – д.т.н., проф., академік АНТКУ,  
Одеська національна академія харчових  
технологій

**Гулько І.В.** – к.т.н., доц., Вінницький  
національний аграрний університет

**Бандура В.М.** – к.т.н., проф., Вінницький  
національний аграрний університет

**Булгаков В.М.** – д.т.н., проф., академік НААН,  
Національний університет біоресурсів і  
природокористування України

**Солона О.В.** – к.т.н., доц., Вінницький національний  
аграрний університет

**Іванов М.І.** – к.т.н., проф., Вінницький національний  
аграрний університет

**Кондратюк Д.Г.** – к.т.н., доц., Вінницький  
національний аграрний університет

**Любін М.В.** – к.т.н., доц., Вінницький національний  
аграрний університет

**Пришляк В.М.** – к.т.н., доц., Вінницький  
національний аграрний університет

**Серета Л.П.** – к.т.н., проф., Вінницький національний  
аграрний університет

**Веселовська Н.Р.** – д.т.н., проф., Вінницький  
національний аграрний університет

**Гевко Р.Б.** – д.т.н., проф., Тернопільський  
національний економічний університет

**Зарубіжні члени редакційної колегії**

**Володимир Крочко** – д.т.н., проф., Словацький  
аграрний університет (м. Нітра, Словаччина)

**Януш Новак** – д.т.н., проф., Люблінський  
аграрний університет (м. Люблін, Польща)

**Маріан Веселовські** – д.т.н., проф.,  
Люблінський природничий університет  
(м. Люблін, Польща)

**Зденко Ткач** – д.т.н., проф., Словацький  
аграрний університет (м. Нітра, Словаччина)

**Семенс Івановс** – д.т.н., проф., Латвійський  
аграрний університет (м. Улброка, Латвія)

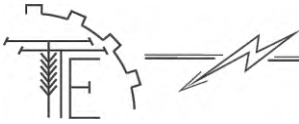
**Людвікас Шпокас** – д.т.н., проф., Університет  
Олександра Стулгинського (Литва)

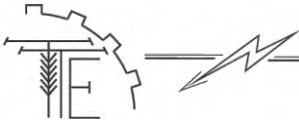
**Марош Коренко** – д.т.н., проф., Словацький аграрний  
університет (м. Нітра, Словаччина)

**Ян Франчак** – д.т.н., проф. Словацький аграрний  
університет (м. Нітра, Словаччина)

**Володимир Юрча** – д.т.н., проф., Чеський  
університет сільського господарства (м. Прага, Чехія)

**Гражина Езевська-Вітковська** – д.т.н., проф.,  
Люблінський аграрний університет (м. Люблін,  
Польща)

**ЗМІСТ****I. МАШИНОВИКОРИСТАННЯ У РОСЛИННИЦТВІ ТА ТВАРИННИЦТВІ***Гришун А.В., Бабин І.А., Севостьянов І.В.***ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СОСКОВОЇ ГУМИ НА ДІЙКИ ВИМЕНІ КОРІВ.....4***Мазур В.А., Балагура О.В., Журенко Ю.І.***ВПЛИВ КІЛЬКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ  
ВЛАСТИВОСТІ БІОМАСИ ЛЮЦЕРНИ ПРИ ЗАГОТІВЛІ СІНА .....9***Кондратюк Д.Г.***ШЛЯХИ ЗБІЛЬШЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПОСІВНИХ АГРЕГАТІВ.....18****II. ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС МОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ***Гунько І.В., Галушак О.О., Браніцький Ю.Ю.***ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗМІНИ СКЛАДУ СУМІШІ ДИЗЕЛЬНОГО ТА  
БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВ В ПРОЦЕСІ РОБОТИ АВТОНОМНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ  
УСТАНОВОК.....24***Швець Л.В.***РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ МАСТИЛА .....34****III. ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБНИХ І ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ***Фіалковська Л.В.***ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЗБАГАЧЕНОГО МОЛОКА .....42****IV. МАШИНОБУДУВАННЯ ТА МАТЕРІАЛООБРОБКА***Любін М.В., Токарчук О.А.***АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ, СПРЯМОВАНИХ НА  
ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ РІЗЬБОВИХ ОТВОРІВ В  
НЕРЖАВІЮЧИХ СТАЛЯХ .....48***Матвійчук В.А., Колісник М.А., Любін М.В.***РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ШТАМПУВАННЯ ОБКОЧУВАННЯМ  
СКЛАДНО ПРОФІЛЬНИХ ЗАГОТОВОК .....56****V. ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ ТА АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ***Боднар Л.А.***ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ  
ГЕНЕРАТОРНОГО ГАЗУ .....64***Алієв Е.Б., Яропуд В.П., Гаврильченко О.С., Іванченко О.В., Пацула О.М.***УСТАНОВКА ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАЛИВНИХ БРИКЕТІВ.....69****VI. ТРАНСПОРТНІ ТА ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА  
ОБЛАДНАННЯ***Рябошанка В.Б., П'ясецький А.А., Єленич А.П.***ФОРСУВАННЯ ПОТУЖНОСТІ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА ЗА РАХУНОК  
ВИКОРИСТАННЯ ТУРБОНАДДУВАННЯ .....75****VII. АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ***Зелінська О.В.***ЗАДАЧІ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ЯК ОБ'ЄКТІВ РОЗРОБКИ.....88****VIII. ДУМКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО***Колесник Л.Г.***ОБГРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ГАЗОДИЗЕЛЯ В РОБОТІ  
ДВИГУНА Д – 240 МАШИННО – ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА МТЗ-80/82  
ПІД ЧАС ОРАНКИ .....96**



## IV. МАШИНОБУДУВАННЯ ТА МАТЕРІАЛООБРОБКА

УДК 621.993.1.02

АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ  
РІШЕНЬ, СПРЯМОВАНИХ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ  
РІЗЬБОВИХ ОТВОРІВ В НЕРЖАВІЮЧИХ СТАЛЯХ

Любін Микола Володимирович, к.т.н., доцент,  
Токарчук Олексій Анатолійович, к.т.н., доцент  
Вінницький національний аграрний університет,

M. Lyubin, PhD, Associate Professor  
O. Tokarchuk, PhD, Associate Professor  
Vinnytsia National Agrarian University,

*Внаслідок інтенсивного розвитку галузей машинобудування конструкції сучасних виробів включають значну кількість деталей з нових матеріалів, більшість з яких складні в обробці. В основному це нержавіючі, жаростійкі і жароміцні матеріали, обробка яких як тиском, так і різанням, в порівнянні з обробкою звичайних конструкційних сталей, істотно ускладнена. При цьому, серед всіх видів обробки нержавіючих і жароміцних сталей і сплавів найбільш складними і низькопродуктивними є операції виготовлення різьбових отворів мітчиками. Нарізування внутрішніх різьб мітчиками навіть в звичайних конструкційних сталях є однією з найбільш складних операцій механічної обробки через несприятливі умов утворення та розміщення стружки, недостатню міцність мітчика, ускладнення подачі мастильно-охолоджувальної рідини в зону різання і ін.*

*Комплекс відомих заходів, спрямованих на підвищення стійкості мітчиків і їх надійності та створення нових інструментальних матеріалів, удосконалення конструкції і оптимізація геометрії різучої частини мітчиків, поліпшення якості робочих поверхонь, застосування нових видів охолодження і оптимальних режимів не вирішують остаточного питання високопродуктивного і якісного виготовлення різьбових отворів в нержавіючих і жароміцних сталях не тільки на високоавтоматизованому обладнанні, але і на звичайному.*

*Ключові слова: різьба, мітчики, працездатність мітчиків, ультразвук, деформація*

Ф. 2. Рис. 2. Літ. 13.

---

### 1. Постановка проблеми

При нарізанні різьби в деталях з нержавіючих і жароміцних сталей виникають додаткові ускладнення, пов'язані з особливостями їх хімічного складу і теплофізичних властивостей. Використання стандартних мітчиків в цих умовах не призводить до бажаних результатів. Робота ними супроводжується частими поломками, низькою стійкістю і недостатньою точністю різьбових отворів. Це призводить до того, що операцію нарізування внутрішніх різьб в деталях з нержавіючих і жароміцних сталей часто виконують вручну. При цьому застосовують мітчики з числом в комплекті 2, 3 і більше одиниць.

---

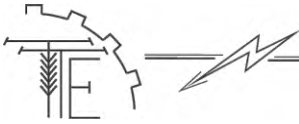
### 2. Аналіз останніх досліджень та публікацій

Відомо, що з фізичних властивостей нержавіючих сталей найбільший вплив на оброблюваність надає їх низька теплопровідність. Зменшення теплопровідності оброблюваного матеріалу несприятливо впливає на інтенсивність відводу тепла з осередку деформації, що видно із залежності

$$Q = K \cdot \Delta T \cdot F \cdot t, \quad (1)$$

де  $Q$  – кількість тепла, що відводиться за рахунок теплопровідності, гр.кал.;  $K$  – коефіцієнт теплопровідності, кал./см., сек.град;  $\Delta T$  – температурний градієнт;  $F$  – текучість теплового потоку, см<sup>2</sup>;  $t$  – час, сек.

Зменшення тепловідводу у виробі призводить до підвищення температури в зоні деформації. Теплопровідність нержавіючих сталей в 3..4 рази нижча, ніж для нелегованих вуглецевих сталей. Температура, що виникає у процесі механічної обробки, є важливим фактором, що впливає на схоплювання. З одного боку, підвищення температури знижує інтенсивність наклепу нержавіючої сталі і полегшує процес. З іншого боку, прогресуюче підвищення температури і тривале перебування інструменту під температурою сприяє ослабленню атомних зв'язків, посиленню дифузійних процесів,



які сприяють схоплюванню [4].

Крім того, аустенітна структура сталі 12X18H10T є найбільш однорідною з усіх структур залізвуглецевих сплавів, а тому дуже несприятливою з точки зору тертя, тому що, чим більш однорідніше структура, тим більшою схильністю до задирання володіє поверхня тертя.

Великий вплив на оброблюваність має властивість нержавіючих сталей отримувати зміцнення-наклеп у зоні різання, стружці і на обробленій поверхні. Підвищення твердості може скласти 50...100% від вихідної. Наклеп в зоні різання і стружка підсилює знос інструменту. Боротьба з наклепом шляхом правильного вибору геометрії інструменту, режимів різання і додаткових технологічних операцій набуває найважливішого значення в сучасному машинобудуванні [3].

Мітчик є одним з найбільш складних ріжучих інструментів як по конструкції, так і по виготовленню. Умови роботи мітчика дуже важкі, так як зона різання малодоступна для змащувально-охолоджуючої рідини і для спостереження. При нарізанні різьби в деталях з нержавіючих сталей виникають додаткові ускладнення, пов'язані з їх фізико-хімічними та теплофізичними властивостями, зазначеними вище.

Природно, що такий стан різьбонарізних операцій не відповідає вимогам, що пред'являються до сучасного машинобудівного виробництва.

З метою пошуку можливостей усунення зазначених недоліків, нижче наводиться аналіз існуючих конструктивних і технологічних рішень, спрямованих на підвищення продуктивності процесу виготовлення різьбових отворів у нержавіючих сталей, підвищення стійкості інструменту і зниження собівартості обробки деталей.

---

### 3. Мета дослідження

---

Мета дослідження – пошук можливостей усунення зазначених недоліків, аналіз існуючих конструктивних і технологічних рішень, спрямованих на підвищення продуктивності процесу виготовлення різьбових отворів у нержавіючих сталях, підвищення стійкості інструменту і зниження собівартості обробки деталей.

---

### 4. Основні результати дослідження

---

Одним із шляхів підвищення ефективності виробництва є підвищення продуктивності технологічних процесів за рахунок підвищення працездатності ріжучих інструментів.

Працездатність мітчиків, призначених для виготовлення різьби в нержавіючих сталях, може бути підвищена шляхом комплексного використання раціональних конструкторських рішень, спрямованих на створення оптимальної конструкції інструменту і раціональних технологічних рішень, спрямованих на підвищення працездатності обраної конструкції мітчиків.

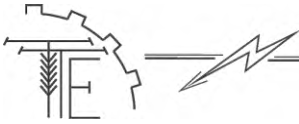
Аналіз публікацій показує, що машинно-ручні мітчики які випускаються промисловістю, по ГОСТ 3266-81 не задовольняють вимогам високопродуктивного і якісного виготовлення різьбових отворів в нержавіючих сталях. Стандартні мітчики в цих умовах мають недостатню міцність. Робота ними супроводжується низькою стійкістю інструмента і нестабільністю розмірів різьбових отворів. Тому в даний час багатьма підприємствами при виготовленні різьбових отворів в нержавіючих сталях використовуються і інші конструкції мітчиків, з яких найбільш поширені описуються нижче.

1. Мітчики з шаховим розташуванням зубів (ГОСТ 17927, ГОСТ 17929-72) для обробки нержавіючих і жароміцних сталей.

Особливість конструкції мітчиків з шаховим розташуванням зубів полягає в тому, що на робочій частині інструмента видаляються зуби в шаховому порядку. За ГОСТ 17927-72 у мітчиків, призначених для виготовлення глухих різьбових отворів, зуби вирізаються тільки на частині що калібрується, а у мітчиків, призначених для виготовлення наскрізних отворів на всій довжині робочої частини. В останньому випадку товщина шару металу, що зрізується кожним зубом мітчика, виявляється в два рази більше, ніж у нормальних мітчиків.

Виготовлення різьбових отворів мітчиками з шаховим розташуванням зубів дозволяє зменшити сумарні сили тертя, полегшити доступ змащувально-охолоджуючої рідини в зону різання, поліпшити процес стружкоутворення і підвищити стійкість в порівнянні зі звичайними мітчиками. Особливо ефективно шахове розташування зубів на мітчиках відносно невеликих розмірів, призначених для нарізання різьби у важкооброблюваних матеріалах, схильних до усадки, і в тонкостінних деталях.

На відміну від ГОСТ 17927-72 і ГОСТ 17929-72 є рекомендації [1] видаляти зуби в шаховому порядку у мітчиків, призначених для виготовлення наскрізних різьбових отворів не на всій довжині



робочої частини, а тільки на частині що калібрується. Довжину забірної частини в цьому випадку слід призначати рівній не 12Р (як це рекомендує ГОСТ), а 18Р, (де Р – крок різьби, мм.).

До недоліків мітчиків з шаховим розташуванням зубів відносять складність їх виготовлення і контролю розмірів різбового профілю. Широкого застосування мітчики зазначеної конструкції у промисловості не отримали.

## 2. Коригувальні мітчики.

Сутність коригування мітчиків полягає в тому, що кут профілю різьби мітчика  $\alpha_1$  виконують менше кута профілю  $\alpha$  утвореною в гайці різьби (Рис. 1.). Не дивлячись на це при певному поєднанні кута забірної конуса  $\gamma$ , кута зворотного конуса  $\delta$  і кута профілю різьби мітчика  $\alpha_1$  забезпечується кут профілю різьби гайки  $\alpha = 60^\circ$ . Кут зворотного конуса розраховують при цьому за формулою:

$$\operatorname{tg} \delta = \operatorname{tg} \gamma \cdot (\operatorname{tg} \alpha / 2 \cdot \operatorname{ctg} \alpha_1 / 2 - 1), \quad (2)$$

де  $\delta$  – кут зворотного конуса;  $\gamma$  – кут забірної конуса;  $\alpha$  – кут профілю різьби гайки;  $\alpha_1$  – кут профілю різьби мітчика.

З метою забезпечення зазорів між бічними сторонами зубів і оброблюваною деталлю кут  $\alpha_1$  приймає рівним  $55^\circ$ . Це значно полегшує процес різання, зменшує тертя і знижує небезпеку защемлення зубів. При нарізанні різьби [2] коригувальними мітчиками в жароміцних сплавах ХН77Т10Р, сталі 12Х18Н10Т і титановому сплаві ВТ6 крутний момент нижче на 30...35%, ніж при нарізанні нормальними мітчиками і на 20...25% нижче, ніж при нарізанні мітчиками з шаховим розташуванням зубів. Стійкість коригувальних мітчиків вище стійкості звичайних в 3...5 разів.

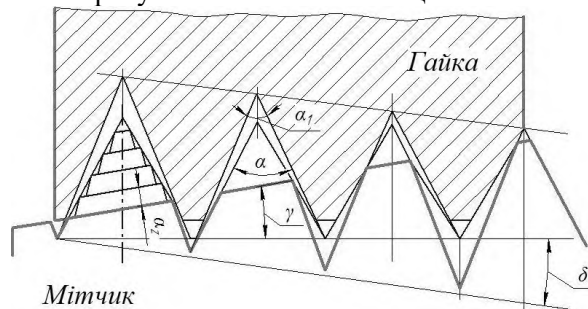


Рис. 1. Схема різання коригувальним мітчиком

Однак мітчики з коригувальним профілем виправдовують себе тільки при великій довжині забірної частини ( $l_1 > 12P$ ), коли збільшення зворотної конусності більше 0,1 мм на 100 мм довжини суттєво збільшує кут профілю нарізаної різьби. Ці мітчики вимагають високої точності і складні у виготовленні. Вони мають погану осьову і радіальну стійкість, що викликає підрізання різьби і спотворення кута профілю різьби гайки, і непридатні для виготовлення глухих різьб, що обмежує їх застосування.

## 3. Безканавкові мітчики.

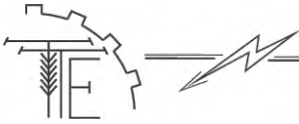
Основною конструктивною відмінністю зазначених мітчиків є те, що стружкові канавки, що утворюють ріжучі п'р'я, виконуються у них на довжині 1,25...1,5 довжини забірної частини мітчика. Для поліпшення розміщення стружки канавки поглиблюються додатково в напрямку початку забірної конуса.

Безканавкові мітчики, призначені для нарізання глухих неглибоких отворів, що мають центральний канал для видалення стружки назад через цей отвір. Стружкові канавки на забірному конусі виконуються під кутом 15... 18° до осі інструменту, що сприяє напрямку відводу стружки до центрального каналу і транспортування її із зони різання.

Безканавкові мітчики, що застосовуються для нарізання різьби в наскрізних отворах, здійснюють відведення стружки вперед по ходу мітчика, що забезпечується заточуванням головних ріжучих кромки зубів забірної конуса з позитивним кутом нахилу  $\lambda$ , рівним приблизно  $10^\circ$ .

Такі мітчики не мають втоплену канавками серцевину за межами забірної конуса в зоні, що калібрується, і підвищує їх міцність.

Кут нахилу забірної частини приймають з розрахунку забезпечення оптимальної товщини зрізу. Довжина забірної частини близька до довжини стандартних чистових мітчиків. З метою підвищення жорсткості мітчиків рекомендується зменшувати довжину мітчика як за рахунок ріжучої частини, так і за рахунок хвостовика. Решту геометричних параметрів приймають у відповідності зі



стандартними мітчиками.

Для поліпшення умов підведення змащувально-охолоджуючої рідини в зону різання по всій довжині мітчика, що калібрується навпроти стружкових канавок виконують канавки шириною, рівною подвоєному кроку різьби і глибиною в 1,5 рази перевищуючою висоту різьбового профілю мітчика.

На підставі літературних даних безканавкові мітчики мають ряд переваг:

- сприятливі умови відводу стружки, що виключають можливість їх заклинювання в нарізані отворі;
- підвищену міцність і твердість конструкції, що зменшує ймовірність поломки мітчиків в процесі експлуатації;
- скорочують число мітчиків в комплекті.

Однак безканавкові мітчики розглянутих конструкцій мають незатилований профіль різьби, що призводить до значного підвищення площі контакту інструменту і виробу, сил тертя і моменту різьбонарізання. Недосконалість конструкції розглянутих безканавкових мітчиків не вирішує проблеми міцності інструменту і є основною причиною їх обмеженого застосування.

#### 4. Безстружкові мітчики.

Видавлювання внутрішньої різьби безстружковими мітчиками – це метод пластичного деформування металу, при якому в отвір заготовки, що має діаметр, рівний середньому діаметру утворенню різьби, утвинчується спеціальний стрижень (мітчик) з профілем різьбовій поверхні, який відповідає профілю необхідної різьби. Під дією крутного моменту вершини витків конічної забірної частини мітчика впираються в поверхню отвору заготовки, утворюючи на ній западини різьби, а у металі, який витісняється, переміщуючись в радіальному напрямку (в зону між витками інструменту), поступово збільшує висоту різьбового профілю гайки.

В даний час безстружкові мітчики мають широке застосування в промисловості при виготовленні різьбових отворів в деталях з високопластичних матеріалів [3, 4, 5, 6, 7]. Конструкції безстружкових мітчиків наведені в ГОСТ 18839-73, ГОСТ 18844-73. Ці мітчики призначені для виготовлення різьбових отворів методом пластичної деформації в металах з твердістю стінок отворів, що не перевищує 140 одиниць по Брінеллю.

Аналіз досліджень дозволяє виявити значні технічні та економічні переваги безстружкових мітчиків, в порівнянні з ріжучими, які були вказані вище.

Однак, даних по широкому застосуванню безстружкових мітчиків при виготовленні різьбових отворів в нержавіючих сталях в літературі немає. У роботі [7] показано, що при видавлюванні різьби М6 в сталі 1Х18Н9Т у всьому досліджувальному діапазоні окружних швидкостей інструменту ( $v = 4 \dots 28$  м/хв.) спостерігалось явище наростування на робочих вершинах мітчика. Стійкість безстружкових мітчиків значно перевищувала при цьому стійкість ріжучих мітчиків.

Вказана умова дозволяє зробити висновок про те, що високопродуктивне і економічне виготовлення різьбових отворів в нержавіючих сталях може бути забезпечено безстружковими мітчиками лише в тому випадку, коли будуть виявлені конструктивні і технологічні чинники, що усувають наростування на вершинах мітчика, що забезпечує високу стійкість інструменту і точність розмірів різьбових отворів.

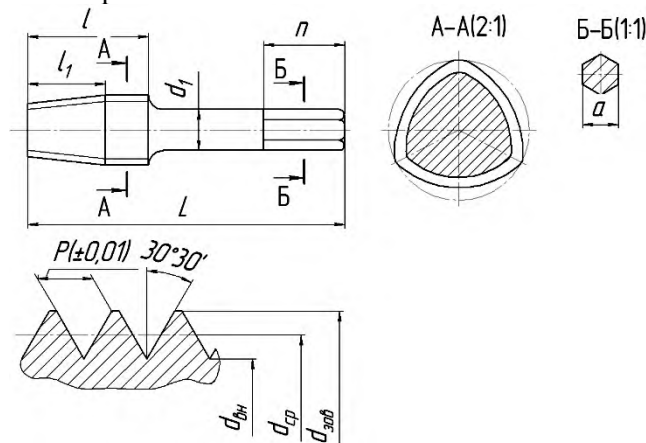
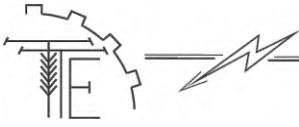


Рис. 2. Цілі твердосплавні безстружкові мітчики для обробки наскрізних отворів

5. Підвищення стійкості інструменту шляхом накладення на нього коливань ультразвукової



частоти.

Пошуки шляхів інтенсифікації процесів виготовлення різбових отворів мітчиками в нержавіючих і жароміцних сталях привели до створення нового технологічного процесу нарізування внутрішніх різьб з накладенням на мітчик ультразвукових коливань трьох видів: осьових, обертових або комплексних, що включають осьові і обертові коливання.

Механічні осьові коливання ультразвукової частоти створюються в перетворюючій системі за допомогою сердечника, що виготовлений з матеріалів який може змінювати свої розміри в залежності від величини магнітного потоку, що проходить через нього. Механічні коливання від перетворювача через систему акустичних концентраторів передаються до торця мітчика. При включенні генератора ультразвукової частоти через обмотку, намотану на сердечник, довжина сердечника змінюється синхронно з частотою струму. Частота коливань генератора встановлюється рівною власній частоті механічних коливань сердечника. Виникаючий резонанс збільшує амплітуду осьових коливань сердечника, яка досягає величини 10...12 мкм [12].

Для створення крутильних коливань деталей встановлюють на спеціальний гідровібратор.

Аналіз результатів досліджень [8, 9, 10, 11] дозволяє зробити висновок про перспективність використання ультразвукових коливань при різьбонарізанні, так як при цьому значно знижується контакт тертя зубів мітчика з оброблюваним матеріалом, поліпшується проникнення змащувально-охолоджуючої рідини в зону різання, запобігає налипанню стружки на ріжучі зуби мітчика, поліпшуються умови її видалення. В результаті підвищується стійкість інструментів і знижуються параметри шорсткості поверхні оброблених деталей.

Для здійснення ультразвукового нарізування різьб мітчиками застосовуються спеціальні різьбонарізні верстати УЗР-2118 (для різьби діаметром від 8 до 12 мм), УЗР2-2А125 (для різьби від 10 до 20 мм) і УЗР4-2А-125 (для різьби від 10 до 18 мм). Ці верстати створені на базі універсальних верстатів при їх незначній модернізації [13].

## 5. Висновки

1. Аналіз існуючих методів виготовлення різбових отворів мітчиками в нержавіючих сталях показує, що одним з перспективних, володіючи значними можливостями і високою продуктивністю є метод пластичного формотворення (видавлювання) різьби безстружковими мітчиками.

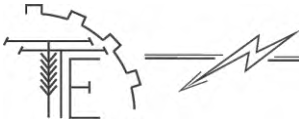
2. Налипання металу на робочі вершини існуючих конструкцій безстружкових мітчиків, що спостерігається при виготовленні різбових отворів в чорних металах, є основною перешкодою для широкого промислового використання мітчиків при виготовленні різьби в нержавіючих сталях.

3. З метою усунення зазначеного недоліку дослідження повинні бути спрямовані, в першу чергу, пошуку оптимальної конструкції безстружкових мітчиків, раціональних режимів різьбовидавлювання, складів змащувально-охолоджувальних рідин та інших технологічних факторів.

### Список використаних джерел

1. Важенков С. Н. Нарезка резьб малых диаметров в труднообрабатываемых материалах [Текст] / С. Н. Важенков, М. Н. Бурхович // Мир техники и технологий, 2003. – №8. – С. 36 – 37.
2. Молодан Ю. В. Инструмент для получения внутренней резьбы [Текст] / Ю. В. Молодан М. Н. Бурхович // Мир техники и технологий, 2003. – №7. – С. 28 – 29.
3. Огородников В. А. Використаний ресурс пластичности металу в процесі видавлювання внутрішньої ризи [Текст] / В. А. Огородников, О. В. Нахайчук, М. В. Любин // Вестник ВПИ, 1998. – №1. – С. 68 – 72.
4. Резников Н. И. Обработка резанием жаропрочных, высокопрочных и титановых сплавов [Текст] / Н. И. Резников. – М.: «Машиностроение», 1972. – 199 с.
5. Урлапов Г. П. Исследования влияния конструктивных элементов безстружечных метчиков на процес обработки резьбы пластическими деформированием: автореф. дис. кан. техн. наук: 05.05.11 [Текст] / Г. П. Урлапов. - Челябинск, 1974. – 20 с.
6. Рыжов Э. В. Раскатывание резьб [Текст] / Э. В. Рыжов, О. С. Андрейченков, А. Е. Стешков. – М.: «Машиностроение», 1974. – 119 с.
7. Получение резьб выдавливающими метчиками [Текст] / Обзоры по межотраслевой тематике. ГОСИНТИ №2/41-70. – М., 1970. – 176 с.
8. Получение внутренних резьб безстружечными метчиками [Текст] / Обзор НИИМаш, Инструментальная и абразивно-алмазная промышленность. – М., 1976. – 168 с.

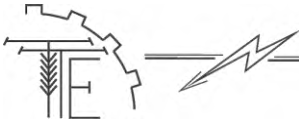




9. Житицкий С. И. Износ и стойкость инструмента для накатывания внутренних резьб. [Текст] / С. И. Житицкий, О. С. Андейчиков // Станки и инструменты, 1967. – №3. – С. 28 – 34.
10. Подураев В. Н. Обработка резанием с вибрациями / В. Н. Подураев. – М: Машиностроение, 1970. – 350 с.
11. Turych V. Investigation of the process of thread extrusion using the ultrasound [Text] / V. Turych, N. Veselovska, V. Rutkevych, S. Shargorodsky // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2017. – №6/1(90). – P. 60 – 68.
12. Мартынов В. Д. Нарезание резьбы в конструктивных сталях при комплексных ультразвуковых колебаниях метчика [Текст] / В. Д. Мартынов, Н. Н. Черня // Автоматизация производственных процессов. – Ростов-на-Дону: Кн. изд., 1969 – 324 с.
13. Захаров В. И. Влияние вынужденных ультразвуковых колебаний (УЗК) на процесс образования внутренней резьбы метчиками [Текст] / В. И. Захаров, Л. А. Арендер // Высокопроизводительная обработка металлов резанием. – М.: Изд. МДНТП, 1971. – 228 с.

### References

- [1] Vazhenkov, S., Burkhovich, M. (2003) *Narezka rez'b malikh diametrov v trudoobrabatyvayemykh materialakh [Cutting threads of small diameters in workable materials]*. 8, 36 – 37 *Myr tekhniky y tekhnolohyi [in Russian]*.
- [2] Molodan, Yu., Burhovich, M. (2003) *Instrument dlya polucheniya vnutrenney rez'by [Tool for getting inner screw-threads]*. 7, 28 – 29 *Myr tekhniky y tekhnolohyi [in Russian]*.
- [3] Ogorodnikov, V., Nahaychuk, O., Lyubin, M. (1998) *Vykorystanny resurs plastychnosti metalu v protsesi vydavlyvannya vnutrishnoyi ryzy [Used metal ductility resource in the process of extruding internal risk]*. 1, 68 – 72 *Vestnik VPI [in Ukrainian]*.
- [4] Reznikov, N. (1972) *Obrabotka rezaniem zharoprochnykh, vyisokoprochnykh i titanovykh splyvov [Cutting heat-resistant, high-strength and titanium alloys]*. Moscow : Mashynostroeniye [in Russian].
- [5] Uralpov, G. (1974) *Issledovaniya vliyaniya konstruktivnykh elementov bezstruzhechnykh metchikov na protses obrabotki rez'by plasticheskimi deformirovaniem [Studies of the influence of structural elements of brushless taps on the process of machining threads with plastic deformation]*. Avtoref. dis. kan.tehn.nauk: 05.05.11 [in Russian].
- [6] Ryizhov, E., Andreychenkov, O., Steshkov, A. (1974) *Raskatyivanie rezb [Rolling threads]*. Moscow: Mashynostroeniye [in Russian].
- [7] *Poluchenie rezb vyidavlivayuschimi metchikami [Getting thread extrusion taps]* (1970) *Obzoryi po mezhotraslevoy tematike. GOSINTI #2/41-70. M. [in Russian]*.
- [8] *Poluchenie vnutrennih rezb bezstruzhechnymi metchikami [Getting internal threads with a brushless tap]* (1976) *Obzor NIIMASh, Instrumentalnaya i abrazivno-almaznaya promyshlennost. M. [in Russian]*.
- [9] Zhytytskyi, S., Andeichikov, O. (1967) *Yznos y stoikost ynstrumenta dlia nakatyvaniya vnutrennykh rezb [Wear and durability of the tool for rolling internal threads]*. 3, 28 – 34 *Stanky y ynstrumenty, [in Russian]*.
- [10] Poduraev, V. (1970) *Obrabotka rezanyem s vybratsiyamy [Machining with vibrations]*. M: Mashynostroeniye [in Russian].
- [11] Turych, V., Veselovska, N., Rutkevych, V., Shargorodsky, S. (2017) *Investigation of the process of thread extrusion using the ultrasound*. 6/1(90), 60 – 68 *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*.
- [12] Martynov, V., Chernia, N. (1969) *Narezanye rez'by v konstruktivnykh staliakh pry kompleksnykh ultrazvukovykh kolebaniyakh metchika [Threading in constructive steels with complex ultrasonic vibrations of the tap]*. *Avtomatyzatsiya proyzvodstvennykh protsessov, Rostov-na-Donu: kn. yzd., 1969 [in Russian]*.
- [13] Zakharov, V., Arender, L. (1971) *Vlyaniye vynuzhdennykh ultrazvukovykh kolebaniy (UZK) na protsess obrazovaniya vnutrennei rez'by metchikamy [The effect of forced ultrasonic vibrations (UT) on the process of internal thread formation with taps]*. *Vysokoprozyvodytelnaia obrabotka metallov rezanyem, M.: yzd. MDNTP [in Russian]*.



## АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ РЕЗЬБОВЫХ ОТВЕРСТИЙ В НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЯХ

*В результате интенсивного развития отраслей машиностроения, конструкции современных изделий включают значительное количество деталей из новых материалов, большинство из которых сложные в обработке. В основном это нержавеющие, жаростойкие и жаропрочные материалы, обработка которых как давлением, так и резанием, по сравнению с обработкой обычных конструкционных сталей, существенно усложненная. При этом среди всех видов обработки нержавеющих и жаропрочных сталей и сплавов наиболее сложными и низкопродуктивными являются операции изготовления резьбовых отверстий метчиками. Нарезания внутренней резьбы метчиками даже в обычных конструкционных сталях являются одной из наиболее сложных операций механической обработки через неблагоприятные условия образования и размещения стружки, недостаточную прочность метчика, осложнения подачи смазочно-охлаждающей жидкости в зону резания и др.*

*Комплекс известных мер, направленных на повышение устойчивости метчиков и их надежности и создание новых инструментальных материалов, усовершенствование конструкции и оптимизация геометрии режущей части метчиков, улучшение качества рабочих поверхностей, применение новых видов охлаждения и оптимальных режимов не решают окончательно вопрос высокопроизводительного и качественного изготовления резьбовых отверстий в нержавеющих и жаропрочных сталях не только на высокоавтоматизированном оборудовании, но и на обычном.*

*Ключевые слова: резьба, метчики, работоспособность метчиков, ультразвук, деформация.*

*Ф. 2. Рис. 2. Лит. 13.*

## ANALYSIS OF CONSTRUCTIVE AND TECHNOLOGICAL DECISIONS AIMED AT THE EFFICIENCY OF PRODUCTION MAKING SKREW-THREAD HOLES IN STAINLESS STEEL

*As a result of intensive development of industries of engineer, construction of modern wares include a lot of details from new materials, majority of which are difficult in treatment. Mainly they are stainless, heat-resistant and heatproof materials, treatment of which by both pressure and cutting in comparing with treatment of ordinary construction steel, is substantially complicated. At the same time, among all types of processing of stainless and heat-resistant steels and alloys, the most difficult and low-productive operations are the manufacture of skrew-threaded holes with taps. Tapping of internal screw-threads even in conventional structural steels is one of the most difficult machining operations because of unfavorable conditions of the formation and placement of chips, insufficient strength of the tap, complications of the supply of coolant to the cutting zone, etc.*

*The complex of known measures aimed at increasing the stability of taps and their reliability and creating new instrumental materials, improving the design and optimizing the geometry of the cutting part of the taps, improving the quality of the working surfaces, the application of new types of cooling and optimal regimes do not solve the final issue of high-performance and high quality manufacturing of threaded openings in stainless and heat-resistant steels not only on highly automated equipment, but also on ordinary.*

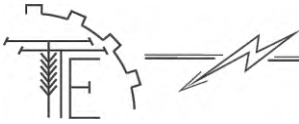
*Keywords: skrew-thread, taps, taps` working, ultrasound, deformation*

*F. 2. Pic. 2. Ref. 13.*

### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

**Любін Микола Володимирович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Процесів та обладнання переробних і харчових виробництв імені професора П. С. Берника» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: lubin@vsau.vin.ua).

**Токарчук Олексій Анатолійович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Процесів та обладнання переробних і харчових виробництв імені професора П. С. Берника» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: tokarchyk@vsau.vin.ua).



**Любин Николай Владимирович** – кандидат технических наук, доцент кафедры «Процессов и оборудования перерабатывающих и пищевых производств имени профессора П. С. Берника» Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, 21008, Украина, e-mail: lubin@vsau.vin.ua).

**Токарчук Алексей Анатольевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры «Процессов и оборудования перерабатывающих и пищевых производств имени профессора П. С. Берника» Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, 21008, Украина, e-mail: tokarchuk@vsau.vin.ua).

**Lyubin Mykola** – PhD, Associate Professor of the Department of “Processes and Equipment for Processing and Food Productions named after Prof. P.S. Bernik” of the Vinnytsia National Agrarian University (3 Solnechnaya St., Vinnytsia, 21008, Ukraine, e-mail: lubin@vsau.vin.ua).

**Tokarchuk Oleksii** – PhD, Associate Professor of the Department of “Processes and Equipment for Processing and Food Productions named after Prof. P.S. Bernik” of the Vinnytsia National Agrarian University (3 Solnechnaya St., Vinnytsia, 21008, Ukraine, e-mail: tokarchuk@vsau.vin.ua).