

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО**

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

**VI Міжнародна науково-технічна конференція
«Сучасні тенденції розвитку машинобудування та транспорту»**

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

**VI Международная научно-техническая конференция
«Современные тенденции развития машиностроения и транспорта»**

(посвідчення про реєстрацію УкрІНТЕІ № 575 від 02.11.2015)

Кременчук, 14-16 листопада 2018 року

VI Міжнародна науково-технічна конференція «Сучасні тенденції розвитку машинобудування та транспорту»

Матеріали конференції – Кременчук: КрНУ, 2018. – 186 с.

Друкується за рішенням Вченої ради Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського (протокол ВР № 2 від 25 жовтня 2018 року). Збірник публікує матеріали, що містять нові теоретичні та практичні результати в галузях технічних наук.

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова

Загірняк М. В. – академік Національної академії педагогічних наук України, д.т.н., проф., ректор Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.

Члени програмного комітету

Марек Вохозка – к.т.н., проф., ректор Інституту технологій і бізнесу, м. Чеське Будейовіце (Чехія);

Марек Дримал – к.т.н., проректор з розвитку та інформатизації Університету Матея Бела, м. Банська Бистрица (Словаччина);

Jun Yang – професор Ланьчжоуського технологічного університету (Китай);

Жанар Батсайхан – к. т. н., генеральний директор Науково-виробничого Центру «МСРСgr» (Монголія);

Митков Шимон – д. т. н, проф., декан факультету логістики технологічного університету Честонхова (Польща);

Наумов В. С. – д.т.н., професор Краківського політехнічного університету імені Тадеуша Костюшко (Польща);

Капський Д. В., д.т.н., проф., декан автотракторного факультету Білоруського національного технічного університету;

Абишев К. К., к.т.н, доцент, декан факультету металургії, машинобудування і транспорту Павлодарського державного університету імені С. Торайгирова (Казахстан);

Горбатюк С. М. – д.т.н., проф., завідувач кафедри інжинірингу технологічного обладнання Національного дослідницького технологічного університету «МИСиС», м. Москва (Російська Федерація);

Напхоненко Н. В. – член-кореспондент Міжнародної академії науки і практики організації виробництва, к.е.н., проф. кафедри економіки і організації виробництва Південно-Російського державного технічного університету імені М. І. Платова, м. Новочеркаськ (Російська Федерація);

Алієв І. С. – д.т.н., проф., завідувач кафедри обробки металів тиском Донбаської державної машинобудівної академії, м. Краматорськ;

Аулін В. В. – д.т.н., проф. кафедри експлуатації та ремонту машин Центральноукраїнського національного технічного університету, м. Кропивницький;

Бутько Т. В. д.т.н., проф., завідувач кафедри управління експлуатаційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту, м. Харків;

Вамболь С. О. – д.т.н., проф., завідувач кафедри прикладної механіки Національного університету цивільного захисту України, м. Харків;

Горбачов П. Ф. – д.т.н., проф., завідувач кафедри транспортних систем і логістики Харківського національного автомобільно-дорожнього університету;

Клец Д. М. – д.т.н., проф., завідувач кафедри комп'ютерних технологій і мехатроніки Харківського національного автомобільно-дорожнього університету;

Кліменко С. А. – д.т.н., проф., заступник директора по науковій роботі Інституту надтвердих матеріалів імені В. М. Бакуля Національної Академії Наук України, м. Київ;

Кристочук М. Є – к.т.н., доц., завідувач кафедри транспортних технологій і технічного сервісу Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне;

Кухар В. В. – д.т.н., проф., завідувач кафедри обробки металів тиском ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь;

Лобашов О. О. – д.т.н., проф. кафедри транспортних систем і логістики Харківського національного університету міського господарства ім. О. М. Бекетова;

Ломотько Д. В. – д.т.н., проф., академік Транспортної академії України, завідувач кафедри транспортних систем і логістики Українського державного університету залізничного транспорту, м. Харків;

Мураваний І. С. – к.т.н., доц., чл.-кор. Транспортної академії України, завідувач кафедри автомобілів і транспортних технологій Луцького національного технічного університету;

Осадчий С. І. – д.т.н., проф., чл.-кор. Транспортної академії України, завідувач кафедри автоматизації виробничих процесів Центральноукраїнського національного технічного університету, м. Кропивницький;

Плеснецов Ю. О. – к.т.н., с.н.с., завідувач кафедри обробки металів тиском Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»;

Свірень М. О. – д.т.н., проф., завідувач кафедри «Сільськогосподарське машинобудування» Центральноукраїнського національного технічного університету, м. Кропивницький;

Фролов Є. А. – д.т.н., проф., завідувач кафедри технології машинобудування Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка;

Чернецька-Білецька Н. Б. – д.т.н., проф., завідувач кафедри логістичного управління та безпеки руху на транспорті Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, м. Северодонецьк;

Чигиринський В. В. – д.т.н., проф., завідувач кафедри обробки металів тиском Запорізького національного технічного університету;

Шраменко Н. Ю. – д.т.н., проф., професор кафедри транспортних технологій Харківського національного автомобільно-дорожного університету;

Щепетов В. В. – д.т.н., проф., провідний науковий співробітник Інституту технічної теплофізики Національної Академії Наук України, м. Київ.

Секретар програмного комітету

Гайкова Т. В. – к.т.н., доцент кафедри технології машинобудування Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова

Воробйов В. В. – д.т.н., проф., директор Інституту механіки і транспорту Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.

Заступник голови

Загорянський В. Г. – к.т.н., доцент кафедри транспортних технологій Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.

Члени організаційного комітету

Драгобецький В. В. – д.т.н., проф., завідувач кафедри технології машинобудування Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського;

Маслов О. Г. – д.т.н., проф., завідувач кафедри галузевого машинобудування Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського;

Мороз М. М. – д. т. н., проф., завідувач кафедри транспортних технологій Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського;

Рей Р. І. – д. т. н., проф., професор кафедри технології машинобудування Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського;

Саленко О. Ф. – д. т. н., проф., професор кафедри галузевого машинобудування Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського;

Саленко Ю. С. – д. т. н., проф., професор галузевого машинобудування Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського;

Клімов Е. С. – к. т. н., доц., в. о. завідувача кафедри автомобілів і тракторів Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.

Секретар організаційного комітету

Кузєв І. О. – асистент кафедри транспортних технологій Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.

УДК 621.7.07

ВДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБУ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРОФІЛЬНИХ ОТВОРІВ НА ШЛЯХОМ РОТАЦІЙНОГО ВИДАВЛЮВАННЯ

А. В. Васильєв, канд. техн. наук, доцент; С. В. Попов, канд. техн. наук, доцент; Є. А. Васильєв, канд. техн. наук, доцент

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, psv26@i.ua

Розглянуті способи виготовлення профільних отворів на верстатах токарної групи шляхом ротаційної прошивки. Запропонований спосіб одержання внутрішніх профільних отворів, який характеризується незначною вартістю оснащення, яке використовується для їх виготовлення. У якості різального інструменту використовуються звичайні біти для відкруток. Спосіб ґрунтується на тому, що обертовий центр токарного верстата закріплюється у різетримачі під кутом зламу, який сягає 1-2° до осі обертання шпинделя. Біта для викруток встановлюється між заготовкою і заднім обертовим центром та притискається до заготовки з необхідним зусиллям. Кромка торцевої поверхні біти здійснює зворотно-поступальний рух за кожен оберт патрона токарного верстата по поверхні заготовки. Контакт торцевої поверхні біти і заготовки забезпечує заглиблення біти у заготовку на величину подачі за кожен оберт патрона.

Ключові слова: профільні отвори, обертовий центр, ротаційне видавлювання, торцева головка.

IMPROVEMENT OF THE METHOD ROTARY EXTRUSION IN PROFILE HOLES PROCESSING

The methods of processing profile holes by rotational extrusion on turning lathe machine are considered. The proposed method of obtaining internal profile openings, which is characterized by the insignificant cost of equipment used for their manufacturing. As a cutting tool, ordinary bits are used for screwdrivers. The method is based on the fact that the turning center of the lathe is fixed to the cutting tool at an angle of the break, which reaches 1-2° to the axis of rotation of the spindle. The screwdriver bit is set between the work piece and the rear rotational center and pressed to the work piece with the necessary effort. The edge of the face surface of the bits performs reciprocating movement for each turn of the lathe arm on the surface of the work piece. The contact of the end surface of the bits and the work piece provides the depth of the bits in the work piece by the amount of feed for each turn of the machine chuck.

Keywords: profile openings, rotational center, rotary extrusion, butt-end head

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. При створенні нових машин, крім циліндричних, усе ширше використовують профільні з'єднання. Це з'єднання деталей машин по поверхні їх взаємного контакту, що має плавний некруглий контур [1]. Профільні з'єднання надійні, але не технологічні, оскільки вимагають наявності

спеціального оснащення [2], тому їх застосування обмежене. Профільні отвори у вигляді внутрішніх шістькутників, останнім часом, широко використовуються у болтах або вінтах різьбових з'єднань. Різьбові з'єднання є найпоширенішими при створенні машин і їх вузлів. Вони є найбільш технологічними, тому що являє собою тіла обертання і обробляються на верстатах токарної групи, залежно від необхідної програми на токарних універсальних, токарних з ЧПК, токарно-револьверних та токарних автоматах. Для передачі зусілля закручування-відкручування широко застосована шестикутна форма гайки та головки болта, на яку за допомогою, у більшості випадків, рожкових ключів здійснюється необхідний вплив. Але використання рожкових ключів при закручуванні-відкручуванні елементів різьбових з'єднань не завжди є зручним через відсутність необхідного вільного простору для провороту ключа, тому на допомогу замість рожкових використовують накидні (кільцеві) ключі або торцеві з 12 або с 6 робочими гранями. Вказані ключі мають відношення до поверхонь із зовнішнім захопленням [3].

Більш компактну конструкцію виробу і кращі умови експлуатації забезпечують голівки болтів із захопленням за внутрішнім шестикутником ключами-зірочками (Торх) [4, 5], у якості зменшеного варіанту яких є біти (вставки) для шуруповертів. Такій спосіб кріплення найбільш поширений.

Зазвичай виготовлення профільних отворів здійснюється в умовах масового виробництва шляхом гарячого висаджування, що є неможливим для інших випадків у виробництві. Існує метод виготовлення профільних отворів шляхом ротаційної прошивки на верстатах токарної групи, але він потребує як спеціального обладнання так і спеціального різального інструмента. Тому актуальним є дослідження, спрямовані на вдосконалення існуючого методу ротаційної прошивки, що дозволить суттєво спростити процес виготовлення профільних отворів на токарному верстаті і, відповідно, розширити галузь застосування деталей із внутрішніми профільними отворами будь-якої форми.

Мета роботи – запропонувати спосіб формоутворення внутрішніх профільних отворів в умовах дрібносерійного або одиничного виробництва широкої номенклатури форм, які зустрічаються при експлуатаційному обслуговуванні або ремонті вузлів машин.

МАТЕРІАЛИ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Для можливості прийняття технічного рішення щодо створення конструкції, яка б дозволила спростити процес обробки профільних отворів нами була проаналізована конструкція ротаційної головки для верстатів токарної групи (рисунок 1). На державці 3 з хвостовиком конуса Морзе кріпиться маточина 5, в корпусі якої закріплені вальниці. Вони закріплені таким чином, що їх вісь обертання розташована під кутом α до осі обертання державки 3. Відповідний кут нахилу α приймає шпindel 4, який встановлений у цих вальницях. На кінці шпинделя встановлений різальний інструмент. Для забезпечення процесу обробки профільного отвору різальний інструмент має кут затилування γ , який забезпечений заднім кутом загострення самого інструмента β . Різальний

інструмент, який встановлений у шпинделі 4 має можливість вільно обертатись відносно осі задньої бабки, в яку встановлений конус Морзе голівки під зламаним кутом β .

У патроні 1 токарного верстата закріплена оброблювана заготовка 2 із заздалегідь просвердленим отвором. При обертанні заготовки ротаційна головка, яка закріплена у задньому центрі верстата, пересувається у напрямку заготовки, різальний інструмент торкається заготовки і обертання від заготовки передається різальному інструменту. Кожна із кромки різального інструмента має ротаційний синхронний рух відносно заготовки і під впливом подачі S відбувається ротаційна прошивка профільного отвору.

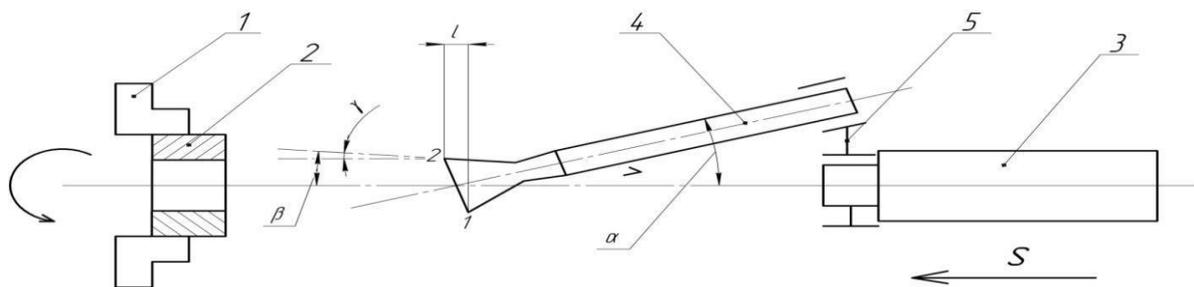
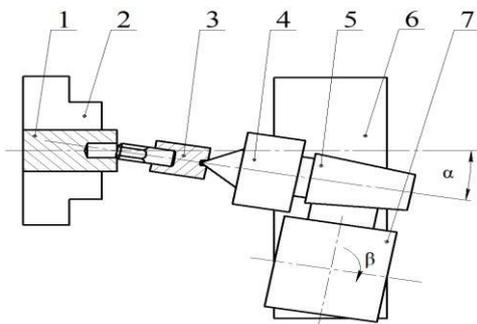


Рисунок 1 – Кінематична схема роботи ротаційної головки

Грунтуючись на розглянуту конструкцію ротаційної головки для обробки профільних отворів, нами запропонована суттєво спрощена конструкція оснащення (рисунок 2), у якому як основний вузол використовується стандартний обертовий центр.



а)

б)

Рисунок 2 – Виготовлення профільних отворів шляхом ротаційного видавлювання: а – спосіб виготовлення; б – одержаний профільний отвір та біта

Заготовка 1 затискається у патроні 2 токарного верстата. У ній виконується отвір для формування профільного отвору, як і в попередніх методах. Надалі, у якості оснащення, використовується обертовий центр 4, який фіксується у різцетримачі за допомогою перехідної втулки 5 конуса Морзе. До втулки приварена пластина у вигляді провухини. Завдяки пластині втулка затискається у різцетримачі. В підготовлений отвір заготовки одним кінцем встановлюється біта для відкрутки 3, іншим – в конус обертового центра.

Зміною положення різцетримача відбувається переміщення вздовж поперечного супорта б. Обертанням в напрямку кута β забезпечується кут зламу осі обертового центра α відносно осі обертання отвору заготовки. На рисунку 2, а кут зламу вказаний навмисно значним для розуміння процесу. У виробничих умовах величина кута зламу до 2° .

Матеріал біт для відкруток у більшості випадків виготовляється зі сталі S2, твердість якої після термообробки складає HRC 58...60 і виконати центровий отвір майже не можливо. Тому запропоновано використовувати перехідну втулку із звичайної сталі. Вигляд доопрацьованої конструкції біти зображений на рисунку 2, б. На біту 1 із незначним натягом напресована перехідна втулка 2, в якій виконаний центровий отвір.

При обертанні патрона біта за допомогою обертового центра притискається до заготовки і також починає обертатись. Фаски, які попередньо виконані на заготовці та біті, забезпечують самоцентрування інструменту відносно заготовки, тому попереднього налагодження не потрібно. Відбувається процес ротаційного видавлювання профільного отвору.

ВИСНОВКИ. Розглянувши всі переваги та недоліки такого методу встановлюємо, що в процесі видавлювання автоматично формується прямий конус профільного отвору. Його величина незначна і допомагає входженню ключа при експлуатації отвору, не зменшуючи обертовий момент. Як зауваження констатуємо те, що видавлювання профільних отворів в загартованих заготовках, матеріал яких за твердістю перевищує твердість біти, неможливий, хоча на практиці такої потреби не виникає. Крім того, можна зробити такі переваги запропонованого способу: низька собівартість і доступність впровадження, зручність у використанні, процес не потребує попереднього регулювання, можливість виготовлення широкого спектру профільних отворів як за формою, так і за номінальним розміром, що обумовлюється наявністю необхідних біт для викруток, які не є дефіцитними.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Axinte D., Boud F., Penny J., Gindy N., Williams D. J. Broaching of Ti-6-4 – Detection of Workpiece Surface Anomalies on Dovetail Slots through Process Monitoring. *CIRP Annals – Manufacturing Technology*. 2005. Vol. 54. №. 1. P. 87-90.
2. Kong X., Li B., Jin W., Geng W. Broaching Performance of Superalloy GH4169 Based on FEM. *Journal of Materials Science & Technology*. 2011. Vol. 27. №. 12. P. 1178 – 1184.
3. Васильев А.В. Попов С.В., Даценко В.Д. Розробка конструкції відрізного різця з дискової пили. *Технологический аудит и резервы производства*. Харків. 2015. №3/1 (23). С. 60-64.
4. Klocke F., Döbbeler B., Seimann M. Dry Broaching Using Carbon Free Steel as Tool Material. *Procedia CIRP*. 2016. Vol. 46. P. 496-499.
5. Meier. H., Ninomiya K., Dornfeld D., Schulze V. Hard Broaching of Case Hardened SAE 5120. *Procedia CIRP*. 2014. Vol. 14. P. 60-65.