

**ПАРАМЕТРИ РЕЖИМА ФРИКЦІЙНОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ
ДЕТАЛЕЙ ФОРМИ ТІЛ ОБЕРТАННЯ З ЦЕНТРАЛЬНИМ ОТВОРОМ****Криськов О.Д.** (КНТУ, м. Кіровоград, Україна)

E-mail: olegkod2001@mail.ru

Анотація. Визначені основні поняття порівняно маловідомого технологічного процесу – фрикційне формоутворення вісесиметричних деталей форми тіл оберту із центральним отвором та основні фактори, що його визначають, в тому числі відносні та абсолютні лінійні та кругові рухи заготовки, тручого і одночасно деформуючого інструменту та обмежуючих елементів пристосувань. Фактори, що визначають процес формоутворення запропоновано поділяти на активні та пасивні. Вказано межі значень активних параметрів. Приведені конкретні конструктивні розміри деталей та експериментально перевірені значення параметрів режиму їх виготовлення по новій технології, поєднаній з доробкою різанням без переустановки деталі. Описана одна із конструкцій спеціального пристосування, рекомендованого для забезпечення необхідної зовнішньої форми деталі та точності її розмірів.

Ключові слова: параметри режиму, фрикційне формоутворення, втулка

Вступ. У дощувально-зрошувальних сільськогосподарських машинах, наприклад типу «Фрегат», мочених машинах та машинах хімічного захисту рослин, широко використовуються мідно-цинкові сплави, яким притаманні антикорозійні властивості. При виробництві машин та апаратів для вугледобувної промисловості серед інших використовуються сплави ЛМц58-2, ЛС 59-1, зокрема тому що вони відносно дешеві, а удар об деталь, виготовлену із такого матеріалу, не викликає іскри. Через дефіцит мідно-цинкових сплавів виникає питання підвищення коефіцієнта використання матеріалу (КВМ) особливо при виготовленні деталей порожнистого типу: втулок, кілець, підшипників, насадок тощо. КВМ може бути суттєво підвищеним, зокрема, при застосуванні порівняно маловідомої технології - технології фрикційного формоутворення [1]. Технологічний процес, що базується на цьому методі, дозволяє сумістити у просторі та часі суттєво різні види технологій, такі як, нагрівання металу, гарячу пластичну деформацію, охолодження та негайне - без переустановлення напівфабрикату - доопрацювання останнього різанням. Метою статті є визначення основних робочих рухів заготовки та інструменту, класифікація основних параметрів та аналіз можливих їх рівнів, що визначають фрикційне формоутворення як технологічний процес, опис конкретних прикладів його використання.

Основний матеріал та результати роботи. Відносні рухи інструменту та заготовки при фрикційному формоутворенні (ФФ) деталей можуть бути визначені як головний робочий, основний, допоміжний та додатковий види руху.

Головний робочий рух - це відносний обертотворний рух заготовки та інструменту, в якому витрачається основна частка потужності необхідної для деформації заготовки в деталь, а фактично на переборення сил тертя між деформуємою заготовкою та тручим і деформуючим інструментом (ТДІ). Як показали дослідження в найпростіших схемах ФФ ця потужність приблизно на 80-83%, витрачається на нагрівання металу за рахунок теплогенерації в результаті перетворення в теплову енергію механічної роботи по по-

доланню сил тертя на робочій поверхні контакту інструмент - заготовка. У різних технологічних схемах цей рух може здійснюватися як інструментом так і заготовкою.

Під дією осьової сили притиску до заготовки ТДІ, проникаючи в останню, витісняє розігрітий метал на периферію. Так як основна робота по перетворенню суцільного прутка в порожнисту деталь виконується при цьому осьовому переміщенні, назовемо його основним формуючим рухом. Робота, виконана ТДІ при здійсненні цього руху, також перетворюється в теплову енергію (так званий деформаційний нагрів). Проте потужність деформаційного нагріву, зважаючи на відносно повільне (< 12 мм/с) проникнення ТДІ в заготовку, незначна. Тому деформаційний нагрів істотно не впливає на теплогенерацію в ході процесу.

Для підвищення точності виготовлюваної деталі застосовують її обкатку по зовнішньому діаметру. Конструктивно це простіше здійснити надавши заготовці обертовий рух. Виходячи з того, що обертання заготовки істотно впливає на точність виготовлених деталей, домовимося його розглядати як допоміжний формуючий рух. Крім зазначеної функції, цей рух заготовки може використовуватися при підрізанні торця, проточці канавки, відрізці готової деталі чи напівфабрикату тощо.

У процесі виготовлення фасонних деталей за деякими технологічними схемами профільні обмежуючі валки переміщують, при необхідності наближаючи або віддаляючи їх від центру обертання заготовки і полегшуючи тим самим отримання складних зовнішніх фасонних форм. Це радіальне переміщення валків будемо називати додатковим формуючим рухом.

Кожний з вищеназваних рухів розглядається як фактор процесу формоутворення, який має свої раціональні діапазони значень. Більш ніж двадцятирічний досвід дослідження процесу фрикційного формоутворення дозволяє вищеназвані та ряд інших факторів, що притаманні ТФФ, поділити на активні та пасивні. В основу такого поділу покладено принцип їх керованості. Виходячи з цього, до числа активних можна віднести фактори, якими експериментатор може керувати, задаючи потрібний рівень кожного згідно з планом експерименту, а до числа пасивних - фактори, кількісне значення яких можна змінювати опосередковано, тобто шляхом зміни факторів першої групи. Пасивна група факторів визначає характер перебігу, а також якісні та кількісні економічні показники та характеристики досліджуваного процесу. Не можна не визнати, що віднесення деяких факторів до тої чи іншої групи певною мірою залежить від цілей та плану експерименту та особливостей технологічного обладнання.

Умовимося до числа пасивних факторів відносити швидкість проникнення ТДІ в заготовку U та швидкість формотворення U' , мм/с; момент тертя M_{tr} , Нм; загальну N_{tr} , ватт та питому N_0 Вт/м.кв потужності теплогенерації та температуру T , °C на робочій поверхні ТДІ, температурне поле в тілах заготовки та інструменту у функції часу і координати $T(x, t)$, °C; зовнішній діаметр деталі D , мм, виготовленої в режимі вільного формоутворення; закон розподілу питомого тиску та закон зміни миттєвого локального коефіцієнта тертя вповдовж радіуса робочої поверхні інструменту, стан мікроструктури та розподіл мікротвердості та залишкових напружень в готовій деталі. Певний вплив на хід технологічного процесу викликають геометрія робочої частини ТДІ, весь комплекс показників якої домовимося позначити символом Φ .

До числа активних факторів віднесемо кутову швидкість обертання ТДІ по відношенню до заготовки ω_{vid}, c^{-1} ; кутову швидкість обертання заготовки по відношенню до станини ω_z, c^{-1} ; осьове зусилля притиску ТДІ до заготовки $P, Н$ та питомий тиск

P_0 , МПа; діаметр ТДІ d_{tdi} , мм; діаметр заготовки d_z , мм; зовнішній діаметр деталі D , мм, формуємої в режимі обмеження по зовнішньому діаметру; швидкість радіального переміщення обмежуючого валка (у разі формування східчастих або фасонних деталей) V , мм/с, або у функції переміщення робочої поверхні інструменту, мм/мм.

Пристаюючи до розробки такого плану для устанавлення оптимальних рівнів вищеназаних активних параметрів, необхідно, по-перше, встановити область визначення зазначених факторів, а, по-друге, користуючись методами теорії подібності, по можливості згрупувати певні фактори у безрозмірні критерії з метою зменшення числа дослідів.

Нижче викладені економічні, конструктивні, технологічні та фізико-технічні причини, що визначають мінімальні та максимальні рівні активних факторів.

Так, нижня межа діапазону значень швидкості обертання ТДІ відносно заготовки $\omega_{vid} \approx 60 \text{ c}^{-1}$ обмежується, з одного боку, величиною коефіцієнту та характером тертя на його робочій поверхні а, з другого, необхідною потужністю теплогенерації, що обумовлює мінімальну, економічно доцільну швидкість формоутворення. Верхня межа цього діапазону $\omega_{vid} \approx 500 \text{ c}^{-1}$ певною мірою обмежується конструктивними можливостями шпіндельних вузлів, оскільки очевидно, що не просто проектувати, виготовляти і експлуатувати швидкохідні шпіндельні вузли, що роблять декілька тисяч обертів за хвилину і при цьому сприймають значні осьові зусилля до того ж ударного характеру і при підвищених робочих температурах. Крім того, установлено що при зростанні ω_{vid} вище рівня 500 c^{-1} знижується ріст позитивного ефекту від її подальшого збільшення в силу природи тепловідводу в контртіла та закономірностей перебігу процесу тертя на робочій поверхні ТДІ. Разом з тим, численними експериментами встановлено, що при збільшенні ω_{vid} , зменшується час на перехідні процеси, підвищується надійність перехідного етапу в циклі формоутворення [2] що в цілому позитивно впливає на продуктивність верстата. З урахуванням сказаного, при діаметрах заготовок 12...24 мм та ТДІ 12...27 мм в якості орієнтовних меж рівнів слід приймати кутові відносні швидкості $60 \leq \omega_{vid} \leq 500 \text{ рад/с}$.

Кутова швидкість обертання заготовки по відношенню до станини верстата ω_z визначається швидкістю різання при виконанні доробних технологічних переходів. З огляду на необхідність підвищення ефективності довговічності підшипникових вузлів серійного металорізючого обладнання, що працює на режимах фрикційного формоутворення під впливом значних осьових сил, ω_z може бути рекомендована в межах $60 \leq \omega_z \leq 100 \text{ рад/с}$.

Осьове зусилля притиску ТДІ до заготовки P визначається, головним чином, прийнятним питомим тиском P_0 на робочій поверхні інструменту. Якщо питомий тиск менше 20 МПа, процес тертя в ряді випадків протікає досить хитко, спостерігаються зриви, крутильні динамічні ривки іноді настільки значні, що приводять до поломки інструмента. Причини цього явища до кінця не з'ясовані. В таких умовах значення коефіцієнта тертя, обчислені за загальноприйнятими уявленнями та формулами, виявляються на порядок вище тих, що звичайно наводяться в довідниках. Підвищення питомого тиску до величин, що перевищують 120...140 МПа, викликає якісну зміну характеру процесу у деформуємому об'ємі металу. Результати спостережень та мікромеханічні дослідження якості металу дозволяють виказати гіпотезу, що деформація металу при та-

ких тисках визначається якісно іншими закономірностями і, очевидно, зміщується в область холодної деформації. Аргументом на користь підтвердження цієї гіпотези є те, що у випадку формоутворення без обмеження при підвищеному тиску по зовнішньому діаметрі на сформованій деталі спостерігаються тріщини та розриви, що спричиняє брак.

Зазначені діапазони параметрів слід розглядати як апіорну інформацію для побудови плану експерименту з метою оптимізації процесу фрикційного формоутворення деталей з обмеженням та без обмеження по зовнішньому діаметрі, розрізняючи дві групи планів: побудованих при $P_0 = \text{const}$ та $U = \text{const}$. Деякі цікаві залежності між діаметрами ТДІ та заготовки при формуванні деталі без обмеження досліджені раніше [3]. Слід підкреслити, що особливе значення і практичний сенс для виробництва має формоутворення з обмеженням, в силу порівняно більш високих якісних показників виготовлених деталей. Якщо при цьому якщо вісь ТДІ співпадає із віссю заготовки, то діаметр отвору в деталі відповідає діаметру інструмента з точністю до сотих долей міліметра. Автором встановлено, що відношення $k = \frac{d_{\text{TDI}}^2}{d_z^2}$ є досить важливим безрозмір-

ним параметром, що характеризує процес формозміни заготовки в деталь. З економічних міркувань найбільший інтерес представляють деталі з відношенням $0,6 \leq d_{\text{TDI}}/D = 0,94$. При $d_{\text{TDI}}/D < 0,6$ помітно знижується економічна ефективність процесу через малу економію металу, а при $d_{\text{TDI}}/D > 0,94$ виникають технічні труднощі реалізації процесу формоутворення.

Наведені вище діапазони значень параметрів, що принципово впливають на процес формоутворення, дозволяють експериментатору побудувати перший план експерименту та спланувати відповідні рівні факторів. Як параметр оптимізації процесу формоутворення можна рекомендувати, наприклад, швидкість формоутворення тому що цей фактор, має явно виражену економічну природу, або питомий тиск на робочій поверхні ТДІ, виходячи з показників якості чи інших технічних причин.

Приймаючи як параметр оптимізації швидкість формоутворення або питомий тиск, функцію оптимізації ФФ можна записати наступним чином:

$$U(U') = f(P_0, (d_n/d_3)^2, \omega_{\text{vid}}) \text{ або } P_0 = f(U(U'), (d_n/d_3)^2, \omega_{\text{vid}}) \quad (1)$$

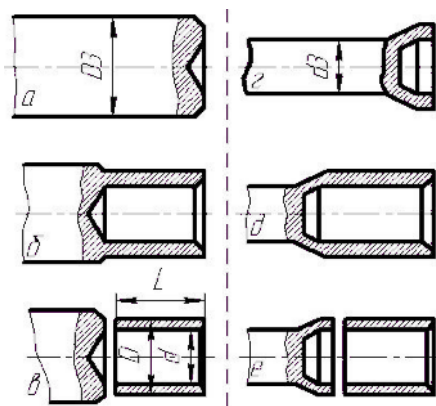


Рис. 1. Технологія виготовлення втулки ДМ.05.014 різанням (а,б,в) та за ТФФ (г,д,е)

при обмеженнях :
 $60 < \omega_{\text{vid}} \leq 500 \text{ рад/с}$;
 $0 < \omega_z < 100 \text{ рад/с}$;
 $8 \text{ мм} \leq d_{\text{TDI}} \leq 26 \text{ мм}$;
 $13 \text{ мм} \leq d_z \leq 25 \text{ мм}$;
 $20 \leq P_0 \leq 140 \text{ МПа}$
 $0,36 \leq (d_n/d_3)^2 \leq 0,88$;
 $D \leq 35 \text{ мм}$.

Вказані вище діапазони величин параметрів можуть бути також використані для призначення режиму формоутворення деталей близького до раціонального.

Як приклад використання ТФФ наведе-

демо зміст технології виготовлення втулки ДМ.05.014 (рис.1) яка дозволила підвищити КВМ – в 2,5 рази порівняно з виготовленням різанням. Нова технологічна схема виготовлення реалізована на одношпindelному токарно-револьверному автоматі моделі 1Б140, включала подачу прутка до упора, формоутворення деталі потрібних розмірів в межах встановлених допусків, охолодження, підрізання торців, зняття фасок та відрізки готової деталі. Розрахунок наладки ОТРА на виготовлення втулки виконувався в основному по загальновідомій методиці. В розпорядження технолога для установки упора та ріжучих інструментів використовувались револьверна головка та верхній задній супорт, на який установлювався різець для відрізки деталі. На поперечні супорти встановлено обмежувачий пристрій, описаний нижче. В якості ТДІ використовувався циліндричний стержень (ТДІ) зі швидкоріжучої сталі марки Р6Ф8 з початковою формою робочої поверхні у вигляді усіченого конуса з кутом привершині 60^0 та діаметром переднього торця 6-8 мм.

Втулка виготовлялась із пресованого латунного прутка діаметром 16мм (згідно заводській технології використовувся прутки діаметром 24 мм) марки ЛС59-1. Величина робочого переміщення ТДІ $L_{p.x}$ на переході формозміни визначалась за формулою

$$L_{p.x} = ((D^2 - d^2)(L + s)) / d_3^2 + L_0, \quad (1)$$

де D – зовнішній діаметр втулки, мм; d – внутрішній діаметр втулки, мм; L – конструктивна довжина деталі, мм; $s = 4 \dots 6$ мм додаткова довжина деталі, яка враховує припуск на відрізки і підрізки торця; d_3 – діаметр заготовки, мм; $L_d = 1-2$ мм додатковий вільний хід ТДІ з метою забезпечення його безударного підводу і сприянню стабільності експлуатації автомата. Діаметр пруткової заготовки визначався за формулою

$$d_3 = \sqrt{D^2 - d^2}, \quad (2)$$

з округленням до найближчого більшого цілого діаметру, визначаємого сортаментом тягнутого чи пресованого прокату у відповідності з ГОСТ 2060-73. Режим формоутворення характеризувався наступними параметрами:

$$\omega_z = 131 \text{ рад/с}; \quad \omega_{vid} = 131 \text{ рад/с}; \quad \omega_{tdi} = 0; \quad U = 2,5 \text{ мм/с} = 150 \text{ мм/хв.}; \quad d_z = 16 \text{ мм}.$$

На вказаних режимах основний (технологічний) час переходу формоутворення деталі становив 9,6с, тривалість охолодження – 10с, а тривалість циклу виготовлення, суттєво визначаєма структурою автоматної операції для ОТРА, дорівнювала 48,5с. В процесі дослідно-промислової експлуатації автомата по новій технології в лабораторії “Фрикційна обробка металу” КНТУ було виготовлено більше 5 000 втулок ДМ.05.014 партіями по 50-800 шт. за один запуск автомата. При цьому були відмічені цікаві особливості, щодо точності виготовлених деталей, характеру та інтенсивності зносу ТДІ, поведінки автомата в цілому, температурного і силового режиму його окремих вузлів, нагріву змащувально – охолоджуваної рідини тощо.

Як аналогічний приклад можна назвати ФФ гайки фільтру (рис.2) – деталь з фасонними внутрішніми і зовнішніми поверхнями з прутка діаметром 24 мм. При реалізації такої технології КВМ зростає у 3.45 рази. Форма ТДІ відповідала внутрішній

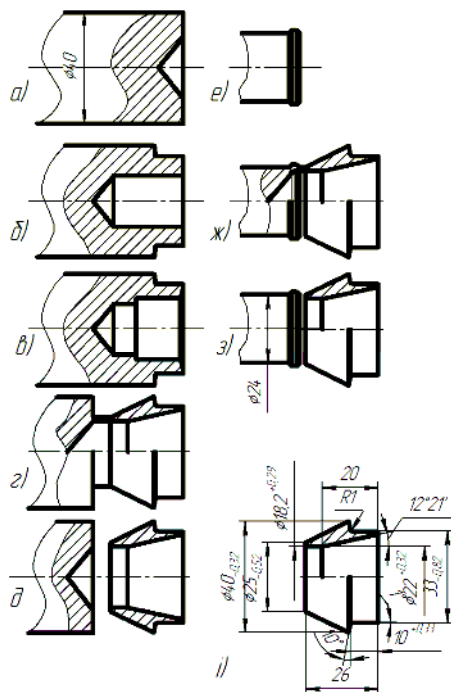


Рис. 2. Технологія виготовлення гайки ДМ. 05.002 різанням (а..д) та за ТФФ(е...и)

Для реалізації технології ФФ було розроблено декілька конструкцій оснащення, одна з яких приведена на рис. 5. Вона дозволила за допомогою валків (5) циліндричного чи фасонного профілю обмежити течію металу у радіальному від центру напрямку, визначаючи тим самим розміри і форму зовнішньої поверхні виготовлюваної деталі. Пристосування роз'ємної конструкції складається з двох опор, встановлених на поперечні супорти токарного автомата. На вісях утримуємих щокими опор, по ходовій посадці встановлена бронзова втулка з кішенею для графітової змазки, на якій напресований обмежуючий валок зі сталі 12Х18Н9Т. Через канали (8) безперервно прокачувалось індустріальне масло, охолод-

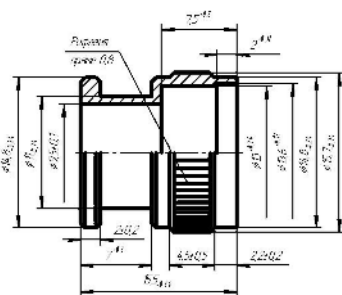


Рис. 3. Гайка ГУ8. 935. 028

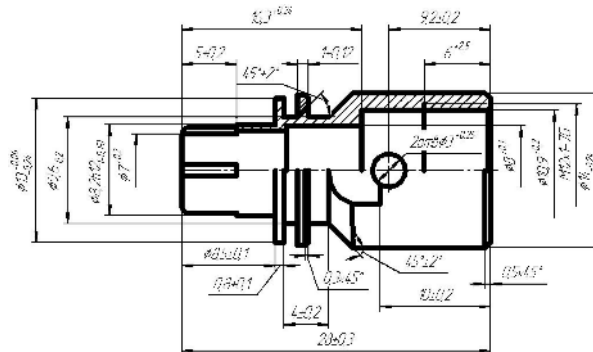


Рис. 4. Корпус патрона ГУ8. 034. 522

поверхні гайки. Час охолодження сформованої деталі становив 13с, а цикл виготовлення – 73,7с. Кулачок револьверної головки виконаний з різними кроками спіралі Архімеда, щоб на перших трьох секундах формоутворення забезпечити подачу 1,5 мм/с, а на останніх – 3,5мм/с. Це робилось так тому що, в процесі досліджень виявилась що сила затиску прутка недостатня, що провокувало поздовжнє його проковзування у затискній цанзі під впливом дії осьової сили. Крім того, було визнано недостатньою потужність двигуна приводу розподільчого валу для забезпечення необхідної швидкості та зусилля осьових подачі ТДІ.

Крім вказаних прикладів відмітимо факт виготовлення для НПО ім.С.П. Корольова дослідних партій заготовок (рис.3, 4) корпусів патрона ГУ8.034.522 (1000 шт.) та гайки ГУ8.935.028 (20 000 шт.) [1].

жуючи як вісь так і валок. Всього в пристосуванні використано три валка, які при зведенні супортів утворюють коло потрібного радіусу. Збіжність осі такого кола з віссю шпинделя станка забезпечується регулювальною тягою (6).

На заключення відмітимо, що процес ФФ ще дуже молодий, а особливості його протікання вимагають подальших досліджень.

По-перше, після запуску холодного автомата при виготовленні перших в даному запуску деталей помітні зміни зовнішніх розмірів деталей в сторону зменшення в межах, що перевищують поле допуску приблизно в два рази. По мірі розігріву верстата та оснащення в межах виготовлення до двох десятків деталей, діаметральний розмір деталі стабілізувався в межах допуску. Можна припустити, що коливання зовнішніх діаметральних розмірів деталі являється наслідком температурних коливань робочої зони формоутворення. Разом з тим свою частку в похибку діаметральних розмірів вносять і недостатня точність позиціонування обмежуючих валків та недостатня жорсткість порівняно довгого кінематичного ланцюга механізму радіального переміщення поперечних супортів.

По-друге, слід відмітити особливості різання тільки на сформованій деталі. Відрізка деталі через 10с після закінчення переходу формоутворення відбувається по металу, температура якого залишається все ще відносно високою і умови різання далекі від загальноприйнятих в холодній обробці металів різанням.

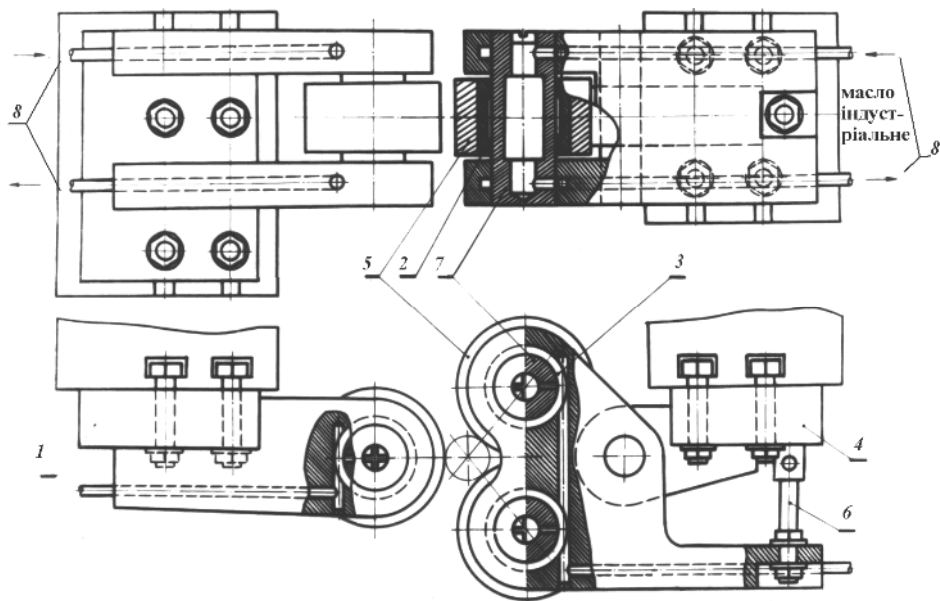


Рис. 5. Типова конструкція обмежуючого пристрою для токарного автомата 1Б140

По-третє, залишається недостатньо вивченою причина періодичного незакономірного відриву деталі від заготовки. Такий відрив у корневій зоні формоутворення виводить роботу верстата з ладу і вимагає його переналаштування.

По-четверте, на заготовці періодично з'являється наплив металу. Причини його появи та способи боротьби з цим явищем розглянуто раніше [5]. Проте виказані там гіпотези щодо причин та запропоновані способи перешкодження його появи вима-

гають подальшого експериментального дослідження на великих (десятки тисяч) партіях деталей.

По-п'яте, слід відмітити, що консольне розміщення револьверної головки на ОТРА 1Б140 приводить до розвороту ТДІ відносно напрямку дії сили, штовхаючої револьверний супорт. При виводі ТДІ, коли осьові навантаження знімаються, під впливом пружних деформацій внутрішня циліндрична поверхня сформованої деталі притискається до зовнішньої поверхні ТДІ, що приводить до проявлення звуку високого тону (10-20кГц), а також викликає розбивку та зниження шорсткості внутрішньої поверхні деталі.

По-шосте, визначаючим економічну ефективність ФФ є питання підвищення надійності закріплення прутка, таким чином щоб виключити його поздовжнє проковзування в кріпильній цангі під впливом дії ТДІ, особливо на першій стадії формоутворення.

По-сьоме, надзвичайно цікавою з точки зору стійкості оснащення та стабільності технологічного процесу є проблема тепловідводу у вибраних точках оснащення та оптимізації його потужності.

По-восьме, слід звертати увагу на герметичність охолоджуючих каналів, так як витік мастила при неякісному виготовленні ущільнень спричиняє появу угару та диму.

Висновки. Визначені основні параметри технології фрикційного формоутворення. Установлено діапазони значень таких параметрів при виготовленні порожнистих деталей із прутків мідноцинкових сплавів діаметрами 12... 22 мм, які можуть бути використані при плануванні експериментів по пошуку оптимальних параметрів при проектуванні виготовлення деталей конкретних розмірів. Приведено приклади експериментального та промислового використання технології фрикційного формоутворення. Експериментально встановлено, що знос інструменту не завдає принципових перешкод в роботі, а процес гарячого пластичного формозмінення заготовки в деталь може бути об'єднаний з доробкою напівфабриката різанням в одній технологічній операції.

Список літератури. 1. КРИСЬКОВ О.Д. Технологія фрикційного формоутворення. Навчальний посібник з курсу "Фізико-хімічні методи обробки" Навчальний посібник. - Кіровоград: РВЛ КНТУ 2008, -406с. 2. КРИСЬКОВ О.Д. Аналіз циклу однопотокової інтегрованої технологічної операції з точки зору основних теплосилових подій фрикційного формоутворення деталі // Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки. Збірник наукових праць, присвячений сторіччю з дня заснування кафедри сільськогосподарського машинобудування. - Кіровоград: КІСМ. -1997. - С.64-69. 3. КРИСЬКОВ О.Д, ЕльХавад Алі Ель Факи Ахмед. Взаимосвязь размеров заготовки и детали в малоотходной технологии фрикционного формообразования. Вісник технологічного університету Поділля. / Ч.3. Технічні науки. Спеціальний випуск, присвячений 10-річчю утворення кафедри прикладної механіки /-Хмельницький, 2000. – С.116-117. 4.КРИСЬКОВ О.Д. Основні теплосилові події та фактори, під впливом яких формується температурне поле заготовки в однопотоковій інтегрованій технологічній операції фрикційного формоутворення // Збірник наукових праць Кіровоградського інституту сільськогосподарського машинобудування "Техніка у сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація". Вип. 2. - Кіровоград: КІСМ. -1998. - С.186 - 190. 5. КРИСЬКОВ О.Д. Предупреждение напыва на прутке при фрикционном формообразовании деталей // Конструирование и

Надійшла до редакції 29.04.2010 р.

ПАРАМЕТРЫ РЕЖИМА ФРИКЦИОННОГО ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ФОРМЫ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ С ЦЕНТРАЛЬНЫМ ОТВЕРСТИЕМ

Криськов О.Д. (КНТУ, Кировоград, Украина)

Определены основные понятия сравнительно малоизвестного технологического процесса - фрикционное формообразование полых осесимметричных деталей формы тел вращения а также основные факторы его определяющие, в том числе относительные и абсолютные линейные и круговые движения заготовки, трущего и одновременно деформирующего инструмента и ограничивающих элементов оснастки. Факторы, определяющие процесс, предложено делить на активные и пассивные. Указаны пределы, в которых технолог может изменять активные факторы для достижения положительного результата. Приведены конкретные конструктивные размеры деталей и экспериментально проверенные параметры режимов их изготовления по новой технологии с доработкой детали резанием без ее переустановки. Описана одна из конструкций специального приспособления, рекомендованного для обеспечения необходимых конфигурации и точности размеров внешней поверхности детали.

Ключевые слова: параметры режима , фрикционное формообразование, втулка

PARAMETERS OF THE MODE FRICTIONAL FORM-BUILDING COMPONENTS OF BODIES -ROTATION WITH THE CENTRAL HOLE

Kryskov O.D. (KNTU, Kirovograd, Ukraine)

The basic concepts of little-known technological process - frictional form-building be hollow axisymmetric component of the form of bodies of rotation and also major factors its determining, including relative both absolute linear and circular movements of the preparation, the rubbing and simultaneously deforming tool and limiting elements are determined. The factors determining process are offered to divide on active and passive. Limits in which the technologist can change active factors for achievement of positive result are specified. The concrete constructive sizes of details and experimentally checked up parameters of modes of their manufacturing on new technology with completion of a detail by cutting without its reinstallation are resulted. One of designs of the special adaptation recommended for maintenance of necessary accuracy of the sizes and a configuration of an external surface of a detail is described.

Key words: parameters of a mode, frictional form-building, bushing