

**Музичук В. І.**

к.т.н., доцент

*Вінницький національний
аграрний університет***Muzychuk V.**

Ph.D., Associate Professor

*Vinnitsia National Agrarian
University***УДК 621.774****DOI: 10.37128/2306-8744-2020-4-10****ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ
ШТАМПУВАННЯ
ОБКОЧУВАННЯМ КІЛЬЦЕВИХ
ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ З
КВАДРАТНОЇ ЗАГОТОВКИ**

Досліджено схеми і способи виготовлення деталей типу дисків з квадратних заготовок, отримані штампуванням. Показана можливість управління граничними умовами, створенням різних схем напружено-деформованого стану в локальних зонах, зміною характеру течії металу, забезпечення відносно низьких рівнів залишкових напружень і анізотропії механічних властивостей в поздовжньому і поперечному напрямках, що дозволяють штампувати обкочуванням заготовки.

Показано, що при технологічному процесі штампуванні обкочуванням кільцевих заготовок деталей з квадратної заготовки проходить переміщення металу в різних осьових напрямках заготовки по трьох стадіях формоутворення. Опір деформації по всьому об'єму деталі також різний. В результаті цього з'являються додаткові напруження: на зовнішній поверхні - стискаючі, так як кожен внутрішній шар стримує рух сусіднього зовнішнього, а у внутрішніх - розтягуючі, так як кожен зовнішній шар, рухаючись швидше сусіднього, захоплює його за собою.

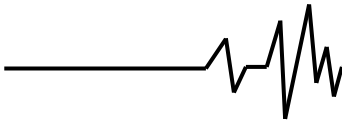
В роботі запропоновано пристрій виготовлення деталей типу дисків з квадратних заготовок. Принцип роботи даного пристрою полягає в тому, що вихідну заготовку з квадратним поперечним перерізом перед установкою в матрицю попередньо фіксують щодо її кутів. В результаті вирівнювання напружень, виникає зона внутрішніх шарів з додатковим радіальним напруженням, що збільшується до зовнішнього.

Використання запропонованого в роботі пристрою дає можливість штампувати деталі безвідходно, розширити номенклатуру отриманих виробів, а також знизити витрати на виготовлення виробу за рахунок полегшення перебігу металу.

Запропонована розрахункова формула визначення розмірів вихідної квадратної заготовки. Вибір розмірів вихідних заготовок за розрахунковою формулою спрощує їх підготовку рубкою, полегшує центрування при укладанні в штамп, а головне забезпечує високу точність розміру по висоті і відсутність анізотропії на відміну від кружків, вирубаних з листа.

Ключові слова: технологічний процес, штампування, граничні умови, квадратна заготовка, напружено-деформований стан, формоутворення.

Постановка проблеми. *Машинобудування знаходять кільцеві і фланцеві деталі з металів є однією з провідних галузей промисловості, в та їх сплавів у вигляді зубчастих коліс, кілець різних її областях широко застосування*



підшипників, деталей фланцевих з'єднань труб і т.п.

Кільцеві і фланцеві деталі відрізняються великою різноманітністю форм і розмірів, умовами експлуатації і виробництва, пластичністю і міцністю металу заготовок, а при їх виготовленні використовуються різні методи формоутворення і типи обладнання.

При виборі того чи іншого способу виготовлення основним визначальним фактором є завдання максимального наближення форми і розмірів заготовки до форми і розміри готових деталей, що в кінцевому підсумку веде до збільшення коефіцієнта використання металу і підвищення техніко-економічної ефективності процесу в цілому.

Для вирішення зазначеної проблеми значний внесок можуть внести сучасні технології, засновані на методах обробки металів тиском. При виборі технологічних процесів, оснащення, інструменту та обладнання, крім техніко-економічної ефективності, технологів і конструкторів все більше цікавлять технологічні можливості процесів і їх енергосилові параметри, що визначають потужність приводу робочих механізмів, габаритні розміри, масу устаткування і ін.

У зв'язку з вищевикладеним значний інтерес представляють методи обробки, засновані на локалізації пластичної деформації в невеликій частині оброблюваної заготовки. До них відносяться: прокатка валками, роликми, кульками, кільцевими матрицями, гвинтова прокатка, торцеве розкочування, а також штампування обкочуванням. Враховуючи вище сказане, дослідження процесу штампування обкочуванням кільцевих заготовок деталей з квадратної заготовки є актуальним.

Аналіз останніх публікацій.

Обкочування – це швидкісний високоточний метод виготовлення деталей постійного і перемінного поперечного перерізу з простих вихідних заготовок.

Процес обкочування зводиться до пластичної зміни форми шляхом переміщення часток металу. При цьому відбувається зменшення поперечного перерізу і відповідного йому подовження заготовки за рахунок переміщення металу вздовж осі в двох протилежних напрямках. Застосування обкочування в якості методу обробки можливе для матеріалів, що піддаються не тільки значній пластичній деформації, але і мають крихкість. В якості заготовок застосовують холоднотянуту чи калібровану сталь. При обкочуванні зберігається об'єм, збільшується міцність металу, у той же час, як при механічній обробці металів різанням, відбувається зменшення

початкового об'єму, а також погіршення вихідної якості металу через перерізання волокон [1 - 10].

Штампування обкочуванням виконується на спеціалізованому і традиційному (базовому) ковальсько-пресовому обладнанні після його модернізації. Локалізація пластичної деформації досягається коливальним (обкочувальним) рухом інструменту.

Можливість управління граничними умовами, створення різних схем напружено-деформованого стану в локальних зонах, зміни характеру течії металу (аж до хвильового), забезпечення відносно низьких рівнів залишкових напруг і анізотропії механічних властивостей в поздовжньому і поперечному напрямках дозволяють штампувати обкочуванням заготовки, упорядковуюча термічна обробка яких (наприклад, гарт і відпуск) виконується заздалегідь. Заготовки, після виконання процесу штампування обкочуванням, в повній мірі відповідають терміну «точні заготовки деталей».

Широке промислове освоєння цього перспективного процесу стримується через відсутність єдиної теорії, методик розрахунку технологічних параметрів (енергосилових, кінематичних, граничних ступенів деформації та ін.), і великої кількості інших факторів, що визначають напружено-деформований стан металу, а також через відсутність відповідного обладнання.

Мета дослідження. Дійсна робота присвячена дослідженню процесу штампування обкочуванням кільцевих заготовок деталей з квадратної заготовки.

Виклад основного матеріалу. У машинобудівному виробництві найбільш доцільна технологія отримання деталей дисків з квадратних заготовок.

При виготовленні складними є деталі круглої форми з невеликою висотою: $h/d \leq 0,3$, які мають діаметр не більший за 300-350 мм.

В такому випадку необхідно використовувати жорстке, потужне ковальсько-пресове обладнання і проводити гаряче штампування. В свою чергу необхідно виготовляти штампове обладнання використовуючи високолеговані сталі.

Тому в даній роботі описується технологічний процес отримання заготовок кільцевих деталей з квадратної заготовки штампуванням обкочуванням на ковальсько-пресовому обладнанні.

На рис. 1 показано схему наладки для штампування обкочуванням фланцевих деталей з квадратної заготовки, яка відноситься до першої групи класифікації



процесів штампуванням - безвідходне штампування обкочуванням плоских заготовок.

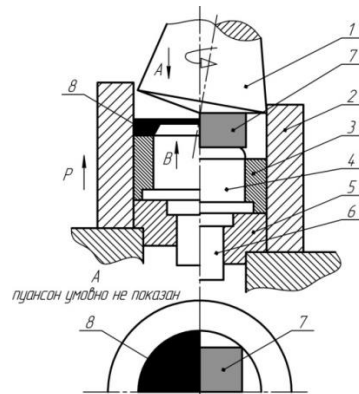


Рис. 1. Схема наладки для штампування обкочуванням з квадратної заготовки фланцевих деталей: 1 - пуансон; 2 - контейнер; 3, 4 матриця; 5 - кільце; 6 - виштовхувач; 7 - вихідна заготовка; 8 - готова деталь.

Коли метал переміщується по осі в різних напрямках заготовки, то виникають його різні формоутворення.

На рис. 2 видно, що спочатку метал переміщується в радіальному (по лінії Г-Г) і в осьовому (на зустріч прикладеній силі Р) напрямках.

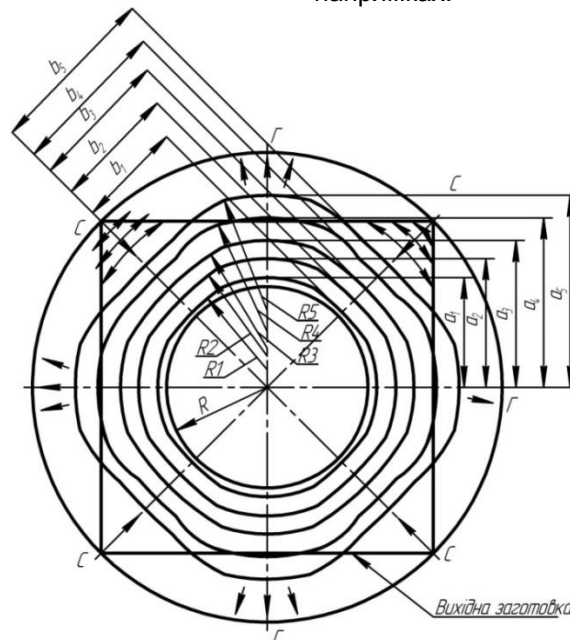


Рис. 2. Схема переміщення металу штампуванням обкочуванням з квадратної заготовки в фланцевій частині деталі: Г - Г - лінія переважання радіального переміщення металу; С - С - лінія переважання тангенціального переміщення металу.

Після чого дуже повільно метал переміщується у тангенціальному напрямку, як це видно на рис. 3.

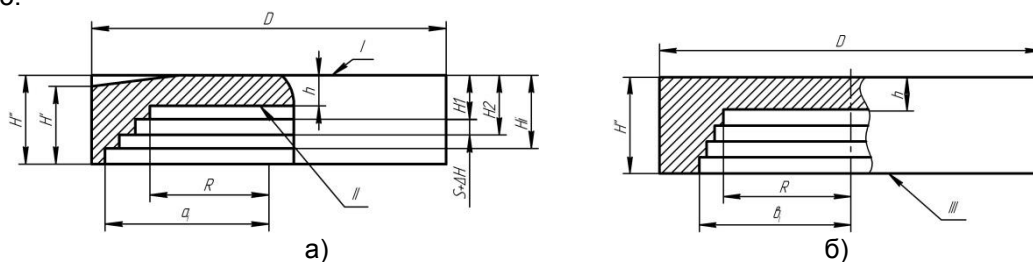
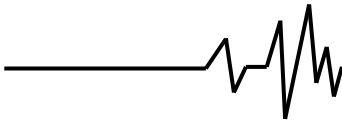


Рис. 3. Перетин заготовки в першій стадії технологічного процесу а) - переріз Г – Г; б) - переріз С – С.



Як видно з рис. 2, 3 по всьому об'єму заготовки буде різний опір деформування. Коли зовнішня частина заготовки контактує з пуансоном 1, то метал на зовнішній частині буде швидше переміщуватися за метал у внутрішній його частині за рахунок дуже великого тертя самої заготовки по поверхні матриці II.

Тому в заготовці виникають додаткові напруження: на внутрішній поверхні вони будуть розтягуючими, а на зовнішній поверхні будуть стискаючими.

Таким чином відбувається вирівнювання напружень в заготовці, але буде виникати радіальне напруження, яке, відповідно зовнішньої поверхні, буде зростати. Це підтверджується рис. 3, на якому видно, що верхня частина металу буде швидше переміщуватися ніж його нижня частина.

Наступний етап формоутворення починається в той момент, коли вихідна заготовка контактує по III поверхні з матрицею. В даному випадку метал не буде змінювати характер переміщення, але буде зростати опір деформування. Як показано на рис. 3 по лініях Г-Г буде видно збільшення радіального перебігу металу заготовки, а коли зовнішній діаметр буде по контуру заповнений, то утворюються матриці і зміниться напрямок переміщення металу. Тангенціальний перебіг

металу в заготовці по лініях С-С виникне тоді, коли начнеться зміна напрямку переміщення металу по лініях Г-Г, і завдячуючи підвищенню гідростатичного тиску, збільшиться заповнення металу нижньої центральної частини фланця.

Основною ознакою вище описаних етапів формоутворення є те, що при завершенні початкової, а також кінцевої стадії технологічного процесу, pojawiaються внутрішні кільцеві сходинок з різницею висот $S = H_2 - H_1$, що визначає значення подачі інструменту на один цикл процесу обкочування.

При технологічному процесі обкочування на лініях С-С виникають прямі ділянки внаслідок утворення кільця, що виникло по діагоналі за рахунок зіткнення квадратної заготовки з контейнером.

Наступним технологічним процесом обкочування заготовки, що проходить без великого зростання сили деформації, необхідно провести калібрування внутрішнього діаметра і полотна заготовки.

При дослідженні технологічного процесу використовувався пристрій виготовлення деталей типу дисків з квадратних заготовок. Принцип роботи даного пристрою полягає в тому, що вихідну заготовку з квадратним поперечним перерізом перед установкою в матрицю попередньо фіксують щодо її кутів (рис. 4.).

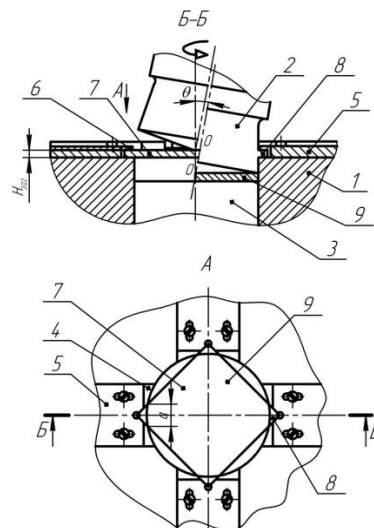


Рис. 4. Схема виготовлення деталей штамповкою обкочуванням із квадратної заготовки

Довжину діагоналі поперечного перерізу заготовки вибирають з наведеного діапазону. Установку заготовок в матрицю проводять осьовим напрямком обкочувального пуансона. При цьому відбувається відділення кутів заготовки до отримання розміру діагоналі, рівного діаметру готового виробу. Заготовка надійно фіксується в матриці за рахунок збільшення поверхні їх контакту. Потім проводять деформування заготовки

обкочувальним пуансоном до отримання круглого в плані виробу.

Пристрій для виготовлення деталей типу дисків з квадратних заготовок (рис. 4) складається з матриці 1, обкочувального пуансона 2 і виштовхувача 3. У матриці 1 виконані чотири пази 4, в яких закріплені регульовані планки 5 з прямокутними поглибленнями 6. У поглибленнях 6 поміщують виступаючі кутові частини вихідної заготовки 7



для її фіксації щодо осі матриці 1. В процесі роботи пристрою пуансон 2 буде отримувати рух обкочування від спеціального приводу. На столі преса установки змонтовані матриця 1 і виштовхувач 2, які можуть вертикально переміщуватися від своїх приводів.

Пристрій працює наступним чином.

Спочатку визначається за формулами вихідна листова квадратна в плані заготовка 7 з величиною діагоналі поперечного перерізу:

мінімальна довжина діагоналі заготовки

$$L_d = D_{\text{вир}} + H_{\text{заг}}; \quad (1)$$

максимальна довжина діагоналі заготовки

$$L_d = 1,41 D_{\text{вир}}; \quad (2)$$

де: L_d - довжина діагоналі поперечного перерізу квадратної заготовки; $D_{\text{вир}}$ - діаметр готової заготовки; $H_{\text{заг}}$ - висота вихідної листової заготовки.

Загальне співвідношення довжини і діагоналі вихідної заготовки і готової продукції повинно відповідати формулі

$$D_{\text{вир}} + H_{\text{заг}} \leq L_d \leq 1,41 D_{\text{вир}} \quad (3)$$

Отриману різкою на прес-ножицях вихідну заготовку 7, встановлюють на матрицю 1, фіксуючи її кутами в прямокутних поглибленнях 6 регульованих планок 5. При включеному пресі в роботу його повзун

піднімається вгору, а разом з ним матриця 1, виштовхувач 3 і вихідна заготовка 7. при цьому обкочувальний пуансон 2 спочатку входить в матрицю 1 і центрується по ній, після чого робить силову дію на заготовку 7 і під впливом гострих кромки матриці 1 і пуансона 2 відбувається відрубка (відділення) кутів 8 на заготовці до отримання розміру її діагоналі, що дорівнює діаметру готового виробу.

Відходи металу при початковій заготовці Двир + Нзаг (мінімальний розмір діагоналі) незначні і не перевищували 5%. У міру збільшення у заготовці розміру діагоналі відходи металу зростали і ставали максимальними при діагоналі $1,41 D_{\text{вир}}$. Однак, вони менші при вирубці диска з плоскої заготовки (за рахунок виключення відходів металу в перемичках між заготовками). У цьому випадку можливе не заповнення по контуру усувалося шляхом подальшої до штамповки обкочуванням. При подальшому русі повзуна вгору напівфабрикат 9 з відрубаними кутами розкочувався обкочувальним пуансоном 2 до диска. Після опускання повзуна преса вниз готовий виріб виштовхується з матриці 1 виштовхувачем 3. відштампований виріб і відходи видалялися. Виштовхувач 3 повертається у вихідне положення.

Для штампування диска іншої товщини, планки 5 встановлювалися відповідним чином.

Випробування способу проводилося на заготовці зі сталі 20 на гідравлічному пресі для штампування обкочуванням моделі П2940ШО зусиллям 10000 кН.

Параметри досліджуваної схеми наведені в таблиці 1.

Таблиця 1.

Параметри штампування кільцевих заготовок з квадратної заготовки

Назва параметрів	Позначення	Одиниця виміру	Параметри
Діагональ заготовки	L_d	мм	185 ± 242
Товщина заготовки	$H_{\text{заг}}$	мм	15
Кут нахилу осі пуансона	Θ	(градус)	3
Осьова подача інструменту	S	мм/обк	1,9
Температура нагрівання	T	°C	744
Максимальна сила штампування	P	кН	2350

Розрахунок квадратної заготовки при штампуванні обкочуванням кільцевих заготовок виконували наступним чином:

1. Розраховуються вихідні параметри заготовки (рис. 5):

$$C = D, V_d = V_3, \quad (4)$$

де: C - діагональ квадратної заготовки; D - зовнішній діаметр кільцевої деталі; V_d ; V_3 - об'єм деталі і заготовки.

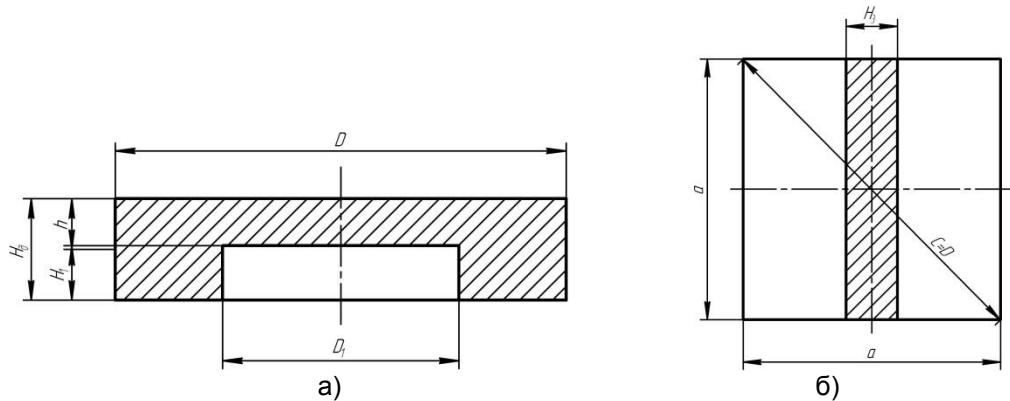


Рис. 5. Вихідні параметри готової деталі (а) заготовки (б)

2. Інтервали варіювання повинні відповідати вимогам: $B = D1/D = 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9$;

$Hд = 3,5, 10, 12, 14, 16, 20$; $h=0, 1,5, 4$, де: $D1$ - внутрішній діаметр кільцевої деталі; $Hд$ - висота кільцевої деталі; h - товщина перемички.

3. Для виведення розрахункової формули розраховували об'єми деталі і заготовки:

$$Vд = (\pi D^2 H - \pi D_1^2 H) / 4; \quad (5.)$$

$$Vз = a^2 Hз, \quad (6)$$

де: a - сторона квадратної заготовки, яка буде рівана

$$a = (C/\sqrt{2})^2, \quad (7)$$

але в нашому випадку $C = D$ тоді

$$a = (D/\sqrt{2})^2. \quad (8)$$

З формули (6) знаходимо

$$Hз = Vз/a^2. \quad (9)$$

Але $V_з$ по умові (4) рівно $Vд$.

Підставляючи в формулу (9) отримані значення виведемо формулу, за допомогою якої розраховується висота заготовки (листа)

$$Hз = 1,57(Hд - B^2 H_1). \quad (10)$$

Оптимальні можливості використання квадратних заготовок при їх змінюючих товщинах визначаються відношенням внутрішнього і зовнішнього діаметрів готової деталі (B) і товщиною перемички $h = Hд - H_1$, яке характеризується граничними можливостями силових характеристик преса.

Останнє визначення пояснюється тим, що процес штампування обкочуванням квадратних заготовок допускає деформування до розриву центральної частини по внутрішньому діаметру $D1$, тобто $h = 0$. Але зі збільшенням ступеня деформації значно зростає зусилля деформування P і, як наслідок, знижується стійкість штампового оснащення, що в свою чергу призводить до збільшення виробничих витрат.

На рис. 6. приведена залежність висоти вихідної заготовки (листа) $Hз$ від відношення діаметрів (B) в діапазоні висоти готової деталі від 10 до 20 мм.

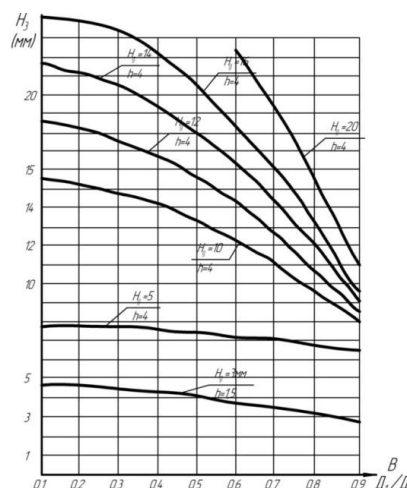
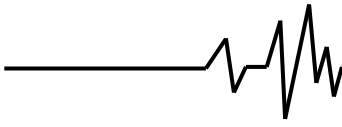


Рис. 6. Графік граничної можливості використання стандартних листових заготовок



Так, наприклад, для отримання висоти готової деталі $H_d = 20$ мм при співвідношенні $B = 0,5$ необхідно задатися висотою заготовки $H_3 = 24$ мм. Виходячи з умов аналізу встановлюємо, що використання вихідної заготовки $H_3 = 20$ мм для отримання точних деталей можливо тільки при висоті $H_d = 14, 16$ і 20 мм при B відповідно рівним $0,34, 0,52, 0,68$. При зменшенні висоти готової деталі H_d , діапазон використання вихідної заготовки $H_3 = \text{const}$ знижується, тому що криві наближаються до лінійного вигляду, і навпаки, збільшення H_d призводить до розширення можливостей використання вихідної заготовки $H_3 = \text{const}$, тобто чим більше висота H_d , тим більш широкий діапазон використання $H_3 = \text{const}$.

Таким чином, вибір розмірів вихідних заготовок за розрахунковою формулою (10) спрощує їх підготовку рубкою, полегшує центрування при укладанні в штамп, а головне, забезпечує високу точність розміру по висоті і відсутність анізотропії на відміну від кружків, вирубаних з листа.

Висновки:

1. Досліджено схеми і способи виготовлення деталей типу дисків з квадратних заготовок, отримані штампуванням. Використання запропонованого в роботі способу дає можливість штампувати деталі безвідходно, розширити номенклатуру отриманих виробів, а також знизити витрати на виготовлення виробу за рахунок полегшення перебігу металу.

2. Запропоновано розрахункову формулу визначення розмірів вихідної квадратної заготовки. Вибір розмірів вихідних заготовок за розрахунковою формулою спрощує їх підготовку рубкою, полегшує центрування при укладанні в штамп, забезпечує високу точність розміру по висоті і відсутність анізотропії на відміну від кружків, вирубаних з листа.

Список використаних джерел

1. Богоявленский К.Н., Селин М.Т., Лапин В.В. Оборудование и технология раскатки прецизионных заготовок. Москва: НИИМАШ, 1981. 120 с.
2. Капорович В.Г. Обкатка металлоизделий в производстве. Москва: Машиностроение, 1973. 168 с.
3. Капорович В.Г. Производство деталей из труб обкаткой. Москва: Машиностроение, 1978. 136 с.
4. Дель Г.Д. Определение напряжений в пластической области по распределению твёрдости. Москва: Машиностроение, 1971. 197 с.

5. Огородников В.А. Оценка деформируемости металлов при обработке давлением. Киев: Выща школа, 1983. 175 с.

6. Сурков В.А. Исследование и разработка технологических процессов штамповки обкатыванием кольцевых и фланцевых заготовок: диссертация. Ижевск, 2005. 133 с.

7. Огородников, В.И. Муzychuk, О.В., Нахайчук. Механіка процесів холодного формозмінювання з однотипними схемами механізму деформації: монографія. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2007. 179 с.

8. Gunko I.V., Muzychuk V.I., Nakhaichuk O.V. Talking the development of deformation into determining normal and tangential contact stresses at the forge. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2015. № 2 (85), С. 102-107.

9. Сивак Р.І. Пластичність металів при немонотонному навантаженні. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2015. №1 (91). С.108-111.

10. R. Sivak. Evaluation of metal plasticity and research on the mechanics of pressure treatment processes under complex loading. Eastern-European journal of enterprise technologies. 2017. №6/7 (90) p. 34-41.

References

1. Bogoyavlenskiy, K. N., Selin, M. T., Lapin, V. V. (1981). Oborudovaniye i tekhnologiya raskatki pretsizionnykh zagotovok [Equipment and technology for rolling precision workpieces]. M : NIIMASH. [in Russian].
2. Kaporovich, V. G. (1973). Obkatka metalloizdeliy v proizvodstve [Running-in metal products in production]. M.: Mashinostroyeniye. [in Russian].
3. Kaporovich, V. G. (1978). Proizvodstvo detaley iz trub obkatkoy. [Production of parts from pipes by rolling]. M: Mashinostroyeniye. [in Russian].
4. Del', G. D. (1971). Opredeleniye napryazheniy v plasticheskoy oblasti po raspredeleniyu tvordosti [Determination of stresses in the plastic area from the distribution of hardness]. M: Mashinostroyeniye. [in Russian].
5. Ogorodnikov, V. A. (1983). Otsenka deformiruyemosti metallov pri obrabotke davleniyem [Assessment of the deformability of metals during pressure treatment]. K: Vyshcha shkola. [in Ukrainian].
6. Surkov V. A. (2005) Issledovaniye i razrabotka tekhnologicheskikh protsessov shtampovki obkatyvaniyem kol'tsevykh i flantsevykh zagotovok [Research and development of technological processes of stamping by rolling of annular and flange blanks]. Candidate's thesis. Izhevsk. [in Russian].



7. Ohorodnikov, V. A., Muzychuk, O. V., Nakhaychuk, V. I. (2007). Mekhanika protsesiv kholodnoho formozminyuvannya z odnotypnymy skhemamy mekhanizmu deformatsiyi. Monohrafiya [Mechanics of cold forming processes with the same type of deformation mechanism schemes. Monograph]. V: UNIVERSUM-Vinnytsya [in Ukrainian].

8. Gunko, I. V., Muzychuk, V. I., Nakhaichuk, O. V. (2015). Talking tne development of deformation into determining normal and tangential contact stresses at the forge. Tekhnika, enerhetyka, transport APC. Vinnytsya, 2 (85). 102–107. [in English].

9. Syvak, R. I. (2015). Plastychnist' metaliv pry nemonotonnomu navantazhenni [Plasticity of metals at nonmonotonic loading]. Tekhnika, enerhetyka, transport APC. Vinnytsya, 1(91). 108–111 [in Ukrainian].

10. Sivak, R. (2017). Evaluation of metal plasticity and research on the mechanics of pressure treatment processes under complex loading. Eastern-European journal of enterprise technologies, 6/7(90). 34–41. [in English].

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ШТАМПОВКИ ОБКТАТЫВАНИЕМ КОЛЬЦЕВЫХ ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ ИЗ КВАДРАТНОЙ ЗАГОТОВКИ

Исследованы схемы и способы изготовления деталей типа дисков с квадратных заготовок, полученные штамповкой. Показана возможность управления граничными условиями, создание различных схем напряженно-деформированного состояния в локальных зонах, изменения характера течения металла, обеспечения относительно низких уровней остаточных напряжений и анизотропии механических свойств в продольном и поперечном направлениях, что позволяет штамповать обкатыванием заготовки.

Показано, что при технологическом процессе штамповки обкаткой кольцевых заготовок деталей из квадратной заготовки проходит перемещение металла в разных осевых направлениях заготовки по трем стадиям формообразования. Сопротивление деформации по всему объему детали также разный. В результате этого появляются дополнительные напряжения: на наружной поверхности - сжимающие, так как каждый внутренний слой сдерживает движение соседнего внешнего, а во внутренних - растягивающие, так как каждый внешний слой, двигаясь быстрее соседнего, захватывает его за собой.

В работе предложено устройство изготовления деталей типа дисков с квадратных заготовок. Принцип работы данного

устройства заключается в том, что исходную заготовку с квадратным поперечным сечением перед установкой в матрицу предварительно фиксируют по ее углам. В результате выравнивания напряжений, возникает зона внутренних слоев с дополнительным радиальным напряжением, что увеличивается к внешнему.

Использование предложенного в работе устройства дает возможность штамповать детали безотходно, расширить номенклатуру полученных изделий, а также снизить затраты на изготовление изделия за счет облегчения течения металла.

Предложенная расчетная формула определения размеров исходной квадратной заготовки. Выбор размеров исходных заготовок по расчетной формуле упрощает их подготовку рубкой, облегчает центрирование при вложении в штамп, а главное обеспечивает высокую точность размера по высоте и отсутствие анизотропии в отличие от кружков, вырубленных из листа.

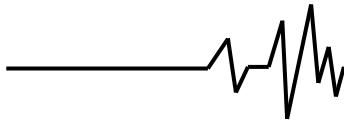
Ключевые слова: технологический процесс, штамповка, граничные условия, квадратная заготовка, напряженно-деформированное состояние, формообразование.

STUDY OF THE PROCESS OF STAMPING BY ROLLING RING BLANKS OF PARTS FROM A SQUARE BILLET

Schemes and methods of manufacturing parts such as disks from square blanks obtained by stamping are studied. The possibility of controlling boundary conditions, creating various schemes of stress-strain state in local zones, changing the nature of metal flow, providing relatively low levels of residual stresses and anisotropy of mechanical properties in the longitudinal and transverse directions, allowing to stamp rolling workpieces.

It is shown that in the technological process of stamping by running-in of annular workpieces of parts from a square workpiece, a metal displacer passes in different axial directions of the workpiece through three stages of forming. Deformation resistance throughout the volume of the part is also different. As a result, there are additional stresses: on the outer surface - compressive, as each inner layer restrains the movement of the neighboring outer, and in the inner - stretching, as each outer layer, moving faster than the neighboring, captures it.

The device of manufacturing of details of type of disks from square preparations is offered in work. The principle of operation of this device is that the original workpiece with a square cross section before installation in the matrix is pre-fixed



relative to its angles. As a result of stress equalization, there is a zone of inner layers with additional radial stress, which increases to the outer.

The use of the device proposed in the work makes it possible to stamp parts without waste, to expand the range of products obtained, as well as to reduce the cost of manufacturing the product by facilitating the flow of metal.

The calculation formula for determining the size of the original square workpiece is proposed.

The choice of the sizes of initial preparations according to the calculation formula simplifies their preparation by felling, facilitates centering at stacking in a stamp, and the main thing provides high accuracy of the size on height and absence of anisotropy unlike the circles cut out from a sheet.

Keywords: *technological process, stamping, boundary conditions, square workpiece, stress-strain state, forming.*

Відомості про авторів

Музичук Василь Іванович – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: wasil@vsau.vin.ua).

Музычук Василий Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологических процессов та оборудования перерабатывающих та пищевых производств» Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, 21008, Украина, e-mail: wasil@vsau.vin.ua).

Muzychuk Vasyi – PhD, Associate Professor of the Department of “Technological Processes and Equipment of Processing and Food Productions” of the Vinnytsia National Agrarian University (3 Solnechnaya St, Vinnytsia, 21008, Ukraine, e-mail: wasil@vsau.vin.ua).