

Швець Л. В.

Вінницький
національний
аграрний
університет

УДК 621.7.014.2

ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИ ВАЛЬЦЮВАННІ ЗАГОТОВОК ІЗ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ В УМОВАХ ІЗОТЕРМІЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ

В работе отмечена актуальность разработки и внедрения малоотходных технологических процессов штамповки поковок из алюминиевых сплавов на предприятиях машиностроения. Описаны оборудование и методика для проведения экспериментов по определению технологических параметров вальцовки заготовок из алюминиевых сплавов в условиях изотермического и приближенных к нему деформирования.

Ключевые слова - вальцовка, алюминиевые сплавы, изотермические условия, малоотходные процессы, деформация.

The paper highlighted the relevance of the development and implementation of low-waste technological processes of stamping forgings of aluminum alloys in the mechanical engineering. We describe the equipment and methods for conducting experiments to determine the technological parameters of rolling billets of aluminum alloys under isothermal and close to his strain.

Keywords - rolling, aluminum alloys, isothermal conditions, low-waste processes, deformation.

Постановка проблеми. У номенклатурі штампувало поковок значний обсяг займають поковки з витягнутою віссю і змінним перетином вздовж осі (важелі, куліси, гойдалки і ін.) Існуючі технологічні процеси виготовлення штампованих поковок з алюмінієвих сплавів з витягнутою віссю, з не підготовлених заготовок, характеризуються низькою продуктивністю, високою трудомісткістю і підвищеною витратою металу.

Актуальність розробки і впровадження маловідходних технологічних процесів штампування поковок з алюмінієвих сплавів на підприємствах машинобудування, обумовлена значним застосуванням у виробі різних галузей цих сплавів, підвищеною витратою металу (коефіцієнт використання металу 0,15 - 0,3), високою трудомісткістю, тривалим циклом виготовлення якісних штампованих поковок (як правило, 2 - 3 штампування з проміжними операціями нагріву, обрізки облою, травлення, зачистки) і завданнями щодо вдосконалення

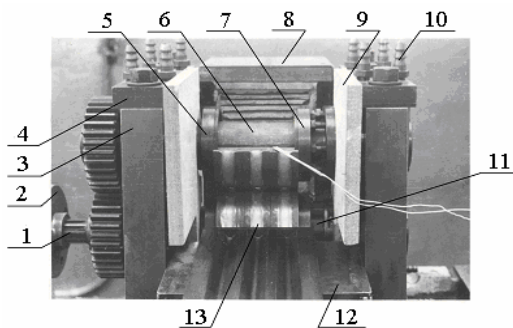
металлозощаджуючих технологій. Широке використання алюмінієвих сплавів визначається їх технічними, фізичними та механічними властивостями.

Мета дослідження. Застосування процесу вальцювання заготовок в умовах ізотермічного і наближених до нього деформування необхідна, як підготовча операція об'ємного штампування, що служить для перерозподілу металу вихідної заготовки, з метою: застосування високих ступенів деформації та обладнання меншого зусилля в порівнянні з традиційним вальцюванням; споживання менших енерговитрат; виготовлення якісних штампованих поковок з високим коефіцієнтом використання заготовки і низькою трудомісткістю; зменшення трудомісткості виготовлення вальцювальних штампів і витрати штампової сталі; виготовлення деяких видів профілів симетричного і асиметричного перерізу, а також заготовок з криволінійною віссю. Крім цього,

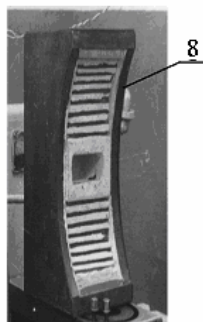


нагрів вальцювальних штампів до температур деформування (або близько до них) дозволить знизити зусилля деформування за рахунок підвищення пластичності оброблюваного металу, яке відбувається із-за повного протікання розмінюючих процесів. Рівномірна деформація заготовки, при відсутності зон утрудненою деформації і локального перегріву, забезпечує хороше і всебічне опрацювання структури, і, як наслідок, зменшує розкид властивостей в межах заготовки. Тому проведення досліджень з впливу температур нагріву заготовок і вальцювальних штампів, ступеня деформації на технологічні параметри вальцювання заготовок в гладких валках і калібрах різних систем, в умовах ізотермічного і наближених до нього деформування, є актуальною задачею, вирішення якої приведе до покращення пластичності і зниженню зусиль деформування, підвищенню якості напівфабрикатів і зниження їх собівартості.

Виклад основного матеріалу. Для визначення технологічних параметрів і термомеханічних характеристик при вальцюванні заготовок в умовах ізотермічного і наближених до нього деформування, проводяться експерименти на дослідній установці з приводом від електродвигуна потужністю 7 кВт, представленої на рис. 1.



а



б

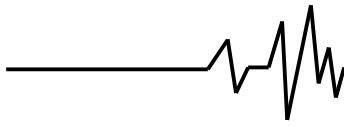
Рис. 1. Установка для вальцювання в умовах ізотермічного деформування (а); фрагмент печі (б)

З метою забезпечення жорсткості валків і збереження постійної міжцентрової відстані в процесі деформування, установка виконана за типом двоопорних кувальних вальців. Для підтримки температури заготовки і нагріву робочого інструменту (вальцювальних штампів, безпосередньо встановлених на валках) установка забезпечена нагрівальним пристроєм, потужністю 1,2 кВт, встановленим з тильного боку, рис. 1, б.

Щоб уникнути заклинювання від нагрівання підшипникових вузлів робочих валків, корпуси зовнішніх пар виконані з отворами - каналами для забезпечення циркуляції проточної води.

Установка для вальцювання заготовок в умовах ізотермічного і наближених до нього деформування (рис.1, а) складається з зварного корпуса 3, що включає підставку і дві вертикальні стійки. Вертикальні стійки мають пази для установки чотирьох корпусів підшипників ковзання, які кріпляться стяжними планками 4. У підшипниках, як в опорах, обертаються верхній 6 і нижній приводний 11 валки. Останній через шліцеве з'єднання 1 муфти 2 з'єднаний з приводом, а через зубчасту передачу (з відношенням 1: 1) з верхнім валком, що забезпечує їх синхронне обертання. Міжосьова відстань валків регулюється в межах 0,5 - 2,0 мм за допомогою каліброваних прокладок. На валках між нерухою 5 і рухою 7 шайбами закріплені вальцювальні штампи 13. Для введення заготовки в робочу зону вальцювальних штампів строго по осі струмка і її кантування на 90° при переходах з струмка в струмок в передній частині установка забезпечена проводкою 12, а з тильного боку корпусу установки закріплено нагрівальний пристрій 8, що служить для нагріву та підтримання необхідних температур поверхні вальцювальних штампів і заготовок. Крім цього, нагрівальний пристрій має робочу камеру, в якій для збереження температури нагрітої заготовки при її деформуванні в вальцювальних штампах, постійно перебуває вальцювана заготовка.

Нагрівальний пристрій 8 являє собою піч електричного опору з футеровкою нагрівальної зони, що повторює по контуру робочий інструмент без контролю форми струмків. Під'єднання нагрівального пристрою здійснюється від мережі змінного струму напругою 220 В через трансформатор РНО-250-10. Нагріванню корпусів підшипників запобігають азбоцементні плити 9. Штуцера 10 служать для подачі і зливу охолоджувальної проточної води. Контроль, регулювання та



реєстрацію температури нагріву заготовки і вальцювальних штампів забезпечує самописний прилад КСП - 4.

Для введення заготовок в калібри вальцювальних штампів і кантування при переходах з струмка в струмок, установка має проводку. Заготовки подають в калібри кліщами, забезпеченими конструкцією, яка копіює рельєф проводки і дозволяє кантувати заготовку на 90° при перенесенні з струмка в струмок.

Розроблена методика проведення експериментальних досліджень охоплює широкий діапазон задач необхідний для визначення технологічних параметрів вальцювання заготовок із алюмінієвих сплавів в умовах ізотермічного і наближених до нього деформування.

Спільними умовами при проведенні експериментів з визначення оптимальних технологічних параметрів вальцювання заготовок в умовах ізотермічного і наближених до нього деформування є:

1. Використовувати для проведення експериментів марки алюмінієвих сплавів: АК6, АК4, АК4 - 1, АК8, АМг1, АМг2, АМг6, АМЦ з розмірами \varnothing 14, 18, 20, 25 мм і довжиною 150 мм.

2. Використання методів тензометрування, оптичної мікроскопії, математичної статистики.

3. На кожну точку дослідження залежності технологічних параметрів від різних факторів (температур нагрівання вальцювальних штампів t_s і заготовок t_z , швидкості u і ступеня деформації ε) виділяється три зразки досліджуваного сплаву, незалежно від вальцювання в гладких валках або калібрах різних систем.

4. Перед експериментальними дослідженнями провести градування автоматичного потенціометра печі. Зниження температури зразка при перенесенні від печі до стану, компенсувати його нагріванням до 10°C вище температури вальцювання.

5. Визначити коефіцієнт тертя між металом заготовки і поверхнею валків в умовах проведених експериментальних робіт.

6. Визначити оптимальну частоту обертання валків для проведення експериментів.

7. Абсолютна ступінь деформації Δh визначається як різниця висот зразка до і після вальцювання

$$\Delta h = h_0 - h_1, \quad (1)$$

де h_0 – початкова висота зразка, мм;

h_1 – висота зразка після вальцювання, мм.

8. Розширення Δb визначається як різниця ширини зразка до і після вальцювання

$$\Delta b = b_1 - b_0, \quad (2)$$

де b_0 – ширина зразка до вальцювання, мм;

b_1 – ширина зразка після вальцювання, мм.

9. Випередження S визначається за формулою

$$S = \frac{l_1 - l_2}{l_2} \cdot 100 \quad (3)$$

де l_1 – відстань між відбитками кернів на заготовці, мм;

l_2 – відстань між відбитками кернів на валку, мм.

Для виміру відстані між кернами використовувати великий мікроскоп інструментальний БМІ-1. Похибка виміру не перевищує $\pm 0,005$ мм.

10. Тиск металу на валки визначається за формулою

$$P_{om} = 1 - \frac{P_0 - P_1}{P_0} \quad (4)$$

де P_{om} – відносна тиск;

P_0 – тиск металу на валки, які мають температуру 20°C , кг/мм^2 ;

P_1 – тиск металу на валки, які мають температуру $50 - 450^\circ\text{C}$, кг/мм^2 .

11. За результатами експериментальних досліджень будуються графіки залежностей технологічних параметрів від ступеня деформації, температур нагріву вальцювальних штампів і заготовок, при вальцюванні заготовок в гладких валках і калібрах різних систем:

12.1. Гладкі валки – $\Delta b, S, P = f(\varepsilon, t_s, t_z)$,

де ε ступінь деформації, %;

t_s – температура нагрівання валків, $^\circ\text{C}$;

t_z – температура нагріву заготовок, $^\circ\text{C}$.

а) Розширення, Δb і випередження S досліджуються при:

- $\varepsilon = 30, 40, 50\%$;

- $t_s = 20, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450^\circ\text{C}$;

- $t_z = 300, 350, 400, 450^\circ\text{C}$.

б) Тиск металу на валки вимірювати за допомогою месдоз у вигляді силувимірювальної склянки із записом показань осцилографа Н - 105 на світлочутливий папір типу УФ шириною 120 мм і досліджувати при:

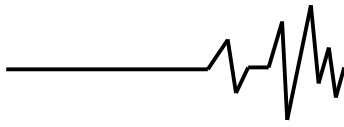
- $\varepsilon = 30, 40, 50\%$;

- $t_s = 20, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450^\circ\text{C}$;

- $t_z = 450^\circ\text{C}$.

12.2. Калібри – $\Delta b, S, P = f(\varepsilon, t_s, t_z)$:

а) Розширення і випередження круглих заготовок в овальних калібрах дослідити в залежності від:



- $\varepsilon = 30, 40, 50\%$;
- $t_6 = 20, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500$ ° C;
- $t_3 = 470$ ° C.

За аналогічною методикою, в цих калібрах провести дослідження розширення алюмінієвого сплаву Д16, армованого ниткоподібними кристалами SiC.

б) Дослідити розширення і випередження овальних заготовок, з розмірами зазначеними в табл. 3.6, 3.7, при вальцюванні в ромбічних калібрах з кутами $105^\circ, 110^\circ, 115^\circ$, висотою 8,4 і 9,4 мм в залежності від:

- $\varepsilon = 30, 40, 50\%$;
- $t_6 = 20, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450$, ° C,;
- $t_3 = 470$ ° C.

Провести аналогічні дослідження по визначенню розширення і випередження в системах калібрів: овал - квадрат; овал - круг; ромб - квадрат; ромб - круг.

13. Провести всебічні дослідження вальцьованих заготовок в умовах ізотермічного деформування і штапованих поковок (макро-, мікроструктури та механічних властивостей).

14. Визначити коефіцієнти витяжки по переходах для різних систем калібрів.

15. Температуру нагрівання вальцьовальних штампів і заготовок контролювати хромель-алюмелевою термопарою.

16. Контроль лінійних розмірів вальцьованих заготовок проводити: лінійкою ГОСТ 427 - 75; штангенциркулем, ГОСТ 166 - 73, похибка вимірювання $\pm 0,05$ мм; шаблонами радіусними, ГОСТ 4126 - 82; штангенрейсмасом, ГОСТ 164 - 80, похибка вимірювання $\pm 0,05$.

17. Розробити математичні моделі та отримати формули для визначення розширення і випередження при вальцюванні заготовок із алюмінієвих сплавів в калібрах різних систем в умовах ізотермічного і наближених до нього деформування.

18. На підставі аналізу результатів експериментальних досліджень з визначення оптимальних технологічних параметрів вальцювання заготовок із алюмінієвих сплавів при змінних температурах, швидкостях, ступенях деформації та освоєнні технологічного процесу, розробити технологічні рекомендації для розрахунку калібрів і технічне завдання на промисловий зразок обладнання для вальцювання заготовок в умовах ізотермічного і наближених до нього деформування, що дозволяє працювати в

широкому діапазоні змінних параметрів, включаючи роботу при традиційній вальцюванні (без нагріву вальцьовальних штампів).

Висновки

1. Розроблено методику проведення експериментальних досліджень по визначенню технологічних параметрів вальцювання заготовок із алюмінієвих сплавів в умовах ізотермічного і наближених до нього деформування.

2. Проведення досліджень з впливу температур нагріву заготовок і вальцьовальних штампів, ступеня деформації на технологічні параметри вальцювання заготовок в гладких валках і калібрах різних систем, в умовах ізотермічного і наближених до нього деформування, є актуальною задачею, вирішення якої приведе до покращення пластичності і зниженню зусиль деформування, підвищення якості напівфабрикатів і зниження їх собівартості.

Література

1. Скрябин С.А. Исследование пластичности сплавов АК6 и Д16, армированного нитевидными кристаллами из материала SiC, в условиях изотермического деформирования / Скрябин С.А., Швець Л.В. // Технологические системы. – 2007. – № 1. – С. 56 - 61.

2. Скрябин С.А. Исследование уширения при вальцовке заготовок из алюминиевых сплавов по системе круг-овал-ромб в условиях, приближенных к изотермическим / Скрябин С.А., Музычук В.И., Швець Л.В. // Вестник Донбасской Государственной машиностроительной академии. Краматорск. – 2007. – №1 (7). – С. 164-169.

3. Скрябин С.А. Исследование опережения при вальцовке заготовок из алюминиевых сплавов по системе круг-овал-ромб в условиях, приближенных к изотермическим / Скрябин С.А., Музычук В.И., Швець Л.В. // Технологические системы. – 2007. – № 4 (40). – С. 66-70.

4. Скрябин С.О. Застосування процесу вальцювання заготовок в умовах ізотермічного деформування (огляд). / Скрябин С.О., Швець Л.В. // Київ, 2008. – 10с. Бібліограф.: 14 назв. – Укр. – Деп. В ДНТБ України 08.01.09, № 8. – Ук.2009.