

УДК 621.7.014.2

Л. Швець

Вінницький національний аграрний університет

ВАЛЬЦЮВАННЯ ЗАГОТОВОК ІЗ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ КРУГЛОГО ПЕРЕРІЗУ В ГЛАДКИХ ВАЛКАХ В УМОВАХ, НАБЛИЖЕНИХ ДО ІЗОТЕРМІЧНИХ

Резюме. Експериментальним шляхом визначено залежність значення технологічного параметра процесу (розширення заготовки) від ступеня деформації, температур нагрівання заготовки і вальцювальних штампів при вальцюванні в гладких валках заготовок із алюмінієвих сплавів в умовах, наближених до ізотермічних. Відзначено переваги ізотермічного деформування у порівнянні з деформуванням металу у звичайних умовах.

Ключові слова: вальцювання, заготовки, алюмінієві сплави, розширення, ізотермічне деформування.

L. Shvets

MILLING OF ALUMINUM ALLOY BILLETS OF CIRCULAR CROSS SECTION IN SMOOTH ROLLS UNDER CONDITIONS APPROACHING ISOTHERMAL

The summary. The dependence of the value of technological parameters of the process (blank extension) on the deformation degree and temperature of their heating and forge -rolling in conditions close to isothermal was defined by experimentally. The advantages of isothermal deformation are noted in the paper.

Key words: rolling, wood, aluminum alloys, expansion, isothermal deformation.

Постановка проблеми. На підприємствах машинобудування, особливо в авіаційній промисловості, відзначено широке використання алюмінієвих сплавів, що визначається їх технічними, фізичними і механічними властивостями. Аналіз застосування у виробі різних галузей цих сплавів показав підвищену витрату металу (коефіцієнт використання матеріалу 0,15–0,3), високу трудомісткість, тривалий цикл виготовлення якісних штампованих кованок (як правило, 2–3 штампування з проміжними операціями нагріву, обрізки облою, травлення, зачистки). Для ефективного застосування процесу обробки тиском заготовок з алюмінієвих сплавів в умовах ізотермічного і наближених до нього формоутворень рекомендується введення вальцювання як підготовчої операції 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 кованок з високим коефіцієнтом використання матеріалу і низькою трудомісткістю.

Крім цього, нагрівання 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 розміцнюючих процесів. Дослідження взаємозв'язку параметрів процесу обробки тиском з термомеханічними характеристиками процесу є актуальним, оскільки спрямовані на впровадження маловідходних технологічних процесів штампування

кованок з алюмінієвих сплавів та вирішення завдання щодо вдосконалення металозберігаючих технологій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Технологію гарячого деформування заготовок з алюмінієвих сплавів досліджували вчені С. Скрябін, А. Власюк [1, 2, 3]. Результати досліджень термомеханічних параметрів вальцювання заготовок в ізотермічних умовах висвітлено в працях [4, 6]. Відомо, що для підвищення ступеня деформації матеріалу в процесі деформування необхідно підвищувати пластичність матеріалу [5], тобто переводити його в стан надпластичності, однак залишається недостатньо досліджено його поведінка в такому стані, що є проблемним завданням, на вирішення якого направлена дана робота.

Мета роботи. Встановити взаємозв'язок між технологічними параметрами і термомеханічними характеристиками процесу вальцювання алюмінієвих сплавів в умовах ізотермічного та наближеного до нього деформування.

Основна частина. Для визначення технологічних параметрів і термомеханічних характеристик проводилися експерименти на дослідній установці для вальцювання заготовок в умовах ізотермічного та наближеного до нього деформування.

У процесі вальцювання разом зі зменшенням висоти заготовки і її видовженням (витяжкою), відбувається переміщення металу і в поперечному напрямі – розширення Δb , яке викликає в бічних кромках вальцьованої заготовки значне розтягуюче напруження і знижує загальну витяжку.

Для визначення впливу ступеня деформації й температур нагрівання вальцювальних штампів на розширення металу заготовок із алюмінієвих сплавів АК6, АК4, АК4-1, АК8, АМг1, АМг2, АМг6, АМЦ розмірами $\varnothing 14, 18, 20, 25 \times 150$ мм їх нагрівали до температури 450°C і вальцювали в гладких валках зі ступенями деформації 30, 40 і 50 %. Вальцювальні штампі нагрівалися послідовно до температур 20, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450°C , при яких проводилися експерименти. Температуру заміряли хромель-алюмелевою термопарою і регулювали за допомогою самописного приладу КСП. Запланований спектр досліджень проводили з частотою обертання валків 12 хв^{-1} .

Результати досліджень. Фіксовані значення параметрів процесу, отримані експериментальним шляхом при вальцюванні заготовок з розмірами $\varnothing 14 \times 150$ мм, наведені в табл. 1, на їх основі побудовано графіки (рис. 1), які показують, що розширення щодо початкового поперечного перерізу заготовки при вальцюванні в штампах, які мають температуру 20°C і ступенях деформації 30, 40 і 50% збільшується відповідно на 20,4, 30 і 42%. Пояснюється це тим, що зі збільшенням ступеня деформації об'єм металу за шириною і, отже, розширення за інших рівних умов зростають.

Таблиця 1. Значення розширення Δb щодо початкового поперечного перерізу заготовки залежно від ступеня деформації ε і температури t_e нагрівання вальцювальних штампів

Розширення Δb	Температура, t		
	20 $^\circ\text{C}$	250 $^\circ\text{C}$	450 $^\circ\text{C}$
	$\varepsilon = 30\%$		
	2,856	2,086	1,708
	$\varepsilon = 40\%$		
	4,2	3,64	3,3
	$\varepsilon = 50\%$		

	5,88	5,2	4,65
--	------	-----	------

Характер поведінки залежностей розширення від температури нагрівання вальцювальних штампів в інтервалі 20–250°C (рис. 1) можна пояснити таким чином. При температурі штампів 20°C і ступенях деформації 30, 40, 50%, контактна площа зіткнення металу з вальцювальними штампами невелика, враховуючи прокат круглої заготовки Ø14 мм.

При цьому осьові стискуючі напруження направлені уздовж осередку деформації незначні в порівнянні зі стискуючими напруженнями, що діють у поперечному напрямі, тому спостерігається зростання розширення. Зниження розширення зі збільшенням температури нагрівання вальцювальних штампів відбувається за рахунок протікання знеміцнюючих процесів і підвищення пластичності оброблюваного металу.

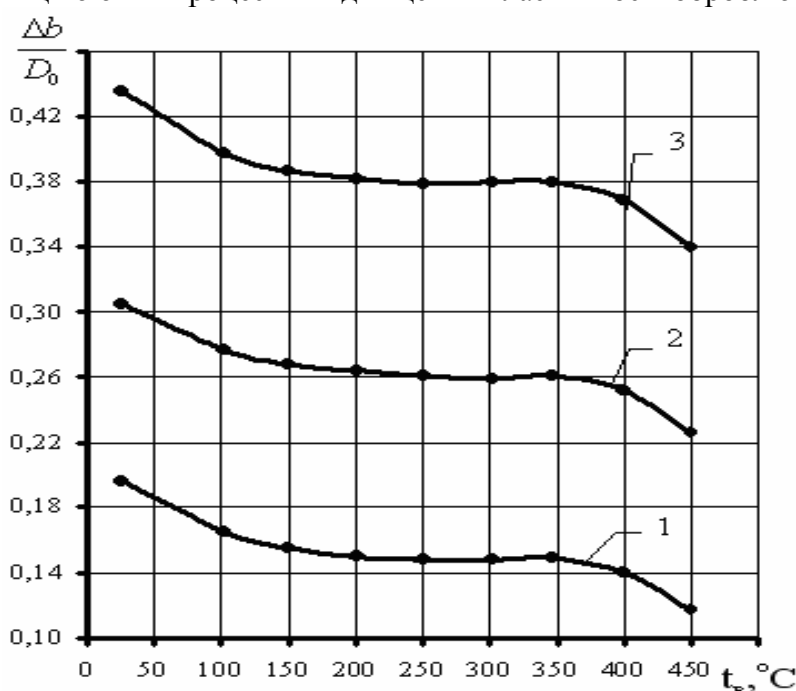


Рисунок 1. Залежність розширення від ступеня деформації і температури нагрівання вальцювальних штампів (ступінь деформації: 1–30%; 2–40%; 3–50%; температура нагрівання заготовок 450°C)

В інтервалі температур нагрівання вальцювальних штампів 250–350°C при постійному ступені деформації розширення практично не змінюється, а зміна ступенів деформації змінює абсолютні значення розширення на 15, 26, 37% щодо початкового поперечного перерізу заготовок, що деформуються, відповідно зі ступенями деформації 30, 40 і 50%. Це відбувається унаслідок досягнення рівності осьових стискуючих напружень, направлених уздовж і в поперек осередку деформації, а також рівності зміщуваних об'ємів у цих напрямках.

Із підвищенням температури нагрівання вальцювальних штампів до 450°C і вальцювання заготовок зі ступенями деформації 30, 40 і 50%, значення розширення щодо початкового поперечного перерізу заготовки зменшується і складає 12,2, 23,6, 33% відповідно. Зниження розширення відбувається за рахунок збільшення осьового стискуючого напруження, направлено уздовж осередку деформації, повнішого протікання знеміцнюючих процесів, відсутності зон утрудненої деформації.

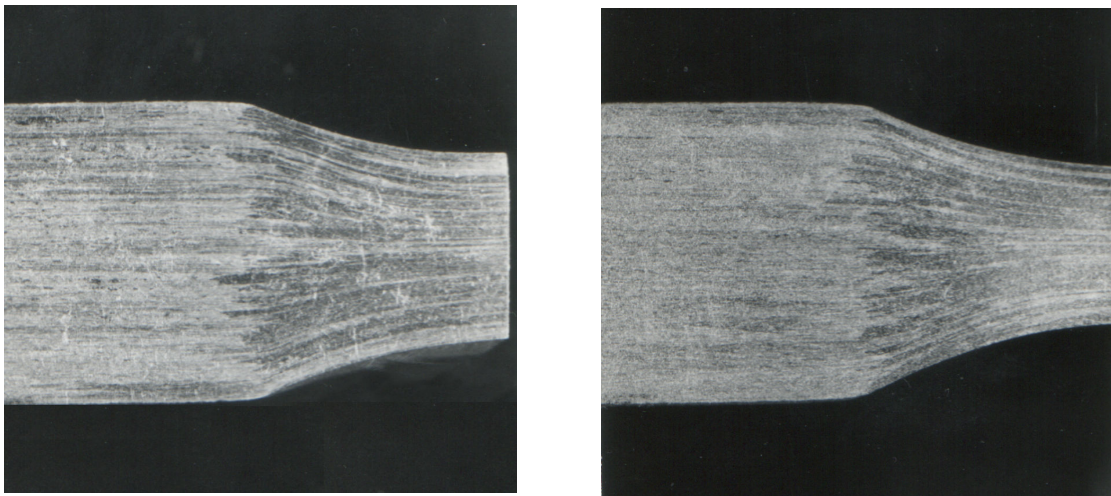
Проведений аналіз зміни розширення показав, що зі збільшенням температури нагрівання вальцювальних штампів, значення розширення зменшуються. Значення розширення отримане при температурі нагрівання вальцювальних штампів до $t_b=250$ і 450°C при деформації $\varepsilon=30\%$, зменшуються відносно розширення отриманого при вальцюванні заготовок у вальцювальних штампах, що мають температуру 0°C

відповідно на 37 і 67,2%. Зменшення розширення при $t_b=450^\circ\text{C}$ відносно $t_b=250^\circ\text{C}$ складає 22%.

Аналогічно проведений аналіз зміни значень розширення при вальцюванні заготовок при ступенях деформації 40, 50% та інших рівних умовах показав, що розширення зменшується на 15,4 і 27,3% ($\epsilon = 40\%$), 13 і 26, 45% (50%). Зменшення розширення при $t_b=450^\circ\text{C}$ відносно $t_b=250^\circ\text{C}$ відповідає 10,3% ($\epsilon=40\%$), 11,8% ($\epsilon=50\%$).

З аналізу рис. 1 бачимо, що зміна ступеня деформації від 30 до 50% збільшує значення розширення, не змінюючи характеру залежностей їх від температури нагрівання вальцювальних штампів. Вище було відзначено, що зі збільшенням ступеня деформації об'єм металу за шириною і, отже, розширення за інших рівних умов зростають.

На рис. 2 представлена макроструктура поздовжнього перерізу вальцьованих заготовок зі сплаву АК6 у гладких вальцювальних штампах за один перехід при температурі заготовок і вальцювальних штампів 470°C , ступенях деформації 40 і 50%.



а

б

Рисунок 2. Макроструктура поздовжніх перерізів вальцьованих заготовок у гладких валках. Сплав АК6, $\varnothing 14 \times 150$ мм. Температура заготовок і вальцювальних штампів 470°C :

а – ступінь деформації 40%;

б – ступінь деформації 50%

Проведені дослідження макро-, мікроструктури та механічних властивостей якості вальцьованих заготовок в умовах ізотермічного й наближеного до нього деформування відповідали вимогам технічної документації.

Тиск металу на валки було досліджено при вальцюванні заготовок зі сплаву АК6 з розмірами $\varnothing 14 \times 150$ мм, які мали температуру 450°C , виміри проводили за допомогою месдоз у вигляді силовимірної склянки із записом показників осцилографу Н – 105 на світлочутливий папір типу УФ шириною 120 мм.

В іншій серії експериментів заготовки з вище названих сплавів розмірами $\varnothing 14, 18, 20, 25 \times 150$ мм, нагріті в камерній печі електроопору до температур 300, 350, 400, 450, 470^{+10°C вальцювали в гладких вальцювальних штампах, які нагрівали послідовно до температур 20, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 470°C .

Вальцювання заготовок проводилося зі ступенями деформації 30 і 40%. За результатами експериментальних даних побудовано графіки, зображені на рис. 3 і 4.

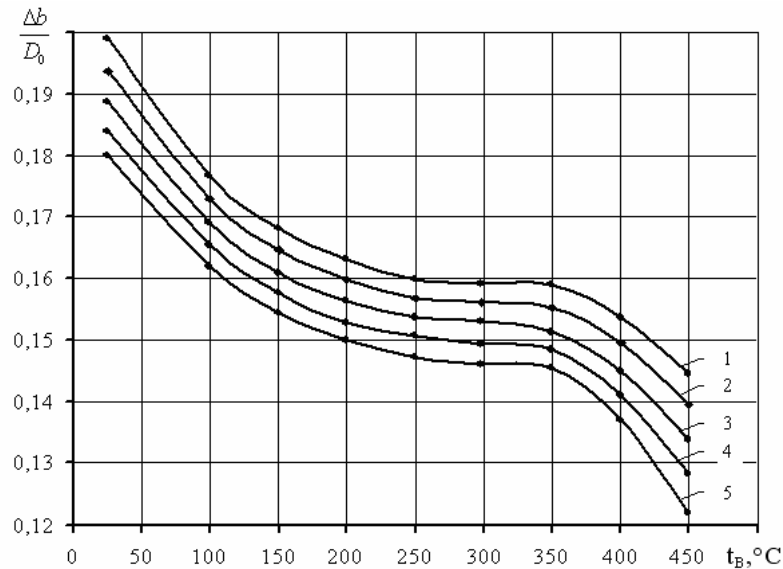


Рисунок 3. Залежність розширення від температури нагрівання заготовок і вальцювальних штампів при ступені деформації 30% (температура нагрівання заготовок: 1 – 300°C; 2 – 350°C; 3 – 400°C; 4 – 450°C; 5 – 470°C)

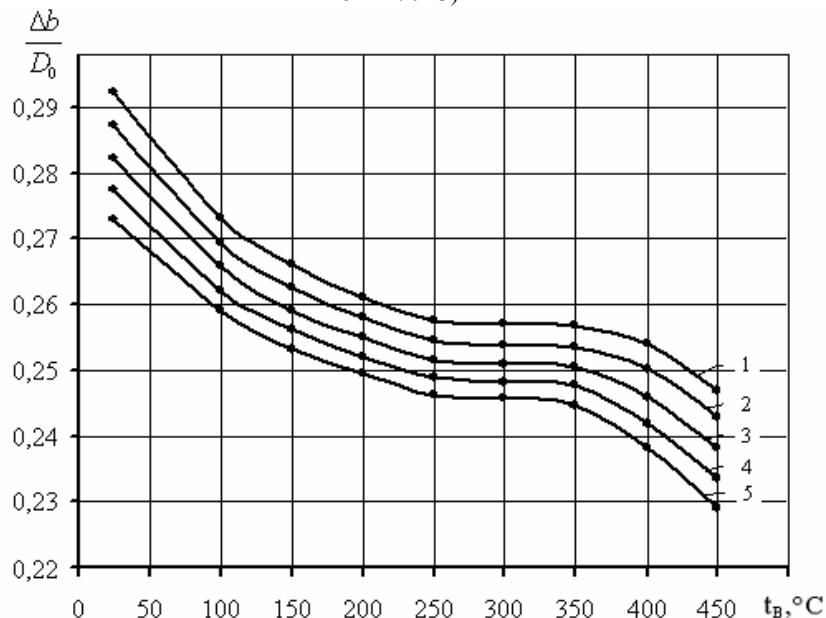


Рисунок 4. Залежність розширення від температури нагрівання заготовок і вальцювальних штампів при ступені деформації 40% (температура нагрівання заготовок: 1 – 300°C; 2 – 350°C; 3 – 400°C; 4 – 450°C; 5 – 470°C)

Як бачимо з даних рисунків, отримані результати повністю підтверджують зроблені вище пояснення.

Висновок. Аналізуючи отримані експериментальні дані бачимо, що зі збільшенням температури нагрівання заготовок і вальцювальних штампів розширення зменшується у зв'язку із протіканням знеміцнюючих процесів. Окрім цього, необхідно відзначити, що в інтервалі температур нагрівання вальцювальних штампів 250–350°C, розширення при постійному ступені деформації практично не змінюється, а зміна ступенів деформації призводить до зміни його абсолютних значень.

Література

1. Скрябин, С.А. Технология горячего деформирования заготовок из алюминиевых сплавов на ковочных вальцах [Текст] / С.А. Скрябин. – Винница: А. Власюк, 2007. – 284 с.

2. Скрябін, С.А. Изготовление поковок из алюминиевых сплавов горячим деформированием [Текст] / С.А. Скрябин. – К.: Квіц, 2004. – 346 с.
3. Скрябін, С.А. Вальцовка заготовок из алюминиевых сплавов в условиях изотермического и приближенных к нему деформирований [Текст] / С.А. Скрябин, И.В. Гунько, Л.В. Швец. – Винница: Єдельвейс і К, 2010. – 135с.
4. Скрябин, С.А. Исследование термомеханических параметров вальцовки заготовок в изотермических условиях [Текст] / С.А. Скрябин. – К.: Вестник национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт», Машиностроение. – 1998. – Вып. 33. – С. 311–317.
5. Охрименко, Я.М. Актуальные проблемы развития технологии обработки металлов давлением в состоянии сверхпластичности [Текст] / Я.М. Охрименко, П.И. Полухин, О.М. Смирнов // Кузнечно-штамповочное производство. – 1983. – №1. – С. 6–7.
6. Чеченев, Н.А. Методы исследования процессов обработки металлов давлением [Текст] / Н.А. Чеченев, А.Б. Кудрин, П.И. Полухин. – М.: Металлургия, 1977. – 311 с.

Отримано 30.06.2011