

УДК 621.7.016.2

С. О. Скрябін, д. т. н., с. н. с.;

В. І. Музичук, к. т. н., доц.;

Л. В. Швець

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИПЕРЕДЖЕННЯ ПРИ ВАЛЬЦЮВАННІ ЗАГОТОВОК ІЗ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ ЗА СИСТЕМОЮ «КРУГ—ОВАЛ» В УМОВАХ, НАБЛИЖЕНИХ ДО ІЗОТЕРМІЧНИХ

Аналізуючи переваги ізотермічного деформування, порівняно з деформуванням металу в звичайних умовах, проведено дослідження технологічного параметра (випередження) процесу вальцювання заготовок із алюмінієвих сплавів в умовах, наближених до ізотермічних. Визначено залежності випередження від ступеня деформації, температур нагріву заготовок і штампів при вальцюванні за системою «круг—овал» і в гладких валках.

Встановлено, що в інтервалі температур нагріву вальцювальних штампів 220...350 °С випередження при вальцюванні заготовок із алюмінієвих сплавів практично не змінюється.

На сучасному етапі розвитку машинобудування одним з найважливіших резервів підвищення ефективності виробництва є удосконалення технологічних процесів виготовлення заготовок, оскільки на цій стадії здійснюється первинне формозмінювання деталей. Основне завдання цього процесу — максимальне наближення форми і розмірів заготовок до форми і розмірів готових виробів із забезпеченням необхідних фізико-механічних властивостей. Підвищення точності заготовки дозволяє значно скоротити обсяг механічної обробки і забезпечити економію металу. Поліпшення якості заготовок вимагає збільшення витрат на їх виробництво, але забезпечує загальне підвищення ефективності виробництва за рахунок суттєвого скорочення витрат на механічну обробку.

Актуальність розробки і впровадження маловідходних технологічних процесів штампування поковок з алюмінієвих сплавів на підприємствах авіаційної промисловості обумовлена широким застосуванням у виробі галузі цих сплавів, підвищеною витратою металу (КІМ 0,15...0,3), високою трудомісткістю, тривалим циклом виготовлення якісних штампованих поковок (як правило, 2...3 штампування з проміжними операціями нагріву, обрізання облоя, травлення, зачистки) і завданнями із вдосконалення металозбережних технологій [1—5].

Деталі з алюмінієвих сплавів, що використовуються у виробі авіаційної промисловості, відрізняються конструктивною складністю (наявність тонких високих ребер, малих радіусів спряження, тонких полотен, відкритих і закритих перерізів з глибокими ребрами тощо). Серед цієї номенклатури значний обсяг складають деталі видовженої форми зі значним перепадом площ поперечних перерізів уздовж осі. Для підготовки штампування таких деталей застосовується процес вальцювання. Застосування процесу вальцювання заготовок в умовах, наближених до ізотермічних, є можливість максимально використовувати ефект надпластичності, оскільки деформація нагрітих заготовок буде проводитися інструментом, нагрітим до температур деформації (або близьких до них). Така схема дозволяє зменшити зусилля деформування за рахунок підвищення пластичності оброблюваного металу, яке обумовлене повним протіканням процесів зі зменшенням міцності матеріалу. Тому проведення досліджень щодо впливу температури, швидкості деформації, ступеня деформації на технологічні параметри вальцювання заготовок в умовах, наближених до ізотермічних, є актуальним завданням, рішення якого приведе до поліпшення пластичності і зниження зусиль деформації, підвищення якості напівфабрикатів.

Ця робота виконувалася відповідно до «Державної комплексної програми розвитку авіаційної промисловості України до 2010 року», яка затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 12.12.2001 р. № 1665–25, п. 6.1.3. «Нові технології та матеріали, стандартизація, системи якості, нормативне забезпечення, виробництво та ремонт авіаційної техніки».

У цій роботі отримали подальший розвиток дослідження, виконані одним з авторів [6]. Подальший їх розвиток полягає в проведенні додаткових експериментальних досліджень щодо впливу ступенів деформації, температур нагріву вальцювальних штампів, а також температур нагріву

заготовок і використання для проведення експериментів, окрім сплаву АК6, сплавів АК4, АК4-1, АК8, АМг1, АМг2, АМг6, АМЦ.

У статті описані експериментальні дослідження технологічного параметра процесу вальцювання — випередження «S».

Точне визначення випередження у край необхідне, оскільки окрім визначення розмірів змінних поперечних перерізів, потрібно розраховувати й довжину окремих ділянок zdeформованої частини заготовки. Якщо випередження визначене неточно, то довжина заготовки після вальцювання в попередній ділянці може не узгоджуватись з довжиною наступної ділянки. Це може призвести до браку вальцьованої заготовки.

Для визначення впливу ступеня деформації, температури нагріву заготовок і температури вальцювальних штампів на випередження, заготовки з вищеназваних сплавів з розмірами $\varnothing 14 \times 150$ мм нагріті до температури 450 °С [7] вальцювали в овальних калібрах (табл. 1) зі ступенями деформації 30, 40 і 50 %. Вальцювальні штампи нагрівалися послідовно до температури 20, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 °С. Температуру заміряли хромель-алюмелевою термопарою і регулювали за допомогою самописного приладу КСП. Частота обертання валів складала 2 об/хв.

Таблиця 1

Розміри овальних калібрів для вальцювання заготовок із алюмінієвих сплавів, $\varnothing 14 \times 150$ мм

Співвідношення осей, a	Висота калібру h , мм	Ширина калібру b , мм	Радіус калібру R , мм	Коефіцієнт витяжки λ
2,0	9,3	18,65	11,70	1,45
2,4	8,3	19,9	11,95	1,55
2,8	7,1	20,1	12,00	1,65

На рис. 1 показані залежності зміни випередження, а в табл. 2 наведені значення випередження, залежно від ступеня деформації і температури нагріву вальцювальних штампів.

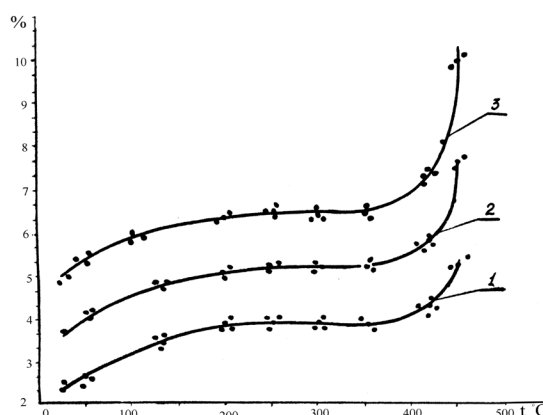


Рис. 1. Залежність випередження від температури нагріву вальцювальних штампів (ступінь деформації:

1 — 30 %; 2 — 40 %; 3 — 50 %) при вальцюванні заготовок круглого перерізу в овальних калібрах

Таблиця 2

Значення випередження S залежно від ступеня деформації ε і температури нагріву вальцювальних штампів t_b

Випередження, S %	Температура, t_b		
	20 °С	250 °С	450 °С
	$\varepsilon = 30 \%$		
2,0	3,9	5,15	
$\varepsilon = 40 \%$			
3,66	5,15	7,66	
$\varepsilon = 50 \%$			
5,0	6,5	10,0	

Аналіз експериментальних даних, поданих на рис. 1 і в табл. 2, показує, що з підвищенням температури нагріву вальцювальних штампів до 250 °С значення випередження зростають, у порівнянні зі значеннями випередження при деформації у вальцювальних штампах, що мають температуру 20 °С на 51,3, 71,0 і 76,9 % зі ступенями деформації 30, 40 і 50 % відповідно.

Збільшення випередження з підвищенням температури нагріву вальцювальних штампів відбувається за рахунок зменшення коефіцієнта тертя, підвищення пластичності оброблюваного металу і протікання процесів, які зменшують міцність.

В інтервалі температур нагріву вальцювальних штампів 220...350 °С з постійним ступенем деформації, випередження практично не змінюється, а зміну ступенів деформації збільшують абсолютні значення випередження. Так, підвищення ступеня деформації до 40 % приводить до збільшення випередження відносно 30 % на 24,3 %. Підвищення ступеня деформації до 50 % приводить до збільшення випередження відносно 30 % на 40,0 %, а відносно 40 % — на 20,77 %.

Характер поведінки залежностей випередження від ступеня деформації і температур нагріву вальцювальних штампів в інтервалі 220...350 °С пояснюється досягненням рівності осьового напруження стиску, направленою вздовж і поперек ділянки деформації, а також рівності зміщених об'ємів металу в цих напрямках і протікання процесів, які зменшують міцність.

Подальше підвищення температури нагріву вальцювальних штампів до 450 °С веде до збільшення значень випередження, у порівнянні зі значеннями випередження при деформації у вальцювальних штампах, які мають температуру 20 °С на 38,8, 47,8 і 50,0 %, температуру 250 °С на 24,3, 32,76 і 35,0 % відповідно при ступенях деформації 30, 40 і 50 %.

Зміна ступеня деформації від 30 до 50 % збільшує значення випередження, не змінюючи характеру її залежностей від температури нагріву вальцювальних штампів.

У іншій серії експериментів, заготовки з вищезгаданих сплавів з розмірами $\varnothing 14 \times 150$ мм, нагріті в камерній печі електроопору до температур 300, 350, 400, 450, 470 °С вальцювали в гладких вальцювальних штампах, які нагрівали послідовно до температур 20, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 470 °С. Вальцювання проводилося із ступенями деформації 30 і 40 %. Результати експериментальних даних показані на рис. 2, 3.

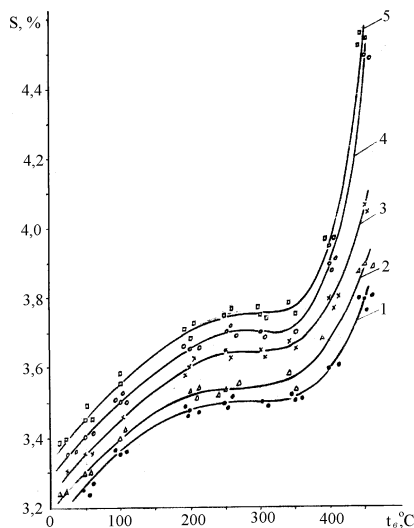


Рис. 2. Залежність випередження від температур нагріву заготовок і штампів при вальцюванні в гладких валках (ступінь деформації 30 %, температура нагріву заготовок: 1 — 300 °С; 2 — 350 °С; 3 — 400 °С; 4 — 450 °С; 5 — 470 °С)

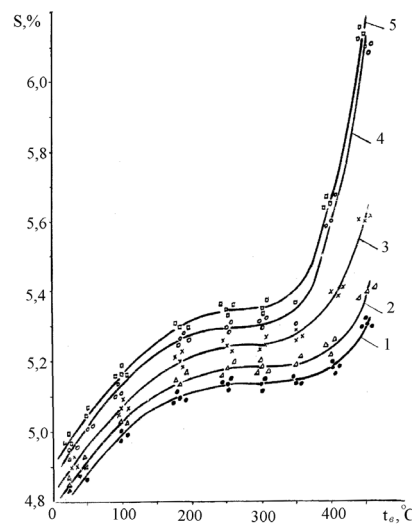


Рис. 3. Залежність випередження від температур нагріву заготовок і штампів при вальцюванні в гладких валках (ступінь деформації 40 %, температура нагріву заготовок: 1 — 300 °С; 2 — 350 °С; 3 — 400 °С; 4 — 450 °С; 5 — 470 °С)

Аналіз експериментальних даних (рис. 2, 3) показує, що зі збільшенням ступеня деформації, температур нагріву заготовок і вальцювальних штампів, випередження збільшується за рахунок зменшення коефіцієнта тертя, підвищення пластичності оброблюваного металу і протікання про-

цесів, які зменшують міцність. Окрім цього, необхідно зазначити, що в інтервалі температур нагріву вальцювальних штампів 220...350 °С, випередження з постійним ступенем деформації (аналогічно поданому на рис. 1) практично не змінюється, а зміна ступенів деформації веде до збільшення абсолютних його значень (рис. 2, 3). Тому вальцювання заготовок з алюмінієвих сплавів в умовах, наближених до ізотермічних, рекомендується проводити у штампах, нагрітих до температур 250...350 °С, з якими значення величин випередження постійні.

Висновки

1. Для аналізу переваг ізотермічного деформування, у порівнянні з деформуванням металу в звичайних умовах, проведено експериментальні дослідження технологічного параметра (випередження) процесу вальцювання заготовок з алюмінієвих сплавів в умовах, наближених до ізотермічних. Визначено залежності випередження від ступеня деформації, температур нагріву заготовок і вальцювальних штампів при вальцюванні за системою «круг—овал» і в гладких валках.

2. Встановлено, що в інтервалі температур нагріву вальцювальних штампів 220...350 °С з постійним ступенем деформації, випередження при вальцюванні заготовок з алюмінієвих сплавів практично не змінюється, а ступені деформації змінюють абсолютні значення випередження.

3. Вальцювання заготовок з алюмінієвих сплавів в умовах, наближених до ізотермічних, рекомендується проводити у штампах, нагрітих до температур 250...350 °С, при яких значення величин випередження постійні.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Скрябин С. А., Полохов В. Н., Скрябин К. С. Применение процесса вальцовки и подготовительных ручьев при изготовлении горячим деформированием штампованных поковок из алюминиевых сплавов с вытянутой осью и закрытыми сечениями // Технологические системы. — 2003. — № 4. — С. 32—37.
2. Скрябин С. А. Изготовление поковок из алюминиевых сплавов горячим деформированием // К.: «Квіц». — 2004. — 346 с.
3. Скрябин С. А., Полохов В. Н., Скрябин К. С. Применение процесса вальцовки и подготовительных ручьев при изготовлении горячим деформированием штампованных поковок из алюминиевых сплавов, имеющих вытянутую ось с отростками // Технологические системы. — 2004. — № 3. — С. 29—32.
4. Скрябин С. А., Полохов В. Н., Барабой Н. Н., Скрябин К. С. Штамповка поковок из алюминиевых сплавов с вытянутой осью, тонким полотном, закрытыми сечениями и глубокой полостью. // Технологические системы. — 2006. — № 1. — С. 30—35.
5. Скрябин С. А., Барабой Н. Н. Исследование пластичности титанового сплава ВТЗ-1 при деформировании в калибрах различных систем // Технологические системы. — 2006. — № 2. — С. 45—49.
6. Скрябин С. А. Исследование термомеханических параметров вальцовки заготовок в изотермических условиях. — К.: Вестник национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт». Машиностроение. — 1998, вып. 33. С. 311—317.
7. ПИ 1.2. 085—78. Ковка и штамповка деформируемых алюминиевых сплавов. — М.: ВИАМ, 1978.

Рекомендована кафедрою опору матеріалів та прикладної механіки

Надійшла до редакції 19.06.07
Рекомендована до друку 6.12.07

Скрябін Семен Олександрович — генеральний директор науково-виробничого центру «Ухналь», м. Київ;

Музичук Василь Іванович — доцент кафедри тракторів, автомобілів і технічного сервісу машин, **Швець Людмила Василівна** — інженер.

Вінницький державний аграрний університет