

УДК 621.979.21

С. О. Скрябін, д. т. н.;

К. С. Скрябін

ВИГОТОВЛЕННЯ ГАРЯЧИМ ДЕФОРМУВАННЯМ ШТАМПОВАНИХ ПОКОВОК З АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ, ЯКІ МАЮТЬ ВИСОКІ МАСИВНІ РЕБРА ТА ТОНКЕ КОРОТКЕ ПОЛОТНО

У теперішній час основна частина штампованих поковок з алюмінієвих сплавів на заводах авіаційної промисловості виготовляється на штампувальному обладнанні багаторазовим штампуванням в чистовому рівчаку штампа з проміжними операціями обрізки облою, травлення, зачистки, нагрівання. Це значно подовжує цикл виготовлення поковок. При цьому коефіцієнт використання металу знаходиться в межах 0,15...0,3.

Вищезазначене пояснюється конструктивною складністю таких деталей (значним перепадом поперечних перерізів уздовж осі, наявністю високих тонких ребер, малих радіусів спряження, штампувальних ухилів та припусків на механічну обробку, тонких полотен, відкритих профілів з глибокими ребрами тощо). Крім цього такі деталі можуть мати виступи, бонки та головки.

Це обумовлює нетехнологічність їх виготовлення штампуванням і можливість появи дефектів. Штампування цих поковок з непрофільованих та попередньо не підготовлених заготовок ускладнює технологічний процес отримання якісних штампованих поковок.

Для штампування поковок з алюмінієвих сплавів характерна значна різниця ступенів деформації в різних зонах одного й того самого виробу, що обумовлює значну нерівномірність структури. Так, наприклад, в межах однієї штампованої поковки можуть бути як зони нерекристалізованої волокнистої структури, так і зони дрібних і крупних рекристалізованих зерен (рис. 1).

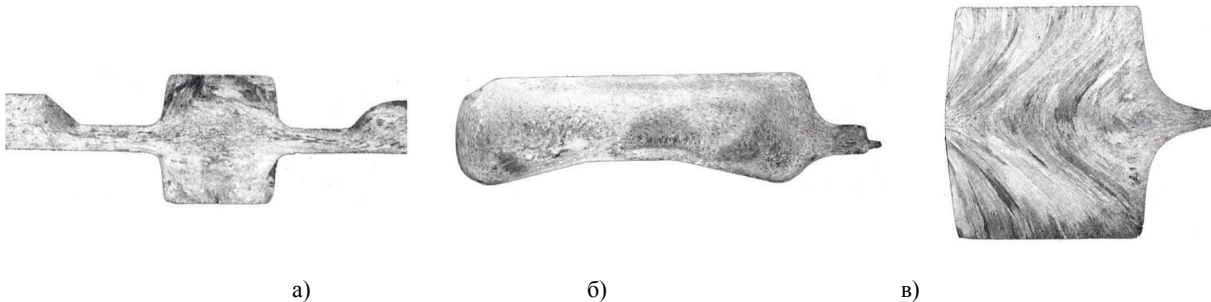


Рис. 1. Макроструктура штампованої поковки зі сплаву АК4 із різнозернистістю (а) і неоднорідністю (б, в).

Для штампованих поковок з алюмінієвих сплавів в тій чи іншій мірі характерна неоднорідність макроструктури (див. рис. 1), яка зазвичай допускається технічними умовами, а для штамповок відповідального призначення ступінь неоднорідності обмежується еталонами.

Штамповані поковки зі сплавів, які не містять марганцю (АК4-1, В 93), часто мають велике зерно в зонах малої деформації після остаточного штампування. Засобами підвищення однорідності структури й отримання дрібного рекристалізованого зерна в штампованих поковках з цих сплавів є зниження температури деформації, підвищення рівномірності ступеня деформації на останній операції штампування.

В штампованих поковках зі сплавів АВ, АК6, АК8, Д1, В95, особливо тих, які мають складну форму, дуже часто спостерігається суттєва різнозернистість, коли поряд з нерекристалізованою структурою є ділянки великого рекристалізованого зерна в зонах максимальної деформації. Причини появи неоднорідної структури — неоднорідна структура вихідної заготовки, наявність зони потенційного крупнокристалічного обідка (рис. 2), та штампування з критичними ступенями деформації в деяких об'єктах штампованої поковки. Критичний ступінь деформації — це той ступінь, після якого в процесі термічного оброблення сплаву стає можлива рекристалізація. Щоб уникнути отримання крупнозерни-

стої структури, спричиненої протіканням процесів рекристалізації, ковку та штамповку алюмінієвих сплавів рекомендовано проводити з деформацією не менше 15—20 % за один нагрів.



Рис. 2. Макроструктура поперечного перерізу вихідної заготовки зі сплаву АК6 з крупнокристалічним обідком

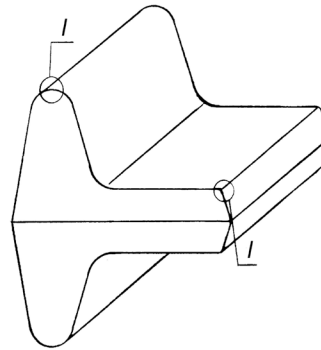


Рис. 3. Штампована поковка з високим масивним ребром та тонким коротким полотном

На пластичність і розкид властивостей по перерізу в штампованих поковках великий вплив має правильний вибір інтервалу температури деформування конкретного сплаву, при якому не відбувається нерівномірного росту зерна. Крім температури, відносна однорідність структури та властивість штамповок і поковок досягається правильним вибором початкової заготовки та схем деформації.

З метою отримання якісних штампованих поковок, які мають високі масивні ребра та тонке полотно, типовим представником яких є штампована поковка, яка показана на рис. 3, були проведені експериментальні дослідження з виявлення дефектів та причин їх появи.

Виготовляються поковки цього класу як мінімум за два переходи з проміжними операціями обрізання облою, травлення, зачистки дефектів, нагрівання заготовок.

Основними причинами виникнення дефектів, як показали проведені експериментальні дослідження, є затиски (рис. 3, 4) та недоштампування.

Затиск — це вид дефекту, у вигляді складок, заштампованих в тіло заготовки. Причиною утворення складок та затисків є нерівномірне заповнення порожнини ривчака штампа металом

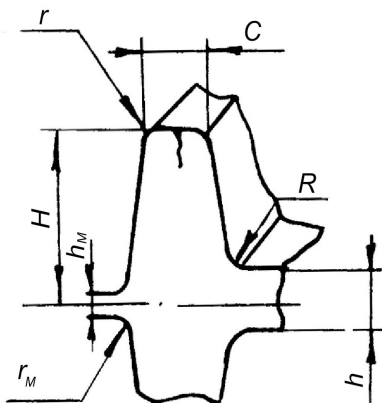


Рис. 4. Характерний дефект виготовлення штампованих поковок

через неправильну схему штампування, невідповідність розмірів та форми заготовки, малі величини радіусів спряження, низька температура нагріву штампів.

Недоштампування пояснюється тим, що для заповнення глибокої порожнини штампа під час виготовлення поковок цього класу, необхідно брати заготовку більшого поперечного перерізу, яка утворює надлишок металу для решти частини штампованої заготовки.

Одна з форм попередження дефектів та отримання якісних штампованих поковок, а також підвищення коефіцієнта використання металу — штампування поковок з використанням технологічного процесу вальцювання для відтяжки кінця заготовок [1] та подальшого їх оброблення в підготовчих ривчаків (ПР), які служать для перерозподілення металу вихідної заготовки в штампі перед завершальним штампуванням в чистовому ривчаку, та,

отримання заготовки максимально наближеної по формі та розмірах до остаточно штампованої поковки.

Проведені експериментальні дослідження, їх аналіз, дозволили визначити геометричні співвідношення розмірів деформівної заготовки та підготовчого і чистового ривчаків штампів, які усувають дефекти виготовлення штампованих поковок з високими масивними ребрами та тонким коротким полотном з алюмінієвих сплавів, (рис. 5, таблиця).

Характерні дефекти штампованих поковок з алюмінієвих сплавів, які мають високі масивні ребра та тонке коротке полотно, причини виникнення та способи їх усунення

Тип дефекту	Причини появи	Способи усунення
Затиски	1. Нерівномірне заповнення порожнини рівчака штампа металом. Недостатньо металу на ділянці утворення дефекту, мале значення радіусу спряження R 2. Невідповідність розмірів та форми заготовки під штампування 3. Низька температура нагріву штампа	1. Забезпечити співвідношення: $H_n < H; (H_n - h_n/2) < (2-3)C_n;$ $R_n \geq (H_n - h_n/2) 0,5; h_n > h_1;$ $r_n = (0,2 - 0,33)C_n; C_n > C;$ $r_{mn} = R_n; h_{mn} = S_n.$ (розмірні співвідношення з індексом «n» наведені для проектування ПР) 2. Перед штампуванням провести відтягування кінця заготовки, виходячи з необхідного поперечного перерізу та довжини. 3. Температура нагріву штампа повинна бути ≥ 250 °C
Недоштампування	Більша за об'ємом не профільована заготовка з погано перерозподіленим у поперечному рівчаку штампа об'ємом металу. Надлишок виходить на поверхню штампа	Удосконалити перерозподіл об'єму металу вихідної заготовки у відповідності з потрібною деформацією, використовуючи ПР або заготівельну операцію (вальцювання, кування тощо).
Тріщини по лініях рознімання	1. Неякісний вихідний метал (наявність внутрішніх дефектів) 2. Заготовки недостатньо нагріті 3. Низька температура нагріву штампа 4. Недостатня товщина містка h_m та облойної канавки h_k 5. Малий радіус виходу з порожнини штампа в облой r	1. Метал повинен відповідати технічним умовам на поставку 2. Дотримуватись технології нагріву заготовок 3. Температура штампа повинна бути ≥ 250 °C 4. Забезпечити співвідношення $h_m \geq (0,5...0,25)S; h_k$ — збільшити для заповнення канавки надмірним облоєм 5. Якщо неможливо забезпечити дане співвідношення в чистовому рівчаку — застосувати ПР
Крупнозерниста структура в перерізах штампованої поковки	Крупнозерниста структура — це наслідок багаторазових нагрівань і наявність критичних деформацій у стовщеннях	Вихідна заготовка повинна бути вибрана з урахуванням відсутності критичних ступенів деформації в стовщеннях штампованої поковки. Якщо неможливо забезпечити необхідну деформацію — застосувати ПР

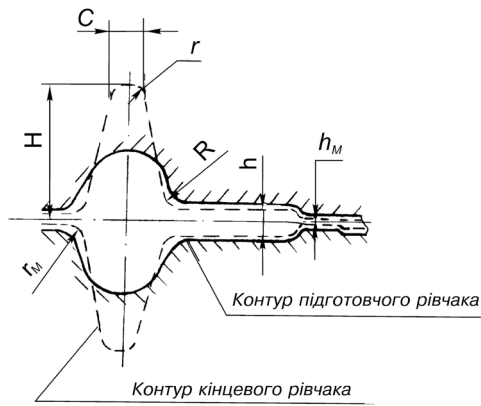


Рис. 5. Поперечні перерізи остаточного та підготовчого рівчаків для виготовлення штампованих поковок

В результаті експериментальних досліджень встановлено, що виготовлення деталей на штампувальних молотах має деякі переваги у порівнянні з їх виготовленням на кривошипних гарячештампувальних пресах (КГШП). Це пояснюється тим, що під час виготовлення поковок на штампувальному молоті є можливість регулювання ступеня деформації (сили удару) та здійснення продувки накопиченого в порожнині штампа нагрітого забрудненого повітря (хімічне з'єднання елементів повітря та мастила), що дозволяє покращити заповнення порожнини рівчака штампа та уникнути прострелів.

Висновки

- Встановлено, що загальними принципами проектування ПР є:
 - забезпечення рівності площ поперечних розмірів попередньо та остаточно штампованих поковок на основі побудови епюри характерних перерізів, з розрахунку 30...50 % площі розрізу облою, вибраних канавки та містка навколо остаточного рівчака;
 - розміри та площини рознімання ПР приймаються приблизно такими ж, як і у остаточного рівчака;
 - розроблене креслення ПР перевіряється на укладання попередньо штампованої заготовки в остаточний рівчак по характерних перетинах та на відсутність критичних ступенів деформації в цих перетинах;
 - попередній та остаточний рівчак по можливості проводити в одному штампі з метою виготовлення штампованих поковок з одним нагрівом та економії інструментальної сталі;
- Застосування ПР дозволяє забезпечити:
 - зниження трудомісткості виготовлення штампованих поковок за рахунок застосування технологічних переходів і видалення багаторазових операцій гарячого деформування заготовки тільки в остаточному рівчаку штампа та, відповідно, зменшення зачистки поковок;
 - збільшення коефіцієнта виготовлення заготовки за рахунок відходу металу в облой;
 - економію енергоресурсів за рахунок скорочення кількості штамповок з проміжними операціями нагріву, обрізки облою, травлення та зачистки заготовок;
 - покращення структури та підвищення якості штампованих поковок, за рахунок забезпечення рівномірної деформації по розрізам поковки, а також покращення умов протікання металу в остаточному рівчаку штампа.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Скрябін С. О., Колпашников О. И. Профилирование заготовок на ковочных вальцах. — М.: Машиностроение, 1988. — 224 с.

Рекомендована кафедрою технології та автоматизації машинобудування

Надійшла до редакції 7.09.04.
Рекомендована до друку 25.11.04.

Скрябін Семен Олександрович — директор; **Скрябін Костянтин Семенович** — заступник директора.
НПЦ «Ухналь», м. Київ