

УДК 621.7.016.2-412:669.715

Гулько И. В.

## ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВАЛЬЦОВКИ ЗАГОТОВОК ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ ПОД ПОСЛЕДУЮЩУЮ ШТАМПОВКУ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ РУЧЬЕВ

На современном этапе важнейшей проблемой отечественной промышленности является повышение качества и конкурентоспособности выпускаемой продукции. Это предполагает повышение эффективности технологических процессов и внедрение перспективных научных разработок. При изготовлении штампованных поковок, для предприятий машиностроения, одной из главных задач является обеспечение максимального приближения формы и размеров заготовок к форме и размерам готовых деталей при обеспечении необходимых физико-механических свойств.

В работе [1] отмечается, что при изготовлении штампованных поковок из алюминиевых сплавов, отличающихся конструктивной сложностью (наличие тонких высоких ребер, малых радиусов сопряжения, тонких полотен, открытых сечений с глубокими ребрами и т. д.), в окончательном ручье штампа появляются различного вида дефекты, которые необходимо удалять зачисткой. Наличие дефектов приводит к многократной штамповке с промежуточными операциями обрезки облоя, травления, зачистки, нагрева, что значительно удлиняет цикл изготовления штампованных поковок. [1–5].

Цель данной работы состоит в разработке, совершенствовании и внедрении технологических процессов штамповки поковок из алюминиевых сплавов с применением процесса вальцовки и подготовительных ручьев.

Внедрение технологического процесса вальцовки заготовок с применением подготовительных ручьев на предприятиях машиностроения (особенно в авиационной промышленности, где используются дорогостоящие сплавы) дает ощутимый экономический и качественный эффект.

Общими принципами проектирования подготовительных ручьев являются:

- сохранение равенства площадей поперечных сечений предварительно и окончательно штампованных поковок на основе построения эпюры характерных сечений, с учетом 30–40 % площади сечения облоя, выбранных канавки и мостика вокруг окончательного ручья;
- размеры и плоскости разреза ПР принимаются такими же, как и у окончательного;
- предварительно штампованная поковка должна укладываться в окончательном ручье штампа и надежно фиксироваться в нем;
- разработанный чертеж ПР проверяется на укладываемость предварительно штампованной заготовки в окончательный ручей по характерным сечениям и на отсутствие критических степеней деформации в этих сечениях;
- размещение предварительного, чернового (при его необходимости) и окончательного ручьев по возможности проводить в одном штампе, с целью изготовления штампованных поковок с одного нагрева и экономии штамповой стали.

На рис. 1 (1) представлена штампованная поковка «Качалка» с облоем, изготовленная из мерной заготовки за две штамповки с промежуточными операциями нагрева, обрезки облоя, травления, зачистки. Трудоемкость при этом составляла 3,74 н/ч, а коэффициент использования металла – 0,24.

На рис. 1 (2) показана эта же поковка, изготовленная за одну операцию штамповки, после подготовки заготовки на ковочных вальцах, ее штамповки в подготовительном и окончательном ручьях. Трудоемкость при этом составляла 2,32 н/ч, а коэффициент использования металла – 0,42.

Экономия металла составила на изготовлении одной штампованной поковки «Качалка» 0,43 кг, снижение трудоемкости 1,42 н/ч.

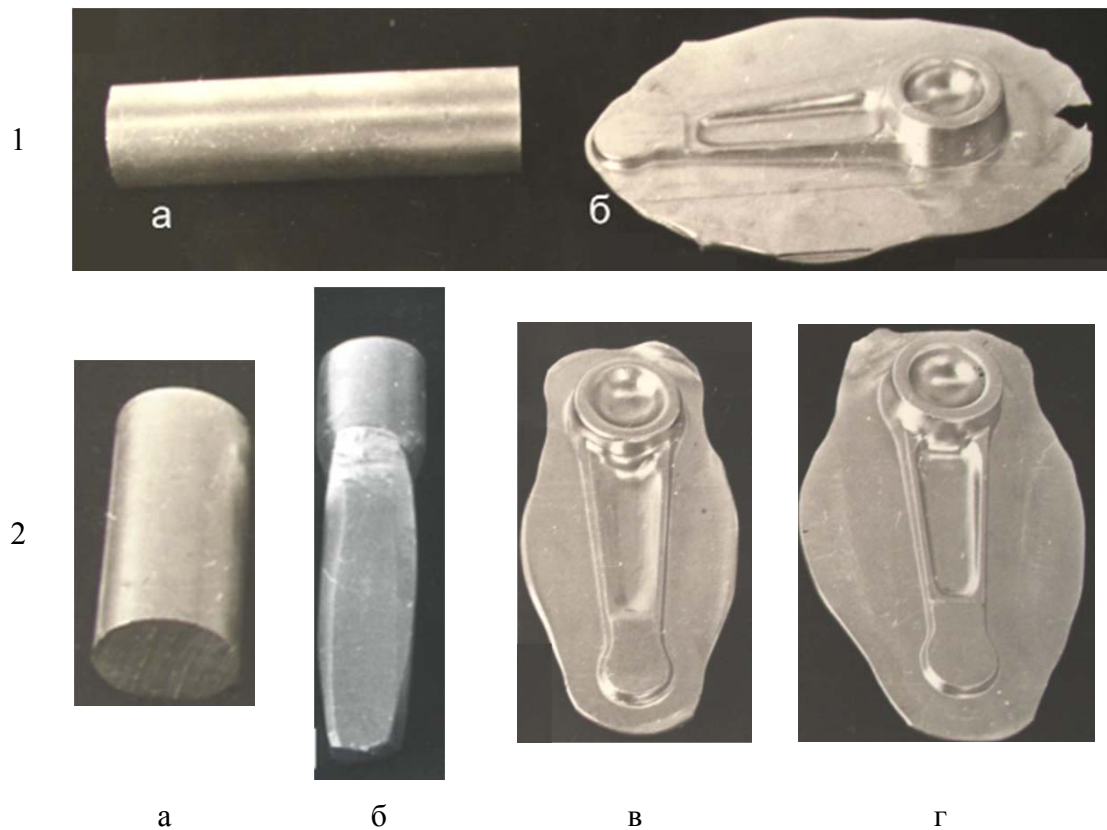


Рис. 2. Штампованная поковка «Качалка», сплав АК 4:

1 – поковка, полученная из мерной заготовки за две штамповки: а – мерная заготовка; б – штампованная поковка;

2 – поковка, полученная из мерной заготовки с применением процесса вальцовки и подготовительного ручья за одну штамповку: а – мерная заготовка; б – вальцованная заготовка; в – поковка после подготовительного ручья; г – штампованная поковка

На рис. 2 представлена макроструктура продольного сечения штампованной поковки «Качалка».

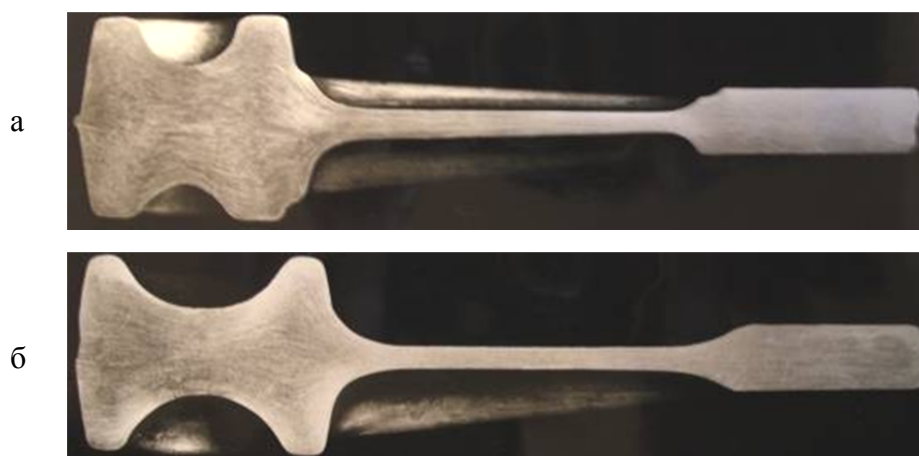


Рис. 2. Макроструктура продольного сечения штампованной поковки «Качалка»:

а – заготовка после подготовительного ручья; б – штампованная поковка после окончательного ручья

Всесторонний анализ (макро-, микро-) и механических свойств вальцованных заготовок и штампованных поковок, изготовленных из них, показал соответствие качества требованиям технической документации [5].

Ниже описаны результаты, требования и допущения всестороннего анализа:

– анализом макроструктуры образцов установлено, что зажимов, трещин, складок, прострелов, пережимов или обрыва волокна и др. нарушений сплошности структуры не обнаружено;

– анализом микроструктуры контролируется размер зерна, отсутствие пережога, расслоений, трещин, наличие и максимальный размер площади неметаллических включений и окисных пленок (площадь не должна превышать 2 мм<sup>2</sup> и протяженность штрихов не более 5 и 10 мм для 1 и 2 групп контроля);

– вальцовка заготовок повышает прочность  $\sigma_b$  на 7–14 % и относительное удлинение  $\delta$  (пластичность) на 14 – 33 % по сравнению с исходным прутком;

– на поверхности поковок и штамповок допускается наличие крупнокристаллического ободка при условии отсутствия пережога, расслоений и трещин в зоне крупного зерна. При наличии крупнокристаллического ободка размером 10 мм и более, необходимо провести механические испытания на образцах, вырезанных из зоны крупнокристаллического ободка;

– на поверхности поперечных макрошлифов и изломов штампованных и кованных поковок при всесторонних или контрольных испытаниях допускается наличие неметаллических включений и окисных пленок суммарной площадью до 20 мм<sup>2</sup> на 0,1 м<sup>2</sup> площади макрошлифа или излома и до 12 мм<sup>2</sup> – менее 0,1 м<sup>2</sup>. Для штрихов допустима суммарная протяженность до 50 мм на 0,1 м<sup>2</sup> площади макрошлифа или излома и до 30 мм при площади менее 0,1 м<sup>2</sup>.

При положительных результатах механических испытаний, деталь соответствует требованиям ОСТу 1.90073-85.

Для разработки технологического процесса штамповки поковок из алюминиевых сплавов, необходимо знать особенности горячего деформирования этих сплавов.

1. Узкий температурный интервал деформирования составляет 70–120 °С для разных сплавов и выбирается таким образом, чтобы изменение температуры во время деформирования существенно не влияло на изменение технологической пластичности. Завышенная температура начала деформирования приводит к перегреву и пережогу металла, заниженная температура окончания деформирования – к образованию внутренних трещин, увеличению затрат энергии и трудоемкости производства.

2. Верхний предел температурного интервала штамповки лежит близко к верхнему допустимому пределу температуры нагрева сплавов под штамповку, поэтому необходим жесткий контроль за нагревом заготовок во избежание образования крупнозернистой структуры.

3. Низкая прочность алюминиевых сплавов по сравнению со сталью при температурах штамповки, часто приводящая к образованию трещин, так называемых прострелов.

4. Практическая невозможность проведения операций подкатки на штамповочном оборудовании вследствие сравнительно небольшого контактного трения.

5. Повышенная склонность к образованию поверхности дефектов (зажимы, наплывы, расслоения и др.).

6. Склонность к налипанию и привариванию к поверхности гравюры штампа при больших деформациях.

7. Теплопроводность алюминиевых сплавов в 3–4 раза выше, а температурный интервал деформации в 3–4 раза ниже, чем у стали. Большая теплопроводность приводит к быстрому снижению температуры нагрева металла и появлению «холодных» трещин по линии разъема штампов в процессе штамповки.

8. Повышенная чувствительность к:

– большим скоростям деформирования (молотовым 5–7 м/с), приводящим к появлению прострелов и дефектов на штампуемых поковках;

– методам заполнения фигуры штампа (меньшая способность заполнения фигуры штампа осадкой и большая выдавливанием, так как деформация при выдавливании происходит по схеме всестороннего неравномерного сжатия);

– образованию зажимов при штамповке предварительно изогнутых заготовок в месте изгиба.

9. Склонность к образованию зажимов при заполнении глубоких полостей и ребер, вследствие сравнительно небольшого трения по контактными поверхностям фигуры штампа. В результате чего имеет место обгон внутренних слоев слоями, находящимися на контактной поверхности.

10. Малый коэффициент вытяжки и большой коэффициент уширения при проведении операций протяжки.

Внедрение высокопроизводительного технологического процесса вальцовки заготовок под последующую штамповку на предприятиях машиностроения показало, что вальцовка является прогрессивным направлением в развитии кузнечно–штамповочного производства.

В настоящее время на заводах машиностроения вальцуются заготовки под штамповку из алюминиевых сплавов: АК6, АК8, АК 4, АК 4 – 1, АМг1, АМг2, АМг6, АМЦ, АДО, АД1, АД31, АД33, 01420.

Применение технологии вальцовки заготовок из алюминиевых сплавов с применением подготовительных ручьев обеспечивает следующие технико-экономические показатели:

1. Повышение точности вальцованных заготовок и максимальное приближение их формы и размеров к форме и размерам штампуемой поковки увеличивает стойкость штампов на 20–35 %.

2. Снижение нормы расхода исходной заготовки вследствие максимального приближения формы и размеров вальцованной заготовки к форме и размерам штампованной поковки в зависимости от конфигурации на 10–25 %.

3. Снижение трудоемкости изготовления штампованных поковок на 15–35 % за счет снятия весьма трудоемкой, имеющую недостаточную производительность, операции протяжки, зачистки заготовок перед штамповкой после подготовки их на ковочных молотах и набора утолщений на ГКМ (горизонтальных ковочных машинах), и, как правило, дополнительной штамповки с промежуточными операциями обрезки облоя, травления, зачистки дефектов.

4. Снижение себестоимости изготовления штампованных поковок на 25–35 % за счет уменьшения расхода металла, повышения норм выработки, снижения расходов на штамповую сталь, на энергию.

5. Схема напряженно-деформированного состояния при вальцовке заготовок позволяет деформировать металл с высокими степенями обжатия и обеспечивает проникновение деформации в центральные зоны вальцуемой заготовки, вызывая измельчение и ориентировку зерен в направлении движения металла. Вследствие этого хорошо прорабатывается и улучшается структура исходного металла.

6. Применение группового метода изготовления вальцованных заготовок позволяет увеличить серийность производства вальцованных заготовок, повысить производительность труда, уменьшить расход металла на изготовление оснастки и, в конечном счете, снизить себестоимость изготовления штампованных поковок.

7. Высокая производительность процесса вальцовки, улучшение структуры исходных заготовок в целом повышают культуру производства.

Опыт внедрения технологического процесса вальцовки заготовок из алюминиевых сплавов под последующую штамповку с применением подготовительных ручьев и высокая технико-экономическая эффективность, позволяет рекомендовать технологию вальцовки с применением подготовительных ручьев к широкому внедрению в горяче-штамповочных цехах предприятий машиностроения.

## ВЫВОДЫ

Отмечено, что известные технологические процессы изготовления горячим деформированием штампованных поковок из алюминиевых сплавов с вытянутой осью из непрофилированных и неподготовленных заготовок характеризуются низкой производительностью, высокой трудоемкостью, повышенным расходом металла.

Процесс вальцовки заготовок с применением подготовительных ручьев необходим как подготовительная операция объемной штамповки, служащая для перераспределения металла исходной заготовки, с целью получения заготовки, максимально приближенной по форме и размерам поперечных сечений к форме и размерам окончательно штампованной поковки.

Аналитические и экспериментальные исследования показали, что применение подготовительных ручьев позволяет обеспечить:

- снижение трудоемкости изготовления штампованных поковок за счет применения технологических переходов и исключения многократных операций горячего деформирования заготовки только в окончательном ручье штампа, и, соответственно, зачистки поковок;
- увеличение коэффициента использования заготовки (КИЗ) за счет уменьшения отхода металла в облой;
- экономию энергоресурсов за счет сокращения количества штамповок с промежуточными операциями нагрева, обрезки облоя, травления и зачистки заготовок;
- улучшение структуры и повышения качества штампованных поковок за счет обеспечения равномерной деформации по сечениям поковки, а также улучшения условий течения металла в окончательном ручье штампа.

Всесторонний анализ (-макро, -микро) и механических свойств вальцованных заготовок и штампованных поковок, изготовленных из них, показал соответствие качества требованиям технической документации. Описаны результаты, требования и допущения всестороннего анализа.

Приведены технико-экономические показатели применения в технологическом процессе объемной штамповки процесса вальцовки и подготовительных ручьев. Высокая эффективность применения объемной штамповки с процессом вальцовки и подготовительными ручьями позволяет рекомендовать описанную в статье технологию к широкому внедрению в горяче-штамповочных цехах предприятий машиностроения.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скрябин С. А. *Изготовление поковок из алюминиевых сплавов горячим деформированием* / С. А. Скрябин. – Киев : КВИЦ, 2004. – 346 с.
2. Скрябин С. А. *Технология горячего деформирования заготовок из алюминиевых сплавов на ковочных вальцах* / С. А. Скрябин. – Винница : А. Власюк, 2007. – 284 с.
3. Скрябин С. А. *Применение процесса вальцовки и подготовительных ручьев при изготовлении горячим деформированием штампованных поковок из алюминиевых сплавов с вытянутой криволинейной осью и закрытыми сечениями* / С. А. Скрябин, В. Н. Полохов, К. С. Скрябин. – Киев : Технологические системы. – 2003. – № 4. – С. 32–37.
4. *Определение возможности появления дефектов при штамповке поковок из алюминиевых сплавов с применением процесса вальцовки и подготовительных ручьев* / Скрябин С. А., Гунько И. В., Чайка Д. С., Бубновская И. А. // *Обработка металлов давлением : сб. науч. трудов.* – Краматорск : ДГМА, 2010. – № 3 (24). – С. 76–81.
5. *ОСТ 1. 90073 – 85. Отраслевой стандарт по штамповкам и поковкам из алюминиевых сплавов. Технические условия. Введ. 01.11.85.* / Корнеев Н. И., Аржаков В. М., Бормашенко Б. Г. [и др.]. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 39 с.

Гунько И. В. – канд. техн. наук, доц. ВНАУ.

ВНАУ – Винницкий национальный аграрный университет, г. Винница.

E-mail: scriabin\_sa@mail.ru

Статья поступила в редакцию 12.09.2012 г.