

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИИ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЗАГОТОВОК ИЗ НАНОСТРУКТУРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

О.Е. Горячева¹, Е.А. Горячев²

¹ Сибирский федеральный университет, г. Красноярск,

² Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

Разработка современной технологии производства заготовок из наноструктурных материалов является актуальным направлением научных исследований в области повышения механических свойств коммерчески чистого титана.

Наиболее перспективной областью, где возможно использование уникальных свойств легированных марок титана, является современная медицина и имплантология. На данном этапе развития науки необходим поиск более надежных материалов для изготовления имплантов, протезов и новых технологических устройств, заменяющих утраченные органы и конечности.

Сейчас для этого используют легкие и прочные титановые сплавы. Однако до сих пор не найдено решение оптимального соотношения экономической эффективности производства высокотехнологичных заготовок и высоких требований к качеству материалов и эксплуатационным свойствам изделий.

Поэтому выбор способа технологии штамповки представляется важным.

Современная экономическая ситуация способствует более быстрой смене номенклатуры и сокращению размера партии готовых изделий.

Для повышения эффективности производства и сокращения количества стадий технологического процесса и оборудования, в частности, дорогостоящей штамповой оснастки, часто применяют комбинированные процессы штамповки, а именно, методы холодной объемной штамповки.

Экономическая рентабельность партии изделий для холодного объемного выдавливания в зависимости от технологичности изделия и стойкости штампов определяется в 3000–10 000 шт. Однако в отдельных случаях может быть экономична и партия в 500 шт.

Ключевые слова: технология; штамп; затраты; нормы расхода; поковка; материал; наноструктурный; вальцы; упрочнение.

Выбор варианта технологического процесса для объемной штамповки зависит не только от конфигурации и материала требуемого изделия, но и от эффективности организации производственного процесса.

На эффективность кузнечно-штамповочного производства влияют такие показатели, как стоимость оснастки технологического оборудования, размер производимой партии, требуемая точность и прочность заготовок, стойкость оснастки. Наиболее значительный удельный вес в структуре затрат на производство составляют затраты на технологическую оснастку. В общих затратах на производство штамповок затраты на штамповый инструмент составляют около 10 %, затраты на оснащение инструментом составляют 20–30 %

балансовой стоимости оборудования. Доля оборотных средств, связанных с приобретением и эксплуатацией инструмента, составляет 12–25 % общей суммы оборотных средств предприятия [1].

Нормирование расхода инструмента является одним из слабых и в то же время важных звеньев в управлении эффективностью кузнечно-штамповочного производства. Отсутствие технически обоснованных норм расхода инструмента приводит к нарушению ритмичности процесса его потребления, необоснованному завышению заявок на инструмент, к сверхнормативным запасам инструмента на всех этапах складирования. Технически обоснованные нормы, оказывая непосредственное влияние на величину потребно-

сти, дают возможность организовать своевременную подачу инструмента в необходимом количестве на рабочие места, определить размеры оптимальных запасов его на складах, а также осуществлять систематический контроль за расходом инструмента в производстве.

На выбор той или иной технологии штамповки оказывают влияние форма и размеры изготавливаемой поковки, ее материал, серийность производства, требуемая точность размеров детали и ее эксплуатационные свойства. Также важно сочетать с параметрами детали и параметры штампа: его вес, стойкость, количество ремонтов до полного износа, стоимость изготовления и ремонта штампов, марка металла штампа, трудоемкость его изготовления.

Сложность выбора способа обработки, а, следовательно, и вида штамповой оснастки состоит в том, что эффективность применения выбранного технологического процесса, в конечном счете, выявляется с учетом последующих стадий производства и даже эксплуатации изделий, в которых используются штампуемые детали.

В ряде случаев выбор варианта технологии может определяться ценой, качеством материала штампа. При горячей объемной штамповке затраты на ремонт штампа составляют около 10 % от его стоимости, а таких ремонтов может быть от 4 до 8 в зависимости от конфигурации, размеров и точности детали.

При изготовлении штампа из менее стойкого материала увеличивается вероятность получения бракованных штамповок, так как сверхнормативный износ штампа наступает быстрее, усложняется последующая механическая обработка деталей, возрастает трудоемкость ее изготовления. Усложнение механической обработки также увеличивает разброс окончательных размеров детали. Даже если размеры деталей не выходят из нормативного поля допуска, то сама по себе нестабильность размеров усложняет регулировку зазоров и сочленений при сборке, что в итоге ухудшает эксплуатационные свойства машины и делает продукцию предприятия менее конкурентоспособной.

Многовариантность выбора способа технологии штамповки также определяется выбранным вариантом состава технологических операций этого процесса.

Количество операций зависит от уровня их кооперации. Для объединения операций и сокращения оборудования и штамповой оснастки часто применяют комбинированные процессы штамповки. При этом повышается производительность труда, увеличивается съем продукции с данной производственной площади, но усложняется конструкция штампа, увеличивается время их установки. Для изготовления комбинированных штампов применяется более дорогой материал рабочих деталей штампа (матриц и пуансонов).

Область применения комбинированных штампов расширяется с уменьшением объемов производства и ограниченности производственных площадей, оборудования или рабочих.

Особое место в кузнечно-штамповочном производстве занимает холодная объемная штамповка. Прежде всего, этот способ применяют для изготовления массовых изделий небольших размеров: заклепок, гвоздей, болтов, гаек и т. п. Отсутствие нагрева, а следовательно, окалина и тепловых усадок позволяет получать при помощи холодной объемной штамповки точные детали с допусками на размеры порядка сотых и десятых долей миллиметров с чистотой поверхности 6–9-го класса. Исходной заготовкой для объемной штамповки метизов служит калиброванный круглый прутком диаметром от 0,6 до 38 мм.

Основная операция при производстве метизов – высадка, оборудованием служат холодновысадочные автоматы производительностью от 30 до 400 деталей в минуту.

Широко используется процесс выдавливания (прессования, экструзии). Холодным объемным выдавливанием изготавливают фасонные изделия массой от 1 г до 35 кг, диаметром до 216 мм и длиной до 1500 мм. При этом минимальная толщина стенки может достигать 0,1 мм.

Экономическая рентабельность партии изделий для холодного объемного выдавливания в зависимости от технологичности детали и стойкости штампов определяется в 3000–10000 шт. Однако в отдельных случаях может быть экономична и партия в 500 шт.

Холодной объемной штамповкой обрабатывают цветные, легкие и тяжелые металлы, а также стали.

Развитие современных отраслей промышленности предъявляет всё более высокие требования к качеству материалов и эксплуата-

ционными свойствам изделий. Важной с этой точки зрения является разработка новых подходов к созданию перспективных материалов, обеспечивающих высокий уровень свойств. В связи с этим в последние годы большое внимание учёных вызывают наноструктурные материалы, обладающие уникальной структурой и свойствами [2].

Очень актуальна эта проблема в медицине. На данном этапе необходимо найти более надёжные материалы для изготовления новых имплантатов, протезов и инструментов для замены утраченных частей тела человека.

Сейчас для этих целей используют лёгкие и прочные титановые сплавы. Однако до сих пор не найдено решение оптимального соотношения прочностных характеристик, которыми обладают легированные марки титановых сплавов, с максимальной биологической совместимостью (чему полностью соответствует чистый титан). Поэтому разработка и исследование новых эффективных методов, обеспечивающих повышение механических свойств коммерчески чистого титана, является весьма актуальной задачей для медицинского материаловедения.

Холодная обработка давлением является распространённым методом упрочнения материалов и сплавов. При разработке технологии холодной штамповки следует иметь в виду, что суммарная степень деформации, необходимая для получения изделия из заготовки, может оказаться выше допустимой без разрушения металла. Поэтому детали изготавливают за несколько переходов. Уменьшение разовой деформации в результате распределения суммарной деформации по переходам снижает усилие штамповки и повышает стойкость штампов.

Для исследования деформируемости УМЗ титана при холодной обработке проведены пластометрические исследования на пластометре конструкции ЧПИ-2 по методике, разработанной на кафедре ПиМОМД ЮУрГУ [3]. В результате получена формула допустимой деформации титана методами ОМД.

Опробована технология получения заготовок из ультрамелкозернистого титана ВТ1 диаметром $\varnothing(12 \pm 0,1)$ мм холодным деформированием в калибре переменной формы

заготовки диаметром $\varnothing 50$ мм в ковочных вальцах. Вальцовка заготовок – разновидность продольной периодической прокатки, и заключается в получении заготовок в фигурных ручьях деформирующего инструмента, устанавливаемого на валках. Вальцы используют для изготовления готовых изделий и фасонных заготовок при массовом производстве деталей.

Применение вальцовки заготовок из УМЗ титана позволит:

- ✓ повысить производительность штамповочных операций в 1,5–2,5 раза;
- ✓ снизить расход металла на 5–20 %;
- ✓ повысить стойкость молотовых штампов на 20–50 %;
- ✓ снизить себестоимость изготовления поковок на прессах и молотах на 10–25 %.

Экономическая эффективность применения вальцовки заготовок велика [4].

Таким образом, при выборе вариантов инвестиционных проектов технологических процессов штамповки надо учитывать не только затраты на механическую обработку и штамповку, но и сравнительные эксплуатационные расходы. Затраты всех стадий получения машины при этом определяются видом используемого инструмента и качеством (материалом) его изготовления.

Литература

1. Лутовинов, П.П. Показатели эффективности кузнечно-штамповочного производства / П.П. Лутовинов, О.Е. Горячева // Организатор производства. – 2003. – № 2. – С. 46–48.
2. Валиев, Р.З. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией / Р.З. Валиев, И.В. Александров. – М.: Логос, 2000. – 272 с.
3. Прокатка малопластичных металлов с многосторонним обжатием / Л.А. Барков, В.Н. Выдрин, В.В. Пастухов, В.Н. Чернышев. – Челябинск: Металлургия. Челябинское отделение, 1988. – 304 с.
4. Большаков, Г.П. Пути развития технологии кузнечно-штамповочного производства / Г.П. Большаков, И.З. Мансуров, Ю.С. Радюченко // Кузнечно-штамповочное производство. – 1975. – № 1. – С. 3–6.

Горячева Ольга Евгеньевна, канд. экон. наук, доцент кафедры экономики и международного бизнеса горно-металлургического комплекса, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск; olga.e.goryacheva@gmail.com.

Горячев Евгений Александрович, доцент кафедры процессов и машин обработки материалов давлением, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск; goryacheva@susu.ru.

Поступила в редакцию 22 февраля 2017 г.

DOI: 10.14529/met170215

PRESENT ISSUES OF TECHNOLOGY AND ECONOMICAL EFFICIENCY OF PRODUCTION OF BILLETS FROM NANOSTRUCTURED MATERIALS

O.E. Goryacheva¹, olga.e.goryacheva@gmail.com,

E.A. Goryachev², goryacheva@susu.ru

¹ *Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation,*

² *South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation*

Development of modern technology of billet production from nanostructured materials is an important direction of research in the field of increasing mechanical properties of commercially pure titanium.

The most promising area where the unique properties of alloy titanium grades can be applied is modern medicine and implantology. At the current stage of development the search for more reliable materials for making implants, protheses, and new technological devices replacing the lost organs and limbs is necessary.

At present the light and strong titanium alloys are used for this. But the solution for optimal relation of economical efficiency of production of high-tech billets and high requirements for the material quality and operational properties of components has not been yet found. The choice of stamping technology is thus important.

The modern economical situation favours fast changing of nomenclature and decreasing the batch size of ready parts. To increase production efficiency and decrease the number of stages of technological process and equipment, in particular of the expensive die tooling, combined stamping processes, *viz.* cold die forging are often used. Economical profitability of a batch of parts for cold die pressing is estimated to 3000–10000 pieces depending on the component manufacturability and durability of stamps, but in some cases the batch of 500 pieces may be efficient.

Keywords: technology; die; costs; application rate; forging; material; nanostructured; rotating dies; strengthening.

References

1. Lutovinov P.P., Goryacheva O.E. [Efficiency Criteria of Forging and Stamping Production]. *Organizator proizvodstva*, 2003, no. 2, pp. 46–48. (in Russ.)
2. Valiev R.Z., Aleksandrov I.V. *Nanostrukturnye materialy, poluchennye intensivnoy plasticheskoy deformatsiey* [Nanostructured Materials Obtained by Severe Plastic Deformation]. Moscow, Logos Publ., 2000. 272 p.

3. Barkov L.A., Vydrin V.N., Pastukhov V.V., Chernyshev V.N. *Prokatka maloplastichnykh metallov s mnogostoronnim obzhatiem* [Rolling of Low-Ductility Metals with Multi-Part Reduction]. Chelyabinsk, Metallurgiya Publ., 1988. 304 p.

4. Bol'shakov G.P., Mansurov I.Z., Radyuchenko Yu.S. [Directions of Development of Forging and Stamping Technology]. *Kuznechno-shtampovoe proizvodstvo*, 1975, no. 1, pp. 3–6. (in Russ.)

Received 22 February 2017

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Горячева, О.Е. Актуальные вопросы технологии и экономической эффективности производства заготовок из наноструктурных материалов / О.Е. Горячева, Е.А. Горячев // Вестник ЮУрГУ. Серия «Металлургия». – 2017. – Т. 17, № 2. – С. 127–131. DOI: 10.14529/met170215

FOR CITATION

Goryacheva O.E., Goryachev E.A. Present Issues of Technology and Economical Efficiency of Production of Billets from Nanostructured Materials. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Metallurgy*, 2017, vol. 17, no. 2, pp. 127–131. (in Russ.) DOI: 10.14529/met170215
