

УДК 621.983(622.2)

Ю. О. Михайлов, доктор технических наук
А. С. Караваева, аспирант
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ШТАМПОВКИ ДЕТАЛИ ТИПА «АППАРАТ НАПРАВЛЯЮЩИЙ»

В данной статье проанализирована технология изготовления детали «аппарат направляющий», входящей в сборку центробежного насоса для подъема нефти из глубинных залежей. Выявлены недостатки данной технологии и предложены способы их решения, такие как подбор материала, технологии изготовления. Разработаны чертежи поковок и штамповой оснастки. Произведено трехмерное моделирование в программе Q-Form технологии изготовления путем изотермической штамповки и даны рекомендации для последующей опытной штамповки.

Ключевые слова: изотермическая штамповка, алюминиевый сплав, центробежный насос, трехмерное моделирование, лазерная сварка, Q-Form, технология изготовления.

В настоящее время детали центробежных насосов, такие как «аппарат направляющий» и «колесо рабочее» (см. рис. 1, а, б), производят из легированного чугуна ЧН16Д7ГХШ путем литья в форму.



а



б

Рис. 1. Исследуемые детали центробежного насоса: а – «аппарат направляющий» и «колесо рабочее»; б – разрез дна «аппарата направляющего»

Наиболее интересной для исследования является деталь «аппарат направляющий» ввиду того, что имеет более сложную фигуру за счет соединения тонких ребер лопастей со ступицей колеса. Применяемый способ изготовления детали имеет несколько недостатков:

- детали имеют относительно большой вес, и, учитывая, что таких насосов в сборке может быть довольно много, в зависимости от глубины нефтяных залежей, это ограничивает высоту колонны из насосных штанг;
- детали из чугуна не обладают повышенной прочностью к ударным и динамическим нагрузкам;

– детали из чугуна не обладают высокой стойкостью к коррозии [1].

Для решения данных проблем предлагается:

- для увеличения параметров стойкости и сопротивления износу изготавливать детали путем изотермической штамповки. Смешанная мелкозернистая структура ковкого материала сравнительно выше, чем литая;
- для увеличения износостойкости поверхности детали после механической обработки использовать антикоррозийное плазменное напыление;
- для уменьшения веса детали использовать такой материал, как дюралюминий Д16Т, который обладает высокой твердостью и прочностью и не уступает по этим параметрам заготовкам из сплава ВД95Т1 после искусственного старения и закалки [2];
- детали разделить на 2 поковки по линии, указанной на рис. 2, для удобства изготовления путем изотермической штамповки с последующей лазерной сваркой по линии разделения.

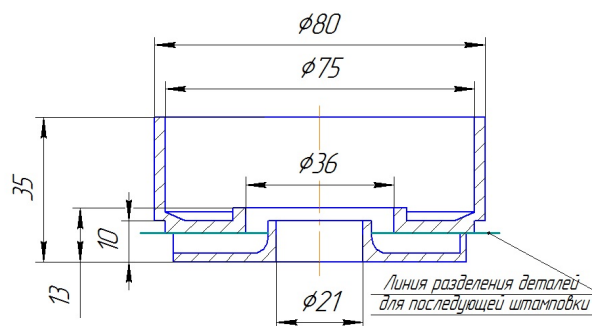


Рис. 2. Схема разделения детали на 2 части для облегчения изотермической штамповки

С учетом линии разреза разработаны чертежи поковок, таких как «стакан аппарата направляющего» и «дно аппарата направляющего» (см. эскизы поковок на рис. 3, а, б), и составлена технология изготовления каждой поковки.

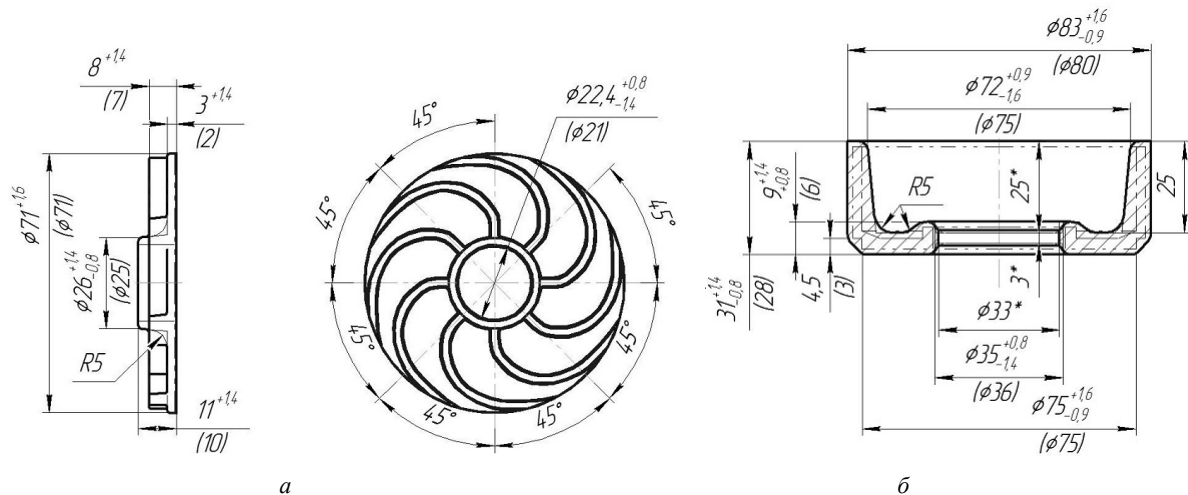


Рис. 3. Эскиз: а – поковки «дна аппарата направляющего»; б – поковки «стакана аппарата направляющего»

Расчет размеров заготовки для последующей безоблойной изотермической штамповки производился по ГОСТ 21488–97 «Прутки из прессованного алюминия и алюминиевых сплавов». Выбрана заготовка диаметром 75 мм и толщиной 7 мм [3]. Также при построении модели штампов учитывается усадка материала 1,5 % [4].

В качестве оборудования для изготовления рекомендуются гидравлические прессы с усилием от 250 до 300 тс.

Прежде чем производить изготовление штампов для опытной штамповки, решено выполнить моделирование технологии изготовления данных поволоков в программе Q-Form [5, 6]. Это способствует выявлению дефектов и устранению их еще на стадии трехмерной модели, что позволяет сэкономить на доработке штампов после опытной штамповки [7, 8].

Для моделирования в программе Q-FORM выбраны следующие параметры:

- гидравлический пресс усилием 50 МН (5100 тс) с учетом запаса мощности 75 %;
- смазка «mineral oil» (состав: минеральное масло) для горячей объемной штамповки алюминия [9];
- температура металла – 550 °С;
- температура штампов – аналогична температуре заготовки ввиду того, что при изотермической штамповке идет подогрев штампов для замедления остывания металла и увеличения временного интервала пластической деформации [10];
- охлаждение перед началом на воздухе 1 секунду (перенос заготовки из индуктора на гравюру штампов).

По итогам моделирования получены следующие результаты:

1. Дефектов при штамповке не обнаружено, гравюра штампов заполняется полностью (см. рис. 4 а, б).

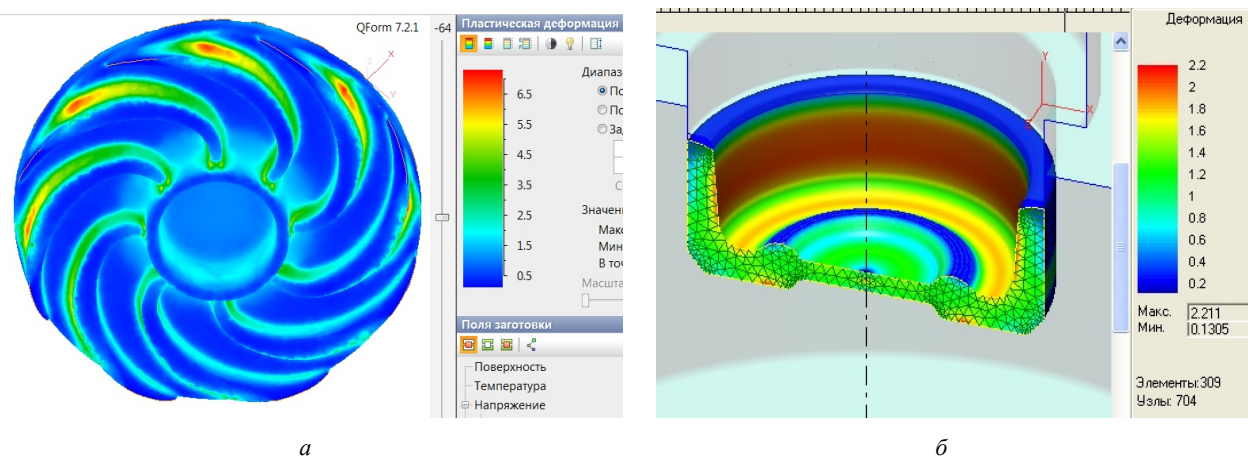


Рис. 4. Схема распределения деформации: а – поковки «дна аппарата направляющего»; б – поковки «стакана аппарата направляющего»

2. Элементов поковки с превышением предельной степени деформации при штамповке не обнаружено.

3. Температура нагрева заготовки должна быть в пределах от 480 до 550 °С.

4. Штамповую оснастку следует проектировать со встроенным индуктором, чтобы не было быстрого остывания заготовки. Температура нагрева штамповой оснастки должна быть в пределах от 480 до 550 °С.

5. Рекомендованное оборудование для штамповки – гидравлический пресс с усилием не менее 250 тс и не более 300 тс.

Библиографические ссылки

1. Сорокин В. Г. Марочник сталей и сплавов. – М. : Машиностроение, 1989.

2. Фомичев А. Ф., Романов А. В. Применение компьютерного моделирования для решения производственных проблем // Кузнечно-штамповочное производство. – 2012. – № 6. – С. 30–32.

3. ГОСТ 21488–97 «Прутки из прессованного алюминия и алюминиевых сплавов». – М., 1991.

4. Семенов Е. И. Ковка и объемная штамповка. – Т. 2. – М. : Высш. шк., 1972.

5. Морозов С. А., Караваева А. С., Евсеев И. С. Математическое моделирование процесса объемной штамповки в

программе Q-Form // Fourth forum of young researchers – 2014. – С. 308–310.

6. КванторФорм. – URL: <http://www.qform3d.ru> (дата последнего обращения 23.11.2015 г.).

7. Вакалов А. А. Применение компьютерного моделирования при разработке процессов горячей штамповки поковок лопаток // Кузнечно-штамповочное производство. – 2012. – № 1. – С. 36–41.

8. Маковецкий А. В. Использование конечно-элементного моделирования в ряде задач обработки металлов давлением // Обработка металлов давлением. – 2008. – № 1 (19). – С. 61–66.

9. Грудев А. П. Трение и смазки при обработке металлов давлением. – М. : Металлургия, 1982.

10. Миленин А. А., Афанасьев В. А. Математическое моделирование процесса трансформации поверхностных дефектов слитка при горячей штамповке заготовок железнодорожных колес // Обработка металлов давлением. – 2008. – № 1 (19). – С. 23–28.

Mikhailov Yu. O., DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU
Karavayeva A. S., Post-graduate, Kalashnikov ISTU

Development of isothermal forging technology for “guide machine” part

This article presents the analysis of a technology of manufacturing the “machine guide” part, included in the assembly of a centrifugal pump for lifting the crude oil from deep reservoirs. Drawbacks of this technology are revealed and methods of their elimination are proposed, such as the selection of a material and manufacturing technology. Drawings of forgings and die tooling are designed. The program Q-Form allowed to carry out the three-dimensional modeling of the manufacturing technology by isothermal forging. Recommendations for further experimental stamping are given.

Keywords: isothermal forging, aluminum alloy, centrifugal pump, three-dimensional modeling, laser welding, Q-Form, manufacturing technology.

Получено: 18.02.16