

**ИЗЫСКАНИЕ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ,  
СТРОИТЕЛЬСТВО И МОНТАЖ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ  
ОБЪЕКТОВ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ**

УДК 621.762

**ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ  
МЕТОДАМИ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ**

© 2015 г. А.В. Марченко, Е.И. Колоколов

*Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл.*

Изучены условия работы запорной арматуры. Перечислены основные недостатки методов наплавки ручной и автоматической дуговой сваркой при изготовлении седел арматуры. Предложен способ изготовления седла запорного узла вентиля высокого давления методом динамического горячего прессования предварительно спеченной заготовки нужного состава в корпусе “in-situ”.

*Ключевые слова:* вентиль, седло, дефекты, пористость, износ, динамическое горячее прессование.

Поступила в редакцию 08.06.2015

Запорная арматура предназначена для полного перекрытия или пуска рабочей среды в трубопроводе в зависимости от требования технологического процесса. Наиболее распространенным типом арматуры являются вентили. Недостатком вентиля является повышенное гидравлическое сопротивление  $\xi=3-11$ . Узлы арматуры могут работать в условиях высоких температур и давлений (до  $t=565^{\circ}\text{C}$  и  $p$  до 38МПа), создаваемых рабочей средой (пар, вода) в течение длительного времени. Наиболее важными узлами арматуры, обеспечивающими герметичность, являются затворы – состоящие из золотника и седла, на которые приходится до 50% всех отказов [1,2].

Основной причиной потери работоспособности арматуры является износ деталей затвора. Скорость износа увеличивается за счёт высокой температуры, давления, скорости и характера подачи среды. При этом поверхности узлов могут подвергаться коррозионно-механическому и кавитационному разрушению.

Для решения задач повышения эксплуатационных показателей и увеличения срока службы запорных узлов используют наплавку нужного состава, наносимую ручным и механизированным способом. В зависимости от условий применения и назначения применяют наплавочные материалы на основе железа с добавлением никеля, кобальта. Недостатки технологии наплавки: ухудшение свойств наплавленного слоя, деформация изделия, неравномерность свойств наплавки, трудность выполнения наплавки на мелких изделиях сложной формы и в труднодоступных местах, появление всевозможных дефектов сварки, которых очень трудно проконтролировать, появление холодных трещин [3-5].

Возрастающие требования к эксплуатационным характеристикам деталей запорной арматуры, требуют применения новых материалов и технологий. В частности, использование технологий порошковой металлургии (ПМ) в машиностроении во многом обусловлено большим потенциалом ресурсо- и энергосбережения, а также уникальностью свойств полученных материалов. При производстве порошковых изделий коэффициент использования материалов составляет 0,95, что позволяет особенно

эффективно использовать ПМ в крупносерийном и массовом производствах [6].

Целью данной работы является разработка технологии изготовления седла арматуры, методом ПМ с использованием заготовки корпуса вентиля в качестве основного элемента пресс-формы для седла, которое является составной частью этого корпуса. Технологический процесс изготовления седла состоит из следующих основных этапов:

1) Приготовление исходной шихты на основе порошка для наплавки, например, согласно ГОСТ 21448-75, и ее механическое активирование в энергонапряженной мельнице. Химический состав используемой шихты представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав порошка ПР-Н77Х15СЗР2-3, %

С	Si	В	Fe	Ni	Cr	S	P	O
0,35-0,60	2,8-3,5	1,8-2,3	до 5	основа	14-16	не более 0,04	не более 0,04	не более 0,05

Данная шихта должна обеспечивать деформируемость, а на конечном этапе также коррозионную стойкость и износостойкость изделия. Это означает, что матрица получаемого материала должна представлять собой аустенитную структуру. На данном этапе происходит упругая и пластическая деформация материала, образуется гомогенная гранулированная композиция, в которой исходные компоненты внедрены друг в друга [7].

2) Получение заготовки седла методом холодного прессования. Пористость заготовки – 12-15%. На данном этапе происходит формирование холоднопрессованной заготовки с заданной пористостью и размерами (рис. 1). При холодном прессовании обеспечивается плотность 85-88% и прочность на уровне 50% прочности цельнолитой детали.

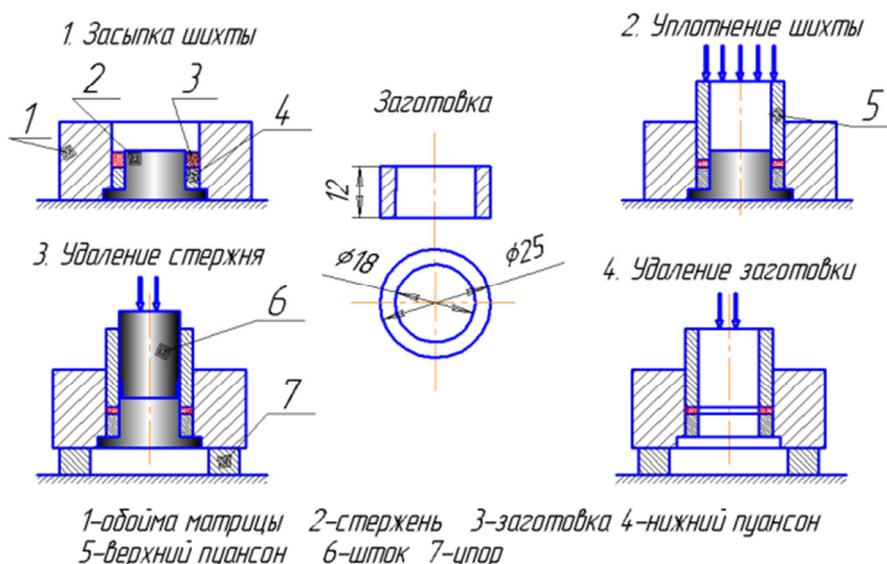


Рис. 1. – Формирование заготовки для седла вентиля, аналога 988-20-0 производства ЧЗЭМ

3) Спекание полученной заготовки при температуре 1000-1100°C в течение 2 часов в защитной атмосфере аргона. На данном этапе происходят диффузионные процессы в материале, что приводит к формированию аустенитной структуры.

4) Динамическое горячее прессование, которое осуществляется непосредственно в заготовке корпуса вентиля при температуре 1000-1100°C (рис. 2). При этом происходит уплотнение заготовки до пористости практически компактного материала

(до 1-2%) [8]. Одновременно осуществляется дополнительное термомеханическое упрочнение материала. На данном этапе материал седла приобретает необходимые для эксплуатации свойства и герметично фиксируется в корпусе вентиля. Температура эксплуатации такого вентиля ограничивается температурой процесса динамического горячего прессования.

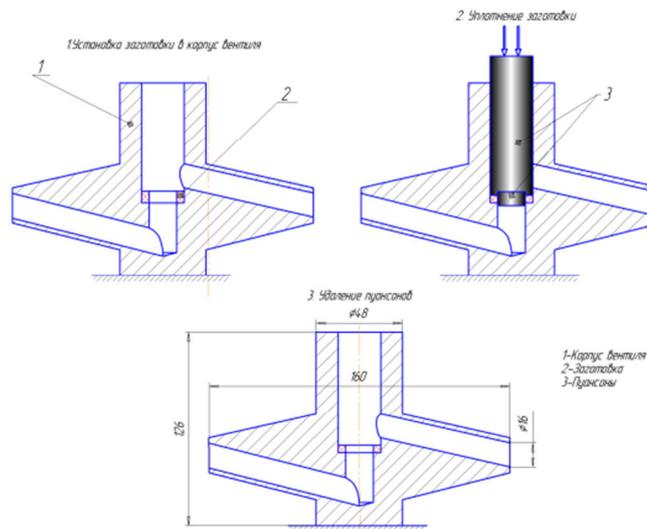


Рис. 2. – Схема процесса динамического горячего прессования в заготовке корпуса вентиля

Так как основным эксплуатационным требованием к запорным вентилям является отсутствие протечек в закрытом положении, важным для обеспечения герметичности порошковых седел является их минимальная пористость и качество спекания, гарантирующие отсутствие дефектов, что в первую очередь определяется величиной плотности и равномерностью её распределения по всему объёму изделия. При горячем динамическом прессовании применен разборный пуансон, что существенно облегчает процессы его частичного извлечения из корпуса и механической обработки внутренних поверхностей.

5) Производится окончательная механическая обработка корпуса вентиля и его седла. В последнем формируется отверстие для прохода среды и посадочная поверхность для контакта со штоком или золотником в виде фаски требуемых размеров.

## ВЫВОДЫ

1) Предложен способ изготовления седла запорного узла вентиля высокого давления, основным элементом которого является метод динамического горячего прессования предварительно спеченной заготовки нужного состава в корпусе “in-situ”.

2) По сравнению с методами наплавки седел запорной арматуры, данный способ позволяет существенно сократить энергозатраты и другие издержки производства, автоматизировать технологический процесс, свести к минимуму последующую механическую обработку.

3) Основным преимуществом данного метода является повышение качества седел, вследствие отсутствия дефектов, необходимое для стабильности их работы в процессе эксплуатации вентиля.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуревич, Д.Ф. Трубопроводная арматура [Текст] / Д.Ф. Гуревич. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1981. – 368 с., ил.

2. Котов, Ю.В. и др. Оборудование атомных электростанций [Текст] / Ю.В. Котов, В.В. Кротов, Г.А. Филиппов. – М.: Машиностроение, 1982. – 376 с. ил.
3. Имбирский, М.И. Справочник по трубопроводам и арматуре химических цехов электростанций [Текст] / М.И. Имбирский. – М.: Энергия, 1974. – 168 с., ил.
4. Чичинадзе А.В. и др. Трение, износ, и смазка (трибология и триботехника) [Текст] / А.В. Чичинадзе, Э.М. Берлингер, Э.Д. Браун и др. – М.: Машиностроение, 2003. – 576 с., ил.
5. Хасуи, А. Наплавка и напыление [Текст] / А. Хасуи, О. Моригаки; перевод с японского В.Н. Попова под ред. В.С. Степина, Н.Г. Шестеркина. – М.: Изд-во «Машиностроение», 1985. – 240 с., ил.
6. Либенсон, Г.А. Основы порошковой металлургии [Текст] / Г.А. Либенсон. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1987. – 208 с.
7. Пирожков, Р.В. Кинетика процесса механического активирования порошковых шихт [Текст] / Р.В. Пирожков // Материалы и технологии XXI века : сб. ст. XI Междунар. науч.-практ. конф. Март 2013 г. – Пенза, 2013. – С. 14–18.
8. Дорофеев, Ю.Г. Динамическое горячее прессование пористых материалов [Текст] / Ю.Г. Дорофеев. – М.: Наука, 1968. – 116 с.

## REFERENCES

- [1] Gurevich D.F. Truboprovodnaya armatura [Pipeline fittings]. 2-e izd., pererab. i dop. [2<sup>nd</sup> Edition: processed and added]. Leningrad. Pub. “Mashinostroenie” [Mechanical engineering], 1981, 368 p. (in Russian)
- [2] Kotov Yu.V., Krotov V.V. Oborudovanie atomnyh elektrostancij [Equipment of nuclear power plants] M. Pub. “Mashinostroenie” [Mechanical engineering], 1982, 376 p. (in Russian)
- [3] Imbirskij M.I. Spravochnik po truboprovodam i armature ximicheskikh cehov elektrostancij [Reference book on pipe ducts and fittings of by-product recovery departments of power plants]. M. Pub. Energiya [Energy], 1974, 168 p. (in Russian)
- [4] Chichinadze A.V., Berlinger E'.M., Braun E.D. Trenie, iznos, i smazka (tribologiya i tribotexnika) [Friction, wear, and lubricant (tribology and tribo technology)] M. Pub. “Mashinostroenie” [Mechanical engineering], 2003, ISBN 5-217-03053-4, 576 p. (in Russian)
- [5] Xasui A., Morigaki O. Naplavka i napylenie [Surfacing and spraying] Gerevod s yaponskogo V.N. Popova pod red. V.S. Stepina, N.G. Shesterkina [translation from Japanese by V. N. Popov edited by V.S. Stepin, N.G. Shesterkin]. M. Pub. “Mashinostroenie” [Mechanical engineering], 1985, 240 p.
- [6] Libenson G.A. Osnovy poroshkovej metallurgii [Fundamentals of powder metallurgy]. 2-e izd., pererab. i dop. [2<sup>nd</sup> Edition: processed and added] M. Pub. “Metallurgiya” [Metallurgy], 1987, 208 p.
- [7] Pirozhkov R.V. Kinetika processa mexanicheskogo aktivirovaniya poroshkovyh shiht [Kinetics of mechanical activation process of powder furnace charges]. Materialy i texnologii XXI veka : sb. st. XI Mezhdunar. nauch.–prakt. konf. Mart 2013 g. [Materials and XXI century technologies: collection of articles of XI International scientific and practical conference March, 2013.] Penza, 2013, p. 14–18.
- [8] Dorofeev Yu.G. Dinamicheskoe goryachee pressovanie poristykh materialov [Dynamic hot pressing of porous materials]. M. Pub. “Nauka” [Science], 1968, 116 p.

## Production of Shutoff Valves Details by Powder Metallurgy Methods

**A.V. Marchenko, E.I. Kolokolov**

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,  
73/94 Lenin St., Volgodonsk, Rostov region, Russia 347360  
e-mail: VITkafMPM@mephi.ru*

**Abstract** – Operating conditions of shutoff valves are studied. The main shortcomings of surfacing methods by manual and automatic arc welding at production of fittings saddles are listed. The way of production of locking knot saddle of the high pressure valve by method of dynamic hot pressing of previously baked preparation of the necessary structure in the “in-situ” case is offered.

**Keywords:** valve, saddle, defects, porosity, wear, dynamic hot pressing.