

УДК 621.791.92

**Ю.Д. Щицын, Д.С. Белинин, П.С. Кучев, С.Д. Неулыбин**  
**Y.D. Scshicin, D.S. Belinin, P.S. Kuchev, S.D. Neulybin**

Пермский национальный исследовательский политехнический университет  
Perm National Research Polytechnic University

## **ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА РАБОТЫ РОТОРА ПЛАСТИНЧАТОГО НАСОСА**

### **INCREASING RESOURCE OF THE PLATE ROTOR**

Представлены результаты разработки технологии упрочнения пазов пластинчатого ротора наплавкой. Показано, что при использовании аргонодуговой наплавки удается обеспечить твердость рабочих поверхностей пазов пластинчатого ротора не ниже 52–54 HRC.

**Ключевые слова:** наплавка, твердость, структура, ротор, аргонодуговая сварка.

Here are shown the research results of the technology of hardening of the plate rotor slots by surfacing. It is shown that the use of argon welding can provide hardness surface plate rotor slots not below 52–54 HRC.

**Keywords:** surfacing, hardness, structure, rotor, TIG welding.

В настоящее время объемные гидроприводы стали одним из основных средств автоматизации рабочих процессов в промышленности, что объясняется рядом существенных их преимуществ перед другими видами приводов [1].

Гидравлические насосы предназначены для преобразования механической энергии (крутящий момент, частота вращения) в гидравлическую (подача, давление). Существует большое разнообразие типов и конструкций гидравлических насосов, но всех их объединяет единый принцип действия – вытеснение жидкости. Во время работы внутри насоса образуются изолированные камеры, в которых рабочая жидкость перемещается из полости всасывания в полость нагнетания. Между полостями всасывания и нагнетания не существует прямого соединения, и поэтому объемные насосы очень хорошо приспособлены для работы в условиях высокого давления в гидросистеме.

Пластинчатые гидронасосы – это гидромашины, в которых роль вытеснителя рабочей жидкости выполняют радиально расположенные пластины, совершающие возвратно-поступательные движения при вращении ротора.

Ротор изготавливается в виде цилиндра, пластины легко перемещаются в пазах ротора. Ротор расположен эксцентрично, и при вращении пластины то уходят в ротор, то выдвигаются из него.

Различают пластинчатые гидронасосы однократного действия (рис. 1) и двойного действия (рис. 2). У насосов однократного действия за один оборот вала гидромашины процесс всасывания и нагнетания осуществляется один раз, в машинах двойного действия – два раза [1].

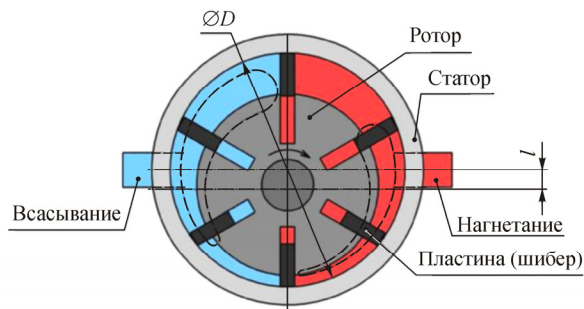


Рис. 1. Пластинчатый насос однократного действия

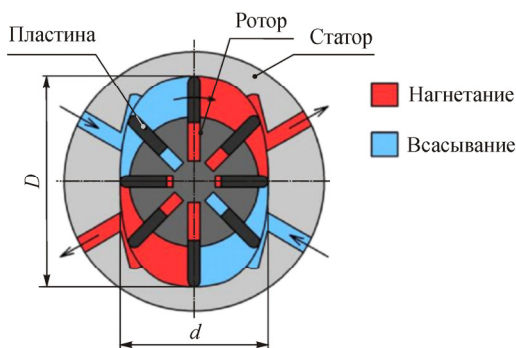


Рис. 2. Пластинчатый насос двойного действия

К достоинствам пластинчатых насосов стоит отнести низкий уровень шума, низкий уровень пульсаций, возможность регулировки рабочего объема, низкая по сравнению с роторно-поршневыми насосами стоимость, он менее требователен к чистоте рабочей жидкости. У пластинчатых насосов ротор и подшипники испытывают односторонние силы давления, что затрудняет создание таких машин большой мощности и является одной из причин малого срока их службы [1].

Большой практический интерес представляет изготовление пластинчатого насоса, используемого в нефтедобывающей промышленности. При работе

в условиях повышенного абразивного износа и ударных нагрузок предъявляются повышенные требования к прочностным характеристикам пазов ротора. Изменение геометрических характеристик пазов ротора приводит к заметному снижению КПД насоса.

На сегодняшний день существует два способа решения проблемы:

- 1) объемная термообработка готовой детали ротора,
- 2) местная термообработка пазов ротора.

Однако у данных технологий есть существенные недостатки. При изготовлении ротора по первому варианту, обеспечивается высокая твердость всего изделия, однако при этом снижается ударная вязкость, что приводит к развитию трещин и сколу зубьев. Применение второго варианта сдерживается небольшими геометрическими размерами пазов (рис. 3), что затрудняет проведение местной термообработки [2].

Целью данной работы являлось изучение возможности обеспечения твердости рабочей поверхности пазов ротора пластинчатого насоса не ниже 52–54 HRC.

Материал изделия – хромистая высоколегированная сталь мартенситного класса 20X13 [3]. Сплав 20X13 применяется для изделий, подвергающихся воздействию слабоагрессивных сред, для выпуска изделий, к которым предъявляются требования по одновременно высокой прочности, ударной вязкости и хорошему запасу пластичности. Сплав удовлетворительно сваривается аргонодуговой автоматической и ручной сваркой, склонен к отпускной хрупкости [4].

Было предложено выполнить аргонодуговую наплавку (рис. 4) цилиндрической заготовки ротора диаметром 54 мм с длиной подготовленных под наплавку пазов с U-образной разделкой кромок 170 мм, шириной 8 мм и глубиной 6 мм (рис. 5).

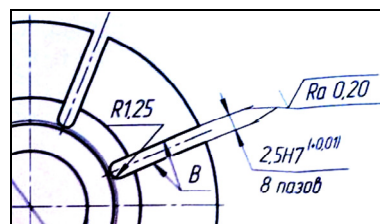


Рис. 3. Фрагмент чертежа ротора

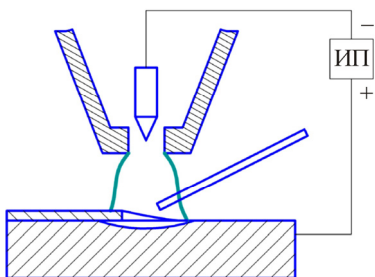


Рис. 4. Схема процесса наплавки



Рис. 5. Заготовка под наплавку

С целью обеспечения заданной твердости был выбран следующий химический состав наплавленного материала, %:

C	Mn	Cr	Si	Mo
0,50	1,50	5,50	0,60	0,60

Для определения режимов дуговой наплавки на предварительном этапе на плоских образцах было опробовано два варианта наплавки [5]:

1. Ручная аргонно-дуговая наплавка с многопроходным заполнением пазов без охлаждения валиков между проходами на следующих режимах: ток дуги 180 А, диаметр сопла 6 мм, расход защитного газа 4 л/мин.



Рис. 6. Заготовка после наплавки

2. Ручная аргонно-дуговая наплавка с многопроходным заполнением пазов с охлаждением валиков между проходами на следующих режимах: ток дуги 150 А, диаметр сопла 6 мм, расход защитного газа 4 л/мин.

После наплавки были вырезаны образцы поперек наплавленных валиков, изготовлены макрошлифы и произведены замеры твердости наплавленного слоя и зоны термического влияния. При обработке по первому варианту твердость на поверхности HRC 51–55, однако в зоне сплавления валиков присутствовали дефекты в виде пор. При обработке по второму варианту твердость на поверхности HRC 51–55, при отсутствии дефектов.

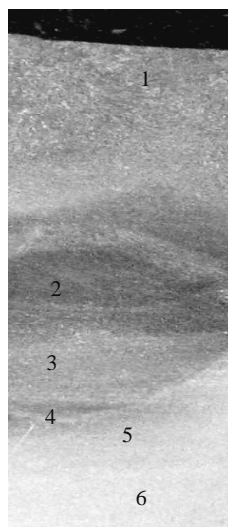


Рис. 7. Макроструктура образца с обозначением характерных участков наплавки

Полученные результаты позволили выбрать оптимальный режим обработки – ток дуги 150 А, диаметр сопла 6 мм, расход защитного газа 4 л/мин. Наплавку заготовки проводили в специальном приспособлении с выводными медными планками. Наплавка выполнялась в несколько проходов с охлаждением детали на воздухе до комнатной температуры после четырех симметричных проходов (рис. 6).

После проведения наплавки были изготовлены образцы для проведения исследований макро- и микроструктуры, замера твердости наплавленного слоя.

Просмотр и фотографирование макрошлифов выполнены на стереомикроскопе STEMI SV8 (рис. 7). Просмотр и фотографирование микрошлифов выполнены на микроскопе AXIOVERT 40MAT (рис. 8). Замер микротвердости выполнен на микротвердомере ПМТ-3М с нагрузкой на индентор 50 г (таблица).

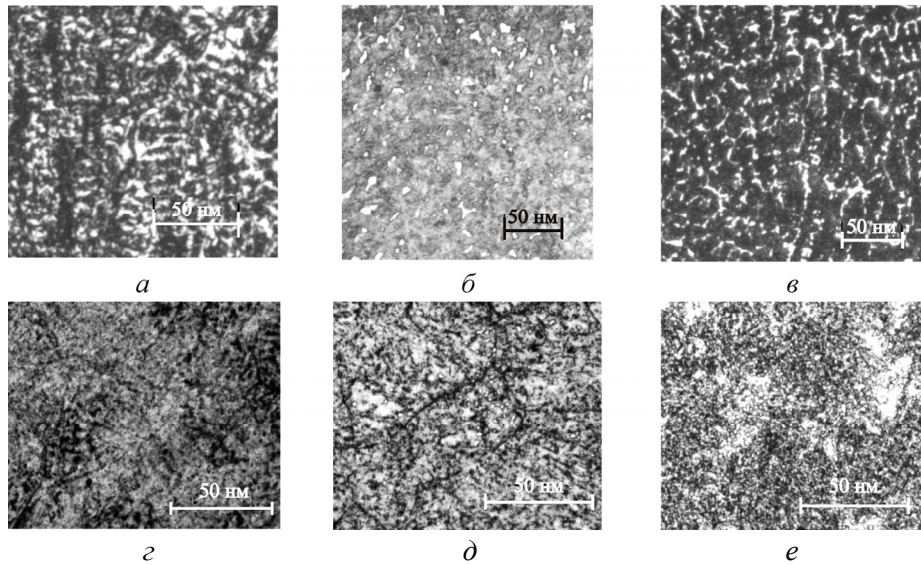


Рис. 8. Микроструктура участков наплавленного слоя: *а* – участок 1; *б* – участок 2; *в* – участок 3; *г* – участок 4; *д* – участок 5; *е* – участок 6

Металл наплавленного слоя имеет ячеисто-дендритного строение, в нижних слоях сформированы мелкие дендриты, центральные и верхние слои имеют крупные, столбчатые дендриты, ориентированные в сторону тепловода. Структура участков зоны термического влияния (ЗТВ) представляет собой перлит с выделениями по границам зерен плюс участки  $\delta$ -феррита.

Результаты замеров микротвердости  $H_{\mu 50}$ , кгс/мм<sup>2</sup>:

Участок 1, верхний слой заварки	537–525
Участок 2, средний слой заварки	435–472
Участок 3, нижний слой заварки	358–372
Участок 4, ЗТВ у линии сплавления	262–299
Участок 5, ЗТВ	262–299
Участок 6, основной материал	237–245

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Разработана технология упрочнения пазов пластинчатого ротора наплавкой.
2. Установлено, что твердость наплавленного слоя находится на уровне не ниже установленной, дефекты в упрочненном слое отсутствуют.
3. При дальнейшем внедрении разработанной технологии планируется использование автоматической плазменной наплавки.

### Список литературы

1. Зайченко И.З., Мышлевский Л.М. Пластинчатые насосы и гидромоторы. – М.: Машиностроение, 1970. – 299 с.
2. Щицын Ю.Д., Белинин Д.С. Особенности структурообразования при плазменной поверхностной закалке на большую глубину изделий из стали 40X13 // Изв. Самар. науч. центра РАН. – 2012. – Т. 14, № 4 (5). – С. 1202–1205.
3. Лившиц Л.С. Металловедение для сварщиков. – М.: Машиностроение, 1979. – 253 с.
4. Металловедение и термическая обработка стали. Справочник / под ред. М.Л. Бернштейна, А.Г. Рахштадта. – М.: Металлургия, 1983. – 352 с.
5. Хасуи А., Моригаки О. Наплавка и напыление. – М.: Машиностроение, 1985. – 240 с.

Получено 2.09.2013

**Щицын Юрий Дмитриевич** – доктор технических наук, профессор, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: svarka@pstu.ru).

**Белинин Дмитрий Сергеевич** – ассистент, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: 51y87@mail.ru).

**Кучев Павел Сергеевич** – ассистент, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: kучев.p@gmail.com).

**Неулыбин Сергей Дмитриевич** – инженер, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: sn-1991@mail.ru).

**Shitsyn Yuri Dmitrievich** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: svarka@pstu.ru).

**Belinin Dmitry Sergeevich** – Assistant, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: 5ly87@mail.ru).

**Kuchev Pavel Sergeevich** – Assistant, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: kuchev.p@gmail.com).

**Neulybin Sergey Dmitrievich** – Engineer, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: sn-1991@mail.ru).