

# ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ПЛУНЖЕРНОГО НАСОСА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ АНТ-55 ГАЗОТЕРМИЧЕСКОЙ НАПЛАВКОЙ

А. Д. Мельникова

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научные руководители: Д. В. Мельников, И. В. Царенко

Среди технологий восстановления деталей машин одной из наиболее эффективных является технология наплавки. Наплавка – это процесс нанесения покрытия из расплавленного материала на разогретую до температуры плавления поверхность восстанавливаемой детали. Эта технология позволяет придавать восстанавливаемым деталям требуемые физико-химические свойства, такие как износостойкость и коррозионностойкость. Покрытия, полученные наплавкой, характеризуются отсутствием пор, высокими значениями модуля упругости и прочности на разрыв. Прочность соединения этих покрытий с основой соизмерима с прочностью материала детали. Среди большого разнообразия методов наплавки для восстановления деталей трехплунжерного насоса был выбран метод газотермической наплавки.

Трехплунжерные насосы для нефтедобывающей отрасли используются для закачивания поверхностной, пластовой, сточной воды и технологических растворов в нагнетательные скважины для поддержания пластового давления. При стабильной заданной подаче плунжерные насосы создают давление нагнетания 35 МПа и производительность 12,5 м<sup>3</sup>/ч. Наиболее ответственной деталью плунжерного насоса высокого давления АНТ-55 является плунжер, который работает под давлением на выходе 27 МПа с производительностью 5,54 м<sup>3</sup>/ч при 242 двойных ходах плунжера в минуту в условиях интенсивного абразивного изнашивания, вызванного наличием в воде нерастворенных минеральных примесей. Износ и разрушение плунжера приводит к повышенной вибрации насосной установки; повышенному шуму в работе; резким пульсациям давления на выходе; снижению подачи насоса; замедленному перемещению рабочих органов машины.

Целью данной работы является создание методом газотермической наплавки поверхностного слоя с особыми свойствами, обладающего высокой твердостью, износостойкостью, стабильностью геометрической формы.

Объектом исследования являются плунжеры  $\varnothing 30$  и  $\varnothing 40$  мм плунжерного насоса высокого давления АНТ-55 (рис. 1).



Рис. 1. Плунжеры  $\varnothing 30$  мм для плунжерного насоса высокого давления АНТ-55

В качестве исходной заготовки использовался прокат круглого сечения  $\varnothing 45$  мм.

Перед наплавкой наплавочные материалы очищают и прокаливают для удаления влаги, которая в процессе наплавки может стать источником водорода. Присутствие данного элемента на поверхности обрабатываемой детали опасно, так как он приводит к появлению водородной хрупкости, следствием которой являются холодные трещины. Далее обрабатываемые поверхности деталей нагревают. Предварительный нагрев изделия непосредственно перед наплавкой предотвращает растрескивание наплавленного слоя. Для нагрева используются печи или газовые горелки. При недостаточной температуре подогрева могут возникнуть трещины, а чрезмерный нагрев снижает скорость охлаждения и увеличивает глубину проплавления основного металла, что приводит к снижению твердости наплавленного металла.

Предварительную механическую обработку поверхности под напыление (рис. 2) производят на токарно-винторезном станке модели 16Б16КП при частоте вращения 500 об/мин, подаче 0,3 мм/об и глубине резания 1–1,5 мм. В результате механической обработки получается размер  $\varnothing 39,1 \pm 0,1$  мм. Данный размер в дальнейшем будет влиять на толщину наплавленного слоя.



Рис. 2. Предварительная механическая обработка поверхности детали под напыление

Для наплавки применяется предварительно разогретый до 250 °С порошок, изготовленный фирмой Castolin Eutectic (Польша) на основе никеля, с добавлением хрома, кремния и бора.

Для напыления применяется смесь газов: воздух, кислород и метилацетиленалленовая фракция (МАФ). Температура горения МАФ 2927 °С, что позволяет расплавить поступающий в дугу порошок и нанести его на обрабатываемую поверхность (рис. 3). Режимы наплавки: кислород – 0,18 МПа, воздух – 0,15 МПа, МАФ – 0,12 МПа.



Рис. 3. Нанесение покрытия методом газотермической наплавки

После газотермического напыления необходимо подготовить деталь к оплавлению нанесенного покрытия. Для этого деталь предварительно нагревается в печи до температуры 600 °С, после чего оплавляется методом бесконтактного нагрева токами высокой частоты. Деталь помещается в индуктор, представляющий собой несколько витков медной трубки (рис. 4). В индукторе с помощью специального генератора наводятся мощные токи высокой частоты, в результате чего вокруг индуктора возникает электромагнитное поле. Электромагнитное поле наводит в детали вихревые токи. На высокой частоте вихревые токи вытесняются образованным ими же магнитным полем в тонкие поверхностные слои детали, в результате чего их плотность резко возрастает, и деталь разогревается под действием джоулева тепла. Нижерасположенные слои металла прогреваются и за счет теплопроводности прогревают наплавленный материал (рис. 5).



Рис. 4. Индукционный нагрев детали

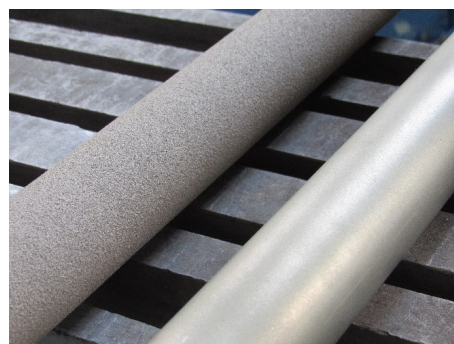


Рис. 5. Деталь после напыления (слева) и после оплавления (справа)

Для обеспечения требуемой точности детали производили механическую обработку: точение и шлифование поверхности. Точение спеченного покрытия производили с использованием твердосплавных режущих пластин из кубического нитрида бора. Шлифование производили на шлифовальном станке модели 3М153АФ11.

Изготовленные детали были переданы организации-заказчику ПО «Белоруснефть» для проведения производственных испытаний. Твердость полученного покрытия составила 65 HRC. Деталь обладает хорошими свойствами к абразивному изнашиванию. В результате производственных испытаний работоспособность данной детали составила 4500 ч, что значительно превышает аналоги, полученные закалкой или термодиффузионным хромированием.

На основании проведенных исследований можно сделать выводы об эффективности применения газотермической наплавки для восстановления деталей плунжерного насоса высокого давления АНТ-55 и придания поверхностному слою плунжера особых физико-механических свойств, таких как твердость и износостойкость.