

Козлов А.М., Каменский М.Н.
 Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева
 301665, Тульская область, г. Новомосковск, ул. Дружбы, 8
 MKamensky@yandex.ru

Модернизация насоса высокого давления для транспортировки жидкого аммиака

Промышленные схемы синтеза аммиака, несмотря на различное технологическое и аппаратное оформление, базируются на общих принципах, основанных на кинетических и термодинамических особенностях процесса.

В современных аппаратах синтеза аммиака большой единичной мощности процесс ведут на плавящихся железных катализаторах при температурах 420-500°C, давлениях порядка 25-30 МПа. Эти установки выдают товарную продукцию в виде жидкого аммиака, который перекачивается плунжерными насосами ($P_p=0,3-1,0$ МПа, $t=-30-33^\circ\text{C}$), подаваемого из сборника жидкого аммиака на хранение в шаровые резервуары, аммиачные цистерны или баллоны.

Перекачивается жидкий аммиак на НАК «Азот» (г. Новомосковск) трёхплунжерным насосом высокого давления фирмы URACA, производительностью 54 м³/ч.

В ходе эксплуатации происходит изнашивание ряда элементов конструкции насоса, в частности: плунжеров (рис. 1), изготовленных из стали 45, клапанов всаса и нагнетания, шевронной сальниковой набивки из фторопласта 4К30.



Рис. 1. Износ плунжера после эксплуатации

Наиболее дорогостоящей деталью из перечисленных является плунжер, именно по этой причине было принято решение исследовать возможность его восстановления и выбрать наиболее приемлемый метод (рис. 2).

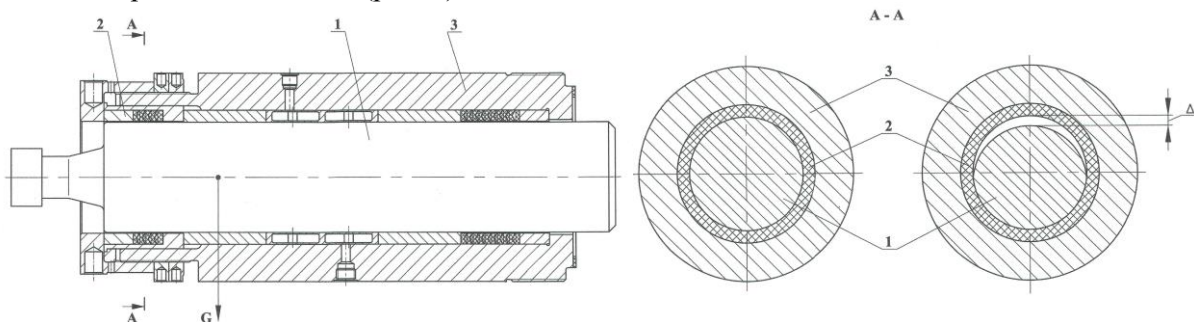


Рис. 2. Схема процесса износа плунжера:

1 – плунжер; 2 – сальниковое уплотнение; 3 – корпус; G – сила тяжести; Δ – величина износа

Партия вышедших из строя плунжеров в количестве 12 штук была исследована в месте контакта поверхности плунжера с сальниковой набивкой. Измерение глубины изнашивания поверхности проводилось при установке плунжера в центрах токарного станка индикатором часового типа ИЧ-2, с ценой деления 0,01 мм.

Отклонение от номинального размера на всех плунжерах было выявлено в средней части рабочей зоны и достигало величины порядка 1,26 мм, что позволяет сделать вывод о возможности восстановления путём наращивания размеров дефектной зоны.

Характер повреждений поверхностного слоя и изменение геометрических размеров свидетельствовало о преобладании механической природы изнашивания, этот факт даёт возможность рекомендовать при выборе способа восстановления получать износостойкое покрытие.

На основе литературного обзора по указанной тематике были выбраны способы, в наибольшей степени приемлемые для условий ремонтного производства НАК «Азот», в частности: электродуговая наплавка, плазменное напыление с последующим оплавлением, электродуговая металлизация и газотермическая наплавка, позволяющие получать наращиваемые слои достаточной толщины и твёрдости наносимого материала.

Пробная партия образцов на стали 45 диаметром 25 мм и длиной 40мм подвергалась нанесению покрытий всеми перечисленными способами после соответствующей технологической подготовки поверхности (пескоструйная обработка, рваная резьба, травление).

Металлографический анализ поперечных шлифов, вырезанных из указанных образцов вулканитовым отрезным кругом при интенсивном водяном охлаждении, показал, что наиболее приемлемым и технологичным методом восстановления плунжеров может быть электродуговая металлизация пружинной проволокой из стали 60 или газотермическое напыление самофлюсующимся порошком ПГ – СР4 ($t_{пл} = 990^{\circ}\text{C}$, HRC 58-62). Исходя их технико-экономических соображений наиболее дешёвым способом из вышеназванных является электродуговая металлизация с последующей механической обработкой, включающей чистовое точение и шлифование в номинальный размер. Толщина предварительно наносимого покрытия может достигать 6 мм при незначительной пористости, достаточно высокой адгезии покрытия и сравнительно невысоких расходах электрической энергии и напыляемого материала.

Анализ причин выхода из строя клапанного блока насоса высокого давления показал необходимость восстановления работоспособности основных деталей и одновременное повышение износостойкости. Наиболее приемлемым вариантом, на наш взгляд, является достаточно технологичная для условий ремонтных мастерских предприятия методика газотермического напыления самофлюсующегося порошка с последующим оплавлением нанесённого покрытия. В случае положительного заключения по результатам технико-экономического расчёта технология ремонта может быть следующей.

Подготовка деталей к наплавке, включает промывку в горячем ($85-90^{\circ}\text{C}$) моющем растворе МС-8 ГОСТ 9402-80, дефектация и подготовка поверхности под наплавку. Далее по следующей схеме:

1. Прокалить металлопорошок марки ПГ-ХН80СР4 с размером частиц 50-70мкм при температуре 200°C - 300°C в течение 1-2 часов.
2. Прогреть наплавочной горелкой поверхность детали до температур 350°C - 380°C
3. Горелку снабдить наконечником №3, обеспечить расход пропана 270-300 л/ч при давлении 40 кПа и кислорода 390 кПа при расходе 270-300 л/ч
4. На нагретую поверхность пропано-кислородной горелкой первым проходом напылить слой порошка, вторым проходом его сплавить и поддерживать расплавленную ванну пламенем горелки до полного покрытия всей ремонтируемой поверхности. Выдерживать толщину наплавленного слоя не более 1 мм.
5. Восстановить геометрические параметры золотника клапана на токарном станке алмазным или эльборовым резцом, либо на плоскошлифовальном станке абразивным инструментом до $R_a 0,63$ мкм.
6. Провести контроль деталей на наличие дефектов, геометрических размеров, твёрдости и шероховатости.

В результате проведена модернизация насоса высокого давления, применяемого на НАК «Азот» для транспортировки жидкого аммиака.