

ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РАСПЫЛИТЕЛЯ ФОРСУНОК

О.П. Штемпель, В.А. Фруцкий

Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой,
Новополоцк, Беларусь

В трубопроводном транспорте в достаточном количестве применяются детали типа форсунок. При засорении распылителей, как правило, форсунку заменяют. Это ведет к повышению расхода материалов, загрязнению окружающей среды. В последнее время на форумах различных уровней все чаще поднимаются вопросы о продлении срока службы, исчерпавших свой ресурс агрегатов, и, тем самым снижении потребления ресурсов, энергосбережении и в конечном итоге – меньшее негативное воздействие на окружающую среду. В этой связи видится актуальным развитие технологий восстановления работоспособности, эксплуатационных характеристик деталей, ранее считавшихся расходными материалами. При этом экономическая эффективность видится в сохранении экологического равновесия и снижении индустриального воздействия на среду обитания.

До недавнего момента форсунки для подачи жидкостей в различные системы трубопроводного транспорта считались расходным материалом и заменялись по мере выхода их строя системы распыления. Наиболее частыми поломками считаются выход из строя (нарушение внутренней геометрии) корпуса и чрезмерный износ сопряженной детали. Это ведет к снижению производительности, выходу за «коридор допустимых значений» эксплуатационных характеристик, загрязнению окружающей среды.

В процессе эксплуатации корпус форсунки подвергается как внешним температурным и силовым воздействиям, так внутренним засорам и деформациям в силу частичного перекрытия рабочих отверстий. Вследствие чего происходит деформация корпуса по оси, искривление осей рабочих отверстий и их закоксовывание. Также наблюдается изменение геометрических параметров рабочих зон вследствие кавитационного воздействия как снаружи, так и внутри корпуса. Под воздействием вышеуказанных явлений поверхность корпуса изнашивается неравномерно: большие значения износа (0,7 ... 0,8 мм) наблюдаются в средней части, меньше (0,55 ... 0,6 мм) – в нижней части. Это объясняется наличием в средней части помимо кавитационного воздействия еще и циклических упругих деформаций, способствующих микродеформированию верхней части форсунки, возможно некоторых микровыворотов материала за счет совместного воздействия кавитации и жестких микрочастиц.

С нашей точки зрения наиболее целесообразно восстанавливать опорные поверхности корпуса и сопрягаемые поверхности рабочих зон. Суммарный износ трибопары корпуса и распылителя составляет по разным данным 1,6 ... 3,1% массы, что приводит к изменению эксплуатационных характеристик на 3...7%.

При восстановлении корпуса: изначально необходимо очистить внутреннюю поверхность. Для этого проводится нагрев корпуса выше температуры 70⁰С с последующим помещением детали в ультразвуковую ванну с жидкостью, имеющей повышенную проникающую способность. Затем рекомендуется продувка с последующей промывкой корпуса. Промывку следует производить жидкостью под большим давлением.

Такие же воздействия рекомендуем для сопряженной детали. Затем можно переходить к восстановительным операциям. Поверхности восстанавливаются методом нанесения определённых для каждой марки стали покрытий, с учетом дальнейшей механической обработки.

Таблица 1. – Рекомендуемые методы восстановления исходных размеров и механических свойств поверхностей при различных классах сталей

Материал, класс, представитель	ВКН	Азотирование	Гальваника	Лазерная модификация	ФАБО	Электроискровое легирование	Физико-механические характеристики
18Х2Н3А	+	-	+/-	+	+/-	+	1
	+	-	+/-	+	-	+	2
	+	-	+	+	?	+	3
	+	-	+	+/-	-	+/-	4
ХВГ	+	+/-	+/-	+	+/-	?	1
	+	+/-	+/-	+	-	+	2
	+	+/-	+	+	?	+	3
	+	-	+	+/-	-	+/-	4
Сталь 30	+	+	+/-	+	+/-	+	1
	+	+	+/-	+	-	+	2
	+	+	?	+	-	+	3
	+	-	+	+/-	+/-	+/-	4

Примечание: 1 – Повышение износостойкости; 2 – Повышение твердости; 3 – Работоспособность при повышенных температурах; 4 – Возможность восстановления размеров, формы; ? – Необходимы дополнительные исследования; + – Уверенно «Да»; +/- – Проблематично; -- – Уверенно «Нет».

Для ремонта поверхностей из сталей типа Сталь 30 необходимо использовать азотирование в связке с лазерным модифицированием рабочих поверхностей. По литературным данным не плохие результаты для данного

класса сталей отмечается для вакуумно-конденсационного напыления (ВКН), в частности с применением установки типа «Булат».

Для ремонта поверхностей деталей из сталей типа 18Х2Н3А целесообразно проведение цементации с последующей закалкой, при проведении ремонтно-восстановительных работ использовать вакуумно-конденсационное напыление (ВКН). При применении ремонтных технологий для восстановления размеров и получения поверхностной твердости порядка 55...60 НРС, рекомендуется применения гальванотехнологий, в частности нанесение твердого хрома. Не плохие результаты для данного класса материалов получены при применении технологии финишной антифрикционной безабразивной обработке (ФАБО), нанесением латунного покрытия. Также хорошо зарекомендовал себя метод электроискрового нанесения материала.

На поверхностях, имеющих незначительный износ, можно применять процессы восстановления, связанные с образованием дополнительных упрочняющих фаз, например, азотировании материала. При этом в зоне упрочнения материала наличие нитридов, входящих в составе эвтектик, будет способствовать как приработке трибосопряжения, так и минимальным показателям износа при режиме установившегося износа.

Стали класса ХВГ рекомендуется подвергать как вакуумно-конденсационному напылению (ВКН), так и лазерному модифицированию с последующей механической обработкой сопрягаемых поверхностей.

Выводы: Для увеличения срока эксплуатации трибосопряжения: корпус-распылитель можно использовать технологические приемы восстановления линейных размеров и физико-эксплуатационных параметров деталей, входящих в сопряжение. Предложены технологии восстановления работоспособности форсунки, включающую в себя операции разборки, чистки, термо-химико-механической обработки.

Приведены рекомендации по восстановлению исходных размеров и механических свойств рабочих поверхностей форсунок с учетом различных классов сталей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Schwab К.М. COVID-19: The Great Reset / К.М. Schwab, Т. Malleret // 2020 World Economic Forum. Forum publishing. – 2020 – 212 p.
2. Галушин А. А., Сафелкин В. А., Безбородкин В. В. Приборы для контроля некруглости уплотняющих конусов деталей распылителя,-Тр. ЦНИТА, 1972, вып. 52, с. 45-49.
3. Галушин А. А., Потулов С. Б., Альтман Э. А. К вопросу об изменении структуры поверхности направляющего отверстия корпуса распылителя при электроэрозионной обработке.-Тр. ЦНИТА, 1978, вып. 72, с. 73-78.
4. Абрамян С.Г., Савеня С.Н., Савеня А.А. Контроль качества систем трубопроводного транспорта на всех этапах строительства и эксплуатации. – Волгоград: ВолГАСУ, 2011. — 105 с.

5. Бирилло И.Н., Яковлев А.Я., Теплинский Ю.А., Быков И.Ю., Воронин В.Н. Оценка прочностного ресурса газопроводных труб с коррозионными повреждениями. – М: Изд. ЦентрЛитНефтеГаз. – 2008. – 168 с.
6. Васильев Г. Г., Коробков Г. Е., Коршак А. А., Лурье М. В., Писаревский В. М., Прохоров А. Д., Сощенко А. Е., Шаммазов А. М. – М.: Недра-Бизнесцентр, 2002. – 408 с.
7. Дейнеко С.В. Обеспечение надежности систем трубопроводного транспорта нефти и газа. М.: Издательство «Техника», ТУМА ГРУПП, 2011. — 176 с.