Строительство и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти в районах с многолетнемерзлыми грунтами затруднено и требует огромных затрат. Также существуют проблемы с обеспечения надежности конструкции.

1. Алиев Р.А. Трубопроводный транспорт нефти и газа: учеб. для вузов / Р.А. Алиев, В.Д. Белоусов, А.Г. Немудров, В.А. Юфин, Е.И. Яковлев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1988. – 368 с.: ил.
2. Коршак, А.А. Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов / А.А. Коршак, А.М. Нечваль. – СПб.:Недра, 2008. – 488 с.

Зверев Л.О., Злобин В.Г.

Использование триботехнических составов для повышения эффективности работы турбокомпрессора

*Высшая школа технологии и энергетики Санкт-Петербургского
Государственного Университета Промышленных Технологий и Дизайна
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi:10.18411/sciencepublic-12-05-2020-18

idsp: sciencepublic-12-05-2020-18

Аннотация

В процессе эксплуатации надежность оборудования снижается вследствие изнашивания деталей, коррозии, усталости и старения материала и других вредных процессов, протекающих в технике. Эти процессы вызывают появление различных неисправностей и дефектов, которые необходимо устранять. Обозначены способы устранения данных дефектов и изучены новые технологии.

Ключевые слова: оборудование, дефект, материал, обработка, триботехнический состав, турбокомпрессор.

Abstract

During operation, the reliability of the equipment is reduced due to wear of parts, corrosion, fatigue and aging of the material and other harmful processes occurring in the technique. These processes cause various malfunctions and defects that need to be addressed. The methods of eliminating these defects are indicated and new technologies are studied.

Keywords: equipment, defect, material, processing, tribological composition, turbocharger.

В процессе эксплуатации надежность оборудования снижается вследствие изнашивания деталей, коррозии, усталости, старения материала и других вредных процессов, протекающих в технике. Данные процессы вызывают появление различных неисправностей и дефектов, которые необходимо своевременно устранять. Поэтому в процессе эксплуатации необходимы техническое обслуживание и ремонт.

В условиях ограниченности финансовых ресурсов необходимо снижать затраты на эксплуатационные расходы и ремонт оборудования. Снижение затрат осуществляется по двум направлениям [1, с.123-126]:

1. Значительное применение ремонтных работ с восстановлением изношенных деталей для вторичного использования энергетического и технологического оборудования.
2. Упрочнение деталей различных агрегатов и механизмов в процессе эксплуатации.

Прочностные свойства деталей зависят от физико-механических свойств материала. Для создания поверхностных слоев с требуемыми характеристиками (состав, структура, толщина, пористость, микротвердость, маслоудерживающая

способность) используют различные способы обработки — механические, термические, электрофизические, электрохимические и их сочетание. В последнее время часто используют нанотехнологическую обработку поверхности детали, в результате чего формируются поверхностные слои толщиной от нескольких микрометров до 1 мм и более, с улучшенными характеристиками и противостоящие истиранию, повышенной температуре, коррозии и другим факторам, способствующим изнашиванию рабочих поверхностей деталей [2, с.113-115].

Износ деталей связан с изменением их геометрической формы и номинальных размеров. Восстановление деталей возможно тремя основными способами [3, с.73-74]:

1. Способ индивидуальной подгонки: заключается в том, что из двух сопряженных деталей одна деталь подвергается механической обработке, другая деталь заменяется на новую, или на ее поверхности наращивается слой металла, который обрабатывается потом под размеры первой части. Метод дорогостоящий и применяется в редких случаях.
2. Способ стандартных ремонтных размеров: заключается в механической обработке дорогостоящей детали под определенный установленный размер. При этом более дешевая деталь изготавливается заново под этот же установленный размер, а затем без подгонки устанавливается в сопряжении.
3. Способ восстановления первоначальных размеров: метод позволяет восстанавливать первоначальные размеры без замены самих деталей [4, с. 37-41].

Достигается это наращиванием металла электролитическим способом; наплавлением металла газопламенными или электродуговыми аппаратами; пластической деформацией материалов деталей; формированием новой структуры поверхности трения на основе кристаллической решетки металла.

Для оценки эффективности формирования новой структуры поверхности трения были проведены опытно-промышленные испытания триботехнических составов (ТС) «СУПРОТЕК» и разработана методика их применения на турбокомпрессоре ЦК-135/8. Турбокомпрессор ЦК-135/8 предназначен для подачи воздуха в блоки разделения кислородных установок, а также для сжатия атмосферного воздуха, используемого для пневмооборудования, пневмоинструмента и в технологических процессах в различных отраслях промышленности, при работе в условиях, соответствующих характеристикам установки.

Проведенные рабочие испытания на ЦК-135/8 показали, что в процессе обкатки на поверхностях трения формируется новый слой, отличающийся от исходной поверхности и типичной приработанной поверхности. Коэффициент трения после добавления ТС снижался на порядок и более (с 0,1 до 0,005), а скорость изнашивания уменьшалась в 3-5 раз. Новый слой формируется самой системой трения. Смазочная композиция «СУПРОТЕК» выполняет функцию инициатора качественного перехода системы трения в новое равновесное энергетическое состояние.

Триботехнические составы «СУПРОТЕК», предназначены для восстановления изношенных поверхностей трения и оптимизации зазоров в сопряженных парах (узлах трения) различных механизмов оборудования и применяются в режиме штатной эксплуатации машин и механизмов. Эта система способствует формированию новой структуры поверхности трения на основе кристаллической решетки металла. В процессе работы узла трения в присутствии ТС «СУПРОТЕК» происходит последовательное постепенное наращивание слоев на атомном уровне. Именно поэтому технологию «СУПРОТЕК» относят к нанотехнологиям [5].

Способы внесения триботехнических составов «СУПРОТЕК» выбираются из следующих операций:

- заливка ТС «СУПРОТЕК» в маслозаливную горловину агрегата (заливное отверстие, люк и т.д.);
- нанесение концентрата ТС «СУПРОТЕК» на поверхности трения при разборке – сборке механизма;
- нанесение ТС «СУПРОТЕК» спреем на основе спирта с последующим его испарением;
- пробивка шприцом концентрата ТС «СУПРОТЕК» подшипниковых и других узлов с пластичной смазкой.

На первом этапе происходит удаление верхней части дефектного слоя, окислов и отложений с поверхности металла. На этом этапе ТС работает как мягкий абразив, твердость которого выше прочности дефектного поверхностного слоя узла трения. Попадая в зону трения, частицы ТС «СУПРОТЕК» с крупностью, превышающей удвоенную среднюю шероховатость контртел, разрушаются между микровыступами в зоне фактического контакта поверхностей трения.

На втором этапе на очищенной поверхности за счет резкого увеличения числа не скомпенсированных наружных связей решетки металла формируется новая трибоструктура.

В дальнейшем работа узла трения приводит к формированию слоя, толщина которого не превышает 15 мкм, но он отличается высокой адгезией, повышенной микротвердостью и маслоудерживающей способностью. Локально образуется новый металлический монокристалл (поликристалл), способный прочно удерживать у поверхности углеводородные цепочки смазочного масла, тонкодисперсные продукты изнашивания, горения топлива и частиц смазочной композиции «СУПРОТЕК». Этот третий масляный слой, толщиной от 5 до 100 мкм, позволяет эффективно восстанавливать геометрические размеры деталей трения, снижать зазоры до номинальных значений.

На третьем этапе наращивание слоев происходит с характеристиками, наиболее выгодными трибосистеме при данном режиме трения. Входными характеристиками являются скорость скольжения, нагрузка, материал, смазка, цикличность, температура, шероховатость, адгезия, выходными характеристиками: толщина сформированного слоя, пористость, шероховатость, волнистость, микротвердость, упругость. При обработке поршневых компрессоров происходит восстановление газоплотности узла ЦПГ, подшипников качения и скольжения, увеличение ресурса компрессора. При обработке винтовых «сухих» компрессоров восстанавливаются поверхности трения, качения подшипников, снижаются потери на трение и увеличивается ресурс этих узлов.

По результатам, полученным в ходе выполнения программ опытно-промышленных испытаний ТС «СУПРОТЕК» и методики их применения на турбокомпрессоре ЦК-135/8 сделаны следующие выводы:

1. ТС «СУПРОТЕК» и методики их применения не оказали на компрессорную технику отрицательного воздействия.
2. В результате обработки турбокомпрессора ЦК-135/8 ТС «СУПРОТЕК» произошло снижение коэффициента трения в тракте передачи энергии турбокомпрессорной установки, при этом удельное потребление снизилось с 121,5 до 120,5 Вт/м³, что при нагрузках в 7000 м³/час и режиме работы 8700 час/год даст экономию 60,9 тыс. кВт·ч в год.
3. Общий уровень вибрации по турбокомпрессорной установке ЦК-135/8 после обработки снизился на 17,14%, что свидетельствует о создании определенного защитного слоя на подшипниках скольжения элементов и в зацеплениях зубчатых пар мультипликатора, приведшего к улучшению состояния уровня вибрации по агрегату.
4. Несмотря на то, что после обработки турбокомпрессорная установка работала в условиях более высокой входной температуры воздуха и при большей

производительности, температура на поверхности агрегатов либо незначительно поднималась, либо снизилась на 0,5 – 1%.

Таким образом, согласно результатам, полученным в ходе выполнения программ опытно-промышленных испытаний триботехнических составов «СУПРОТЕК» и методики их применения на турбокомпрессоре ЦК-135/8 доказана высокая эффективность восстановления деталей энергетического оборудования, что, несомненно, заинтересует специалистов промышленности и теплоэнергетики.

1. Черноиванов В.И., Организация и технология восстановления деталей машин /В.И. Черноиванов, В.П. Лялякин. - М.: ГОСНИТИ, 2003. - 488 с.
2. Чичинадзе А.В., Трение износ и смазка (трибология и триботехника) /А.В. Чичинадзе, Э.М. Берлинер, Э.Д. Браун, Н.А. Буше [и др.]. - М.: Машиностроение, 2003. - 576 с.
3. Хмелевская В.Б., Технологии восстановления и упрочнения деталей и триботехнические характеристики покрытий /В.Б. Хмелевская, Л.Б. Леонтьев, Ю.Г. Лавров. - СПб.: СПГУВК, 2002. - 309 с.
4. Радин Ю.А., Суслов Л.Г., Безизносность деталей машин при трении. - Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1989. - 229 с.
5. [Электронный ресурс] URL: <https://suprotec.ru/suprotek-stati/chto-takoe-suprotek/> (дата обращения 23.03.2020).