

УДК 629.083

НАНЕСЕНИЕ АНТИФРИКЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ СОДЕРЖАЩЕГО ДИСУЛЬФИД МОЛИБДЕНА

Д-р техн. наук С. С. Тимофеев

НАНЕСЕННЯ АНТИФРИКЦІЙНОГО ПОКРИТТЯ ЩО МІСТИТЬ ДИСУЛЬФІД МОЛІБДЕНУ

Д-р техн. наук С. С. Тимофеев

APPLICATION OF ANTIFRICTION COATINGS CONTAINING MOLYBDENUM DISULPHIDE

Doct. of engineering S. S. Timofeyev

В статье представлен один из путей повышения уровня эксплуатационной надёжности дизельной топливной аппаратуры, а именно плунжерных пар топливных насосов. Предлагается технологический подход в восстановлении работоспособности деталей нанесением антифрикционного покрытия содержащего дисульфид молибдена методом вакуум-плазменного напыления. Применение данной технологии позволит увеличить эксплуатационные свойства и ресурс деталей плунжерных пар.

Ключевые слова: антифрикционное покрытие, дисульфид молибдена, вакуум-плазменная технология, ресурс.

У статті представлений один із шляхів підвищення рівня експлуатаційної надійності дизельної паливної апаратури, а саме плунжерних пар паливних насосів. Пропонується технологічний підхід у відновленні працездатності деталей нанесенням антифрикційного покриття, що містить дисульфід молибдену методом вакуум-плазмового напылення. Застосування даної технології дозволить збільшити експлуатаційні властивості і ресурс деталей плунжерних пар.

Ключові слова: антифрикційне покриття, дисульфід молибдену, вакуум-плазмова технологія, ресурс.

One way to improve the operational reliability of diesel fuel equipment, especially its probability of failure-free operation is to improve the quality of its service. As a result, numerous studies have established that in the operation of transport diesel fuel pumps plunger assemblies are subjected primarily to abrasion. When restoring performance parts of tribotechnical compounds promising is the use of method allows to obtain anti-friction wear-resistant coatings, with specified performance characteristics on the working surface of such parts.

The article presents a one of the ways to improve the operational reliability of diesel fuel equipment, namely fuel pumps plunger assemblies. It is proposed technological approach in recovery working capacity of parts of application of antifriction coatings containing molybdenum disulfide by vacuum plasma spraying.

Application of this technology will increase the performance characteristics and resource of plunger assemblies.

Keywords: anti-friction coating, molybdenum disulfide, vacuum-plasma technology, resource.

Постановка проблемы. Одним из безотказной работы, является повышение путей повышения уровня эксплуатационной качества её ремонта. В результате надёжности дизельной топливной многочисленных исследований установлено, аппаратуры, особенно вероятности её что в процессе эксплуатации транспортных

дизелей плунжерные пары топливных насосов подвергаются, главным образом, абразивному изнашиванию. При восстановлении работоспособности деталей триботехнических соединений, перспективным является применение способов позволяющих получать антифрикционные износостойкие покрытия, с заданными эксплуатационными свойствами на рабочей поверхности таких деталей.

Анализ последних исследований и публикаций. Материалы покрытий, обладающих повышенными антифрикционными свойствами должны отличаться низкой микротвёрдостью и высокой пластичностью. Этими свойствами в достаточной степени обладают такие материалы как медь, латунь, а также сульфиды металлов, в частности, дисульфид молибдена MoS_2 [1].

Покрытия, содержащие сульфиды молибдена, отличаются наиболее высокими антифрикционными свойствами [2]. В настоящее время такие покрытия наносятся на поверхность деталей пар либо механическим трением, либо детонационным способом. Покрытия, получаемые этими способами, очень тонки и легко изнашиваются.

Опыт нанесения покрытий из сульфидов молибдена методами вакуум-плазменной технологии отсутствует как в отечественной, так и в зарубежной литературе [3]. Это объясняется тем, что сульфиды молибдена представляют сыпучий материал с низкой диэлектрической проводимостью, что не позволяет применять его для изготовления торцевых катодов.

Цель исследования. Разработать технологический подход вакуум-плазменного нанесения антифрикционного покрытия из дисульфида молибдена.

Основной материал исследования. Попытки вакуум-плазменного нанесения покрытий, содержащих дисульфид молибдена, предпринятые рядом авторов [3] не привели к положительному результату. Несмотря на то, что в теоретическом плане плазмо-химический синтез молекулы MoS_2 из молибденового испарителя в среде сероводорода не вызывает трудностей практической его реализации с надёжностью, необходимой для

промышленного внедрения осуществить не удаётся. В полученном таким образом конденсате содержатся S; MoS ; Mo ; MoO_2 ; FeS и очень незначительные включения MoS_2 . Кроме того, применяемый при этом сероводород токсичен и крайне неудобен с точки зрения вакуумной гигиены.

Принципиальное отличие разработанного способа нанесения покрытий из MoS_2 от ранее существовавших, состоит в отказе от плазмохимического синтеза. В этом способе в плазмообразующую среду непосредственно с эродируемого катода вносятся уже сформированные молекулы данного вещества.

Практически реализовать этот процесс можно, применив катод, металлическая основа которого в значительной степени насыщена молекулами серы и молибдена. При проведении исследований использовался катод из меди, содержащей 50% включения дисульфида молибдена (MoS_2), изготовленный прессованием из порошковой смеси с последующим прогревом до температуры плавления меди.

При возбуждении дугового разряда на таком катоде, дисульфид молибдена легко испаряется с его поверхности с достаточной степенью ионизации и, частично разлагаясь, участвует в плазмообразовании. Следует отметить, что скорость распыления сульфида молибдена значительно выше скорости распыления меди. Поэтому в начальной стадии эксплуатации катода именно MoS_2 преобладает в составе плазмообразующего газа. Для стабилизации соотношения компонентов в плазмообразующей среде необходимо произвести приработку катода в течение 1–2 часов.

При эксплуатации катодов, изготовленных по предложенной технологии, в составе плазмообразующего газа возникает некоторое количество неконтролируемых примесей, основными из которых являются азот и кислород. Это обусловлено тем, что молекулы воздуха, адсорбированные гранулами порошковой смеси, растворяются в материале катода в процессе прессования и последующей термообработки.

Устранить указанные примеси можно, если изготовление катода производить горячим прессованием в вакууме. Однако такое усложнение технологии изготовления

катодов нужно считать нецелесообразным, т.к. указанные примеси не оказывают существенного влияния на антифрикционные свойства покрытия.

Оксиды меди, возникающие в плёнке, сами могут быть пластичными [4], а азот достаточно инертен к меди и связанному в молекуле MoS_2 молибдену.

Даже большое содержание азота в плазмообразующем газе (до 80% а.т.) не приводит к существенному изменению состава и свойств покрытия. Кроме того, приработка катода способствует его дегазации и значительно уменьшает содержание кислорода в плазмообразующей среде [5]. Применение указанных катодов позволяет получить покрытие, основными компонентами которого является медь и дисульфид молибдена.

На уровне примесей в плёнке покрытия присутствует свободная сера, молибден, его окись и нитрид молибдена. Заслуживает внимания тот факт, что скорость конденсации сульфида молибдена сильнее зависит от температуры подложки, чем скорость конденсации меди.

Это позволяет направленно влиять на соотношение основных компонентов в материале плёнки в процессе её формирования.

Так, при температурах 400–500⁰С скорость конденсации MoS_2 ниже скорости конденсации Cu , и этот элемент будет

доминирующим в поверхностном слое. При повышении температуры до 600–650⁰С преобладающим компонентом будет MoS_2 .

При дальнейшем повышении температуры подложки и одновременном повышении ускоряющих напряжений, скорость конденсации основных компонентов падает и становится соизмеримой со скоростью конденсации Mo и MoN . Всё это позволяет получать покрытия с заданным распределением компонентов по их толщине, свойства которых изменяются от износостойких до антифрикционных. Применение покрытий, содержащих сульфид молибдена, в 2–3 раза сокращает время стабилизации моментов трения и значительно повышает предельную нагрузку схватывания. Триботехнические свойства покрытия малочувствительны к материалам основы. Следует отметить, что покрытия, содержащие MoS_2 , значительно снижают энергонапряжённость контакта трения.

Выводы. Результаты исследований дают основание полагать, что разработанный технологический подход вакуум-плазменного нанесения покрытий из дисульфида молибдена позволит увеличить ресурс деталей плунжерных пар топливных насосов в несколько раз, при одновременном улучшении их эксплуатационных характеристик.

Список использованных источников

1. Загородских Б.П. Ремонт и регулирование топливной аппаратуры автотракторных и комбайновых двигателей / Б.П. Загородских, В.В. Хатьков. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 142 с.
2. Бахтиаров Н.И. Технология обработки прецизионных пар / Н.И. Бахтиаров, В.Е. Логинов. – М.: Машгиз, 1963. – 287с.
3. Кузнецов В.Д., Пашенко В.М. Фізико-хімічні основи створення покриттів: Навч. посібник. – К.: НМЦ ВО, 1999. – 176 с.
4. Кольцов В.Е., Стульнина Г.С., Ларин М.П. Перспективный метод создания коррозионностойких и износостойких покрытий на конструкционных сталях // Прогрессивные методы получения конструкционных материалов и покрытий, повышающих долговечность деталей машин. – Волгоград, 1990. – С. 58–59.
5. Токарев А.О. Упрочняющие металлические покрытия, полученные с применением источников энергии высокой концентрации / А.О. Токарев // Транссиб – 99: мат. науч.-практ. конф. / Сиб. гос. ун-т путей сообщения. – Новосибирск, 1999. – С. 209–210.

Тимофеев Сергей Сергійович, доктор техн. наук, професор кафедри «Якість, стандартизація, сертифікація та технології виготовлення матеріалів» Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-49.

E-mail: fedcirina@yandex.ru.

Теплові двигуни

Timofeyev Sergiy, doct. of engineering, professor department of «Quality, standardization, certification and production technology of materials» Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-49. E-mail: fedcirina@yandex.ru.

Стаття постуила 23.04.2015г.