

установленного в договоре, а именно: расходы на выполнение механизированных работ собственной техникой, аналогичной вышедшей из строя; затраты на привлечение услуг агросервисных формирований по выполнению механизированной работы, для которой предназначена простаивающая техника; потери, связанные с недополучением продукции растениеводства по причине увеличения сроков проведения механизированных работ сельскохозяйственным товаропроизводителем.

В соответствии с данной методикой были рассчитаны нормативы определения размера убытков сельскохозяйственных товаропроизводителей в случае замены простаивающей машины аналогичной (той же марки), имеющейся в составе их собственного МТП, что позволяет использовать их на практике при определении размера штрафных санкций, предъявляемых дилерским предприятиям за превышение установленных в договоре сроков устранения неисправности машины как в гарантийный, так и послегарантийный периоды ее эксплуатации.

Выше изложенное позволяет констатировать, что формирование рыночной системы технического агросервиса должно предусматривать совершенствование экономических взаимоотношений как между заводами-изготовителями и дилерскими техническими центрами, так и с сельскохозяйственными потребителями машин и оборудования.

В этой связи механизм эффективного взаимодействия данных контрагентов должен включать куплю-продажу средств механизации со скидкой от розничной цены реализации пользователям, рассрочку платежей заводам-изготовителям и полную финансовую ответственность дилеров за невыполнение договорных обязательств в гарантийный и послегарантийный периоды обслуживания технических средств.

УДК 62-772

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ДИЗЕЛЬНОЙ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ

Студенты – Дзюба М.А., 36 тс, 4 курс, ФТС;

Мартынович М.И., 36 тс, 4 курс, ФТС

Научные

руководители – Сёмин Е.В., ст. преподаватель¹;

Лойко В.А., к.т.н., доцент²

¹*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

²*УО «Белорусский национальный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. В статье рассмотрены основные способы восстановления деталей топливной аппаратуры дизельных двигателей. Топливная

аппаратура является одной из наиболее сложных систем двигателя, которая в значительной степени обуславливает его мощность, экономичность и надежность.

Ключевые слова: топливная аппаратура; износ; анализ; топливный насос высокого давления; прецизионная пара; композиционное дискретное покрытие.

В процессе работы топливной аппаратуры плунжерные пары фирмы *R.Bosch*, устанавливаемые на топливных насосах высокого давления: рядного типа *M, A, MW, P 3000*; распределительно-аксиального типа *VE, VEMV*; индивидуальных ТНВД *PF(R), UI 30*; системы *Common Rail (CR)*, подвержены износу. Характерная особенность плунжерных пар заключается в потере ими работоспособности при малом износе деталей, что ограничивает ресурс топливных насосов.

Существуют различные методы восстановления прецизионных деталей, используемые в ремонтной практике.

Известен способ алюмохромофосфатирование прецизионных деталей топливной аппаратуры [1]. В результате химического взаимодействия основного металла и активных элементов раствора в поверхностном слое образуются оксиды и интерметаллидные соединения (типа фосфидов *Fe, Al, Cr* и др.), способствующие предотвращению непосредственного взаимодействия трущихся металлов, уменьшению параметров шероховатости и повышению износостойкости плунжерных пар.

Известен способ электроискрового нанесения на рабочие поверхности деталей алмазоподобного тонкоплёночного покрытия на основе оксикарбида кремния [2].

Известен способ нанесение фторорганических поверхностно-активных веществ (эпиламов) [3]. Одним из важнейших преимуществ эпиламирования является то, что оно не меняет структуру обрабатываемой твердой поверхности, а лишь модифицирует ее, придавая поверхности антифрикционные, антиадгезионные, защитные и другие полезные свойства.

Известен способ нанесение металлокерамического покрытия из природных слоистых силикатов на основе геоактиваторов (вермикулита, серпентинита и др.) [4].

Выше перечисленные способы формирования упрочняющего покрытия обладают рядом общих недостатков. Одним из наиболее важных недостатков будет является отсутствие возможности восстановления плунжерной пары со значительным износом (более 2 мкм), поэтому в большинстве случаев данные способы восстановления и упрочнения прецизионных деталей топливной аппаратуры носят доводочный характер.

К недостаткам также можно отнести многостадийность рассмотренных процессов и невозможность получения композиционного покрытия.

Известен способ электролитического хромирования [5]. Недостатками данного способа восстановления будут являться высокая трудоемкость процесса, крупнозернистость структуры полученного покрытия, необходимость окончательной обработки поверхности (доводка, шлифовка, притирка).

Известен способ диффузионной металлизации [6]. Недостатками данного способа восстановления будут являться высокая трудоемкость процесса, сложность создания композиционного покрытия.

Известен способ ионно-плазменного напыления покрытия $TiN-Cu-MoS_2$ [7]. Существенным недостатком данного способа восстановления низкая адгезионная прочность покрытия, вследствие отсутствия специального адгезионного слоя в двухкомпонентном покрытии.

Известен способ нанесения покрытий с использованием физического (*PVD* и химического (*CVD*) осаждения покрытий из паровой фазы. Данные способы восстановления прецизионных деталей топливной аппаратуры позволяют формировать двухэлементные, трехэлементные, алмазоподобные и другие виды покрытий. Недостатки - многостадийность, сложность и дороговизна оборудования, возможная повышенная шероховатость за счет микрокапельной фазы.

Исследования по изучению характера и величине износа плунжерной пары показывают, что износ плунжера в сопряжении «плунжер-втулка» может составлять до 10 мкм [8].

Наиболее перспективным методом решения этой задачи является использование *PVD*-процессов, в частности вакуумно-плазменной технологии нанесения многослойных износостойких композиций, включающих твердый слой на основе фаз внедрения переходных металлов *IVa*- а групп Периодической системы элементов, которые отличаются высокой твердостью, термической и химической устойчивостью, высокой адгезией и малым коэффициентом трения по углеродистой стали [8].

Дискретность покрытия заключается в формировании от одного до трех слоев различных по толщине и структуре, в зависимости от величины износа плунжера.

При значении износа плунжера близкому к 9 мкм рекомендуется формирование трехкомпонентного дискретного покрытия, состоящего из адгезионного слоя CrN с повышенной адгезионной прочностью к подложке толщиной до 1 мкм, твердого слоя $Ti-Cr-N$ толщиной до 7 мкм с максимальными значениями износостойкости, и «мягкого» слоя

MoS_2 толщиной до 1 мкм для обеспечения максимальной притирки трущейся пары.

В зависимости от величины износа плунжера рекомендуется формирование композиционного дискретного покрытия с меньшей толщиной слоев.

Окончательно плунжерную пару обрабатывают совместной доводкой деталей. Совместную обработку проводят на доводочной бабке пастой М1. Затем контролируют гидравлическую плотность плунжерных пар, которая должна быть не менее 15 с.

После каждой доводочной операции многостадийной обработки детали тщательно промывают в бензине.

Проведенные теоретические исследования позволили предложить способ нанесения композиционного дискретного покрытия для восстановления и упрочнения прецизионных деталей топливной аппаратуры.

Список использованных источников

1. Тимофеев, С.С. Повышение износостойкости плунжерных пар. / С.С. Тимофеев. // Инженерия поверхности и реновация изделий. Материалы 10-й МНТК. 24–28 мая 2010 г., Киев: АТМ Украины. 2010. С. 194–196.
2. Лебедев, А.Т., Лебедев, П.А. Восстановление работоспособности плунжерных пар. / А.Т. Лебедев, П.А. Лебедев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2010. № 1. С. 23–24.
3. Заблоцкий, Ю.В. Исследование влияния органических покрытий на работу элементов топливной аппаратуры высокого давления судовых дизелей. / Ю.В. Заблоцкий // Судовые энергетические установки. Одесса: ОНМА. 2015. №35. С. 83–91.
4. Леонтьев, Л.Б., Шапкин, Н.П., Леонтьев, А.Л. Формирование износостойких покрытий на прецизионных узлах трения. / Л.Б. Леонтьев, Н.П. Шапкин, А.Л. Леонтьев // Металлообработка. 2011. № 3. С. 14–17.
5. Кривашин, А.Ю., Королев, А.Е., Достовалов, В.В. Установка для электролитического восстановления плунжерных пар. / А.Ю. Кривашин, А.Е. Королев, В.В. Достовалов. // Достижения науки – агропромышленному производству. Материалы L МНТК. Челябинск: ЧГАА. 2011. Ч. IV. С. 31–34.
6. Козинцев, Н.П. Упрочнение плунжерных пар топливных насосов высокого давления. / Н.П. Козинцев // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 11–4. С. 16–18.
7. Остапчук, В.Н. Разработка способов восстановления изношенных поверхностей деталей средств транспорта. / В.Н. Остапчук // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. 2013. Вип. 142. С. 72–80.
8. Лойко, В. А. Вакуумно-плазменные технологии в ремонтном производстве / В. А. Лойко [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2008. – 192 с.