

СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ РАЗМЕРНЫХ ГРУПП ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ И УПРОЧНЕНИИ ДЕТАЛЕЙ ДИЗЕЛЬНОЙ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ

*Студенты – Вырвич И.П., 17 рпт, 3 курс, ФТС;
Шалоник М.Е., 17 рпт, 3 курс, ФТС*

*Научные
руководители – Сёмин Е.В., ассистент¹;
Лойко В.А., к.т.н., доцент²*

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

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

Аннотация: в настоящей статье рассматривается вопрос о возможности формирования размерных групп для плунжерных пар топливных насосов высокого давления дизельных двигателей, исходя из величины износа плунжера и герметичности сопряжения «плунжер-втулка», с последующим восстановлением работоспособности плунжерной пары путем нанесения композиционного дискретного покрытия вакуумно-плазменным напылением заданной структуры и толщины.

Ключевые слова: плунжерная пара, износ, восстановление, упрочнение, размерная группа, композиционное дискретное покрытие.

Несмотря на большое разнообразие типов плунжерных пар топливных насосов высокого давления дизельных двигателей все они имеют похожую конструкцию и выполняют аналогичные функции и это определяет сходный характер износов их рабочих поверхностей.

Износ поверхности плунжера и втулки вызывает увеличение зазора между ними, через который происходит утечка топлива. Это приводит к снижению количества топлива, подаваемого насосным элементом, к увеличению неравномерности подачи и уменьшению угла опережения впрыска топлива в цилиндры двигателя. Все это вызывает снижение мощности двигателя и увеличение удельного расхода топлива. Ухудшается также запуск двигателя. При зазоре между плунжером и втулкой больше 10 мкм, вместо 1,5–2,0 мкм, наблюдается полная потеря герметической плотности, что требует замены или ремонта пары.

Неравномерность величины износа плунжерной пары, остро ставит вопрос о величине толщины наносимого упрочняющего покрытия при

помощи вакуумно-плазменного напыления с целью восстановления работоспособности плунжерной пары.

В этой связи, в основу технологии восстановления работоспособности плунжерных пар было положено формирование размерных групп, согласно величине износа плунжера и герметичности сопряжения «плунжер-штулка», с последующим нанесением упрочняющего композиционного дискретного покрытия заданной толщины и составом слоев [4].

Для этого были отобраны 100 плунжерных топливного насоса типа «Компакт-40», устанавливаемого на значительное количество грузовых автомобилей МАЗ.

Изначально плунжерные пары прошли ультразвуковую очистку в моечной машине «Ultron».

На каждую плунжерную пару был нанесен порядковый номер электроискровым узором.

В последующем была проведена дефектация. Дефектация производилась на микроскопе бинокулярном МБС-10 с десятикратным увеличением. Максимальный износ плунжера составил 8,3 мкм. Затем все плунжерные пары были испытаны на герметичность (t , с) на испытательном стенде КИ-759.

Результаты проведенных исследований представлены в таблице.

Таблица – Результаты исследований между величиной износа плунжера и его герметичностью

Наименование показателей	Количество, шт.	Процент от выборки, %	Интервал величин износа, мкм	Размерная группа
Объем выборки	100	100	0-8,3	–
Работоспособные с $t \geq 15$ с	13	13	0-2,4	1
Герметичные с $0,3 < t < 14,99$ с	28	28	2,5-5,0	2
Негерметичные с $t=0$ с	59	59	5,1-8,3	3

Проведённые исследования позволили разделить исследуемые плунжерные пары на три размерные группы.

Для каждой размерной группы были разработаны структура и толщина упрочняющего композиционного дискретного покрытия, которые будут нанесены при помощи вакуумно-плазменного напыления.

Для первой размерной группы характерен незначительный износ (до 2,4 мкм). Для данной размерной группы наиболее перспективным вариантом упрочнения и восстановления работоспособности будет являться

формирование «мягкого» слоя MoS_2 на поверхности плунжера, толщиной до 2-х мкм, для обеспечения максимальной притирки трущейся пары и минимизации зазора в паре «плунжер-втулка», основываясь на методе избирательного переноса.

Для второй размерной группы с более значительным износом (до 5 мкм) было предложено формирование двухслойного композиционного дискретного покрытия, состоящего из адгезионного слоя TiN с повышенной адгезионной прочностью к подложке толщиной до 3 мкм и «мягкого» слоя MoS_2 , толщиной до 2-х мкм. Суммарная толщина наносимого покрытия не должна превышать 5 мкм.

Для третьей размерной группы со значительным износом (до 8,3 мкм) было предложено формирование трехслойного композиционного дискретного покрытия. Структура покрытия следующая:

- адгезионный слой TiN толщиной до 3 мкм;
- алмазоподобный слой TiC толщиной до 3,5 мкм, с максимальными значениями стойкости к упругой деформации или индексом пластичности (H_{IT}/Er), стойкости к пластической деформации (H_{IT}^3/Er^2), упругого восстановления (ηIT) и модулем упругости близким к модулю упругости подложки;
- «мягкий» слой MoS_2 толщиной до 2,0 мкм для обеспечения максимальной притирки трущейся пары.

Таким образом, формирование размерных групп, исходя из величины износа плунжера и герметичности сопряжения «плунжер-втулка», позволило заложить теоретические основы для обоснования толщины и состава наносимого упрочняющего композиционного дискретного покрытия.

Список использованных источников

1. Андреев А.А., Саблев Л.П., Шулаев В.М., Григорьев С.Н. Вакуумно-дуговые устройства и покрытия. Монография. Харьков: ННЦХФТИ, 2005. – 236 с.
2. Аксенов И.И., Андреев А.А. Вакуумно-дуговые ионно-плазменные технологии покрытий в ХФТИ//Вопросы атомной науки и техники. Сер. вакуум. чистые материалы, сверхпроводники. – 1998. – Вып. 2(3), 3(4). – С. 3–10.
3. Андреев А.А., Шулаев В.М., Горбань В.Ф., Столбовой В.А. Осаждение сверхтвердых вакуумно-дуговых TiN покрытий//Физическая инженерия поверхности. – 2006. – Т. 3, № 3–4. – С. 198–202.
4. Лойко, В.А. Вакуумно-плазменные технологии в ремонтном производстве /В.А. Лойко [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2008. – 192 с.