

УДК 62-772:621.43.031

**ФОРМИРОВАНИЯ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ТРЕХМЕРНЫХ
ТОПОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ
И УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ДИЗЕЛЬНОЙ
ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ**

FORMING A COATING BASED ON THREE-DIMENSIONAL
TOPOLOGICAL STRUCTURES FOR THE RESTORATION AND
STRENGTHENING OF PARTS OF DIESEL FUEL EQUIPMENT

В. С. Ивашко¹, д-р техн. наук, проф.,

В. А. Лойко¹, канд. техн. наук, доц., **Е. В. Сёмин**², асс.,

¹Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Беларусь

²Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск, Беларусь

V. Ivashko¹, Doctor of Technical Sciences, Professor,

V. Loyko¹, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,

Y. Siomin², assistant,

¹Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

²Belarusian state agrarian technical University, Minsk, Belarus

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 трехмерных топологических структур вакуумно-плазменным напылением.

This article discusses the possibility of forming size groups for plunger pairs of high-pressure fuel pumps of diesel engines, based on the amount of wear of the plunger and the tightness of the "plunger-bushing" interface, with the subsequent restoration of the operability of the plunger pair by applying three-dimensional topological structures by vacuum-plasma spraying.

Ключевые слова: восстановление, упрочнение, анализ, плунжер, трехмерная топологическая структура, композиционное дискретное покрытие.

Keywords: restoration, hardening, analysis, plunger, three-dimensional topological structure, composite discrete coating.

ВВЕДЕНИЕ

В современном ремонтном производстве любые решения проблем уменьшения износа поверхностей пар трения деталей дизельной топливной аппаратуры, обеспечения постоянства трибологических свойств контактных сопряжений в течение всего срока службы деталей актуальны и востребованы. 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 последующем восстановлением работоспособности плунжерной пары путем нанесения трехмерных планарных топологических структур вакуумно-плазменным напылением.

ФОРМИРОВАНИЯ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ТРЕХМЕРНЫХ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ДИЗЕЛЬНОЙ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ

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 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-втулка», с последующим нанесением трехмерных планарных топологических структур вакуумно-плазменным напылением заданной структуры и толщины [1].

Совокупное применение разнородных по своим трибологическим свойствам материалов в составе композиций, формируемых вакуумными методами обработки и осаждения, позволяет управлять соотношением антифрикционных и износостойких свойств как за счет изменения параметров технологических процессов, так и за счет «конструкции» самой композиции.

Перспективным направлением в области совершенствования триботехнических характеристик современных покрытий является использование твердосмазочных материалов в составе различных композиций с твердыми материалами. Структура композиций с учетом возможностей ионной обработки и различной реализации технологического процесса может иметь несколько вариантов. Один из подобных вариантов – это трехмерные планарные топологические структуры. Подобные покрытия сочетают преимущества дискретных и комбинированных покрытий.

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

Для этого были отобраны 20 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 5 мкм. Затем все плунжерные пары были испытаны на герметичность (t, с) на испытательном стенде КИ-759.

Проведенные исследования позволили разделить исследуемые плунжерные пары на две размерные группы:

- первая размерная группа (величина износа до 2,4 мкм);
- вторая размерная группа (величина износа не превышает 5 мкм).

Для каждой размерной группы было предложено трехмерная планарная топологическая структура с одинаковым по составу и различная по толщине слоев, исходя из размерной группы.

Было предложено трехкомпонентное дискретное покрытие, состоящего из слоя CrN с повышенной адгезионной прочностью к подложке, твердого слоя Ti-Cr-N с максимальными значениями износостойкости, и «мягкого» слоя оксикарбонитрида титана для обеспечения максимальной притирки трущейся пары.

Формирование трехмерной планарной топологической структуры происходит одновременно с использованием двух катодов на основе хрома и титана, а также введением в камеру двух газов – азота и углекислого газа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Формирование размерных групп, исходя из величины износа плунжера и герметичности сопряжения «плунжер-штулка», позволило заложить теоретические основы для обоснования толщины и состава наносимого упрочняющего композиционного дискретного покрытия. Преимущества трехмерных планарных топологических композитов на основе комбинированных твердых и твердосмазочных структур предоставляют дополнительные резервы для повышения трибологических характеристик антифрикционных упрочняющих покрытий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лойко, В. А. Вакуумно-плазменные технологии в ремонтном производстве / В. А. Лойко [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2008. – 192 с.
2. Дмитриев, А. М., Панфилов, Ю. В., Беликов, А. И., Коробова, Н. В. Разработка технологии создания самосмазывающихся износостойких покрытий для деталей и инструмента с использованием тита-

новой стружки // Металлофизика, механика материалов, наноструктур и процессов деформирования : Материалы 3-й Международной научно-технической конференции. – Самара, 2009. – С. 94–103.

3. Панфилов, Ю. В., Беликов, А.И. Тонкопленочные антифрикционные покрытия на основе MoS_2 // Электровакуумная техника и технология / Труды постоянно действующего н. т. семинара, т. 2 (за 1999–2002 гг.) – М., 2003. – С. 72–79.

УДК 629.114

**ИССЛЕДОВАНИЕ НАРАБОТКИ НА ОТКАЗ ДЕТАЛЕЙ,
ЛИМИТИРУЮЩИЙ РЕСУРС АВТОМОБИЛЕЙ МАЗ,
В БРИГАДЕ СПЕЦНАЗНАЧЕНИЙ ВООРУЖЕННЫХ
СИЛ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

RESEARCH OF OPERATION ON FAILURE OF PARTS,
LIMITING THE RESOURCE OF MAZ VEHICLES,
IN THE BRIGADE OF SPECIAL PURPOSES OF THE ARMED
FORCES OF THE REPUBLIC OF BELARUS

К. В. Буйкус, канд. техн. наук, доц., **Н. С. Пашкевич**, маг.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Беларусь
K. Buikus, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,
N. Pashkevich, undergraduate
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

Проанализированы отказы автомобилей МАЗ в бригаде спецназначений вооруженных сил Республики Беларусь.

Refusals of MAZ vehicles in the special forces brigade of the armed forces of the Republic of Belarus are analyzed.

Ключевые слова: надежность, отказы, причины, автомобили МАЗ.

Keywords: reliability, failures, reasons, MAZ vehicles.