

УДК 629.114.2

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ ТЕРМОНАГРУЖЕННЫХ  
ДЕТАЛЕЙ ДИЗЕЛЕЙ ИЗНОСОСТОЙКИМИ  
КЕРАМИЧЕСКИМИ ПОКРЫТИЯМИ**

**RESTORATION OF HEAT-LOADED PARTS OF DIESEL ENGINES  
WITH WEAR-RESISTANT CERAMIC COATINGS**

**Изоитко В. М.**, канд. техн. наук, доц.,

**Буйкус К. В.**, канд. техн. наук, доц.,

Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

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

K. Buikus, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,

Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*На основании результатов исследований по нагрузке задира и износостойкости предложена пара материалов для нанесения на термонагруженные детали дизелей – гильзу цилиндра и поршневое кольцо.*

*Based on the results of studies on scuffing load and wear resistance, a couple of materials were proposed for application to heat-loaded parts of diesel engines - a cylinder liner and a piston ring.*

**Ключевые слова:** покрытие, плазменное напыление, износостойкость, нагрузка задира.

**Keywords:** coating, plasma spraying, wear resistance, scuffing load.

## ВВЕДЕНИЕ

Повышение топливной экономичности и сокращение выбросов могут быть достигнуты за счет изоляции компонентов камеры сгорания для уменьшения отвода тепла. Однако изоляция компонентов камеры сгорания также повысит рабочую температуру поверхности раздела поршневого кольца и гильзы цилиндра примерно со 150 до более чем 300 °С. Существующие материалы колец и гильз цилиндров не могут выдерживать более высокие рабочие температуры, и по этой причине необходимо разработать новые материалы для этой критической трибологической поверхности раздела.

Цель исследований – разработать пары материалов для поршневых колец и гильз цилиндров, обеспечивающие требуемые фрикционные и износостойкие свойства для тяжелых условий эксплуатации.

## НАНЕСЕНИЕ ПОКРЫТИЙ

Предлагаем две пары покрытий плазменного напыления поршневых колец и гильз цилиндров, соответствующие требованиям по трению и износу:

- высокоуглеродистое железо-молибден (на поршневое кольцо) и хром-кремнезем (на гильзу цилиндра);
- высокоуглеродистое железо-молибден и нитрид хрома (на гильзу цилиндра).

Нами проведен статистический эксперимент для получения корреляций между параметрами процесса плазменного напыления внутренней поверхности гильзы цилиндра, эффективностью напыления, микроструктурой покрытия, а также нагрузкой задира и износостойкостью как для высокоуглеродистых железо-молибденовых, так и для хромисто-кремнеземных порошков. Как только эти корреляции были получены, была разработана модель для получения покрытия с оптимальными характеристиками.

Определенные параметры были использованы для проверки модели путем нанесения как высокоуглеродистого железо-молибденового, так и хромисто-кремнеземного покрытия на внутренний диаметр смоделированных гильз цилиндров.

## МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПОКРЫТИЙ

Финишную механическую обработку внутренней поверхности гильз цилиндров с плазменным покрытием проводили по двум вариантам технологического процесса: первый с использованием высокоскоростной обработки резанием, а второй – низкоскоростной. Высокоскоростная обработка позволяет сократить оперативное время с 42 до 7,2 мин.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОКРЫТИЙ

Образцы плазменных покрытий после механической обработки для исследования трибологических свойств были получены путем вырезания их из гильз цилиндров и поршневых колец. Испытания

проводили на машине трения ползункового типа с нагревом образцов пропан-бутан-кислородным пламенем газопламенной горелки.

Результаты испытаний на нагрузку задира и износостойкость показали, что скорость механической обработки напыленного материала не оказывает существенного влияния на максимальную нагрузку задира и износостойкость обработанных поверхностей.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнив результаты исследований по нагрузке задира- и износостойкости, определили, что пара материалов, отвечающая среднему показателю нагрузки задира- и износостойкости, представляет собой поршневые кольца с покрытием из высокоуглеродистого железа и молибдена, прилегающие к гильзам цилиндров с покрытием из хрома и кремнезема.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Нанесение покрытий плазмой / В. В. Кудинов [и др.]. – М. : Наука, 1990. – 408 с.
2. Кудинов, В. В. Нанесение плазмой тугоплавких сплавов / В. В. Кудинов, В. М. Иванов. – М. : Машиностроение, 1981. - 192 с.
3. Барвинок, В. А. Управление напряженным состоянием и свойства плазменных покрытий / В. А. Барвинок. – М. : Машиностроение, 1990. – 384 с.
4. Влияние условий охлаждения на тепловое состояние системы покрытие-подслой-основа при газотермическом напылении / Н. М. Фиалко [и др.] // Автоматическая сварка. – 1993. – № 2. – С. 108–116.
5. Xie, Y. Wear mechanism of plasma-sprayed alumina coating in sliding contacts with harder asperities / Y. Xie, H. Hawthorne // Wear. – 1999. – vol. 225–229. – PP. 90–103.
6. Erickson, L. C. Correlations between microstructural parameters, micromechanical properties and wear resistance of plasma-sprayed ceramic coatings / L. C. Erickson, H. M. Hawthorne, T. Troczynski // Wear. – 2001. – vol. 250–251, part 1. – PP. 569–575.

Представлено 18.04.2023