

**В.В. Шпаковский, С.А. Кравченко, А.К. Олейник**

## **СНИЖЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ ПАРЫ КОЛЕНЧАТЫЙ ВАЛ - ВКЛАДЫШ ДВИГАТЕЛЕЙ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТЕПЛОВЗОВ ПРИМЕНЕНИЕМ ДИСКРЕТНОГО УПРОЧНЕНИЯ И ГАЛЬВАНОПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ**

*В работе приведены результаты экспериментальных исследований коэффициента трения пар коленчатый вал – вкладыш при нагрузках в диапазоне 0,2...1,0 кН на образцах, изготовленных из материалов, применяемых в производстве двигателей типа Д100 и Д80. В результате исследований установлено, что коэффициент трения образцов АМО1-20 по чугуно с шаровидным графитом ВЧШГ с увеличением нагрузки возрастает от 0,1 до 0,135 и при увеличении нагрузки более 0,8 кН происходит задира, а при испытаниях образцов колодки с модифицированной поверхностью, коэффициент трения снижается от 0,11 до 0,06. Испытания образцов колодки с модифицированной поверхностью и пропиткой маслом М14В<sub>2</sub> с добавкой MgO при трении с диском, поверхность которого была упрочнена методом электроискрового упрочнения, показали ещё большее снижение коэффициента трения – от 0,1 до 0,038.*

### **Введение**

В современных условиях эффективность работы ДВС имеет первостепенное значение и во многом определяет их конкурентоспособность. В условиях жёсткой конкуренции на мировом рынке среди известных фирм-производителей находится и ряд Украинских предприятий. Одним из них является ГП «Завод им. В.А. Малышева», который в тяжёлых экономических условиях сохранил свой производственный потенциал. За более чем 100-летнюю историю завода было разработано и изготовлено более 10 модификаций двигателей мощностного ряда Д100 в стационарном и транспортном исполнении, работающих на дизельном и газовом видах топлив, которые успешно эксплуатируются десятки лет на просторах Сибири, Азии и Дальнего Востока. Так, например, только в России в настоящее время работает около 3000 тепловозов, оснащённых двигателями серии 10Д100. Но из-за морально устаревших систем автоматики и управления, низкого ресурса работы вкладышей и шатунно-поршневой группы, повышенного расхода топлива и неудовлетворительных экологических показателей, продукция завода начинает постепенно терять свои традиционные рынки.

Используя накопленный опыт, конструкторы завода совместно с учёными НТУ «ХПИ» и других высших учебных заведений Харькова разработали и внедрили в производство двигатели мощностного ряда Д70, на базе которых было создано новое поколение форсированных двигателей типа Д80 для магистральных тепловозов мощностью от 3000 до 6000 л.с. [1]. При их производстве был внедрен ряд конструкторско-технологических решений, которые могут быть использованы и при модернизации дизель-генераторов типа Д100. К таким решениям относятся дискретное упрочнение шеек коленчато-

го вала и гальваноплазменная обработка поверхности поршня и сталеалюминиевых вкладышей.

### **Постановка задачи**

Для увеличения ресурса работы узлов трения на стадии их проектирования закладываются дорогостоящие высоколегированные стали, при закалке которых применяются передовые технологии упрочнения трущихся поверхностей высоконагруженных пар [2, 3].

В тяжёлых условиях работы сопрягаемые поверхности деталей шатунно-поршневой группы - поршень и гильза, поверхности коренных и шатунных шеек коленчатого вала и вкладышей подвергаются износу и усталостным процессам. Потери на трение в них составляют около 70% от общих потерь на трение. Преодоление сил трения ведёт к снижению мощности двигателя и повышенному расходу топлива, что существенно снижает конкурентоспособность двигателя в целом. Таким образом, ресурс работы двигателя определяется износоустойчивостью и усталостной прочностью трущихся поверхностей деталей шатунно-поршневой группы. Снижение коэффициента трения в трущихся парах приведёт к увеличению мощности и повышению топливной экономичности.

К наиболее перспективным материалам для вкладышей подшипников коленчатого вала форсированных дизельных двигателей, в настоящее время, относятся антифрикционные сплавы на алюминиевой основе. Они обладают достаточно высокой прочностью, хорошо сопротивляются коррозионно-усталостным повреждениям, износу, сравнительно дешёвы в производстве и эксплуатации, имеют малый удельный вес, требуют небольшого расхода металла [4]. На ГП «Завод им. В.А. Малышева» при производстве двигателей типа Д100 и Д80 применяются стале-алюминиевые вкладыши. За время эксплуатации они показали достаточно высокую

надёжность. В то же время установка стале-алюминиевых вкладышей требует увеличения зазоров в сопрягаемых деталях во избежание схватывания и задираобразования из-за относительно высокого коэффициента теплового расширения. Увеличение зазоров приводит к снижению давления в системе смазки, нарушению условий смазывания и охлаждения, к снижению ресурса двигателя.

Одним из способов повышения задиристости высоконагруженных пар является использование антифрикционных покрытий или модификация трущихся поверхностей с улучшением их триботехнических характеристик.

#### Результаты исследования

Для оценки коэффициента трения при трении скольжения в условиях граничной смазки были изготовлены опытные образцы из материалов вкладыша и коленчатого вала.

«Диск» был изготовлен из металла, применяемого для изготовления коленчатых валов - высокопрочного чугуна с шаровидным графитом, поверхность которого была упрочнена методом электроискрового упрочнения с последующим шлифованием до шероховатости, соответствующей  $R_a = 0,63-0,32$  мкм. Этот метод прошёл длительные испытания и был внедрён при производстве чугунных и стальных коленчатых валов двигателей на предприятиях Украины [5]. «Колодка» изготавливалась из сталеалюминиевой полосы с алюминиевой поверхностью АМ01-20, применяемой для изготовления вкладышей.

Испытания проводились на машине трения 2070 СМТ-1 при скорости скольжения 1,3 м/с (рис.1): - «диск» диаметром 50 мм, шириной 12 мм; - «колодка» с площадью рабочей поверхности 2 см<sup>2</sup>.

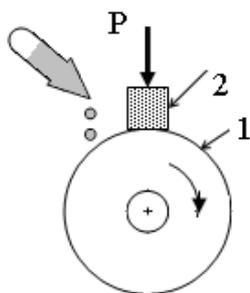


Рис.1. Схема испытаний на машине трения 2070 СМТ-1:

1 – подвижный образец «диск»,  
2 – неподвижный образец «колодка»

Смазка производилась маслом М14В<sub>2</sub> путём однократного смазывания образцов перед началом испытаний. Нагружение - ступенчатое в диапазоне 0,2...1,0 кН с интервалом через 0,2 кН.

Фото узла трения на испытательной машине трения 2070 СМТ-1 приведено на рис. 2.



Рис. 2. Узел трения на испытательной машине трения 2070 СМТ-1

При испытаниях были использованы образцы «диска», поверхность трения которых не подвергалась упрочнению и проходила только стадию нормализации, и образцы, поверхность трения которых была упрочнена методом электроискрового упрочнения. Поверхность трения образцов «колодки», в первом случае, не подвергалась никаким изменениям, а во втором случае поверхность из алюминиевого сплава была модифицирована гальваноплазменной обработкой на глубину порядка 0,05 мм и не шлифовалась. Результаты определения коэффициента трения скольжения в условиях граничной смазки приведены в таблице 1 и на рис.3.

Некоторые образцы «колодок» перед установкой были пропитаны маслом М14В<sub>2</sub> при температуре 80-90 °С.

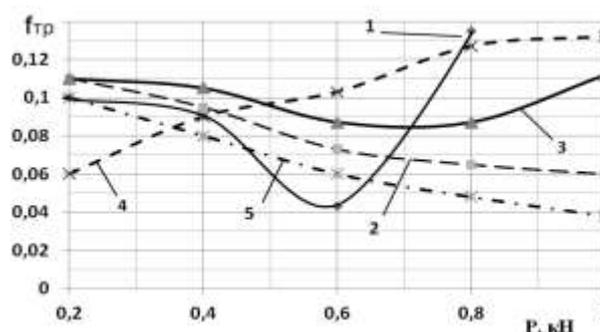


Рис.3. Зависимость коэффициента трения от нагрузки материала АМ01-20 по чугуну с шаровидным графитом ВЧШГ:

1 – АМ01-20 по ВЧШГ (нормализ.); 2 – АМ01-20 (ГПО) по ВЧШГ (нормализ.); 3 – АМ01-20 (ГПО) по ВЧШГ (нормализ.) с пропиткой маслом М14В<sub>2</sub>; 4 – АМ01-20 (ГПО) по ВЧШГ (ЭИУ) без пропитки; 5 – АМ01-20 (ГПО) по ВЧШГ (ЭИУ) с пропиткой маслом М14В<sub>2</sub> с добавкой MgO

Таблица 1. Результаты определения коэффициента трения ( $f_{тр}$ )

№ п/п	Образец вкладыша (обработка)	Образец вала (обработка)	Значение $f_{тр}$ при нагрузке Р, кН					Примечание
			0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	
1	2	3	4	5	6	7	8	10
1	АМО1-20	ВЧШГ (нормализ.)	0,100	0,090	0,043	0,135	Резкое возрастание коэффициента трения, что ведёт к схватыванию поверхностей и задиру.	
2	АМО1-20 (ГПО)	ВЧШГ (нормализ.)	0,110	0,095	0,073	0,065	0,060	Без пропитки
3	АМО1-20 (ГПО)	ВЧШГ (нормализ.)	0,110	0,105	0,087	0,087	0,112	Пропитка маслом М14В <sub>2</sub> при Т=80 °С в течении 1 часа
4	АМО1-20 (ГПО)	ВЧШГ (ЭИУ)	0,060	0,090	0,103	0,127	0,132	Без пропитки
5	АМО1-20 (ГПО)	ВЧШГ (ЭИУ)	0,100	0,080	0,060	0,048	0,038	Пропитка с добавкой MgO

В результате проведенных испытаний установлено, что коэффициент трения образцов АМО1-20 по чугуна с шаровидным графитом ВЧШГ с увеличением нагрузки возрастает от 0,1 до 0,135 (линия 1) и при увеличении нагрузки более 0,8 кН происходит задира, а при испытаниях образцов колодки с модифицированной гальваноплазменной обработкой поверхности, коэффициент трения снижается от 0,11 до 0,06 (линия 2). Испытания образцов колодки с модифицированной поверхностью и пропиткой маслом М14В<sub>2</sub> с добавкой MgO при трении с диском, поверхность которого была упрочнена методом электроискрового упрочнения, показали ещё большее снижение коэффициента трения – от 0,1 до 0,038 (линия 5).

#### Выводы

Применение пары трения - сталеалюминиевые вкладыши из АМО1-20 с модифицированной поверхностью и коленчатый вал, изготовленный из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом, поверхности коренных и шатунных шеек которого упрочнены методом дискретного электроискрового легирования существенно снижает коэффициент трения и повышают стойкость пары к задираобразованию.

Применение приработочных покрытий с добавкой оксидов магния существенно снижает коэффициент трения скольжения в условиях граничной смазки и повышает надёжность работы высоконагруженной пары коленчатый вал – вкладыш. Это свидетельствует о целесообразности применения гальваноплазменной обработки с образованием корундового поверхностного слоя для повышения работоспособности вкладышей подшипников коленчатого вала, упрочнении шеек коленчатого вала методом электроискрового легирования и приме-

нения приработочных покрытий с добавкой оксидов магния.

#### Список литературы:

1. Зайончковский В.Н. Двигателестроение на Харьковском заводе транспортного машиностроения – ГП «Завод им. В.А. Малышева» / В.Н. Зайончковский, А.В. Быстриченко, В.Ю. Ковалёв. // Двигатели внутреннего сгорания. – 2011. – №1. – С. 33 – 42.
2. Тартаковский Э.Д. Анализ эффективности существующих методов ремонта коленчатых валов дизеля 5Д49 / Э.Д. Тартаковский, В.Г. Гончаров, В.М. Сапожников. // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. - 2009. Випуск 107. – С. 71 – 79.
3. Гончаров В.Г. Наукові основи зміцнення поверхонь високо навантажених елементів двигунів. / В.Г. Гончаров, М.А. Ткачук, С.С. Дяченко, С.О. Кравченко, В.М. Шеремет. // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». - 28'2009. – С. 20 – 30.
4. Буше К.А. Трение, износ и усталость в машинах (транспортная техника): - М.: Транспорт, 1987. – С. 223.
5. Шеремет В.Н. Повышение ресурса высоконагруженных элементов ДВС путём дискретного упрочнения деталей. Моделирование напряжённо-дискретного состояния. / Шеремет В.Н., Ткачук Н.А., Гончаров В.Г. // Двигатели внутреннего сгорания. – 2010. – №2. – С. 118 – 150.

#### Bibliography (transliterated):

1. Zajonchkovskij V.N. Dvigatelistroenie na Har'kovskom zavode transportnogo mashinostroenija – GP «Zavod im. V.A. Malysheva» / V.N. Zajonchkovskij, A.V. Bystrichenko, V.Ju. Koval'ov. // Dvigateli vnutrennego sgoranija. – 2011. – №1. – S. 33 – 42.
2. Tartakovskij Je.D. Analiz jeffektivnosti sushhestvujushhij metodov remonta kolencatij valov dizelja 5D49 / Je.D. Tartakovskij, V.G. Goncharov, V.M. Sapozhnikov. // Zbirnik naukovij prac' Ukraïns'koï derzhavnoï akademii zalizničnogo transportu. - 2009. Vipusk 107. – S. 71 – 79.
3. Goncharov V.G. Naukovi osnovi zmienennja poverhon' visoko navantazhenih elementiv dviguniv. / V.G. Goncharov, M.A. Tkachuk, S.S. Djachenko, S.O. Kravchenko, V.M. Shheremet. // Visnik Nacional'nogo tehničnogo universitetu «HPI». - 28'2009. – S. 20 – 30.
4. Bushe K.A. Trenie, iznos i ustalost' v mashinah (transportnaja tehnika): - M.: Transport, 1987. – S. 223.
5. Sheremet V.N. Povyszenie resursa vysokonagruzhennyh jelementov DVS putjom diskretnogo uprochnenija detalej. Modelirovanie naprjazhionno-diskretnogo sostojanija. / Sheremet V.N., Tkachuk N.A., Goncharov V.G. // Dvigateli vnutrennego sgoranija. – 2010. – №2. – S. 118 – 150.

Поступила в редакцию 12.05.2012

**Шпаковский Владимир Васильевич** – доктор техн. наук, доцент, старший науч. сотрудник кафедры двигателей внутреннего сгорания Национального технического университета «ХПИ», Харьков, Украина, E-mail: shpak70@rambler.ru.

**Кравченко Сергей Александрович** - канд. техн. наук, старший научн. сотрудник кафедры двигателей внутреннего сгорания Национального технического университета «ХПИ», Харьков, Украина.

**Олейник Александр Куприянович** - канд. техн. наук, ведущий инж.-технолог лаборатории механических испытаний и износостойкости ГП «Завод им. В.А. Малышева», Харьков, Украина.

### **ЗНИЖЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ТЕРТЯ ПАРИ КОЛІНЧАТИЙ ВАЛ - ВКЛАДИШ ДВИГУНІВ МАГІСТРАЛЬНИХ ТЕПЛОВІЗІВ ЗАСТОСУВАННЯМ ДИСКРЕТНОГО ЗМІЦНЕННЯ І ГАЛЬВАНІОПЛАЗМЕНОЇ ОБРОБКИ**

*В.В. Шпаковський, С.О. Кравченко, О.К. Олійник*

У роботі наведені результати експериментальних досліджень коефіцієнта тертя пара колінчатий вал – вкладиш при навантаженнях у діапазоні 0,2...1...1,0 кН на зразках, виготовлених з матеріалів, застосовуваних у виробництві двигунів типу Д100 і Д80. У результаті досліджень встановлено, що коефіцієнт тертя зразків АМО1-20 по чавуні з кулястим графітом ВЧШГ зі збільшенням навантаження зростає від 0,1 до 0,135 і при збільшенні навантаження більше 0,8 кН відбувається задир, а при випробуваннях зразків колодки з модифікованою поверхнею, коефіцієнт тертя знижується від 0,11 до 0,06. Випробування зразків колодки з модифікованою поверхнею й просоченням маслом М14У<sub>2</sub> з добавкою MgO при терті з диском, поверхня якого була зміцнена методом електроіскрового зміцнення, показали ще більше зниження коефіцієнта тертя – від 0,1 до 0,038.

### **REDUCTION OF A COEFFICIENT OF FRICTION OF PAIR A CRANK SHAFT – CRANK SHAFT BEARING LINER IN THE MAIN DIESEL LOCOMOTIVES APPLICATION USING DISCRETE HARDENING AND GALVANIC-PLASMA TREATMENT**

*V.V. Shpakovsky, S.A.Kravchenko, A.K.Olejnik*

In operation results of experimental researches of a coefficient of friction of pairs a bent shaft - the loose leaf are reduced at loadings in a range 0,2 ... 1,0 kN on the samples made of materials, drives of type Д100 applied in manufacture and Д80. As a result of researches it is established, that the coefficient of friction of samples АМО1-20 on pig-iron with spherical graphite ВЧШГ with loading increase increases from 0,1 to 0,135 and at increase in loading more than 0,8 kN there is a score, and at trials of samples of a carrier socket to the modified surface, the coefficient of friction decreases from 0,11 to 0,06. Trials of samples of a carrier socket with the modified surface and impregnation by oil М14В<sub>2</sub> with component MgO at a friction with a disk which surface has been strengthened by a method of electrospark hardening, have displayed still больше lowering of a coefficient of friction - from 0,1 to 0,038.

УДК 621.436

*Е.М. Таусенев, А.Е. Свистула*

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛА "АСТРАТЕК МЕТАЛЛ" ДЛЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ ДИЗЕЛЯ**

*Показана значительная доля нагрева деталей топливной аппаратуры дизеля и топлива от горячего воздуха моторного отсека. Рассматривается технология нанесения жидкого керамического теплоизоляционного материала «Астратек металл» на детали топливной аппаратуры дизелей. В результате ожидается уменьшение подогрева топлива от горячего воздуха моторного отсека и улучшение показателей работы дизеля в эксплуатации. Показаны особенности нанесения теплоизоляции на поверхности новых деталей и детали дизелей, находящиеся в эксплуатации.*

#### **Введение**

Совершенствование топливной аппаратуры (ТА) может привести к значительному улучшению показателей работы дизелей. При совершенствовании ТА прослеживается тенденция резкого увеличения давления впрыскивания, так как оно оказывает существенное влияние на характер протекания рабочего процесса в камере сгорания дизеля и, тем самым, на его экологические, экономические и мощностные показатели. Также основным из

направлений совершенствования ТА дизелей является обеспечение лучшего их функционирования в условиях эксплуатации. В связи с этим при повышении давления впрыскивания возникает необходимость реализации мероприятий, сохраняющих ресурс топливного насоса высокого давления (ТНВД) [1, 2].

Кроме указанной, и прочих проблем, возникает проблема «саморазогрева топлива», что означает увеличение температуры топлива без целенаправ-

ленного применения для этого каких-либо средств или устройств [3]. Саморазогрев возникает в результате выделения тепла в процессе сжатия топлива в ТНВД и подвода тепла к топливу через стенки топливопроводов, фильтров, ТНВД, т.к. существует неизотермичность процесса топливоподачи в дизельных двигателях [4]. Дизельное топливо в условиях эксплуатации нагревается от 20...40 °С до 70...100 °С, двигаясь к соплам распылителя. То есть, происходит увеличение температуры на 50...60 °С, увеличивается сжимаемость на 25 % и уменьшает вязкость в 2,5 раза. Таким образом, рост температуры топлива - существенный отрицательный фактор, снижающий давление впрыска топлива и ухудшающий показатели дизеля [5].

При давлении топливоподачи 146 МПа около 40 % составляет доля повышения температуры от сжатия и около 60 % - доля подогрева от стенок. То есть, наиболее значимым фактором является подогрев от стенок [5]. Для давления 200 МПа доля повышения температуры от сжатия составит около 50 %. Видно, что подогрев от стенок является актуальной проблемой для ТА любого типа и уровня давлений впрыска.

С целью минимизации подогрева топлива со стороны горячего воздуха моторного отсека, а также большей эффективности подогревателей топлива (бандажные подогреватели фильтров, подогреваемые топливозаборники, проточные подогреватели) авторы предлагают выполнять теплоизоляцию топливной системы дизелей по следующим схемам (см. рис. 1, 2) [6].

Данное мероприятие планируется к реализации в рамках научного проекта, разработанного одним из авторов представленной публикации [7].

#### Объект и методика

Авторы данной работы предлагают для снижения температуры топлива использовать «Астратек металл» (далее материал) - жидкий керамический теплоизоляционный материал, созданный российскими учеными на базе технологий NASA.

Коэффициент теплопроводности покрытия (результатирующий) при 20 °С равен 0,0012-0,0015 Вт/(м °С) и является минимальным среди известных теплоизоляционных материалов. Материал полностью сертифицирован в России и соответствует заявленным характеристикам [6].

«Астратек металл» представляет собой пленкообразующее покрытие, предназначенное для тепловой изоляции строительных металлических конструкций, трубопроводов, промышленного оборудования с температурой эксплуатации от -60 °С до +200 °С. Материал обладает повышенными ад-

гезионными и антикоррозионными характеристиками, устойчив к УФ-излучению и действию химических, в том числе нефтепродуктов. Изоляционные работы можно проводить на поверхностях с температурой от +5 °С до +120 °С.

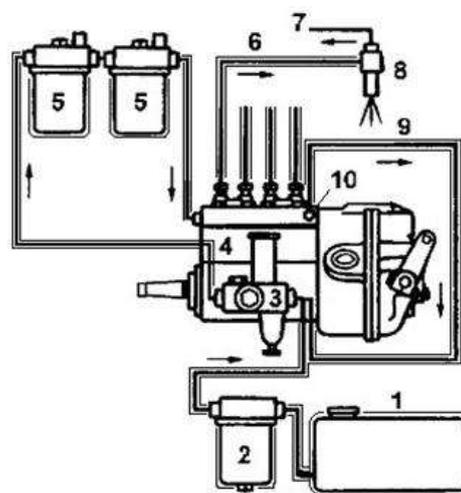


Рис. 1. Схема теплоизоляции топливной системы дизеля А-41СИ в составе трактора Агромаш-90ТГ:

1 – топливный бак; 2 – фильтр грубой очистки; 3 – топливоподкачивающий насос; 4 – топливный насос высокого давления; 5 – фильтр тонкой очистки; 6 – линия высокого давления; 7 – дренажный топливопровод; 8 – форсунка; 9 – топливопровод перепуска топлива; 10 – переусный клапан; — жидкая теплоизоляция

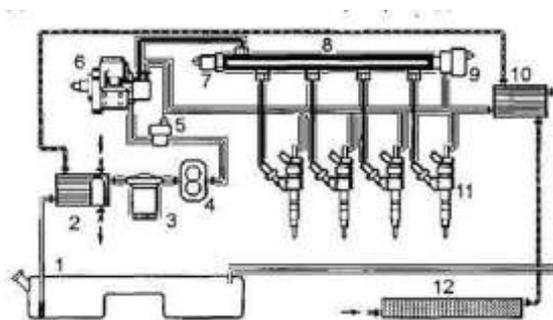


Рис. 2. Схема теплоизоляции топливной системы CR автомобиля Mercedes-Benz C220 CDI:

1 – топливный бак; 2 – подогреватель топлива с термостатом; 3 – фильтр тонкой очистки; 4 – ТНВД; 5 – отсечной электроклапан; 6 – ТНВД; 7 – датчик давления; 8 – аккумулятор; 9 – электроклапан регулирования давления; 10 – охладитель топлива; 11 – электрогидравлические форсунки; 12 – низкотемпературный воздушный радиатор; — жидкая теплоизоляция

#### Результаты исследований

Следуя рекомендациям производителя материала, было выполнено пробное нанесение тепло-

изоляции на внешние поверхности топливопроводов высокого давления дизельного двигателя. Использовались 2 образца топливопроводов (1-ый - бывший в употреблении и 2-й - новый).

Второй вариант рассматривается авторами с целью дальнейшей модернизации дизелей, находящихся в эксплуатации. Для этого были выполнены следующие операции:

1. Зачистка от отслоившейся краски, удаление ржавчины механическим путем. Обработка преобразователем ржавчины.

2. Обдувка сжатым воздухом и обезжиривание поверхности растворителем 646.

3. Ручное перемешивание материала. Нанесение грунтовочного слоя теплоизоляции кисточкой в помещении при +23 °С.

4. Сушка грунтовочного слоя в помещении в течение 24 часов.

5. Нанесение 1-го слоя теплоизоляции толщиной 0,5 мм кисточкой. Сушка 1-го слоя в течение 24 часов в помещении при + 23 °С.

6. Нанесение 2-го слоя теплоизоляции толщиной 0,5 мм кисточкой. Сушка 2-го слоя в течение 24 часов в помещении при + 23 °С.

В итоге, был получен минимальный рекомендованный суммарный слой теплоизоляции толщиной 1 мм.

Полученный теплоизоляционный слой (см. рис. 3) имеет белый цвет, эстетичный внешний вид, при проверке на ощупь эластичное полимерное покрытие достаточно прочно держится на поверхности металла.



Рис. 3. Топливопровод, покрытый теплоизоляцией «Астратек металл»

На готовое покрытие можно наносить акриловую краску пастельного (не насыщенного) цвета, чтобы не изменять теплофизических свойств покрытия. При постоянном контакте с агрессивной средой рекомендуется наносить сверху полиуретановое покрытие «Уреплен» [6].

## Выводы

Описанная технология обеспечивает качественное нанесение жидкой теплоизоляции на внешние поверхности топливопроводов высокого давления дизельного двигателя. Вероятно, эта технология обеспечит качество нанесения теплоизоляции на остальные поверхности ТА дизелей согласно рис. 1 и 2. Недостатком материала является длительный процесс сушки. Проверка эффективности теплоизоляции и необходимая суммарная толщина слоя будут уточняться в ходе дальнейших исследований.

## Список литературы:

1. Совершенствование дизельного топливного насоса высокого давления. Снижение нагруженности кулачкового механизма применением дезаксиала [Текст]: монография/А.Е. Свистула, Е.М. Таусенев. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. - 2012. - 129 с. 2. Таусенев Е.М., Свистула А.Е. Надежность, основные неисправности и причины отказов насосов высокого давления аккумуляторных топливных систем дизелей [Электронный ресурс] / электронный научный журнал «Наука и образование»=technomag.edu.ru. - М., TECHNOMAG.EDU.RU, №9, 2012. - Режим доступа: WWW.URL: <http://technomag.edu.ru/doc/453572.html>. - 27.01.2013. 3. Таусенев Е.М. Проблема саморазогрева топлива в дизелях / Повышение эффективности механизации сельскохозяйственного производства: материалы всероссийской научно-практической конференции / ФГБОУ ВПО ЧГСХА. - Чебоксары, 2011. С. 199-203. 4. Таусенев Е.М. Неизотермичность процесса топливоподачи в дизельных двигателях / Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники: материалы международного научно-практического семинара им. В.В. Михайлова. - Саратов, 2012. - Вып. 25. - С. 253-258. 5. Таусенев Е.М., Свистула А.Е. Применение теплоизоляторов при ремонте, техническом обслуживании и модернизации топливной аппаратуры дизелей. Постановка цели, выбор объекта и методов исследования [Электронный ресурс] / электронный научный журнал «Наука и образование»=technomag.edu.ru. - М., TECHNOMAG.EDU.RU, №8, 2012. Режим доступа: WWW.URL: <http://technomag.edu.ru/doc/452551.html>. - 27.01.2013. 6. Теплоизоляционные полимерные покрытия «Астратек»: рекомендации по применению. – Волгоград, 2012. - 33 с. 7. Таусенев Е.М. Проект «Модернизация дизеля» [Электронный ресурс] / «Национальная ассоциация инноваций и развития информационных технологий»= kulibin.org. – KULIBIN.ORG, 2012. Режим доступа: WWW.URL: <http://kulibin.org/projects/show/2197> - 15.01.2013.

## Bibliography (transliterated):

1. Sovershenstvovanie dizelnogo toplivnogo nasosa vyisokogo davleniya. Snizhenie nagruzhennosti kulachkovogo mehanizma primeneniem dezaksiala [Tekst]: monografiya/A.E. Svistula, E.M. Tausenev. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. - 2012. - 129 с. 2. Tausenev E.M., Svistula A.E. Nadezhnost, osnovnyie neispravnosti i prichinyi otkazov nasosov vyisokogo davleniya akkumulyatornyih toplivnyih sistem dizeley [Elektronnyiy resurs] / elektronnyiy nauchnyiy zhurnal «Nauka i obrazovanie»=technomag.edu.ru. - M., TECHNO-MAG.EDU.RU,

№9, 2012. - Rezhim dostupa: WWW.URL: <http://technomag.edu.ru/doc/453572.html>. - 27.01.2013. 3. Tausenev E.M. Problema samorazogreva topliva v dizelyah / Povyshenie effektivnosti mehanizatsii selskhozaystvennogo proizvodstva: materialyi vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii / FGBOU VPO ChGSHA. - Cheboksary, 2011. S. 199-203. 4. Tausenev E.M. Neizotermichnost protsessa toplivopodachi v dizelnyih dvigatelyah / Problemy ekonomichnosti i ekspluatatsii avto-traktornoy tekhniki: materialyi mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo seminar im. V.V. Mihaylova. - Saratov, 2012. - Vyip. 25. - S. 253-258. 5. Tausenev E.M., Svistula A.E. Primenenie teploizolyatorov pri remonte, tehničeskom obsluzhivanii i moderni-

zatsii toplivnoy apparaturyi dizeley. Postanovka tseli, vybor ob'ekta i metodov issledovaniya [Elektronnyy resurs] / elektronnyy nauchnyy zhurnal «Nauka i obrazova-nie»=[technomag.edu.ru](http://technomag.edu.ru). - M., TECHNOMAG.EDU.RU, №8, 2012. Rezhim dostupa: WWW.URL: <http://technomag.edu.ru/doc/452551.html>. - 27.01.2013. 6. Teploizolyatsionnyie polimernyye pokryitiya «Astratek»: rekomendatsii po primeneniyu. – Volgograd, 2012. - 33 s. 7. Tausenev E.M. Proekt «Modernizatsiya dizelya» [Elektronnyy resurs] / «Natsionalnaya assotsiatsiya innovatsiy i razvitiya informatsionnyih tekhnologiy»=[kulibin.org](http://kulibin.org). – KULIBIN.ORG, 2012. Rezhim dostupa: WWW.URL: <http://kulibin.org/projects/show/2197> - 15.01.2013.

Поступила в редакцию 04.07.2013

**Тausenev Евгений Михайлович** – канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры двигателей внутреннего сгорания Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, Барнаул, Россия, e-mail: [tausenev\\_e\\_m@bk.ru](mailto:tausenev_e_m@bk.ru), моб.тел.: +7 913 228 0380.

**Сvistula Андрей Евгениевич** – доктор техн. наук, профессор, заведующий кафедрой двигателей внутреннего сгорания Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, Барнаул, Россия, e-mail: [Sae59@mail.ru](mailto:Sae59@mail.ru), моб.тел.: +7 913 022 0336.

### ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРІАЛУ "АСТРАТЕК МЕТАЛ" ДЛЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ ДИЗЕЛЯ

*Свістула А.Е., Таусенев Е.М.*

Показана значна доля нагріву деталей паливної апаратури дизеля і палива від гарячого повітря моторного відсіку. Розглядається технологія нанесення рідкого керамічного теплоізоляційного матеріалу «Астратек метал» на деталі паливної апаратури дизелів. В результаті очікується зменшення підігрівання палива від гарячого повітря моторного відсіку і поліпшення показників роботи дизеля в експлуатації. Показані особливості нанесення теплоізоляції на поверхні нових деталей і деталей дизелів, що знаходяться в експлуатації.

### APPLICATION OF MATERIAL "ASTRATEK METAL" FOR A HEAT INSULATION OF THE FUEL EQUIPMENT OF THE DIESEL

*A.E. Svistula, E.M. Tausenev*

The considerable share of heating of diesel fuel equipment details and fuel by hot air of a motor compartment is shown. The technology of application of liquid ceramic heat-insulating layer "Astratek metal" on a detail of the fuel equipment of diesel engines is considered. In result reduction of fuel heating from hot air of a motor compartment and improvement of diesel work operation parameters is expected. Features of application a heat insulation on a surface of new details and a detail of the diesels being in operation are shown.