

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

правлений 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.

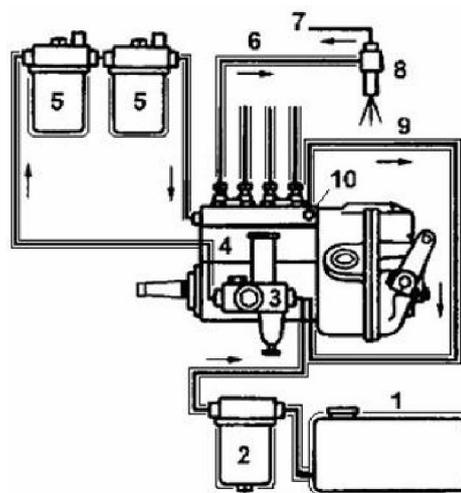


Рис. 1. Схема теплоизоляции топливной системы дизеля А-41СИ в составе трактора Агромаш-90ТГ:

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

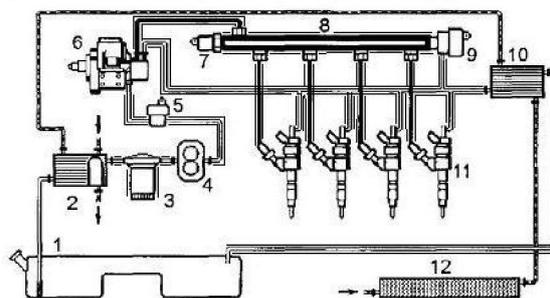


Рис. 2. Схема теплоизоляции топливной системы CR автомобиля Mercedes-Benz C220 CDI:

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 – охлаждающий топлива; 11 – электрогидравлические форсунки; 12 – низкотемпературный воздушный радиатор; — ЛНД; — ЛВД; — масло моторное; — 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 vsrossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii / FGBOU VPO ChGSHA. - Cheboksaryi, 2011. S. 199-203. 4. Tausenev E.M. Neizotermichnost protsessa toplivopodachi v dizelnyih dvigateleyah / Problemyi ekonomichnosti i ekspluatatsii avtotraktor-noy tehniki: materialyi mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo seminara 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 modernizatsii toplivnoy appa-

raturyi dizeley. Postanovka tseli, vybor ob'ekta i metodov issledovaniya [Elektronnyy resurs] / elektronnyy nauchnyy zhurnal «Nauka i obrazovaniye»=[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 polimernyie pokryitiya «Astratek»: rekomendatsii po primeneniyu. – Volgograd, 2012. - 33 s. 7. Tausenev E.M. Proekt «Modernizatsiya dizelya» [Elektronnyy resurs] / «Natsionalnaya assotsiatsiya innovatsiy i razvitiya informatsionnyih tehnologiy»=[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 Евгеньевич** – 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

*Сvistula A.E., Tausenev E.M.*

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.