

**УДК 621.651**

**Лебедев А.Т., Лебедев П.А., Васин В.А., Макаренко Д.И., Магомедов Р.А.**

**Закономерности изменения параметров топливоподачи от  
технического состояния плунжерных пар ТНВД**

*ФГБОУ ВПО Ставропольский государственный аграрный университет*

**UDC 621.651**

**Lebedev A.T., Lebedev P.A., Vasin V.A., Makarenko D.I., Magomedov R.A.**

**Change the fuel patterns of the technical state of plunger pump**

*FGBOU VPO Stavropol State Agrarian University*

*В данном докладе предлагается метод улучшения параметров топливоподачи топливных насосов высокого давления за счет нанесения тонкопленочного покрытия на рабочие поверхности плунжерных пар. Представлены результаты исследования гидравлической плотности плунжерных пар с тонкопленочным покрытием, а также результаты исследования параметров топливоподачи ТНВД при проведении сравнительных стендовых испытаний.*

*Ключевые слова: дизель, топливо, износостойкость, тонкопленочные покрытия, цикловая подача, неравномерность топливоподачи, гидравлическая плотность.*

*This paper proposes a method to improve the parameters of fuel injection pumps by applying a thin film coating on the surface of the working pump elements. The results of investigation of density hydraulic plunger with a thin-film coating, and the results of the study parameters fuel pump during the comparative bench testing.*

*Keywords: diesel, fuel, wear resistance, thin film coatings, cyclic pitch, uneven fuel, hydraulic density.*

Повышение эффективности эксплуатации дизельной техники в первую очередь связано не только с повышением надежности ее основных узлов, агрегатов, соединений и деталей, но и со снижением затрат и расхода топлива при выполнении производственных процессов [1]. Снижение затрат на топливо может быть обеспечено многими способами, в том числе и различного рода ремонтно-восстановительными методами. Разработанный способ восстановления прецизионных деталей [2], обеспечивает повышение ресурса и снижение расхода топлива при работе плунжерных пар топливного насоса высокого давления (ТНВД). Но данный способ увеличения долговечности прецизионных деталей целесообразно применять в период ремонта топливной аппаратуры.

Вместе с тем опыт эксплуатации показывает, что значительную долю эксплуатационного времени техника загружена не полностью, зачастую до 40...50% [3]. Возникающие при этом переходные и неустановившиеся режимы, а также конструктивные особенности топливной аппаратуры дизельной техники отечественного производства приводят к перерасходу топлива и значительному увеличению неравномерности топливоподачи по цилиндрам двигателя до 26...38% [3]. Вместе с этим увеличивается и интенсивность изнашивания основных деталей топливной аппаратуры, в первую очередь прецизионных. Поэтому исследования направленные на улучшение физико-механических и триботехнических свойств поверхностных слоев прецизионных деталей топливной аппаратуры, которые обеспечивают повышение эффективности работы дизельной техники, представляют практический интерес и являются актуальными.

Неполная загрузка двигателей и промежуточные режимы работы, которые отличаются от номинальных, приводят к снижению скорости движения плунжера ТНВД и увеличивают интенсивность перетекания топлива в кольцевой зазор.

Конструктивная величина зазора в плунжерной паре оценивается гидравлической плотностью и предусматривает их деление на группы

плотности. Проведенный анализ технического состояния плунжерных пар, поступающих в качестве запасных частей по показателю гидроплотности, показал, что имеется достаточный резерв повышения эффективности топливной аппаратуры дизельной техники. Исследования проводились на плунжерных парах, которые были предоставлены крупными краевыми организациями, занимающиеся поставкой запасных частей ООО «Ставропольагропромснаб» и ЗАО КПК «Ставропольстройопторг».

Исследование плунжерных пар, поступающих в виде запасных частей, показало, что у 86% исследованных деталей время опрессовки не превышает  $t=45,7c$ , при среднем значении  $\bar{t} = 43,4c$  и среднем квадратическом отклонении  $\sigma = 2,29c$ .

Для повышения гидравлической плотности плунжерных пар на рабочие поверхности деталей наносилось алмазоподобное тонкопленочное покрытие на основе оксикарида кремния ( $SiC - SiO_2$ ). Такое покрытие формировалось при помощи установки УФПУ-111 лаборатории учебного научно-производственного центра «Восстановление и упрочнение деталей машин» кафедры технического сервиса и ремонта машин СтГАУ. Тонкопленочное покрытие улучшает микрогеометрию и шероховатость рабочих поверхностей, имеет низкий коэффициент трения и препятствует схватыванию контактируемых поверхностей [4, 5]. Контроль нанесенного покрытия осуществлялся рентгенофлуоресцентным анализатором X-Арт М. Анализатор предназначен для определения качественного и количественного элементного состава жидких, твердых и порошкообразных веществ и изделий. Принцип действия основан на том, что рентгеновское излучение, проникая в вещество, взаимодействует с внутренними электронными оболочками атомов вещества. Падающий фотон выбивает один из электронов с внутренней оболочки атома. При этом с большой вероятностью испускается флуоресцентный фотон с энергией равной разности энергий связи на двух указанных оболочках. Этот фотон характерен только для атомов данного химического элемента.

Исследования гидравлической плотности экспериментальных плунжерных пар проводилось по стандартной методике на приборе КИ-759.

Обработку полученных данных производили по стандартной методике. В результате чего было получено, что 82% экспериментальных плунжерных пар имеют гидравлическую плотность превышающую  $t = 45,7с$  со средним значением  $\bar{t} = 46,7с$  при среднем квадратическом отклонении  $\sigma = 1,05с$ . Сравнение полученных результатов с проведенными ранее, показывает, что все обработанные плунжерные пары имеют гидравлическую плотность более  $t = 45,1с$ . При этом только 18% экспериментальных плунжерных пар имеют гидроплотность менее  $t = 45,7с$ , тогда как 86% новых пар имеют этот показатель до этого значения. Такое распределение гидравлической плотности плунжерных пар способствует повышению ресурса и обеспечению стабильности топливоподачи на всех режимах работы ТНВД.

Сравнительные исследования цикловой топливоподачи проводились на стенде СДМ 12-01 на примере ТНВД 4УТНМ, на который были установлены плунжерные пары с покрытием и без покрытия [6]. Общая продолжительность испытания плунжерных пар составила порядка 1600 мото-ч, на протяжении всего периода исследований считывались показания по топливоподачи насосных секций, при различных скоростных режимах.

Исследования показали, что при частоте вращения  $n = 1100 \text{ мин}^{-1}$  кулачкового вала топливного насоса цикловая подача стандартных плунжерных пар снизилась на 2,8%, а у экспериментальных снижение топливоподачи составило 1,3%, с неравномерностью подачи топлива по секциям не более 2%.

С уменьшением частоты вращения кулачкового вала ТНВД в пределах  $500 \dots 800 \text{ мин}^{-1}$ , снижение цикловой подачи экспериментальных и стандартных плунжерных пар составило 4,9...1,8% и 9,3...5,5%, а неравномерность топливоподачи по секциям повысилась до 4,1...2,3% и 24,6...6,7%, соответственно.

Таким образом, формирование износостойкого тонкопленочного покрытия на рабочих поверхностях плунжерных пар, позволило уменьшить

неравномерность подачи топлива по секциям в пределах 2,3...4,1%, тем самым улучшая параметры топливоподачи ТНВД дизельной техники на всех режимах работы двигателя.

Список литературы:

1. Лебедев А.Т. Оценка технических средств при их выборе: монография / А.Т. Лебедев. – Ставрополь: АГРУС, 2011. -120 с.

2. Пат. 2423214 Российская Федерация, В23Р 6/00. Способ восстановления прецизионных деталей [Текст] / А.Т. Лебедев, П.А. Лебедев, Р.А. Магомедов [и др.]. - №2009147528/02; заявл.21.12.2009; опубл. 10.07.2011 Бюл. № 19. – 15с.

3. Лебедев А.Т. Повышение эффективности дизельной топливной аппаратуры / А.Т. Лебедев, П.А. Лебедев // Тракторы и сельхоз машины. – 2011. - №7.-С. 43-45.

4. Лебедев А.Т., Лебедев П.А. Повышение износостойкости плунжера топливного насоса / Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. - №1. – С. 23-24.

5. Лебедев А.Т., Лебедев П.А. Восстановление работоспособности плунжерных пар / Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. - №1. – С. 24-25.

6. Лебедев П.А. Улучшение параметров топливоподачи топливных насосов высокого давления дизельных двигателей / Техника в сельском хозяйстве. – 2011. - №6.- С. 25-26.

References:

1. Lebedev A.T. Evaluation of technical means at their choice: monograph / A.T. Lebedev. - Stavropol: Nevermind, 2011. -120 S.

2. Pat. 2423214 Russian Federation, V23R 6/00. Way to restore precision parts [Text] / A.T. Lebedev, P.A. Lebedev, R.A. Magomedov [et al.] - № 2009147528/02; zayavl.21.12.2009, publ. 07/10/2011 Bull. Number 19. - 15s.

3. Lebedev A.T. Improving the efficiency of a diesel fuel system / A.T. Lebedev, P.A. Lebedev // Tractors and agricultural machines. - 2011. - № 7.-S. 43-45.

4. Lebedev, A.T. Lebedev, P.A. Increase the wear resistance piston fuel pump / mechanization and electrification of agriculture. - 2010. - № 1. - S. 23-24.

5. Lebedev A.T., Lebedev P.A., Repairing a plunger / mechanization and electrification of agriculture. - 2010. - № 1. - S. 24-25.

6. Lebedev P.A. Improving fuel parameters injection pumps of diesel engines / machinery in agriculture. - 2011. - № 6. - Pp. 25-26