

Abstract. The necessity of periodic assessment of the technical condition of sprayers was substantiated and its methodology was proposed.

УДК: 629.113

Тарасенко В.Е.¹, кандидат технических наук, доцент;

Мухля О.О.¹, магистрант;

Жешко А.А.², кандидат технических наук, доцент

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь,

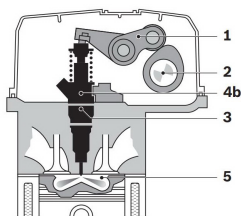
²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь

ДООСНАЩЕНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО СТЕНДА ДО УРОВНЯ ТЕСТИРОВАНИЯ НАСОС-ФОРСУНОК (UIS) И НАСОСНЫХ СЕКЦИЙ (UPS)

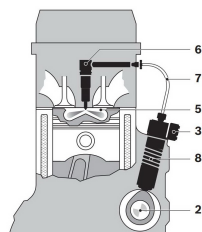
***Аннотация.** Представлены результаты дооснащения диагностического стенда до уровня тестирования на нем насос-форсунок (UIS) и насосных секций (UPS), а также программно-электронным, программно-аппаратным устройствами и другими компонентами, что значительно расширяет функциональные возможности стенда при работе с современными топливными системами.*

Ведущие производители автотракторных двигателей освоили новое поколение дизельных двигателей, которые оснащены топливными системами с электронным управлением и давлением впрыска до 300 МПа и выше. Выполнение перспективных экологических нормативов (Tier-3 и выше) возможно не только лишь с применением аккумуляторной топливной системы Common Rail, как наиболее подходящей для дизелей всех экологических классов и наиболее серийно производимой, но и систем «насос-форсунка» (компонент UIS) (рисунок 1) и «насос-трубка форсунка (единичный ТНВД)» (компонент UPS) (рисунок 2) [1, 4, 5].

Секция 1 – Технический сервис машин и оборудования



1 – коромысло; 2 – распределительный вал; 3 – насос-форсунка UIS для грузовых автомобилей; 4b – электромагнитный клапан, расположенный внутри насос-форсунки; 5 – камера сгорания
Рисунок 1 – Размещение компонента UIS для двигателей грузовых автомобилей



2 – распределительный вал;
3 – электромагнитный клапан;
5 – камера сгорания; 6 – форсунка;
7 – магистраль высокого давления;
8 – компонент UPS.
Рисунок 2 – Размещение компонента UPS для двигателей грузовых автомобилей

Система UIS конструктивно состоит из одного изделия, в котором конструктивно объединены и элемент создания давления, и исполнительный элемент впрыскивания топлива (рисунок 3). Система UPS состоит из разнесённых в пространстве элементов создания давления (единичного насоса), впрыскивания (форсунки) и соединительного трубопровода (рисунок 4).



Рисунок 3 – Изображение компонента UIS для двигателей грузовых автомобилей Delphi 2pin и Delphi 4pin

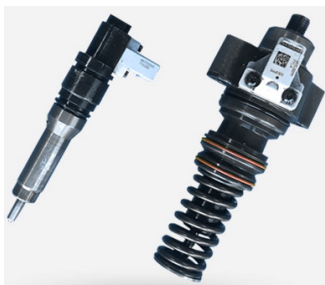


Рисунок 4 – Изображение компонента UPS для двигателей грузовых автомобилей. Bosch, Delphi

Для обеспечения оптимальных показателей по расходу топлива, эффективной мощности дизеля и соответствия все более возрастающим требованиям к токсичности отработавших газов, требуется своевременное выполнение работ по диагностике, регулировке и ремонту дизельной топливной аппаратуры.

На кафедре «Технологии и организация технического сервиса» УО «БГАТУ» в образовательном процессе использовался стенд для тестирования ТНВД ДД 10-04, комплектация которого не позволяла осуществлять тестирование систем с «насос-форсунками» и системами «насос-трубка-форсунка». Проведенная модернизация позволила осуществлять проверку насос-форсунок, форсунок (работающих в паре с индивидуальными ТНВД) и индивидуальных ТНВД [2, 5].

Важным обстоятельством в принятии решения была возможность одновременного использования двух методик определения качественных показателей работы насос-форсунок и насосных секций:

- методика компании BOSCH, где осуществляется определение длительности посадки клапана-золотника с момента активации ВІР (begin of injection period);

- методика компании DELPHI (оборудование HARTRIDGE), где осуществляется определение временных характеристик нарастания внутреннего давления топлива, определение периода создания максимального (пикового) внутреннего давления, с использованием датчика LOAD CELL.

Конструктивно насос-форсунки и насосные секции способны создавать высокое давление топлива посредством его сжатия. А к функциям блоков управления впрыском (ЭБУ) относят контроль длительности задержки впрыска от начала подъема плунжера и сжатия топлива над плунжерном пространстве, и контроль длительности впрыска, путём активации электромагнита. Электромагнит воздействует на золотниковый элемент (анкер), а тот в свою очередь перекрывает (запирает) дренажное отверстие слива. С этого момента начинается создание высокого давления топлива и соответственно впрыск топлива в цилиндр двигателя.

По методике компании BOSCH на мобильной машине и на диагностическом стенде контролируется момент запираения дренажного отверстия. При перемещении и посадке (запирании) анкера происходит электромагнитное токовое возмущение, момент которого, в соответствии с границами регулирования, ЭБУ определяет, как начало процесса создания давления топлива и далее уже ведёт расчёт длительности впрыска, опираясь на полученное значение.

По методике компании DELPHI (Hartridge) на стенде, благодаря наличию тензометрического датчика LOAD CELL, происходит из-

мерение изменения внутреннего давления топлива в соответствии с моментами задержки и активации впрыска. Также по диаграммам внутреннего давления топлива и их положению относительно контрольных точек давления, происходит кодирование насосфорсунок и насосных секций, с последующим прописыванием, полученных на стенде, кодов в ЭБУ ДВС.

Также предложено установить в модернизированный стенд датчик давления топлива BOSCH на 270 МПа (для определения пикового давления при тестировании систем с насосными секциями).

В стенд дополнительно установили: тестовый САМВОХ с изменяемым ходом плунжера от 10 до 20 мм, блок управления «ПОТОК-UIS», блок измерения производительности «Поток FM2», радиатор охлаждения тестовой жидкости; дополнительные фильтры для защиты высокоточной системы измерения от воздействия грязи и металлических частиц, выходящих из испытуемого компонента; оптический инкрементальный энкодер на 2500 точек (для определения положения кулачка); топливопроводы.

Внешний вид и конструктив стенда, после модернизации, соответствует современным требованиям эстетики и безопасности промышленного оборудования (рисунок 5).

В соответствии с рисунком 5 стенд ДД 10-04 после модернизации включает следующие основные элементы:

- асинхронный электродвигатель привода АИРМ132М2У3 (мощностью – 15 кВт, с частотой вращения 1430 мин⁻¹);

- бак (45 л) с установленным на его крышке асинхронным электродвигателем АИР80А4У3 с подкачивающим насосом БГ12-4УХЛ4 и фильтрами;

- нагреватель (1,5 кВт) калибровочного масла в баке (емкостью 45 л);

- систему термостабилизации калибровочного масла с 2-мя охладителями (радиатором) и датчиком для контроля температуры калибровочного масла ISO 4113, подаваемого к тестируемому компоненту заданным диапазоном настройки (40±2°С);

- САМВОХ с дополнительными адаптерами для установки тестируемых компонентов;

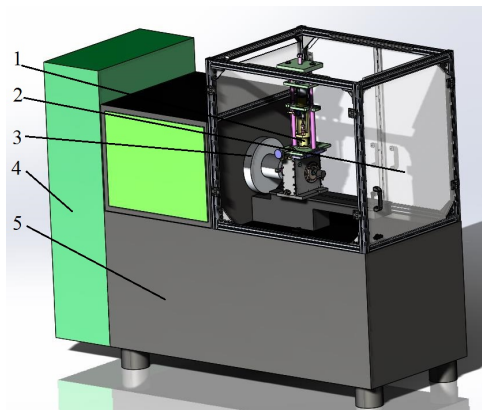
- приводную муфту;

- систему фильтрации калибровочного масла, состоящая из фильтров Bosch 1 457 434 437;

- масло-бензостойкие топливопроводы диаметром 10 мм и 8 мм;

- полугибкие топливопроводы высокого давления топлива «PARKER»;
- блок управления «Поток-UIS» для управления стандом, совместно с измерительным блоком «Поток FM-2»;
- защитный экран с блокировкой его открытого состояния.

Определение параметров работы компонентов производится по заданной программе, состоящей из тест-планов, с возможностью тестирования в ручном или автоматическом режимах.

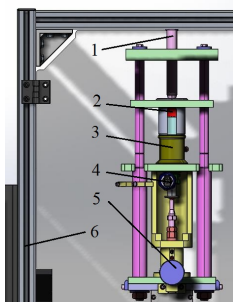


1 – CAMBOX; 2 – защитный экран; 3 – маховик; 4 – электрощит; 5 – станд
Рисунок 5 – Модернизированный станд ДД 10-04

Модернизированный станд позволяет [5]:

- проверять легковые и грузовые компоненты фирм BOSCH, DELPHI, SIEMENS (VDO), CATERPILLAR, L'ORANGE, CUMMINS, и многих других;
- автоматически переключать напряжение питания (12В/24В) в зависимости от типа проверяемого компонента;
- измерять частоту вращения электродвигателя станда;
- управлять частотой вращения вала привода станда;
- управлять направлением вращения электродвигателя станда;
- управлять нагревателем и охладителем тестовой жидкости;
- управлять пускателем топливоподкачивающего насоса (ТПН);
- осуществлять автоматическое, ручное либо внешнее управление созданием высокого давления в топливной рампе;

- создавать пользовательские тест-планы для проверки компонентов с созданием профиля сигнала (напряжение открытия, ток открытия, напряжения удержания, ток удержания, напряжение закрытия и др.);
- отображать графики изменения давления, благодаря датчику LOAD CELL (рисунок 6);
- формировать отчеты с результатами измерений в диагностической карте;
- подключиться к ПК.



1 – прижимной винт; 2 – датчик нагрузки LOAD CELL;
3 – адаптер для установки компонента; 4 – тестируемый компонент;
5 – винт регулировки хода толкателя (10–20 мм); 6 – каркас защитного экрана
Рисунок 6 – Модернизированный стенд ДД 10-04 (рабочая зона)

Основные функции стенда состоят в следующем. Автоматическое управление оборотами вала привода стенда построено на PID-регуляторе и позволяет стабилизировать обороты в диапазоне $\pm 10 \text{ мин}^{-1}$. Автоматическая термостабилизация позволяет настроить температуру калибровочного масла, подаваемого к испытуемому компоненту с диапазоном гистерезиса $40 \pm 2^\circ\text{C}$. Для улучшения термостабилизации в стенде имеется 2 активных радиатора охлаждения. Один термостабилизирует жидкость, выходящую из тестируемого компонента, а второй для общей термостабилизации системы охлаждения калибровочного масла. Для измерения производительности инжекторов мы выбрали «Поток FM-2». 2-х канальный измеритель весового типа, в нашем случае используется один канал измерения. Из недостатков следует отметить более долгое получение первых значений наливов инжекторов (около 10–15 с).

Из достоинств, простота конструкции, что позволят не беспокоиться о загрязнённом топливе, поступаемом к каналам измерителя; отсутствие математической зависимости от температуры поступаемого калибровочного масла; простота калибровки; простота постгарантийного обслуживания.

Наличие в системе оптического энкодера и возможности подключения дополнительного датчика давления топлива, позволит широко использовать данный стенд в научно-исследовательских целях и получить ответы на вопросы о формировании нестабильных наливов форсунок, о происхождении и причинах возникновения пульсаций давления в гидравлических системах низкого и высокого давления топлива, определении зависимости скорости создания внутреннего давления топлива в компоненте от скорости набега втулки на кулачок и многих других.

Проведенная модернизация позволила достичь широкого круга функциональных возможностей при работе с насос-форсунками, форсунками (работающими в паре с индивидуальными ТНВД) и индивидуальными ТНВД без значительных финансовых затрат.

Список использованных источников

1. Двигатели внутреннего сгорания: теория рабочих процессов: учеб. для вузов: в 3 кн. / В.Н. Луканин [и др.]; под ред. В.Н. Луканина и М.Г. Шатрова. – 3-е изд., перераб. и испр. – М.: Высшая школа, 2007. – Кн. 1. – 479 с.

2. Тарасенко В.Е., Мухля О.О., Жешко А.А., Сырбаков А.П. Расширение функциональных возможностей диагностического стенда ДД 10-01 [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2022. – № 2. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2022/2/st_215.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/202122215>.

3. Тарасенко, В.Е. Анализ топливных систем дизелей с электронным управлением топливоподачей / В.Е. Тарасенко, А.А. Жешко // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2016. – Вып. 50. – С. 52–57.

4. Габитов И.И., Грехов Л.В., Неговора А.В. Техническое обслуживание и диагностика топливной аппаратуры автотракторных двигателей. – М.: Легион-Автодата, 2008.