

Рисунок 5 – Ось форточки: 1 – стекло, 2 – резиновая подложка, 3 – рамка форточки, 4 – фиксатор, 5 – шайба пружинная, 6 – гайка М5, 7 – ось.

Далее надеть ручку и зафиксировать ее штатным штифтом.

Восстановленная таким образом форточка сохраняет свой внешний вид, что может быть полезно при реставрации ретро автотехники. Стоимость ремонта, ориентировочно, составила 150 рублей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уазбука [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.uazbuka.info/?model=37&group=25>
2. АВТОмаркет [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://auto-kan.ru/category/61/?page=6>
3. BaZashop.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://www.bazashop.ru/product_300532.html (дата обращения 9.11.2021)

УДК 629.113

ЭТАПЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО СТЕНДА ДЛЯ РАБОТЫ С ИНЖЕКТОРАМИ АККУМУЛЯТОРНЫХ СИСТЕМ COMMON RAIL

В.Е. Тарасенко, канд. техн. наук, доцент

О.О. Мухля, магистрант

Белорусский государственный аграрный технический университет

Аннотация. Изложены этапы конструктивных мероприятий, направленных на совершенствование конструкции диагностического стенда ДД 10-01 для работы с инжекторами аккумуляторных систем Common Rail. Модернизация диагностического стенда открыла возможность осуществлять проверку инжекторов с максимальным давлением в топливной рейке до 270 МПа. Разработан и используется специальный адаптер с датчиком давления для тестирования пульсаций давления топлива в различных точках гидравлической схемы стенда. Проведены работы по разводке электрических жгутов управления к системам контроля стенда. Реализованы такие решения, как автоматическое управление оборотами вала привода стенда и направлением его вращения; автоматическая термостабилизация; автоматический отсчёт циклов; автоматическое определение производительности тестируемых инжекторов (используется «Поток FM-8»); автоматическое определение температуры тестовой жидкости по каждому каналу. Модернизированный диагностический стенд с безмензурочным блоком измерения «Поток FM-8» и блоком управления «Поток CR-2» позволяет выполнять проверку и тестирование инжекторов аккумуляторных топливных систем Common Rail автотракторных дизельных двигателей в большом диапазоне их модификаций.

Ключевые слова: стенд, двигатель внутреннего сгорания, система питания, инжектор, давление.

Выполнение работ по техническому диагностированию, обслуживанию и ремонту машин невозможно осуществить без специального технологического оборудования, использование которого на сельскохозяйственных предприятиях позволяет облегчить тяжелые и трудоемкие операции, повысить производительность труда и качество выполнения работ, снизить и исключить влияние вредных факторов производства на окружающую среду и здоровье человека. Сегодня необходимы операции своевременного диагностирования составляющих элементов Common Rail (CR), которые помогут своевременно устранить неисправности, такие как слишком большой расход топлива, затрудненный запуск двигателя, падение мощности двигателя и другие [1, 10].

Для диагностирования топливной аппаратуры используют специализированные (безмоторные) стенды, которые, имитируя двигатель, приводят в действие сам топливный насос высокого давления. Предварительно нами был выполнен анализ стендов для тестирования инжекторов автотракторных двигателей.

Безусловно, стенд для испытания и регулировки топливной аппаратуры CR – это самый основной элемент на участке по ремонту топливной аппаратуры и в тоже время это самый дорогостоящий инструмент, находящийся в мастерской и к нему предъявляются жесткие требования. На сегодняшний момент существуют различные модификации и производители данного типа оборудования. От цены в 5 000 у. е. до 150 000 у. е., выбор данного типа оборудования зависит только от целей и задач участка по ремонту топливной аппаратуры. Самый идеальный вариант на сегодняшний момент – это выбор по критерию "цена-качество", срок эксплуатации и срок его окупаемости.

Направления разработок топливной аппаратуры сегодня концентрируются на повышении экономичности дизелей при обеспечении параметров токсичности выхлопных газов в пределах установленных норм [2-10]. Новые разработки все больше удовлетворяют форсированию дизелей по мощности, снижению веса, повышению надежности в эксплуатации. Улучшение топливной экономичности и экологичности автотракторных ДВС решается высокотехнологичной модернизацией их топливных систем [5-6, 10].

На кафедре «Технологии и организация технического сервиса» УО «БГАТУ» в образовательном процессе использовался стенд для тестирования топливных насосов высокого давления (ТНВД) ДД 10-01, который положительно зарекомендовал себя при тестировании ТНВД классов «Евро 0, 1, 2», в части проверки на нём насосов рядных, роторных и распределительных типов. Однако комплектация стенда не позволяла осуществлять тестирование инжекторов аккумуляторной топливной системы Common Rail классов «Евро 3, 4, 5, 6». С целью более глубокого закрепления теоретических знаний, приобретения практических навыков по оценке технического состояния и восстановлению работоспособности форсунок Common Rail дизельных двигателей выполнена модернизация диагностического стенда ДД 10-01. Проведенная модернизация позволила осуществлять проверку инжекторов Common Rail с максимальным давлением в топливной рейке до 270 МПа [10].

В стенд дополнительно установили: тестовый ТНВД, рейл на 3 регулятора и датчик давления топлива (все компоненты с номинальными значениями до 270 МПа); радиатор охлаждения тестовой жидкости; дополнительные фильтры для защиты высокоточной системы измерения от воздействия грязи и металлических частиц, выходящих из испытуемого ТНВД; оптический инкрементальный энкодер (для определения фазы нагнетания секцией ТНВД); топливопроводы; изготовили установочный кронштейн для испытуемого ТНВД.

Также разработан и используется специальный адаптер с датчиком давления для тестирования пульсаций давления топлива в различных точках гидравлической схемы стенда.

Проведены работы по разводке электрических жгутов управления к системам контроля стенда. Реализованы такие решения, как автоматическое управление оборотами стенда и направление его вращения; автоматическая термостабилизация; автоматический отсчёт циклов; автоматическое определение производительности тестируемых инжекторов (используется «Поток FM-8»); автоматическое определение температуры тестовой жидкости по каждому каналу.

Модернизированный диагностический стенд ДД 10-01 с безмензурочным блоком измерения «Поток FM-8» и блоком управления «Поток CR-2» (рис. 1 и 2) позволяет выполнять проверку и тестирование инжекторов аккумуляторных топливных систем Common Rail автотракторных дизельных двигателей в большом диапазоне их модификаций.

Комплектация стенда ДД 10-01 после комплекса опытно-конструкторских работ следующая [10]:

- асинхронный электродвигатель привода АИРМ112М2У3 (мощностью – 7,5 кВт, с частотой вращения 2895 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);
- система термостабилизации калибровочного масла с 2-мя охладителями (радиатором) и датчиком для контроля температуры калибровочного масла ISO 4113, подаваемого к тестируемому компоненту(-ам) с заданным диапазоном настройки (40+2 °С);
- топливный насос высокого давления (ТНВД) типа CR/CP3S3/R90/20-789S для создания высокого давления топлива в системе;
- безззорная приводная муфта;
- аккумулятор топлива высокого давления с 3-мя клапанами регулировки давления RDS4-22;5V; M18x1.5;2700 BAR (0 281 006 245) и датчиком давления на 270 МПа (0 281 006 246);
- система фильтрации калибровочного масла, состоящая из трех фильтров Bosch 1 457 434 437;
- масло-бензостойкие топливопроводы диаметром 10 мм и 8 мм;
- полугибкие топливопроводы высокого давления топлива «PARKER»;
- блок управления «Поток CR2» для управления стендом, расширитель «Поток DRV» для управления клапанами ZME*2 канала и DRV*3 канала, совместно с измерительным блоком «Поток FM-8»;
- защитный экран с блокировкой его открытого состояния.

Определение параметров работы инжектора(-ов) CR производится по заданной программе, состоящей из тест-планов, с возможностью тестирования в ручном или автоматическом режимах.

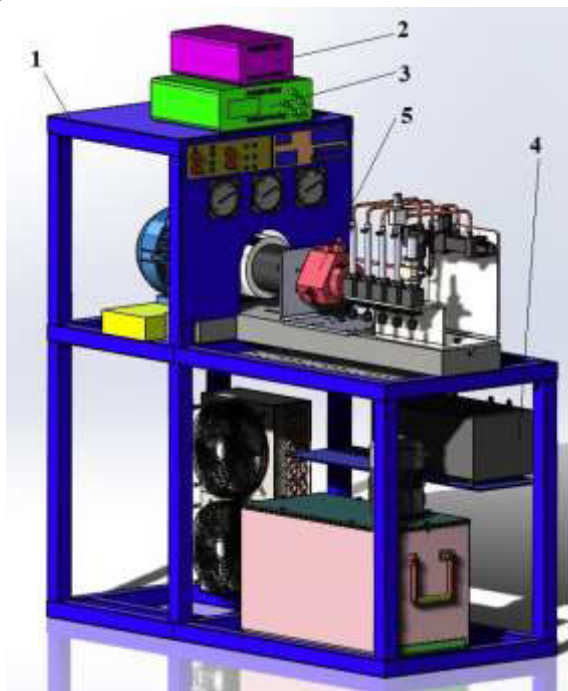


Рисунок 1 - Модернизированный стенд ДД 10-01 (общий вид)

1 – рама; 2 – расширитель «Поток DRV»; 3 – блок управления стендом и компонентами (ТНВД и инжекторы) «Поток CR2»; 4 – безмензурочная измерительная система «Поток FM-8»; 5 – стендовый ТНВД

В результате опытно-конструкторских работ существенно повышены функциональные возможности стенда, который позволяет [10]:

- проверять легковые и грузовые инжекторы CR фирм BOSCH, DENSO, DELPHI, SIEMENS (VDO), PERKINS, CATERPILLAR, L'ORANGE и многих других;
- автоматически переключать напряжение питания (12В/200В) в зависимости от типа проверяемого инжектора CR;
- измерять частоту вращения электродвигателя стенда;
- управлять частотой вращения стенда;
- управлять направлением вращения электродвигателя стенда;
- управлять нагревателем и охладителем тестовой жидкости;
- управлять пускателем топливоподкачивающего насоса (ТПН);
- осуществлять автоматическое, ручное либо внешнее управление созданием высокого давления в топливной рампе;
- обеспечить работу 3-х клапанов DRV и 2-х клапанов ZME;
- создавать пользовательские тест-планы для проверки инжекторов CR с созданием профиля сигнала (напряжение открытия, ток открытия, напряжения удержания, ток удержания, напряжение закрытия и др.);
- отображать графики изменения давления;
- формировать отчеты с результатами измерений в диагностической карте;
- подключиться к ПК.

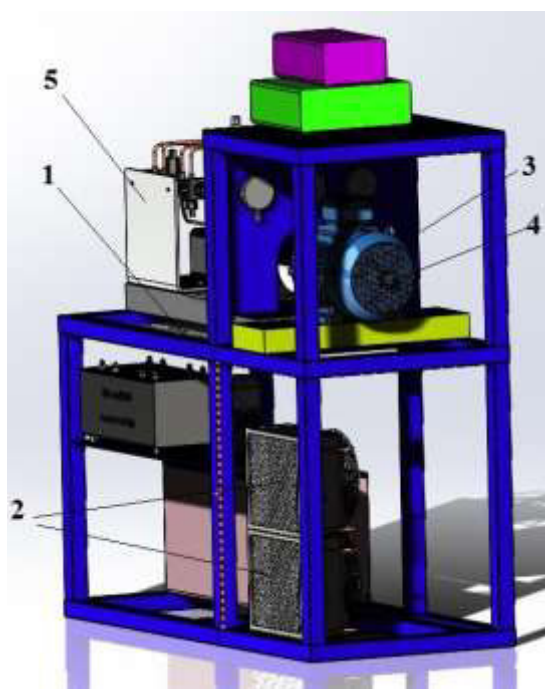


Рисунок 2 - Модернизированный стенд ДД 10-01 (вид слева)

1 – электродвигатель привода питающего насоса; 2 – охладители (радиаторы); 3 – электродвигатель привода ТНВД; 4 – оптический энкодер; 5 – кронштейн-держатель топливной рейки и инжекторов

Модернизированный диагностический стенд ДД 10-01 с безмензурочным блоком измерения «Поток FM-8» и блоком управления «Поток CR2» после завершения работ по наладке имеет вид, приведенный на рис. 3.

Рассмотрим основные функции стенда.

Автоматическое управление оборотами стенда построено на PID-регуляторе и позволяет стабилизировать обороты в диапазоне $\pm 10 \text{ мин}^{-1}$.

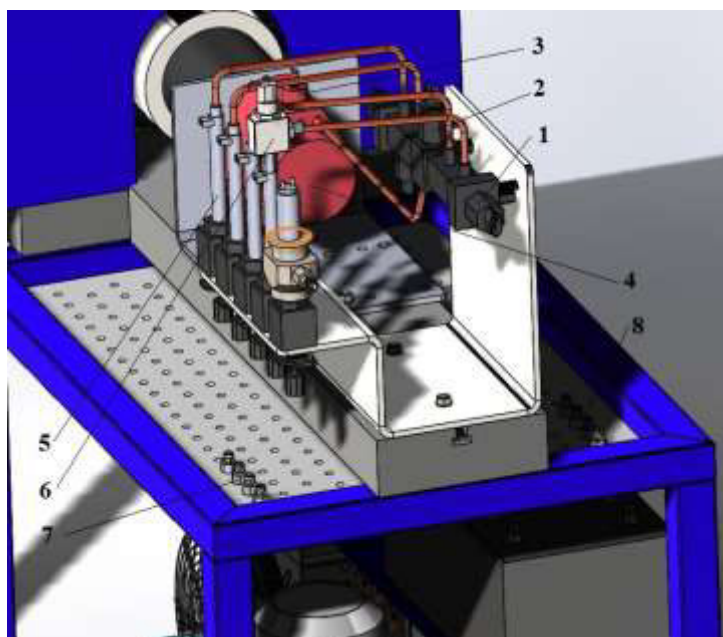


Рисунок 3 - Модернизированный стенд ДД 10-01 (рабочая зона)

1 – регулятор давления топлива DRV; 2 – датчик давления топлива; 3 – регулятор наполнения топлива ZME; 4 – стендовый ТНВД; 5 – тестируемый инжектор; 6 – дополнительный датчик давления топлива; 7,8 – фитинги для подачи топлива к «Поток FM-8»;

Автоматическая термостабилизация позволяет настроить температуру калибровочного масла, подаваемого к испытуемому компоненту с диапазоном гистерезиса $40 \pm 2^\circ\text{C}$. Для более лучшей термостабилизации в стенде имеется 2 активных радиатора охлаждения. Один термостабилизирует жидкость, выходящую из DRV-регуляторов, а второй для общей термостабилизации системы охлаждения калибровочного масла.

Для измерения производительности инжекторов мы выбрали «Поток FM-8». 8-ми каналный измеритель весового типа. Из недостатков следует отметить более долгое получение первых значений наливов инжекторов. Из достоинств: каждый инжектор имеет 2 «персональных» измерительных канала; простота конструкции, что позволят не беспокоиться о загрязнённом топливе, поступающем к каналам измерителя; отсутствие математической зависимости от температуры поступающего калибровочного масла; простота калибровки; простота постгарантийного обслуживания.

Наличие в системе оптического энкодера и дополнительного датчика давления топлива позволяет широко использовать данный стенд в научно-исследовательских целях и получать ответы на вопросы о формировании нестабильных наливов форсунок, пульсаций давления в системе, синхронизации частоты вращения ТНВД с впрыском инжекторов и многих других.

Проведенная модернизация позволила достичь широкого круга функциональных возможностей при работе с элементами аккумуляторных топливных систем без значительных финансовых затрат (в сравнении с новыми диагностическими стендами подобных функциональных возможностей).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнена модернизация диагностического стенда ДД 10-01. В стенд дополнительно установили:

- тестовый ТНВД, рейл на 3 регулятора и датчик давления топлива (все компоненты с номинальными значениями до 270 МПа);
- радиатор охлаждения тестовой жидкости;
- дополнительные фильтры для защиты высокоточной системы измерения от воздействия грязи и металлических частиц, выходящих из испытуемого ТНВД;

– оптический инкрементальный энкодер (для определения фазы нагнетания секцией ТНВД);

– топливопроводы и кронштейн для испытуемого ТНВД.

Разработан и используется специальный адаптер с датчиком давления для тестирования пульсаций давления топлива в различных точках гидравлической схемы стенда. Проведены работы по разводке электрических жгутов управления к системам контроля стенда.

Реализованы такие решения, как автоматическое управление оборотами вала привода стенда и направлением его вращения; автоматическая термостабилизация; автоматический отсчёт циклов; автоматическое определение производительности тестируемых инжекторов (используется «Поток FM-8»); автоматическое определение температуры тестовой жидкости по каждому каналу.

Модернизированный диагностический стенд ДД 10-01 с безмензурочным блоком измерения «Поток FM-8» и блоком управления «Поток CR-2» позволяет выполнять проверку и тестирование инжекторов аккумуляторных топливных систем Common Rail автотракторных дизельных двигателей в большом диапазоне их модификаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Якубович, А.И. Экономия топлива на тракторах: монография / А.И. Якубович, Г.М. Кухаренок, В.Е. Тарасенко. – Минск: БНТУ, 2009. – 229 с.
2. 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.
3. Тарасенко, В.Е. Анализ топливных систем дизелей с механическим и электронно-актуаторным 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. 58–64.
4. BOSCH. Системы управления дизельными двигателями / пер. с нем. – М.: ЗАО «КЖИ» «За рулем», 2004.
5. Грехов, Л.В. Топливная аппаратура и системы управления дизелей: учебник для вузов / Л.В. Грехов, Н.А. Иващенко, В.А. Марков. – М.: Легион-Автодата, 2004.
6. Файнлейб, Б.Н. Топливная аппаратура автотракторных дизелей: справочник / Б.Н. Файнлейб. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение; Ленингр. отд-ние, 1990.
7. BOSCH. Dusen und dusenhalter. Technische Beschreibung. – 1995.
8. Janiszewski, T. Elektroniczne układy wtryskowe silników wysokopreżnych / T. Janiszewski, S. Mavrantzas. – WKŁ, Warszawa, 2001.
9. Glockner, M. Digital control of Diesel Engines. Landsberg / M. Glockner, I. Bach // Lech: Verlag moderne industri. – 2003.
10. Мухля, О.О. Повышение надежности и расширение функциональных возможностей стенда ДД-10-01 / О.О. Мухля, В.Н. Бобков, В.Е. Тарасенко // Техсервис-2021: материалы науч.-практич. конф. студентов и магистрантов, Минск, 19-21 мая 2021 г. / Бел. гос. агр. техн. ун-т; редкол. Д.А. Жданко [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2021. – С. 22-26.