УДК 621.43

DOI: 10.31563/1684-7628-2018-47-3-79-84

Ш.Ф. Нигматуллин, Б.Ш. Карачурин

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА НАСТРОЙКИ ЭЛЕМЕНТОВ
АККУМУЛЯТОРНЫХ ТОПЛИВОПОДАЮЩИХ СИСТЕМ ПУТЕМ СТАБИЛИЗАЦИИ
ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ**

Ключевые слова: топливная система дизельного двигателя; Common Rail; стенд; диагностика форсунок; температура технологической жидкости; охладитель.

Введение. Топливная аппаратура является одним из основных элементов дизеля и в значительной степени предопределяет его мощностные и экономические показатели, надежность и долговечность, выбросы вредных веществ с отработавшими газами [3, 5, 7]. При испытании топливной аппаратуры дизелей основным оценочным показателем является объем цикловых подач топлива [6]. Однако этот показатель в процессе диагностирования будет достоверным только при соблюдении определенного температурного режима технологической жидкости. При диагностировании форсунок топливоподающих систем типа Common Rail возникает необходимость охлаждения технологической жидкости, которая резко нагревается из-за высокого давления в топливной системе стенда. Охлаждение обычно производят водопроводной водой через змеевик, расположенный в топливном баке, или специальными холодильными установками [1]. Для регулирования температуры применяют регуляторы с цифровым управлением [2, 4, 8, 9]. Данные системы относительно сложны, что приводит к удорожанию стендов, в том числе и при пусконаладочных работах.

Цель исследования – повышение качества настройки форсунок аккумуляторных топливоподающих систем типа Common Rail.

Задачи исследования: разработать устройство для охлаждения технологической жидкости с возможностью регулировки рабочей температуры; модернизировать стенд ВТС-101МЕ путем применения разработанного устройства.

Материалы и методы. Все форсунки системы Common Rail диагностируются согласно тест-плану завода-изготовителя в различных режимах, в которых заложены допуски контролируемых параметров топливоподачи [1]. На кафедре автомобилей и машинно-тракторных комплексов Башкирского ГАУ проводились экспериментальные исследования влияния температуры технологической жидкости на цикловую подачу форсунки, и было установлено, что температура технологической жидкости является важным критерием при диагностировании электрогидроуправляемых форсунок, рекомендуемый температурный режим составляет 40 ± 5 °C [1]. Однако детальные испытания показали наличие определенной погрешности измерения из-за технологически невыполнимых требований по охлаждению тестовой жидкости, т. е. охладитель не успевал отрегулировать рабочую температуру технологической жидкости при длительной работе стенда. Тем самым снижалась производительность.

Для устранения данного недостатка было разработано более производительное устрой-

ство для охлаждения технологической жидкости с возможностью регулировки рабочей температуры. На рисунке 1 (а, б) показан общий вид вмонтированного в стенд охладителя. Для более эффективного охлаждения между устройством и обшивкой стенда установлен гофрированный воздуховод, через который всасывается холодный воздух. Устройство состоит из корпуса в виде диффузора, вмонтированного в нем радиатора, вентилятора и блока управления с датчиком температуры. Охлаждение технологической жидкости достигается за счет прохождения воздушного потока через радиатор, в котором циркулирует технологическая жидкость.

Устройство работает следующим образом (рисунок 2). В исходном состоянии блок управления вентилятором 2 настроен на необходимый интервал рабочей температуры технологической жидкости (35...45 °C) [1, 10, 11], стенд включен и происходит проверка форсунки 1 по диагностическим параметрам. Температурный датчик 13 считывает показания на выходе с радиатора охлаждения 15 и подает сигнал в блок управления вентилятором 2. По достижении температуры технологической жидкости 40 °C блок управления 2 включает вентилятор 14, и воздушный поток, проходя через радиатор 15, охлаждает технологическую жидкость до температуры 35 °C.

Для проверки эффективности разработанного устройства были проведены экспериментальные исследования со снятием температурных показаний на шести различных точках топливной системы стенда ВТС-101МЕ (рисунок 1в), на которых были установлены температурные датчики: топливный насос высокого давления (ТНВД) 6, обратная подача с топливной рампы 5, после охладителя 8, на испытуемой форсунке 3, на впрысковой камере 4, в топливном баке 7.

Исследования проводились при диагностировании форсунки фирмы Bosch № 0445120153 на режимах VL (номинал) $P = 160$ МПа, $\tau = 2000$ мкс, $n = 1000$ циклов; VE (частичная нагрузка) $P = 100$ МПа, $\tau = 290$ мкс, $n = 450$ циклов; LL (холостой ход) $P = 25$ МПа, $\tau = 1000$ мкс, $n = 450$ циклов без подключения охладителя и с подключением, полученные результаты сравнивались.

Из графиков (рисунок 3) видно, что без подключения охладителя температура на всех датчиках постепенно повышается. Из-за конструктивных особенностей и высокого давления нагрев впрысковой камеры и форсунки является нормой при диагностировании. Это еще обуславливается эксплуатационными условиями форсунки в двигателе.

Рисунок 1

Общий вид экспериментальной установки стенда BTC-101ME с системой термостабилизации технологической жидкости: а) радиатор охлаждения с диффузором; б) вентилятор охлаждения; в) экспериментальная установка: 1) устройство для снятия температурных показаний 1-wire; 2) интерфейс программы Бенукс. Термодатчики на: 3) форсунке; 4) впрысковой камере; 5) обратке рампы; 6) ТНВД; 7) в топливном баке; 8) выходе из радиатора охлаждения

Рисунок 2

Принципиальная схема стенда BTC-101ME с системой термостабилизации технологической жидкости: 1 – испытуемая форсунка; 2 – блок управления вентилятором охлаждения; 3 – топливная рампа; 4 – регулятор давления; 5 – блок управления стендом; 6 – датчик давления; 7 – ТНВД; 8 – электродвигатель; 9 – манометр; 10 – топливный фильтр тонкой очистки; 11 – топливный насос низкого давления; 12 – технологическая жидкость; 13 – температурный датчик; 14 – вентилятор охлаждения; 15 – радиатор охлаждения; 16 – расходомер цикловой подачи; 17 – гидроклапана; 18 – впрысковая камера

Рисунок 3

Графики изменения температуры технологической жидкости в топливной системе стенда без подключения охладителя

Рисунок 4

Графики изменения температуры технологической жидкости в топливной системе стенда с подключением охладителя

Однако повышенный нагрев технологической жидкости в остальных узлах топливной магистрали существенно влияет на диагностические параметры форсунки. Следовательно, из графика (рисунок 4) видим, что при подключении охладителя температура технологической жидкости на обратной подаче ramпы, в ТНВД и в топливном баке снижается и стабилизируется. Температура жидкости после радиатора при подключенном охлаждении снижается с $T_{\text{без охл}} = 51,94^\circ\text{C}$ до $T_{\text{с охл}} = 35,25^\circ\text{C}$ что входит в допустимый температурный режим.

Исследования показали, что применение данной конструкции охладителя способствует

повышению качества настройки элементов аккумуляторных топливоподающих систем.

Вывод. Установлено, что температура технологической жидкости является важным критерием при диагностировании электрогидроуправляемых форсунок, и рекомендуемый температурный режим составляет $40 \pm 5^\circ\text{C}$. Модернизированный путем применения разработанного устройства для охлаждения технологической жидкости стенд ВТС-101МЕ позволяет обеспечить рабочую температуру технологической жидкости в топливной системе стенда и повысить качество настройки форсунок аккумуляторных топливоподающих систем типа Common Rail.

Библиографический список

1. Нигматуллин, Ш.Ф. Исследование влияния температуры технологической жидкости на цикловую подачу электрогидроуправляемой форсунки [Текст] / Ш.Ф. Нигматуллин, К.В. Костарев, Б.Ш. Карачурин // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (35). С. 69–71.
2. Черноиванов, В.И. Цифровые технологии и электронные средства в системе технического обслуживания и ремонта автотракторной и комбайновой техники [Текст] / В.И. Черноиванов, И.И. Габитов, А.В. Неговора // Труды ГОСНИТИ. 2018. Т. 130. С. 74–81.
3. Габитов, И.И. Современные тенденции технического сервиса топливной аппаратуры автотракторных и комбайновых дизелей [Текст] / И.И. Габитов, А.В. Неговора // Труды ГОСНИТИ. 2008. Т. 101. С. 38–44.
4. Нигматуллин Ш.Ф. Модернизация стенда ВТС-101 по проверке форсунок топливopодающих систем типа common rail [Текст] / Ш.Ф. Нигматуллин, К.В. Костарев, Б.Ш. Карачурин // Инженерное обеспечение в АПК: научный сборник. Выпуск № 1. Уфа: Башкирский ГАУ, 2015. С. 58–62.
5. Неговора, А.В. Совершенствование устройства для определения характеристики впрыскивания дизельной форсункой [Текст] / А.В. Неговора, Ш.Ф. Нигматуллин, Б.Ш. Карачурин // Труды ГОСНИТИ. 2018. Т. 130. С. 57–62.
6. Дидманидзе, О.Н. Сервис топливной аппаратуры дизельного двигателя [Текст] / О.Н. Дидманидзе, В.М. Корнеев. М., 2014.
7. Дидманидзе, О.Н. Оптимизация параметров системы питания газового двигателя с использованием сжиженного метана [Текст] / О.Н. Дидманидзе, Р.Т. Хакимов, А.В. Неговора // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2018. № 2 (46). С. 93–100.
8. Габитов, И.И. Интеллектуализация технического сервиса топливopодающих систем дизелей [Текст]: науч. изд. / И.И. Габитов, А.В. Неговора, В.Ф. Федоренко. М.: Росинформагротех, 2018. 496 с.
9. Габитов, И.И. Современные тенденции технического сервиса топливной аппаратуры автотракторных и комбайновых дизелей [Текст] / И.И. Габитов, А.В. Неговора // Труды ГОСНИТИ. 2008. Т. 101. С. 38–44.
10. Вахитов, Р.А. Определение допусковых отклонений продолжительности управляющего импульса электрогидравлической форсунки типа Common Rail [Электронный ресурс] / Р.А. Вахитов, А.Р. Валиев, С.И. Габитов // Российский электронный научный журнал. 2016. № 1 (19). С. 6–22.
11. Загитов, И.И. Восстановление показателей работы многодырчатых топливных распылителей с использованием технологической жидкости [Текст] / И.И. Загитов, А.Р. Валиев // Совершенствование конструкции, эксплуатации и технического сервиса автотракторной и сельскохозяйственной техники. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 120-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки БАССР, профессора Александра Петровича Ланге. Уфа, 2016. С. 121–124.

Сведения об авторах

1. **Нигматуллин Шамиль Файзрахманович**, кандидат технических наук, доцент кафедры автомобилей и машинно-тракторных комплексов, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, 450001, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34.
2. **Карачурин Булат Шамилович**, аспирант кафедры автомобилей и машинно-тракторных комплексов, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, 450001, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, e-mail: bulatkarachurin@gmail.com.

В данной работе рассказывается об исследовании влияния температуры технологической жидкости на производительность стенда для проверки форсунок Common Rail. Для этого

было разработано устройство, которое обеспечивает охлаждение технологической жидкости в топливной системе стенда.

Sh. Nigmatullin, B. Karachurin

TUNING QUALITY IMPROVEMENT OF THE BATTERY FUEL-SUPPLYING SYSTEMS ELEMENTS BY STABILIZING OF PROCESS FLUID TEMPERATURE

Key words: Fuel system of diesel engine; Common Rail; stand; diagnostics of injectors; process fluid temperature; cooler.

Authors' personal details

1. **Nigmatullin Shamil**, Candidate of technical sciences, associate professor of the Cars and Machine-and-Tractor units department, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bashkir State Agrarian University», Ufa, 50-letia Octiabria St., 34.

2. **Karachurin Bulat**, Post-graduate student of the Cars and Machine-and-Tractor units department, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bashkir State Agrarian University», Ufa, 50-letia Octiabria St., 34, e-mail: bulatkarachurin@gmail.com.

This work is aimed at investigating the influence of the process fluid temperature on the performance of the stand for testing Common Rail noz-

zles. For this purpose, a device was developed that provides cooling of the process fluid in the fuel system of the stand.

© Нигматуллин Ш.Ф., Карачурин Б.Ш.