

Применение теплоизоляторов при ремонте, техническом обслуживании и модернизации топливной аппаратуры дизелей. Постановка цели, выбор объекта и методов исследования.

08, август 2012

DOI: **10.7463/0812.0452551**

Таусенев Е. М., Свистула А. Е.

УДК 621.436

Россия, Алтайский государственный технический университет

Россия, Алтайский государственный аграрный университет

tausenev_e_m@bkl.ru

Введение

Одним из направлений совершенствования топливных систем дизелей является обеспечение лучшего их функционирования в условиях эксплуатации, так как при стендовых испытаниях дизелей не достигаются параметры впрыска топлива, полученные при безмоторных испытаниях топливных систем.

Кроме проблем линии низкого давления, качества топлива, существуют другие отличия условий работы: влияние противодавления, подогрева топлива, менее благоприятные характеристики привода топливного насоса высокого давления.

Решение этих проблем поможет обеспечить более высокий технический уровень дизелей [1].

Подогрев топлива увеличивает его сжимаемость. Хорошо известно, что даже при безмоторных испытаниях топливо нагревается. Это приводит к изменению его параметров.

Чем больше сжимаемость, тем меньше закон движения плунжера влияет на характеристику впрыска. Коэффициент сжимаемости увеличивается с ростом температуры, уменьшением давления и плотности топлива [1]. Таким образом, рост температуры топлива - существенный отрицательный фактор, снижающий давление впрыска топлива.

Давление впрыска стремятся увеличивать, что помогает обеспечивать экологические и экономические показатели дизеля. В этом направлении совершенствуют системы непосредственного действия и аккумуляторные системы [2, 3].

Авторами планируется совершенствование топливной системы непосредственного действия, имеющей топливный насос высокого давления с механическим регулятором. Эта топливная система (рисунок 1) используется на тракторном дизеле. При стендовых испытаниях дизеля обеспечивается максимальное давление впрыска равное 60 МПа.

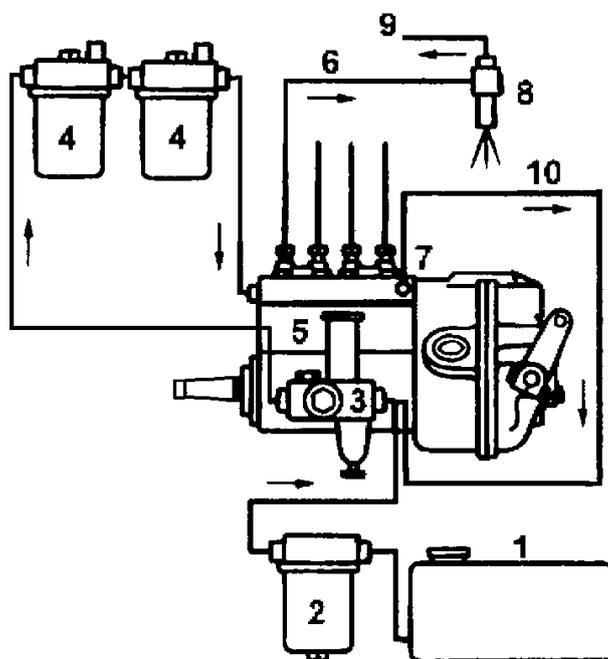


Рисунок 1 - Схема топливной системы дизеля А-41СИ в составе трактора Агромаш-90ТГ [4]:
 1 – топливный бак; 2 – фильтр грубой очистки; 3 - топливоподкачивающий насос; 4 - фильтр тонкой очистки; 5 - топливный насос высокого давления; 6 – линия высокого давления; 7 – перепускной клапан; 8 – форсунка; 9 – дренажный топливопровод; 10 – топливопровод перепуска топлива.

Дизели с такими топливными системами широко эксплуатируются на различных типах самоходных машин в России и других странах. Кроме того, ими комплектуют дизели, производящихся сегодня тракторов, сельскохозяйственных, лесозаготовительных машин, так как для них действуют менее жесткие требования по нормам выбросов вредных веществ в атмосферу.

Известно, что сертификационные испытания дизелей тракторов и сельскохозяйственных машин проводятся на моторных стендах.

Авторы этой статьи предполагают, что при эксплуатации дизеля в моторном отсеке трактора подогрев топлива будет еще выше, чем при стендовых испытаниях дизеля, что еще ухудшит технико-экономические и экологические показатели дизеля.

В статье предлагается уменьшить подогрев топлива за счет применением теплоизоляционных материалов.

При рядовых условиях дизельное топливо нагревается от 20...40 °С до 70...100 °С, двигаясь к соплам распылителя. То есть, происходит увеличение температуры топлива на 50...60 °С. Это увеличивает его сжимаемость на 25 % и уменьшает вязкость в 2,5 раза [1]. В источнике [1] не уточняется, для какой топливной системы эти данные получены и при каких условиях.

Существенными тепловыми факторами в процессе топливоподдачи являются: разогрев топлива в результате сжатия, теплоподвод к топливу от стенок, диссипация механической энергии, фазовые переходы [1].

Если говорить об учете тепловых факторов в математических моделях топливоподдачи, то, по мнению авторов источников [1, 5] до них, ранее не предлагалось моделей, адекватно и в полном объеме учитывающих все факторы. Речь идет о модели, реализованной в программном комплексе «Впрыск», созданном в Московском государственном техническом университете им. Баумана. К нему имеется бесплатный удаленный доступ через сеть Интернет.

В программном комплексе «Впрыск» в исходных данных тепловое состояние топлива задается локальной температурой топлива в насосе и в форсунке, в процессе расчета учитываются существенные тепловые факторы. Следует сказать, что точно определить указанные температуры можно только в результате эксперимента.

Учёт теплового состояния и коррекция мгновенных и локальных параметров топлива позволяют более точно рассчитывать топливоподачу. На рисунке 2 показаны кривые давлений впрыска, рассчитанные с учетом и без учета тепловых эффектов. Видно, что в дизеле Д49 при учете тепловых эффектов давление впрыскивания уменьшилось на 7,3 МПа, изменилась фаза топливоподачи [1].

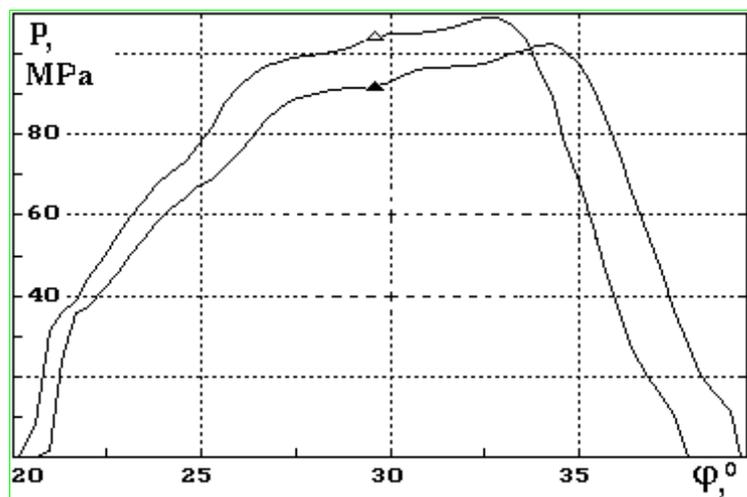


Рисунок 2 - Расчет давления впрыска в дизеле Д-49 при $n_{кул} = 1000 \text{ мин}^{-1}$, $g_{ц} = 1,68 \text{ г/цикл}$ [5]:
—▲— без расчета тепловых эффектов, температура топлива и всех деталей топливной системы равна $+30 \text{ }^\circ\text{C}$; -▲- с расчетом тепловых эффектов, температура насоса и топлива в нем $+30 \text{ }^\circ\text{C}$, температура топлива в форсунке $+100 \text{ }^\circ\text{C}$, температура форсунки $+120 \text{ }^\circ\text{C}$; φ – угол поворота кулачкового вала

Известно, что тяжелые топлива подогревают до $150...180 \text{ }^\circ\text{C}$, но периодически высказываемые предположения подогревать дизельное топливо необходимо проанализировать.

Известно об исследовании с искусственным подогревом дизельного топлива в топливопроводе высокого давления на безмоторном стенде и при стендовых испытаниях дизеля Д144. Подогрев приводил чаще всего к негативным результатам [1].

Например, цикловая подача снизилась с 50 до 31 мг, максимальное давление впрыска с 45 до 27 МПа. После компенсации цикловой подачи максимальное давление впрыска составило 31,5 МПа, но появилось интенсивное подвпрыскивание (рисунок 3). В первую очередь, это обусловлено увеличением сжимаемости топлива [1]. Автор работы [1] не сообщает о температурах топлива при испытаниях.

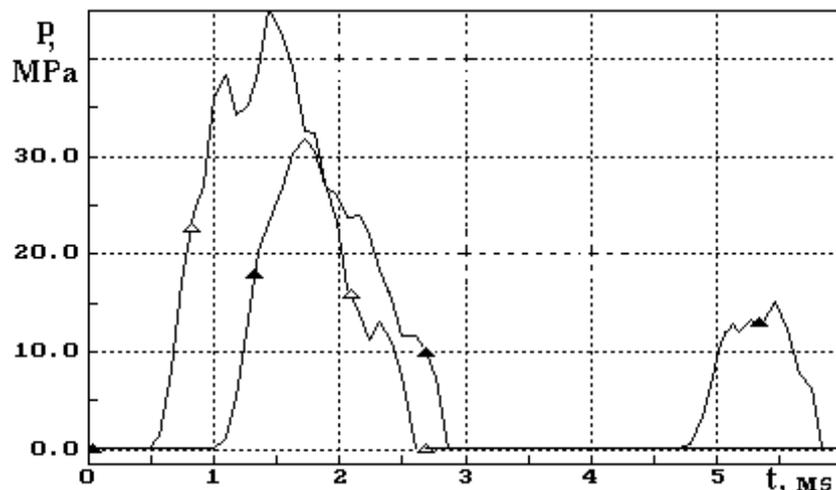


Рисунок 3 - Давление впрыска при безмоторном испытании ($n_{\text{кул}} = 900 \text{ мин}^{-1}$, $g = 50 \text{ мг/цикл}$ и подогрев топливопровода) [5]:

- △— температура топливопровода + 35 °С;
- ▲— температура топливопровода + 180 °С;
- t – время процесса, ms.

Экономичность дизеля на стенде ухудшалась, и лишь в узкой области на частичных нагрузках нагрев до 100 °С привел к снижению удельного эффективного расхода топлива на 4 г/кВт·ч. Подогрев дизельного топлива требует оптимизации рабочего процесса и изменений в топливной системе, при этом итоговый результат заранее неизвестен [1].

В работе [1] представлены результаты расчета разогрева дизельного топлива от сжатия (рисунок 4). Расчет выполнен по формуле для адиабатной работы сжатия.

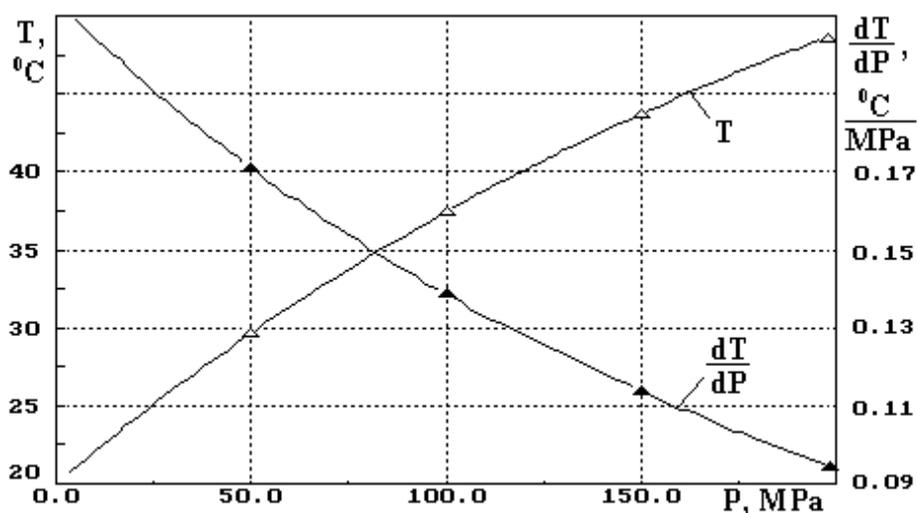


Рисунок 4 - Адиабатный разогрев дизельного топлива в результате сжатия [5]

Исследование с подогревом и измерением температуры топливопровода, измерением мгновенной температуры дизельного топлива в процессе топливоподачи проводилось в Московском государственном техническом университете им. Баумана на топливной системе дизеля В-46 [1].

При температуре топливопровода не выше начальной температуры топлива замечено следующее: измеренная температура топлива ниже вычисленной по формуле для адиабатной

работы сжатия. В первую очередь, это свидетельствует о значимости теплообмена со стенками топливопровода [1].

В работе [1] описаны результаты расчетного и экспериментального исследования с определением мгновенной температуры дизельного топлива в процессе топливоподачи при давлении до 146 МПа и скорости движения топлива в топливопроводе равной 100-120 м/с. В исследовании делается вывод о том, что трение незначительно влияет на температуру топлива в процессе подачи (рисунок 5) и существенно влияет на потери давления.

Обычно подача происходит при скорости движения топлива в топливопроводе равной около 20 м/с и предложение изготавливать особо гладкие топливопроводы не уменьшит нагрев топлива и мало изменит потери давления. Топливопроводы следует считать «гидравлически гладкими» [1].

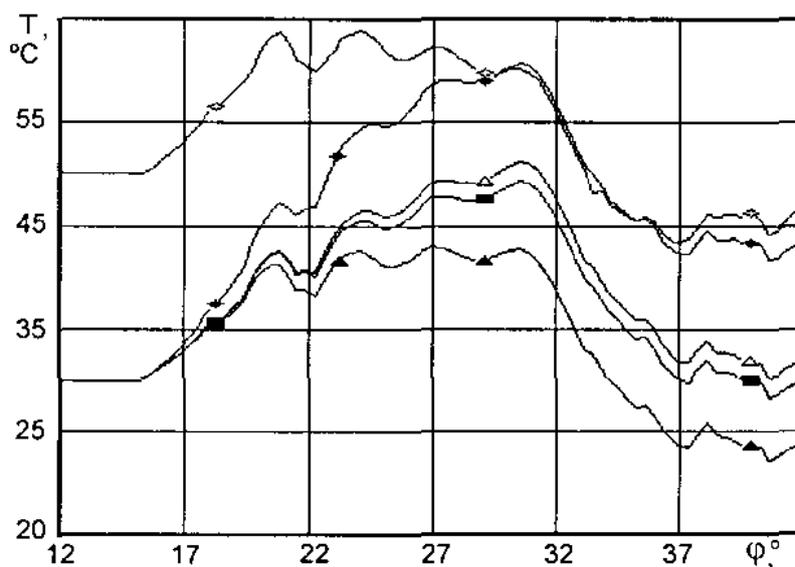


Рисунок 5 - Расчетная мгновенная температура топлива в середине топливопровода при топливоподаче с давлением 146 МПа [1]:

—■— учет нагрева в результате сжатия; —▲— то же и теплота трения; —▲— то же и теплообмен при начальной температуре топлива и деталей топливной системы равной +30 °С; —◆— то же при начальных температурах топлива +30 °С и деталей топливной системы равной +65 °С; —◇— то же при начальных температурах топлива и ТНВД равной +30 °С, температуре форсунки +120 °С и топлива в ней равной +70 °С.

На рисунке 5 видно, что если температура топливопровода и топлива близки, то сжатое топливо передает тепло стенкам, в результате максимальная и конечная температура уменьшается (—▲—).

Если стенки топливопровода более горячие, чем топливо, то имеется необратимый рост температуры топлива в процессе топливоподачи (—◆—).

Больше соответствует реальности случай, когда температуры топлива и топливопровода увеличиваются от насоса к форсунке (—◇—). Несмотря на то, что в этом случае температура стенки в середине топливопровода выше температуры топлива (75 и 50 °С, соответственно), температура топлива после впрыска меньше начальной. Это объясняется поступлением новой холодной порции топлива от насоса [1]. Далее эта порция топлива прогреется до начальной температуры.

Всё вышесказанное четко показывает важность изучения и учета тепловых эффектов при проектировании и эксплуатации топливной аппаратуры дизелей.

Повышение достоверности расчета подачи без рассмотрения тепловых эффектов возможно при удачной оценке локальных температур топлива в элементах линии высокого давления [1].

В источнике [5] делается вывод об отсутствии необходимости учета тепловых эффектов для топливной аппаратуры с максимальными давлениями впрыска 20...50 МПа без интенсивного газообразования. Этот вывод, вероятно, делается по причине меньшего разогрева топлива от сжатия в такой аппаратуре (рисунок 4).

Однако, если посмотреть на рисунок 5 и сравнить кривые (—▲—) и (—◆—), то можно увидеть, что даже при давлении подачи 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. Он не зависит от давления и повышает температуру топлива при давлении до 50 МПа.

Авторы представленной статьи предполагают, что при эксплуатации дизеля в моторном отсеке, например, трактора, подогрев топлива будет еще больше, чем при стендовых испытаниях дизеля. Основанием для этого предположения являются данные источника [6]: воздух в моторном отсеке автомобиля в жаркое время нагревается до + 80...100 °С.

Такие же температуры могут быть характерны для тракторов, комбайнов и других сельскохозяйственных машин, работающих в теплое время года.

Факт высокой температуры воздуха под капотом, вероятно, будет способствовать дополнительному подогреву деталей топливной системы, но исследований данной проблемы авторы не обнаружили.

Температура воздуха в подкапотном пространстве зависит от типа и компоновки двигателя, времени года и суток, скорости движения. Разница температур воздуха под капотом и окружающей среды оказывается весьма заметной. Температура топлива в топливной системе двигателя меняется в зависимости от температуры воздуха под капотом [7].

Высокая температура воздуха под капотом бензиновых автомобилей создает следующие проблемы [7]:

- на запуск прогретого бензинового двигателя автомобиля может затрачиваться от 2 до 10 попыток через 5 – 30 мин стоянки в жаркое время года;
- у бензиновых карбюраторных двигателей увеличивается расход топлива.

Затрудненный запуск в жаркое время года, в частности, связан с высокой температурой бензонасоса. Топливопровод между бензонасосом и баком опустошается за счет испарения топлива.

Следует обратить внимание на правильную работу терморегулирующего комплекса для обеспечения быстрого пуска бензинового двигателя.

Большой эффект дает экранирование бензонасоса, а также установка теплоизоляционных проставок между корпусом бензонасоса и блоком цилиндров двигателя [7].

Рассмотрим, какие решения используются для уменьшения подогрева топлива в дизелях на сегодняшний день.

В топливных системах непосредственного действия с подогревом топлива борются с помощью выбора схемы циркуляции топлива в линии низкого давления и параметров топливоподкачивающего насоса. Он проектируется с запасом по производительности и напору.

Это необходимо для подавления, вымывания газовой фазы и охлаждения топливного насоса высокого давления. Подача топливоподкачивающего насоса в 3...10 раз превышает номинальную цикловую подачу через форсунки, напор обычно равен 0,1...0,5 МПа [1].

Существуют схемы циркуляции: тупиковые, проточные и замкнутые. Каждая из схем имеет своё применение, достоинства и недостатки.

В тупиковой системе, в отличие от остальных, отсутствует перелив топлива через перепускной клапан 7 в бак 1 (рисунок 1).

Один из недостатков такой системы - частое возникновение газовых пробок. Эта схема применяется, например, на тракторах Челябинского тракторного завода [4].

В проточной схеме топливо циркулирует по кругу, в который включены последовательно все агрегаты топливной системы, топливный насос высокого давления непрерывно промывается топливом. Все топливо, проходящее через перепускной клапан 7, направляется в бак 1 (рисунок 1).

Для устранения перегрева топлива, бак используют как радиатор, топливо поступает в его верхнюю часть. Для улучшения эксплуатации топливной системы зимой топливо подается к заборному штуцеру бака, разогревая пространство вокруг него. Такая схема применяется в судовой и авиационной технике.

На некоторых автомобилях для обеспечения надежной работы зимой устанавливается топливный подогреватель.

Проточная схема используется на тракторах Т-150К и К-701, но чаще всего используется на автомобилях [4].

Топливо циркулирует в замкнутой системе (рисунок 1), минуя бак, поступая на вход в фильтр грубой очистки или топливоподкачивающий насос.

Такая схема больше подходит для зимы и хуже - для лета. В ней отсутствуют условия для отделения из топлива пузырьков воздуха и газов. Топливная система дизеля А-41СИ является замкнутой.

В проточной и замкнутой схемах дренаж форсунок осуществляется через сливные топливопроводы 9 (рисунок 1). Топливо может отводиться в бак, впускной коллектор или в любое место до топливоподкачивающего насоса.

Замкнутую схему применяют в большинстве дизелей для сельскохозяйственных машин, например, на тракторах МТЗ-82, Т-40, ДТ-75М [3], Агромаш-90ТГ и др.

В топливных системах CR первого поколения, разработанных совместно R. Bosch GmbH, Fiat, Elasis (1997 г.) и Siemens (1998 г.) создается максимальное давление впрыска 135 МПа и 150 МПа, соответственно. В них предусматривается циркуляция топлива в линии низкого давления для охлаждения системы и смазки топливного насоса высокого давления [8]. Такая система первого поколения, производимая R. Bosch, применяется на автомобилях Mercedes-Benz C220 CDI, изготовленных в 1998 – 2000 годах [9].

Более поздний вариант системы CR автомобиля Mercedes-Benz C220 CDI представлен на рисунке 6 [1]. В этой системе применено несколько теплообменников. Теплота сжатия топлива отводится в охладителе 10. Моторное масло в охладителе менее нагретое, чем то, которое подается в дизель. Для этого используется низкотемпературный радиатор 12 [1].

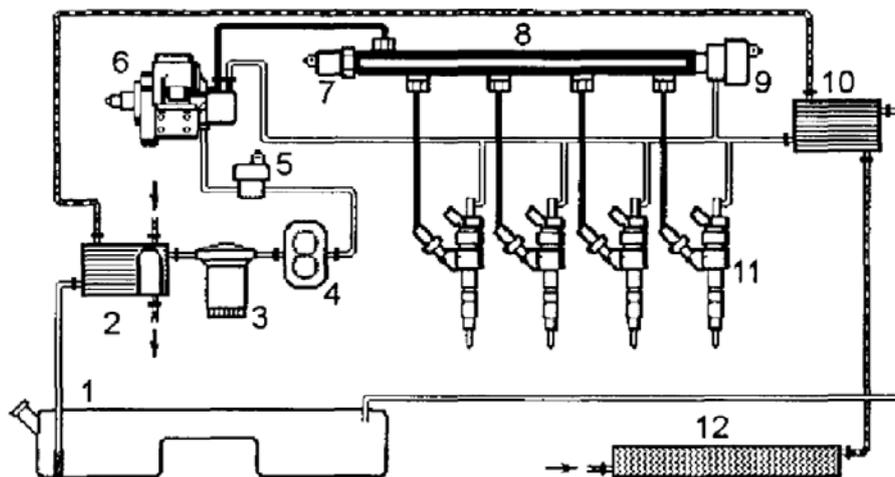


Рисунок 6 - Гидравлическая схема системы CR автомобиля Mercedes-Benz C220 CDI [1]:

1 – топливный бак; 2 – подогреватель топлива с термостатом; 3 – фильтр тонкой очистки; 4 - ТПН; 5 – отсечной электроклапан; 6 - ТНВД; 7 – датчик давления; 8 – аккумулятор; 9 - электроклапан регулирования давления; 10 – охладитель топлива; 11 – электрогидравлические форсунки; 12 - низкотемпературный воздушный радиатор; — — — - ЛНД; — — — - ЛВД; ▨ - масло моторное.

Подогреватель 2 применен для надежной работы этой системы зимой. Он использует охлаждающую жидкость. Это решение применяется во многих поколениях дизелей Mercedes-Benz. В системе CR дизеля DI BMW подогрев топлива регулируется термостатом, в топливном баке установлен дополнительный топливоподкачивающий насос с электроприводом [1].

В одной из работ встречается рекомендация о том, что все топливопроводы должны быть защищены от нагрева, но рекомендация эта дается для пожаробезопасности.

Таким образом, выше перечислены все решения, используемые или предлагаемые для уменьшения подогрева топлива в дизелях и бензиновых двигателях, на сегодняшний день.

Авторы представленной статьи считают, что подогрев топлива дополнительно способствует увеличению температуры распылителей форсунок. Это важно, так как ухудшение параметров впрыска при эксплуатации также связано перегревом распылителей. Ограничение температуры распылителей является актуальной задачей проектирования топливных систем [1].

В результате тепловых деформаций возможно зависание иглы распылителя, быстрый износ распылителя, коксование внешних и внутренних поверхностей распылителей. Эти процессы прогрессируют при ухудшении рабочего процесса дизеля.

Установлено, что для распылителей, изготовленных из рекомендованных для них сталей, максимальная допустимая температура равна 220...240 °С. Превышение этой температуры обуславливает быстрое снижение их работоспособности и ухудшение впрыска [1].

Изученные литературные источники говорят о следующем:

1. Подогрев топлива отрицательно влияет на давление впрыска, экономичность дизеля и количество загрязняющих выбросов.

2. Имеется подогрев топлива от стенок топливопроводов в случае более высокой температуры топливопроводов.

3. Случай, когда температура топлива и деталей топливной системы повышается по направлению от топливного насоса высокого давления к форсунке, соответствует реальным условиям.

4. При давлении подачи 146 МПа около 40 % составляет доля повышения температуры топлива от сжатия и около 60 % - доля подогрева от стенок. То есть, наиболее значимым фактором

является подогрев от стенок. Он не зависит от давления и повышает температуру топлива при давлении до 50 МПа.

5. Авторы представленной статьи предполагают, что при эксплуатации дизеля в моторном отсеке, например, трактора подогрев топлива будет еще выше, чем при стендовых испытаниях дизеля. Основанием для этого предположения являются данные источника [6]: воздух в подкапотном пространстве автомобиля в жаркое время нагревается до +80...+100 °С.

6. Авторы статьи считают, что подогрев топлива увеличивает температуру распылителей и снижает их работоспособность.

7. В топливных системах непосредственного действия с подогревом топлива на сегодняшний день борются с помощью выбора схемы циркуляции топлива в линии низкого давления и параметров топливоподкачивающего насоса.

8. На некоторых дизельных легковых автомобилях с системой CR устанавливаются в одну систему и водо-топливные подогреватели и масляно-топливные охладители.

9. Для бензиновых двигателей рекомендуется экранирование бензонасоса, а также установка теплоизоляционных проставок между корпусом бензонасоса и блоком цилиндров двигателя.

10. Рекомендация о защите топливопроводов от нагрева в целях пожаробезопасности будет полезна для уменьшения подогрева топлива.

11. На сегодняшний день не исследованы степень и причины подогрева стенок топливопроводов при стендовых испытаниях дизелей и в условиях эксплуатации в моторном отсеке. Неизвестно, в какой степени на это влияет подогрев топливной системы от других деталей дизеля и от горячего воздуха вокруг него.

12. Актуально изучение подогрева топлива на дизеле в условиях стационарного моторного отсека и отыскание новых, простых и эффективных решений указанной проблемы.

Планируемые методы исследования

Дизель А-41СИ производимый Алтайским моторным заводом будет объектом для исследования. Этот дизель устанавливается, в частности, на гусеничный сельскохозяйственный трактор Агромаш-90ТГ (рисунок 7) производимый Волгоградским тракторным заводом.



Рисунок 7 - Гусеничный сельскохозяйственный трактор Агромаш-90ТГ

Этот дизель имеет 4 цилиндра, является четырехтактным, без наддува, с жидкостной системой охлаждения. Его номинальная мощность равна 66,2 кВт (90 л.с.). Номинальная частота вращения коленчатого вала равна $n = 1750 \text{ мин}^{-1}$, диаметр и ход поршня 130 и 140 мм соответственно.

Исследовательские испытания двигателей в условиях эксплуатации наиболее часто проводятся на стендах. Имитация условий эксплуатации позволяет не изменять одни факторы и изменять другие. Появляется возможность в полной мере использовать методы планирования эксперимента и углубленно исследовать каждый из факторов. Необходимые параметры измерить с требуемой точностью в полевых условиях трудно или невозможно, невозможно определить степень воздействия каждого из факторов на работу двигателя [10].

Для эксплуатационных испытаний стенд оснащают устройствами, воспроизводящими условия эксплуатации (изменение нагрузки, атмосферные условия и др.). Атмосферные условия имитируют на стенде с помощью специальных климатических камер, позволяющих воспроизводить температуру воздуха, его влажность, солнечную радиацию, ветер, осадки и т.д. Например, климатическая камера фирмы Ford в Детройте обеспечивает температуру воздуха в камере от $-43\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+71\text{ }^{\circ}\text{C}$ и другие параметры. Сила и направление ветра воспроизводятся вентилятором, который продувает воздух через специальные жалюзи [10].

Авторы ожидают получить снижение температуры топлива на дизеле в условиях эксплуатации за счет применения теплоизоляционных материалов в топливной системе дизеля. В результате этого ожидается повышение давления впрыска топлива в условиях эксплуатации и улучшение показателей работы дизеля, например снижение параметра g_e .

Для создания условий, наиболее приближенных к условиям эксплуатации дизеля авторы данной статьи впервые предлагают провести стендовые испытания дизеля, помещенного в моторный отсек трактора Агромаш-90ТГ. В этом случае, предлагается укомплектовать дизель всем оборудованием, которое устанавливается при использовании дизеля на тракторе (вентилятор, радиаторы и др.).

У авторов статьи нет климатической камеры для создания и поддержания высоких значений положительных и отрицательных температур, имитации ветра и т.д. Планируется поддержание температуры воздуха в испытательном боксе в пределах $+20\dots +35\text{ }^{\circ}\text{C}$. Эта температура соответствует температуре воздуха в основной период эксплуатации сельскохозяйственных машин.

Размещение дизеля в моторном отсеке при стендовых испытаниях позволит создать температуру воздуха в моторном отсеке близкую к условиям эксплуатации и определить ее.

На первом этапе исследований планируются стендовые испытания дизеля без моторного отсека при постоянной заданной температуре окружающего воздуха и прочих равных условиях. Комплектация дизеля в соответствии с требованиями к сертификационным испытаниям (без радиаторов, без вентилятора и др.).

На втором этапе планируется провести стендовые испытания в моторном отсеке при тех же температурах воздуха за пределами моторного отсека. Это выявит влияние наличия моторного отсека на температуру воздуха вокруг дизеля и показатели его работы. В том и другом случае ветер не будет имитироваться. Созданных в испытательном боксе климатических условий будет достаточно для проведения сравнения.

Третий этап стендовых испытаний в моторном отсеке будет проводиться после проведения теплоизоляции топливной системы. Для этого авторы предлагают при установке топливных фильтров на дизель использовать теплоизоляционные проставки. Наружные поверхности фильтров покрыть теплоизоляционным материалом там, где это возможно. Авторы также предлагают выполнить теплоизоляцию топливопроводов низкого и высокого давления. До применения теплоизоляции будет произведен её расчет по методике [11]: подбор теплоизоляционного материала, его толщины и способа закрепления.

Во время испытаний будут замерены: температуры топлива в фильтре грубой очистки, в топливном насосе высокого давления, в штуцере форсунки; давление топлива в штуцере

топливного насоса высокого давления и форсунки, температура воздуха в моторном отсеке и в испытательном боксе. Мощность N_e дизеля, удельный эффективный расход топлива g_e , количество вредных выбросов в атмосферу также будут измеряться. Испытания будут проводиться на режимах номинальной мощности и максимального крутящего момента дизеля.

Ожидаемые результаты исследования

Авторы ожидают снижение температуры топлива в условиях эксплуатации в результате применения теплоизоляционных материалов, что повысит давление впрыска и улучшит показатели работы дизеля, например параметр g_e .

Также авторы статьи, предполагают снижение рабочей температуры распылителей в результате уменьшения подогрева топлива, что положительно повлияет на их ресурс.

В случае положительных результатов применения теплоизоляции, данный способ может применяться при производстве, ремонте, техническом обслуживании и модернизации топливной аппаратуры дизелей [12].

Заключение

Теплоизоляция топливных систем эксплуатируемых дизелей может осуществляться на предприятиях технического сервиса в качестве новой услуги. Эта услуга может выполняться при ремонте, регулировке, техническом обслуживании, так и отдельно.

Авторы представленной статьи впервые, кроме прочего, формулируют определение «саморазогрев топлива», что означает увеличение температуры топлива без целенаправленного применения для этого каких-либо средств или устройств. Также впервые предлагается использование теплоизоляторов в топливной системе дизеля. Предварительный обзор производимых теплоизоляционных материалов останавливает выбор авторов на жидкой теплоизоляции «Корунд».

Авторы статьи будут рады сотрудничать с коллегами со всего мира в исследованиях указанном проблемы.

Список литературы

1. Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А. Топливная аппаратура и системы управления дизелей: учебник для вузов. М.: Легион–Автодата, 2004. 344 с.
2. Tausenev E., Svistula A. The research into the disaxial cam mechanism for diesel fuel-injection pump // TRANSPORT. Vilnius: Technika, 2005, Vol. XX, No. 6. P. 225-231. ISSN 1648 - 4142.
3. Свистула А.Е., Таусенев Е.М. Совершенствование дизельного топливного насоса высокого давления. Снижение нагруженности кулачкового механизма применением дезаксиала. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, Germany, 2012. 129 с. ISBN-13: 978-3-8465-1907-3.
4. Габитов И.И., Грехов Л.В., Неговора А.В. Техническое обслуживание и диагностика топливной аппаратуры автотракторных дизелей. М.: Легион-Автодата, 2008. 248 с.
5. Программный комплекс "ВПРЫСК". Режим доступа: <http://www.energy.power.bmstu.ru/e02/inject/i00rus.htm> (дата обращения: 15.06.2011).
6. Баженов С.П., Казьмин Б.Н., Носов С.В. Основы эксплуатации и ремонта автомобилей и тракторов: учебник для вузов / под ред. С.П. Баженова. М.: Изд-во Центр «Академия», 2005. 400 с.
7. Эксплуатация автомобиля в неблагоприятных условиях. Режим доступа: <http://www.alechenkov.ru/zkspluatuz/qkspluatuzua/index.html> (дата обращения: 17.06.2011).

8. Грехов Л.В. Аккумуляторные топливные системы двигателей внутреннего сгорания типа Common Rail: учеб. пособие. М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2000. 64 с.
9. Тюнин А.А. Диагностика электронных систем управления двигателями легковых автомобилей. М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2007. 352 с.
10. Костин А.К., Пугачев Б.П., Кочинев Ю.Ю. Работа дизелей в условиях эксплуатации. Л: Машиностроение, 1989. 284 с.
11. Кузнецов Г.Ф. Тепловая изоляция. М.: Стройиздат, 1985. 421 с.
12. Таусенев Е.М. Проект «Модернизация дизеля»: официальный проект «Национальной ассоциации инноваций и развития информационных технологий». 2012. Режим доступа: <http://kulibin.org/projects/show/2197> (дата обращения: 15.03.2012).

Use of heat insulators for reparation, maintenance and modernization of diesel fuel injection equipment. Goal setting, selection and research methods.

08, August 2012

DOI: [10.7463/0812.0452551](https://doi.org/10.7463/0812.0452551)

Tausenev E.M., Svistula A.E.

Russia, I.I. Polzunov Altai State Technical University
Russia, Altai State Agrarian University
tausenev_e_m@bkl.ru

The article presents a review of previous studies on thermal effects during fuel injection. It was found out that the most important is fuel heating as a result of heat supply from the walls of the fuel pipe and due to compression. As of today, no one has studied yet the degree and causes of heating of fuel pipe walls during a benchmark testing of diesel engines and during operation in the engine compartment. It is not known to what extent this is affected by heating of the fuel system when heat comes from other parts of the and from hot air around it. The authors suggest that during the use of diesel in the engine compartment fuel heating will be higher than during benchmark testing of the diesel engine. This paper shows what solutions are used to reduce fuel heating in diesel and gasoline engines to date. The authors propose to study the possibility of applying insulating materials in order to reduce fuel heating in the fuel system of a diesel engine.

Publications with keywords: [diesel engine](#), [diesel engine fuel system](#), [diesel fuel heating](#), [increase in pressure of fuel injection](#), [thermal intensity of a nozzle](#), [thermal isolation](#), [fuel self-heating](#)
Publications with words: [diesel engine](#), [diesel engine fuel system](#), [diesel fuel heating](#), [increase in pressure of fuel injection](#), [thermal intensity of a nozzle](#), [thermal isolation](#), [fuel self-heating](#)

References

1. Grekhov L.V., Ivashchenko N.A., Markov V.A. *Toplivnaia apparatura i sistemy upravleniia dizelei* [Fuel injection equipment and control systems of diesel engines]. Moscow, Legion–Avtodata, 2004. 344 p.
2. Tausenev E., Svistula A. The research into the disaxial cam mechanism for diesel fuel-injection pump. *TRANSPORT*. Vilnius, Technika Publ., 2005, vol. 20, no. 6, pp. 225-231. ISSN 1648 - 4142.
3. Svistula A.E., Tausenev E.M. *Sovershenstvovanie dizel'nogo toplivnogo nasosa vysokogo davleniia. Snizhenie nagruzhenosti kulachkovogo mekhanizma primeneniem dezaksiala* [Improvement of diesel high pressure fuel pump. Reducing of loading cam mechanism using disaxial]. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, Germany, 2012. 129 p. ISBN-13: 978-3-8465-1907-3

4. Gabitov I.I., Grekhov L.V., Negovora A.V. *Tekhnicheskoe obsluzhivanie i diagnostika toplivnoi apparatury avtotraktornykh dizelei* [Maintenance and diagnostics of automotive diesel fuel equipment]. Moscow, Legion-Avtodata, 2008. 248 p.
5. *Programmnyi kompleks "VPRYSK"* [The program complex "INJECTION"]. Available at: <http://www.energy.power.bmstu.ru/e02/inject/i00rus.htm> , accessed 15.06.2011.
6. Bazhenov S.P., Kaz'min B.N., Nosov S.V. *Osnovy ekspluatatsii i remonta avtomobilei i traktorov* [Fundamentals of operation and repair of motor vehicles and tractors]. Moscow, Tsentr «Akademiia» Publ., 2005. 400 p.
7. *Ekspluatatsiia avtomobilia v neblagopriiatnykh usloviakh* [Car operation in adverse conditions]. Available at: <http://www.alechenkov.ru/zkspluatazuz/qkspluatazua/index.html> , accessed 17.06.2011.
8. Grekhov L.V. *Akkumuliatornye toplivnye sistemy dvigatelei vnutrennego sgoraniia tipa Common Rail* [Accumulator fuel systems of internal combustion engines of the type Common Rail]. Moscow, Bauman MSTU Publ., 2000. 64 p.
9. Tiunin A.A. *Diagnostika elektronnykh sistem upravleniia dvigateliami legkovykh avtomobilei* [Diagnosis of electronic control systems for engines of passenger cars]. Moscow, SOLON-PRESS, 2007. 352 p.
10. Kostin A.K., Pugachev B.P., Kochinev Iu.Iu. *Rabota dizelei v usloviakh ekspluatatsii* [The work of the diesel engine in operation]. Leningrad, Mashinostroenie, 1989. 284 p.
11. Kuznetsov G.F. *Teplovaia izoliatsiia* [Lagging]. Moscow, Stroiizdat, 1985. 421 p.
12. Tausenev E.M. *Proekt «Modernizatsiia dizelia»: ofitsial'nyi proekt «Natsional'noi assotsiatsii innovatsii i razvitiia informatsionnykh tekhnologii». 2012* [Project "Modernization of diesel": an official project of "National Association of innovations and the development of information technology". 2012]. Available at: <http://kulibin.org/projects/show/2197> , accessed 15.03.2012.