

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АПК

УДК 621.43.03.001.4

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОДОГРЕВА ДИЗЕЛЬНОГО СМЕСЕВОГО ТОПЛИВА НА ЦИКЛОВУЮ ПОДАЧУ И ДАВЛЕНИЕ ТОПЛИВА В НАДПЛУНЖЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ТНВД

Аверьянов Александр Сергеевич, аспирант кафедры «Эксплуатация мобильных машин и технологического оборудования», Технологический институт – филиал ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»

тел. 89021288304, 433502, Ульяновская обл., Россия, г. Димитровград, ул. Осипенко, д. 19а, кв. 58, E-mail: averyanovs.as@mail.ru.

Уханов Александр Петрович, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Тракторы, автомобили и теплоэнергетика» ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА», тел. (8412) 62-85-17, 440014, Россия, г. Пенза, ул. Конструкторская, д. 2, кв. 94, E-mail: ukhanov.penza@mail.ru.

Ключевые слова: дизельная топливная аппаратура, топливный насос высокого давления, смесевое топливо, подогрев, вязкость, цикловая подача.

Горение топлива в цилиндрах дизеля происходит в течение очень короткого периода, а полнота его сгорания зависит от степени использования воздуха в камере сгорания. Последнее обеспечивается глубиной проникновения топливной струи и степенью распыливания топлива по всему объёму камеры сгорания. Эти параметры напрямую зависят от давления топлива в надплунжерном пространстве топливного насоса высокого давления (ТНВД) и от цикловой подачи топлива [1]. опыты показывают, что в зависимости от вязкости давление топлива над плунжером и цикловая подача ТНВД значительно изменяются. Очевидно, что слишком вязкое топливо будет поступать в камеру сгорания в недостаточном количестве. С другой стороны, слишком низкая вязкость топлива может привести к недостаточной герметичности плунжерной пары [2].

Вязкость дизельного топлива не может быть уменьшена ниже допустимых пределов также потому, что у дизелей топливо одновременно играет роль смазки сопряжений (плунжер - втулка, игла распылителя - корпус, нагнетательный клапан - седло). Сопряжения и прецизионные пары ТНВД быстрее изнашиваются на топливе с малой смазочной способностью [3, 4, 5].

В настоящее время в дизелях авто-тракторной техники широко применяют в качестве моторного топлива дизельное

смесевое топливо (ДСТ) [6], представляющее собой смесь минерального топлива и растительного масла, например, рапсового. При повышении вязкости ДСТ увеличивается также нагрузка на элементы ТНВД. Так как вязкость ДСТ напрямую зависит от концентрации в нём рапсового масла (РМ), то нами проведены экспериментальные и теоретические исследования, направленные на изучение влияния процентного состава ДСТ на цикловую подачу и давление топлива в надплунжерном пространстве ТНВД. Экс-

периментальные исследования проводили на безмоторной установке, в состав которой входили:

- стенд для испытаний и регулировки дизельной топливной аппаратуры КИ - 921М;

- модернизированный топливный насос высокого давления 4УТНМ, обеспечивающий попарную работу насосных секций одновременно на двух видах топлива (минеральном дизельном топливе (ДТ) и ДСТ);

- датчики давления топлива KV2BDE-Bosch для снятия осциллограмм давления топлива на выходе из штуцера ТНВД и на входе в форсунку;

- термостат ТЖ-ТС-01 для поддержания постоянной температуры испытуемого топлива с погрешностью $\pm 1^\circ\text{C}$;

- аналого-цифровой преобразователь LA 1,5 PCI, совместимый с персональным компьютером и электрически соединённый с датчиками давления топлива и начала впрыска.

Исследования проводили при закреплённой рейке ТНВД на различных оборотах кулачкового вала ТНВД, начиная с пусковых (200 мин^{-1}) и заканчивая номинальными оборотами (1100 мин^{-1}) с шагом 100 мин^{-1} . Работа ТНВД происходила на минеральном ДТ марки Л-0,2-40 и ДСТ следующего состава: 10 % РМ + 90 % ДТ; 25 % РМ + 75 % ДТ; 37 % РМ + 63 % ДТ; 50 % РМ + 50 % ДТ; 63 % РМ + 37 % ДТ; 75 % РМ + 25 % ДТ; 90 % РМ + 10 % ДТ и 100 % РМ. Перед началом исследований ТНВД был отрегулирован на цикловую подачу ($72 \pm 1,5 \text{ мм}^3/\text{цикл}$), соответствующую работе дизеля Д-243 на минеральном ДТ [7].

Параметры топливоподачи рассчитывали с использованием программного комплекса «ВПРЫСК» четвертого поколения, разработанного в МГТУ им. Н.Э. Баумана. Этот программный комплекс описывает процесс подачи жидких топлив в напорных топливных системах и является инструментом исследования, проектирования и оптимизации топливных систем.

Теоретические и экспериментальные исследования проводили при постоянной температуре топлива 30°C , а также в при нагревании ДСТ от 30°C до 80°C . Топливо

подогревали таким образом, чтобы вязкость нагреваемого ДСТ соответствовала вязкости минерального ДТ при температуре 30°C . В результате проведённых исследований были получены данные, которые были обработаны и приведены в виде графиков (рис. 1 – 4).

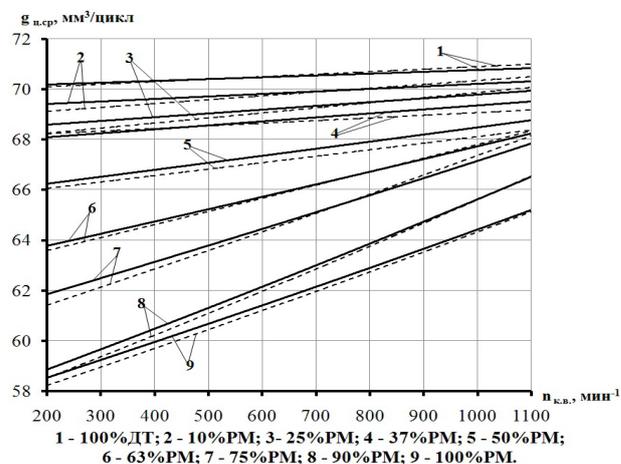


Рис. 1 – Скоростная характеристика ТНВД при различной концентрации рапсового масла в ДСТ (температура топлива 30°C): — эксперимент, - - - расчёт

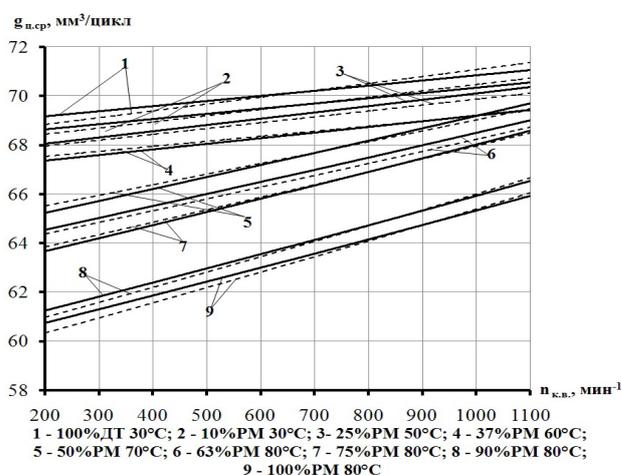


Рис. 2 – Скоростная характеристика ТНВД при различной концентрации рапсового масла в ДСТ (при нагреве топлива от 30°C до 80°C): — эксперимент, - - - расчёт

Из анализа рисунка 1 следует, что с повышением концентрации рапсового масла в ДСТ и частоты вращения кулачкового вала ТНВД при температуре 30°C происходит резкое снижение цикловой подачи топлива. Такое снижение цикловой подачи негативно сказывается на пуске двигателя и на его ра-

боте в целом, т. к. при этом снижается мощность и ухудшаются другие технико-экономические показатели.

Из анализа рис. 2 следует, что при нагревании дизельных смесевых топлив до температуры, при которой их вязкость соответствует вязкости ДТ при температуре 30°C, с повышением концентрации рапсового масла в ДСТ и частоты вращения кулачкового вала ТНВД также происходит снижение цикловой подачи топлива, но не так резко, как при температуре 30°C. Такая тенденция наблюдается во всём диапазоне частот вращения кулачкового вала ТНВД, вплоть до применения ДСТ с содержанием 67% РМ, нагретого до температуры 80°C. Дальнейшее повышение концентрации в ДСТ до 75% РМ, 90% РМ и 100% РМ и их подогрев до температуры 80°C не приводят к существенному увеличению цикловой подачи топлива по сравнению с подачей топлива при температуре 30°C.

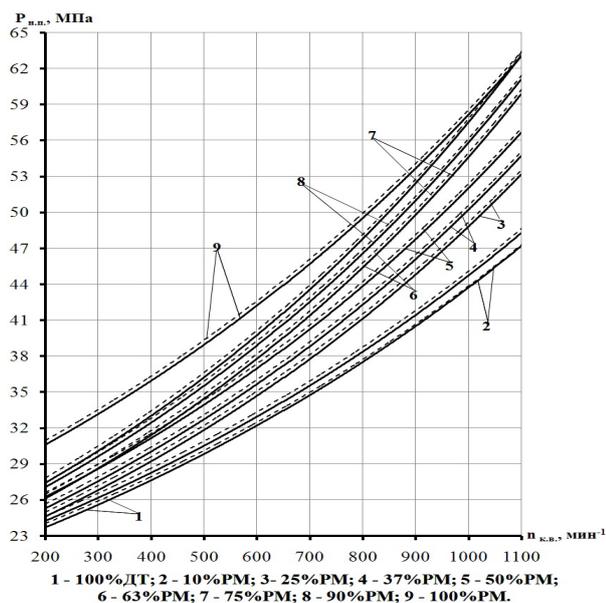


Рис. 3 – Зависимость давления топлива в надплунжерном пространстве ($P_{н.п.}$) ТНВД от частоты вращения кулачкового вала ТНВД ($n_{к.в.}$) и от процентного состава ДСТ (температура 30°C):

— эксперимент, — — расчёт

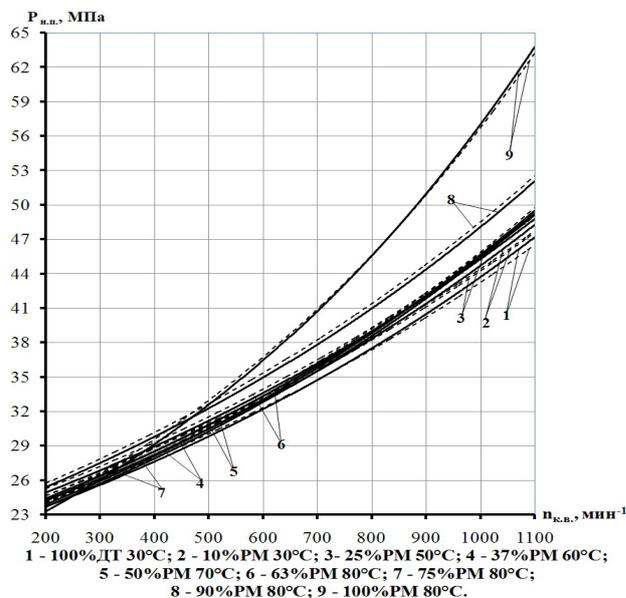


Рис. 4 – Зависимость давления топлива в надплунжерном пространстве ($P_{н.п.}$) ТНВД от частоты вращения кулачкового вала ТНВД ($n_{к.в.}$) и от процентного состава ДСТ (нагрев от 30°C до 80°C):

— эксперимент, — — расчёт

Анализ рис. 3 показал, что с повышением концентрации рапсового масла в ДСТ и частоты вращения кулачкового вала ТНВД при температуре 30°C происходит значительное увеличение давления топлива в надплунжерном пространстве насосных секций. Такое повышение давления топлива над плунжером приводит к повышению нагрузки на детали и сопряжения топливной аппаратуры и сбоям в её работе [8].

Из анализа рис. 4 следует, что при нагревании ДСТ до температуры, при которой их вязкость соответствует вязкости ДТ при температуре 30°C, с повышением концентрации рапсового масла в ДСТ и ростом частоты вращения кулачкового вала ТНВД давление топлива в надплунжерном пространстве повышается, но не значительно. Такая тенденция наблюдается вплоть до применения ДСТ с содержанием 75% РМ, нагретого до температуры 80°C. Дальнейшее повышение концентрации в ДСТ до 90% РМ и 100% РМ и их подогрев до 80°C не приводят к снижению давления топлива в надплунжерном пространстве ТНВД по сравнению с давлением топлива при температуре 30°C.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

1. Снижение цикловой подачи и повышение давления топлива в надплунжерном пространстве ТНВД при температуре 30°C обусловлены значительным ростом вязкости топлива с увеличением концентрации РМ в ДСТ. Применение ДСТ с концентрацией выше 33% РМ при температуре 30°C не представляется возможным без значительной модернизации топливной системы.

2. Замедленное снижение цикловой подачи и незначительное изменение давления топлива в надплунжерном пространстве ТНВД при нагревании ДСТ (от 30°C до 80°C) обусловлены поддержанием вязкости различных его концентраций на одном уровне. При таких условиях появляется возможность применять в дизелях ДСТ с концентрацией до 67% РМ при температуре 80°C. Для использования ДСТ с более высоким содержанием РМ необходимо обеспечить его нагрев до температуры 100°C и выше, что в полевых условиях невозможно вследствие больших теплотерь и сопряжено с повышенным риском выхода из строя узлов и агрегатов топливной аппаратуры дизеля.

Библиографический список

1. Свиридов, Ю.Б. Топливо и топливоподача автотракторных дизелей / Ю.Б. Свиридов, Л.В. Малявинский, М.М. Вихерт. – Л.: Машиностроение, 1979. – 248 с.
2. Грехов, Л.В. Топливная аппаратура и системы управления дизелей / Л.В. Грехов, Н.А. Иващенко, В.А. Марков. – М.: Легион – Автодата, 2004. – 344 с.
3. Основные направления исследований и результаты использования топлив из возобновляемых ресурсов / С.П. Кулмананков, Д.Д. Матиевский, А.В. Шашев, В.А. Мещеряков // Ползуновский вестник. – 2009. – № 2. – С. 7-16.
4. Уханов, А.П. Исследование изменения физических свойств смесового рапсово-минерального топлива при различных температурах / А.П. Уханов, А.С. Аверьянов // Достижения и перспективы развития биотехнологии: сборник материалов Всероссийской НПК. – Пенза: РИО ПГСХА, 2010. – С. 9-13.
5. Уханов, А.П. Исследование влияния дизельных смесовых топлив различной композиции на параметры топливоподачи дизеля / А.П. Уханов, А.С. Аверьянов // Вклад молодых учёных в инновационное развитие АПК России: сборник материалов Всероссийской НПК. – Пенза: РИО ПГСХА, 2010. – С. 135-136.
6. Нетрадиционные технологии. Энергетика биоотходов. Термины и определения: ГОСТ Р 52808-2007. - Введ. 2007-12-27. – М.: Изд-во стандартов, 2007. – 25 с.
7. Губейдуллин, Х.Х. Сравнительный анализ использования фильтровальных перегородок плоских и трубчатых текстильных фильтров / Х.Х. Губейдуллин, И.И. Шигапов // Вестник УГСХА № 1. - Ульяновск, 2011, С. 123 - 126.
8. Насосы топливные дизелей. Общие технические условия [Текст]: ГОСТ 10578-95. – Взамен ГОСТ 10578-86; Введ. 1997-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 19 с.
9. Уханов, А.П. Зависимость работы дизельной топливной аппаратуры от процентного состава смесового топлива [Текст] / А.П. Уханов, А.С. Аверьянов // Вклад молодых учёных в инновационное развитие АПК России: сборник материалов Всероссийской НПК. – Пенза: РИО ПГСХА, 2009. – С. 29-30.