

## АНАЛИЗ СПОСОБОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СВОЙСТВА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Е. Г. ЗЫКОВ, аспирант  
С. А. ПЛОТНИКОВ, д-р техн. наук, профессор  
М. В. МОТОВИЛОВА, канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет»,  
Киров, Российская Федерация

**Введение.** Надежный пуск тракторных и автомобильных двигателей при низких температурах окружающего воздуха, а также в случае использования альтернативных топлив и топливных композиций с повышенными значениями кинематической вязкости в настоящее время обеспечивается комплексом мероприятий:

- высокими пусковыми качествами, собственно, двигателей;
- применением маловязких масел или загущенных всесезонных масел с пологими вязкостно-температурными характеристиками;
- применением эффективных средств облегчения пуска и подогрева топлива.

При этом производители двигателей внутреннего сгорания (ДВС) стремятся обеспечить пуск и безаварийную работу двигателя даже при отрицательных температурах. Большинство современных дизелей в настоящее время пускаются при температурах до  $-10^{\circ}\text{C}$ . При более низких температурах рекомендуется их разогрев или заправка горячей водой и маслом с помощью подогревателей. Разогрев занимает много времени, является несовершенным и трудоемким способом, поэтому не решает проблемы в целом.

В ряде случаев для улучшения пусковых свойств дизеля, повышения эффективных и экологических показателей работы, его комплектуют различными системами подогрева.

**Обзор литературы.** В результате анализа данных результатов исследований, проводимых, как в РФ, так и за рубежом можно выделить два основных направления воздействия на дизельное топливо (ДТ) – физические и химические способы (таблица) [1, 2]. При использовании физических способов осуществляется внешнее ультрафиолетовое, магнитное, электромагнитное, термическое, радиационное и другие виды воздействия на ДТ. Химические же способы воздействия, напротив, основываются на использовании свойств, дополнительно вводи-

мых в ДТ присадок, изменяющих и дополняющих физико-химические свойства самого топлива.

### Направления воздействия на дизельное топливо

Вид воздействия	Направление	Недостатки
<b>Химическое воздействие</b>		
Использование химических веществ (присадки, добавки)	Улучшение эксплуатационных свойств ДТ и эффективных показателей ДВС	Недостаточная стабильность ДТ, жесткость процесса сгорания.
Добавка в ДТ (спирты, масла, эфиры)	Улучшение эксплуатационных свойств ДТ и эффективных показателей ДВС	Недостаточная стабильность ДТ, жесткость процесса сгорания.
<b>Физическое воздействие</b>		
Обработка ДТ ультразвуком	Улучшение эксплуатационных свойств ДТ и эффективных показателей ДВС	Необходимость длительного воздействия ультразвука
Подогрев топлива в линии низкого давления	Улучшение эксплуатационных свойств ДТ	Физико-механические свойства ДТ не влияют на процесс сгорания
Подогрев топлива в линии высокого давления	Улучшение эксплуатационных свойств ДТ и эффективных показателей ДВС	Необходимость встраиваемого оборудования в линию высокого давления.
Радиационное облучение	Улучшение эксплуатационных свойств ДТ и эффективных показателей ДВС	Изменение свойств ДТ даже после прекращения облучения.
Воздействие магнитным, электромагнитным полями	Улучшение эксплуатационных свойств ДТ и эффективных показателей ДВС	Необходимость специального устройства. Опасность применения высокого напряжения
Воздействие электрическим полем	Увеличение скорости горения и интенсификация сгорания ДТ при отрицательной короне	Необходимость специального устройства
УФ-облучение топлива	Улучшение эффективных показателей ДВС	Необходимость специального устройства
Ионизирование, озонирование ДТ	Интенсификация процесса сгорания ДТ	Невозможность длительного хранения ДТ

Большинство рассмотренных выше вариантов требует наличия технически сложного обеспечения, часто весьма энергоемкого, необходимость длительного (до 72 часов) воздействия на ДТ, при этом нередко констатируется возникновение отрицательных факторов.

Соответственно, термическое влияние на ДТ в линии низкого или высокого давления, можно считать достаточно перспективным

направлением. Зарубежные компании предлагают ряд конструкций подогревателей ДТ в линии низкого давления (рис. 1) [3–5].

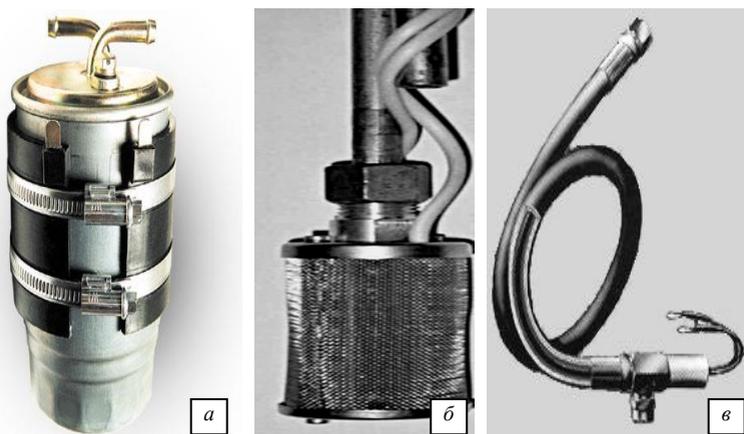


Рис. 1. Подогреватели дизельного топлива: *а* – накладной подогреватель фильтра тонкой очистки («Накоман»); *б* – топливозаборник с подогревателем («Ивэль»); *в* – подогреватель топливопроводов («Термолайн»)

Для прогрева фильтра и гарантированного обеспечения проходимости топлива подогревателем компании «Накоман» (рис. 1, *а*) достаточно 3–8 мин, за которые температура топлива в фильтре повысится на 20–25 °С.

В подогревателе топливозаборника на ПТК-керамике (рис 1, *б*) используется электрический подогрев топлива от сети автомобиля с напряжением 12 В или 24 В. Максимальная мощность подогревателя составляет 150 Вт, что позволяет производить запуск двигателя через 3–5 мин после включения.

Подогреватель топливопроводов «Термолайн» (рис. 1, *в*) – саморегулируемый подогреватель топливной магистрали, в котором обеспечивается автоматическое уменьшение потребляемого тока при его разогреве. Установка подогревателя производится простой заменой штатного отрезка топливопровода.

**Основная часть.** Применение подогревателей ДТ в линии низкого давления не решает основную задачу – повышение эксплуатационных показателей работы дизеля.

Предварительный подогрев топлива целесообразно производить на линии высокого давления до температур, равных 250...300 °С. Предварительный подогрев ДТ до температур, соответствующих температуре начала его кипения, характеризуется процессом образования активных центров самовоспламенения. Сгорание ДТ начинается практически сразу после его поступления в камеру сгорания (КС), так как период задержки воспламенения (ПЗВ) становится минимальным, а время испарения и диффузионного перемешивания топлива с воздушным зарядом за счет интенсивного тепло- и массопереноса сокращается. Значение максимального давления и температуры цикла смещается ближе к ВМТ, что приводит к экономичной работе двигателя и снижению концентрации вредных веществ в отработавших газах (ОГ).

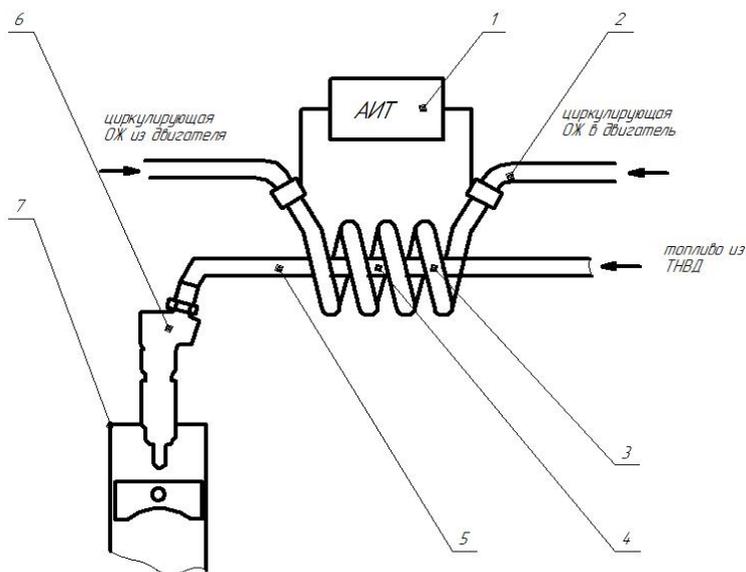


Рис. 2. Индукционный нагреватель топлива: 1 – автономный инвертор тока; 2 – индуктирующий провод; 3 – катушка индуктивности; 4 – теплообменник; 5 – топливопровод высокого давления; 6 – форсунка; 7 – головка блока цилиндров

Кроме того, нет необходимости в изменении штатной системы топливоподачи.

Для решения этой задачи в исследованиях [6, 7] был использован индукционный нагреватель оригинальной конструкции (рис. 2) [8].

Применение предложенного устройства (рис. 2) позволило упростить конструкцию в целом, уменьшить ее стоимость за счет применения более простого теплообменника; сократить время на нагрев и увеличить скорость термического воздействия на топливо в результате более быстрого местного интенсивного и равномерного по поверхности нагрева теплообменника за счет примененной многовитковой катушки индуктивности, а также снизить тепловую напряженность индуцирующего провода при помощи циркуляции через его сечение охлаждающей жидкости из системы охлаждения двигателя.

В ходе экспериментальных исследований на полноразмерном автотракторном дизеле было установлено, что, подогрев дизельного топлива до 300 °С позволяет снизить жесткость процесса сгорания на 5,4 %, снизить часовой расход топлива на 3,07–7,36 %, а также снизить выбросы сажи в ОГ на 2–5 % [9–12].

Следующим этапом исследований будет оценка влияния предварительного высокотемпературного подогрева топлива на пусковые свойства автотракторного дизеля 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2).

**Заключение.** Анализ известных физических и химических способов воздействия на свойства дизельного топлива позволил выявить наиболее перспективные методы.

Подогрев дизельного топлива до 300 °С позволяет снизить жесткость процесса сгорания, часовой расход топлив и выбросы сажи в отработавших газах, благотворно влияет на протекание рабочего процесса в цилиндре дизеля.

Следующим этапом исследований будет оценка влияния предварительного высокотемпературного подогрева топлива на пусковые свойства автотракторного дизеля 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Плотников, С. А. Пути повышения эффективности работы дизелей на альтернативных топливах / С. А. Плотников // Проблемы механизации и сервисного обслуживания технологического оборудования в сельскохозяйственном производстве. – Киров, 2002. – С. 85–91.
2. Плотников, С. А. Расчетно-теоретические исследования работы дизеля на альтернативных топливах / С. А. Плотников. – Киров: Авангард, 2009. – 174 с.
3. <https://www.youtube.com/watch?v=5jvLIR9R24Q>.
4. <https://tech.wikireading.ru/13681>.
5. <https://termomir.com/heater/nomacons/thermoline>.
6. Карташевич, А. Н. Исследование процесса сгорания активированного топлива в автотракторном дизеле / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников, М. В. Мотовилова // Тракторы и сельхозмашины. – 2022. – № 1. – С. 31–42.

7. Мотовилова, М. В. Разработка методики интенсификации рабочего процесса дизеля / М. В. Мотовилова, Е. Д. Петухович // Общество. Наука. Инновации (НПК-2019). – Киров: ВятГУ, 2019. – Т. 2. – С. 232–238.

8. Мотовилова, М. В. Индукционный нагреватель топлива / М. В. Мотовилова, Ш. В. Бузиков, П. Ю. Малышкин, А. Н. Карташевич // Патент РФ № 2688131, МПК F02M 31/00, F02M 31/12, H05B 6/00, H05B 6/10. – 7 с.

9. Карташевич, А. Н. Обзор устройств для улучшения эксплуатационных свойств дизельного топлива при отрицательных температурах / А. Н. Карташевич, А. В. Гордеевко, О. В. Гордеевко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – Вып. 8. – С. 278–283.

10. Карташевич, А. Н. Перспективы развития научного сотрудничества УО БГСХА и ВятГУ / А. Н. Карташевич, Ш. В. Бузиков, С. А. Плотников // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – Вып. 8. – С. 14–17.

11. Карташевич, А. Н. Сотрудничество БГСХА и ВятГУ в области транспортного машиностроения / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников, Ш. В. Бузиков // Вестн. БГСХА. – 2022. – № 4. – С. 177–179.

12. Разработка технологий применения нетрадиционных топлив в дизелях / С. А. Плотников, А. Н. Карташевич, Е. Г. Зыков, Н. Ю. Кутергин // Вестн. НГИЭИ. – 2023. – № 2 (141). – С. 7–18.

*Аннотация.* В результате анализа данных результатов исследований, проводимых как в РФ, так и за рубежом, можно выделить два основных направления воздействия на дизельное топливо – физические и химические способы. Большинство рассмотренных вариантов требует наличия технически сложного обеспечения, часто весьма энергоемкого, необходимость длительного воздействия на ДТ, при этом нередко констатируется возникновение отрицательных факторов. Соответственно, термическое влияние на ДТ в линии низкого или высокого давления, можно считать достаточно перспективным направлением. Предварительный подогрев топлива целесообразно производить на линии высокого давления до температур, равных 250–300 °С. Для решения этой задачи был использован индукционный нагреватель оригинальной конструкции. В ходе экспериментальных исследований было установлено, что подогрев топлива до 300 °С позволяет снизить жесткость процесса сгорания на 5,4 %, часовой расход топлива на 3,07–7,36 % и снизить выбросы сажи в ОГ на 2–5 %. Следующим этапом исследований будет оценка влияния предварительного высокотемпературного подогрева топлива на пусковые свойства автотракторного дизеля.

*Ключевые слова:* дизель, дизельное топливо, подогрев, процесс сгорания, эффективные показатели.