

Анализ способов очистки топлива на нефтебазах

В.А. Шахов, д.т.н., профессор, П.А. Стрельцов, аспирант, И.М. Затин, к.т.н., Ю.А. Ушаков, д.т.н., профессор, А.П. Козловцев, д.т.н., ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ

Топливо для использования в двигателях должно соответствовать требованиям ГОСТа и техническим характеристикам эксплуатируемого силового агрегата. Качество топливных материалов, их воздействие на техническое состояние машин и механизмов, безотказная работа любой машины зависят не только от неукоснительного соблюдения установленных эксплуатационных правил и норм, но и от применения определённых сортов (видов) топливных материалов [1, 2].

Качество топлива при использовании оказывает влияние на эксплуатационные показатели двигателей внутреннего сгорания: экономичность, долговечность, токсичность отработавших газов, металлоёмкость и др. К примеру, путём использо-

вания высокоэффективных топливных материалов ресурс двигателя можно увеличить в 2 раза, а токсичность отработавших газов возможно уменьшить. Увеличение ресурса двигателя ведёт к снижению эксплуатационных затрат [3, 4].

Существенное значение имеет способ очистки топлива в ходе осуществления его процедуры.

Цель исследования – проанализировать способы очистки топлива при хранении на нефтебазах.

Материалы, методы и результаты исследования. В настоящее время на нефтебазах используют различное оборудование и проводят мероприятия по предотвращению загрязнений топлива атмосферной пылью, а также влагой.

Широко применяются фильтры для очистки топливных фракций лёгких углеводородов в совокупности с новыми гидрофильными мембранами, центрифугами (сепараторами) и циклонами.

Топливо для использования в двигателях должно соответствовать определённым стандартам и характеристикам. Воспламеняемость и горючесть топлива определяются температурными и концентрационными пределами воспламенения, пределами устойчивого горения, температурой самовоспламенения, устойчивостью против детонации.

Пределы устойчивого горения – это пределы изменения состава топливовоздушной системы в двигателях, при которых обеспечивается устойчивое, полное и бездымное сгорание топлива в цилиндрах двигателя. Состав смеси характеризуется коэффициентом избытка воздуха, представляющим собой отношение массы воздуха, расходуемого двигателем, к количеству воздуха, теоретически необходимого для сгорания подаваемого в двигатель количества топлива [5, 6].

Прокачиваемость топлива определяется температурой его помутнения и застывания, вязкостью.

Склонность топлива к нагару и лакоотложениям зависит от содержания в нём ароматических углеводородов, смолистых веществ, тетраэтилсвинца.

Коррозионная активность топлива и продуктов его сгорания определяется наличием в топливе коррозионно-активных веществ.

Физическая и химическая стабильность характеризуется потерями от испарения, склонностью к расслаиванию отдельных компонентов топлива, гигроскопичностью, склонностью к окислению в процессе хранения топлива.

На качество смесеобразования вместе с конструкцией камеры сгорания в двигателе оказывают немаловажное влияние такие свойства применяемого топлива как плотность, вязкость, давление насыщенных паров, поверхностное натяжение, фракционный состав и др.

Одной из причин отказов топливной аппаратуры является наличие воды и механических примесей в дизельном топливе. Вода и механические примеси могут попадать в топливо, начиная от пути следования его из нефтеперерабатывающего завода, места хранения – нефтебазы, места заправки и до использования в двигателе. Большинство механических примесей имеют большую твёрдость и вызывают повышенный износ деталей двигателя. Большой вред топливным насосам высокого давления, насосам-форсункам, форсункам наносят механические примеси. В прецизионных парах зазор составляет 1,5–3 мкм, поэтому даже небольшое количество механических примесей, размер которых соизмерим с зазором плунжерных пар, вызывает их интенсивное изнашивание. При использовании засорённого топлива срок службы топливной аппаратуры сокращается в 5 раз [7, 8].

Перед заправкой в бак машины топливо должно отстаиваться не менее 11 дней. Чистота различных слоёв топлива при этом будет неодинаковой. Отстаивание является наиболее простым видом очистки топлива. Но даже при 11-дневном отстое в нижних

слоях топлива остаются мельчайшие частички механических примесей, представляющие наибольшую опасность для топливной аппаратуры. Машины необходимо заправлять топливом с верхних слоёв.

В настоящее время существует достаточное количество методов, при помощи которых осуществляется очистка топлива от воды и механических примесей. Наибольшее распространение на практике получили отстаивание, центробежная очистка и фильтрация. Безусловно, эти методы имеют свои преимущества и недостатки, поэтому не прекращаются исследования в направлении разработки новых физических и физико-химических подходов к очистке топлива. Их условно можно разделить на методы разового и длительного действия.

Методы, которые можно отнести к первой группе, используют предварительную обработку топлива. В этом случае технологическая обработка достигается за счёт промывки топлива горячей водой или водяным паром. Необходимость использования воды продиктована её свойствами – это поверхностно-активное соединение, которое может извлекать большинство примесей, находящихся на разделе фаз топливо – вода. В свою очередь, чтобы оперативно и полностью удалить воду после промывки, необходимо вводить в топливо специальные деэмульгаторные компоненты. Очистка топлива данным способом не позволяет полностью избавиться от примесей. Удаляются лишь частицы, размер которых составляет от 3 до 15 мкм. В топливе остаются загрязнения размером 1–2 мкм.

Применяется также гидродинамический метод обработки. В случае его использования топливо под давлением 21–35 МПа пропускают через специальный конический клапан, после чего постепенно производят редукцию давления практически до атмосферного. В результате резкого изменения скорости истечения топлива и давления в клапане происходит разрушение сгущений асфальто-смолистого типа. Недостатком данного метода является то, что механические примеси неорганического происхождения при этой технологической операции не разрушаются. Также не изменяется суммарное количество загрязнений в топливе, но увеличивается их дисперсность, что позволяет исключить интенсивное засорение фильтров, трубопроводов и форсунок [1, 2, 7].

Очистка топлива может реализоваться за счёт кратковременных звуковых колебаний. В этом случае частицы механических примесей, наоборот, увеличиваются в размерах в результате акустической коагуляции. Такие загрязнения проще удаляются с помощью процесса фильтрации.

Чтобы очистить нефтяное топливо от воды, могут применять электросепараторы. Принцип работы таких приборов состоит в том, что электрическое поле вызывает коагуляцию капелек воды, которые потом можно отделить от топлива с помощью воздействия гравитационных или центробежных сил.

К традиционным способам очистки топлива относятся: отстаивание, фильтрация, центрифугирование, адсорбционный, химический, смешение и добавление недостающих компонентов.

Одним из наиболее простых способов восстановления качества нефтепродуктов является отстаивание, при помощи которого возможно удалять из топлива и масел значительную часть механических примесей и воды. Этот способ эффективен при условии значительного различия плотностей загрязнений и нефтепродуктов, а частицы при этом имеют достаточно крупный размер. На практике отстаивание применяют как первую фазу очистки, непосредственно перед процессом фильтрации.

Недостаток метода отстаивания заключается в том, что частицы менее 2,5 мкр не удаляются по той причине, что с уменьшением размеров происходит уменьшение их массы быстрее, чем сила трения. Это происходит потому что сила тяжести для сферических частиц пропорциональна третьей степени их диаметра, а сила трения пропорциональна только первой степени их диаметра. Большое влияние также при перемещении мелких частиц в среде нефтепродуктов оказывают конвекционные потоки, вызванные перепадами температур, вибрацией и так далее, поэтому мелкие частицы характеризованы броуновским движением.

Достаточно доступным и эффективным способом улучшения качества нефтепродуктов является фильтрация, с помощью которой довольно продуктивно получается удалять твёрдые загрязнения в виде механических примесей. Фильтрация находит широкое применение в практической хозяйственной деятельности на нефтебазах и складских комплексах по хранению и заправке нефтепродуктами.

Проблема удаления эмульсионной воды методом фильтрации в настоящий момент не считается решённой. Базовыми направлениями, определяющими степень очистки нефтепродуктов от загрязнений по схеме фильтрации, являются: 1) технологическая схема фильтрации; 2) тип применяемых фильтровальных элементов.

Сущность процесса фильтрации заключается в задерживании на поверхности фильтрующих перегородок твёрдых частиц загрязнений с последующим прониканием в поры фильтр-перегородки.

Исследованиями установлены следующие виды фильтрации:

1) фильтрация с образованием осадка из мелких суспензий, который формируется в устье каждой поры;

2) процесс закупоривания каждой существующей поры единой твёрдой частицей, так называемая фильтрация с абсолютным закупориванием пор;

3) закупоривание каждой существующей поры постепенно несколькими твёрдыми частицами, так называемое забивание пор мельчайшими суспензиями;

4) промежуточный вид характеризуется первоначальным частичным засорением пор по мере их продвижения вглубь фильтрующего элемента мелкими частицами, последующим закупориванием устья пор более крупными частицами вследствие притягивания к порам потоком жидкости, имеющим остаточное движение в частично засорённых порах [7, 8].

На практике использование фильтрации с полным закупориванием пор встречается довольно редко.

Вывод. Результаты исследования показали, что наиболее эффективным и часто применяемым на практике методом очистки топлива на нефтебазах является фильтрация с образованием осадка. Фильтрация с полным закупориванием пор – тоже эффективный способ очистки, но применяется редко.

Литература

1. Школьников В.И. Топлива, смазочные материалы и технические жидкости. М.: Техинформ, 1999. 596 с.
2. Мир нефтепродуктов // Вестник нефтяных компаний. 1999. № 1. С. 2–5.
3. Коваленко В.П., Ильинский А.А. Основы техники очистки жидкостей от механических загрязнений. М.: Химия, 1982. 277 с.
4. Большаков Г.Ф. Восстановление и контроль качества нефтепродуктов. Л.: Недра, 1974. 317 с.
5. Хванг С.Т., Каммермейер К. Мембранные процессы разделения / пер. с англ. М.: Химия, 1981. 373 с.
6. Холдерман Джеймс Д., Митчелл Чейз Д.-мл. Автомобильные двигатели: теория и техническое обслуживание. 4-е изд. / пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. 664 с.
7. Воробьев А.В. Совершенствование очистки дизельного топлива в процессе эксплуатации двигателей сельскохозяйственных и транспортных машин: дис. ... канд. техн. наук. М., 2012. 178 с.
8. Крупчиков Н.А., Шаргунова Т.М. Обоснование необходимости очистки топлива при заправке и в процессе эксплуатации транспортных средств // Молодежь и наука: сб. матер. X юбил. Всерос. науч.-технич. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных с междунар. участ., посвящ. 80-летию образования Красноярского края [Электронный ресурс]. Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2014. URL: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2014/directions.html>, свободный.