

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ОЧИСТКИ ТОПЛИВА ПРИ ЗАПРАВКЕ И В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

**Крупчиков Н.А., Шаргунова Т.М.,
научный руководитель канд. техн. наук Грушевский А.И.
Сибирский федеральный университет**

Чистота топлива должна оцениваться несколькими обобщающими показателями, характеризующими их влияние на работу технических средств. Такими показателями принято считать максимальный размер частиц загрязнений, содержание воды по массе. В инструкциях по эксплуатации машин и механизмов должен быть указан класс чистоты рабочей среды в момент ее заправки в систему.

С этой целью у нас введен в действие ГОСТ 17216-2001 «Чистота промышленная. Классы чистоты жидкостей», предусматривающий разделение всех жидкостей, применяемых при эксплуатации, изготовлении и ремонте машин, на 19 классов. Классы чистоты топлив, смазывающих и рабочих жидкостей должны выбираться из условия: величина зазора между сопряжёнными парами контактирующих с топливом и смазывающими жидкостями; размеры частиц загрязнений, при этом должно выполняться условие удаления механических примесей сопоставимых с величиной зазора или превышающие эту величину. Определяемые ГОСТом классы чистоты жидкостей должны быть указаны в документах на всем пути следования – при поставке заводами-изготовителями, транспортировании к местам потребления, хранении и заправке в системы. При этом наиболее жесткие требования и, следовательно, более высокие классы чистоты должны быть обеспечены во время заправки.

Обобщая ГОСТы, инструкции и результаты научных исследований, сформулированы основные требования к чистоте топлив (см. табл. 1).

Таблица 1 – Требования к чистоте топлив.

Показатель	Автомобильные бензины	Дизельное топливо
Максимальный размер загрязнений, мкм, не более	10	5
Содержание по массе, %:		
загрязнений, не более	0,0005	0,0005
воды	-	<0,003
механических примесей	-	-
Зольность, %	не нормируется	0,01
Содержание фактических смол, в мгм в 100 мл	7,15	30,40

В стандартах качество топлива регламентировано рядом физико-химических свойств, среди которых находятся и характеризующие загрязненность. Так, в ГОСТах на автомобильные бензины дано допустимое содержание серы, водо-растворимых кислот и щелочей, механических примесей и воды. В ГОСТах на дизельное топливо к этим показателям добавляется содержание меркаптановой серы, сероводород, фактических смол и коэффициент фильтруемости.

Изменение качества топлива из-за загрязнения мало зависит от свойств топлива и определяется в основном условиями хранения, транспортировки, заправки и

загрязненностью внешней среды. Основные источники и причины загрязнения топлива: попадание примесей из атмосферы (при наличии не герметичности и открытых люков), наличие продуктов коррозии и нерастворимых продуктов в результате окисления, перекачка топлива по загрязненным трубопроводам, накопление загрязнений на дне резервуара, а также неудовлетворительное состояние заправочных средств и рукавов, заправка открытым способом, нарушение уплотнения сборочных единиц и недостаточность очистки масла и др.

К основным причинам загрязнения рабочей жидкости также относятся: попадание загрязнений в резервуар с жидкостью при транспортировке и заправке бака машины, низкое качество фильтрации рабочей жидкости в гидравлической системе, образование продуктов окисления рабочей жидкости гидроагрегатов, образование продуктов износа трущихся деталей, попадание в бак пыли через сапун при дыхании гидросистемы, через зазоры манжет и уплотнений.

Таким образом, загрязнения в топливе имеют различные структуру и состав. Поэтому их классифицируют по агрегатному состоянию, химическому составу и другим признакам.

По агрегатному состоянию загрязнения топлива подразделяются на твердые, жидкие и газообразные.

К твердым загрязнениям относятся продукты износа, коррозии металлов, уплотнения нестабильных углеводородов, атмосферная, дорожная и иные виды пыли, соли и другие вещества; к жидким загрязнениям – вода, смолы и поверхностно-активные вещества; к газообразным – воздух и различные газы.

По химическому составу загрязнения топлива делят на неорганические, к которым относятся минеральные вещества, вода и воздух, и органические, представляющие собой соединения с углеводородным строением.

По признаку образования или проникновения в топливо на пути следования от нефтеперерабатывающего завода до техники загрязнения делятся на три группы.

Производственные загрязнения образуются и проникают в топливо при их производстве. К ним относятся нефтяные (оксиды металлов и кремния, асфальтосмолистые соединения), технологические (смолы), атмосферные (оксиды металлов и кремния, вода) и контактные (оксиды металлов) загрязнения.

Операционные загрязнения образуются и проникают в топливо при транспортировании, хранении и заправке. К ним относятся атмосферные (оксиды металлов и кремния, воды), остаточные (оксиды металлов и кремния, вода), контактные (оксиды металлов и частицы прокладочно-уплотнительных материалов), износные (металлы и их сплавы, пластические материалы), высокотемпературные (смолы, асфальтены и другие продукты окисления и полимеризации), низкотемпературные (парафина и церезины), газовые (воздух и другие газы), микробиологические (бактерии, грибки) загрязнения.

Эксплуатационные загрязнения образуются и проникают в топливо при эксплуатации двигателей, машин и механизмов. К этим загрязнениям относятся углеводородные (смолы, асфальтены, карбены, карбоиды, асфальтеновые и оксикислоты, кокс, сажа и т.п.), остаточные (углеводородные загрязнения, оксиды металлов и кремния, вода), атмосферные (оксиды металлов и кремния, вода), контактные (оксиды металлов, частицы прокладочно-уплотнительных и конструктивных материалов), износные (металлы и их сплавы, пластические материалы) и газовые (воздух, пары нефтепродуктов, выпускные и другие газы).

По мере продвижения топлива от места производства до мест потребления, в следствии различных факторов загрязненность и размеры частиц существенно изменяются.

Использование приведенной классификации помогает решать вопросы повышения чистоты топлива – устанавливать причины и источники загрязнения, а также разрабатывать и внедрять мероприятия по предупреждению и снижению загрязненности топлива.

В общем случае причины и источники загрязнений можно разделить на 3 этапа:

1. С нефтеперерабатывающих заводов топливо попадает с продуктами коррозии оборудования, мылами нафтеновых кислот, атмосферной пылью и продуктами, переходящими из нефти.
2. В железнодорожных цистернах топливо загрязняется атмосферной пылью при сливно-наливных операциях, продуктами коррозии.
3. На нефтебазах и АЗС – остаточными загрязнениями, продуктами износа перекачивающих средств, пылью, и продуктами коррозии оборудования.

Зольность загрязнений по мере поступления топлива от НПЗ до заправочной емкости постепенно увеличивается. Это происходит за счет продуктов коррозии (Fe, Zn), атмосферной пыли (Si, Ca, Mg, Al), а также нафтеновых кислот (Na).

Мероприятия по предотвращению загрязнений топлива атмосферной пылью и влагой можно разделить на две группы:

К первой группе относятся меры по сокращению объемов малых дыханий и выполнению приемо-отпускных операций в герметичных условиях. При этом также сокращаются потери топлива от испарения. Такие задачи можно решить за счет создания емкостей повышенной прочности, работающих под избыточным давлением; термостатирования емкостей; уменьшения газового пространства; устройства газоуравнительных систем для емкостей; усовершенствования конструкций дыхательной арматуры.

Ко второй группе мероприятий относится оснащение дыхательных и дренажных устройств высокоэффективными средствами очистки воздуха от пыли и влаги. Эти средства делятся на воздухоочистители, фильтры и воздухоосушители. Используют гравитационные и инерционные воздухоочистители, фильтры с пористыми перегородками для очистки воздуха от пыли, электрофильтры и фильтры-влагоотделители, холодильные и адсорбционные воздухоосушители.

Микробиологическое загрязнение топлива можно предотвратить физико-механическими и химическими способами.

К первой группе относятся: высокоэффективная фильтрация; герметизация емкостей; регулярные зачистки емкостей от осадков; удаление воды из нефтепродуктов.

Ко второй группе способов относится применение различных присадок – антисептиков, таких как карбоксилаты, сульфонаты, сульфаты, карбиды серебра и т.п. Необходимая концентрация этих веществ составляет 1×10^{-11} масс. При использовании соединений серебра топливо необходимо предварительно очистить от сернистых соединений, которые дезактивируют добавки.

Защита топлива от коррозионных загрязнений сводится к использованию коррозионно-стойких материалов, нанесению защитных покрытий, введению в топливо ингибиторов коррозии и применению электрохимических способов.

Наиболее существенную роль на коррозионную агрессивность топлив оказывают сернистые соединения. Сернистые соединения в зависимости от коррозионной активности при нормальных условиях по отношению к металлам условно делятся на активные и неактивные. Активные сернистые соединения, а именно сероводород, элементарная и меркаптановая сера, вызывают коррозию металлов даже

при низких температурах. Неактивные же соединения, к которым относятся сульфиды, диосульфиды и полисульфиды при контакте с металлами коррозию не вызывают, но при сгорании топлива в ДВС образуют SO_2 и SO_3 , эти газы в присутствии паров H_2O образуют H_2SO_3 и H_2SO_4 . Соединения H_2SO_3 и H_2SO_4 по стенкам цилиндров стекают в картер ДВС и там совместно с продуктами окисления масла образуют сульфокислоты. Из всех сернистых соединений, присутствующих в топливе, наиболее коррозионно-активным является меркаптановая сера. Наличие меркаптанов ввиду их коррозионной активности и низкой химической стабильности снижает качество топлива.

В соответствии с ГОСТ 305-82 оговорено, что содержание меркаптановой серы не должно превышать 0,01%. Сернистые соединения удаляют достаточно сложным путем – каталитическим обессериванием, позволяющим снизить общее содержание серы до 0,05-0,2% или 500-2000 мг/кг.

Причиной коррозионного износа могут являться сернистые соединения, содержащиеся в воздухе, который поступает в цилиндры двигателя для образования топливовоздушной смеси, а также нарастание серы и ее соединений в топливе при хранении, которая поступает в него из окружающей среды. При значительном содержании сернистых соединений в воздухе необходимо корректировать ресурс работы масла в ДВС, или применять масла с более эффективными свойствами против сернистой коррозии.

Существенное влияние на качество применяемого топлива может оказывать присутствие в нем случайной воды, попавшей в него из-за неудовлетворительного контроля зачистки емкостей для хранения и транспортировки, при заправке техники из мелкой тары и др.

Вода также может находиться в топливе в молекулярном (растворенном) состоянии, а при изменении окружающих условий выделяться во вторую фазу (свободная вода). Растворимость воды в углеводородах подчиняется закону Генри:

$$C = K \cdot P_{\text{п.в.}} = \frac{C_{\text{max}}}{P_{\text{в}}^H} P,$$

где C – концентрация воды в углеводороде, %; K – коэффициент пропорциональности; P – парциальное давление паров воды, мм рт. ст.; C_{max} – максимальная растворимость воды в углеводороде, %; $P_{\text{в}}^H$ – давление насыщенных паров воды, мм рт. ст.; P – атмосферное давление, мм рт. ст. Наибольшей растворимостью воды обладают ароматические углеводороды (до 0,06 %) и нефтепродукты, богатые ароматическими водородами при высокой влажности воздуха и положительных температурах. При изменении окружающих условий в сторону ухудшения растворимости вода из верхних слоев топлива в молекулярном виде переходит в атмосферу, содержащаяся в объеме конденсируется, собирается в капли и осаждается на дно емкости, бака или отстойника.

Вода в топливе и других нефтепродуктах оказывает негативное влияние на коагуляцию других загрязнений и может вызвать отказ системы питания двигателя, как при положительных, так и при отрицательных температурах эксплуатации.

Влияние воды на работу двигателей устраняют путём введения в топливо кислородосодержащих соединений (спирты, целлозолы, альдегиды, эфиры), которые эффективны при содержании до 3 % в топливе. Вводить присадки в топливо следует на месте потребления, так как при длительном хранении присадки из топлива вымываются водой. В ряде случаев антиобледенительные свойства бензинов достигаются введением моющих присадок.