

УДК 662.6

Демидова Н.П.
ОНМА

КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЖИДКОГО ТОПЛИВА

Жидкое топливо является очень важным энергетически ресурсом. Оно широко используется как в транспорте, так и на производстве. С развитием двигателестроения и форсированием режима работы различной техники, где применяются углеводородные топлива, к их качеству начали предъявлять новые требования. В связи с этим появляется необходимость в создании методов, позволяющих оценивать новые эксплуатационные показатели топлив. От того, насколько достоверно тем или иным методом можно оценить какое-либо свойство, насколько близко соответствует оценка, полученная данным методом, действительному поведению топлива в условиях его использования, во многом зависят результаты разработки сортов топлив необходимого качества, экономичность и надежность работы двигателей и техники в целом. Хороший метод должен удовлетворять следующим общим требованиям: оценка какого-либо свойства должна быть достоверной (соответствовать действительным свойствам), воспроизводимой (в разное время, разными операторами), метод должен быть чувствителен к изменению определяемого свойства, оценочные параметры должны быть точными (что зависит от прибора, способа измерения и др.)

Именно поэтому актуальным является контроль и оценка качества жидкого топлива.

Оценка качества топлив

Всю совокупность свойств нефтепродуктов, определяющих их качество, делят на три группы: физико-химические, эксплуатационные и технические.

К физико-химическим относят свойства, характеризующие состояние нефтепродуктов и их состав (плотность, вязкость, теплоемкость, теплопроводность, поверхностное натяжение, электрическая проводимость, диэлектрическая проницаемость, фракционный состав и др.)

Во второй группе сосредоточены все эксплуатационные свойства нефтепродуктов, обеспечивающие надежность и экономичность эксплуатации двигателей, машин и механизмов. Эксплуатационные

свойства характеризуют полезный эффект от использования нефтепродукта по назначению и определяют область его применения. Количество таких свойств зависит от вида нефтепродукта и может колебаться в широких пределах.

Технические свойства жидкого топлива, выделенные в третью группу, не связаны с их применением, а проявляются в процессах хранения и транспортировки. Эту группу можно разделить на две подгруппы. Первая объединяет те свойства, которые определяют сохранность качества нефтепродуктов в процессах их хранения и транспортировки. Все свойства этой подгруппы могут быть отнесены к трем видам: физическая и химическая стабильность и биологическая стойкость. В понятие физическая стабильность входят склонность к потерям от испарения, к расслаиванию, гигроскопичность, загрязненность и т.п. Под химической стабильностью имеется в виду способность нефтепродукта (углеводородов, неуглеводородных примесей и присадок) противостоять окисляющему воздействию кислорода воздуха, а в отдельных случаях химическому воздействию среды. Биологическая стойкость подразумевает защищенность нефтепродукта от воздействия плесени, грибков и бактерий.

Вторую подгруппу составляют технические свойства, обеспечивающие безопасность транспортирования, хранения и применения нефтепродуктов. Все свойства этой подгруппы также можно отнести к трем видам: токсичность, пожароопасность и склонность к электризации. В понятие токсичность входит степень вредности нефтепродукта для человека и окружающей среды, влияние качества нефтепродукта на состав отработавших газов и т.д. Пожароопасность объединяет пределы воспламеняемости смеси паров нефтепродукта с воздухом, температуры вспышки, самовоспламенения и т.д. Такое свойство нефтепродуктов, как склонность к электризации, пояснений не требует.

В предложенном делении к эксплуатационным свойствам нефтепродуктов отнесены только свойства, проявляющиеся при эксплуатации. Однако существует мнение, что к эксплуатационным свойствам можно отнести все свойства, проявляющиеся как при хранении, так и при транспортировке.

Важное значение имеет понятие «уровень качества продуктов». Наиболее важный показатель часто используют при маркировке нефтепродуктов. Так, эксплуатационное свойство бензинов - детонационная стойкость – нашло отражение в марках бензинов в виде

цифр, характеризующих октановое число. Для дизельных топлив важное значение имеют низкотемпературные свойства, поэтому в зависимости от температуры застывания и помутнения топливо называют летним, зимним или арктическим.

Уровень основных свойств нефтепродуктов является сложной функцией и формируется с учетом следующих четырех факторов: требования потребителей, технических возможностей и затрат в нефтеперерабатывающей промышленности, экономического эффекта от использования в народном хозяйстве, взаимного влияния отдельных свойств, входящих в понятие «качество нефтепродукта».

Первые два фактора просты в оценке и их давно используют в практике: во многих случаях они определяют качество нефтепродуктов, вырабатываемых в настоящее время. Наибольшего внимания и развития в ближайшее время требуют исследования и расчеты по третьему и четвертому направлениям.

Методы оценки качества топлив

Все методы оценки эксплуатационных свойств нефтепродуктов можно разделить на прямые и косвенные (рис. 1.)

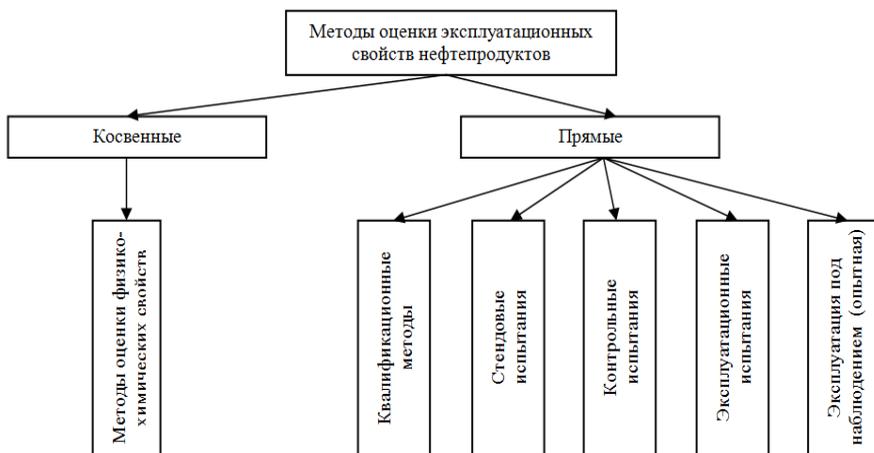


Рис. 1. – Методы оценки эксплуатационных свойств нефтепродуктов

К косвенным методам относят методы определения физико-химических свойств и состава нефтепродуктов, которые широко применяют при контроле качества дистиллятов. Эти методы позволяют косвенно судить о том или ином эксплуатационном свойстве. Методы, предназначенные для оценки эксплуатационных свойств

жидких топлив в ускоренных условиях, получили название квалификационных. С помощью этих методов за короткое время можно оценить какое-либо эксплуатационное свойство. Степень достоверности оценки этого свойства зависит от совершенства квалификационного метода и достаточной корреляции получаемых результатов с данными эксплуатационных испытаний.

Методы квалификационной оценки разделяются на следующие:

- безмоторные (метод определения коррозионной активности топлив в условиях конденсации влаги, при повышенных температурах и т.д.);

- на одноцилиндровых и малолитражных двигателях (методы определения октановых и цетановых чисел);

- на полноразмерных двигателях в стендовых условиях (метод оценки детонационной характеристики по составу смеси);

- лабораторно-дорожные (метод оценки детонационной стойкости.)

Наиболее полную оценку всех эксплуатационных свойств можно получить непосредственно на полноразмерном двигателе, машине или механизме при проведении эксплуатационных испытаний. Однако такие испытания длительны во времени, требуют большого расхода нефтепродукта, испытываемой техники и т.д. Поэтому чаще всего применяют квалификационные методы оценки качества жидкого топлива.

Квалификационные методы оценки качества

Эти методы оценки качества нефтепродуктов возникли в результате тех значительных изменений в технике, которые произошли в ходе научно-технической революции, позволяют в минимально короткие сроки, при малых затратах сил, средств и испытываемых образцов нефтепродуктов надежно оценить важнейшие эксплуатационные свойства. Во многих случаях такие методы пришли на смену длительным испытаниям.

В настоящее время квалификационные методы разработаны практически для всех видов нефтепродуктов. Они считаются наиболее перспективными, поскольку с их помощью удается не только ускорить оценку эксплуатационных свойств нефтепродуктов, но и быстро решать актуальные вопросы химмотологии, от которых в дальнейшем зависит надежность и экономичность работы двигателей и рациональное использование энергетических ресурсов.

Набор ускоренных квалификационных методов совместно с методами определения физико-химических свойств дает объективную и всестороннюю оценку каждого эксплуатационного свойства и оценку качества нефтепродукта в целом. Например, коррозионная активность дизельных топлив оценивается в лабораторных условиях с помощью таких показателей:

содержание общей серы (нормируется не стандартом, а Конвенцией МАРПОЛ-73/78 (Приложение VI));

- содержание водорастворимых кислот и щелочей (ГОСТ 6307-75);
- содержание меркаптановой серы (ДСТУ 3868-99);
- содержание сероводорода H_2S (ISO/FDIS 8217 (Test method reference IP 570));
- кислотное число (ISO 8217:2010 (Test method reference ASTM D664));
- кислотность (ДСТУ 3868-99);
- коррозия на медной пластинке (ГОСТ 305-82, ДСТУ 3868-99);
- коррозионная активность при высокой температуре (ГОСТ 20449-75.)

В настоящее время созданы и широко применяются комплексы методов квалификационной оценки практически по всем основным видам топлив, масел, смазок и специальных жидкостей. Определение свойств по комплексу методов квалификационной оценки стало обязательным первым этапом испытаний и ранее известных сортов, но полученных из нового сырья или по измененной технологии, содержащих новые компоненты, присадки и т.д. Такие образцы топлив и смазочных материалов получили название опытных. [3, с.41]

Результаты испытаний опытного топлива или смазочного материала по комплексу методов квалификационной оценки могут служить основанием для принятия обоснованных решений, а именно:

- о допуске данного нефтепродукта к применению без дальнейших испытаний

- об объеме следующих испытаний (стендовых, дорожных, эксплуатационных и др.)

- о необходимости проведения функциональных испытаний (например, на коррозионную активность по специальной программе, на токсичность и т.д.)

Оценка результатов испытаний по комплексу методов и решение о дальнейших испытаниях топлив и смазочных материалов или допуске к применению их обязательно базируются на основных техни-

ко-экономических показателях, а именно: данных по сырьевым ресурсам, особенностях технологии производства, проекте цены опытного образца, данных расчета эффекта от внедрения и т.д.

Комплексы методов находят широкое применение для решения вопросов унификации, классификации, взаимозаменяемости топлив и смазочных материалов. При этом следует отметить, что разработка новых методов и совершенствование существующих непрерывно повышают корреляцию результатов, получаемых по комплексу методов с данными эксплуатационных испытаний и тем самым расширяют сферу применения комплексов методов квалификационной оценки.

Принципы построения комплексов методов квалификационной оценки и различия между комплексами методов и тем набором методов оценки качества, который принят в стандарте технических условий на данный вид топлива.

Технические условия на основные нефтепродукты складывались исторически и представляют собой набор физико-химических показателей качества и нескольких основных показателей наиболее важных эксплуатационных свойств. Анализ качества нефтепродукта на соответствие техническим условиям приходится делать довольно часто и во многих организациях (на нефтеперерабатывающих предприятиях, на складах и нефтебазах в лабораториях потребителей и т.п.) Время на проведение анализа, как правило, ограничено; сложное дорогостоящее оборудование может быть использовано далеко не во всех лабораториях. Все эти обстоятельства заставляют очень строго подходить к отбору показателей для включения их в технические условия на нефтепродукты. Естественно, все методы оценки качества нефтепродуктов, включенные в технические условия, стандартизованы.

Выбор методов и показателей, включаемых в стандарт на нефтепродукт, требует глубокого химмотологического анализа, основательного научного и экономического обоснования. Число методов, включаемых в комплекс, не следует так ограничивать, как в стандартах технических условий. Комплекс методов применяется реже, аппаратура для проведения всех анализов может быть установлена лишь в некоторых лабораториях крупных исследовательских организаций и химмотологических центров.

Исходя из назначения комплексов методов, очевидно, целесообразнее их строить по основным эксплуатационным свойствам. При

этом в каждом эксплуатационном свойстве необходимо указывать все методы, которые позволяют судить об этом свойстве независимо от того, входят эти методы в стандарт технических условий на данный нефтепродукт или нет, стандартизованы методы или они междуведомственные. Все методы, которые позволяют составить представление о данном эксплуатационном свойстве, должны быть сосредоточены в одном месте комплекса. Ранее созданные комплексы методов начинались такими словами: «В комплекс методов квалификационной оценки, кроме методов стандарта технических условий, входят следующие...». Представляется более целесообразным строить комплексы по основным эксплуатационным свойствам. Так, для топлив при формировании комплексов методов квалификационной оценки качества рекомендуется использовать приведенные ниже эксплуатационные свойства.

Испаряемость оценивается:

- фракционным составом;
- давлением насыщенных паров;
- зависимостью соотношения пар-жидкость от температуры (склонность к образованию паровых пробок).

2. Воспламеняемость и горючесть оцениваются:

- температурными и концентрационными пределами воспламенения;
- пределами устойчивого горения;
- температурой самовоспламенения;
- теплотой сгорания;
- детонационной стойкостью (октановые числа, сортность, коэффициент распределения детонационной стойкости);
- отсутствием жесткой работы в дизелях (цетановое число);
- индикаторными характеристиками двигателей.

3. Прокачиваемость оценивается:

- вязкостно-температурными свойствами (предельные значения кинематической или динамической вязкости при низких температурах);
- низкотемпературными свойствами (температуры помутнения, начала кристаллизации и застывания, предельная температура фильтруемости);
- показателями чистоты (содержание воды и механических примесей, коэффициент фильтруемости);

- содержанием поверхностно-активных веществ (эмульгируемость с водой, содержание мыл нафтеновых кислот.)

4. Склонность к образованию отложений оценивается:

- склонностью к нагарообразованию (общее суммарное содержание ароматических углеводов, смолисто-асфальтеновых веществ, высота некоптящего пламени и интенсивность его свечения, зольность, коксуемость отложения на нагарниках);

- склонностью к образованию отложений во впускной системе и системе впрыска (содержание фактических и адсорбционных смол, йодное число, время образования и омывания отложений на пластинке, масса смолисто-лаковых отложений на форсунках);

- термической стабильностью (количество осадка, содержание растворимых и нерастворимых смол после окисления, перепад давления на фильтре и масса отложений на трубке подогревателя специальной установки, температура начала образования отложений.)

5. Коррозионная активность и совместимость с неметаллическими материалами оцениваются:

- содержанием коррозионно-активных веществ (кислотность, содержание общей серы, сероводорода, меркаптановой серы, водорастворимых кислот и щелочей, натрия, ванадия и других металлов);

- коррозионными потерями при контакте с металлами (испытания в различных камерах, коррозионные испытания при высокой температуре);

- воздействием на резину и герметики (изменение пределов прочности, относительного удлинения и периода старения резин, изменение твердости герметика.)

6. Защитные свойства оцениваются воздействием обычной и морской воды на металлы в присутствии топлива.

7. Противоизносные свойства оцениваются вязкостью и смазывающей способностью (износ плунжеров и шайбы на стенде, диаметр пятна износа, критическая нагрузка, критерии противоизносных свойств, показатель износа.)

Охлаждающие свойства оцениваются теплоемкостью и теплопроводностью.

Стабильность оценивается:

- физической стабильностью (склонность к потерям от испарения, время расслаивания и выпадения второй фазы, гигроскопичность, совместимость при смешении);

- химической стабильностью (индукционный период окисления, содержание антиокислителя, период стабильности, содержание кислот, осадка и смол после окисления);

- биологической стойкостью (лабораторные испытания на стойкость к воздействию плесени, грибов и бактерий.)

10. Безопасность обращения с топливом оценивается:

- токсичностью (класс токсичности, предельно допустимые концентрации в рабочей зоне, в атмосфере населенных пунктов, водоемов, цвет и интенсивность окраски, концентрация свинца);

- пожароопасностью (температуры вспышки в открытом и закрытом тигле, температура самовоспламенения, температурные и концентрационные пределы воспламеняемости);

- склонностью к электризации (удельная электропроводность.)

Представленное деление эксплуатационных свойств жидких топлив носит условный характер. Одни свойства, очевидно, можно объединить, другие - разделить, но такое деление позволяет правильно подойти к формированию комплексов, определить полноту оценки каждого эксплуатационного свойства, систематизировать имеющиеся и наметить необходимые методы квалификационной оценки.

Все комплексы методов квалификационной оценки топлив описаны с позиций деления понятия качества топлив на указанные выше эксплуатационные свойства. При этом следует иметь в виду, что для одного вида топлив наиболее весомы одни эксплуатационные свойства, для другого - другие, поэтому порядок изложения свойств иногда нарушается. Значимость некоторых эксплуатационных свойств возрастает по мере развития техники. Например, в настоящее время все большее внимание уделяется чистоте применяемых топлив. [4, с.23]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуреев А. А., Серегин Е. П., Азев В. С. Квалификационные методы испытаний нефтяных топлив. М.: Химия, 1984. – 200 с.

2. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение: Т 581 Справочник / Анисимов И. Г., Бадыштова К. М. и др.; под ред. Школьников В. М.. Изд. 2-е перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Техинформ», 1999. – 596 с.

3. Митусова Т. Н., Полина Е. В., Калинина М. В. Современные дизельные топлива и присадки к ним. – М.: Издательство «Техника». ООО «ТУМА ГРУПП», 2002. – 64 с.
4. Белянин Б. В., Эрих В. Н., Корсаков В. Г. Технический анализ нефтепродуктов. Л.: Химия, 1986. – 184 с.