

УДК 665

И.Г. Фукс, д.т.н., проф. (Россия)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Рассмотрены основные пути обеспечения качества смазочных материалов для их рационального использования.

Розглянуто основні шляхи забезпечення якості змащувальних матеріалів з метою забезпечення раціонального використання.

In the articles considered basic ways of providing of quality of lubricating materials are with the purpose of providing of the rational use.

Введение

Для повышения качества товарных смазочных материалов (масел и смазок) в заводских условиях:

– выполняют подбор и подготовку сырья, поскольку качество перерабатываемой нефти весьма непостоянно, что делает необходимым более тщательно осуществлять входной контроль сырья и использовать смеси нефтей;

– используют разнообразные технологические возможности.

Однако эти два способа обеспечения качества смазочных материалов на существующем этапе переработки нефти в основном уже исчерпаны. Наиболее эффективным и перспективным является использование присадок как технологических для интенсификации производственных процессов, так и эксплуатационных для улучшения тех или иных функциональных свойств смазочных материалов.

Постановка задачи

Анализ становления и развития нефтеперерабатывающей промышленности, расширения ассортимента и улучшения качества смазочных материалов позволяет выделить два временных этапа в развитии прикладной науки химмотологии – науке о качестве и эффективном применении топлив, масел, смазок и технических жидкостей:

– период времени до 1964 г. (дохиммотологический период);

– период времени с 1964 г., когда технический термин «химмотология» был предложен и впервые обоснован проф. К. К. Папок [1].

В задачах молодой прикладной науки К. К. Папок обозначил широкий круг вопросов научного и практического характера, связанных с использованием топлив и смазочных материалов в различных объектах техники – двигателях, называемых ранее моторами (это слово как определяющее в сокращенном виде вошло в название

науки), станках, разнообразных машинах и механизмах, в промышленном оборудовании и т. п.

Специалисты-химмотологи должны знать и основы технологии переработки нефти и располагать обширными сведениями о конструкциях, особенностях изготовления и специфике работы разнообразной техники, в которой используются топлива и смазочные материалы. Химмотология занимается вопросами поиска и обоснования компромиссов между производителями и потребителями горюче-смазочных материалов, между качеством и количеством производимой продукции.

Наука о производстве и применении смазочных материалов – это большая область теоретических и прикладных исследований, опирающаяся на многообразные химические (органическая и коллоидная химия, химия нефти и жиров и т.п.) и физические (межмолекулярные и межфазовые взаимодействия, физика твердого тела и жидкого состояния и т.п.) дисциплины, а также тесно связанная с проблемами машиностроительного комплекса (материаловедение, машиноведение, технология металлов и т. п.).

Существенную роль в создании качественных смазочных материалов играет технология переработки нефти, реализуемая на нефтеперерабатывающих заводах.

После выделения светлых нефтепродуктов из мазута – остатка атмосферной перегонки нефти, применяя последовательно несколько технологических процессов и убирая «все лишнее» (нежелательные компоненты), получают базовые масла.

Современные непрерывные схемы производства масел связаны с использованием гидрогенизационных процессов. В масляном производстве варьируют широким диапазоном температур (от минус 50 °С до плюс 600 °С), давлений (от вакуума до 25 МПа), применяют различные раскислители, катализаторы, водород и т. п.

Решение проблемы

В словах великого французского скульптора О. Родена: «Подбираю хороший камень и убираю все лишнее», – прослеживается аналогия с производством масел: освобождение сырья от компонентов, ухудшающих свойства товарного продукта.

С прикладной точки зрения технология (от греч. – искусство, умение, мастерство) – это производство продукции заданного качества с использованием совокупности эффективных физических и химических способов обработки, в т. ч. и очищающих сырье от нежелательных компонентов.

Научная составляющая технологии связана с установлением закономерностей, выявлением и объяснением явлений, сопутствующих тем или иным процессам и, что самое важное, предсказанием (прогнозом) возможных конечных результатов.

Производство и регулирование качества нефтяных масел, их улучшение также основано на использовании физических и химических процессов обработки сырья.

Среди физических процессов выделяют:

– безреагентные (вакуумная перегонка, компаундирование, воздействие различных силовых полей и т. п.);

– реагентные, основанные на применении растворителей, адсорбентов, комплексообразователей и т.п.

Все большее распространение в производстве современных масел находит глубокое химическое преобразование компонентов сырья – гидрогенизационные процессы (гидрокрекинг, гидроочистка, гидроизомеризация и др.).

Для интенсификации технологических процессов производства масел (повышения производительности, увеличения выхода, улучшения качества продукции и др.) в заводской практике все шире используют так называемые технологические присадки.

Таковыми являются малые количества поверхностно-активных веществ разного состава, строения и концентрации, вводимые на разных стадиях обработки сырья и промежуточных сырьевых продуктов.

К основным процессам, где целесообразно их применение или такие присадки уже используются, относятся:

– вакуумная перегонка мазута (противопенные);
– депарафинизация, обезмасливание и производство смазок (модификаторы структуры);

– селективная очистка с применением роторно-дискового контактора и депарафинизация в водном растворе карбамида (деэмульгаторы);

– очистка избирательными растворителями (ингибиторы окисления и коррозии).

Поиск и обоснование оптимальных условий производства смазочных материалов (масел и смазок) в соответствии с необходимым уровнем качества продукции наряду с составом и свойствами сырья связаны с выбором технологии (аппаратурное оформление установки, используемые реагенты, последовательность проведения процессов и т. п.), позволяющей получать максимальный выход целевого продукта требуемого качества. При этом важно установление технологической поточной схемы в целом и обоснование оптимальных режимов каждого процесса в отдельности:

– температуры;

– давления;

– кратности растворителя к сырью;

– продолжительности.

Одним из важнейших показателей качества масла в условиях его производства и применения является вязкость и ее зависимость от температуры.

Диапазон вязкостных характеристик масел и необходимый уровень индекса вязкости (температурной зависимости вязкости) товарного продукта определяется условиями применения и закладывается на установке селективной очистки масляного сырья избирательными растворителями (фенол, фурфурол, N-метилпирролидон).

Определяющими технологическими факторами при этом являются вид растворителя и его кратность по отношению к сырью, температура и скорость процесса, разновидности технологических схем и оборудования, используемого в процессе.

В поточной схеме отечественного масляного производства основным процессом, определяющим вязкостные свойства и выход базовых масел, является селективная очистка. Повышение кратности растворителя к сырью и ужесточение температурных параметров процесса приводит к уменьшению значения абсолютной вязкости рафината и увеличению его индекса вязкости.

Направленное изменение состава рафината за счет перераспределения углеводородов позволяет регулировать и поверхностные свойства базового масла и его приемистость к присадкам.

Как правило, чем глубже очистка, меньше содержание в базовом масле гетероатомных соединений, тем более эффективно действие присадок.

Желаемые результаты определяются составом растворителя, способностью его извлекать из очищаемого сырья гетероатомные соединения, режимами проведения процесса.

Состав растворителя (содержание кетона в смеси с ароматическими углеводородами) в значительной степени определяет и эффективность процесса депарафинизации – выход «депмасла», температуру его застывания и скорость фильтрации (последняя влияет на производительность установки).

Существенным образом улучшить указанные характеристики (включая повышение температуры плавления гача или петролатума) удастся с помощью подбора малых концентраций поверхностно-активных веществ – модификаторов структуры твердых углеводородов.

Большие и не всегда реализуемые возможности включает в себя правильно подобранное по составу и концентрации соотношение компонентов на стадии смешения или компаундирования – заключительный процесс приготовления товарных (реже базовых) масел. При смешении масел часто наблюдается нелинейный характер изменения физико-химических и эксплуатационных свойств конечного продукта. Чем больше различие в составе (происхождении) смешиваемых жидкостей, тем заметнее получаемые эффекты.

В процессе компаундирования осуществляется не только смешение масляных компонентов, но и введение в базовую основу присадок и их композиций. Оптимально подобранные по составу и концентрации присадки способствуют повышению ресурса и более надежной работе масла в двигателе или другом объекте техники, уменьшают образование осадков и нагаров в системе смазки, повышают стабильность реологических (и других функциональных) свойств смазочных материалов.

Однако введение присадок в смазочные материалы не всегда приводит к улучшению качества масла или смазки. Необходимо подбором и технологическими приемами (способ и стадия введения, температура, оптимальная концентрация и т.п.) обеспечить проявление максимальной эффективности действия каждой присадки в отдельности и в сочетании друг с другом (не допустить антагонизма).

Самостоятельной группой смазочных материалов, существенно отличающихся по агрегатному состоянию, производству и особенностям применения, являются пластичные смазки.

Производство их основано на использовании периодической схемы, включающей несколько стадий. Оптимально подобранный режим каждой из стадий позволяет существенным образом влиять на качество получаемых смазок.

Основная задача технолога по производству смазок – при минимальной концентрации загустителя получить смазку с максимальным стабильным пределом прочности и другими стабильными физико-химическими и эксплуатационными свойствами. Достигать этого позволяет варьирование различными технологическими факторами.

Без увеличения концентрации загустителя за счет кислородсодержащих поверхностно-активных веществ вводимых извне или образующихся в мыльном расплаве при соответствующих высоких температурах и продолжительной термообработке, возможно увеличение предела прочности на 20 – 30 %. Проблема заключается в стабилизации этого эффекта.

Значительное влияние на прочностные свойства смазок и их изменение во времени оказывают режимы охлаждения и кристаллизации при формировании элементов структуры и структурного каркаса мыльной смазки как таковой.

Более крупные частицы загустителя (медленное охлаждение расплава) по сравнению с высокодисперсными способствуют получению смазок с более низким пределом прочности и в меньшей степени изменяющимся во времени.

Одной из завершающих и очень важных стадий в технологической схеме приготовления смазок является гомогенизация.

Процесс интенсивного перемешивания лежит в основе приготовления смазок на неорганических загустителях. Интенсивное перемешивание при приготовлении мыльных смазок приводит при оптимальных условиях к более равномерному распределению частиц загустителя и повышает его загущающее действие.

Правильно подобранные режимы гомогенизации изменяют не только объемные (реологические) свойства смазок, но и позволяют регулировать поверхностные явления (смазочную и защитную способность).

До сих пор не реализованы возможности использования добавок (присадок и наполнителей) для улучшения основных показателей качества смазочных материалов.

Важное значение имеет состав, концентрация, технология введения присадок и наполнителей в масла и смазки.

Эффективность действия добавок может быть существенно изменена (синергизм или антагонизм) при их комплексном введении: пакетирование присадок в товарных маслах, сочетание оптимального состава и концентрации присадок и наполнителей в смазках.

В подборе композиций добавок достигнуты определенные результаты, однако до сих пор эта проблема не получила научного обоснования и носит преимущественно эмпирический характер. Без высокодисперсных порошков наполнителей практически невозможны разработка рецептуры и приготовление уплотнительных смазок. Прежде всего это относится к смазкам для нефтегазового оборудования. Жесткие условия эксплуатации арматурного, резьбового, долотного оборудования – агрессивная среда (газообразная и жидкая), широкий температурный диапазон и высокие давления среды, особенности конструкции, в т. ч. масштабный фактор – делают необходимым введение в смазки значительных количеств твердых добавок (до 30 – 40 %).

Эффективно сочетание наполнителей в оптимальных концентрациях, например, графита и дисульфида молибдена, слюды и полимеров высокой степени кристалличности.

Высокой герметизирующей способности смазок сопутствует высокий крутящий момент при открытии-закрытии арматуры. Часто это является неприемлемым из-за дистанционного управления запорной или регулирующей арматурой магистральных продуктопроводов, особенно при низких температурах.

Выводы

Производство высококачественных смазочных материалов, разработка новых в соответствии с возрастающими требованиями современной техники, улучшение качества продукции существующего ассортимента позволяет решить важные технические, экономические и экологические проблемы, сопутствующие производству и применению горюче-смазочных материалов [1–4]:

- сокращение объемов производства масел и смазок и соответственно капиталовложений в производственные мощности;
- уменьшение расхода и периодичности смены масел;
- снижение расхода топлив и к ним предъявляемых требований;
- унификация весьма широкого ассортимента продукции (более 500 наименований масел и смазок);
- расширение экспортных возможностей.

Литература

1. Папок К.К. Рациональное использование топлив и масел – важнейшее условие повышения долговечности двигателей // *Химия и технология топлив и масел.* – 1964. – № 6. – С. 1–5.
2. Папок К.К., Рагозин Н.А. Словарь по топливам, маслам, смазкам, присадкам и специальным жидкостям (химмотологический словарь). – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Химия, 1975. – 342 с.
3. Папок К.К. Химмотология топлив и смазочных масел / науч. ред. А.Б. Виппер. – М.: Воениздат, 1980. – 192 с.
4. *Теоретические основы химмотологии* / под ред. А.А. Браткова. – М.: Химия, 1985. – 320 с.

Стаття надійшла до редакції 11.12.08