



УДК 624.138

ВОССТАНОВЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ОТРАБОТАННЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ**USED MOTOR OIL QUALITY IMPROVEMENT****Сырманова Кулаш Керимбаевна**

доктор технических наук,
профессор кафедры «Нефтепереработка и нефтехимия»,
Южно-Казахстанский государственный университет
им. М. Ауэзова
syrmanova.kulash@mail.ru

Ковалева Анастасия Евгеньевна

докторант кафедры «Нефтепереработка и нефтехимия»,
Южно-Казахстанский государственный университет
им. М. Ауэзова
anastasiya2301@mail.ru

Калдыбекова Жанат Байжановна

кандидат технических наук,
доцент кафедры «Технология и безопасность
продовольственных продуктов»,
Южно-Казахстанский государственный университет
им. М. Ауэзова
zkaldybekova@mail.ru

Белобородов Борис Евгеньевич

магистрант кафедры «Нефтепереработка и нефтехимия»,
Южно-Казахстанский государственный университет
им. М. Ауэзова
786100@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена разработке комплексной технологии очистки отработанного моторного масла, формулированию ее научных и технологических основ, включая: определение природы загрязнения отработанного моторного масла, исследованию возможности применения ультразвукового излучения с целью очистки отработанного моторного масла и оптимизации факторов, которые могут влиять на эффективность предлагаемого метода, исследование влияния природы адсорбента (местного происхождения) – вермикулита – на удаление нежелательных компонентов и определения оптимальных характеристик материалов.

Ключевые слова: отработанное моторное масло, вермикулит, ультразвуковое излучение, адсорбция, восстановление качества, загрязнение.

Syrmanova Kulash Kerimbayeva

Doctor of Science, Professor of Oil processing and Petrochemistry department, M. Auezov South Kazakhstan State University
syrmanova.kulash@mail.ru

Kovaleva Anastasiya Yevgenyevna

Ph. D. Candidate of Oil processing and Petrochemistry department, M. Auezov South Kazakhstan State University
anastasiya2301@mail.ru

Kaldybekova Zhanat Baizhanovna

Candidate of technical science, Docent of Technology and safety of food products department, M. Auezov South Kazakhstan State University
zkaldybekova@mail.ru

Beloborodov Boris Yevgenyevich

Master Student of Oil processing and Petrochemistry department, M. Auezov South Kazakhstan State University
786100@mail.ru

Annotation. This article is devoted to the development of complex purification technology of used motor oil, its scientific and technological foundations formulations, including: determination the nature of contamination in used motor oil, research the ability of ultrasonic irradiation process to decontaminate of used motor oil, determination and optimization of the factors, that may affect feasibility and efficiency of the proposed method, research of the nature adsorbents (local origin) vermiculite influence on the efficiency of the used motor oil purification process from the unwanted components and to identify the optimal characteristics of materials.

Keywords: used motor oil, vermiculite, ultrasonic irradiation, adsorption, quality improvement, pollution, contamination.

Введение. Моторное масло может быть рассмотрено как неотъемлемая часть техники и как конструкционный материал. По завершению срока эксплуатации появляются значительные объемы отработанных моторных масел, которые в настоящее время являются одним из основных типов техногенных отходов, которые оказывают негативное влияние на окружающую среду [1].

До 50 процентов от используемых смазочных материалов необратимо теряется в ходе эксплуатации техники: испаряется, сгорает в двигателях, проливается, смывается и т.д. Остальные 50 процентов подвергаются сильным изменениям под действием условий эксплуатации и подлежат удалению из техники.

В моторных маслах при работе двигателя активно происходят термохимические процессы, которые приводят к понижению качества масла по причине срабатывания присадок и образования продуктов превращений (нерастворимые продукты) [2].

Схема старения моторного масла во многом зависит от конструкционных особенностей двигателя, а также характера процесса его работы. Например, термохимические превращения, происходящие в маслах, в случае дизельного двигателя, обусловлены наличием продуктов неполного сгорания топлива, сажи, содержанием серы в топливе, а в бензиновых – оксидов азота, продуктов превращения топлив, содержащих антидетонаторы и т.д. [3].



Проведенные исследования возможности снижения содержания в отработанных моторных маслах ароматических и полиароматических углеводородов с помощью ультразвукового излучения подтвердили эффективность технологии при последующей адсорбционной доочистке вермикулитовым сорбентом.

Установлено, что указанные виды воздействий позволяют значительно снизить содержание металлов и полиароматических углеводородов в составе смазочных средств.

1. Ультразвуковое воздействие на отработанное моторное масло

Особенностью предлагаемой технологии является включение в технологическую схему стадии предварительной обработки отработанного моторного масла ультразвуковым излучением при последующей адсорбционной очистке активированным вермикулитовым сорбентом.

Установлено, что указанные виды воздействий позволяют значительно снизить содержание металлов и полиароматических углеводородов в составе смазочных средств.

Для отбора навесок из образцов отработанного моторного масла, полученного из разных источников, емкости для хранения и бутылки встряхивались с инверсией в течение 30 секунд, а затем выдерживались в покое 15 секунд. Это позволяло осесть крупным частицам, но сохраняло образцы других компонентов в гомогенном состоянии. Затем соответствующее количество отработанных проб масла помещалось в пробирки для обработки ультразвуком или в смеситель для получения образцов эмульсии (в зависимости от содержания воды).

Для каждого образца отработанного масла, чтобы узнать, достаточны ли условия эмульгирования для эффективной реакции ультразвуковой обработки, необходимо изучить эмульсионное состояние «вода-масло» под микроскопом. Также необходимо измерить содержание воды в исходном отработанном масле для достижения состояния эффективного образования пузырьков и мицелл в эмульсии вода-масле, чтобы ультразвуковая обработка могла способствовать отделению или разрушить загрязняющие вещества. Рекомендуемое содержание воды в эмульсии – 15–20 %. В случае наличия в исходном образце меньшего количества воды, необходимо довести этот показатель до рекомендуемого путем разбавления. В некоторых случаях положительное влияние оказывает введение в систему эмульгатора.

Для получения образцов эмульсии «вода-масло» применяется блендер. Рекомендуется готовить образцы эмульсии при различных вариантах скорости и времени. Для проверки стабильности эмульсии используется микроскопическое исследование.

Навеску отработанного моторного масла массой 75 г переносили в 125-мл реакционную емкость и подвергали ультразвуковой обработке. Водяная баня используется для поддержания рабочей температуры при 25 ± 5 °C. Во время процесса обработки ультразвуком вводили сжатый аргон со скоростью 5 м³/мин. Перед началом обработки, в систему вводится раствор 1 % вес. перекиси водорода для предотвращения быстрого выделения водорода из образца и получения достаточного количества радикалов в системе.

Согласно информации из многочисленных источников, содержание воды в отработанных маслах находится в пределах от 5 до 20 %. Для исследования необходимо создать идеальные образцы с оптимальным содержанием воды для образования частиц эффективного размера в эмульсии вода в масле. Только в этом случае ультразвуковое излучение сможет разделить или разложить токсины. Так как вода считается загрязнителем для любого процесса очистки масел, необходимо будет дополнительно добавить некоторое минимальное количество воды, но при этом слишком не усугубить проблему разделения воды и масла при следующих шагах очистки. Учитывая все моменты, 20-ти процентное количество воды по объему можно считать максимальным для образования эмульсии.

Так как образцы эмульсии вода в масле отличаются от всех других образцов, когда-либо тестируемых с помощью ультразвукового излучения (большинство из них растворенные в воде системы или ископаемые тяжелые топлива), эффект некоторых факторов до сих пор остается неизвестным. Например, газовая среда или добавление разных химикатов (водородного или радикального источника) могут оказывать различное влияние на данную систему из другой системы. Поэтому, проектирование экспериментов должно учитывать необходимость определения позитивного или негативного влияния данных факторов.

При эксперименте использовались два вида адсорбента – окись алюминия (Al_2O_3), кремнегелит (SiO_2). Реакция адсорбции происходила при постоянном встряхивании в течении 2 часов при 20 °C. Масса адсорбента составляла 20 % по весу.

В дальнейшем образцы подвергались ультразвуковому излучению под следующими условиями:

1. 5 м³/мин Ar газ
2. 25 ± 5 °C
3. Время излучения 60 минут
4. Добавление борогидрида натрия 1 % по массе каждые 15 минут.

В процессе ультразвуковой обработки, являющейся сонохимическим воздействием, коагулированные асфальто-смолистые вещества разрушаются до молекулярного состояния. Отделяются от механических примесей смолистые составляющие. Время ультразвукового воздействия может варьироваться от массовой доли механических примесей в отработанном моторном масле.

Далее активированное масло планируется направлять на фильтр адсорбционной очистки.



2. Адсорбционная очистка вермикулитовым сорбентом

Далее активированное масло направляется на фильтр адсорбционной очистки. Аппаратное оформление адсорбционной очистки отработанных моторных масел включает комплекс оборудования и его обвязки, обеспечивающий следующие технологические операции: подачу сточных вод в адсорбер, контакт масла с вспученным вермикулитовым сорбентом в адсорбере, отделение очищенного масла от адсорбента и его вывод из адсорбционной аппаратуры, вывод отработанного адсорбента из адсорбера с утилизацией или регенерацией его, загрузку в адсорбер чистого адсорбента.

Вермикулиты характеризуются высокой адсорбционной способностью поглощать продукты окисления углеводородов – смолы, кислородные и другие гетероорганические соединения. Рекомендуются использовать активированный вермикулит, т.к. при активации происходит растворение значительной части оксидов магния, железа, алюминия, и за этот счет содержание SiO₂ в образцах увеличивается, что влечет повышение поглотительной способности.

Исходя из дисперсного состава адсорбента (вермикулита) и фильтрующей загрузки, выбрали принципиальную конструкцию адсорбционных установок с неподвижной загрузкой, через которую масляный поток фильтруется нисходящим потоком со скоростью до 10 м/ч.

Полученные в результате комплексной обработки отработанных моторных масел данные, свидетельствуют о том, что способ обеспечивает эффективную регенерацию масла, т.к. наблюдается снижение содержания металлов, ароматических и полиароматических углеводородов в составе масла (табл. 1), также адсорбционная доочистка вермикулитовым сорбентом позволяет значительно снизить содержание механических примесей и воды.

Таблица 1 – Физико-химические свойства моторных масел

| Показатели | Отработанные моторные масла | | Регенерированные моторные масла | |
|---|-----------------------------|--------|---------------------------------|--------|
| | № 1 | № 2 | № 1 | № 2 |
| Вязкость, мм ² /с | | | | |
| – при 40 °С | 60,59 | 59,74 | | |
| – при 100 °С | 9,52 | 9,57 | | |
| Содержание механических примесей, %, не более | 0,087 | 0,072 | 0,016 | 0,023 |
| Содержание воды, %, не более | 0,03 | 0,01 | – | – |
| Температура вспышки, °С, не менее | 190 | 205 | 205 | 217 |
| Температура застывания, °С, не более | –23 | –22 | –29 | –30 |
| Плотность, кг/м ³ , не более | 880 | 882 | 875 | 877 |
| Содержание (ppm): | | | | |
| – серы; | 0,3139 | 0,3443 | 0,2432 | 0,2156 |
| – бензола; | 23,4 | 12,8 | – | – |
| – толуола; | 406 | 307 | – | – |
| – ксилола; | 823 | 594 | – | – |
| – полиароматические углеводороды. | 11,8 | 7,8 | – | – |
| Содержание (ppm): | | | | |
| – свинец (Pb); | 21,16 | 10,69 | 0,98 | 0,89 |
| – цинк (Zn); | 402,96 | 387,56 | 140,99 | 138,25 |
| – алюминий (Al); | 57,94 | 41,36 | 12,65 | 11,03 |
| – кальций (Ca); | 171,94 | 203,12 | 67,54 | 63,41 |
| – магний (Mg); | 436,12 | 440,96 | 124,36 | 122,15 |
| – медь (Cu); | 37,85 | 32,48 | 3,54 | 3,03 |
| – хром (Cr). | 18,26 | 7,95 | 5,89 | 2,18 |

Используемый комбинированный фильтр-адсорбер легко регенерируется водой, нагретой до 60 °С, а вермикулит не теряет своих свойств после многократных циклов «очистки-регенерации».

Способ регенерации отработанных моторных масел путем ультразвуковой обработки в условиях диспергирования асфальтосмолистых соединений с последующей очисткой вермикулитовым сорбентом универсален, т.к. применим для различных сортов масел, а также обеспечивает эффективную регенерацию масла по экологически чистой, не энергоемкой и дешевой технологии.

Литература:

- Капустин В.М., Тонконогов Б.П., Фукс И.Г. Технология переработки нефти. Ч. 3. – М. : Химия, 2014. – 325 с.
- Повышение работоспособности моторных масел в условиях эксплуатации / В.Л. Лашхи [и др.]. – М. : ГОСНИТИ, 2003. – 52 с.
- Tung S.C., Totten E.G. Automotive lubricants and tecting. – SAE Ynt. 2012. – 495 p.

References:

- Kapustin V.M., Tonkonogov B.P., Fuks I.G. Oil refining technology. Ch. 3. – M. : Chemistry, 2014. – 325 p.
- Motor oil running ability increasing in the using conditions / V.L. Lashkhi [etc.]. – M. : GOSNITI, 2003. – 52 p.
- Tung S.C., Totten E.G. Automotive lubricants and tecting. – SAE Ynt. 2012. – 495 p.