

**Ковалева Анастасия Евгеньевна**

**Разработка технологии комплексной очистки отработанных моторных масел**

**АННОТАЦИЯ**

диссертации на соискание ученой степени  
доктора философии (PhD) по специальности 6D072100 - Химическая  
технология органических веществ

**Общая характеристика работы.** В диссертационной работе приводится технология регенерации отработанного моторного масла методом, предусматривающим применение ультразвукового воздействия, с последующей адсорбционной доочисткой вермикулитовым сорбентом. Выявлены закономерности изменения состава и свойств вермикулита в зависимости от метода активации.

**Актуальность работы.** 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 и оказывают негативное влияние на окружающую среду (почву, воду и атмосферу). Загрязнение водоемов отработанными нефтяными маслами, к примеру, составляет 20% от общего объема техногенного загрязнения и 60% - от загрязнения нефтепродуктами.

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.

Согласно Закону Республики Казахстан, утвержденному в 2016 году «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты Республики Казахстан по вопросам перехода Республики Казахстан к «зеленой экономике», в Экологический кодекс Республики Казахстан были внесены поправки, предусматривающие запрет на захоронения на полигонах отработанных автомобильных масел.

Однако в настоящее время в Казахстане не существует положительной практики введения централизованной системы сбора, регенерации либо утилизации отработанных моторных масел, организационно и законодательно оформленной и предъявляющей к получаемым продуктам установленные единые требования. Это является основной причиной того, что сбор и утилизация отработанного моторного масла до настоящего времени остаются серьезной проблемой. Увеличение сроков службы

моторного масла, которое оправданно с экономической позиции, приводит к накоплению в маслах экологически опасных продуктов, что лишь осложняет процессы утилизации.

Устойчивая тенденция увеличения потребления моторных масел объясняется возрастанием количества автотранспортных средств в Республике Казахстан. Так, в Казахстане в 2003 году насчитывалось 1433,2 тыс. ед. автотранспорта, в 2008 году – 3080,2 тыс. ед., в 2012 году – 4169,0 тыс. ед., в 2017 году – 4382,6 тыс. ед.

Ресурсы отработанных моторных масел оцениваются примерно в 48-50% от потребления свежих продуктов (30% всех нефтяных отходов).

Таким образом, обзор литературных источников и анализ уровня развития технологий свидетельствуют об высокой актуальности выбранной тематики для проведения диссертационного исследования, направленного на разработку технологии регенерации отработанного моторного масла.

**Цель работы.** Разработка способа комплексной регенерации отработанных моторных масел, включающего ультразвуковую (сонохимическую) очистку и адсорбционную доочистку вермикулитовым сорбентом отечественного происхождения.

**Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:**

- определение состава отработанного моторного масла и природы загрязняющих компонентов;
- проведение анализа научно-технической литературы и патентных источников информации по теме исследования;
- определение методологических подходов к созданию технологии регенерации отработанного моторного масла;
- определение влияния сонохимического воздействия на нежелательные компоненты отработанного моторного масла;
- осуществление комплексного исследования физико-химических свойств вермикулита Кулантауского месторождения применительно к продуктам окисления отработанных моторных масел;
- выявление закономерностей изменения состава, физико-химических и адсорбционных свойств вермикулитового сорбента Кулантауского месторождения в зависимости от метода активации;
- разработка технологии регенерации отработанных моторных масел адсорбционным методом;
- определение физико-химических свойств регенерированного масла и установление технико-экономической целесообразности осуществления процесса.

**Объекты исследования:** отработанное моторное масло, полученное со станции технического обслуживания автомобилей неуточненной марки; моторное масло марки Mobil, используемое для сравнения физико-химических характеристик с образцами отработанного масла; вермикулитовый сорбент Кулантауского месторождения (Туркестанская область).

**Предметом исследований** является возможность регенерации отработанного моторного масла посредством применения двухэтапной технологии, включающей ультразвуковую дестабилизацию загрязняющих компонентов и последующую адсорбционную очистку вермикулитовым сорбентом.

**Научная новизна работы** заключается в том, что впервые:

- разработан способ восстановления качества отработанных моторных масел с применением ультразвуковой активации с последующей адсорбционной очисткой вермикулитовым сорбентом (Патент на полезную модель «Способ очистки отработанных моторных масел», №102759 опубл. 05.05.2017, бюл. №22);

- предложен оптимальный режим воздействия ультразвуковой установки на отработанное моторное масло с целью удаления металлов и ароматических углеводородов. Показана целесообразность проведения реакции в среде инертного газа, в присутствии воды в масляной эмульсии до 20% масс. и в окислительной среде;

- выявлены основные закономерности изменения состава, физико-химических и адсорбционных свойств применяемого адсорбента - Кулантауского вермикулита - в зависимости от метода активации. Доказано, что наиболее эффективным методом активации вермикулита является его интеркаляция октадециламином;

- предложена конструкция комбинированного фильтра-адсорбера для очистки отработанных моторных масел (Патент на полезную модель «Комбинированный фильтр-адсорбер для очистки отработанных моторных масел», №102770 опубл. 05.05.2017, бюл. №22).

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- способ очистки отработанных моторных масел с применением ультразвуковой активации и последующей адсорбционной очисткой вермикулитовым сорбентом;

- оптимальные режимные условия ультразвуковой обработки отработанного моторного масла: температура  $25 \pm 5^\circ\text{C}$ ; подача газа аргона (Ar) со скоростью 5 м<sup>3</sup>/мин для увеличения интенсивности кавитации; ультразвуковая обработка мощностью 20 кГц в течение 60 мин; применения ПАВ в случае недостаточной степени эмульгирования; применение NaBH<sub>4</sub> 1% масс., который создавая окислительную среду, создает благоприятные условия для генерирования достаточного количества радикалов в системе;

- результаты активации Кулантауского вермикулита термическим, кислотным методом и интеркаляцией, основные закономерности изменения состава, физико-химических и адсорбционных свойств сорбента;

- конструкция комбинированного фильтра-адсорбера для очистки отработанных моторных масел;

- расчет экономической эффективности технологии регенерации отработанных моторных масел;

- результаты опытно-промышленной апробации двухэтапной технологии, включающей ультразвуковую дестабилизацию загрязняющих компонентов и последующую адсорбционную очистку вермикулитовым сорбентом.

**Теоретическая значимость.** Установлены основные закономерности изменения состава, физико-химических и адсорбционных свойств вермикулитового сорбента Кулантауского месторождения в зависимости от метода активации. Описан механизм влияния ультразвука на нежелательные компоненты отработанного моторного масла.

**Практическая значимость.** Реализация результатов диссертационного исследования позволяет ввести в повторный оборот отработанные моторные масла, а также позволяет решить экологические проблемы их утилизации.

**Связь с научно-исследовательскими работами и государственными программами.** Часть диссертационного исследования (глава 5), посвященная исследованию аспектов применения полифункциональных сорбентов, выполнена в рамках проекта грантового финансирования КН МОН РК: «Разработка технологии получения полифункциональных адсорбентов для повышения качественных характеристик нефти, нефтепродуктов и производственных вод» - 2015-2017 гг., №0993/ГФ4.

**Апробация работы.** Материалы диссертационной работы докладывались и обсуждались на различных международных, республиканских конференциях и симпозиумах: Международной научно-практической конференции «Ауэзовские чтения – 15», Шымкент, 2017; Scientific Practical Conference of Annual Caspian Petrocongress, Алматы, 2017; IV International Conference “Industrial Technology and Engineering” ICITE – 2017, Шымкент, 2017; II Международной научно-практической конференции «Булатовские чтения - 2018», Краснодар, РФ, 2018; V International Conference «Industrial Technologies and Engineering» ICITE – 2018, Шымкент, 2018; Международной научно-практической конференции «Ауэзовские чтения – 16», Шымкент, 2018; XII Международной конференции молодых ученых по нефтехимии, Звенигород, 2018; Международной научно-практической конференции «Ауэзовские чтения – 17: Новые импульсы науки и духовности в мировом пространстве», Шымкент, 2019.

**Публикации.** Основные итоги диссертационного исследования опубликованы в 18 печатных изданиях, в том числе:

- в 3 статьях, опубликованных в международном научном издании, включенном в базы данных Scopus и Web of Science, Oriental Journal of Chemistry, CiteScore =0,58;

- в 3 статьях, опубликованных в журналах, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан;

- в 8 материалах и тезисах международных и республиканских научных семинаров и конференций, из них 2 - в материалах зарубежных конференций;

- в 2 монографиях, одна из которых опубликована на английском языке;
- в 2 патентах на полезную модель РК

**Объем и структура работы.** Диссертационная работа изложена на 136 страницах машинописного текста и включает 40 рисунков и 26 таблиц. Работа состоит из введения, обзора литературы, описания объектов и методов исследования, результатов и их обсуждения, заключения и списка использованных источников из 195 наименований.