

УДК 665.6

Н.И. Горбунов, профессор, д-р техн. наук,**Е.А. Кравченко, ст. преподаватель, канд. техн. наук,****Н.Н. Горбунов, аспирант,****А.Ю. Шишкова, студент***Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля, г. Луганск, Украина***ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГЕНЕРАЦИИ ОТРАБОТАННОГО МАСЛА**

Представлен анализ методов регенерации масла. Рассмотрены вопросы эффективности использования ультразвукового и СВЧ-излучений в технологической линии регенерации отработанного масла. Усовершенствована технология переработки отработанных масел.

Ключевые слова: отработанное масло, регенерация, ультразвуковые колебания, СВЧ-нагрев.

Нефтяные масла находят широкое применение при эксплуатации современной техники. Каждый год увеличиваются объемы потребления смазочных материалов и, как следствие, объемы отработанных масел. Отработанные нефтепродукты токсичны, имеют невысокую степень биоразлагаемости (10-30%) и являются опасными отходами, которые подлежат обязательному сбору и утилизации, а в отдельных случаях – уничтожению [1]. Проблема организации сбора и регенерации отработанных смазочных масел не позволяет стабилизировать экологическую обстановку и пополнить ресурсы горюче-смазочных материалов за счет рационального их использования.

На современном этапе развития промышленности важным и актуальным является вопрос вовлечения в производство вторичного сырья, а именно: отработанных масел, которые представляют собой сырьевую базу для получения ценных нефтепродуктов при надлежащей переработке. Наиболее эффективным способом утилизации является регенерация отработанных масел, с целью полного восстановления их первоначальных свойств.

В процессе эксплуатации масел в них накапливаются продукты окисления, загрязнения и другие примеси, которые резко снижают качество масел. Противоизносные свойства масел ухудшаются пропорционально времени наработки масла в двигателе. Исследования [2] физико-химических характеристик моторных масел показали, что наихудшее влияние на трибологические характеристики моторных масел оказывают загрязнение масла продуктами износа деталей двигателя, частицами сажи и пыли. Наиболее значительное ухудшение противоизносных свойств происходит при загрязнении масла продуктами нерастворимого осадка (НО), которые состоят из продуктов износа, сажи от неполного сгорания топлива, атмосферной пыли и др. В диапазоне содержания 0 - 0,4 % НО ухудшение противоизносных свойств практически не проявляется (в 1,3 раза), при концентрации 0,6 % НО происходит резкое увеличение износа (в 2,7 раза по сравнению с чистым маслом) и стабилизируется до концентрации 1,2 % НО. С дальнейшим увеличением концентрации до 2 % НО наблюдается резкое увеличение износа по экспоненциальной зависимости (до 20 раз) [2].

Масла, содержащие загрязняющие примеси, неспособны удовлетворять предъявляемым к ним требованиям и должны быть заменены свежими или прошедшими регенерацию маслами.

Для восстановления отработанных масел применяются технологические операции, основанные на физических, физико-химических и химических процессах и заключаются в обработке масла с целью удаления из него продуктов старения и загрязнения. Последовательность методов технологических процессов представлена на рисунке 1 [3, 4].

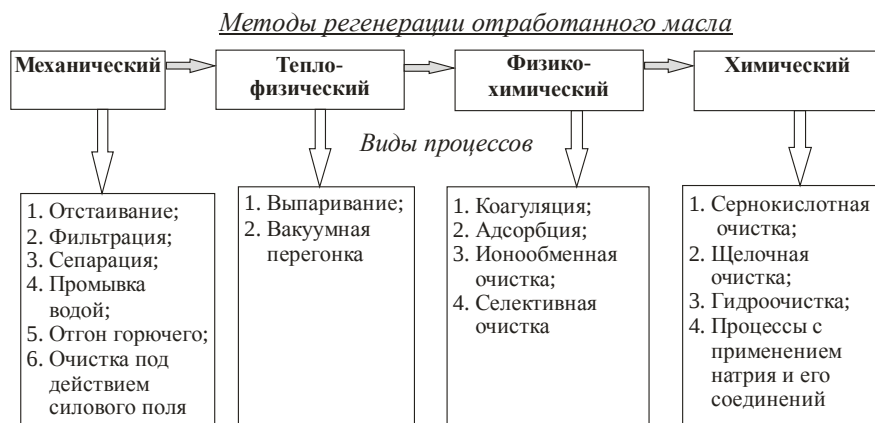


Рисунок 1 – Технологическая линия регенерации отработанного масла

Наиболее простыми методами удаления жидкости и механический примесей из объема масла является отстой отработанных масел и выпаривание. Однако процесс отстоя занимает значительное время, а нагревание требует значительных энергетических затрат и наносит экологический вред окружающей среде.

В результате проведенных исследований была разработана инновационная технология очистки масла, которая позволяет сократить время регенерации, повысить энергетическую эффективность и экологическую безопасность установки.

Результаты исследований. В технологической линии очистки масла одним из важных этапов является отделение твердых включений от общей массы. Данный этап предлагается производить на основе использования энергии механических колебаний ультразвуковой частоты высокой интенсивности (более 20 кГц или 20000 колебаний в секунду), распространяющиеся в различных материальных средах и используемые для воздействий на жидкие, твердые и газообразные вещества.

При распространении ультразвуковых (УЗ) колебаний в среде возникают чередования сжатия и разрежения, при этом амплитуда сжатия всегда соответствует амплитуде разрежения, а их чередование соответствует частоте колебаний ультразвуковой волны, что способствует распылению жидкости с поверхности раздела сред жидкость – газ.

Наиболее распространенной теорией, описывающей механизм акустического распыления жидкостей, является теория кавитационно-волнового распыления жидкостей. Согласно этой теории, впервые выдвинутой Богуславским и Экнадиосянцем [5] и впоследствии развитой Новицким [6], распыление осуществляется путем отрыва капелек жидкости с гребней стоячих капиллярных волн, параметрически возбуждаемых на поверхности раздела сред жидкость-воздух вследствие возмущения поверхности жидкости при захлопывании кавитационных пузырьков (рисунок 2). Т.к. твердые загрязнения имеют значительно большую плотность и вес, то с поверхности раздела жидкость – газ распыляется жидкая фракция (масло), а твердая не может преодолеть этот барьер [7].

Использование ультразвукового излучения в технологической линии очистки отработанного масла позволяет отделить его от твердых включений при малой энергоемкости процесса и отсутствии дополнительных расходов (газ, растворители и т.д.).

После отделения масла от основной массы загрязнения, требуется окончательная очистка с применением фильтра тонкой очистки. В настоящее время перед подачей масла в фильтр тонкой очистки, для разжижения его и более эффективного просачивания через фильтр применяют специальные подогревательные устройства, которые энергетически невыгодны. В результате проведенных исследований установлено, что в качестве теплового носителя можно использовать устройство с СВЧ. Такое решение позволит снизить энергозатраты и повысить эффективность нагрева масла.

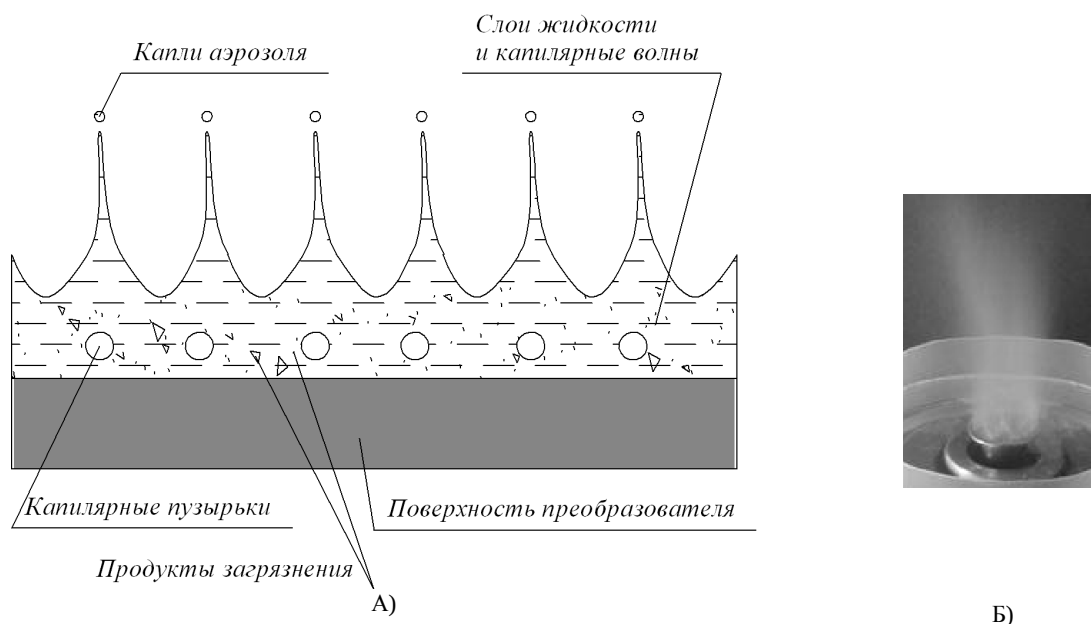


Рисунок 2 – Механизм распыления масла с поверхности раздела жидкость – газ:
а) схема; б) фото [7]

При традиционных (контактных) способах нагрева повышение температуры объекта происходит по поверхности. Если теплопроводность объекта низкая, что имеет место у диэлектриков, то термообработка объекта происходит медленно, с локальным перегревом поверхности нагрева.

Замена традиционных контактных способов нагрева на бесконтактный с использованием энергии СВЧ колебаний позволяет добиться более интенсивного нарастания температуры при большей равномерности нагрева за счет проникновения волны в глубь объекта и преобразования энергии в тепло не на поверхности, а в его объеме.

СВЧ-нагрев является экологически чистым методом нагрева, поскольку при его использовании отсутствуют продукты сгорания. Кроме того, легкость, с которой СВЧ-энергия преобразуется в тепло, позволяет получить высокие скорости нагрева [8].

Принцип работы предлагаемой технологии переработки отработанного масла. Отработанное масло загружается в емкость 1 (рисунок 3). Концентратором К1 возбуждаются ультразвуковые колебания, при этом жидкость по емкости 1 поднимается выше своего начального уровня. Под действием ультразвуковых колебаний начинается активный процесс распыления жидкости с ее поверхности. Образовавшийся из оторвавшихся капель жидкости воздушно-паровой поток направляется в емкость 2. Вся жидкая фракция накапливается в емкости 2, твердые включения остаются в емкости 1.

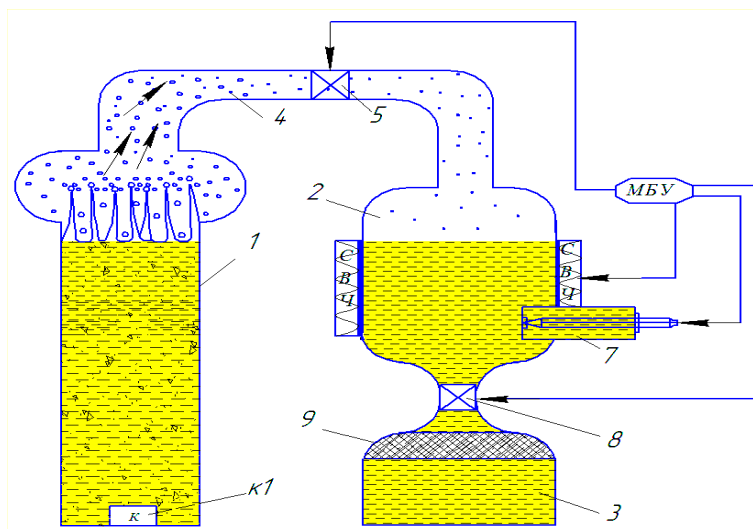


Рисунок 3 – Схема устройства для переработки отработанного масла

В трубопроводе 4 установлен электромагнитный клапан 5, регулируемый микропроцессорным блоком управления (МБУ) 6. После накопления всего масла в емкости 2 электромагнитный клапан 5 закрывается и с помощью МБУ 6 включается СВЧ-нагреватель. Масло в емкости 2 подвергается нагреву за счет СВЧ-излучения при котором, происходит трение на молекулярном уровне, способствующее снижению вязкости масла. Вискозиметром 7 измеряется вязкость масла и при достижении требуемой, МБУ 6 отключает СВЧ-нагреватель и открывает второй электромагнитный клапан 8.

На завершающем этапе очистки масла от механических примесей пропускаем его через фильтр тонкой очистки 9. В фильтре тонкой очистки применяется сетчатый фильтроэлемент, состоящий из проволоки саржевого плетения (прокатанных). Тонкость очистки составляет 1 - 10 мкм. Для обеспечения более тонкой очистки (0,4 – 4 мкм) возможна установка в фильтре магнитного очистителя. Итого выходная тонкость очистки будет составлять 0,4 - 2 мкм. Переработанное и очищенное масло сливается в емкость 3.

Выводы. Предлагаемая технология очистки отработанного масла экологически безопасна, позволяет ускорить процесс переработки и получить высококачественный конечный продукт.

Библиографический список использованной литературы

1. Каменчук Я.А. Отработанные нефтяные масла и их регенерация (на примере трансформаторных и промышленных масел): автореф. дис... канд. хим. наук: 02.00.13 / Я.А. Каменчук. — Томск, 2007. — 23 с.
2. Доблер В.И. Повышение эксплуатационной надежности двигателей дорожных и строительных машин трибологическим контролем состояния и активацией моторных масел: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.05.04 / В.И. Доблер. — Томск, 2005. — 23 с.
3. Шашкин П.И. Регенерация отработанных нефтяных масел / П.И. Шашкин, И.В. Брай. — М., 1970. — 303 с.
4. Пальгунов П.П. Утилизация промышленных отходов / П.П. Пальгунов, М.В. Сумароков. — М.: Стройиздат, 1990. — 352 с.

5. Богуславский Ю.Я. О физическом механизме распыления жидкости акустическими колебаниями / Ю.Я. Богуславский, О.К. Экнадиосянс // Акуст. ж. — 1969. — Т. 15. — Вып. 1. — С. 16–24.
6. Новицкий Б.Г. Применение акустических колебаний в химико-технологических процессах / Б.Г. Новицкий. — М.: Химия, 1983. — 192 с.
7. Хмелев В.Н. Кавитационное распыление вязких жидкостей / В.Н. Хмелев., А.В. Шалунов, Е.С. Смердина. — Новосибирск: НГТУ, 2006. [Электронный ресурс]. — Электрон. текстовые данные. — Режим доступа: http://u-sonic.ru/downloads/edm06/spray_rus.pdf
8. Окресса Э. СВЧ – энергетика. Т. 2. Применение энергии СВЧ в промышленности / Э. Окресса. — М.: Мир, 1971. — 272 с.

Поступила в редакцию 27.05.2011 г.

Горбунов М.І., Кравченко К.О., Горбунов М.М., Шишковская Г.Ю. Підвищення ефективності регенерації відпрацьованого масла

Представлено аналіз методів регенерації масла. Розглянуто питання ефективності використання ультразвукового й СВЧ-випромінювань у технологічній лінії регенерації відпрацьованого масла. Удосконалено технологію переробки відпрацьованих масел.

Ключові слова: відпрацьоване масло, регенерація, ультразвукові коливання, СВЧ-нагрівання.

Gorbunov N.I., Kravchenko K.A., Gorbunov N.N., Shishkovskaj A.Y. Improving regeneration waste oil

An analysis of methods of regeneration oil. The problems of efficient use of ultrasonic and microwave radiation in the process line regeneration of waste oil. Improved technology for processing waste oils.

Keywords: waste oil regeneration, ultrasonic vibrations.