

УДК 656.13

**АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ ПРОИСХОДЯЩИХ В МОТОРНЫХ
МАСЛАХ ВО ВРЕМЯ ИХ РАБОТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ
ДАЛЬНЕЙШЕГО ПРИМЕНЕНИЯ**

Алексей Александрович Бахарев

кандидат технических наук, доцент

bakharevalex@mail.ru

Кирилл Евгеньевич Яковлев

магистрант

yakovkir222@mail.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье рассмотрено состояние отработанных моторных масле в конце ресурса их работы по регламенту. Проанализированы изменения свойств и характеристик, а также причин их вызывающих. Рассмотрены существующие варианты по утилизации и регенерации отработанных моторных масле, а также выбран оптимальный вариант регенерации отработанного моторного масла для повторного его применения

Ключевые слова: регенерация, очистка, утилизация, отработанное моторное масло.

В большинстве случаев главными материалами для нормальной эксплуатации комбайнов, тракторов, автомобилей и другой различной сельскохозяйственной техники являются различные жидкости представленные в виде масел, горючего топлива, тормозных жидкостей и др. Важнейшими из этого списка жидкостей являются моторные масла, применяемые в двигателях внутреннего сгорания.

Главная функция моторного масла - это смачивание поверхности цилиндрико-поршневой группы. Масло омывает поверхность и оставляется в виде пленки снижая возникающее в процессе работы цилиндрико-поршневой группы трение, а следовательно снижая износ [1].

Во время эксплуатации двигателя внутреннего сгорания масло находящееся внутри подвергается воздействию различных факторов – высокое давление, большая температура, окисление воздухом и многое другое. Это воздействие влечет за собой различные изменения в моторном масле. Происходит конденсация углеводородов и его полимерами, окисление, загрязнение водой, топливом, и продуктами распада при сгорании или неполном сгорании применяемого топлива. В итоге в масло попадают различного рода загрязняющие вещества – к примеру, шлам, различные кислоты, остаточные вещества сгорания топлива, сажа, различные соли, асфальто-смолистые соединения, а также металлическая пыль.

Металлическая пыль образуется в процессе износа металлических поверхностей. Песчаные или почвенные загрязнения, а также водяные пары попадают в цилиндры с поступающим из окружающей среды воздухом. Все это ухудшает качество моторного масла, а также увеличивает силу износа цилиндрико-поршневой группы [2].

Отдельно необходимо описать поведение воды попадающей в моторное масло. Попав в масло вода может как раствориться в нем так и превратиться в эмульсию, причем стоит отметить что в зависимости от изменения условий работы двигателя внутреннего сгорания вода может переходить из одного состояния в другое.

Во время работы двигателя внутреннего сгорания масло постоянно соприкасается с поверхностями нагретыми до высокой температуры, это влечет за процесс разложения масла на различные составляющие, а также частичного сгорания моторного масла [3].

Но и в то время когда двигатель внутреннего сгорания не работает на моторное масло тоже воздействуют негативные факторы. К примеру когда механизмы обработанные двигателем внутреннего сгорания не эксплуатируются и хранятся на складе или когда масло еще не налито в двигатель внутреннего сгорания и находится в бочке. В этих случаях масло реагирует с воздухом, происходит процесс окисления, а следовательно процесс разложения масла на составляющие фракции с появлением в его составе побочного продукта – гудрона. Это приводит к ухудшению основных характеристик моторного масла.

Скорость процесса окисления и то какие именно побочные вещества образуются при окислении моторного масла зависит от различных факторов. Такими факторами являются:

- температура моторного масла;
- время работы моторного масла;
- площадь контакта моторного масла с воздухом;
- основы моторного масла;
- катализаторов входящих в состав моторного масла позволяющих как замедлять процесс окисления так и его ускорять.

К примеру при температуре моторного масла используемого в двигателе внутреннего сгорания равной температуре окружающей среды в летний период (пятнадцать – двадцать пять градусов по шкале Цельсия) окисление моторного масла происходит достаточно медленно. Чем больше повышается температура двигателя внутреннего сгорания, а также давление действующее на моторное масло в процессе работы, тем интенсивнее начинает идти процесс окисления. Так при температуре свыше двести пятидесяти градусов по шкале Цельсия окислении протекает очень интенсивно с разложением углеводов

содержащихся в моторном масле на различные составляющие в виде углистых веществ, воды или углекислого газа.

Все выше перечисленное снижают основные чистящие характеристики моторных масел, вследствие чего такие моторные масла должны быть заменены на новые.

В странах европейского экономического союза ежегодный объем отработанных моторных масел составляет в среднем величину около трех миллионов тонн, в соединённых штатах Америки объем аналогичных масел составлен в среднем величину около шести миллионов тонн, в России объем аналогичных масел составлен в среднем величину около девяти миллионов тонн

На сегодняшний день в России нет системного и оптимального отношения к отработанным моторным маслам. Практически всего лишь двадцать пять процентов из общего объема получаемых отработанных моторных масел перерабатывается. Стоит отметить, что под переработкой в большинстве случаев подразумевается утилизация через простое сжигание. Остальные семьдесят пять процентов отработанных моторных масел пропадают бесследно [4].

Главной причиной для сбора и переработки отработанного моторного масла можно считать тот факт, что для того что бы получить одну тонну свежего моторного масла нужно произвести переработку восьми тонн сырой нефти, при этом что бы получить ту же одну тонну свежего моторного масла нужно переработать одну тонну триста килограммов отработанного моторного масла. Следует отметить что масло полученное после переработки отработанного моторного масла по своим характеристикам не будет уступать свежему.

Важно поговорить о экологичности процесса утилизации отработанного масла. Проблемы с применением переработки масла влекут за собой печальные экологические последствия. Если масло просто утилизировать (к примеру закапывать в землю) то всего лишь один литр отработанного моторного масла

может загрязнить и сделать не питьевыми два миллиона литров воды

Продукты, полученные из нефти сами по себе имеют большую степень токсичности, плохо разлагаются (только порядка двадцати пяти процентов от общего объема подвержены биологическому разложению). Различные вещества, которые входят в состав отработанного моторного масла могут поступать в окружающую среду (вода, почва, атмосфера) из-за плохого разложения накапливаться там и впоследствии плохо влиять на здоровье человека воздействуя на отдельные органы вызывая проблемы в их работе (почки, печень и др.)

Также проблемой является недостаточная осведомленность населения об опасности при работе с отработанными моторными маслами и их воздействию на организм человека. Плохая информационная работа с населением не объясняет, что безответственное обращение с отработанными моторными маслами без соответствующих средств индивидуальной защиты и игнорирование норм при их утилизации может приводит к отравлениям и получению различных в том числе и тяжелых заболеваний также как и при обращении с другими опасными отходами.

Если рассматривать существующие технологии для утилизации или переработке отработанных моторных масел, то первоначально уделяется внимание таким характеристикам как экологичность и экономическая эффективность. Главной задачей же таких технологий является наиболее полное раскрытие потенциала вторичного использования отработанных моторных масел.

На сегодняшний день существует три основных направления существования отработанного моторного масла после его извлечение из двигателя внутреннего сгорания.

Первым и самым масштабным направлением является бесконтрольная утилизация отработанных моторных масел. В нашей стране практически восемьдесят процентов отработанных моторных масел просто закапывается в землю а также сливается в канализацию или различные ближайшие водоемы.

Так как попавшие в окружающую среду отработанные моторные масла загрязняют ее, то это огромная проблема влияющая как на экологию окружающей среды в целом так и на нормальное существование человека в этой загрязненной окружающей среде в частности. Так к примеру различные ученые выдвигают утверждения что уже на сегодняшний день практически половина всех водоёмов земного шара имеет на своей поверхности пленки из-за отработанных моторных масел. Понятно, что данное направление меньше всего подходит для использования, так как оно наносит непоправимый вред природе.

Вторым направлением можно считать применение отработанного моторного масла в качестве топлива для различных приборов отопления. Первоначально кажется, что данное направление имеет огромный плюс, так как мы получаем энергию практически из отходов эксплуатации автотранспорта. Но данный метод применения отработанных моторных масел также наносит большой вред экологии. При сжигании отработанных моторных масел в атмосферу выделяется большое количество вредных и опасных веществ (зола, пыль, сажа, азот, углерод, сера и ее различные по химическому составу окислы). Эти вредные выбросы на дистанции оказывают сильное негативное влияние на здоровье человека. Вдыхая воздух с содержанием данных вредных веществ происходит ухудшение работы сердечно-сосудистой системы, кожных покровов, опорно-двигательного аппарата. Подобный воздух повышает процент приобретения онкологических заболеваний, снижает иммунную систему, ухудшает зрительное восприятие и многое другое.

Третье направление заключается в восстановлении отработанного моторного масла для того что бы регенерировать его характеристики и свойства. При этом следует учесть, что процесс восстановления одного литра отработанного моторного масла потребляет лишь сорок процентов от энергии которую нужно затратить для получения одного литра моторного масла из сырой нефти.

В нашей стране существует специальный регламент по обращению с отработанным моторным маслом. В данном приказе разработана инструкция в

которой прописывается полный путь отработанного моторного масла, включая методы и способы хранения, транспортировки, переработки и последующее повторное применение.

Количество отработанного моторного масла нуждающегося в утилизации или переработке рассчитывается исходя из общего объема свежего моторного масла применяемого в каждый из расчетных годов. А данные по количеству свежего моторного масла министерство получает из отчетов юридических лиц, малых хозяйств и индивидуальных предпринимателей использующих для работы автотранспортную технику. Общий же контроль за сбором и переработкой отработанных моторных масел возложен на Госнефтеинспекцию Российской Федерации.

Стоит отметить, что в Российской Федерации за неправильную утилизацию отработанных моторных масел связанную с загрязнением окружающей среды или нанесением вреда здоровью населению или причинение ущерба растительному или животному миру, а также за неправильный сбор и хранение и переработку отработанных моторных масел предусмотрены меры ответственности. Существующий закон четко прописывает правовые нормы при обращении с отходами способными нанести вред окружающей среде, животному или растительному миру, здоровью населения, а также прописывает необходимость переработки данных отходов для дальнейшего использования. Закон подразумевает что предприятия сельскохозяйственного сектора обязаны собирать отработанные моторные масла двигателей внутреннего сгорания и других механизмов и перерабатывать либо утилизировать согласно регламента.

В большинстве случаев отработанные моторные масла после сбора передаются специальным фирмам специализирующихся на переработке и утилизации отработанных моторных масел. В реальности же данная схема практически не работает из-за того что предприятия сельскохозяйственного назначения вынуждены платить предприятиям занимающимся утилизацией отработанных моторных масел. Данные платежи снижают без того не большие

прибыли сельскохозяйственных предприятий. Вследствие чего после нескольких подобных сдач отработанных моторных масел и оплаты за эти сдачи передача отработанного моторного масла предприятиям, специализирующимся на утилизации прекращается. Т.е. прекращается именно реальная сдача отработанных моторных масел, на бумагах же она происходит, как и раньше. Такое положение дел удовлетворяет и сельскохозяйственное предприятие, и предприятие, специализирующееся на утилизации и переработке так как контролирующие органы кроме бумаг о передаче отработанных моторных масел ничего не требуют. Нет никаких проверок подтверждающих произошедшие передачи отработанных моторных масел описанных в документах.

В общем можно сделать вывод, что переработка и утилизация отработанных моторных масел в нашей стране практически ни кем не контролируется. Количество отработанного моторного масла переданного на утилизацию рассчитывается только исходя из бумажных показателей. Опасность, которую несут отработанные моторные масла, регламентирована только частично. Контроль за использованием лицензий на переработку и утилизацию отработанных моторных масел осуществляется плохо.

Наиболее популярным методом утилизации отработанных моторных масел в нашей стране стал метод сжигания их в специальных печах и котлах используемых для отопления в зимний период. Метод особенно востребован и в большинстве прижился в небольших станциях тех обслуживания, ремонтных мастерских и частных гаражах занимающихся ремонтов автотранспортной техники, так как там отработанные моторные масла всегда есть в больших объемах.

Если рассмотреть европейский опыт переработки и утилизации отработанных моторных масел, то мы увидим, что методом сжигания утилизируется лишь около трех процентов от общего объема отработанных моторных масел. Причем процент этот постоянно снижается из-за законодательного запрета на подобные действия в связи с сильным

загрязнением окружающей среды продуктами горения. К примеру, в Германии уже сегодня полностью запрещено сжигание отработанного моторного масла с целью отопления помещений. При этом предприимчивые немецкие предприниматели с удовольствием и в больших количествах поставляют в нашу страну оборудование, котлы и печи для сжигания отработанных моторных масел.

Стоит отметить, что в странах европейского экономического союза отработанное моторное масло не рассматривается как вредные отходы, которые обязательно необходимо утилизировать, а как отходы, которые можно переработать и вторично использовать. Поэтому деятельность специализированных предприятий занимающихся сбором, транспортированием, переработкой и утилизацией отработанного моторного масла сертифицируется в обязательном порядке без исключения. Контроль за деятельностью таких предприятий и соблюдением такими предприятиями всех утвержденных норм по обращению с отработанным моторным маслом ведется в очень строго в соответствии с директивой по утилизации отработанных моторных масел от двадцать шестого июня тысяча девятьсот семьдесят пятого года.

Директива включает в себя нормы и правила по сбору транспортировке, утилизации и переработке отработанного моторного масла. Стоит отметить, что в обязательном порядке страны европейского экономического союза ежегодно отчитываются в специальной комиссии европейского экономического союза о проделанной работе по обращению с отработанными моторными маслами, результатах и уровне технического оснащения.

Самой развитой страной европейского экономического союза в области переработки отработанных моторных масел является Германия, где сосредоточено большое количество предприятий по регенерации отработанных моторных масел.

Становление практики повторного использования отработанного моторного масла происходило при плотном взаимодействии с государством.

Государство выделяло большие объемы на субсидии и стимулирование строительства и техническое перевооружение предприятий по переработке и утилизации отработанного моторного масла. Непрерывное создание и выстраивание на протяжении большого количества лет системы сбора, переработки и утилизации отработанного моторного масла привело к тому, что эти мероприятия стали выгодны всем участникам. Государство перестало оплачивать услуги по сбору, переработки и утилизации отработанного моторного масла.

Однако с тысяча девятьсот девяносто девятого года данным предприятием выделяется субсидия в размере трех миллионов двухсот тысяч евро каждый год.

Сегодня на территории Германии существуют и функционируют семь установок по переработке отработанных моторных масел, а также четыре установки по переработке отработанных моторных масел ждут своей очереди что бы вступить в строй.

В других странах европейского экономического союза ситуация не хуже. Так в Италии около шестидесяти процентов от общего годового объема отработанных моторных масел уходит на переработку, в Бельгии около пятидесяти семи процентов от общего годового объема отработанных моторных масел уходит на переработку, во Франции порядка шестидесяти девяти процентов от общего годового объема отработанных моторных масел уходит на переработку, а в Испании десять установок для переработки отработанных моторных масел могут регенерировать двести пятнадцать тон отработанного моторного масла в год, что составляет пятьдесят четыре процента от общего объема.

Но подобная ситуация не во всех странах. В США доля отработанного моторного масла отправляемого на переработку составляет всего пять процентов, в Англии доля отработанного моторного масла отправляемого на переработку составляет двенадцать процентов, а в Японии доля отработанного моторного масла отправляемого на переработку составляет восемь процентов.

Как видно из вышесказанного практика по переработке отработанного моторного масла в нашей стране далека от мировых лидеров в данной отрасли. Экономическая политика в нашей стране не придает большого значения данной отрасли, что в будущем может привести к печальным последствиям и очень большим затратам по устранению экологического ущерба.

Из всего вышесказанного можно с уверенностью сделать вывод что опыт европейских стран по переработке отработанных моторных масел достаточно полезен и эффективен как сохранении ресурсов, так и в снижении вредного воздействия на экологию. Данный опыт необходимо перенимать как нашей стране в целом, так и предприятиям сельскохозяйственной направленности в частности.

Список литературы:

1. Мосолов А.А., Алехин А.В. Анализ методов диагностики изменения состояния моторного масла при работе машины // Наука и образование. 2023. Т.6. №2.
2. Мосолов А.А., Алехин А.В., Картечина О.С. Анализ факторов старения моторного масла при работе двигателя внутреннего сгорания // Наука и Образование. 2023. Т. 6. № 2.
3. Абашкин Р.И., Алехин А.В. Анализ способов очистки отработанных моторных масел // Наука и образование. 2022. Т.5. №2.
4. Абашкин Р.И., Алехин А.В. Изменение моторного масла в процессе эксплуатации в двигателях внутреннего сгорания // Наука и Образование. 2022. Т. 5. № 2.

UDC 656.13

**ANALYSIS OF CHANGES IN MOTOR OILS DURING THEIR
OPERATION AND PROSPECTS FOR THEIR FURTHER APPLICATION**

Aleksey Al. Bakharev

candidate of technical sciences, associate professor

bakharevalex@mail.ru

Kirill Ev. Yakovlev

master's student

yakovkir222@mail.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Abstract. The article considers the condition of used motor oils at the end of their service life according to the regulations. Changes in properties and characteristics, as well as the reasons causing them, are analyzed. The existing options for recycling and regeneration of used motor oils are considered, and the optimal option for regenerating used motor oil for its reuse is selected.

Keywords: regeneration, cleaning, recycling, used motor oil.

Статья поступила в редакцию 10.05.2025; одобрена после рецензирования 20.06.2025; принята к публикации 30.06.2025.

The article was submitted 10.05.2025; approved after reviewing 20.06.2025; accepted for publication 30.06.2025.