

УДК 656.13: 504.05

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ
ОТРАБОТАННЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ
НА ТЕРРИТОРИИ Г. МОСКВЫ, МЕТОДОМ СЖИГАНИЯ**

Лытов В.М., Комков В.И.

*Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ),
Москва, e-mail: vladislav.lytoff@yandex.ru*

В статье рассматриваются вопросы, связанные с необходимостью развития производств по утилизации отработанных моторных масел, образующихся при эксплуатации автомобильного транспорта г. Москвы, методом сжигания. Внедрение предложенных новшеств на базе крупных автотранспортных предприятий позволит не только грамотно переработать отработанное моторное масло и предотвратить загрязнение окружающей среды, но и обеспечить отопление помещений в зимний период. Масса образования отходов синтетических и полусинтетических масел моторных для конкретного предприятия определяется исходя из характеристик парка, пробега и потерь при эксплуатации. С учетом оценки среднегодовых нормативов образования была разработана технологическая схема сжигания отработанных масел в водогрейных котлах с последующим получением тепла. Так же приводятся оценки негативного воздействия на окружающую среду и экономические показатели внедрения технологии утилизации на территории действующего предприятия.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, отработанное моторное масло, утилизация

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR RECYCLING OF WASTE MOTOR
OILS OBTAINED IN MOSCOW, THE METHOD OF COMBUSTION**

Lytov V.M., Komkov V.I.

*Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Moscow,
e-mail: vladislav.lytoff@yandex.ru*

The article discusses with the issues related to the need for the development of industries for recycling of used motor oil generated from the operation of motor vehicles in Moscow, by combustion. The introduction of the proposed innovations based on the basis of the large transport enterprise will allow not only to correctly recycle waste motor oil and to prevent environmental pollution, but also to provide space heating in winter. Weight of waste synthetic and semi-synthetic engine oils for a particular company is determined based on the characteristics of the vehicle fleet, mileage and operating losses. Taking into account the estimation of annual average mass was developed the technological scheme for the burning of waste oil in boilers to produce heat. There are also estimates of the negative impact on the environment and economic indicators of the introduction of recycling technology on the territory of the enterprise.

Keywords: road transport, waste motor oil, recycling

В связи с резким ростом численности парка транспортных средств, особенно на территории крупных городов и регионов, обостряется экологический аспект проблемы обращения с такими отходами эксплуатации автотранспорта, как «отходы синтетических и полусинтетических масел моторных», относящихся к третьему классу опасности по ФККО. Особенно актуальным решением данной проблемы остаётся для такого мегаполиса как г. Москва, где помимо масштабных объемов образования отработанных нефтепродуктов, усугубляет проблему отсутствие необходимых производственных мощностей по их переработке. В связи с этим, большая часть нефтеотходов попадает на ландшафт и в стоки, используется в качестве антиадгезивов при производстве строительных материалов или попросту сжигается. Такое использование потенциально ценного продукта с одной

стороны является абсолютно не эффективным экономически, а с другой, обостряет и без того сложную экологическую ситуацию в городе.

Поэтому важной задачей является создание эффективной системы обращения с отработанными нефтепродуктами, которая обеспечивала бы их эффективный сбор, безопасное хранение и транспортировку. Кроме того, необходимо внедрение наилучших доступных технологий переработки, обеспечивающее обязательное возвращение отработанных моторных масел в производственный цикл в виде вторичных материальных ресурсов. Обязательными условиями для оценки производственных мощностей, а так же разработки и внедрения таких технологий, являются задачи достоверного определения массы отходов, образующихся при эксплуатации автомобильного транспорта. Существующей

щие оценки объемов образования отработанных масел дают значительный разброс в цифрах, достоверность и актуальность которых оценивать трудно, а так же не учитывают факторы износа деталей двигателя и соответствующие потери. Расчет количества отходов синтетических и полусинтетических масел моторных (т/год) для парка транспортных средств г. Москвы может быть произведен через расход топлива по формуле [1]:

$$M_m = 10^{-4} \cdot N^i \cdot L^i \cdot \sum_{i=1}^n (N_p^i \cdot H_s^i \cdot d \cdot \rho_m - Y_p^i).$$

Исходными данными для расчета являются базовая норма расхода топлива на 100 км пробега (N_p^i) и нормы расхода моторного масла на расход топлива (H_s^i) [2], среднегодовой пробег автомобилей (L^i), норма расхода масел на угар (Y_p^i). По мере увеличения пробега автотранспортных средств за счет износа деталей цилиндро-поршневой группы, расход масла на угар увеличивается (от 11 % для легковых до 90 % для автобусов). Эти сведения взяты из методики COPERT 4, которая координируется Европейским агентством по охране окружающей среды (ЕЕА) [3]. Для выполнения расчетных оценок использовалась официальная статистика ГИБДД о количестве автотранспортных средств, стоящих на учете в г. Москве за 2015 г. (N^i). Так же в формуле фигурирует коэффициент слива масла (в среднем $d = 0,8$) и плотность нефтепродуктов ($\rho_m = 0,9$ кг/л). В таблице приведены как используемые исходные данные, так и результаты расчета объема отработанных моторных масел.

Таким образом, суммарная масса отработанного моторного масла, потенциально образующегося на территории г. Москвы (2015 г.), составляет около 51 тыс. т в год или 140 т/сут.

Так как на территории Москвы фактически отсутствует инфраструктура по переработке и утилизации отработанного моторного масла, целесообразным реше-

нием является утилизация масла на местах (на базе крупных автотранспортных предприятий (АТП)). К числу таких предприятий в столичном регионе относится, например, 11-й автобусный парк, который обслуживает Северный и Северо-Восточный округа Москвы. Состав автобусного парка насчитывает 374 автобусов различных модификаций. Одними из самых распространённых являются автобусы марки «ЛиАЗ», средний возраст которых составляет около 5 лет.

Исходными данными для расчета массы отработанных моторных масел на АТП являются заправочная емкость картера двигателя автотранспортного средства (V_k), среднегодовой пробег автобуса (L^i), норма пробега до полной смены моторного масла (L^k) и количество автотранспортных средств (N^i) [1]:

$$Q_m = d \cdot \rho_m \cdot V_k \cdot \frac{L^i}{L^k} \cdot 10^{-3} \cdot N^i.$$

Был произведен расчет объема среднегодового количества отработанного моторного масла с учетом характеристик парка, пробега и потерь при эксплуатации, что составляет 14,5 т отработанного масла в год. Результат практически совпадает с полученными статистическими данными.

Для решения проблемы утилизации отработанного масла на местах требуется подобрать такую систему, чтобы выполнялись 2 условия:

1) Безопасность и безвредность для окружающей среды;

2) Экономическая эффективность.

Были рассмотрены преимущества и недостатки различных технологий переработки отходов синтетических и полусинтетических масел моторных: физических, химических, термических. Однако с учетом установленных требований и необходимой мощности была разработана технологическая схема утилизации отработанного масла методом сжигания в водогрейных котлах с последующим получением тепла.

Исходные данные и результаты расчета

Вид АТС	Количество АТС (N^i), ед.	Среднегодовой пробег (L^i), км	Базовая норма расхода топлива (N_p^i), л/100км	Нормы расхода масел (H_s^i), л _м /100л _т	Расход на угар (Y_p^i), кг/10000 км	Масса отработанного масла (M_m), тыс. т
Легковые	3895888	10000	10,5	0,8	1,45	17,8
Грузовые	369898	20000	24,3	2,3	1,56	28,0
Автобусы	46403	30000	30,0	2,2	8,5	5,5

В состав основного оборудования должны войти: собственно сам котел, состоящий из корпуса, передней крышки, короба для отвода дымовых газов, опор, теплоизоляции, декоративного кожуха, а так же автоматизированная горелка. Отработанное моторное масло поступает в подогревательный бак, емкостью 200 литров (зимой требуется поддерживать масло в диапазоне температур 60 – 65 °С, чтобы оно прокачивалось и не застывало в трубах). В результате подогрева отработанное масло начнет расслаиваться: тяжелые фракции и вода опускаются вниз, а более легкие поднимаются в верхнюю часть. Далее масло через шестеренчатый насос нагнетается в фильтр тонкой очистки, где задерживаются механические примеси размером до 5 мкм. Отфильтрованное масло по трубам подается на рассекатель форсунки, что существенно снижает зависимость от вязкости топлива, делает воздушно-топливную смесь однородной по фракционному составу, обеспечивает стабильность факела и хорошее термическое окисление (горение) нефтепродуктов. Воздух поставляется внешним компрессором (линией сжатого воздуха). Современные рассекатели форсунки создают турбулентный поток (факел) небольшой длины с эффективным окислением углеводородов по всему объему факела и сниженным количеством загрязняющих веществ (летучих органических соединений и оксида углерода) в отработавших газах.

Для отопления двухэтажного административного здания общей площадью 3750 м², расположенного на территории 11-го автобусного парка, произведен расчет основных параметров водогрейного котла. Определено, что для передачи тепловой

энергии к теплоносителю требуется теплообменник с площадью поверхности 2,63 м², в котором будут размещаться 12 труб.

Для оценки негативного воздействия на окружающую среду проведен расчет выбросов загрязняющих веществ, основными из которых являются: твердые частицы; газообразные оксиды серы; окислы азота; оксид углерода; углеводороды. На основании количественного и качественного состава топлива, низшей теплоты его сгорания, а так же удельных показателей выбросов, суммарная масса загрязнителей в атмосферный воздух от стационарного источника не превышает 10 т в год.

Развитие производств по утилизации отработанного масла на базе крупных АТП, не только предотвратит загрязнения окружающей среды, но также способствует существенной экономии энергии и сырья. Были произведены расчеты экономической эффективности внедрения технологии утилизации, а так же показана возможная экономия денежных средств при использовании отработанного моторного масла в качестве топлива для получения тепловой энергии в сравнении с центральным отоплением. Срок окупаемости внедрения технологии утилизации в автобусном парке составляет около 2,5 лет.

Список литературы

1. Комков В.И. Обращение с отходами на автотранспортном предприятии: методические указания к лабораторным и практическим работам по курсу «Экология» / В.И. Комков. – М.: МАДИ, 2014. – 32 с.
2. Распоряжение Минтранса РФ от 14.03.2008 № АМ-23-р «О введении в действие методических рекомендаций «Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте»».
3. Description of new elements in COPERT 4. – Version 9.0. – November, 2011.