

УДК 628.477.2; 502.504

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ***О.П. Филиппова¹, С.З. Калаева¹, Э.С. Цховребов², Е.С. Сергеев¹*¹ *Ярославский государственный технический университет (г. Ярославль)*² *ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт**по проблемам гражданской обороны**и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (г. Москва)*© Филиппова О.П., Калаева С.З.,
Цховребов Э.С., Сергеев Е.С., 2023

Аннотация. Отмечено, что в последние годы существенно увеличивается количество образующихся, накапливаемых и хранимых на предприятиях отработанных масел. На основе анализа химического состава, физико-химических показателей и сопоставления инфракрасных спектров обоснована возможность использования отработанных минеральных, промышленных и пищевых масел для приготовления консервационных смазок, производства антикоррозионных покрытий. Сделан вывод, что отдельный сбор, изолированное, безопасное для окружающей среды накопление, промышленная обработка и утилизация отработанных масел способствуют реализации мер для защиты населения и территорий регионов от экологической опасности, создаваемой негативным воздействием производственных отходов на окружающую среду.

Ключевые слова: отработанное масло, антикоррозионное покрытие, дисперсионная среда, утилизация, отходы, экологическая безопасность.

DOI: 10.46573/2658-7459-2023-4-91-96**ВВЕДЕНИЕ**

В общей массе токсичных отходов производства и потребления можно выделить большое количество различных отработанных масел. Это связано с ежегодным увеличением объемов использования чистых масел и, как следствие, объемов образующихся отходов. Спектр применения масел крайне широк (от смазочных и топливных материалов до пищевых добавок), поэтому загрязнение окружающей среды экологически опасными компонентами, входящими в их состав, все увеличивается [1].

В процессе эксплуатации автомобиля моторное масло подвергается старению и теряет свои эксплуатационные свойства. В их составе могут появляться различные смолы, карбены, асфальтены, полиолефины и другие вещества, вредные для окружающей среды и человека. Разлив на территории или сжигание без специальных защитных устройств отработанных масел приводит к ухудшению состояния водоемов, почвы, атмосферного воздуха, а также негативно сказывается на здоровье людей.

Однако отработанные масла, помимо массы недостатков, обладают важным полезным свойством: они могут служить углеводородным вторичным сырьем [2–4]. Поэтому вопрос их экологически безопасной утилизации является актуальным и с природоохранной, ресурсосберегающей, и с экономической точки зрения.

Проведенное исследование направлено на улучшение защиты природной среды, населения и территорий от экологической опасности, вызванной негативным воздействием токсичных отходов отработанного масла различных видов, повышение уровня ресурсосбережения и повторного применения отходов в различных отраслях и секторах экономики [5–9].

ОБЪЕКТЫ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объекты исследования – предварительно профильтрованные отработанные масла различного происхождения, а именно пищевое (ОПМ), индустриальное (ОИМ), синтетическое и минеральное (ОММ) моторные масла. В образцах были определены содержание влаги и минеральных компонентов, кислотного, йодного чисел и количество неомыляемых веществ, а также сняты инфракрасные спектры (ИК-спектры) на приборе PerkinElmer Spectrum RX I. Во время анализа использовали стандартизированные методы и поверенное оборудование.

Материалами для изучения выступили опубликованные труды российских и зарубежных ученых, результаты собственных исследований, посвященных проблемам обработки и утилизации промышленных отходов, ресурсосбережения, экологической безопасности территорий.

В качестве основного метода исследования реализован системный анализ технологий, методов обработки и утилизации отходов отработанных масел для нужд экономики.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В рецепт стандартного антикоррозионного покрытия входят твердый загуститель (антикоррозионный пигмент), жидкая маслянистая основа, в которой распределен пигмент, и различные присадки. Выбранные отработанные масла предлагается использовать в качестве дисперсионной среды при получении таких защитных покрытий. Для проверки возможности применения отработанных масел был определен их состав (табл. 1).

Таблица 1

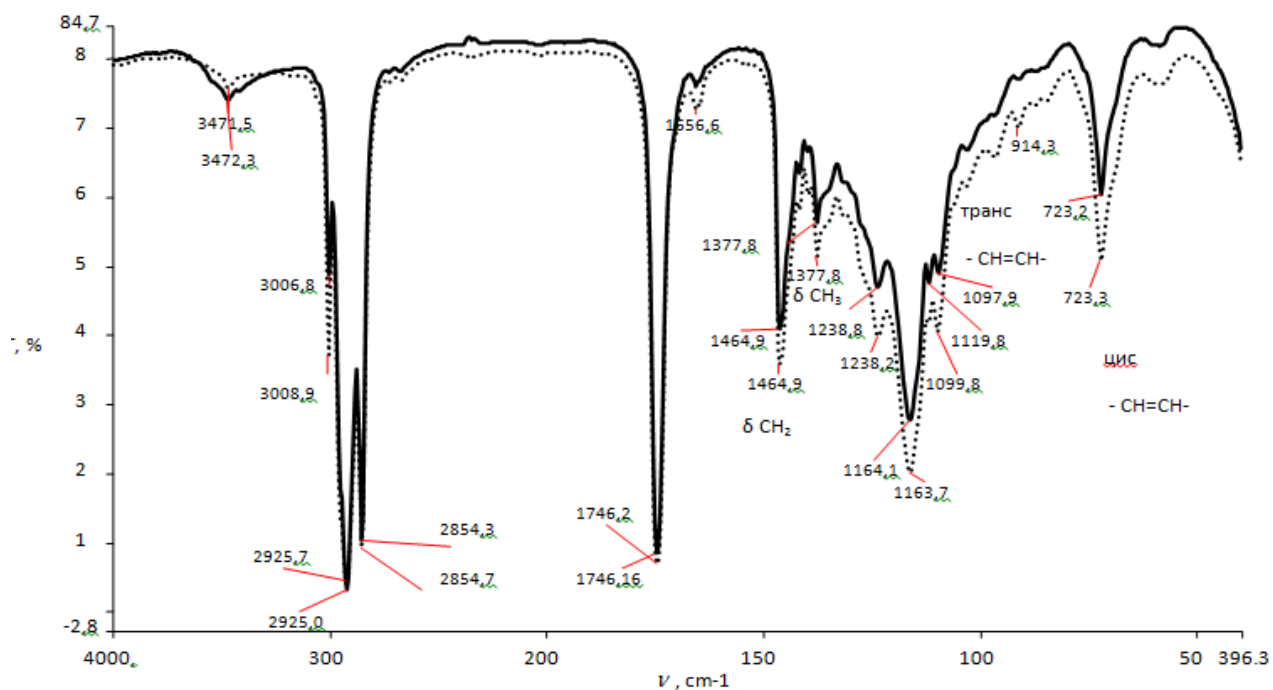
Состав отработанных масел

Тип отработанного масла	Результаты, %	
	Минеральная часть	Влажность
Пищевое	0,04	0,75
Индустриальное	0,02	0,9
Синтетическое	0,04	2,1
Минеральное	0,06	0,54

Исходя из данных табл. 1, можно сделать вывод, что влажность менее 1 % [10] имеют ОПМ, ОИМ и ОММ, поэтому для антикоррозионной защиты металлических изделий лучше использовать данные отработанные масла. Согласно результатам биотестирования (в качестве тест-объектов выступили *Ceriodaphnia affinis*), ОИМ имеет II класс опасности, ОПМ и ОММ – III [11].

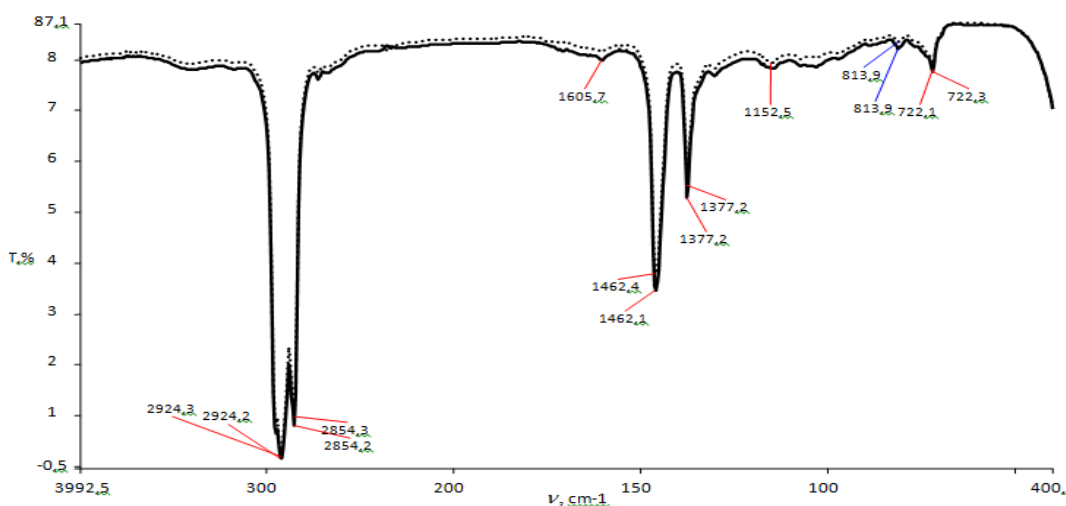
В процессе эксплуатации масла подвергаются воздействию высоких температур, из-за чего в этих маслах происходит ряд превращений, среди которых следует выделить гидролиз, окисление и пирогенетический распад. Указанные процессы приводят к изменению структуры масел. Чтобы проверить критичность таких изменений были использованы ИК-спектроскопия (рисунок) и методы химического анализа (табл. 2). Для

оценки осуществления исследуемых процессов отработанного моторного масла был выделен спектр изучаемых параметров: кислотное число, йодное число и число омыления.



— Подсолнечное чистое
..... Подсолнечное отработанное

а



— Индустриальное чистое
..... Индустриальное отработанное

б

Инфракрасный спектр чистого и отработанного подсолнечного (а) и индустриального (б) масел

Таблица 2

Химический анализ отработанного растительного масла

Показатели	Отработанное растительное масло	Чистое растительное масло
Кислотное число, мг КОН/г	12	Не более 15
Йодное число, мг I ₂ /100 г	93,9	125–145
Массовая доля неомыляемых веществ, %	1,0	Не более 1,2

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Накопленные использованные масла, неоднородные по составу, представляют собой угрозу для природной среды и ее ресурсов, безопасности жизнедеятельности населения, вследствие чего вопрос утилизации таких масел не следует считать неактуальным. Авторы данной статьи предлагают в качестве одного из способов экологически безопасной обработки и последующей утилизации рассмотренных отходов их применение как материала для антикоррозионной защиты.

На основании проведенных экспериментов установлено, что в результате воздействия на масло высоких температур их структура меняется незначительно. Таким образом, отработанные масла можно рекомендовать в качестве дисперсионной среды для получения антикоррозионных покрытий.

Осуществленные исследования могут стать частью комплексной программы по обработке, утилизации производственных отходов предприятий различных отраслей и секторов экономики, призванной обеспечить экологическую безопасность регионов России и переход отечественной экономики на ресурсосберегающий технологический уклад.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пахотина И.Н., Пахотин Н.Е. Экологическая безопасность утилизации отработанных масел // *Автомобили, транспортные системы и процессы: настоящее, прошлое, будущее: Сборник статей Международной научно-технической конференции*. Курск: ЮЗГУ. 2019. С. 131–133.
2. Евдокимов А.Ю., Фукс И.Г., Шабалина Т.Н., Багдасаров Л.Н. Смазочные материалы и проблемы экологии. М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. 2000. 424 с.
3. Головников А.В., Филиппова О.П., Яманина Н.С., Копылов А.Б. Исследование структуры, свойств и физико-химических характеристик отработанных масел // *Известия ТулГУ. Технические науки*. 2012. Вып. 1. С. 120–126.
4. Утилизация отработанного моторного и других видов масел [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bezotxodov.ru/avto/utilizacija-otrabotannogo-masla> (дата обращения: 13.09.2023).
5. Цховребов Э.С. Эколого-экономические аспекты планирования размещения и проектирования промышленных объектов по обработке, утилизации, обезвреживанию отходов // *Вестник МГСУ*. 2018. Т. 13. № 11 (122). С. 1326–1340.

6. Tskhovrebov E., Velichko E., Niyazgulov U. Planning Measures for Environmentally Safe Handling with Extremely and Highly Hazardous Wastes in Industrial, Building and Transport Complex // *Materials Science Forum*. 2019. V. 945, pp. 988–994.
7. Цховребов Э.С. Формирование региональных стратегий управления обращением с вторичными ресурсами // *Вестник МГСУ*. 2019. Т. 14. № 4 (127). С. 453.
8. Velichko E., Tskhovrebov E., Shevchenko A. Environmental safety providing during heat insulation works and using thermal insulation materials // *MATEC Web of Conferences*. 2017. P. 03009.
9. Кожуховский И.С., Величко Е.Г., Целыковский Ю.К., Цховребов Э.С. Организационно-экономические и правовые аспекты создания и развития производственно-технических комплексов по переработке золошлаковых отходов в строительную и иную продукцию // *Вестник МГСУ*. 2019. Т. 14. № 6 (129). С. 756–773.
10. Ласкорин Б.Н., Громов Б.В., Цыганков А.П., Сенин В.Н. Безотходная технология в промышленности, М.: Стройиздат. 2006. 158 с.
11. Сергеев Е.С., Филиппова О.П., Калаева С.З. Токсикологическая оценка различных видов отработанных масел // *От химии к технологии шаг за шагом*. 2022. Т. 3. Вып. 4. С. 8–14.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ФИЛИППОВА Ольга Павловна – доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет», Россия, 150023, г. Ярославль, Московский проспект, д. 88. E-mail: filippovaop@ystu.ru

КАЛАЕВА Сахиба Зияддиновна – доктор технических наук, заведующий кафедрой «Охрана труда и природы», ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет», Россия, 150023, г. Ярославль, Московский проспект, д. 88. E-mail: kalaevasz@ystu.ru

ЦХОВРЕБОВ Эдуард Станиславович – кандидат экономических наук, доцент, старший научный сотрудник ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России», Россия, 121352, г. Москва, ул. Давыдовская, д. 7. E-mail: rebrovstanislav@rambler.ru

СЕРГЕЕВ Егор Сергеевич – аспирант, ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет», Россия, 150023, г. Ярославль, Московский проспект, д. 88.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Филиппова О.П., Калаева С.З., Цховребов Э.С., Сергеев Е.С. Технологические аспекты экологически безопасной утилизации отработанных масел // *Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Строительство. Электротехника и химические технологии»*. 2023. № 4 (20). С. 91–96.

**TECHNOLOGICAL ASPECTS OF ENVIRONMENTALLY SAFE DISPOSAL
OF WASTE OILS*****O.P. Filippova¹, S.Z. Kalaeva¹, E.S. Tskhovrebov², E.S. Sergeev¹***¹*Yaroslavl State Technical University (Yaroslavl)*²*All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergency Situations
of the Ministry of Emergency Situations of Russia (Moscow)*

Abstract. It is noted that in recent years, the amount of waste oils generated, accumulated and stored at enterprises has been significantly increasing. Based on the analysis of chemical composition, physico-chemical parameters and comparison of infrared spectra, the possibility of using spent mineral, industrial and edible oils for the preparation of preservative lubricants, the production of anticorrosive coatings is substantiated. It is concluded that separate collection, isolated, environmentally safe accumulation, industrial processing and disposal of waste oils contribute to the implementation of measures to protect the population and territories of the regions from environmental hazards created by the negative impact of industrial waste on the environment.

Keywords: used oil, anticorrosive coating, dispersion medium, recycling, waste, environmental safety.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

FILIPPOVA Olyga Pavlovna – Doctor of Technical Sciences, Professor, Yaroslavl State Technical University, 88, Moskovsky pr., Yaroslavl, 150023, Russia. E-mail: filippovaop@ystu.ru

KALAEVA Sahiba Ziyaddinovna – Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Labor and Nature Protection, Yaroslavl State Technical University, 88, Moskovsky pr., Yaroslavl, 150023, Russia. E-mail: kalaevasz@ystu.ru

TSKHOVREBOV Edward Stanislavovich – PhD in Economics, Associate Professor, Senior Researcher of All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergency Situations of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 7, Davydkovskaya str., Moscow, 121352, Russia. E-mail: rebrovstanislav@rambler.ru

SERGEEV Evgeniy Sergeevich – Postgraduate Student, Yaroslavl State Technical University, 88, Moskovsky pr., Yaroslavl, 150023, Russia.

CITATION FOR AN ARTICLE

Filippova O.P., Kalaeva S.Z., Tskhovrebov E.S., Sergeev E.S. Technological aspects of environmentally safe disposal of waste oils // Vestnik of Tver State Technical University. Series «Building. Electrical engineering and chemical technology». 2023. No. 4 (20), pp. 91–96.