

УДК 504.064.45

DOI 10.52928/2070-1616-2024-49-1-122-127

ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ С НАЛИЧИЕМ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА И МАЗУТА

д-р техн. наук, проф. В.П. ИВАНОВ¹, д-р техн. наук, проф. В.П. ЛЯЛЯКИН²,
канд. техн. наук В.А. ДРОНЧЕНКО¹

¹(Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой)

²(Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва)

Проведен анализ отработанных нефтесодержащих продуктов, образующихся на предприятиях, связанных с ремонтом и сервисным обслуживанием машин и оборудования, показавший присутствие большого количества отходов, содержащих дизельное топливо и мазут. Указано на негативное влияние на качество поверхности строительных конструкций и изделий при использовании в процессе изготовления в качестве антиадгезионного покрытия эмульсии, при приготовлении которой использовали нефтесодержащие отходы с наличием дизельного топлива и мазута. Экспериментально определено влияние дизельного топлива и мазута на стабильность эмульсии, приготовленной с использованием нефтесодержащих отходов предприятий по ремонту и сервисному обслуживанию машин и оборудования. Предложены технологические решения, позволяющие повысить до требуемого уровня качество поверхности железобетонных изделий при использовании в качестве антиадгезионного покрытия эмульсии на основе нефтесодержащих отходов с наличием дизельного топлива и мазута.

Ключевые слова: геоэкология, охрана окружающей среды, переработка отходов, утилизация отходов, нефтесодержащие отходы, охрана труда, приготовление эмульсий, антиадгезионные покрытия.

Введение. По данным [1] загрязнение вод нефтесодержащими отходами (НСО) составляет более 30% общего техногенного загрязнения. Данные отходы подлежат обязательному сбору и утилизации, а в отдельных случаях – уничтожению.

На предприятиях агропромышленного сектора по ремонту и сервисному обслуживанию машин и оборудования в течение года образуется до 20 тыс. т нефтесодержащих сточных вод (НСВ). Их основными источниками служат участки по разборке и очистке машин и агрегатов, обкаточно-испытательные, обработке металлических заготовок резанием и др. В НСВ содержатся различные масла, смазочно-охлаждающие технологические средства, технические моющие средства (ТМС), пластичные смазки, дизельное топливо и др. Эти вещества, с одной стороны, могут угрожать окружающей среде и человеку, с другой – стать сырьем для производства импортозамещающей продукции.

Наибольшее количество НСВ выделяют участки по разборке и очистке машин и двигателей внутреннего сгорания [2]. Эти отходы образуются в процессе эксплуатации машин и силового оборудования, являются сложными многокомпонентными системами и включают до 95% об. моторные и трансмиссионные масла, пластичные смазки, дизельное топливо и мазут.

Анализ мировых тенденций развития оборудования и процессов для утилизации НСО показал [2; 3], что их совершенствование должно основываться не на энергозатратном и экологоопасном уничтожении, а на принципиально новых способах переработки, позволяющих получить на основе НСО товарные продукты различного назначения.

В Полоцком государственном университете имени Евфросинии Полоцкой проведены исследования, позволившие разработать установку и технологию приготовления мелкодисперсной водомасляной эмульсии с требуемой стабильностью на основе НСВ [2; 4–8]. В технологии заложен ударно-волновой способ эмульгирования, который дает возможность проводить обработку неперемешивающихся компонентов с помощью низкочастотных ударных волн, возникающих при работе пневматического излучателя [2; 8].

Полученная эмульсия может:

– успешно заменить товарный эмульсол, применяемый для смазки форм при производстве железобетонных изделий. Она практически не оставляет жирных пятен на изделиях и обладает стабильностью в течение 25–30 дней. Его себестоимость в 5–10 раз ниже, чем себестоимость товарного эмульсола [2; 5];

– использоваться в качестве добавки к основному топливу котельных. При этом, как показали проведенные исследования [2; 4], происходит снижение содержания оксидов азота в дымовых газах на 37–40% с уменьшением расхода первичного топлива на 3–5%.

Основная часть. С экономической точки зрения наиболее выгодным является использование эмульсии, для приготовления которой использовали НСВ в качестве материала антиадгезионных покрытий рабочих поверхностей форм при производстве строительных конструкций и изделий. Однако при испытаниях эмульсии было установлено, что при наличии значительного количества дизельного топлива и мазута в исходной композиции, используемой в качестве основы для приготовления эмульсии, на бетонной поверхности формируемых изделий оставались темные жирные пятна, что негативно влияло не только на их товарный вид, но и на качество самой поверхности использу-

емых форм. Кроме того, замечено, что наличие дизельного топлива и мазута в эмульсии отрицательно сказывается на ее стабильности. Это, в свою очередь, может отрицательно сказаться на возможности использования эмульсии, приготовленной на основе НСВ, в качестве товарного продукта из-за ее недостаточной стабильности.

С целью исключения возможности появления названных дефектов проведены опыты по определению влияния дизельного топлива и мазута в исходном материале на стабильность эмульсии. Для испытаний использовались НСВ с разным процентным содержанием дизельного топлива и мазута (0, 10, 20%). Вода добавлялась в количестве 20, 30 и 40% от объема эмульсии. Для различного содержания воды в эмульсии и состава фракций составлены уравнения регрессии.

Содержание воды в эмульсии 20% (рисунок 1):

- без дизельного топлива и мазута

$$y = -0,0056t^2 + 0,3488t - 0,0824; \quad (1)$$

- при содержании дизельного топлива и мазута 10% от объема НСО

$$y = 0,0013t^2 + 0,0149t - 0,0665; \quad (2)$$

- при содержании дизельного топлива и мазута 20% от объема НСО

$$y = 0,0013t^2 - 0,0243t + 0,0625. \quad (3)$$

Из рисунка 1 следует, что при содержании воды в эмульсии 20% требуемой стабильности удовлетворяют эмульсии: 1) без дизельного топлива и мазута (объем выделившейся воды за 30 сут составляет 0,5%); 2) с содержанием дизельного топлива и мазута 10% (объем выделившейся воды за 30 сут хранения эмульсии составляет 1,5%).

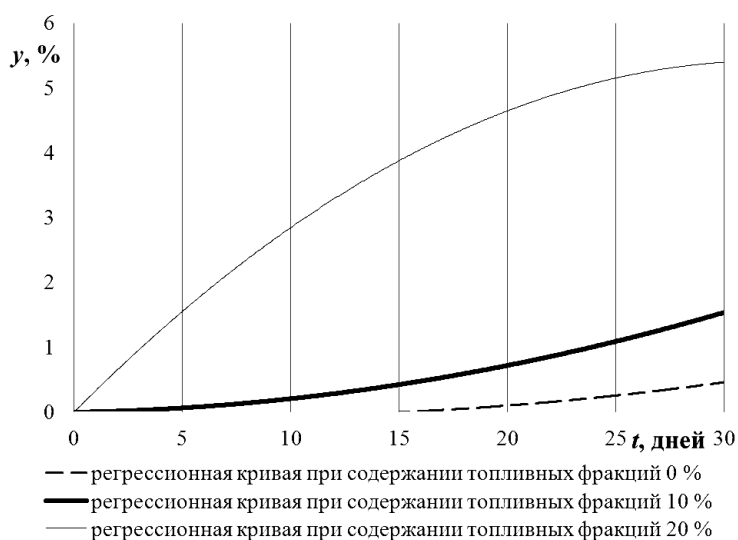


Рисунок 1. – Зависимость выделившейся воды y от времени t при содержании воды в эмульсии 20% (содержание дизельного топлива и мазута от 0 до 20%, с шагом 10%)

Содержание воды в эмульсии 30% (рисунок 2):

- без наличия дизельного топлива и мазута

$$y = -0,0065t^2 + 0,5105t + 0,5095; \quad (4)$$

- при содержании дизельного топлива и мазута 10% от объема НСВ

$$y = -0,0075t^2 + 0,3538t + 0,001; \quad (5)$$

- при содержании дизельного топлива и мазута 20% от объема НСО

$$y = 0,0017t^2 - 0,006t + 0,0355. \quad (6)$$

При содержании воды в эмульсии 30% (рисунок 2) требуемую стабильность обеспечивает состав эмульсии без дизельного топлива и мазута. При содержании дизельного топлива и мазута 10% объем выделившейся воды за 30 сут хранения составляет 4,0%.

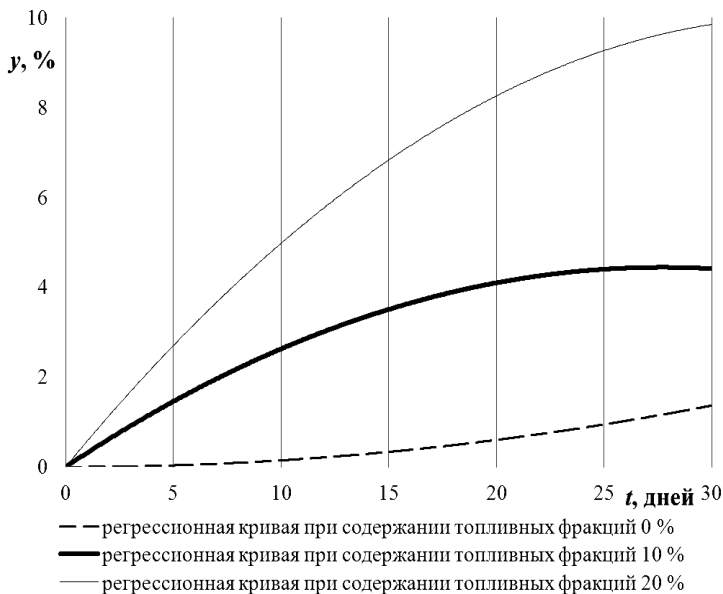


Рисунок 2. – Зависимость выделившейся воды y от времени t при содержании воды в эмульсии 30% (содержание топливных фракций и мазута от 0 до 20 %, с шагом 10 %)

Содержание воды в эмульсии 40% (рисунок 3):

- без наличия дизельного топлива и мазута

$$y = -0,0069t^2 + 0,6197t - 1,2318; \tag{7}$$

- при содержании дизельного топлива и мазута 10% от объема НСВ

$$y = -0,008t^2 + 0,859t - 1,1929; \tag{8}$$

- при содержании дизельного топлива и мазута 20% от объема НСВ

$$y = -0,0435t^2 + 2,1022t + 2,2127. \tag{9}$$

При содержании воды в эмульсии 40% (рисунок 3) из эмульсии без дизельного топлива и мазута выделяется 2% воды за 7 сут ее хранения. Такое же количество воды выделяется из эмульсии с содержанием дизельного топлива и мазута 10% за 3 сут.

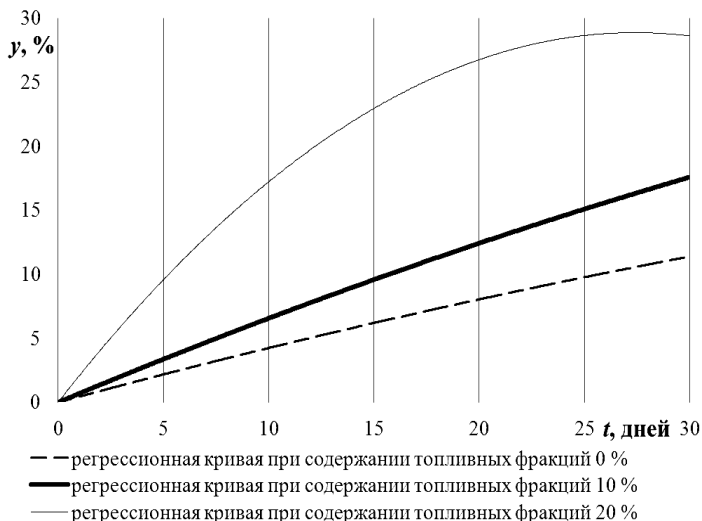


Рисунок 3. – Зависимость выделившейся воды y от времени t при содержании воды в эмульсии 40% (содержание топливных фракций и мазута от 0 до 20 %, с шагом 10 %)

При содержании в эмульсии дизельного топлива и мазута 20% эмульсия не имеет требуемой стабильности. Наиболее близкий результат к требуемой стабильности получается при содержании дизельного топлива и мазута в эмульсии, близком к 10%.

Время хранения эмульсии с выделением нормативного количества воды можно вычислить, используя уравнения регрессии (1)–(9). С целью более точного определения максимально возможного содержания дизельного топлива и мазута в эмульсии (от массы НСВ), при котором объем выделившейся воды из эмульсии воды не превышает допустимых значений, необходимо проводить экспериментальные исследования с содержанием дизельного топлива и мазута 1–10% с шагом 1–2%.

Одним из веществ, способствующих сохранению однородного состава эмульсии и препятствующих выделению дизельного топлива и мазута из эмульсии, является негашеная известь [2]. Ее использование позволяет исключить появление на бетонной поверхности темных жирных пятен, которые портят товарный вид изделия и усложняют его дальнейшую обработку. Для определения оптимального количества негашеной извести в эмульсии, обеспечивающего качество железобетонных конструкций, полученных в формах, покрытых приготовленной эмульсией, проведены экспериментальные исследования.

Во всех дальнейших экспериментах содержание воды в эмульсии составляло 30%. В предыдущих экспериментальных исследованиях [2] получаемая эмульсия была более стабильной при использовании ТМС Лабомид 101, чем при использовании ТМС МС-32, поэтому в дальнейших экспериментах по приготовлению различных эмульсий будем использовать только ТМС Лабомид 101. Кроме данного ТМС, в воду добавляли негашеную известь от 0 до 4% (от объема воды) с шагом 0,5%. Эмульсия приготавливалась с помощью ударных волн, генерируемых пневматическим излучателем, в течение 15 мин. Далее в течение 30 сут проводилось наблюдение за состоянием эмульсии с целью выявления границы между фракциями. Для каждого состава также измерялось выпадение воды в течение 30 сут.

Результаты экспериментов при содержании извести от 0,5 до 2,0%, обеспечивающем требуемую стабильность эмульсии, представлены на рисунках 4–7. (Результаты экспериментов при содержании извести от 2,5% до 4,0% не приведены, т.к. при таком ее содержании получается нестабильная эмульсия).

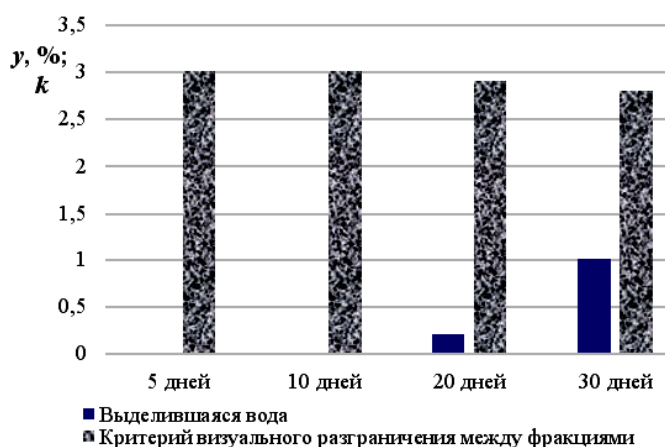


Рисунок 4. – Зависимость критерия визуального разграничения между фракциями k и выделившейся воды y от времени t при содержании 3,0% Лабомид 101 и негашеной извести 0,5% от массы воды

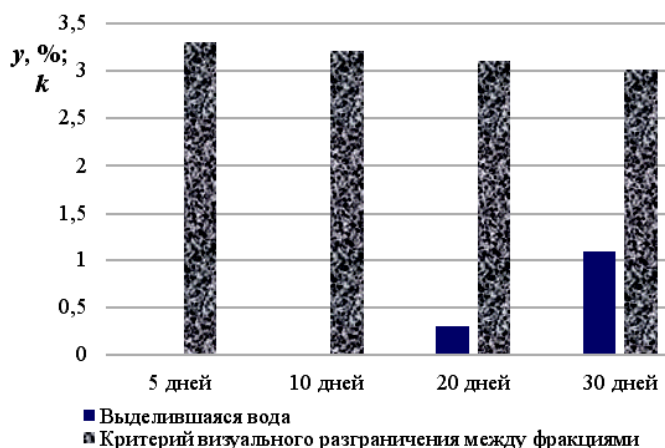


Рисунок 5. – Зависимость критерия визуального разграничения между фракциями k и выделившейся воды y от времени t при содержании 3,0% Лабомид 101 и негашеной извести 1,0% от массы воды



Рисунок 6. – Зависимость критерия визуального разграничения между фракциями k и выделившейся воды y от времени t при содержании 3,0% Лабомида 101 и негашеной извести 1,5% от массы воды

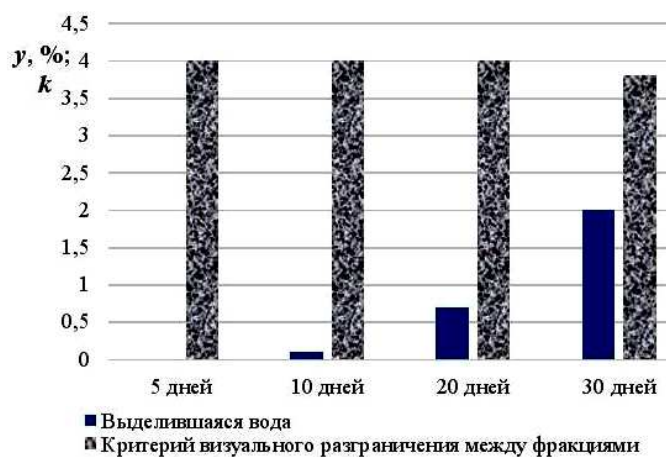


Рисунок 7. – Зависимость критерия визуального разграничения между фракциями k и выделившейся воды y от времени t при содержании 3,0% Лабомида 101 и негашеной извести 2,0% от массы воды

Наличие в эмульсии извести способствует размыванию границы между фракциями. При добавлении извести получается эмульсия, в которой дизельное топливо и мазут (при их наличии в составе НСВ) распределяются более равномерно.

Использование такой эмульсии в качестве антиадгезионного покрытия при изготовлении железобетонных конструкций обеспечивает поверхность без темных жирных пятен, способствуя тем самым повышению конкурентоспособности предлагаемой эмульсии в качестве антиадгезионного покрытия.

Установлено, что повышение содержания извести в эмульсии негативно сказывается на ее стабильности. Так, при количестве извести 2% стабильность эмульсии достигает предельно допустимых значений, а в отдельных случаях превышает их.

Заключение. По итогам анализа полученных результатов экспериментов сделан вывод:

– если в НСВ присутствуют дизельное топливо и мазут, то при приготовлении эмульсии для использования в качестве антиадгезионного покрытия для форм при изготовлении бетонных и железобетонных изделий рекомендуется добавлять негашеную известь в количестве 1,5%;

– при приготовлении эмульсии (эмульсия с высоким содержанием дизельного топлива и мазута в НСВ, используемых в качестве ее основы), которая будет использоваться как добавка к основному топливу паровых котлов, негашеную известь добавлять не следует.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы общей экологии и международной экологической политики: учеб. пособие для вузов / Р.А. Алиев, А.А. Авраменко, Е.Д. Базилева и др. – М.: Аспект Пресс, 2014. – 382 с.
2. Иванов В.П., Дронченко В.А. Охрана труда рабочих и защита окружающей среды от вредного влияния нефтесодержащих отходов. – Новополоцк: ПГУ, 2016. – 248 с.

3. Смазочные материалы и проблемы экологии / А.Ю. Евдокимов, И.Г. Фукс, Т.Н. Шабалина и др. – М.: Нефть и газ, 2000. – 424 с.
4. Утилизация нефтесодержащих сточных вод эмульгированием и сжиганием / В.П. Иванов, В.А. Дронченко, Т.В. Вигерина и др. // Изв. Том. политехн. ун-та. Инжиниринг георесурсов. – 2020. – Т. 331, № 1. – С. 27–33.
5. Дронченко В.А. Использование отходов ремонтного производства в качестве технологических материалов. Тр. ГОСНИТИ. – 2017. – Т. 126. – С. 117–120.
6. Дронченко В.А. Получение мелкодисперсной эмульсии на основе нефтесодержащих отходов и ее утилизация // Вестн. БрГТУ. Машиностроение. – 2017. – № 4(106). – С. 51–54.
7. Иванов В.П., Дронченко В.А. Защита окружающей среды от отработавших водных растворов технических моющих средств // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. Ф. Стр-во. Приклад. науки. – 2016. – № 8. – С. 160–165.
8. Дронченко В.А. Влияние амплитуды пульсаций скорости потока на дисперсность эмульсии на основе нефтесодержащих отходов // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. Ф. Стр-во. Приклад. науки. – 2018. – № 16. – С. 151–156.

REFERENCES

1. Aliev, R.A., Avramenko, A.A., Bazileva, E.D., Bliznetskaya, E.A., Nikiforov, A.I. & Ryazanova N.E. (2014). *Osnovy obshchei ekologii i mezhdunarodnoi ekologicheskoi politiki*. Moscow: Aspekt Press. (In Russ.)
2. Ivanov, V.P. & Dronchenko, V.A. (2016). *Okhrana truda rabochikh i zashchita okruzhayushchei sredy ot vrednogo vliyaniya neftesoderzhashchikh otkhodov*. – Novopolotsk: PGU.
3. Evdokimov, A.Yu., Fuks, I.G., Shabalina, T.N. & Bagdasarov, L.N. (2000). *Smazochnye materialy i problemy ekologii*. Moscow: Neft' i gaz. (In Russ.)
4. Ivanov, V.P., Dronchenko, V.A., Vigerina, T.V. & Pilipenko, S.V. (2020). Utilizatsiya neftesoderzhashchikh stochnykh vod emul'girovaniem i szhiganiem [Recycling of oil-containing wastewater by emulsification and combustion]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov [News of Tomsk Polytechnic University. Engineering of georesources]*, 331(1), 27–33. (In Russ., abstr. in Engl.)
5. Dronchenko, V.A. (2017). Ispol'zovanie otkhodov remontnogo proizvodstva v kachestve tekhnologicheskikh materialov [Justification of technical solutions in the preparation repair production]. *Trudy GOSNITI [Proceedings of GOSNITI]*, (126), 117–120. (In Russ., abstr. in Engl.)
6. Dronchenko, V.A. (2017). Poluchenie melkodispersnoi emul'sii na osnove neftesoderzhashchikh otkhodov i ee utilizatsiya [Preparation of fine emulsion based on oil-containing waste and its disposal]. *Vestnik BrGTU. Mashinostroenie [Bulletin of BrSTU. Mechanical engineering]*, 4(106), 51–54. (In Russ., abstr. in Engl.)
7. Ivanov, V.P. & Dronchenko, V.A. (2016). Zashchita okruzhayushchei sredy ot otrabotavshikh vodnykh rastvorov tekhnicheskikh moyushchikh sredstv [Protection of the environment from the exhaust of aqueous solutions of technical detergents]. *Vestnik Polotskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya F. Stroitel'stvo. Prikladnye nauki [Herald of Polotsk State University. Series F. Construction. Applied Science]*, (8), 160–165. (In Russ., abstr. in Engl.)
8. Dronchenko, V.A. (2018). Vliyanie amplitudy pul'satsii skorosti potoka na dispersnost' emul'sii na osnove neftesoderzhashchikh otkhodov [Analysis of factors influencing the dispersity of the emulsion on oily waste]. *Vestnik Polotskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya F. Stroitel'stvo. Prikladnye nauki [Herald of Polotsk State University. Series F. Construction. Applied Science]*, (16), 151–156. (In Russ., abstr. in Engl.)

Поступила 08.02.2024

PROTECTION OF THE ENVIRONMENT FROM OILY WASTE CONTAINING DIESEL FUEL AND FUEL OIL

V. IVANOV¹, V. LYALYAKIN²,
V. DRONCHENKO¹

¹(Euphrosyne Polotskaya State University of Polotsk)

²(Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow)

The analysis of spent oil-containing products formed at enterprises associated with the repair and maintenance of machinery and equipment was carried out, which showed the presence of a large amount of waste containing diesel fuel and fuel oil. It is indicated that the negative effect on the surface quality of building structures and products when used in the manufacturing process as an anti-adhesive coating, an emulsion in the preparation of which oil-containing waste containing diesel fuel and fuel oil was used. The effect of diesel fuel and fuel oil on the stability of an emulsion prepared using oily waste from enterprises for the repair and maintenance of machinery and equipment has been experimentally determined. Technological solutions have been proposed to increase the surface quality of reinforced concrete products to the required level when using an emulsion based on oily waste with the presence of diesel fuel and fuel oil as an anti-adhesive coating.

Keywords: *geoecology, environmental protection, waste recycling, waste disposal, oily waste, occupational safety, preparation of emulsions, anti-adhesive coatings.*