

УДК 662.641

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕННОГО НЕФТЕПРОДУКТАМИ ТОРФА В ЭНЕРГЕТИКЕ

Дремичева Е.С., Эминов А.

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3752-2326>, [lenysha@mail.ru](mailto:lenysha@mail.ru)

[kfu.kazan@mail.ru](mailto:kfu.kazan@mail.ru)

**Резюме:** *ЦЕЛЬ.* В условиях больших запасов торфяных ресурсов и неизменном росте цен на традиционные энергоносители насыщенных нефтепродуктами торф можно рассматривать как перспективное высококалорийное топливо. Поэтому в статье была поставлена цель определить величину нефтенасыщения торфа и рассмотреть, каким образом изменяются его основные теплотехнические свойства по сравнению с исходным образцом. *МЕТОДЫ.* В статье рассмотрен метод сорбционной очистки при помощи торфа для ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. В качестве нефтепродуктов были выбраны отработанное моторное масло и дизельное топливо. Для оценки теплотехнических свойств торфа, насыщенного нефтепродуктами, были проведены экспериментальные исследования по определению влажности, зольности, выхода летучих веществ и теплоты сгорания на рабочую массу. Были рассмотрены варианты перекачки к котельным установкам нефтепродуктов совместно с торфом, для этого была произведена оценка показателя условной (относительной) вязкости, с дальнейшим расчетом мощности, требуемой на перекачивание суспензии. Кроме непосредственного сжигания торфа и нефтепродукта в котельных установках также может быть предложен вариант переработки загрязненного торфа с целью получения твердого и жидкого топлива, а также вариант его газификации. *РЕЗУЛЬТАТЫ.* Получено, что торф насыщается нефтепродуктом в течение первых 30 минут контакта. Насыщенный торф прочно удерживает нефтепродукты в своей структуре. Сорбированные нефтепродукты увеличивают как влажность, так и зольность торфа в сравнении с исходным образцом. Однако при увеличении содержания торфа в нефтепродукте увеличивается его вязкость, от которой зависит мощность на перекачивание нефтепродукта к котельной установке. *ВЫВОДЫ.* Было установлено, что торф обладает сорбционными свойствами по отношению к нефти и нефтепродуктам. Также получено, что отработанный торф в качестве сорбционного материала может быть перспективным калорийным видом топлива. *ЗАКЛЮЧЕНИЕ.* Таким образом, торф может быть использован для решения экологической проблемы ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов и как дополнительный ресурс при решении проблемы поиска доступного энергетического сырья.

**Ключевые слова:** торф; моторное масло; дизельное топливо; поглощение; вязкость суспензии; теплота сгорания.

## PROSPECTS FOR THE USE OF PEAT POLLUTED PETROLEUM PRODUCTS IN POWER ENGINEERING

ES. Dremicheva, A. Eminov

Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3752-2326>, [lenysha@mail.ru](mailto:lenysha@mail.ru)

**Abstract:** *THE PURPOSE.* Given the large reserves of peat resources and the constant growth of prices for traditional energy sources, peat saturated with petroleum products can be considered as a promising high-calorie fuel. Therefore, the goal was set in the article to determine the value of oil saturation of peat and to consider how its main thermal properties change. *METHODS.* The article discusses the method of sorption cleaning using peat for liquidation of emergency spills of oil and oil products. Waste motor oil and diesel fuel were selected as petroleum products. To assess the thermal properties of peat saturated with

*petroleum products, experimental studies were carried out to determine the moisture content, ash content, the release of volatile substances and the heat of combustion per working mass. Variants of pumping oil products to boilers together with peat were considered; for this, the conditional (relative) viscosity index was estimated, with further calculation of the power required to pump the suspension. In addition to direct combustion of peat and petroleum products in boiler plants, a variant of processing contaminated peat in order to obtain solid and liquid fuel, as well as a variant of its gasification, can also be proposed. RESULTS. It was found that peat is saturated with oil during the first 30 minutes of contact. Saturated peat firmly holds oil products in its structure. Sorbed petroleum products increase both moisture and ash content of peat in comparison with the original sample. However, with an increase in the content of peat in the oil product, its viscosity increases, on which the power for pumping the oil product to the boiler plant depends. CONCLUSIONS. It was found that peat has sorption properties in relation to oil and oil products. It was also found that waste peat as a sorption material can be a promising high-calorie type of fuel.*

*Thus, peat can be used to solve the environmental problem of liquidating emergency oil and oil products spills and as an additional resource in solving the problem of finding available energy raw materials.*

**Keywords:** *peat; engine oil; diesel fuel; absorption; suspension viscosity; heat of combustion.*

### **Введение**

Россия – лидер по запасу топливно-энергетических ресурсов, при этом основная доля использования в энергетике и промышленности приходится на природный газ, нефть, уголь. Для решения проблемы истощаемости легкодоступных запасов традиционного вида топлива может быть рассмотрено использование в энергетике и различных отраслях промышленности местных и возобновляемых источников энергии, таких как торф, горючие сланцы и различные виды биомассы.

В условиях неизменного роста цен на традиционные энергоносители насыщенные нефтепродуктами отработанные нефтяные сорбенты органической природы как природного происхождения (например, торф, лигнин и т.п.), так и отходы производства (древесный опил, свекловичный жом, подсолнечный жмых и т.п.), можно рассматривать как перспективное высококалорийное топливо. Перечисленные материалы могут быть использованы для сорбционной очистки для ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов в районах нефтедобычи и нефтепереработки. Особенно это актуально для торфа, т.к. в настоящее время его запасы значительны.

### **Литературный обзор**

Торф – это возобновляемый энергетический ресурс. Его запасы постоянно пополняются в связи с тем, что торфяные месторождения представляют собой естественные биологические системы. Ежегодно в мире образуется порядка 3,0 млрд м<sup>3</sup> торфа, что во много раз больше, чем добывается и используется. В условиях России наращивание торфяной толщи идет в среднем со скоростью 1 мм в год. В площадях торфяных болот в 1,1 млн км<sup>2</sup> это более 1 млрд м<sup>3</sup> ежегодно [1–3].

Всего в Республике Татарстан сейчас имеется до 30.000 га торфяных болот. Из этого количества до 80 % исследовано инструментально, т.е. имеется 685 разведанных торфяных месторождений, однако они потеряли свою актуальность как источники топлива. Например, в 1989 разрабатывалось около 50 месторождений (добыча достигала 2 млн т), в 2009 – только одно – «Озеро Белое» (Тукаевский район, 0,8 млн т). За 10 лет добыто всего около 19 млн т [4].

В Республике Татарстан торф применяется, главным образом, в непереработанном виде в качестве удобрения, для мульчирования почв, производства грунтов и субстрата для теплиц и парников, торфодерновых ковров, подстилки для животных и птиц, хранения фруктов и овощей [5].

Торф является одним из наиболее важных и перспективных местных источников тепловой и электрической энергии, однако к недостаткам торфа как вида топлива относится его низкая теплота сгорания. Причем теплота сгорания горючей массы торфа колеблется от 23 до 23,8 МДж/кг, а теплота сгорания рабочей массы торфа колеблется в широких пределах в зависимости от его влажности, зольности, степени разложения и составляет 10 до 27,2 МДж/кг. По мере поглощения торфом различных загрязнений из окружающей среды теплота сгорания соответственно будет изменяться.

Одним из опасных источников загрязнений окружающей среды являются разливы нефти и нефтепродуктов. Основные загрязнения нефтью происходят в районах нефтепромыслов, нефтепроводов. Значительную долю в загрязнение почвы нефтяными углеводородами вносят хранилища нефтепродуктов, автотранспортные и др. В районах наземных нефтепромыслов и нефтепроводов периодически происходят локальные утечки нефти и нефтепродуктов. Загрязнение происходит в результате нарушения целостности емкостей для хранения нефтепродуктов и при осуществлении технологических операций по их перегрузке. При этом образуются различные по площади локальные разливы нефтепродуктов [6].

Например, в северных нефтедобывающих районах страны к настоящему времени образовались большие площади почв, загрязнённых нефтепродуктами. Эта проблема обусловлена негативными последствиями многочисленных и многолетних аварийных разливов нефтепродуктов и недопустимого отношения к их ликвидации [7].

Причем нефтяное загрязнение является комплексным, поскольку в нефти всегда содержится некоторое количество тяжелых металлов, ртути, радиоактивных элементов. Попадание нефтепродуктов на поверхность почвы приводит к деградации органогенного горизонта, невозможности образования гумуса из-за накопления токсичных соединений и угнетения микробного сообщества. Нарушение обменных процессов обуславливает изменение физико-химических параметров (снижение содержания подвижных форм биогенных элементов, увеличение соотношения между углеродом и азотом, изменение микроэлементного состава). Исходные окислительные условия в почвах меняются на окислительно-восстановительные и восстановительные [8, 9].

Также актуальной остается проблема ликвидации накопленного экологического ущерба на участках, загрязненных горюче-смазочными материалами (ГСМ) в результате хозяйственной деятельности, где не проводилась очистка и восстановление нарушенных территорий [8].

Ликвидация нефтяных загрязнений чаще всего осуществляется засыпкой почвы песком, грунтом, выжиганием, вывозом почвы в отвалы. Еще одним направлением очистки почв от нефтяных загрязнений является использование методов деструкции нефти и ее компонентов микроорганизмами торфов [10-12].

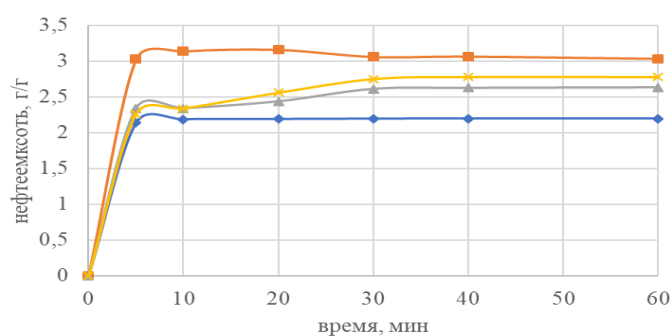
В данной статье рассмотрен альтернативный способ использования загрязненного нефтью торфа.

Установлено, что при разливе нефти при ее добыче в болотистых местностях лёгкие фракции нефти (примерно 25 %) испаряются в течение 2–7 дней, остальная часть сорбируется и прочно удерживается торфом. В результате к настоящему времени уже образовались огромные площади загрязнённого нефтью торфа, являющегося, по сути, законсервированным высококалорийным топливом. Это связано с тем, что к торфу как энергетическому топливу прибавилось ещё значительное количество калорийного нефтепродукта. Можно предположить, что в какой-то момент этот материал начнёт рассматриваться в качестве запаса потенциального местного топлива и рано или поздно должна возникнуть новая проблема – промышленное использование торфа с примесью нефтепродуктов [7].

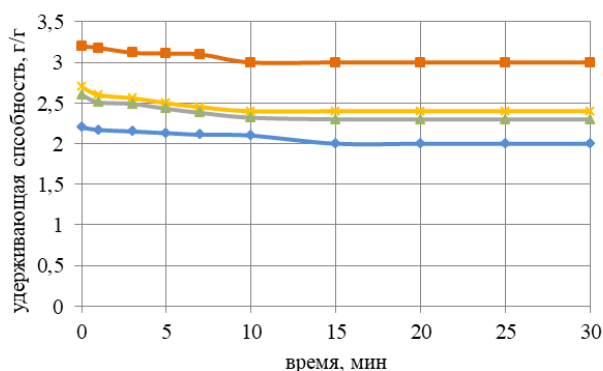
Ранее [13–16] были проведены эксперименты по оценке сорбционных свойств торфов Татарстана из различных месторождений по отношению как к нефти в чистом виде, так и к нефтепродуктам различной вязкости. Кроме сорбционной емкости была оценена удерживающая способность. Установлено, что торфы как низинного, так и верхового типа обладают сорбционными свойствами по отношению к нефти и нефтепродуктам.

#### **Методы**

Для получения насыщенных нефтепродуктами образцов навеску торфа массой 5 и 10 г помещали в колбу, содержащую нефтепродукты, и выдерживали в течение 60 минут с шагом 10 минут, затем извлекали из неё и через 5 мин производили взвешивание. Сорбционная емкость (нефтеемкость) сорбентов вычислялась как отношение массы поглощенного нефтепродукта к массе сорбента. Результаты исследования представлены на рисунке 1, а.



а)



б)

Рис. 1. Результаты исследования:

а – нефтеемкости, б – удерживающей способности: ♦ – масло, масса торфа 5 г; ■ – масло, масса торфа 10 г; ▲ – дизельное топливо, масса торфа 5 г; × – дизельное топливо, масса торфа 10 г

Fig. 1. The results of the study:

а – oil capacity, б – holding capacity: ♦ - oil, peat weight 5 g; ■ - oil, peat weight 10 g; ▲ - diesel fuel, peat weight 5 g; × - diesel fuel, peat weight 10 g

Нефтеемкость торфа наблюдается с первых минут контакта с моторным маслом и дизельным топливом и существенно зависит от их вязкости. Причем степень насыщения достигается к 20 минутам контакта торфа и нефтепродукта, выдерживать далее нецелесообразно.

Удерживающая способность (способность к десорбции) определялась гравиметрическим методом (рис. 1, б). При низких значениях удерживающей способности нефтенасыщенный сорбент легко будет отдавать нефтепродукты, при высоких значениях удерживающей способности нефтенасыщенный сорбент прочно удерживает поглощенные нефтепродукты, не создавая вторичного загрязнения. Определение данного свойства обусловлено тем, что отсутствие десорбции нефти существенно повышает эффективность очистки от нефтезагрязнения.

Таким образом, отработанный торф в качестве сорбционного материала может быть перспективным калорийным видом топлива, так как к торфу – обычному, ранее широко используемому в качестве энергетического топлива, прибавилось ещё значительное количество калорийного нефтепродукта.

Важнейшей теплотехнической характеристикой топлива является теплота его сгорания. На ее значение существенное влияние оказывают содержание в топливе влаги и минеральных примесей.

Обычно при промышленной добыче фрезерного торфа из подготовленной осушенной залежи его первоначальная влажность находится в пределах 75 % и в течение двух суток естественной сушки на полях добычи снижается до 45 %, т.е. влажности, приемлемой для энергетического использования (сжигания).

В соответствии с действующими ГОСТ были определены на рабочую массу влажность  $W$  (ГОСТ Р 52911-2013), зольность  $A$  (ГОСТ Р 55661-2013) и выход летучих веществ (ГОСТ Р 55661-2013) полученных образцов. Результаты представлены в таблице 1. Также были определены значения низшей теплоты сгорания торфа, насыщенного отработанным моторным маслом и дизельным топливом (табл. 2).

Таблица 1

Показатель	Исходный образец, масса 5 г	Основные свойства торфа	
		Содержание нефтепродукта в насыщенном образце, %	
		Моторное масло, 88,3%	Дизельное топливо, 85,9%
Влажность $W$ , %	63	67	69
Зольность $A$ , %	2,1	3,5	4,1
Выход летучих веществ $V$ , %	80,9	80,9	80,9

По полученным результатам видно, что сорбированные нефтепродукты увеличивают как влажность, так и зольность торфа в сравнении с исходным образцом. Поэтому при энергетическом использовании необходима дополнительная сушка насыщенного нефтепродуктами торфа.

Таблица 2

Значения теплоты сгорания торфа, насыщенного отработанным моторным маслом и дизельным топливом, по колориметрической бомбе

Содержание нефтепродукта, %	Низшая теплота сгорания, МДж/кг	
	Моторное масло	Дизельное топливо
0	10,84	10,84
50	26,48	26,98
100	42,138	43,12
Насыщенный нефтепродуктами торф	32,01	34,11

Определенная в колориметрической бомбе теплота сгорания насыщенного нефтепродуктами торфа, переведенная в низшую теплоту сгорания, составила 28,3 и 29,9 МДж/кг для моторного масла и дизельного топлива соответственно [17]. Таким образом, сорбированные нефтепродукты увеличивают теплоту сгорания торфа в 1,95 раз для отработанного моторного масла и в 2,15 раз для дизельного топлива.

Промышленное использование загрязненного нефтепродуктами торфа на стационарных электростанциях возможно только при наличии загрязненного участка, способного обеспечивать работу электростанции в течение многих лет, чего на практике быть не может. Зачастую загрязненные участки расположены произвольно и имеют различную мощность по собственным нефтепродуктам. Поэтому далее были рассмотрены варианты перекачки к котельным установкам нефтепродуктов совместно с торфом. Для этого было оценено качество жидкого нефтепродукта – показатель условной (относительной) вязкости.

Проведены экспериментальные исследования по оценке зависимости вязкости суспензии, содержащей нефтепродукт и различное количество торфа. Измерение вязкости осуществлялось в вискозиметре конструкции Энглера ВУ-М-ПХП с дальнейшим пересчетом условной вязкости в кинематическую вязкость (рис. 2 и 3). Содержание торфа в на 100 мл нефтепродукта изменялось от 0 до 5 г с шагом 1 г (с дальнейшим пересчетом в % масс.).

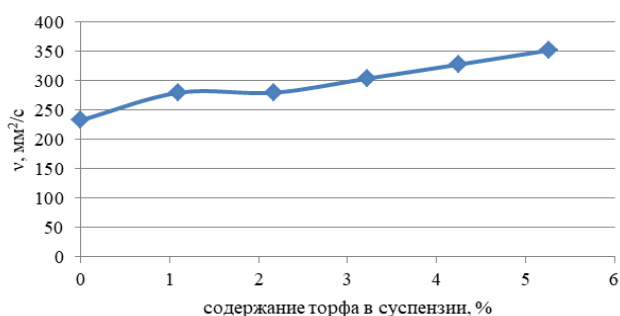


Рис. 2. Изменения кинематической вязкости суспензии «моторное масло – торф»

Fig. 2. Changes in the kinematic viscosity of the «motor oil – peat» suspension



Рис. 3. Изменения кинематической вязкости суспензии «дизельное топливо – торф» *Fig. 3. Changes in the kinematic viscosity of the suspension «diesel fuel-peat»*

**Результаты**

В результате обработки экспериментальных исследований получены уравнения регрессии и значения коэффициента аппроксимации:

- для суспензии «моторное масло – торф»:  $Y(x) = 20,74x + 240,86; R^2 = 0,9562;$
  - для суспензии «дизельное топливо – торф»:  $Y(x) = 1,23x + 6,7148; R^2 = 0,9015,$
- где  $Y(x)$  – кинематическая вязкость, мм<sup>2</sup>/с,  $x$  – содержание торфа в нефтепродукте, %.

Получено, что значения вязкости увеличивались при увеличении доли торфа в нефтепродукте. Причем при добавлении торфа в суспензию «моторное масло – торф» в количестве 5% значения кинематической вязкости увеличились на 51%, а при добавлении в суспензию «дизельное топливо – торф» – на 114%. Это объясняется расслоением суспензии «нефтепродукт – торф», для более вязкого нефтепродукта расслоение протекает медленнее. Кроме того, зависимость увеличения кинематической вязкости от содержания в нефтепродукте торфа носит линейный характер, критерием соответствия служит коэффициент аппроксимации: чем больше значение  $R^2 \rightarrow 1$ , тем лучше данное уравнение описывает зависимость.

По полученным экспериментальным данным можно рассчитать мощность насоса на перекачивание данной суспензии для подачи ее в котел. Мощность насоса зависит от гидравлического сопротивления линий всасывания и нагнетания, которое в свою очередь, зависит от вязкости перекачиваемой среды. Таким образом, можно рассчитать, на сколько процентов повысится мощность, потребляемая насосом для перекачки нефтепродукта.

Рассматривались два возможных варианта режима течения суспензии по трубопроводу: ламинарный и турбулентный. Коэффициент гидравлического трения в первом случае можно определить, используя формулу Пуазейля:

$$\lambda = \frac{64}{Re},$$

а при турбулентном режиме, используя формулу Блазиуса:

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}.$$

По расчету отношения потери давления, рассчитанной при перекачивании нефтепродукта, к потере давления, рассчитанной для случая перекачивания суспензии с торфом, можно получить зависимости оценки изменения энергетических затрат для ламинарного и турбулентного режимов, соответственно:

$$\frac{\Delta p_2}{\Delta p_1} = \frac{v_2}{v_1};$$

$$\frac{\Delta p_2}{\Delta p_1} = \left( \frac{v_2}{v_1} \right)^{0,25}.$$

Известно, что потребляемая насосом мощность линейно меняется при изменении гидравлического сопротивления. Следовательно, можно заключить, что при добавлении торфа с массовой концентрацией, равной 5 %, энергетические затраты на перекачивание моторного масла при ламинарном режиме увеличатся в 1,5 раза, а при турбулентном – в 1,1 раз; энергетические затраты на перекачивание дизельного топлива при ламинарном режиме затраты увеличатся в 2,26 раза, при турбулентном режиме – в 1,23 раза.

### **Выводы**

1. Литературный анализ показал, что в Республике Татарстан имеются залежи торфа, которые в настоящее время не используются. Однако торф – возобновляемый энергетический ресурс. Также получены экспериментальные результаты о сорбционных свойствах торфа по отношению к нефти и нефтепродуктам, причем насыщенный торф прочно удерживает нефтепродукты в своей структуре, что исключает вторичное загрязнение окружающей среды.

2. Проведенные комплексные исследования показали, что сорбированные нефтепродукты увеличивают как влажность, так и зольность торфа в сравнении с исходным образцом. Поэтому при энергетическом использовании необходима дополнительная сушка насыщенного нефтепродуктами торфа.

3. Сорбированные нефтепродукты увеличивают теплоту сгорания торфа в 1,95 раз для отработанного моторного масла и в 2,15 раз для дизельного топлива.

4. При добавлении торфа в суспензию «моторное масло – торф» в количестве 5% значения кинематической вязкости увеличились на 51%, а при добавлении в суспензию «дизельное топливо – торф» – на 114% по сравнению с чистым нефтепродуктом.

5. При добавлении торфа с массовой концентрацией, равной 5 %, энергетические затраты на перекачивание моторного масла при ламинарном режиме увеличатся в 1,5 раза, а при турбулентном – в 1,1 раз; энергетические затраты на перекачивание дизельного топлива при ламинарном режиме затраты увеличатся в 2,26 раза, при турбулентном режиме – в 1,23 раза.

### **Заключение**

Таким образом, торф может быть использован в экологии для ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на почву с дальнейшим использованием в качестве высококалорийного топлива с дальнейшим сжиганием его в энергетических установках.

Кроме подачи непосредственно загрязненного нефтепродуктами торфа в котельную установку, может быть предложен вариант переработки загрязненного торфа с целью получения твердого и жидкого топлива, а также вариант его газификации [2, 7].

Реализация поставленной в данной статье задачи требует комплексного решения, позволяющее решить не только проблему ликвидации разливов нефтепродуктов и защиту окружающей среды от негативного влияния на окружающую среду объектов добычи, транспортировки и переработки нефти, но и одновременно получить высококалорийное топливо, которое можно сжигать на объектах энергетики.

### **Литература**

1. Шеин Е.В., Позднякова А.Д., Сорокина Н.В., и др. Теплофизические свойства торфозема на низинном торфе // Почвоведение. 2019. № 11. С. 1339-1345.
2. Тимофеева С.С., Мингалеева Г.Р. Перспективы использования торфа в региональной энергетике // Известия Томского политехнического университета. 2014. Т. 325. № 4. С. 46-55.
3. Михайлов А.В. Развитие глобального рынка торфа // Труды Инсторфа. 2018. № 18 (71). С. 3-7.
4. Торф и сланец. Доступно по: <http://rt-online.ru/p10103758/>.
5. Татар иле торф. Доступно по: <http://tatarile.tatar/ru/encyclopedia/torf>
6. Агафонов В.Б. Проблемы правового регулирования предупреждения и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов // Нефть, газ и право. 2014. № 6 (120). С. 35-44.
7. Двоскин Г.И., Корнильева В.Ф., Дудкина Л.М., и др. Энергетическое использование торфа, загрязнённого нефтепродуктами // Экология и промышленность России. 2014. 3. С. 4-7.
8. Адельфинская Е.А., Мязин В.А. Использование активированного торфа для рекультивации грунтов, загрязненных нефтепродуктами // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2020. Т. 28. № 2. С. 160-171. doi: 10.22363/2313-2310-2020-28-2-160-171.
9. Cebron A., Cortet J., Criquet S., et al. Biological functioning of PAH-polluted and thermal desorption-treated soils assessed by fauna and microbial bioindicators // Research in microbiology. 2011. V. 162. No. 9. pp. 896-907. 10.1016/j.resmic.2011.02.011 doi: 10.1016/j.resmic.2011.02.011.
10. Филатов Д.А., Ельчанинова Е.А., Алтунина Л.К. Биодеструкция нефтепродуктов аборигенной почвенной микрофлорой // Экологический вестник России. 2015. № 12. С. 22-26.

11. Беловежец Л.А., Маркова Ю.А., Третьякова М.С., и др. Деструкция парафиновой фракции нефти микроорганизмами // Химия и технология топлив и масел. 2020. № 6 (622). С. 48-52.
12. Гревцев Н.В., Якупов Д.Р., Попова А.В., и др. Особенности деструкции нефтепродуктов при использовании торфяных мелиорантов // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2013. № 8. С. 128-133.
13. Дремичева Е.С. Энергетические свойства торфа, насыщенного нефтепродуктами // Надежность и безопасность энергетики. 2020. Т. 13. № 2. С. 105-109. doi: 10.24223/1999-5555-2020-13-2-105-109.
14. Дремичева Е.С. Применение торфа с целью очистки сточных вод от нефтепродуктов // Вода: химия и экология. 2017. № 11-12 (113). С. 61-66.
15. Лаптедудльче Н.К., Сергеева Е.С. Пути оптимизации системы очистки сточных вод ТЭС от нефтепродуктов // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2007. № 11-12. С. 99-104.
16. Sayeda S.A., Zayedb A.M. Investigation of the Effectiveness of Some Adsorbent Materials in Oil Spill Clean-Ups // Desalination. 2006. V. 194. N 1-3. P. 90-100.
17. Пятыгина М.В., Мингалеева Г.Р. Комплексное использование торфа на основании молекулярного состава его органической массы // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2017. № 19 (5-6). С. 3- 13.

#### Авторы публикации

**Дремичева Елена Сергеевна** – канд. техн. наук, доцент, начальник ОНИРС, доцент кафедры «Экономика и организация производства», Казанский государственный энергетический университет.

**Эминов Абдысердар** – аспирант, Казанский государственный энергетический университет, Туркменистан, e-mail: [kfu.kazan@mail.ru](mailto:kfu.kazan@mail.ru).

#### References

1. Shein EV, Pozdnyakova AD, Sorokin NV, et al. Thermophysical properties of peat in low-level peat. *Soil science*. 2019;11:1339-1345.
2. Timofeeva SS, Mingaleeva GR. Prospects for the use of peat in regional energy // *Izvestia Tomsk Polytechnic University*. 2014;325(4):46-55.
3. Mikhailov AV. Development of the global peat market. *Insteor's work*. 2018;18 (71):3-7.
4. *Peat and slate*. Available at: <http://rt-online.ru/p10103758/>.
5. *Tatar Ile Peat*. Available at: <http://http://tatarile.tatar.ru/encyclopedia/TORF>.
6. Agafonov VB. Problems of legal regulation of the prevention and elimination of emergency spills of oil and petroleum products. *Oil, gas and law*. 2014;6 (120):35-44.
7. Dvoskin GI, Kornilieva VF, Dudkina LM, et al. Energy use of peat contaminated by petroleum products. *Ecology and industry in Russia*. 2014;3:4-7.
8. Adelphinskaya EA, Myazin VA. Using an activated peat for reclamation of soils contaminated with petroleum products. *Bulletin of the Russian University of Friendship of Peoples. Series: Ecology and safety of vital activity*. 2020;28(2)160-171. doi: 10.22363 / 2313-2310-2020-28-2-160-171.
9. Cebron A, Cortet J, Criquet S, et al. Biological functioning of PAH-polluted and thermal desorption-treated soils assessed by fauna and microbial bioindicators. *Research in microbiology*. 2011;162:9:896-907. 10.1016/j. resmic.2011.02.011 doi: 10.1016/j.resmic.2011.02.011.
10. Filatov DA, Yelchaninova EA, Altunina LK. Biodestruction of petroleum products by aboriginal soil microflora. *Ecological Herald of Russia*. 2015;12:22-26.
11. Belovezhez LA, Markova YuA, Tretyakova MS, et al. The destruction of the paraffin fraction of oil by microorganisms. *Chemistry and technology of fuels and oils*. 2020;6(622):48-52.
12. Grevtsev NV, Yakupov DR, Popova AV, et al. Features of degradation of petroleum products using peat meliorants. *News of higher educational institutions. Mining magazine*. 2013;8:128-133.
13. Dremicheva ES. Energy properties of peat, saturated with petroleum products. *Reliability and safety of energy*. 2020;13(2):105-109. doi: 10.24223/1999-5555-2020-13-2-105-109.



14. Dremicheva ES. The use of peat for the purpose of cleaning wastewater from petroleum product. *Water: chemistry and ecology*. 2017;11-12 (113):61-66.

15. Lapedul'che NK, Sergeeva ES. Ways to optimize the wastewater treatment system TPP from petroleum products. *News of higher educational institutions. Energy problems*. 2007;11-12:99-104.

16. Sayeda SA, Zayedb AM. Investigation of the Effectiveness of Some Adsorbent Materials in Oil Spill Clean-Ups. *Desalination*. 2006;194:1-3:90-100.

17. Pyatigina MV, Mingaleeva GR. Complex use of peat on the basis of the molecular composition of its organic mass. *News of higher educational institutions. Energy problems*. 2017;19 (5-6);3-13.

#### **Authors of the publication**

*Elena S. Dremicheva* – Kazan State Power Engineering University. *Email: lenysha@mail.ru.*

*Abdysetdar Eminov* – Kazan State Power Engineering University, *Email: kfu.kazan@mail.ru.*

*Получено*

*28 июня 2021г.*

*Отредактировано*

*02июля 2021г.*

*Принято*

*02 июля 2021г.*