

## Геоэкология

DOI: 10.34828/UdSU.2023.71.14.004

УДК 504.06:338

*О. В. Никитина, Г.Р. Овсянникова, С.А. Красноперова*

### **РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО УТИЛИЗАЦИИ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЮ НЕФТЕШЛАМА ПРИ ПОМОЩИ ТЕРМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ НА НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ УДМУРТИИ**

**Аннотация.** В статье рассмотрена проблема утилизации и обезвреживания нефтесодержащих отходов, образующихся на нефтяных месторождениях Удмуртии. Одними из таких отходов являются нефтешламы, которые характеризуются сложным разнообразным составом дисперсных систем. На основе сравнительного анализа методов утилизации данных отходов выявлено, что наиболее перспективными являются термические, а именно пиролиз, осуществляемый на специальных установках. В данной работе предлагается использовать установку термической деструкции (УТД-2) для высокотемпературного обезвреживания нефтешлама. С помощью этой установки нефтесодержащие отходы не уничтожаются, а перерабатываются. Применение установки термической деструкции-2 позволит модернизировать технологию утилизации и переработки нефтесодержащих отходов с высокой экологической эффективностью, что соответствует развитию малоотходных экотехнологий.

**Ключевые слова:** нефтешламы, переработка промышленных отходов, утилизация нефтешламов, термическая деструкция, пиролиз.

*Для цитирования:* Никитина О.В., Овсянникова Г.Р., Красноперова С.А. Разработка предложений по утилизации и обезвреживанию нефтешлама при помощи термических методов на нефтяных месторождениях Удмуртии // Управление техносферой: электрон. журнал, 2023. Т.6. Вып. 4. URL: <https://technosphere-ing.ru> С. 524–535. DOI: 10.34828/UdSU.2023.71.14.004.

#### **Введение**

В стратегии социально-экономического развития Удмуртской Республики на период до 2025 года, которая утверждена Законом Удмуртской Республики от 09 октября 2009 года №40-РЗ, Правительство Удмуртской Республики указывает экологическую проблему нефтедобывающего комплекса,

которая должна решиться путем развития новых способов и технических средств для обеспечения экологической безопасности при строительстве, добыче и транспортировке нефти.

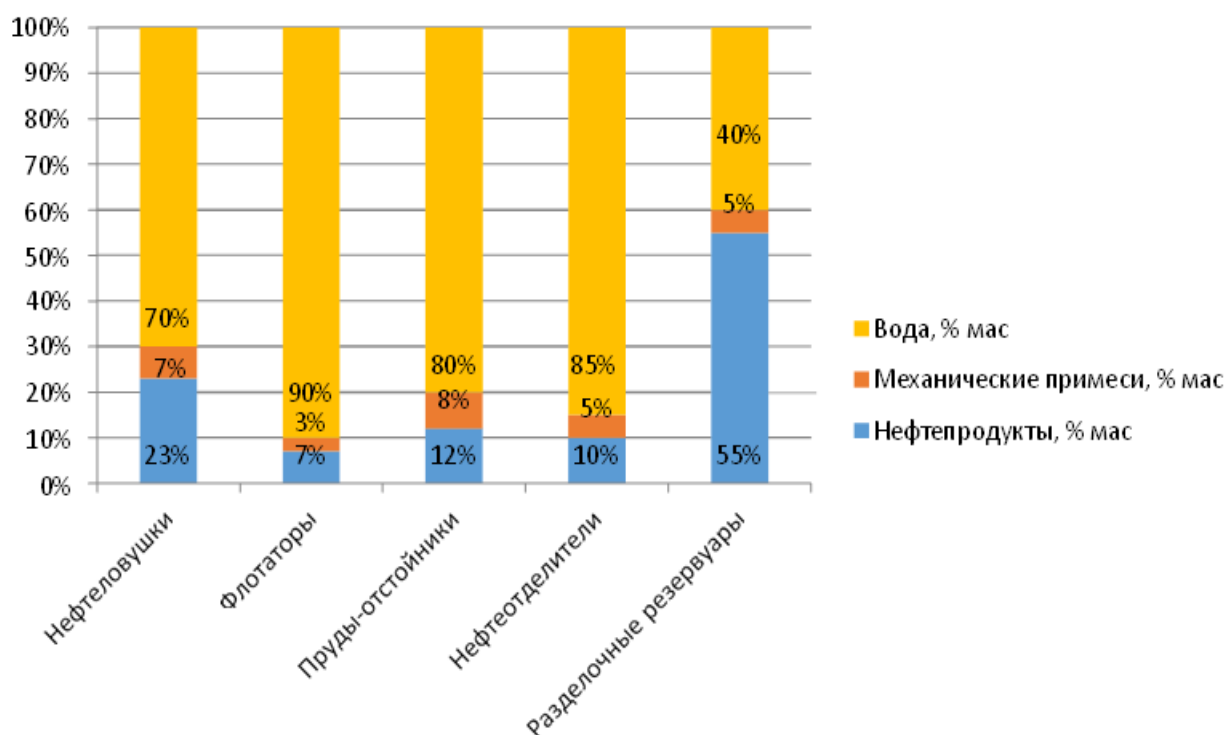
В настоящее время добыча и переработка нефти, а также транспортировка нефти и нефтепродуктов сопровождаются загрязнением природной среды, и поэтому особое внимание следует уделить вопросам утилизации и переработки нефтяных отходов.

Одними из наиболее опасных загрязнителей окружающей природной среды являются нефтешламы, которые представляют собой смесь грунта и водонефтяной эмульсии, состоящие, главным образом, из замазученной глины и песка, а также окислов металлов [1, 2]. Также в его составе могут содержаться канцерогенные вещества, такие как полициклические ароматические углеводороды, тяжелые металлы и радиоактивные элементы [2-4].

Состав и свойства нефтешламов зависят от многих факторов. К некоторым из них можно отнести условия и источники их образования, например, те, которые хранились значительно долгое время в шламонакопителях, и те, что образуются в настоящее время.

При сравнении некоторых свойств и тех, и других нефтешламов можно увидеть заметную разницу. Нефтешламы, пролежавшие долгие годы (3-7 лет), отличаются тем, что из них улетучиваются легкие фракции, их жидкая мазутная фракция нередко может просачиваться сквозь почву, а более твердая фаза остается на земной поверхности, вызывая загрязнение окружающей среды.

Состав нефтешламов в зависимости от источников образования представлен на рисунке 1.



**Рис. 1. Влияние источников образования на вещественный состав нефтешлама**

Целью данной работы является рассмотрение способов утилизации нефтешламов, образующихся в пределах лицензионного участка Мишкинского месторождения.

### **Техническое решение**

Накопление нефтесодержащих отходов на Мишкинском месторождении осуществляется на специально отведенных для этого шламовых амбарах без какой-либо сортировки или классификации.

Согласно федеральному классификационному каталогу отходов нефтесодержащие отходы относятся к 3-му-4-му классу опасности, поэтому их можно использовать как вторсырье.

Нефтяной шлам благодаря своей высокой теплотворной способности может быть потенциальным энергоресурсом, поэтому он используется как

топливо в виде топливных брикетов; также их применяют в бурении в качестве добавок к буровым растворам и т.д. [5, 6].

На сегодняшний день нефтешлам и нефтесодержащие отходы на рассматриваемом месторождении вывозятся сторонней организацией (ООО «Экологические решения»). Дальнейшая их утилизация производится путем термического сжигания и вывоза на полигоны, находящиеся за пределами Удмуртской Республики. В настоящее время в Удмуртии нет действующего полигона для скопления нефтесодержащих отходов.

Проектирование специализированного полигона для размещения отходов на территории Удмуртской Республики нецелесообразно на основании эколого-экономических принципов, поэтому предлагается следующее техническое решение, а именно: пиролиз.

Пиролиз – это процесс, протекающий при температуре 600-900°C с превращением углеводородов нефти в газообразные (пирогаз) и жидкие (смола пиролиза) продукты.

Продуктами пиролиза являются бензол, пропилен, дивинил, этилен, бутadiен и другие углеводороды из ряда олефинов. Эти соединения применяются для получения синтетических материалов, пластмасс и каучуков.

Кроме того, отходы пиролизного процесса могут использоваться в разных отраслях хозяйства и промышленности (рис. 2).

Таким образом, одной из наиболее перспективных методов является переработка нефтешлама методом пиролиза. Данный метод осуществляется на основе специально разработанных установок по переработке нефтешламов, которые должны быть мобильными, чтобы перемещаться на территории месторождения.



**Рис. 2. Применение отходов пиролизного процесса**

В результате сравнительного анализа существующих установок нами предложено использовать Установку термической деструкции (УТД-2) для переработки нефтешлама на Мишкинском месторождении. На рис. 3 представлены преимущества данной установки по сравнению с другими.



**Рис. 3. Преимущества установки термической деструкции (УТД-2)**

Схема работы УТД-2 представлена на рис. 4 [7].

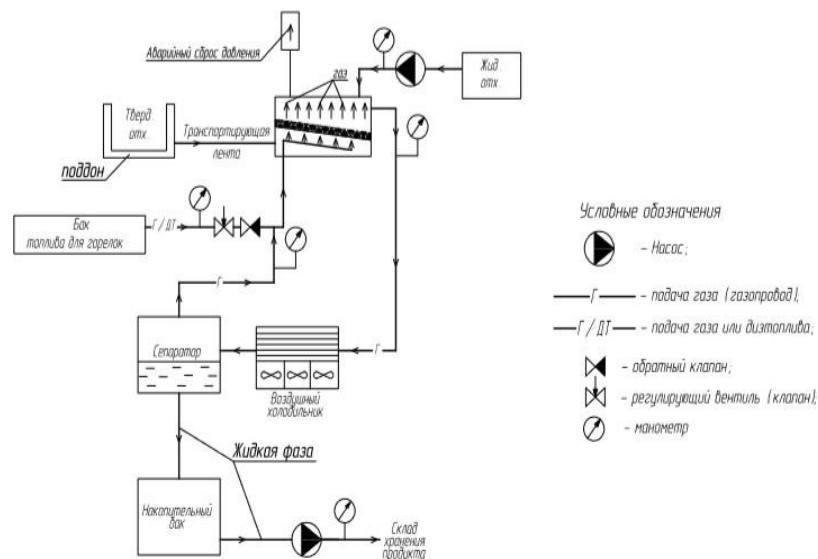


Рис. 4. Схема работы УТД-2 [7]

Схема прохождения нефтешлама через камеру пиролиза [8] представлена на рис.5.

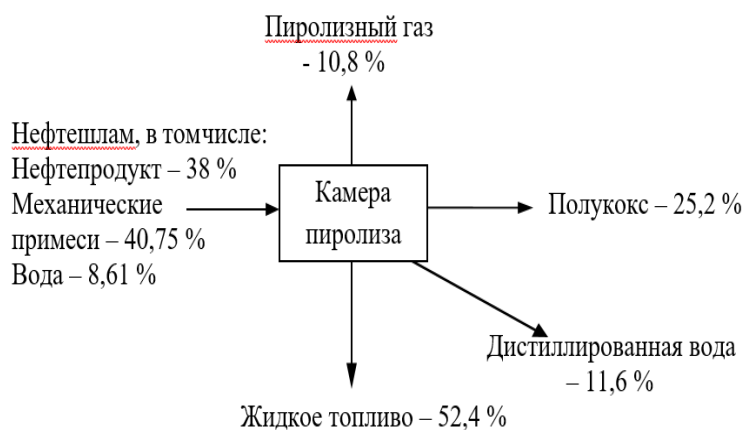


Рис. 5. Схема прохождения нефтешлама через камеру пиролиза [8]

Большим плюсом применения УТД-2 на месторождениях Удмуртии является то, что установка оборудована мощной компьютерной системой контроля, которая регулирует и контролирует большинство процессов

автоматически, а для управления установкой достаточно двух человек, не имеющих специальной подготовки. Установка имеет контейнеры на собственных шасси, что облегчает её транспортировку, что, в свою очередь, позволяет доставлять её на удаленные месторождения, где необходимо перерабатывать нефтешлам их шламовых амбаров.

На Мишкинском месторождении образуется 13 427,91 т/год нефтешлама. Расчеты платы за размещение 1 тонны нефтешлама составляют 2 039,69 рублей [9]. Размер платы за размещение данного отхода в пределах установленных природопользователю лимитов составит 27 388 774 рублей. Стоимость переработки нефтешламов методом термической деструкции, рассчитанная по основным статьям затрат, составит 332 руб. за тонну.

Таким образом, согласно стратегии развития нефтегазовой отрасли и поставленным задачам все существующие объемы нефтешламов будут ликвидированы в течение 5 лет, соответствующие объемы нефтешламов учтены в расчетах.

### **Заключение**

Таким образом, проведен анализ проблемы образования нефтешламов на территории Мишкинского месторождения и его влияние на окружающую среду; рассмотрены способы утилизации последних; предложено использовать установку (УТД-2), которая способна перерабатывать нефтешламы независимо от их состава методом уникальной технологии низкотемпературного пиролиза.

Применение установки термической деструкции-2 позволит модернизировать технологию утилизации и переработки нефтесодержащих отходов с высокой экологической эффективностью, что соответствует развитию малоотходных экотехнологий.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исследование влияния нефтехранилища на загрязнения геологической среды / Н.А. Ермашова, М.П. Огнетова, С.В. Лушникова, В.М. Волков // Экология и промышленность России. 2004. № 12. С. 32–36.
2. Красноперова С.А. К вопросу об утилизации нефтесодержащих отходов // Энергия: экономика, техника, экология. 2021. №10. С. 23 – 27.
3. Ибатуллин Р. Р., Мутин И. И. Исследование свойств нефтешламов и способы их утилизации // Нефтяное хозяйство. 2006. № 11. С. 116–118.
4. Мазлова Е. А., Меньшикова И. А. Шламовые отходы нефтегазовых компаний // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2010. № 1. С. 20–23
5. Баракшина В. Б. Использование нефтешлама в качестве вторичного материально-сырьевого ресурса // Экологический вестник России. 2011. № 9. С. 16–21.
6. Определение теплотворной способности топливных брикетов на основе нефти и нефтешламов / О. А. Федяева, Е. Г. Пошеложная, Э. М. Рахматулина, В. А. Захаров, Д. А. Кулешов, Т. Е. Фисенко // Динамика систем, механизмов и машин. 2017. Т.5, № 2. С. 229 – 232.
7. Установка для пиролиза углеводородных отходов: патент 2260154 Рос. Федерация. № 2003136726/03/ Глушков В.А.; заявл. 17.12.2003; опубл. 10.09.2005. Бюл. № 28. С. 1 – 23.
8. Способ непрерывной термохимической переработки различных видов углеродосодержащего сырья: патент 2481386 Рос. Федерация. №2008139782/04 Хмеленко С.П. заявл. 08.10.2008; опубл. 10.05.2013. Бюл. № 13. С. 1 – 11.
9. О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах: постановление Правительства РФ от 13.09.2016 N 913 (ред. от 24 января 2020 г.). [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_204671/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_204671/) (дата обращения 25.09.2023).

Поступила в редакцию 05.10.2023



***Сведения об авторах****Никитина Ольга Витальевна*

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Бурение нефтяных и газовых скважин», Институт нефти и газа им. М.С. Гуцериева, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Удмуртский государственный университет», адрес: 426034, г. Ижевск, ул. Университетская, 1, корп. VII. Россия.

E-mail: [nikitina\\_olgavit@mail.ru](mailto:nikitina_olgavit@mail.ru)

*Овсянникова Гузель Рустамовна*

Студент кафедры «Бурение нефтяных и газовых скважин», Институт нефти и газа им. М.С. Гуцериева, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Удмуртский государственный университет», адрес: 426034, г. Ижевск, ул. Университетская, 1, корп. VII. Россия.

E-mail: [guzel.ovs@yandex.ru](mailto:guzel.ovs@yandex.ru)

*Красноперова Светлана Анатольевна*

кандидат биологических наук, доцент кафедры геологии нефти и газа, Институт нефти и газа им. М.С. Гуцериева, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Удмуртский государственный университет», 426034, ул. Университетская, 1, г. Ижевск, Россия.

E-mail: [krasnoperova\\_sve@mail.ru](mailto:krasnoperova_sve@mail.ru)

*O. V. Nikitina, G.R. Ovsyannikova, S.A. Krasnoperova*

## DEVELOPMENT OF PROPOSALS ON UTILIZATION AND NEUTRALIZATION OF OIL SLUDGE USING THERMAL METHODS AT OIL FIELDS OF UDMURTIA

**Annotation.** The article deals with the problem of utilization and neutralization of oil-containing wastes formed at oil fields of Udmurtia. One of such wastes is oil sludge, which is characterized by a complex diverse composition of dispersed systems. On the basis of comparative analysis of methods of utilization of these wastes, it is revealed that the most promising are thermal methods, namely pyrolysis, carried out at special installations. In this work it is proposed to use a unit of thermal destruction (UTD-2) for high-temperature neutralization of oil sludge. With the help of this unit oil-containing waste is not destroyed, but processed. Application of the unit of thermal destruction-2 will make it possible to modernize the technology of utilization and processing of oil-containing waste with high ecological efficiency, which corresponds to the development of low-waste eco-technologies.

**Keywords:** oil sludge, industrial waste recycling, oil sludge utilization, thermal destruction, pyrolysis.

*For citation:* Nikitina O.V., Ovsyannikova G.R., Krasnoperova S.A. [Development of proposals for utilization and neutralization of oil sludge using thermal methods at oil fields of Udmurtia] *Upravlenie tekhnosferoi*, 2023, vol. 6, issue 4. (In Russ.). Available at: <https://technosphere-ing.ru>/pp. 524–535. DOI: 10.34828/UdSU.2023.71.14.004.

### REFERENCES

1. Ermashova N.A., Ognětova M.P., Lushnikova S.V., Volkov V.M. Issledovanie vliyaniya neftekhranilishcha na zagryazneniya geologicheskoi sredy [Investigation of the influence of oil storage on pollution of the geological environment]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii* [*Ecology and industry of Russia*]. 2004, no. 12, pp. 32–36. (In Russ.).
2. Krasnoperova S.A. K voprosu ob utilizatsii neftesoderzhashchikh otkhodov [On the issue of disposal of oily waste]. *Energiya: ekonomika, tekhnika, ekologiya* [*Energy: economics, technology, ecology*]. 2021, no. 10, pp. 23 – 27. (In Russ.).
3. Ibatullin R.R., Mutin I.I. Issledovanie svoystv nefteshlamov i sposoby ikh utilizatsii [Investigation of the properties of oil sludge and methods of their utilization]. *Neftyanoe khozyaistvo* [*Oil economy*]. 2006, no. 11, pp. 116–118. (In Russ.).
4. Mazlova E.A., Men'shikova I.A. Shlamovye otkhody neftegazovykh kompanii [Sludge waste of oil and gas companies]. *Zashchita okruzhayushchei sredy v neftegazovom komplekse* [*Environmental protection in the oil and gas complex*]. 2010, no. 1, pp. 20–23. (In Russ.).

5. Barakhnina V. B. Ispol'zovanie nefteshlama v kachestve vtorichnogo material'no-syr'evogo resursa [The use of oil sludge as a secondary material resource] *Ekologicheskii vestnik Rossii* [*Ecological Bulletin of Russia*]. 2011, no. 9. pp. 16–21. (In Russ.).
6. Fedyaeva O.A., Poshelyuzhnaya E.G., Rakhmatulina E.M., Zakharov V.A., Kuleshov D.A., Fisenko T.E. Opredelenie teplotvornoj sposobnosti toplivnykh briкетов na osnove nefti i nefteshlamov [Determination of the calorific value of fuel briquettes based on oil and oil sludge]. *Dinamika sistem, mekhanizmov i mashin* [*Dynamics of systems, mechanisms and machines*]. 2017, vol.5, no. 2, pp. 229 – 232. (In Russ.).
7. *Ustanovka dlya piroliza uglevodorodnykh otkhodov* [Installation for pyrolysis of hydrocarbon waste]: patent 2260154 Ros. Federatsiya. № 2003136726/03/ Glushkov V.A.; appl. 17.12.2003; publ. 10.09.2005. Byul. No. 28, pp. 1 – 23. (In Russ.).
8. *Sposob nepreryvnoi termokhimicheskoi pererabotki razlichnykh vidov ughlerodosoderzhashchego syr'ya* [Method of continuous thermochemical processing of various types of carbon-containing raw materials]: patent 2481386 Ros. Federatsiya. №2008139782/04 Khmelenko S.P. appl. 08.10.2008; publ. 10.05.2013. Byul. No. 13, pp. 1 – 11. (In Russ.).
9. *O stavkakh platy za negativnoe vozdeistvie na okruzhayushchuyu sredu i dopolnitel'nykh koeffitsientakh* [On the rates of payment for the negative impact on the environment and additional coefficients]: postanovlenie Pravitel'stva RF ot 13.09.2016 N 913 (red. ot 24 yanvarya 2020g.). [Elektronnyi resurs]. Access mode: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_204671](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_204671) / (accessed 25.09.2023). (In Russ.).

Received 05.10.2023

### **About the Authors**

#### *Nikitina Olga Vitalievna*

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Drilling of oil and Gas wells", M.S. Gutseriev Institute of Oil and Gas, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Udmurt State University", 426034, Izhevsk, Universitetskaya str., 1, building VII. Russia. E-mail: [nikitina\\_olgavit@mail.ru](mailto:nikitina_olgavit@mail.ru)

#### *Ovsyannikova Guzel Rustamovna*

Student of the Department "Drilling of oil and gas wells", M.S. Gutseriev Institute of Oil and Gas, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Udmurt State University", address: 426034, Izhevsk, Universitetskaya str., 1, building VII. Russia.  
E-mail: [guzel.ovs@yandex.ru](mailto:guzel.ovs@yandex.ru)

*Krasnoperova Svetlana Anatolyevna*

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Oil and Gas, Institute of Oil and Gas named after M.S. Gutseriev, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Udmurt State University", 426034, University st., 1, Izhevsk, Russia.

E-mail: [krasnoperova\\_sve@mail.ru](mailto:krasnoperova_sve@mail.ru)