

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2020, №2, Том 12 / 2020, No 2, Vol 12 <https://esj.today/issue-2-2020.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/80NZVN220.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Тарасова С.С., Гаевая Е.В. Разработка способа утилизации буровых отходов с получением инертного строительного материала // Вестник Евразийской науки, 2020 №2, <https://esj.today/PDF/80NZVN220.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Tarasova S.S., Gaevaya E.V. (2020). Development of the way of the bore mud recycling with obtaining of inert building material. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 2(12). Available at: <https://esj.today/PDF/80NZVN220.pdf> (in Russian)

УДК 504.064.43; 504.064.45

Тарасова Светлана Сергеевна

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия
Ассистент, аспирант очной формы обучения кафедры «Техносферной безопасности»
E-mail: tarasovass@tyuiu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5684-2819>

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57196257058>

Гаевая Елена Викторовна

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия
Профессор кафедры «Техносферной безопасности»
Кандидат биологических наук, доцент
E-mail: gaevajaev@tyuiu.ru

Разработка способа утилизации буровых отходов с получением инертного строительного материала

Аннотация. Бурение нефтяных и газовых скважин связано с образованием большого количества буровых отходов, которые оказывают значительное токсическое воздействие на окружающую среду. Степень токсического действия зависит от их состава и свойств, которые в значительной степени определяются характеристиками выбуренной горной породы. В статье представлена технология утилизации буровых отходов с получением инертного строительного материала, соответствующего установленным нормативам, являющимся экологичным и экономически выгодным. Исследования и измерения проводились в соответствии с гостированными методиками. По результатам измерений гранулометрического состава контрольный образец относился к пескам рыхлым, полученные инертные строительные материалы – пескам связным. Большой плотностью в сравнении с контрольным образцом обладали строительные материалы, это связано с понижением влажности материалов, а также дополнительного внесения природных сорбентов. Остаточное содержание нефтепродуктов по всем изучаемым образцам незначительно. Водородный показатель в материалах с применением гипса обладал наименьшими значениями 8,90 ед.рН, максимальным результатом обладали материалы с применением извести негашеной – 11,60 ед.рН. Максимальная концентрация сульфатов наблюдалась при применении гипса, что обусловлено увеличением продуктов обменных реакций. Все представленные образцы не превышают 1500 Бк/кг – норму содержания естественных радионуклидов в строительных материалах. Результаты исследований по утилизации буровых отходов показали, что полученные инертные строительные материалы можно использовать для общестроительных земляных работ. В целом, все полученные варианты утилизации соответствуют требованиям, предъявляемым к строительным

материалам, являются безопасными с точки зрения экологичности и могут быть использованы по назначению.

Ключевые слова: буровой отход; инертный строительный материал; гипс; диатомит; нефтепродукты; гранулометрический состав; экологичность

Введение

Вопросу негативного экологического воздействия, оказываемого топливно-энергетической отраслью на природу районов севера России, уделялось очень мало внимания еще в период активного, советского, освоения месторождений нефти и газа. На сегодняшний день результатом такого бездействия стали миллионы тонн отходов бурения и нефтедобычи, хранящихся в шламовых амбарах и наносящих колоссальный ущерб атмо-, гидро- и литосфере нефтедобывающих территорий страны [1–3].

Установлено, что большинство буровых реагентов имеет сложный гетерогенный состав, который в технологическом процессе может претерпевать значительную трансформацию [4]. В состав буровых растворов входят следующие компоненты: вода – 85–89 %, бентонитовые глинопорошки – 10–11 %, в оставшиеся 1–5 % могут входить различные смазывающие, антисептические, пеногасительные, антифильтрационные и гидрофобизирующие жидкости [5; 6].

Решающим фактором, определяющим загрязняющие свойства отработанного бурового раствора и шлама, а также направления их утилизации и нейтрализации вредного воздействия на объекты природной среды, являются состав и физико-химические свойства [7].

Широко применяемые на сегодняшний день методы, такие как термические, физические и биологические нельзя рассматривать в качестве комплексного подхода к решению проблемы нефтеотходов. Это связано с узким спектром их применения, выборочностью в утилизации различных частей отхода, невозможностью реализовать принцип так называемого «нулевого сброса» и, что немаловажно, в условиях товарно-денежных отношений, большую часть технологий, нельзя назвать экономически целесообразными [8].

Применение большинства известных способов утилизации отходов бурения может повлечь за собой дополнительную нагрузку на природные экосистемы района, усиление фактора постоянного беспокойства животного мира, подавление растительности [9; 10].

Актуальность данной проблемы диктует необходимость поиска оптимальных методов и технологий утилизации вновь образующихся буровых отходов, а также уже накопленных, за частую, имеющих измененные физико-химические свойства.

В статье представлена технология утилизации буровых отходов с получением инертного строительного материала, соответствующего установленным нормативам.

Методы исследования

Утилизация буровых отходов с получением инертных строительных материалов производилась путем внесения в смесь буровых отходов наполнителя (песок), мелиорирующих и сорбирующих компонентов, изменяющих физические и химические свойства отходов как за счет разбавления концентрации содержащихся в них загрязняющих веществ, так и за счет связывания мелкодисперсных частиц и свободной влаги. С указанной целью при производстве

инертных строительных материалов используются песок, диатомит, известь негашеная, доломитовая мука и гипс.

Определение гранулометрического состава проводилось методом лазерной дифрактометрии на лазерном приборе-анализаторе Analysette22 NanoTec¹. Определение влажности осуществлялось в соответствии с ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.58-08², истинной плотности – ГОСТ 31992.1-2012³, нефтепродуктов – ПНД Ф 16.1:2.21-98⁴, ионов хлорида – ГОСТ 26425-85⁵, сульфат-ионов – ГОСТ 26426-85⁶.

Исследования водородного показателя проводилось путем извлечения водорастворимых солей из проб дистиллированной водой и определении водородного показателя водной вытяжки рН-метром (ГОСТ 26423-85)⁷.

Радиологическое исследование удельной активности естественных радионуклидов осуществляли в соответствии ГОСТ 30108-94⁸.

В результате разработки способа утилизации буровых отходов, получено три марки строительного материала: Марка А: буровые отходы, известь негашеная, диатомит, песок; Марка Б: буровые отходы, доломитовая мука, диатомит, песок; Марка В: буровые отходы, гипс, диатомит, песок.

Результаты и обсуждение

Гранулометрическим составом смеси является содержание в процентах первичных частиц разной крупности по фракциям, выраженное по отношению к их общей массе. Гранулометрический состав строительного материала характеризует крупность массы зерен, содержащихся в этом материале, его структуру. Для качественного материала частицы диаметром менее 0,05 мм должны составлять не более 80 % от общего состава материала.

Результаты исследований гранулометрического состава отходов бурения и строительных материалов представлены на рис. 1.

¹ Analysette 22 NanoTec. Руководство пользователя. [Текст] / С. 5–25.

² ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.58-08 Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений массовой доли влаги в твердых и жидких отходах производства и потребления, почвах, осадках, шламах, активном иле, донных отложениях гравиметрическим методом (Изд. 2017 г.).

³ ГОСТ 31992.1-2012 (ISO 2811-1:2011) Материалы лакокрасочные. Метод определения плотности. Часть 1. Пикнометрический метод. [Электронный ресурс]. Введ. 2011-03-28. / Электронный фонд «Техэксперт», Версия сайта: 2.2.14. – Санкт-Петербург, 2017. – 10 с.

⁴ ПНД Ф 16.1:2.21-98 Количественный химический анализ почв и отходов. Методика измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02» (М 03-03-2012) / Электронный фонд «Техэксперт», Версия сайта: 2.2.14. – Санкт-Петербург, 2017. – 18 с. (изд. 2012 г.).

⁵ ГОСТ 26425-85 Почвы. Методы определения иона хлорида в водной вытяжке. [Электронный ресурс] / Информационно-правовое обеспечение Гарант, 2019.

⁶ ГОСТ 26426-85 Почвы. Методы определения иона сульфата в водной вытяжке. [Электронный ресурс] / Информационно-правовое обеспечение Гарант, 2019.

⁷ ГОСТ 26423-85 Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки. [Электронный ресурс] / Введ. 1984-09-01. Информационно-правовое обеспечение Гарант, 2019.

⁸ ГОСТ 30108-94 Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов. [Текст]. Введ. 1994-01-01. – Москва: Издательство стандартов, 2004. – С. 13.

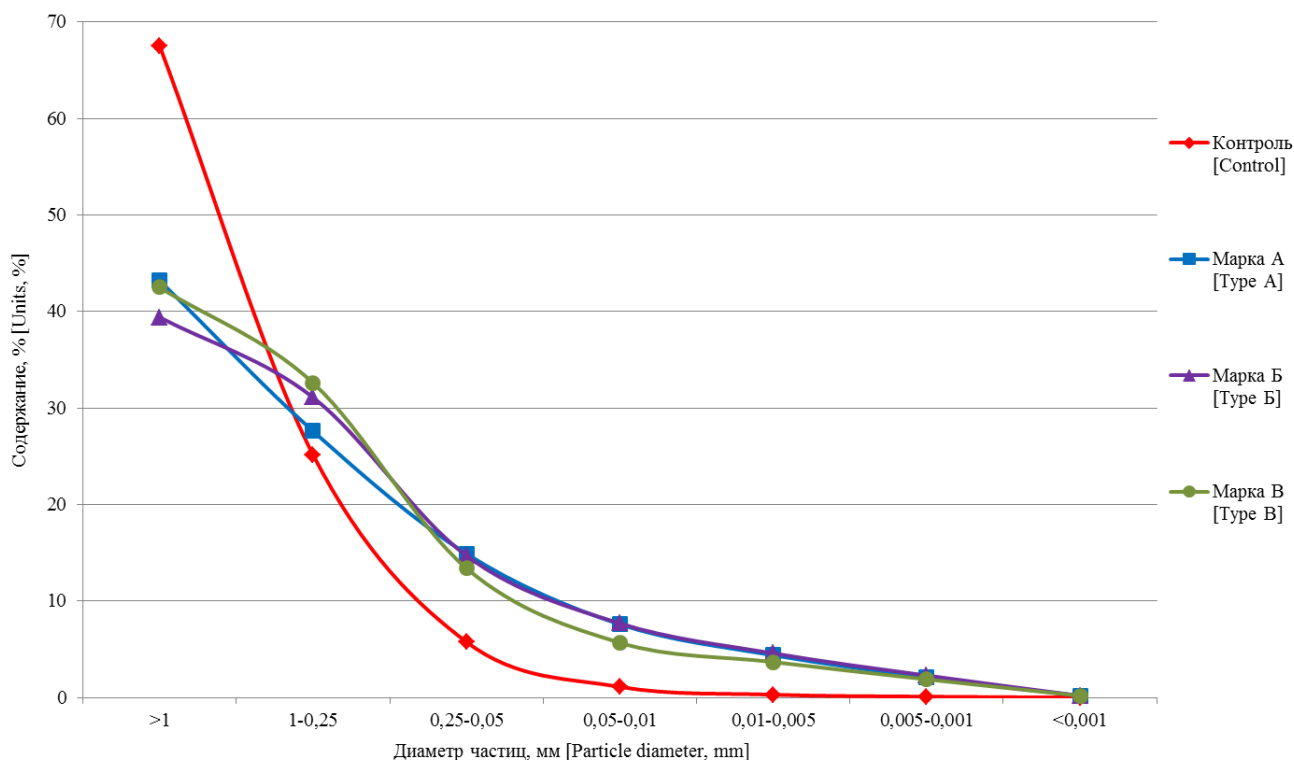


Рисунок 1. Гранулометрический состав исследуемых образцов (составлено авторами)

Результаты исследований показали, что по сравнению с контрольным образцом (буровые отходы) в полученных материалах содержание физического песка увеличилось в несколько раз. В соответствии с классификацией почв по гранулометрическому составу Н.А. Качинского контрольный образец относился к пескам рыхлым, полученные инертные строительные материалы – пескам связным.

Влажность строительного материала характеризует содержание влаги в материале в данный момент. Чем меньше процентное содержание влажности, тем ниже теплоемкость материала и выше его морозостойкость. Исходя из исследований можно сделать вывод о том, что наибольшей влажностью обладает контрольная проба – 49,32 %. Значения влажности в полученных инертных строительных материалах варьировали от 28,19 до 30,94 %. При внесении компонентов смеси происходит механическое разбавление и оструктуривание материала, т. е. образование агрегатов смеси из отдельных механических элементов при одновременном действии механизмов консолидации материала.

По результатам исследования истинной плотности изучаемых образцов выявлено, что плотность в контрольном образце составила 2,25 г/см³, в полученных инертных строительных материалах плотность колебалась от 2,31 до 2,40 г/см³, увеличение плотности связано с понижением влажности материалов, а также дополнительного внесения диатомита, имеющих в своем составе илистую фракцию. Результаты исследований буровых отходов и инертных строительных материалов представлены в табл. 1.

Нефть и нефтепродукты как загрязнители недр и среды оцениваются в основном по степени токсичности и геохимической устойчивости. По результатам проведенных исследований остаточное содержание нефтепродуктов в контрольном образце составило 25,87 мг/кг, в полученных материалах 10,60–23,98 мг/кг. В целом по всем изучаемым образцам содержание нефтепродуктов незначительное, что свидетельствует о безопасности для окружающей природной среды инертных строительных материалов.

Таблица 1

Результаты исследований буровых отходов и инертных строительных материалов

Наименование образца	Влажность, %	Истинная плотность, г/см ³	Рецептурный состав проб
Контроль	49,32	2,25	Буровой отход
Марка А	28,19	2,31	Буровой отход, известь негашеная, диатомит, песок
Марка Б	30,37	2,37	Буровой отход, доломитовая мука, диатомит, песок
Марка В	30,94	2,40	Буровой отход, гипс, диатомит, песок

Составлено авторами

По результатам исследований водородного показателя видно, что в контрольном образце значения составили 9,83 ед.рН, в материалах с применением гипса – 8,90 ед.рН, доломитовой муки – 9,58 ед.рН, извести негашеной – 11,60 ед.рН.

Содержание хлоридов в буровых отходах зависит от применения типа бурового раствора, в данном случае буровой отход был на водном солевом типе бурового раствора. Результаты исследований показали, что содержание хлоридов в контрольном образце составило 0,134 %, при внесении дополнительных компонентов смеси концентрация этого показателя снижается и варьируется от 0,076 до 0,114 %. Снижение содержания хлоридов связано с внесением мелиорирующих добавок: извести негашеной, доломитовой муки и гипса.

Концентрация сульфатов в контрольном образце составила 0,051 %, при внесении компонентов смеси значения этого элемента было от 0,060 до 0,594 %, максимальная концентрация наблюдалась при применении гипса (Марка В), что обусловлено увеличением продуктов обменных реакций (Na₂SO₄).

Результаты исследований буровых отходов и инертных строительных материалов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты исследований буровых отходов и инертных строительных материалов

Наименование образца	Водородный показатель, ед.рН	Остаточное содержание нефтепродуктов, мг/кг	Массовая доля иона хлорида, %	Массовая доля иона сульфата, %	Рецептурный состав проб
Контроль	9,83	25,87	0,134	0,051	Буровой отход
Марка А	11,60	15,57	0,114	0,060	Буровой отход, известь негашеная, диатомит, песок
Марка Б	9,58	23,98	0,076	0,076	Буровой отход, доломитовая мука, диатомит, песок
Марка В	8,90	10,60	0,089	0,594	Буровой отход, гипс, диатомит, песок

Составлено авторами

Удельная эффективная активность (Аэфф) – суммарная удельная активность естественных радионуклидов в материале, определяемая с учетом их биологического воздействия на организм человека.

По удельной активности радионуклидов определяется класс строительного материала и его дальнейшая область применения. Результаты исследования удельной активности в контрольной пробе и пробах строительных материалов представлена в табл. 4.

Таблица 3

Удельная эффективная активность естественных радионуклидов

Наименование	Удельная эффективная активность естественных радионуклидов, Бк/кг	Рецептурный состав проб
Контроль	123	Буровой отход
Марка А	396	Буровой отход, известь негашеная, диатомит, песок
Марка Б	398	Буровой отход, доломитовая мука, диатомит, песок
Марка В	402	Буровой отход, гипс, диатомит, песок

Составлено авторами

Контрольная проба и образцы марок А, Б, В (на основе буровых отходов, мелиорирующих добавок и диатомита) не превышают $A_{эфф} = 740$ Бк/кг, относятся ко второму классу строительных материалов.

Заключение

Результаты исследований по утилизации буровых отходов показали, что полученные инертные строительные материалы можно использовать для общестроительных земляных работ. В целом, все полученные варианты утилизации соответствуют требованиям, предъявляемым к строительным материалам, являются безопасными с точки зрения экологичности и могут быть использованы по назначению.

По результатам измерений гранулометрического состава в полученных материалах содержание физического песка увеличилось в несколько раз. Контрольный образец относился к пескам рыхлым, полученные инертные строительные материалы – пескам связным.

Значения влажности в полученных инертных строительных материалах варьировали от 28,19 до 30,94 %. Большой плотностью в сравнении с контрольным образцом обладали строительные материалы, это связано с понижением влажности материалов, а также дополнительного внесения природных сорбентов.

Остаточное содержание нефтепродуктов по всем изучаемым образцам незначительно, что свидетельствует о безопасности для окружающей природной среды инертных строительных материалов. Водородный показатель в материалах с применением гипса обладал наименьшими значениями: 8,90 ед.рН, максимальным результатом обладали материалы с применением извести негашеной – 11,60 ед.рН.

Максимальная концентрация сульфатов наблюдалась при применении гипса, что обусловлено увеличением продуктов обменных реакций.

В строительных смесях удельная эффективная активность выше, чем в контрольной пробе, это обусловлено добавлением природно-минеральных компонентов, обладающих собственной удельной активностью, что ведет к повышению этого показателя в пробах строительных материалов. Все представленные образцы не превышают 1500 Бк/кг – норму содержания естественных радионуклидов в строительных материалах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Косаревич И.В., Шеметов В.Ю., Гончаренко А.П. Экология бурения / Под ред. Рябченко В.И. – Мн.: Наука и техника, 1994. – 119 с.
2. Жабриков С.Ю. Строительный материал как результат переработки отходов бурения по ИММ-технологии // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. – 2014. – № 2–2. – С. 190–199.
3. Пичугин Е.А. Оценка воздействия бурового шлама на окружающую природную среду // Молодой ученый. – 2013. – №9 – С. 122–123.
4. Некрасова, И.Л. Эколого-геохимическая характеристика отходов строительства нефтяных скважин (на примере Пермского Прикамья): дис. ... канд. техн. наук: 25.00.36 / Некрасова Ирина Леонидовна. – Пермь, 2003. – 186 с.
5. Барахнина, В.Б. Основы технологии очистки отходов нефтегазового комплекса и оценка ущерба окружающей среде: учеб. пособие / В.Б. Барахнина, И.Р. Киреев, В.В. Свиначев. – Уфа: РИО РУНМЦ МО РБ, 2009. – 242 с.
6. Барахнина, В.Б. Оценка экотоксического действия зарубежных и отечественных буровых реагентов / В.Б. Барахнина, А.Х. Сафаров, Г.Г. Ягафарова и др. // Башкирский экологический вестник. – 2000. – №2 (9). – С. 18–22.
7. Булатов, А.И. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности / А.И. Булатов, П.П. Макаренко, В.Ю. Шеметов. – Москва: Недра, 1997. – 483 с.
8. Шамина В.А. Образование отходов бурения при строительстве скважины. [Текст] // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2012. – №12. – С. 43–45.
9. Gaevaya E.V., Tarasova S.S., Bytsko A.A. The Environmental Impact of Drilling Sludge and Ways of Their Utilization // Journal of Ecological Engineering. – 2019, vol. 20, iss. 7. – p. 26–30.
10. Гаевая Е.В., Богайчук Я.Э., Тарасова С.С., Захарова Е.В. Возможности утилизации отходов бурения при формировании почвоподобной среды // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2017, № 2. – С. 82–89.

Tarasova Svetlana Sergeevna

Industrial university of Tuymen, Tuymen, Russia
E-mail: tarasovass@tyuiu.ru

Gaevaya Elena Viktorovna

Industrial university of Tuymen, Tuymen, Russia
E-mail: gaevajaev@tyuiu.ru

Development of the way of the bore mud recycling with obtaining of inert building material

Abstract. Drilling of oil and gas wells is connected with formation of large amount of drilling cuttings which have significant toxic influence on the environment. The degree of toxic effect depends on their content and properties which are mostly determined by the characteristics of drilled rock. The article presents the technology of bore mud recycling with obtaining of inert building material corresponding to the established regulations being ecological and economically profitable. The studies and measures were carried out according to GOST methods. On the results of grain composition measurement, control sample referred to the loose sand, while obtained inert building materials – to the coherent sands. Building materials had larger density in comparison with the control sample. This is connected with decrease of material moisture content and also additional introduction of natural sorbents. Residual content of oil products of all studied samples is insignificant. pH index in the materials with use of gypsum had the least values 8.90 of pH. Materials with the use of quick lime had the maximum result – 11.60. Maximum concentration of sulphates was observed under the use of gypsum that is stipulated by the increase of exchange reaction products. All given samples don't exceed 1500 Bq/kg – norm of natural radioactive nuclide content in the building materials. Results of studies on bore mud recycling have shown that the obtained inert building materials can be used for the general construction excavations. In general, all obtained recycling variants correspond to the requirements made to the building materials, are safe from the point of view of ecological compatibility and can be used according to its intended purpose.

Keywords: drilling cuttings; inert building material; gypsum; diatomite; oil products; grain composition; ecological compatibility