

# **ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЙ И ЭКОНОМИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ОТХОДОВ БУРЕНИЯ**

Л.В. Малиновская, С.Н. Перевалов, сотрудники ЗАО «Октопус»

На современном этапе развития технологии газонефтедобычи при эксплуатации месторождений образуются большие объемы отходов, преимущественное количество которых накапливается в шламовых амбарах. Поскольку отходы бурения, в состав которых входят высокотоксичные химические элементы и соединения, представляют значительную опасность для окружающей среды, в том числе и для здоровья человека, то перед нефтяными компаниями встает задача их утилизации, которая должна проводиться в строгом соответствии с существующими в Российской Федерации природоохранным законодательным актам, правилами и стандартами [1, 2, 3,4].

Проведенный анализ патентно-информационных исследований свидетельствует о том, что хотя в современный период газо-нефтедобывающими предприятиями в производство внедряются различные технологические решения, направленные на утилизацию отходов бурения, но универсального способа обезвреживания и утилизации токсических отходов бурения (ОБ), отвечающего всем экологическим требованиям, не существует.

Для правильности выбора метода утилизации буровых отходов и путей их практической реализации возникает необходимость предварительного изучения их физико-химического состава и степени негативного влияния на окружающую среду.

Все известные как в России, так и за рубежом технологии переработки ОБ по методам можно разделить на следующие группы [5]:

- термические (сжигание, термическая десорбция);
- химические (осаждение, нейтрализация, солидификация);
- физические (гравитационное разделение, фильтрация, центрифугирование);
- биологические (детоксикация биологическими препаратами, изготовление компоста);
- комбинированные (физико-химические).

На сегодняшний день наиболее распространенными технологиями обезвреживания ОБ, помимо захоронения, которое не решает экологических проблем, являются сжигание и солидификация.

Метод сжигания не требует предварительной подготовки, объем переработанного продукта (золы) в десятки раз меньше исходного материала. Однако этот метод имеет и ряд существенных недостатков:

- при сжигании в атмосферу выделяется большое количество вредных газов, требующих дополнительной очистки;
- образующуюся при сжигании отходов золу необходимо утилизировать;
- требуется большое количество энергии для сжигания влажных ОБ;
- требуются большие площади для размещения станций сжигания и складирования золы;
- большие затраты на строительство станций сжигания.

Таким образом, метод сжигания является весьма дорогостоящим процессом.

Внедрение технологий по переработке отходов газонефтедобычи, несомненно, в первую очередь направлено на снижение негативного воздействия на окружающую среду. Однако, немаловажен и экономический эффект для предприятия: сокращение платы за размещение отходов; внедрение ресурсосберегающих технологий; вторичное использование переработанных отходов и т.д. В соответствии с этим наиболее перспективным методом утилизации ОБ можно считать метод их отверждение (солидификацию). Он заключается в физико-механическом превращении отхода в нейтральный для окружающей среды материал.

В настоящее время на мировом рынке предложен ряд отверждающих составов для обработки и последующей консолидации шламов. В качестве консолидантов рекомендуется использовать: портландцемент, фосфогипс-полугидрат, магнезиальный цемент, известь, золу уноса, карбамидную смолу и т.д. Отверждение ОБ производят как непосредственно в амбарах накопителях [6, 7], так и на специальных установках для обезвреживания [8, 9].

Несмотря на разнообразие в мировой практике предлагаемых составов, способов и средств проведения процесса отверждения отходов бурения, большинство из них являются высоко затратными, трудоемкими и не соответствуют экологическим требованиям. В связи с этим, разработка и внедрение новых способов и средств обезвреживания отходов бурения от химического загрязнения остается одной из важнейших задач при решении проблемы снижения антропогенного воздействия на окружающую среду.

Базируясь на анализе существующих в мире технологий утилизации отходов бурения, а также на результатах научных исследований и опытных апробаций специалисты ЗАО «Октопус» разработали экологически безопасный и экономически

эффективный способ переработки отходов бурения, в основу которого положен метод инертизации отходов бурения, образующихся при строительстве, эксплуатации и демонтаже нефтегазовых скважин.

Суть метода заключается в следующем: отмыв соленасыщенного бурового шлама от солей, многоступенчатая очистка полученного рассола, смешение бурового шлама в определенных пропорциях с отверждающим составом «АОРСИТ-Ин» [10, 11] в специальной установке. Слабоминерализованные ОБ отверждаются без отмывки непосредственно на территории, прилегающей к скважине, на мобильном комплексе инертизации. Отверждающий состав представляет собой экологически чистую гомогенную сухую смесь, не оказывающую вредного воздействия на окружающую среду. После окончания процесса смешения, в смесительный блок добавляют активатор отверждения и производят повторное перемешивание.

При перемешивании ОБ с составом инертизации происходит связывание токсичных примесей введенными в состав сорбентами до полного обезвреживания. Добавление в смесь активатора затворения позволяет получить на основе обезвреженного отхода достаточно прочный материал. Образовавшаяся при отверждении прочная консервирующая матрица дополнительно связывает токсические вещества физически и химически, тем самым, предотвращая последующее растворение их под воздействием компонентов окружающей среды.

Целью данной работы является оценка эффективности способа обезвреживания отходов бурения, разработанного специалистами ЗАО «Октопус».

Материалом для настоящей работы послужили данные, полученные при проведении лабораторных исследований и испытаний отходов бурения (исходных) и обезвреженных образцов ОБ.

#### **Результаты аналитических данных**

Для получения достоверной информации о количественных и качественных параметрах отходов бурения нефтегазовых скважин (буровой шлам, твердая фаза отработанного бурового раствора и буровых сточных вод) были проведены лабораторные анализы, которые включали следующие работы: анализ на содержание нефтепродуктов, АПАВ, валовые формы тяжелых металлов: марганца, кадмия, никеля, свинца, меди, цинка, железа, мышьяка, ртути, кобальта, молибдена, хрома; анализ проб на подвижные формы: никель, свинец, медь, цинк, кобальт, хром, марганец; единичные определения физико-механических свойств: гранулометрический состав, определение плотности; химический анализ водной вытяжки: рН, хлориды, карбонаты, гидрокарбонаты, сульфаты, кальций, магний, плотный остаток, натрий, калий; определение радиоактивности.

В ходе анализа полученного материала лабораторных исследований образцов ОБ, отобранных на одной из скважин Астраханского газоконденсатного месторождения, разрабатываемого ООО «Газпром добыча Астрахань» выявлено, что приоритетными химическими загрязнителями являются нефтепродукты, АПАВ и тяжелые металлы, особенно их подвижные формы: свинец (24,9 мг/кг), медь (7,34 мг/кг), цинк (23,7 мг/кг), никель (11,8 мг/кг), кобальт (11,7 мг/кг), хром (26,8 мг/кг). Плотный остаток БШ составляет 50,5% (рис. 1).

Известно, что соли тяжелых металлов, поступая из загрязненных отходов в почву, из нее в растения и далее, передаваясь по трофической цепи, могут оказывать токсическое действие на растения, животных и в конечном итоге на человека. Загрязнение почвы нефтепродуктами, солеными пластовыми водами, прежде всего, сказывается на составе почвенного гумуса, что ухудшает свойство почвы как питательного субстрата для растений, а также оказывает длительное отрицательное воздействие и на почвенных животных, приводя к их массовой гибели.

Таким образом, входящие в состав ОБ химические соединения, могут оказывать негативное воздействие на окружающую среду, что противоречит экологическим требованиям.

По окончании лабораторных исследований ОБ подвергались обезвреживанию методом инертизации с применением отверждающего состава «АОРСИТ-Ин».

Полученный продукт отверждения был герметично упакован и оставлен на хранение сроком до 1 года для проведения периодических исследований.

Первые лабораторные исследования продукта переработки отходов бурения проводились спустя 14 дней после окончания процесса инертизации.

Отвержденная смесь согласно разработанного ТУ (12) представляет собой грунт, классифицируемый как суглинок тяжелый, пылеватый, тугопластичный с оптимальной влажностью 13,33%, объемной массой скелета грунта 1,80 г/см и числом пластичности P12 [13, 14].

Сравнительный анализ химического состава исходных отходов бурения и продукта их переработки показывает значительное снижение показателей подвижных форм тяжелых металлов в обезвреженных образцах (рис. 1).

Содержание нефтепродуктов в исследуемых образцах сократилось с 2,01 г/кг (ОБ) до 0,71 г/кг. Показатель плотного остатка снизился с 50,5% (ОБ) до 14,1% .

Значения ХПК (3528 мгО<sub>2</sub>/л) и БПК (2164 мгО<sub>2</sub>/л), определенные в водной вытяжке из отвержденных отходов бурения соответствовали нормативным показателям (БПК и ХПК - 3400-5000 мгО<sub>2</sub>/л) (15).

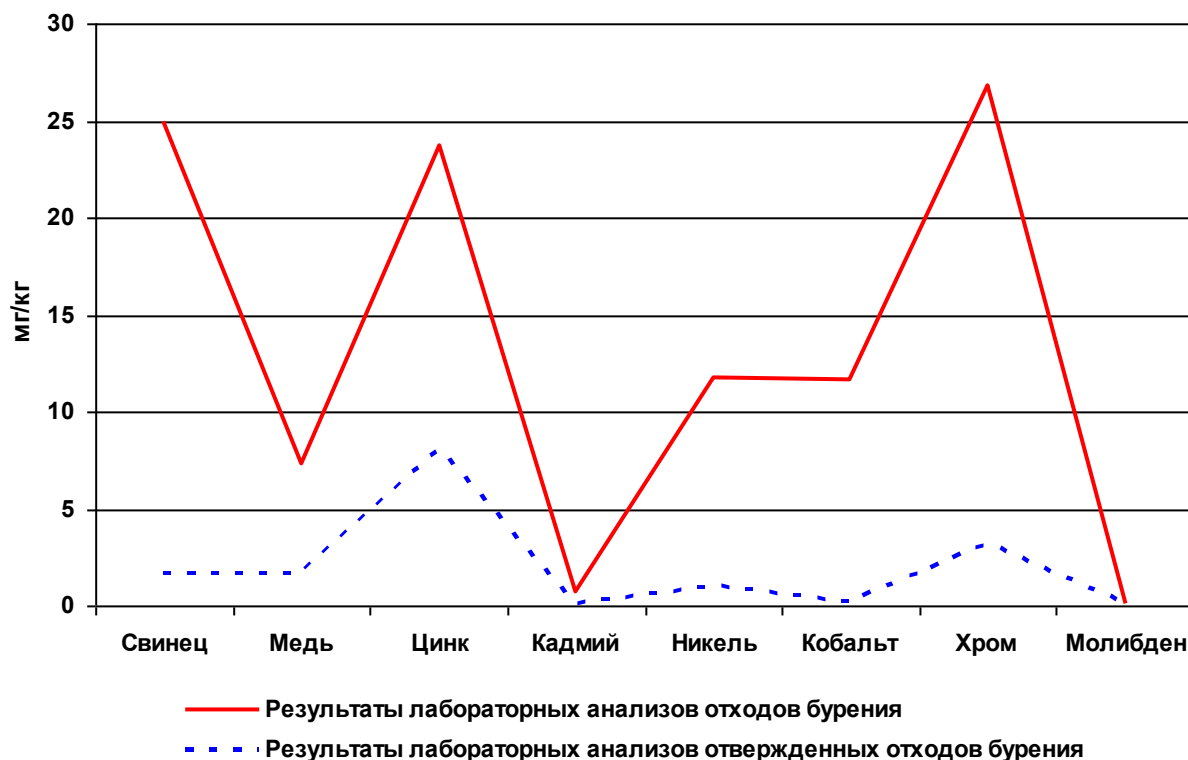


Рис.1 Результаты лабораторных анализов отходов бурения и продуктов их отверждения (подвижные формы тяжелых металлов).

Следующие отборы проб и проведение лабораторных анализов и испытаний осуществлялись спустя 6 и 12 месяцев после окончания опытных работ по отверждению отходов бурения. Результаты анализа данных содержания тяжелых металлов представлены показателями, характеризующими значения снижений концентраций тяжелых металлов, а также плотного остатка (до 5,97%) в водной вытяжке отвержденной смеси по сравнению с отходами бурения в исходном состоянии, что указывает на эффективность разработанной технологии обезвреживания отходов бурения.

Наряду с исследованиями химического состава отвержденных отходов бурения были проведены испытания на соответствие их требованиям ГОСТ 23558-94 [16]. По окончании исследований были получены следующие данные: марка по прочности на сжатие – М40; марка по прочности в водонасыщенном состоянии – М30; конец схватывания раствора при температуре  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  - 17ч., т.е. продукт переработки отходов бурения соответствуют требованиям ГОСТ 23558-94.

Полученный предлагаемым способом безопасный материал можно использовать для выравнивания рельефа местности, засыпки освобожденных от шлама накопителей, а также при сооружении изолирующих экранов и строительстве дорог.

Осветленный очищенный рассол может быть повторно использован для приготовления буровых растворов или утилизирован двумя способами: первый способ предусматривает закачку в поглощающие горизонты, а второй – направлять на естественные испарители (емкости сезонного регулирования).

Анализ результатов лабораторных исследований и испытаний образцов отходов бурения, отобранных на одной из скважин Астраханского ГКМ и продуктов их переработки, позволяет сделать следующие выводы о преимуществах разработанной ЗАО «Октопус» технологии обезвреживания ОБ по отношению к аналогам, представленным в настоящее время на рынке:

1. Высокоэффективная степень обезвреживания отходов бурения, загрязненных тяжелыми металлами, нефтепродуктами, АПАВ и другими токсикантами;
2. Возможность использования технологии для очистки отходов бурения различной степени минерализации;
3. Снижение экономических затрат при обращении с отходами бурения:
  - использование в составе отвержденной смеси сорбентов местного производства, что существенно снижает себестоимость отверждающей смеси,
  - безамбарный способ переработки отходов бурения;
  - переработка ОБ осуществляется непосредственно на территории скважин, что значительно сокращает транспортные расходы;
  - продукты переработки ОБ могут использоваться недропользователем в качестве вторичных материальных ресурсов;
4. Отсутствие экологической нагрузки на окружающую среду при перевозке токсичных ОБ.

#### Литература

1. Об охране окружающей среды: Федеральный закон № 7 – ФЗ от 10.01.2002 г. (с изм. от 25.06.2012 г. № 93-ФЗ).
2. Об отходах производства и потребления: Федеральный закон № 89 от 24.06.1998 г. (с изм. от 28.07.2012 г. № 128-ФЗ).
3. СТП 05780913.17.21-2007. Порядок обращения с отходами: утв. 05.02.2007 г. № 74 (с изм. от 25.12.2009 г. № 2).

4. СанПиН 2.1.7.1322-02. Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления: утв. 30.04.2003 г.
5. Бухгалтер Э.Б., Голубева И.А., Лыков О.П. Экология нефтегазового комплекса. Учебное пособие. – М.: ГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ им. И.М. Губкина, 2003. – С. 415.
6. Пат. 2392256. Способ ликвидации земляного амбара-накопителя отходов бурения / Ю.Г. Безродный, Б.И. Бочкарев, В.Н. Ботвинкин, В.П. Чилченко, В.В. Новикова: заявитель Дочернее ОАО «Волгоград НИПИ нефть».- 2662918: заяв. 14.07.1999: опубл. 10.02.2001.
7. Пат. 2392256. Способ обезвреживания отходов бурения нефтяных и газовых скважин / А.В. Бородай, А.Ш. Загидуллин. - 2008147085/12: заяв. 01.12.2008: опубл. 20.02.2010.
8. Пат. 2047728. Установка для обработки отходов бурения / А.С.Кульнев, В.Ю. Шеметов, Г.В. Зазеркин, С.К. Михалев. - 5035325/03 : заяв. 01.04.1992: опубл. 10.11.1995.
9. Пат. 2450865. Установка мобильная по переработке и обезвреживанию буровых шламов / А.Б. Курченко: заявл. 03.06. 2010: опубл.20.06.2012.
- 10 ТУ 5711-03-48075906-2009. Отверждающий состав «АОРСИТ-Ин»: введен 19.02.2009.
11. Пат. 2387689. Состав для инертизации отходов бурения / Д.В. Пономаренко, С.Н. Перевалов, В.Г. Ященко. – 2009100225: заяв. 11.01.2009: опубл. 27.04.2010.
12. ТУ 5711-003-48075906-2009. Отвержденная смесь (буровой шлам и отработанный буровой раствор): введен 19.02.2009.
13. ГОСТ 12536-79 (с изм. от 18.05.2011 г.). Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.
14. ГОСТ 5180-84. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик:
15. СанПиН 2.1.7.722-98. Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов: утв. 11.11.1998 г. № 30.
16. ГОСТ 23558-94. Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЙ И ЭКОНОМИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ОТХОДОВ БУРЕНИЯ**

**Малиновская Любовь Васильевна, канд. биол. наук, инженер по охране окружающей среды**

**Перевалов Сергей Николаевич, канд. с/х наук, проектный менеджер**

ЗАО «Октопус»

414014, Россия, г. Астрахань, проспект Губернатора Анатолия Гужвина, д. 10.

Тел./факс: 8 (512) 48-44-44.

E-mail: [office\\_astra@octopusgaz.ru](mailto:office_astra@octopusgaz.ru)

**Аннотация.** В статье дается краткое описание разработанного специалистами ЗАО «Октопус» способа обезвреживания высокоминерализованных отходов бурения. Приводится сравнительный анализ химического состава исходных отходов бурения, отобранных на одной из скважин Астраханского ГКМ и продукта их переработки. Дана оценка эффективности разработанной технологии очистки отходов бурения от солей тяжелых металлов, нефтепродуктов, АПАВ и других загрязнителей, а также показаны ее преимущества по отношению к аналогам.

**Ключевые слова:** Технология обезвреживания; отходы бурения, нефтепродукты; тяжелые металлы, продукты переработки, отверждающий состав, соленасыщенные отходы.

### **Environmentally safe and cost-effective way of decontamination of highly mineralized drilling waste**

Malinovskaya L.V., PhD in biology

Perevalov S.N., PhD in agriculture

Engineering Company "Octopus"

414014, Russia, Astrakhan, Avenue Gubernator Gudzin, 10.

Tel./Fax: 8 (512) 48-44-44.

E-mail: [office\\_astra@octopusgaz.ru](mailto:office_astra@octopusgaz.ru)

**Abstract.** The article gives a brief description of method of neutralization of highly mineralized drilling waste, which was developed by specialists of CJSC "Octopus". The article contains the comparative analysis of the chemical composition of the initial drilling waste which were collected at one of the wells of the Astrakhan gas condensate field and its recycling products. There is efficacy of the treatment technology of drilling waste from heavy metals, petroleum products, anionic surfactants and other contaminants, and also shows its advantages in relation to peers.

**Keywords:** Decontamination technology, drilling waste, petroleum products, heavy metals, recycling products, curing composition, salt-waste.