

**ИММ-ТЕХНОЛОГИЯ - НЕ ТОЛЬКО ЭКОЛОГИЧЕСКИ
ЭФФЕКТИВНЫЙ, НО И ЭКОНОМИЧЕСКИ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНЫЙ
МЕТОД УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ БУРЕНИЯ**

Жабриков Станислав Юрьевич

*Главный инженер проекта Научно-технического центра «Технологии
XXI века», Российская Федерация, г. Санкт-Петербург*

E-mail: zhabrikov@nw-tech.ru

**IMM-TECHNOLOGY - NOT ONLY ENVIRONMENTALLY
EFFECTIVE AND ECONOMICALLY ATTRACTIVE METHOD OF
DRILLING WASTE RECYCLING**

Stanislav Zhabrikov

*Chief project engineer of the Scientific-technical center «Technologies of XXI
century», Russian Federation, Saint-Petersburg*

E-mail: zhabrikov@nw-tech.ru

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены основные недостатки применяемых на сегодня технологий утилизации отходов бурения. Дана оценка экономических показателей используемых образцов технологического оборудования в сфере обращения с отходами нефтедобычи. Освещены принципы интеграционной минерально-матричной технологии (ИММ-технологии), ее достоинства и характеристики получаемого конечного продукта – грунта укрепленного техногенного (ГУТ). Представлен финансовый эффект от применения данного метода на примере создания специализированной площадки переработки бурового шлама, оснащенной мобильным комплексом СУПО-1М.

ABSTRACT

The article describes the main disadvantages of the applied technologies of drilling waste disposal. The estimation of economic indicators used samples of process equipment in the field of waste oil. Lit the principles of integration mineral matrix technology (IMM-technology), its advantages and characteristics of the final

product - soil fortified anthropogenic (GUT). The financial effect of this method on the example of creating a specialized site processing of drill cuttings, equipped with mobile complex SUPO-1M.

Ключевые слова: интеграционная минерально-матричная технология, грунт укрепленный техногенный, мобильная установка СУПО-1М, переработка отходов бурения.

Keywords: integration mineral-matrix technology, soil fortified technological, mobile installation SUPO-1M, processing drilling waste.

Процесс добычи углеводородов на сегодняшний день является особым видом промышленной деятельности человека, и не только потому, что нефть и газ является стратегическим продуктом и основой национального благосостояния современной России. Специфика нефтепромысловой отрасли заключается в том, что добыча данного вида ресурсов производится в отдаленных частях страны, на территориях с уникальными природными экосистемами, что, безусловно, накладывает особые обязательства по защите окружающей среды от пагубного воздействия отходов бурения.

Особую опасность для окружающей среды представляет образование жидких и вязкопластичных отходов, сопровождающее процесс производства поисково-разведывательных и эксплуатационных работ при освоении нефтегазовых месторождений, а это, прежде всего, буровые сточные воды (БСВ), буровые шламы (БШ) и отработанные буровые растворы (ОБР). Содержащиеся в них миграционно-активные экотоксиканты (тяжелые металлы радионуклиды, полиароматические и хлорорганические соединения, синтетические поверхностно-активные вещества, растворимые и нерастворимые углеводороды) при попадании в геологическую среду негативно воздействуют на нормальный ход и естественное развитие биосферных процессов.

Ввиду специфики климатической обстановки в регионах добычи углеводородов, а это прежде всего территория Сибири и Крайнего Севера,

природный процесс самоочищения протекает достаточно медленно. Последствия экологических катастроф (аварийные разливы нефти, разрушение обваловки шламового амбаров и т.д.) можно будет фиксировать невооруженным глазом на протяжении десятилетий с момента их происшествия. Все это делает приоритетным направление поиска экологически безопасного и экономически привлекательного метода утилизации отходов бурения. Ведь для того чтобы заставить нефтедобывающие компании использовать безамбарные методы бурения и заниматься 100% утилизацией как вновь образующихся, так и уже накопленных отходов, не достаточно одного только ужесточения законодательства и повышения штрафных санкций. Не менее важным является возможность использования технологий переработки отходов, позволяющих сделать этот процесс наименее затратным для нефтедобывающих компаний с одной стороны, и наиболее рентабельным для компаний занимающихся переработкой отходов бурения с другой. Только перспективная прибыль в условиях товарно-денежных отношений способна сделать рынок переработки отходов бурения прозрачным и привлечь на него потенциальных инвесторов.

Применяемые на сегодняшний день на территории Сибири методы и оборудование утилизации отходов бурения, а это, прежде всего термическая переработка в сушильно-обжиговых барабанах, закачка отходов в пласт, разнообразные как стационарные, так и мобильные установки реализующие химические методы переработки, различные установки механической и гравитационной сепарации и размещение отходов в шламовых амбарах, нельзя назвать экологически эффективными и экономически привлекательными. Это связано, во-первых, с узким спектром их применения, во-вторых, с возможностью эффективной экологической нейтрализации только одной или нескольких составляющих отхода, в третьих, ввиду образования в процессе их реализации дополнительных видов отходов, нуждающихся в дальнейшей утилизации.

Следует особо отметить целый ряд различных рецептур так называемых «буролитовых» смесей. Благодаря легкости реализации (достаточно лишь

наличие экскаватора и простейшего смесительного оборудования) и конечной дешевизны процесса, данные методы получили широкое распространение у недобросовестных организаций, занимающихся переработкой отходов. Главным и основным минусом всех существующих на сегодня видов подобных смесей, является их способность реализовать только способ механической капсулизации (инкапсуляции) экотоксикантов, который не оказывает сколько-либо ощутимого противодействия процессам миграции токсичных веществ в окружающую среду. А используемый в качестве нейтрализующего агента карбамидоформальдегидный пенопласт имеет вполне определенный, и крайне непродолжительный, в зависимости от типа составляющий от 20 до 50 лет, срок службы, по истечении которого, происходит его неуправляемое разрушение со всеми вытекающими из этого экологическими последствиями.

Положительным примером хемосорбционных технологий можно считать метод экобетонирования, заключающийся в смешивании токсичных отходов, после их нейтрализации, с вяжущими веществами, которые обеспечивают отвердевание получаемой смеси. В этом случае экотоксиканты оказываются связанными с твердой фракцией и миграция их в окружающую среду снижается. Основными экономическими недостатками метода, приводящими к высокой себестоимости его использования, являются большой расход вяжущих веществ и значительный расход реагентов, необходимых для первичной нейтрализации отходов. Минусом же, с точки зрения экологического воздействия, является ограниченный срок службы получаемого материала, который по сравнению с продолжительностью течения естественных природный процессов малозначителен.[2].

В свете пристального внимания со стороны общественности и экологического сообщества к проблеме негативного воздействия на окружающую среду оказываемого нефтепромышленной деятельностью, выгодным образом, как с точки зрения экологической эффективности, так и с точки зрения экономической привлекательности выделяется запатентованная в 2001 году интеграционная минерально-матричная технология (ИММ-

технология) обезвреживания отходов бурения [3]. Основным отличием ее как от метода экобетонирования, так и от других химреагентных технологий, является использование химической активности самих токсических веществ в процессе синтеза новообразований в алюмосиликатной матрице, в результате чего, они становятся компонентами новой структуры формирующегося композиционного материала. Для осуществления этих процессов применяются специально трансформированные природные минеральные системы на основе глин или глинистых пород. Алюмосиликаты этих пород, преобразуются в высокодисперсную минерально-матричную систему, характеризующуюся предельным неравновесным состоянием, которая согласно принципу Ле Шателье-Брауна, стремится вернуться в равновесное состояние. В результате этого происходит синтез алюмосиликатных вяжущих комплексов с вовлечением всевозможных (органические и неорганические) химически активных экотоксикантов. При этом комплексы тяжелых металлов, становятся центрами формирования новой равновесной структуры [2,5].

Конечным продуктом переработки является композиционный материал – грунт укрепленный техногенный (ГУТ), соответствующий требованиям ГОСТ 23558-94 «Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства». По экологическим характеристикам получаемый материал контролируется в соответствии с МУ 2.1.674-97 «Санитарно-гигиеническая оценка стройматериалов с добавлением промышленных отходов», по токсичности классифицируется по ГОСТ 12.1.007-76 как «малоопасный, не обладающий общим токсическим действием на организм теплокровных и гидробионтов». ГУТ является строительным материалом и может использоваться при отсыпке дорог, обваловки, рекультивации временных шламовых накопителей и устройства гидроизоляционных конструктивных слоев, расположенных на промышленной площадке буровой установки [4,6].

ИММ-технология была внедрена и используется на ряде опытных и промышленных объектов среди которых скв. №112 Тэдинска; ЗАО

«Севергеолдобыча»; Куст скважин К-1 Тэдинского месторождения ООО «БОВЭЛ»; ОАО «Архангельскгеодобыча»; ОАО «Лукойл-Калининградморнефть»; ОАО «НК Роснефть-Пурнефтегаз», ГУП «Водоканал».

В качестве технологической линии, реализующей ИММ-технологии была разработана мобильная установка СУПО-1М, предназначенная для обезвреживания бурового шлама, отработанного бурового раствора и буровых сточных вод. Установка представляет собой четыре компоновочных узла-блока, имеющих габариты стандартных 20/40 футовых морских контейнеров и доставляемых к месту размещения полностью готовыми к использованию [1].

Установка оборудована контрольно-измерительными приборами и оснащена современными системами автоматизации. Производительность СУПО-1М по отходу составляет 7,5 т/час.

На технологический комплекс был получен сертификат соответствия техническому регламенту о безопасности машин и оборудования (Постановление Правительства РФ от 15.09.2009 №753 с изменениями, утвержденными Постановлением Правительства РФ от 24.03.2011 №205), декларация о соответствии оборудования требованиям следующих технических регламентов Таможенного союза. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека выдано экспертное заключение о соответствии технологического регламента «Переработка отходов бурения (буровой шлам, буровой раствор и буровые сточные воды) в грунт укрепленный техногенный» действующим санитарным нормам и правилам РФ и экспертное заключение о соответствии технических условий «Грунт укрепленный техногенный (ГУТ)», производимый с использованием отходов бурения, действующим санитарным нормам и правилам РФ. Указанные ТУ и ТР были разработаны с учетом реализации ИММ-технологии на установке СУПО-1М.

Экономический эффект, получаемый организациями, специализирующимися на добычи углеводородов от применения эффективной технологии переработки и утилизации отходов бурения в абсолютном

выражении может достигать порядка 100 млн. рублей ежегодно и складывается из трех основных позиций:

- отсутствие необходимости производить плату за размещение отходов;
- снижения стоимости строительства и рекультивации шламовых амбаров;
- снижения издержек на обустройство кустовых площадок и подъездных путей;

Кроме того, переработка бурового шлама позволит создать новые рабочие места сервисным организациям и улучшить имидж компании в сфере социальной ответственности.

Для осуществления работ по переработке отходов бурения на территории Российской Федерации оборудование и технология должна иметь следующий перечень разрешительной документации:

- Лицензия на право деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке и размещению опасных отходов;
- Патент и формула изобретения к патенту;
- Технические условия на получаемый в процессе переработки материал;
- Сертификат соответствия выходного продукта санитарным правилам и нормам;
- Сертификат соответствия оборудования техническим требованиям и нормам Таможенного союза;
- Разрешение управления Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору на использование оборудования;
- Разрешение управления Федеральной службы по надзору в сфере природопользования на право использования полученного продукта и оборудования;
- Заключение лабораторных исследований о классе опасности продукта;
- Результаты исследования токсикологической лаборатории;

- Результаты радиационной безопасности конечного продукта на содержание тяжелых металлов торий-радиевого ряда (Th24 и Ra132);

Стоимость применяемого на сегодняшний день технологического оборудования, реализующего вышеописанные технологии и имеющего полный комплект необходимой разрешительной документации, а так же стоимость переработки единицы отхода на нем приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные экономические характеристики применяемых технологических комплексов

№	Наименование оборудования	Компания-производитель	Стоимость оборудования, млн. руб.	Стоимость переработки, тыс. руб./т.
1	Сушильно-обжиговые барабаны	ООО «РН-Нефтеюганскнефтегаз»	11,5	7,0-7,7
2	Комплекс закачки отходов бурения в пласт	Mi-SWACO	204,1	~10,0
3	Стационарный комплекс по обезвреживанию БШ	ООО «Нефтегазмаш-Технологии», Краснодар	18,0	7,4
4	Мобильная установка по переработки бурового БШ	ООО «Геомодуль», Москва	11,0	5,6
5	Мобильная установка УС-3 по переработки БШ	ООО «Уралэнергопром», г. Уфа	12,0	5,8
6	Мобильная установка «КРОТ» по	ООО «Сан-Эко», г. Уфа	12,0	6,2

	переработки БШ			
7	Мобильная установка переработки отходов бурения СУПО-1М	ООО «НТЦ» Технологии XXI века», г. Санкт-Петербург	11,8	3,5

Экономические показатели применения интеграционного минерально-матричного метода предлагается рассмотреть на примере организации специализированной площадки для производства работ по утилизации бурового шлама с применением технологического комплекса СУПО-1М. Для конкретизации расчетов данного исследования в качестве анализа взята площадка, расположенная в Нижневартовске. При этом рассматривался наихудший из возможных сценариев, а именно неспособность эксплуатирующей организации обеспечить реализацию или применение на возмездной основе получаемого конечного продукта.

Финансирование проекта осуществляется оформлением кредитной линии на условиях возвратности и доходности денежных средств, т.е. предполагается получение денег с последующим возвратом и выплатой процентов по кредиту. Кредитным обеспечением могут выступать текущие активы, а в некоторых случаях, планируемые к закупке активы производства по утилизации шлама. Кредитование планируется осуществить под 13,31% годовых (согласно средневзвешенным процентным ставкам по кредитам, предоставленным кредитными организациями нефинансовым организациям в рублях по) на срок 13 месяцев. Получение кредита общей суммой 14,07 млн. рублей осуществляется в два этапа:

- 1.11.2015 - 6,42 млн. рублей – предоплата при заключении договора приобретения установки СУПО-1М.
- 27.01.2016 - 7,65 млн. рублей – окончательная оплата оборудования и прочих расходов.

Для данного проекта ставка дисконтирования определялась по модели CAPM, наиболее адекватной для проектов, не использующих эмиссию ценных бумаг, и была определена на уровне 10%.

Основные характеристики рассматриваемого объекта при финансировании затратной части в виде инвестиций:

- Сроки реализации проекта по закупке и установке оборудования – 8 месяцев;
- Расчетная дата начала проекта – 1 ноября 2015 года;
- Плановый запуск производства 1 апреля 2016 года;
- Проект рассчитан на 14 месяцев;
- Объем привлекаемых инвестиций – 14 070 тыс. руб.;
- Период окупаемости (PB) – 8 месяцев;
- Чистый приведенный доход (NPV) – 12 081,4 тыс. руб.;
- Индекс прибыльности (PI) – 1,75;
- Средняя норма рентабельности (ARR) – 155,6 %.

Ниже приведены основные экономические показатели рассматриваемого проекта.

Период окупаемости, PB (Payback period) - это время, требуемое для покрытия начальных инвестиций за счет чистого денежного потока, генерируемого инвестиционным проектом. В данном случае период окупаемости меньше срока проекта (7 месяцев) и составляет 8 месяцев.

Дисконтированный период окупаемости, DPB (Discounted payback period) рассчитывается аналогично PB, однако, в этом случае чистый денежный поток дисконтируется. Дисконтированный период окупаемости составляет 8 месяцев.

Чистый приведенный доход, NPV (Net present value) представляет абсолютную величину дохода от реализации проекта с учетом ожидаемого изменения стоимости денег. NPV проекта положительный, и равен – 12 081,38 тыс. рублей.

Индекс прибыльности, PI (Profitability index) демонстрирует относительную величину доходности проекта. Он определяет сумму прибыли на единицу инвестированных средств. Индекс PI проекта больше единицы: 1,75.

Средняя норма рентабельности, ARR (Average rate of return) представляет доходность проекта как отношение между среднегодовыми поступлениями от его реализациями и величиной начальных инвестиций с PI проекта больше единицы: 1,75. Показатель ARR интерпретируется как средний годовой доход, который можно получить от реализации проекта. В нашем случае данный показатель равен 155,6%.

Внутренняя норма рентабельности, IRR (Internal rate of return) рентабельности проекта характеризуется значением 284,5%.

Таким образом, рассмотренная мобильная установка по переработки отходов бурения СУПО-1М, реализующая ИММ-технологию, отличается от применяемых на сегодня высокой экономической эффективностью, экологической безопасностью и возможностью получения в процессе утилизации товарной продукции, пригодной к дальнейшему применению. При ее использовании достигаются непродолжительный период окупаемости – 8 месяцев и высокая норма рентабельности – 155,6%. Себестоимость переработки буровых отходов с применением данного оборудования составляет порядка 3200 руб./т. Это обеспечивает ее конкурентоспособность, инвестиционную привлекательность проектов с применением данного комплекса оборудования и создает экономически обоснованные перспективы его широкого применения для решения задач переработки вновь образующихся и уже накопленных на территории страны отходов нефтедобычи.

Список литературы:

1. Кнатько М.В., В.М.Кнатько, И.И.Подлипский, В.Ю.Камышев. Утилизация нефтяных и нефтехимических отходов в производстве продукции путем

оптимального сочетания различных видов отходов.// Нефть.Газ.Новации. №10/2013г.

2. Кнатько В.М., Кнатько М.В., Щербакова Е.В., Гончаров А.В., Гончарова Н.В. Патент № 2184095 (Российская Федерация). Смесь для обезвреживания и литификации бытовых и промышленных отходов, донных осадков, шламов и нефтезагрязненных грунтов.// 2001.

3. Кнатько В.М., Кнатько М.В., Щербакова Е.В. Масленникова И.С. Патент № 2162068 (Российская Федерация). Смесь для обезвреживания и литификации бытовых и промышленных отходов, а также донных осадков.// 2001.

4. Кнатько В.М., Кнатько М.В., Щербакова Е.В., Гончаров А.В. Патент № 2199569 (Российская Федерация). Смесь для обезвреживания и литификации буровых шламов и нефтезагрязненных грунтов.// 2003.

5. Кнатько В.М., Кнатько М.В., Щербакова Е.В., Гончаров А.В. Патент № 2198142 (Российская Федерация). Способ обезвреживания бурового шлама, содержащегося в отработанном буровом растворе.// 2003.

6. Кнатько В.М., Щербакова Е.В., Кнатько М.В. Патент № 2329201 (Российская Федерация) Способ обезвреживания и утилизации отработанного бурового раствора и буровых сточных вод, загрязненных хлором. // 2008.