

МОБИЛЬНАЯ УСТАНОВКА ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ БУРЕНИЯ СУПО-1М

**М.В. Кнатько, С.Ю. Жабриков,
И.И. Подлипский**

**ООО "НТЦ" Технологии XXI века", г. Санкт-Петербург,
Санкт-Петербургский государственный университет**

Представлено широко применяемое на сегодняшний день технологическое оборудование для утилизации отходов бурения и области его использования. Рассмотрены технологические, технические и экономические характеристики внедряемого оборудования – мобильной установки СУПО-1М, реализующей интеграционную минерально-матричную технологию (ИММ-технология). Установка позволяет осуществлять эксплуатацию в условиях Крайнего Севера, реализовывать принцип "нулевого сброса", а также получать в результате переработки отходов бурения строительный материал – грунт укрепленный техногенным.

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



SUPO-1M Mobile Installation for Processing Drilling Waste

M.V. Knat'ko, S.Yu. Zhabrikov, I.I. Podlipsky

**LLC Scientific-and-Research Center "Technologies of the XXI Century", Saint Petersburg city,
St. Petersburg State University**

Equipment for utilization technology of drilling waste, which is currently widely used, and fields of its using are presented. The manufacturing, technical, and economical characteristics of the introduced equipment-a SUPO-1M mobile installation, which implements the integration mineral-matrix technology (IMM technology), are considered. The installation enables operating in Far-North conditions, implement the principle of the "zero fault", and fabricate a building material-reinforced anthropogenic ground-due to processing drilling waste.

Keywords: integration mineral-matrix technology, reinforced anthropogenic ground, processing drilling waste, SUPO-1M installation

В Российской Федерации, занимающей одну из лидирующих позиций по добыче нефти в мире, проблема утилизации отходов бурения является острой, актуальной и на сегодняшний день нерешенной задачей. На протяжении последних тридцати лет показатели эксплуатационного бурения в стране неуклонно росли [1]. С учетом снижения объема эксплуатационного бурения на 7,2 % за первые два квартала 2014 г. относительно того же периода 2013 г. и сохранения этой тенденции общая протяженность вновь введенных в эксплуатацию скважин за текущий год составит порядка 19 млн п.м [2]. При условии, что на 1 п.м проходки образуется от 0,2 до 0,6 м³ бурового шлама (БШ) [3], то по самым оптимистичным оценкам, компаниям-операторам добычи углеводородов только в этом году необходимо утилизировать около 3,8 млн м³ БШ. При этом со стороны государства наблюдается систем-

ное ужесточение требований к применяемым технологиям и оборудованию для утилизации отходов нефтепромысла.

Одним из способов решения проблемы утилизации отходов бурения является введение обязательного прохождения государственной экологической экспертизы (ГЭЭ) федерального уровня проектов технической документации на новые технику и технологии, использование которых может оказаться негативное воздействие на окружающую среду [4]. По результатам ГЭЭ выдается заключение о соответствии/несоответствии технологий или оборудования действующим нормативным документам РФ в области природопользования и экологии. Заключение ГЭЭ является ключевым при рассмотрении вопросов безопасности использования каждой конкретной установки либо технологии.

По данным Федеральной службы по надзору в сфере при-

родопользования РФ, в период 2011 — 2013 гг. было выдано 19 положительных заключений, в том числе территориальными органами, по проектам технической документации на переработку промышленных отходов, из которых непосредственно технологическим оборудованием (установки, комплексы и.т.), осуществляющим утилизацию отходов бурения, являются следующие: установка утилизации отходов "Форсаж-2М" (ООО "ЭКОсервис-НЕФТЕГАЗ", РФ); установка для утилизации замазученных грунтов "УЗГ-1М.1,2/4.7.12" (ООО "Экотера", РФ); установка для термического уничтожения (обезвреживания) отходов инженераторы ИН-50 (ЗАО "Турмалин", РФ); технологический комплекс Tarmac (типы Р-CFD-4.5, S-CFD-4.5, Р-CFD-6.0, S-CFD-7.0) (Tarmac International, Inc., США); установка (комплекс) КТО-50 для термического обезвреживания отходов (ЗАО

"Безопасные технологии", РФ); инженератор "Мюллер С.Р.50.L.CH" (ATI INCINERATEURS, Франция); установка термической деструкции нефтесодержащих отходов серии УТД-2 (ООО "Айпек", Украина); технологический комплекс по закачке отходов в пласт ("M-I SWACO", США).

Все образцы технологического оборудования, кроме последнего, реализуют термический метод утилизации. С помощью оборудования "M-I SWACO" осуществляют утилизацию отходов нагнетанием их в приемный пласт-коллектор.

Термический способ утилизации предусматривает высокотемпературную обработку отходов, в результате чего происходит сгущение углеводородной составляющей и стеклование минеральной матрицы. Так как температура обработки составляет 1000 – 4000 °С, очевидно, что необходимо затратить большое количество энергии (ресурсов), что, в свою очередь, сводит к минимуму экономическую эффективность данного метода. Кроме того, в результате процесса горения образуется значительное количество вторичных отходов: газообразных продуктов и твердого остатка в виде золы уноса, которые могут иметь более высокий класс опасности, чем исходный отход, и нуждаются в дальнейшей утилизации на специализированных полигонах. Если принять во внимание тот факт, что печи сжигания отходов должны оснащаться системами приема и подготовки БШ, дозирования и подачи его в печь, системами обслуживания печей, системами очистки выбросов продуктов горения, системами утилизации золы и т.д., то становится вполне очевидным, что простой данной технологии назвать трудно.

Захоронение в глубоко залегающих пластах-коллекторах является одним из самых экономичных, но экологически опасных методов утилизации отходов. Его применение возможно только при условии наличия геологической возможности для закачивания, а именно наличия принимающего коллектора, водоупорных пластов над и под принимающим пластом, а также гарантии того, что в процессе за-

качки не образуются трещины или разрывы пластов, обеспечивающих предотвращение загрязнения грунтовых вод. Так как буровые отходы в результате длительного хранения в амбара претерпевают ряд физико-механических изменений, то без предварительной подготовки они не могут быть утилизированы подобным способом. Следовательно, для реализации данного метода требуется дооснащение технологических комплексов дополнительными системами, обеспечивающими подготовку БШ до состояния, пригодного к закачке. Кроме того, применение этого метода сопряжено со значительными затратами по обустройству скважин и логистическими издержками по доставке отходов к скважине.

Стоит отметить, что 4 из 8-ми указанных технологических комплексов производятся и поставляются иностранными компаниями, что в условиях нестабильности политической обстановки и вполне реальной угрозы введения каких-либо ограничений на импорт в РФ может привести не только к невозможности их поставки, но и значительно затруднить процесс технического обслуживания оборудования и приобретения запасных частей. Наиболее перспективным способом утилизации отходов бурения, на наш взгляд, является реагентный (химический) метод, так как именно он наиболее полно отвечает требованиям экологическойнейтрализации отходов, исключая возможность последующего негативного их воздействия на геологическую среду и биосферу, сводя к минимуму миграционную способность экотоксикантов.

Специалистами компании ООО "НТЦ "Технологии XXI века" разработан способ обезвреживания различных видов промышленных отходов (жидких, вязкопластичных и твердых), получивший название интеграционной минерально-матричной технологии (ИММ-технологии) (Пат. 2162068 РФ, Пат. 2199569 РФ, Пат. 2198142 РФ). Эта технология отличается тем, что при ее реализации используется химическая активность токсичных веществ, которые участвуют в процессах синтеза новообразований и становятся компонентами новой

структурой формирующегося композиционного материала. В состав этого материала вовлекаются всевозможные (органические и неорганические) химически активные поллютанты, становясь центрами формирования (кристаллизации) новой равновесной структуры (Пат. 2184095 РФ). Для осуществления этих процессов применяются специально трансформированные природные минеральные системы на основе глин или глинистых грунтов.

Физико-химическая сущность преобразования отходов в экологически безопасный композиционный материал состоит в искусственном воспроизведстве природных процессов минералообразования. В отличие от традиционного экобетонирования, в описанном методе иммобилизация экотоксикантов проходит в результате протекания химических реакций, которые встраивают экотоксиканты в структуру вносимых алюмосиликатов и создаваемого на их основе композитного материала.

В качестве вносимых в отход веществ при реализации данного метода выступают цемент, песок, суглиник и модифицирующая комплексообразующая добавка (МКД), представляющая собой микрочастицы алюмосиликатных минералов, модифицированных ионами щелочно-земельных металлов. В ходе жидкофазных процессов взаимодействия химически активных компонентов отходов с МКД образуется композиционный материал — грунт укрепленный техногенным

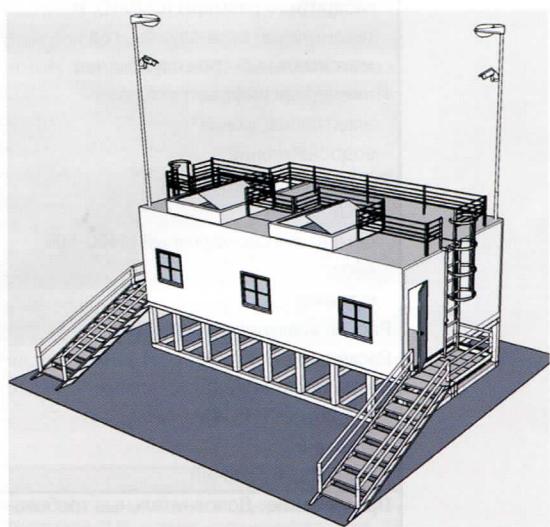


Рис. 1. Общий вид установки СУПО-1М

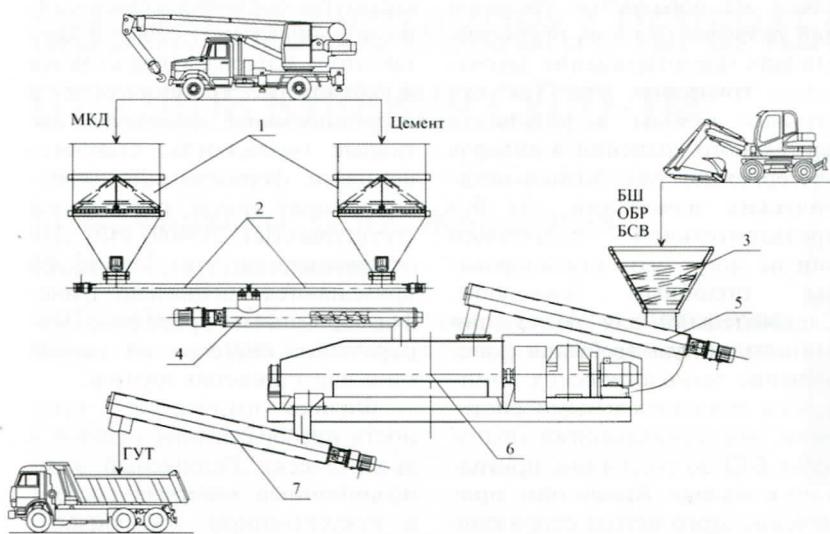


Рис. 2. Схема технологического процесса утилизации отходов бурения на установке СУПО-1М:

1 — расходный бункер сухих компонентов; 2 — шнековый питатель дозировочный; 3 — воронка загрузочная; 4 — шнековый питатель суммирующий; 5, 7 — шнековый питатель; 6 — смесительная установка

(ГУТ), который в свежеприготовленном состоянии представляет собой гомогенную вязко-пластичную медленно твердеющую смесь с влагосодержанием в пределах 40 — 70 %.

Получаемый продукт является строительным материалом и в зависимости от проектных характеристик соответствует ГОСТ 23558-94, СНиП 2.05.02-85, СНиП 3.06.03-85, СНиП 3.02.01-87 [5]. Его санитарно-гигиени-

ческие характеристики соответствуют МУ 2.1.674-97 "Санитарно-гигиеническая оценка стройматериалов с добавлением промышленных отходов".

Грунт предназначен для устройства оснований, нижних слоев покрытий автомобильных дорог и аэродромов. Он может использоваться как грунт обратной засыпки при планировочных работах, сооружении откосов и земляных валов, вне зон заст-

ройки территории зданиями с постоянной проживающим населением, дошкольных и образовательных учреждений. С учетом конкретных условий эксплуатации сооружений и на основании испытаний он может быть использован для устройства гидроизоляционных конструктивных слоев, а также механических геохимических барьеров, например, при рекультивации шламохранилищ, оборудовании и рекультивации полигонов для хранения отходов и т.п.

В настоящее время ИММ-технология внедрена на ряде опытных и промышленных объектов на территории РФ, таких как: Скв. №112 г. Тэдинска; ЗАО "Северголдобыча"; Куст скважин К-1 Тэдинского месторождения ООО "БОВЭЛ"; ОАО "Архангельскгеодобыча"; ОАО "Лукойл-Калининградморнефть"; ОАО "НК Роснефть-Пурнефтегаз"; ГУП "Водоканал", ДОМНГ ОАО "Юганскнефтегаз", ООО "ЛукойлКалининградморнефть", КТПБ ООО "Лукойл-Нижневолжскнефть", ООО "ГАЗФЛОТ" и ряде других.

За длительный период апробации и промышленной эксплуатации технологического оборудования, позволяющего реализовать ИММ-технологию, было выявлено огромное количество как существенных, так и эргономических недостатков. Результатом проведенной "работы над ошибками" и учета пожеланий эксплуатирующих организаций стала мобильная установка СУПО-1М, предназначенная для обезвреживания БШ, отработанного бурового раствора (ОБР) и буровых сточных вод (БСВ). При этом утилизация отходов может проводиться как совместно (все три вида отхода), так и по отдельности (один какой-либо отход) или комбинированно (два каких-либо отхода).

Установка СУПО-1М является блочно-модульной, состоит из четырех компоновочных узлов-блоков, имеющих габариты стандартных 20/40 футовых морских контейнеров. Подобное конструктивное решение позволяет минимизировать логистические издержки, сократить время на проведение монтажных и пуско-наладочных работ, оптимизировать процесс передисло-

Основные характеристики установки СУПО-1М

| Показатель | СУПО-1М |
|---|--|
| Оборудование: | |
| производительность по отходу, т/ч | 7,5 |
| максимальная производительность по ГУТ, т/ч | 9,8 |
| климатическое исполнение | УХЛ 1 |
| габаритные размеры (L×B×H), м | 11×8,2×5,2 |
| гарантийный срок службы, год | 1 |
| максимальный срок службы, лет | 10 |
| Инженерная инфраструктура: | |
| электроснабжение* | 3 класс |
| водоснабжение | техническое |
| Расход компонентов, т/ч: | |
| МКД | 1,5 |
| цемент высокомарочный М400-500 | 1,0 т/ч |
| песок | до 4 т/ч |
| суглинок | до 0,5 |
| Расход электроэнергии, кВт·ч | 35 |
| Расход воды, м ³ /сут | 1,5 |
| Штат обслуживающего персонала, чел.: | |
| оператор СУПО-1М | 2 |
| электрик | 1 |
| подсобный рабочий | 1 |
| Примечание. | Дополнительные требования: открытая площадка, амбар для усреднения отхода. |
| *50Гц; 380В. | |

кации установки на новый участок эксплуатации. Блоки установки доставляются к месту размещения полностью готовыми к использованию, со смонтированным в них технологическим оборудованием (рис. 1).

В зависимости от характера и условий решаемых задач установка может быть изготовлена в различных климатических исполнениях, а в случае необходимости доукомплектована специальным (вспомогательным) оборудованием.

Установка оборудована контрольно-измерительными приборами и оснащена современными системами автоматизации, в том числе предусмотрен режим дистанционного контроля параметров и управление работой установки посредством выносного (за пределы 5-ти метровой зоны) пульта управления. Основные характеристики установки приведены в таблице.

Технологический процесс утилизации отходов бурения на установке СУПО-1М включает следующие операции (рис. 2):

- доставка БШ, ОБР и БСВ к установке СУПО-1М и складирование их в один амбар для смешивания и усреднения;
- подача бурового суммарного отхода экскаватором в загрузочную воронку, откуда с помощью питателя шнекового он дозированно подается в смеситель;
- загрузка сухих компонентов при помощи автокрана в соответствующие расходные бункера;
- подача с помощью шнеков-дозаторов каждого из двух компонентов дозированно в суммирующий шnek, где происходит их предварительное перемешивание в процессе транспортировки в смеситель;
- перемешивание после загрузки суммарного отхода и сухих компонентов в заданных пропорциях в смесителе до полной гомогинезации состава в течении 15 – 20 мин;
- выгрузка готового продукта (ГУТ) при помощи шнекового питателя.

Площадка для переработки отходов бурения с применением установки СУПО-1М занимает площадь порядка 900 – 1000 м² и представляет собой огороженную территорию с уплотненной

гравийно-песчаной засыпкой (рис. 3). Места размещения оборудования, бытовых помещений и хранения расходных материалов устилаются железобетонными дорожными плитами типа ПАГ-14. Движение по участку осуществляется по сквозной схеме, что дает возможность одновременной реализации нескольких технологических операций, например разгрузку расходных материалов и выгрузку доставленного бурового отхода.

Экономические показатели эксплуатации данной площадки были получены при моделировании ее работы в г. Нижневартовске. Основные экономические характеристики объекта следующие: сроки реализации проекта по закупке и установке оборудования – 8 месяцев; расчетная дата начала проекта – 1 ноября 2015 г.; плановый запуск производства – 1 апреля 2016 г.; проект рассчитан на 14 месяцев; объем привлекаемых инвестиций – 14 070 тыс. руб.; период окупаемости – 8 месяцев; чистый приведенный доход – 12 081,4 тыс. руб.; индекс прибыльности – 1,75; средняя норма рентабельности – 155,6 %.

Установка для утилизации отходов бурения и реализуемая на ней ИММ-технология переработки отходов выгодно отличается от применяемого на сегодняшний день технологического оборудования, реализующего, в большей части, принципы термической утилизации, так как не образует вторичных отходов

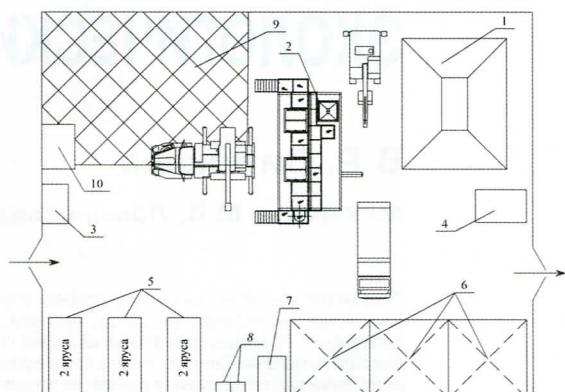


Рис. 3. Площадка по переработке отходов бурения с применением установки СУПО-1М:
1 – амбар для усреднения отходов; 2 – установка СУПО-1М; 3 – пост охраны; 4 – контейнер отходов производства; 5 – бытовые помещения; 6 – площадка временного размещения (цемента, МКД, песка); 7 – контейнер ТБО; 8 – туалетная кабина; 9 – площадка для стоянки автотехники; 10 – дизельная электростанция

(например, зол уноса) и перерабатывает отходы в полезный продукт, т.е реализует принцип "нулевого сброса". Ее использование возможно как непосредственно на буровых площадках с обеспечением условий безамбарного способа бурения, так и при рекультивации шламовых амбаров, а также на территориях с ограниченной транспортной доступностью. Получаемый в процессе эксплуатации установки строительный материал экологически безопасен и обладает конкретными физико-механическими характеристиками, что способствует повышению экономической эффективности от использования данного оборудования.

Литература

1. Сотникова А. Объемы нефтяного бурения в России упали впервые с кризисного 2009 года. Информационное агентство "РосБизнесКонсалтинг". [Электронный ресурс] URL: <http://top.rbc.ru/economics/01/09/2014/946136.shtml> (дата обращения 26.11.2014г.).
2. Вертикали и горизонты. Издательская группа Индустрия "Правила сервиса" [Электронный ресурс] URL: <http://www.indpg.ru/nefteservis/2014/02/77632.html> (дата обращения 26.11.2014г.)
3. Барахнина В.Б., Киреев И.Р., Свинарев В.В. Основы технологии очистки отходов нефтегазового комплекса и оценка ущерба окружающей среды: Учеб. пособие. Уфа: РИО РУНМЦ МО РБ, 2009. 242 с.
4. Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. [Электронный ресурс]: офиц. сайт. Москва, 2002. URL: <http://grn.gov.ru/>.
5. Жабриков С.Ю., Кнатко М.В., Подлипский И.И. ИММ-технология как эффективный драйвер развития рынка переработки отходов нефтедобычи // Нефть. Газ. Новации. 2014. № 8.

Кнатко М.В. – канд. физ.-мат. наук, ген. директор, ООО "НТЦ" Технологии XXI века", 196105, Россия, г. Санкт-Петербург, Витебский пр., 11, корпус 7, e-mail: knatko@nw-tech.ru • Жабриков С.Ю. – гл. инженер проекта, e-mail: zhabrikov@nw-tech.ru • Подлипский И.И. – канд. геол.-минерал. наук, ст. преподаватель, Санкт-Петербургский государственный университет, 199034, Россия, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д.7-9, e-mail: primass@inbox.ru