



УДК 622.24

**Опыт проектирования полигонов
по подготовке отходов бурения к утилизации или захоронению**

В.И. Матыцын, А.П. Филиппов, М.В. Петросьян, Ю.Н. Штахов
(ООО «НПП «РосТЭКтехнологии»)

При бурении скважин на суше для временного хранения отходов бурения разрешено использовать шламовые амбары при условии их последующей рекультивации. Однако в большинстве случаев шламовые амбары оказываются брошенными, проходя естественную биологическую рекультивацию в течение длительного времени являются источником повышенной опасности для объектов окружающей среды.

Аналогичная ситуация существует при бурении на шельфе. Все отходы бурения вывозят в шламохранилища, оборудованные на берегу для временного хранения и дальнейшей переработки с целью утилизации или захоронения. Практически все эти отходы хранятся в шламохранилищах на полигонах долгие годы без переработки.

Исключением является НК «ЛУКОЙЛ», которая при бурении на шельфе Каспийского моря впервые в практике применила принцип «нулевого сброса», который предусматривал сбор и вывоз всех отходов с буровой платформы «Астра» на береговой полигон для переработки. Береговой полигон был построен и оборудован техническими средствами в ЗАО «ЮГ ТАНКЕР» в настоящее время ООО «ЭКО + », его проектирование, поставка технических средств, шеф монтаж и инженерное сопровождение осуществлялись специалистами ОАО «НПО «Бурение».

В связи с тем, что переработка отходов бурения рентабельна (за счет взимания платы за переработку), компания, вложившая финансовые средства в проектирование, строительство и оборудование специализированного полигона техническими средствами в достаточно короткий срок их вернула и стала работать с прибылью.

В настоящее время НК «ЛУКОЙЛ» имеет собственный подобный стационарный береговой полигон.

Реализация такого подхода для подготовки отходов бурения к утилизации или захоронению позволяет применить его и при бурении эксплуатационных скважин на суше.

Нами было выполнено ТЭО на строительство стационарных полигонов. Его анализ показал, что строительство полигонов целесообразно (рентабельно) при освоении месторождения, на котором бурят не менее десяти скважин при средних расстояниях от полигона до скважин порядка 100км. При этом исключается необходимость строительства шламовых амбаров на каждой буровой, обустройство буровых техническими средствами для переработки отходов



бурения, исключаются платы за хранение отходов, выполняется требование² своевременной рекультивации отведённого земельного участка под буровую.

Анализ исходных данных для проектирования стационарных полигонов ООО «АСТРАХАНЬГАЗПРОМ», НК «ПРИАЗОВНЕФТЬ», филиал АО «КазНИПИмунайгаз» и др. позволил установить следующие общие требования к проектированию и строительству стационарных полигонов:

- предусмотреть отдельный сбор и складирование отходов бурения по их видам (буровые сточные воды - БСВ, буровой шлам - БШ, отработанный буровой раствор - ОБР);

- осуществлять расчёт объёмов отдельных амбаров с учётом производительности технических средств и временного накопления буровых отходов при чрезвычайных ситуациях, связанных с ремонтом оборудования, простоя из-за задержки поставки химических реагентов и материалов, используемых на полигоне;

- обосновать выбор требуемых технических средств по обеспечению подготовки отходов бурения к утилизации или захоронению в соответствии с существующими нормативами;

- разработать проектно-сметную документацию на строительство полигона и обустройство техническими средствами каждого амбара по видам отходов и технологии их переработки;

- провести строительные работы в соответствии с проектной документацией;

- произвести привязку оборудования к амбарам для переработки каждого вида отхода бурения, отладку технологического процесса и вывод технических средств на требуемые технологические режимы.

Предложенная ранее авторами идеология, проектирования и обустройства стационарного полигона для переработки отходов бурения была реализована при бурении скважин на лицензионном участке Хаузак-Шады, в лице ООО «ЛУКОЙЛ «Узбекистан Оперейтинг Компани».

Бурение вертикальных и наклонно-направленных с горизонтальным окончанием и пилотным стволом эксплуатационных скважин на участке Хаузак-Шады Денгизкульского месторождения осуществляют с применением буровых растворов на водной и неводной основах. Для обоснования комплекса технологий, необходимых для переработки отходов бурения, и выбора требуемых технических средств был проведен физико-химический анализ образцов отходов бурения. Результаты исследований представлены в таблице 1.



**Общество с ограниченной ответственностью
"Научно-производственное предприятие "РостЭКтехнологии"
(ООО "НПП "РостЭКтехнологии")**

Таблица 1 Усредненные значения физико-химических показателей отходов³ бурения

Показатели	Значения показателей для отходов при бурении раствором				
	на водной основе			на углеводородной основе	
	ОБР	БСВ	БШ	БСВ	БШ
Плотность, г/см ³	1,21-1,29	1,0-1,01	1,6-2,0	1,0-1,01	1,4-1,65
Фазовый состав, % масс., в т.ч.:					
твердой фазы	32,0-42,0	-	63,0-75,0	-	58,0-64,0
водной	52,0-63,0	-	23,0-35,0	-	24,5-27,5
органической (по ксилолу)	0,8-12,0	-	2,0-5,0	-	9,5-17,5
Содержание нефтепродуктов мг/дм ³	1400-26000	12-400	1800-20000	1800-2400	100000-113000
Содержание взвешенных веществ, г/дм ³	-	1300-2500	-	4000-6600	-
*Суммарное содержание водорастворимых органических и минеральных веществ (сухой остаток), мг/дм ³	14000-199000	680-1800	1700-16000	550-750	2400-3200
*рН	8,3-10,5	7,5-8,5	7,5-9,8	7,5-8,5	8,0-9,0
*Общая щелочность, ммоль/дм ³ экв.	5,0-34,0	4,0-5,5	1,2-1,7	3,8-5,5	1,0-1,8
*Общая жесткость, ммоль/дм ³ экв.	31,5-73,0	1,0-6,0	11,0-22,0	8,5-9,75	18,0-23,0
*Содержание хлоридов, мг/дм ³	1200-65000	80-350	80-4000	130-180	900-1300
*Содержание сульфатов, мг/дм ³	4000-6000	90-210	500-1500	40-120	60-100
*Показатели определены для фильтрата ОБР и пятикратной водой вытяжки из БШ					

Анализ данных таблицы 1 позволяет оценить уровень опасности отходов для объектов окружающей среды и осуществить выбор химических реагентов и материалов для их переработки.

В таблицах 2 и 3 представлены данные по обоснованию необходимых концентраций химических реагентов и материалов для очистки и обезвреживания отходов, образующихся при бурении скважин на растворах на водной основе.

Таблица 2 Выбор доз коагулянта и флокулянта для очистки буровых сточных вод (буровой раствор на водной основе)

Наименование	Доза коагулянта по активному веществу, мг/дм ³	Доза флокулянта по активному веществу, мг/дм ³	Показатели			
			рН	НП	СО	ВВ
Буровая сточная вода скв. Северный Уртабулак	3000,0	60,0	3,4	10,4	7876,0	21,8
Вода из артезианской скважины Денгизкульского месторождения для приготовления буровых растворов	-	-	7,6	нет	7000	Нет
Буровая сточная вода Денгизкульского месторождения	-	-	7,5-8,5	12-400	680-1800	1300-2500
Очищенная буровая сточная вода при различных дозах коагулянта и флокулянта	1400	60	6,5	6,4	2544	23,4
	2100	40	6,0	0,6	741	7,6
	3000	55	5,8	нет	944	6,0



Таблица 3 Подбор модифицированного отверждающего состава (МОС) для перевода бурового шлама в техногенный грунт (буровой раствор на водной основе)

Отверждающий состав	Кол-во отвержд. состава, % мас.	Время твердения $\tau_{тв.}$, сут.	Прочность на сжатие $\delta_{сж.}$, МПа	Время выдержки в воде $\tau_{н2о.}$, сут.	Прочность после выдержки в воде $\delta_{сж.}$, МПа	Показатели водной вытяжки из отвержденного шлама						
						pH	Сухой остаток CO, мг/дм ³	Нефтепродукты НП, мг/дм ³	Жесткость Ж, мг-эquiv/дм ³	Щелочность Щ, мг-эquiv/дм ³	Хлориды Cl, мг/дм ³	Сульфаты SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
МОС	20	3	-	4	1,44	12,75	1176	0	1,25	6,75	78,96	267,5
		7	3,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
МОС	25	3	-	4	2,01	12,9	1336	0	1,75	5,75	52,64	300,0
		7	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
МОС	25	3	-	4	0,4	12,88	9844	0	2,25	2,25	2719,9	500,0
		7	1,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
МОС	30	3	-	4	1,39	12,9	9532	0	1,25	5,25	1474,0	3650
		7	2,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Переработка отходов бурения, образующихся при бурении вертикальных стволов растворами на водной основе, осуществляется техническими средствами, указанными в спецификации условной технологической схемы полигона (рис. 1).

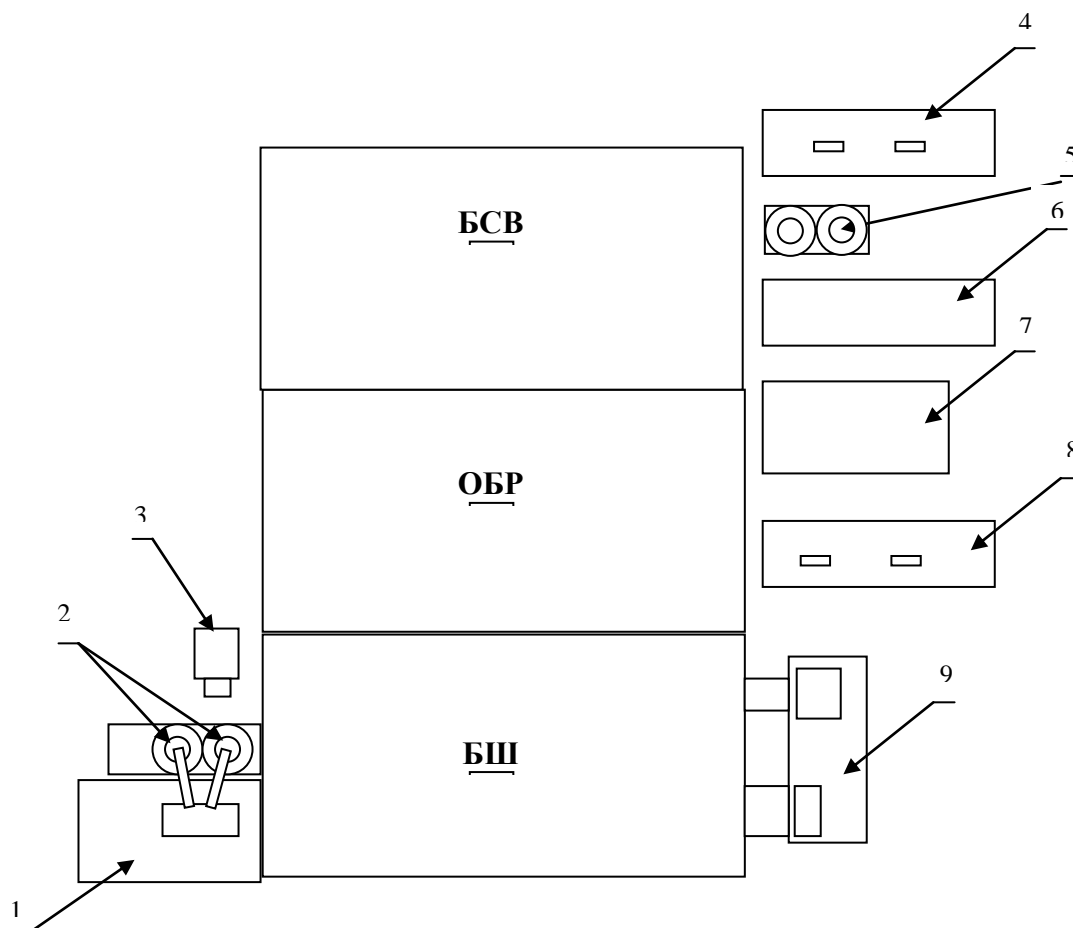




Рис.1 Условная технологическая схема размещения оборудования на полигоне ⁵

1 – блок переработки бурового шлама; 2 – емкости с дозаторами для хранения и дозирования МОС; 3 – компрессорная установка для затаривания емкостей МОС; 4 – блок очистки буровой сточной воды; 5 – блок очистки нефтезагрязненной буровой сточной воды; 6 – промежуточная емкость; 7 – блок кондиционирования отработанного бурового раствора; 8 – емкость для кондиционного бурового раствора; 9 – блок БКФ с центрифугой для переработки ОБР.

На схеме представлено оборудование без монтажной обвязки и блоков управления.

Для перевода бурового шлама в техногенный грунт требуется смешение его с отверждающим составом при весовых соотношениях БШ: МОС, представленных в таблице 3, (оборудование - позиция 1). При этом техногенный грунт при соблюдении технологических режимов процесса отверждения должен соответствовать нормативным показателям таблицы 4 и ГОСТ 23558-94. Таким же набором технических средств осуществляют процесс переработки загрязненного углеводородами бурового шлама в техногенный грунт. При этом используется специальный модифицированный отверждающий состав. Результаты исследований (таблица 5) показали, что основным компонентом обезвреживающего состава являются минеральные вяжущие с адсорбционными минеральными и химическими добавками, позволяющими снизить содержание нефтепродуктов в получаемом техногенном грунте до норматива менее 1000мг/кг почвы.

Таблица 4 – Технологические показатели отвержденного шлама в проектном возрасте.

Наименование показателя	Нормативное значение
Предел прочности при сжатии отвержденного шлама МПа, не менее	1,0
Морозостойкость отвержденного шлама, цикл замораживания-оттаивания, не менее	5,0
рН водной вытяжки, не более	12,2
Сухой остаток водной вытяжки, мг/дм ³ , не более	2000
Содержание нефтепродуктов в водной вытяжке, мг/дм ³ .	отсутствуют

Для буровой сточной воды применим реагентный метод очистки с использованием коагулянтов и флокулянтов при концентрациях, указанных в таблице 2 (для этого технологического процесса необходим комплект оборудования - позиция 4). Для очистки БСВ, загрязнённых нефтепродуктами в количестве более 4000 мг/дм³, химический метод не позволяет достигнуть требуемого уровня очистки, для безопасного сброса на почву через искусственно сооружаемую дренажную систему. Для этих целей нами была использована промежуточная ёмкость для сбора БСВ (позиция 6), загрязнённой углеводородами



в составе с фильтрующей установкой УСФА-1.6 (позиция 5), используемой при^б очистке льяльных вод и прошедшей аттестацию по МАРПОЛ. Исходное содержание углеводородов в воде, подаваемой в установку, не должно превышать 5000 мг/дм³. На выходе вода будет содержать нефтепродукты в количестве, не более 5 мг/дм³, что соответствует экологическим требованиям.

Отработанный буровой раствор на водной основе подлежит вывозу на стационарный полигон для очистки и дообработки (оборудование - позиции 7 и 8) с целью повторного использования для бурения последующих скважин. Избыток отработанного бурового раствора перерабатывают на жидкую и твердую фазы блоком БКФ с центрифугой (позиция 9) для подготовки их к утилизации на блоке очистки буровых сточных вод (позиция 4) и блоке отверждения бурового шлама (позиция 1).

Растворы на углеводородной основе кондиционируют с помощью специальных технических средств на буровой и подлежат вторичному использованию.

Таблица 5 Результаты обезвреживания БШ, загрязненного буровым раствором на углеводородной основе

Отверждающий состав	Кол-во отвержд. состава % масс.	Время твердения, сут.	Прочность на сжатие МПа	Время выдержки в воде, сут.	* Прочность после выдержки в воде, МПа	Содержание НП в водной вытяжке мг/дм ³
1	2	3	4	5	6	7
МОС-1	50	4	Рассыпчатая масса, образцы мягкие	7	-	118,0
МОС-3	30	4		7	0,37/0,48	13,94
МОС-3	100	4	0,89	7	2,75/3,58	3,52
МОС-4	50	4	1,05	7	1,07/1,42	5,22
МОС-4	70	4	1,87	7	1,84/2,93	0,34
МОС-5	70	4	1,15	7	0,99/1,29	9,17

*Прочность влажного образца/сухого

Практика эксплуатации стационарных полигонов, оборудованных амбарами для временного хранения отходов бурения и специальными техническими средствами для их переработки, показала следующее:

- очищенные и подготовленные к утилизации отходы бурения имеют нормативные и санитарно-экологические показатели, соответствующим ГОСТ, ПДК и ОБУВ;

- строительство специализированных полигонов по переработке отходов бурения позволяет снизить, а в некоторых случаях полностью исключить негативное влияние отходов бурения на окружающую природную среду;

- переработка отходов бурения позволяет в короткое время окупить вложенные в проектирование, строительство и приобретение специального технологического оборудования финансовые средства и работать с прибылью;



- строительство стационарного полигона предприятием, непосредственно⁷ осуществляющим бурение скважин целесообразно и экономически выгодно при разработке месторождения, на котором бурят более десяти эксплуатационных скважин. Раздельный сбор, вывоз и переработка отходов бурения на стационарном полигоне позволяет реализовать концепцию «нулевого сброса» как на суше, так и на шельфе, снизить водопотребление на буровых, предотвратить загрязнение природной среды отходами бурения.

**ООО "НПП "РосТЭКтехнологии", г.Краснодар (861) 278-22-69 www.npprtt.ru
Матыцын В.И., Филиппов А.П., Петросьян М.В., Штахов Ю.Н. «Опыт проектирования полигонов по подготовке отходов к утилизации или захоронению». НТЖ «Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море» ноябрь 2008г.**