

**РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ БУРОВЫХ ШЛАМОВ,  
ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ДОВЫРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПО ТЕХНОЛОГИИ  
НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ**

**Кацило В.В.**

*Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»*

*Работа посвящена вопросу снижения техногенной нагрузки на окружающую среду при утилизации и хранении буровых шламов, образующихся на различных этапах строительства боковых стволов скважин при добыче остаточных запасов сырья на месторождениях Западной Сибири, за счет усовершенствования гидроизоляции шламовых амбаров.*

Разработка высокоэффективных и экономичных технологий хранения, переработки, обезвреживания и утилизации отходов бурения является одной из наиболее актуальных задач для предприятий топливно-энергетического комплекса России. Образуюсь на различных этапах бурения, они накапливаются на территории рабочей площадки, оказывая отрицательное воздействие на все компоненты природной среды [1]. При этом технологические особенности разработки современных эксплуатируемых месторождений обуславливают новые сложности данного вопроса.

Так перспективы увеличения масштабов минерально-сырьевой базы в России тесно связаны с выработкой остаточных запасов ухудшенной структуры разведанных месторождений Западной и Восточной Сибири по технологии наклонно-направленного бурения уплотняющей сетки скважин. В частности, на предприятиях Западно-Сибирского ТЭК повышение коэффициентов извлечения сырья крупнейших месторождений завершающей стадии разработки осуществляется за счет бурения боковых направленных стволов из «старых» скважин (БСС). Данный способ бурения является одним из наиболее эффективных и экономичных; позволяет увеличить дебиты в 3-5 раз, а коэффициент извлечения довести до 70-80 % [2]. Однако добыча остаточных запасов сырья по данной технологии, несмотря на отсутствие начальных строительных этапов по обустройству территории буровой площадки и глобальных строительно-монтажных работ, также является причиной образования нескольких десятков млн. м<sup>3</sup> производственно-технических отходов, к которым относятся: буровая сточная вода (БСВ), отработанный буровой раствор (ОБР), выбуренная порода (ВП) и буровой шлам (БШ).

Буровые сточные воды образуются из промывочной и технической воды и содержат сравнительно небольшое количество химических реагентов. Отработанный буровой раствор представляет собой раствор, исклю-

чаемый из технологических процессов бурения. Буровой шлам представляет собой многокомпонентную смесь веществ техногенного и природного происхождения, и вместе с выбуренной породой включает все химические соединения, которые используются для приготовления буровых растворов. Диспергируясь в среде бурового раствора, частицы ВП адсорбируют токсичные вещества, за счет чего содержание химических реагентов в шламе может достигать 15 %. Поэтому загрязняющие свойства БШ, зависят, в первую очередь, от химических реагентов, применяемых для приготовления и обработки буровых растворов, а также от петрографического состава проходимых в процессе бурения пород [1].

Технология строительства боковых стволов скважин при добыче остаточных запасов сырья предполагает использование нескольких буровых растворов различных рецептур. В большинстве случаев при забурировании БСС в сложных горно-геологических условиях Сибири традиционные глинистые растворы практически непригодны и могут использоваться только на первом этапе строительства при создании искусственного забоя, установке цементного моста и вырезании «окна» в средней части эксплуатационной колонны. Технологические же особенности наклонно-направленного бурения обуславливают необходимость применения специальных промывочных жидкостей, предотвращающих набухания глинистых пород и повышающих устойчивость ствола скважины. Для добычи трудноизвлекаемых запасов месторождений Западной Сибири в завершающей стадии разработки по технологии наклонно-направленного бурения используются системы буровых растворов, стабилизированные биополимерами с добавлением минеральных солей. Кристаллы соли являются хорошими коркообразователями, поскольку они легко растворяются пластовыми флюидами, а биополимеры обеспечивают повышение вязкости благодаря образованию поперечных связей между молекулами при действии кросс-агентов. В результате такого макромолекулярного взаимодействия достигается взвешивание твердой фазы и обеспечиваются энергетически выгодные условия разрушения породы долотом с последующим выносом шлама из-под его зубцов. Образующийся турбулентный режим вымывания частиц и высокая фильтрация способствуют эффективному разрушению породы, благодаря чему сводится к минимуму вероятность прихвата инструмента при проводке горизонтальных и боковых стволов скважин [2].

В ОАО «Сургутнефтегаз» бурение трудноизвлекаемых запасов в сложных горно-геологических условиях Западной Сибири и бурение в солевых толщах Восточной Сибири по технологии наклонно-направленного бурения проводится с использованием солевых биополимерных и полимерглинистых растворов системы «ИКАРБ», технологическая эффектив-

ность которых доказана многочисленными научными исследованиями и промысловыми испытаниями [3].

Именно поэтому основной объем образующегося при строительстве боковых стволов скважин бурового шлама кардинально отличен по составу от глинистого шлама, который образуется при традиционной разработке месторождения, и с учетом опасности которого разработано большинство известных технологий обезвреживания отходов на предприятиях ТЭК Западной Сибири.

Таким образом, многотоннажные объемы соленого бурового шлама с учетом его высокой загрязненности, определяют техногенез процессов наклонно-направленного бурения при довыработке остаточных запасов полезных ископаемых. Однако, несмотря на высокую экологическую опасность этих отходов, до сих пор не разработано технологических решений, позволяющих с высокой эффективностью и минимальным техногенным воздействием их обезвреживать и утилизировать.

Хранение бурового шлама, содержащего токсичные вещества с повышенной миграционной способностью, в специальных земляных амбарах непосредственно на территории рабочей площадки является основной причиной прогрессирующего ухудшения качества окружающей среды в экологически уязвимых районах ведения буровых работ с крайне неблагоприятными природно-климатическими и почвенно-ландшафтными условиями, характеризующимися ограниченной способностью самоочищения и слабыми защитными функциями. При этом загрязнение грунтовых вод и почв происходит за счет поступления минеральных и органических токсичных веществ при фильтрации жидких отходов. Причиной этого является некачественное строительство и несовершенство конструкций амбаров, приводящее к разрушению их обваловки паводковыми водами и атмосферными осадками; отсутствие надежной гидроизоляции дна и стенок шламовых амбаров, а также неучтённость почвенно-ландшафтных условий.

В связи с этим все более актуальными становятся вопросы минимизации техногенного воздействия буровых шламов на компоненты природной среды за счёт рационального внедрения природосберегающих технологий, разработанных на основе комплексной оценки их негативного влияния. При этом основной задачей является усовершенствование известных и разработка новых экономических способов гидроизоляции шламовых амбаров в зависимости от типа грунта.

Наиболее рациональным методом утилизации отходов бурения на месторождениях ОАО «Сургутнефтегаз» является использование выбуренной породы (очищенных буровых шламов) в тело насыпи при строительстве кустовой площадки скважин. Однако данный способ обезвреживания отходов бурения предполагает использование в качестве строитель-

ного материала глинистых шламов четвертого класса опасности, образующихся при строительстве эксплуатационной колонны. Следовательно, для обеспечения экологической безопасности работ по добычи остаточных запасов УВ сырья необходимо разрабатывать новые методы складирования производственно-технологических отходов с учетом изменений в составе утилизируемого бурового шлама, обусловленных применением солевых биополимерных растворов для увеличения производительности малодебитных скважин на заключительной стадии разработки месторождений Западной Сибири.

Разработка средозащитных мероприятий, направленных на обезвреживание и утилизацию буровых шламов, должна базироваться на результатах комплексной оценки современного состояния ландшафтно-экологической ситуации при добыче остаточных запасов нефти из «старого» фонда скважин; химико-аналитических исследований буровых шламов по определению токсичных компонентов в подвижных формах; на изучении миграции загрязняющих веществ с территорий шламовых амбаров.

Кроме того, для решения данной проблемы предлагается выявление экологически и экономически целесообразного способа гидроизоляции шламовых амбаров в зависимости от типа грунта в области расположения кустовых площадок скважин. С этой целью были проведены различные экспериментальные работы в лабораторных и полевых условиях.

В первую очередь, было проведено химико-аналитическое сравнение и определение класса опасности буровых шламов, образующихся на различных этапах добычи остаточных запасов нефти месторождений ОАО «Сургутнефтегаз». Проведенные химико-биологические исследования выявили, что пробы малоглинистого соленого шлама, образующегося при строительстве «хвостовиков» и забурировании боковых стволов, в отличие от глинистых шламов, образующихся при бурении эксплуатационной колонны, обладают токсичностью по отношению к дафниям, высшим растениям и микроорганизмам ввиду повышенного содержания легкорастворимых солей в рецептуре использующегося бурового раствора. Таким образом, малоглинистые солевые шламы относятся к третьему классу опасности (умеренно опасные), а глинистые шламы к четвертому.

Опытно-промышленные испытания надежности различных способов гидроизоляции были проведены на кустовых площадках скважин двух различных месторождений ОАО «Сургутнефтегаз», характеризующихся песчаным и торфяным типом почв. Для экспериментального складирования бурового шлама, образующегося при бурении на солевых биополимерных растворах, были организованы по три модельные траншеи с различным типом гидроизоляции- глинистым буровым раствором, дорнитом с полиэтиленовой пленкой, а также без изоляции. В соответствии с разрабо-

танным планом по проведению локального химического мониторинга был реализован отбор и последующий комплексный химико-аналитический анализ проб грунтовых вод и почв, отбираемых на разном удалении ежедекадно вплоть до ликвидации траншеи. Результаты проведенных исследований химического состава отобранных проб методами атомной абсорбции установили факт миграции загрязняющих веществ с территорий всех модельных шламохранилищ. Так, в пробах грунтовых вод наблюдается повышенное содержание солей, в частности натрия и калия, повышенная концентрация хлор-иона, железа, марганца и меди, а также высокое значение минерализации. Таким образом, полученные данные подтверждают актуальность разработок новых экономичных способов гидроизоляции шламовых амбаров в зависимости от типа грунта.

Для снижения техногенной нагрузки на почвы и грунтовые воды в зоне складирования соленых буровых шламов, образующихся при добыче остаточных запасов сырья по технологии наклонно-направленного бурения, авторами данной работы предлагается усиление гидроизоляции амбаров за счет установки по их периметру фильтрационных экранов с использованием глинистого шлама в качестве водоудерживающего наполнителя. Предпосылкой разработки данного средозащитного мероприятия стало выявление схожести минерального состава глинистых буровых шламов, образующихся на первых этапах строительства боковых стволов скважин, и бентонитовых глин, которые повсеместно применяются в гидротехническом строительстве в качестве эффективного гидроизоляционного материала. В результате комплексного исследования фазового состава буровых шламов и бентонитовых глин методами совмещенного рентгеноструктурного и термического анализа с дифференциально-сканирующей калориметрией было установлено преобладающее соизмеримое содержание минералов монтмориллонитовой группы в их составе. Монтмориллонит - это слоистый водный алюмосиликат с раздвижной кристаллической решеткой, который образует с водой очень устойчивые суспензии и вязкую тестообразную массу. Благодаря этим свойствам монтмориллонита бентонитовые глины характеризуются сильной набухаемостью (иногда до 10 – 20 кратного увеличения в объеме), а также высокой водопоглощаемостью, дисперсностью, связующей и сорбционной способностями.

Следующим этапом явилась разработка комплексной программы и проведение аналитического определения водоудерживающих свойств буровых шламов, где результаты рентгенофазовой дифрактометрии и термогравиметрического анализа подтверждались классическими гидрогеологическими исследованиями набухания проб на аппарате Васильева.

Экспериментально было установлено, что образцы глинистого бурового шлама, подобно бентониту, при затворении водой набухают, обра-

зую гелеобразный слой, и по величине свободного набухания (около 14,3 %) лежат на границе средне- и сильнонабухающих пород соответствующей классификации [4].

Таким образом, результаты данных исследований подтверждают возможность использования бурового шлама четвертого класса опасности, образующегося при бурении месторождений Западной Сибири с использованием глинистых систем растворов, в качестве водоудерживающего наполнителя различных гидроизоляционных конструкций. В этой связи, экономически целесообразный способ производственной утилизации буровых шламов, образующихся на различных этапах строительства боковых стволов скважин, и направленный на снижение негативного воздействия на почвы и грунтовые воды, должен включать усиление гидроизоляции шламовых амбаров за счет установки по их периметру фильтрационных экранов с глинистым шламом в качестве сорбционного наполнителя.

#### Литература

1. Буланов, А.И. и др. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности. / А.И. Буланов, П.П. Макаренко., В.Ю. Шеметов– М.: Недра, 1997. С. 97 – 145.
2. Гилязов, Р.М. Бурение нефтяных скважин с боковыми стволами.- М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002. С. 9-88
3. Лушпеева, О.А. Научные обобщения и технологические разработки по повышению качества, эффективности и экологической безопасности буровых работ: Автореф. дисс. док. тех. наук: 25.00.15-05/ О.А. Лушпеева; [Место защиты: ТюмГНГУ].- г. Тюмень, 2008.-46 с.
4. Трофимов, В.Т. Грунтоведение./ В.А. Королев, Е.А. Вознесенский, Г.А. Голодковская-М.:Изд-во МГУ, 2005-1024 с.

УДК 67.08

## **ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПЕРЕРАБОТКИ ПЫЛЕВИДНЫХ ОТХОДОВ ЭЛЕКТРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Лытаева Т.А., Пашкевич М.А**

*Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»*

*Отходы предприятий горно-металлургического комплекса оказывают негативное воздействие на компоненты окружающей природной среды. При этом они представляют собой крупный сырьевой источник для производства черных и цветных металлов, сопоставимый по содержанию полезных компонентов с природными месторождениями. К наименее утилизируемой группе отходов электрометаллургического производства относятся дисперсные отходы, уловленные в системах очистки аспирационных и технологических выбросов в виде пыли, которая является техногенным сырьем для производства цинка и ряда других металлов.*

Функционирование предприятий черной металлургии сопровождается образованием значительного количества железосодержащих пылей и