

Таким образом, под модулем будем понимать параметр, характеризующий величину растягивающих напряжений, возникающих в жидкости при ее прохождении через модулирующие элементы аппарата.

Список литературы

1. Скобло А. Н., Трегубова И. А., Молоканов Ю. К. Процессы и аппараты нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. – М.: Химия, 1982. – С. 47.
2. Абрамович Г. Н. Теория турбулентных струй. – М.: Гос. издат. физико-математической литературы. – 1960.
3. Качанов Ю. С., Козлов В. В., Левченко В. Я. Возникновение турбулентности в пограничном слое. – Новосибирск: Наука сиб. отд., 1982, – С.149.

Сведения об авторах

Хафизов Ильдар Фанилевич, к. т. н., доцент кафедры «Пожарная и промышленная безопасность», Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, тел. 8(347)2431813, e-mail: ildar.hafizov@mail.ru

Матвеев Юрий Геннадиевич, д. т. н., профессор, заведующий кафедрой «Нефтегазопромысловое оборудование», Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, тел. 8(347)2605731

Доронин Дмитрий Борисович, аспирант кафедры «Пожарная и промышленная безопасность», Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, тел. 8(347)2431813

Khafizov I. F., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of «Fire and Industrial Safety», Ufa State Oil Technical University, phone: 8(347)2431813, e-mail: ildar.hafizov@mail.ru

Matveev Yu. G., Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department «Oil and gas equipment» Ufa State Oil Technical University, phone: 8(347)2605731

Doronin D. B., postgraduate of the chair «Fire and Industrial Safety», Ufa State Oil Technical University, phone: 8(347)2431813

Проблемы экологии нефтегазовых регионов

УДК 622.24

ВОЗМОЖНОСТИ УЛУЧШЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БУРОВОГО ШЛАМА

POSSIBILITIES OF IMPROVEMENT OF DRILLING SLUDGE PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

**Л. Н. Скипин, Н. В. Храмцов, В. С. Петухова, А. Я. Митриковский,
Ю. А. Козина**

**L. N. Skipin, N. V. Khramtsov, V. S. Petukhova, A. Ya. Mitrikovasky,
Yu. A. Kozina**

Тюменский государственный архитектурно-строительный университет, г. Тюмень

*Ключевые слова: буровой шлам, фосфогипс, коагулянт, фильтрация
Key words: drilling sludg, phosphogypsum, coagulant; filterin*

При бурении скважин происходит образование отходов, при котором под земельный отвод предоставляется от 3 до 5 га земли во временное краткосрочное пользование — на период строительства. Во временное долгосрочное пользование выделяется только 0,36 га на период эксплуатации скважин. В течение года после строительства скважины территория буровой площадки должна быть очищена от образовавшихся отходов, рекультивирована и передана постоянному землепользователю [1].

Количество отходов, скапливающихся на территории Тюменской области, огромно, поскольку при бурении скважины на 1 м проходки приходится 1–2 м³ от-

ходов. За 2001 г. образовано около 1 459 тыс. т производственных отходов, из которых основную долю составляют отходы бурения [2]. Поэтому проведение рекультивации или утилизации шламовых амбаров является одним из важнейших природоохранных мероприятий, направленных на восстановление экологической ситуации. При этом существуют проблемы, сопряженные с отрицательными химическими и физическими свойствами бурового шлама (БШ), в частности, повышенной щелочностью, бесструктурностью, слабой фильтрационной способностью, заплыванием при увлажнении и др.

Для подбора технологий извлечения и утилизации шламовых амбаров, замазученных грунтов необходимо коренное улучшение физико-химических свойств БШ.

Цель работы — создать благоприятные физические и химические свойства БШ с помощью коагулянта-мелиоранта.

В ходе исследований предстояло установить действие фосфогипса на физические свойства БШ, изучить влияние коагулянта-фосфогипса на изменение химических свойств БШ.

Методика исследований. Определение химических соединений в БШ проводилось согласно нормативным документам: нефтепродукты (мг/кг) — ПНД Ф 16.1:2.21-98; массовая доля влаги (%) — ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.27; массовая доля диоксида кремния (%) — ПНД Ф 16.1:2:2.2:3.65-10; хлорид-ион (мг/кг) — ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.28-02; сульфат-ион (мг/кг) — ПНД Ф 16.1:2:2.2:3.53-08; pH (ед. pH) — ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.33-02; натрий (моль/100 г) — ГОСТ 26427-85; калий (моль/100 г) — ГОСТ 26427-85; свинец (мг/кг) — М-МВИ-80-2008; цинк (мг/кг) — М-МВИ-80-2008; медь (мг/кг) — М-МВИ-80-2008; никель (мг/кг) — М-МВИ-80-2008; кадмий (мг/кг) — М-МВИ-80-2008; кальций (мг/кг) — ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.34-02; барий (мг/кг) — М-МВИ-80-2008; магний (мг/кг) — ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.34-02.

Фильтрационная способность определялась в лабораторных условиях насыпных образцов БШ в сочетании с коагулянт-мелиорантом (отходом) фосфогипсом методом трубок. Всего бралось 12 стеклянных цилиндров, первый из которых был контрольным, в нем находился только БШ массой 40 г, а начиная со второго цилиндра, добавлялась доза коагулянта с нарастающим интервалом 0,1 г. Опытные варианты заливались одинаковым объемом воды, через сутки измерялся объем фильтрата по каждому цилиндру. Перед помещением в цилиндр БШ и коагулянт тщательно перемешивались между собой во избежание ошибок опыта. Повторность опыта 3-кратная.

В данной работе было рассмотрено два вида отходов, это БШ — отход нефтегазовой промышленности и фосфогипс — отход химический промышленности.

Фосфогипс образуется при производстве двойного суперфосфата, фосфорной кислоты и содержит 80–90 % гипса, 0,5–0,6 % фосфорной кислоты, 5–6 % глины. Основная масса фосфогипса сбрасывается в отвалы, в которых содержатся десятки миллионов тонн этого отхода. Огромные массы неиспользованного фосфогипса скопились на территории Украины, Северном Кавказе, в Крыму, в Кыргызстане, Казахстане, на Урале и Западной Сибири. Он не только занимает территорию, но и отравляет почву и водоемы содержащимися в нем растворимыми примесями фтора и фосфорной кислоты [3].

Буровой шлам — это многокомпонентные токсиканты. Их токсические свойства определяются химическим составом, который зависит от дисперсности размельченных пород, сорбирующих компоненты отработанного бурового раствора (ОБР). Кроме того, на их состав влияет целый ряд факторов: рецептура бурового раствора, физико-химические условия в зоне бурения, условия контакта с извлекаемыми углеводородами, характер хранения и т. д. Состав бурового шлама весьма изменчив даже при проходке одной скважины. Главным токсическим агентом в составе буровых шламов, по мнению большинства исследователей, считается нефть и ее фракции, которые накапливаются в твердой фазе буровых выработок

при их контакте с пластовой (сырой) нефтью в процессе бурения и за счет аккумуляции нефтепродуктов из буровых растворов [4, 5, 6].

Результаты исследований. Задача рентгенофазового анализа состоит в идентификации кристаллических веществ (фаз), входящих в состав анализируемого материала. Нами был рассмотрен БШ (контроль) (рис. 1).

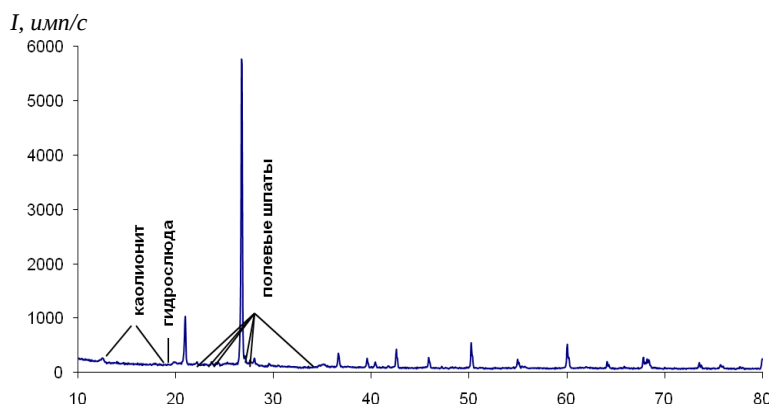


Рис. 1. Рентгенограмма образца БШ (контроль)

Содержание образца: почти чистый кварц; $K_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$; $Na_{0,3}O(Al,Mg)_2Si_4O_{10}(OH)_2 \cdot xH_2O$.

Рентгенофазовая диаграмма показала, что источником поступления гидроксида кремния являются полевые шпаты, в которых присутствует гидроксид кремния, являющийся достаточно гидрофильным, то есть его присутствие наглядно видно по пику, имеющему ярко выраженный характер.

Модельные опыты показали, что БШ без внесения фосфогипса не обладал фильтрационной способностью. Добавление фосфогипса приводило к коренному улучшению, при этом зависимость фильтрации от доз фосфогипса была тесной (рис. 2). Это свидетельствует о том, что в естественных условиях свойства БШ не могут быть изменены.

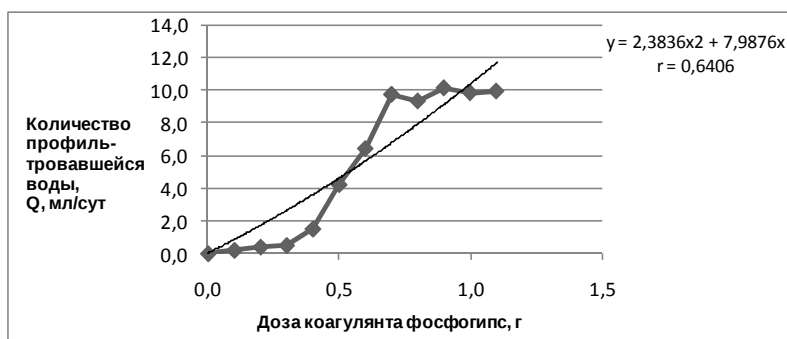


Рис. 2. Влияние дозы фосфогипса на фильтрационную способность БШ

После проведения исследований на фильтрационную способность БШ, с помощью коагулянта фосфогипса, данные образцы прошли химический анализ (таблица). Для исследований на химический анализ брали БШ (контроль) и БШ с оптимальной дозой коагулянта-фосфогипса. Данные исследования проводились в испытательной лаборатории ЗАО «Региональный аналитический центр» (г. Тюмень).

**Изменение химического состава БШ при использовании
коагулянта-фосфогипса, 2013 г.**

Компоненты (ед. изм.)	БШ (без коагулянта)	БШ (с коагулянтом)
Нефтепродукты (мг/кг)	865±216	805±201
Массовая доля влаги (%)	2,73±0,27	2,57±0,26
Массовая доля диоксида кремния (%)	95,61±21,99	95,77±22,03
Хлорид-ион (мг/кг)	70±7	60±6
Сульфат-ион (мг/кг)	2 768±277	458±46
pH (ед. pH)	9,77±0,10	8,36±0,10
Натрий (моль/100 г)	9,47±0,71	1,79±0,13
Калий (моль/100 г)	9,91±1,09	6,02±0,66
Свинец (мг/кг)	13±4	33±10
Цинк (мг/кг)	154,7±46,4	122±37
Медь (мг/кг)	17±5	21±6
Никель (мг/кг)	25±8	23±7
Кадмий (мг/кг)	0,30±0,09	0,40±0,12
Кальций (мг/кг)	1 032±103	6 240±624
Барий (мг/кг)	81±24	124,6±37,4
Магний (мг/кг)	5 521±558	5 947±495

Данные свидетельствуют о том, что улучшение фильтрационной способности произошло за счет снижения натрия (с 9,47 до 1,79 моль/100 г) и в меньшей степени калия (с 9,91 до 6,02 моль/100 г) в поглощающем комплексе и водном растворе БШ (см. табл.). Содержание кальция в поглощающем комплексе после внесения фосфогипса многократно возросло (с 1 032 до 6 240 мг/кг), аналогичная закономерность проявлялась и с магнием, это позволило благоприятно изменить структурное состояние БШ.

Важно отметить, что с фильтрацией воды отмечался вынос водорастворимых солей, в первую очередь сульфатов, хлоридов и карбонатов. Снижение солей, особенно нормальной и двууглекислой соды, приводило к уменьшению pH с 9,77 до 8,36. При этом показатели содержания тяжелых металлов (свинец, медь, кадмий, магний) не снижались, или отмечалась тенденция к их накоплению. Данное явление свидетельствует о закреплении их в поглощающем комплексе БШ. Перевод их в более растворимую форму должен сопровождаться смещением показателя pH в сторону кислой реакции.

Таким образом, использование фосфогипса в качестве коагулянта радикальным образом увеличивает фильтрационную способность БШ. В первоначальный период действия фосфогипса происходит активное снижение натрия в поглощающем комплексе и насыщение его кальцием. За кратковременный период фильтрации происходит вынос водорастворимых солей и снижение pH с 9,77 до 8,36. Вымывания основных тяжелых металлов из БШ не происходит в связи с закреплением их в поглощающем комплексе.

Список литературы

1. Хаустов А. П., Редина М. М. Охрана окружающей среды при добыче нефти. – М.: Дело, 2006.
2. Информационный бюллетень «О состоянии окружающей среды Ханты-Мансийского автономного округа — Югры в 2006-2007 годах», 2008 г. – 117 с.
3. Чистяков Б. З., Лялинов А. Н. Использование минеральных отходов промышленности в производстве строительных материалов (На примере предприятий Ленинградской области). – Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1984.
4. Meiberg B. Reduction of pollution from drilling operations // ENS 91: Environment Northern Seas. Abstracts of Conference papers. – Stavanger (Norway): Industritoykk, 1991.
5. GESAMP. Review of potentially harmful substances: carcinogens// GESAMP Reports and Studies No. 46. – Geneva: WHO, 1991. – 57 p.
6. GESAMP. Impact of oil and gas related chemicals and wastes on the marine environment // GESAMP Reports and Studies № 50. – London: IMO, 1993. 180 p.

Сведения об авторах

Скипин Леонид Николаевич, д. с.-х. н., профессор, заведующий кафедрой «Техносферная безопасность», Тюменский государственный архитектурно-строительный университет, г. Тюмень, тел. 89129924555, e-mail: lke@tgasu.ru

Храмцов Николай Васильевич, д. т. н., профессор кафедры «Строительные процессы, основания и фундаменты», Тюменский государственный архитектурно-строительный университет, г. Тюмень

Петухова Вера Сергеевна, аспирант кафедры «Техносферная безопасность», Тюменский государственный архитектурно-строительный университет, г. Тюмень, тел. 89058223239, e-mail: lke@tgasu.ru

Митриковский Александр Яковлевич, к. с.-х. н., доцент кафедры «Техносферная безопасность», Тюменский государственный архитектурно-строительный университет, г. Тюмень, тел. 89058223239, e-mail: lke@tgasu.ru

Козина Юлия Александровна, соискатель кафедры «Техносферная безопасность», Тюменский государственный архитектурно-строительный университет, г. Тюмень, e-mail: lke@tgasu.ru

Skipin L. N., Doctor of Sciences in Agriculture, professor, head of the chair «Technosphere safety», Tyumen State Architectural and Building University, phone: 89129924555, e-mail: lke@tgasu.ru

Khrantsov N. V., Doctor of Technical Sciences, professor of the chair «Construction operations, sub-structures and foundations», Tyumen State Architectural and building University

Petukhova V. S., postgraduate of the chair «Technosphere safety», Tyumen State Architectural and Building University, phone: 89058223239, e-mail: lke@tgasu.ru

Mitrikovsky A. Ya., Candidate of Sciences in Agriculture, associate professor of the chair «Technosphere safety», Tyumen State Architectural and Building University, phone: 89058223239, e-mail: lke@tgasu.ru

Kozina Yu. A., applicant for a scientific degree of the chair «Technosphere safety», Tyumen State Architectural and Building University, e-mail: lke@tgasu.ru

Информационные технологии

УДК 621.311:621.313

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА УСТАВОК ДИСТАНЦИОННЫХ ЗАЩИТ FEATURES OF DISTANCE PROTECTION SETTINGS CALCULATION

Е. П. Власова, Ф. А. Лосев

E. P. Vlasova, F. A. Losev

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Ключевые слова: *релейная защита, оптимальные параметры характеристик измерительного органа, повышение чувствительности дистанционной защиты*

Key words: *relay protection, optimal parameters of measuring element characteristics, improvement of distance protection sensitivity*

Ведущие производители микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики (РЗА) выпускают терминалы дистанционной защиты линий электропередачи; поскольку разные концы линии электропередачи напряжением 35–220 кВ принадлежат разным энергетическим предприятиям, то, как правило, для защиты линии применяются терминалы различных фирм-производителей с разными характеристиками и параметрами настройки этих защит. В России расчет параметров срабатывания таких защит зачастую выполняют по разным методикам для каждого из терминалов, установленных на концах защищаемой линии электропередач, в связи с этим использование методик расчета дистанционных защит (ДЗ) усложняется из-за отсутствия универсального алгоритма. Например, методика расчета уставок цифровых дистанционных защит ООО НТЦ «Механотроника» (г. Санкт-Петербург) предлагает определить полные сопротивления срабатывания трех ступеней ДЗ и уставки по активному сопротивлению дуги и для защиты от двойных замыканий на землю [1]. Группа компаний «АВВ» рассматривает вопросы расчетов и выбора уставок функций РЗА с учетом токов нулевой последовательности и