

Помимо основных выходных параметров наше программное обеспечение будет рассчитывать параметры управление кровлей частичной закладкой: несущую способность создаваемого закладочного массива, его прочность, скорость затвердевания, коэффициент усадки, возможно также комбинировать различные параметры добавок, тем самым анализируя в безопасной среде поведение образующегося искусственного массива.

К тому же в настоящее время на Старобинском месторождении около 14 % запасов обрабатывается с помощью камерной системы разработки, поэтому существует реальная необходимость создания программного обеспечения различных вариантов селективного извлечения и при этих работах.

Таким образом можно создать программу для селективной выемки при камерной системе разработки и усовершенствовать работу программы для расчета производительности длинного очистного забоя при селективной выемке пластов комбайном что позволит в еще более полном объеме моделировать и комбинировать большое количество вариантов ситуаций на калийных месторождениях для оперативного принятия технологических решений [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковальский Е.Р., Громцев К.В. Разработка технологии закладки выработанного пространства при выемке // Записки Горного института. – 2022. – Т. 254. – С. 202–209. DOI: 10.31897/PMI.2022.36.

2. Соловьев В.А., Аптуков В.Н., Чернопазов Д.С. и др. Аспекты повышения эффективности разработки Верхнекамского калийного месторождения. – Новосибирск: Наука, 2019. – 179 с.

3. Савичев Д.С., Сиренко Ю.Г., Сидоренко А.А. Программа для расчёта производительности длинного очистного забоя при селективной выемке пластов комбайном // Государственная регистрация программы для ЭВМ / Свидетельство № 2022683120. Дата выдачи: 01.12.2022.

4. Сборник материалов X форума вузов инженерно технологического профиля союзного государства. Савичев Д.С., Сиренко Ю.Г. Компьютерное моделирование технологических процессов селективной выемки при разработке калийных месторождений, г. Минск, Белорусский национальный технический университет. – 2021. – С.111–112.

УДК 544.77

ШЛАМ ОБОГАЩЕНИЯ АЛМАЗОНОСНОЙ РУДЫ КАК СЫРЬЕ ДЛЯ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ DIAMOND-BEARING ORE DRESSING SLUDGE AS A RAW MATERIAL FOR DRILLING FLUIDS

Торопчина М.А., аспирант, Санкт-Петербургский горный университет,
toropchina_maria@bk.ru

Toropchina M.A., postgraduate student, Saint Petersburg Mining University,
toropchina_maria@bk.ru

Аннотация. Данная работа посвящена решению экологической задачи, а именно утилизации шлама обогащения алмазонасной руды на Ломоносовском ГОК. Были исследованы физико-химические и структурно-механические свойства как указанного шлама, так и образцов суспензий, полученных на его основе при введении побочного продукта глиноземного производства – содосульфатной смеси. Представлены результа-

ты анализа химического и минерального состава сырья, определение реологические и фильтрационные свойства. Результаты подтвердили возможность использования предлагаемого сырья для получения буровых растворов при условии доработки состава полученных образцов.

Введение. Известно, что на мировом рынке Россия является одним из крупнейших нефтегазовых экспортеров. Однако не следует забывать о лидерских позициях в других отраслях промышленности, в частности, в добыче алмазов.

Отличительной особенностью месторождения алмазов Архангельской области является сапонитизация кимберлитовых тел по всей площади рудного тела. За счет физико-химических свойств минерала сапонита усложняется работа обогатительной фабрики, увеличивается техногенно-экологическую нагрузку на регион добычи. С целью утилизации получаемых минеральных отходов предприятия проведены исследования сапонитовой суспензии для определения возможности ее дальнейшего использования в качестве глинистой основы буровых растворов. Комплексная переработка сапонитового шлама позволит избежать дальнейшего использования предприятием природной воды и преждевременного переполнения хвостохранилища.

Содосульфатная смесь является отходом производства глинозема из бокситов комбинированным методом: параллельные линии спекания и Байер-процесса. Данный отход образуется в результате взаимодействия добавляемой соды и содержащейся в бокситах примеси серы. В настоящий момент содосульфатная смесь частично реализуется как товарный продукт как сырье для производства синтетических моющих средств. Однако цель полной утилизации данного отхода не достигнута.

Исследование глинистых суспензий. Разработка буровых растворов новых составов остается актуальной ввиду изменения географии и геолого-технических условий бурения скважин по мере развития технологий нефтегазовой отрасли. Традиционно в качестве структурообразующего агента применяют бентонитовый глинопорошок. Бентонитовая глина содержит в своем составе преимущественно минералы монтмориллонитовой группы, обладающие слоистой кристаллической решеткой и достаточно сильно выраженной способностью к катионообмену [2]. В настоящем исследовании в роли структурообразователя получаемых технических жидкостей использована сапонитовая глина. Сапонит, составляющий основу рассматриваемого сырья, относится к глинистым минералам группы монтмориллонита. Сапонит характеризуется высокодисперсным состоянием благодаря коллоидному размеру частиц, образуя суспензию с высокой седиментационной устойчивостью [4, 9]. Некоторые исследования показали возможность улучшения реологических свойств водных суспензий бентонита путем их обработки карбонатом натрия [1]. В качестве модифицирующей добавки в сапонитовую суспензию была добавлена смесь сульфата натрия, побочный продукт производства глинозема на предприятии, добывающем бокситы с высоким содержанием серы. Химический состав представлен соединением 70–75 % сульфата натрия, 20–25 % карбоната натрия и следовых количеств примесного глинозема [5]. Использование техногенного сырья не только создает новые рецептуры буровых растворов, но и снижает их экологическое воздействие на окружающую среду. Минеральный состав твердой фазы пульпы был определен методом рентгеновской дифракции на приборе XRD7000. Результаты анализа показали, что более 50 % твердых частиц составляли глинистые минералы (каолинит, сапонит, серпентин и байделит). Оценка полученных данных основана на открытых источниках [3, 7, 9]. Химический состав содосульфатной смеси был определен с помощью рентгенофлуоресцентного анализатора ShimadzuXRF-1800.

Основными реологическими свойствами бурового раствора являются плотность (ρ), статическое напряжение сдвига (CHC , CHC_{10}) и условная вязкость (УВ). Фильтрационные показатели включают в себя водоотдачу (В) и толщину фильтрационного кека (К) [6, 8,

10]. Вышеуказанные значения были определены для шести образцов сапонитовой суспензии с содержанием твердых веществ 10, 20, 40, 65, 85 и 100 г/л. Образцы были получены при разбавления исходной суспензии до содержания твердых веществ 132 г/л. В таблице 1 приведены результаты испытаний для шламов с содержанием твердых частиц 85 г/л и 100 г/л, которые оказались наиболее близки к показателям буровых растворов.

Таблица 1 – Результаты определения физических свойств сапонитовой пульпы

Определяемый показатель	85 г/л твердого в пульпе	100 г/л твердого в пульпе
Плотность (ρ), г/см ³	1,055	1,060
СНС, Па	5	5
СНС ₁₀ , Па	10	10
Условная вязкость (УВ), с	18	20
Водоотдача (В), см ³ /30 мин	24	22
Толщина фильтрационной корки (К), мм	1	1

С целью увеличения значения СНС был проведен эксперимент с использованием содосульфатной смеси. Содержание твердых веществ в суспензии составляло 85 г/л, а вес добавленного реагента варьировался от 2 до 10 г. Эксперимент показал, что по мере увеличения веса реагента эти показатели увеличивались и попадали в приемлемый диапазон значений. При добавлении 10 граммов определяемые показатели превысили допустимые значения. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты опыта с содосульфатной смесью

Масса силикат-глыбы содосульфатной, г	ρ , кг/м ³	УВ, с	СНС ₁ (10 с), Па	СНС ₁₀ (10 мин), Па	В, см ³ /30 мин
2	1050	18	4	7	34
5	1070	21	10	20	36
7	1070	23	15	25	36
10	1060	92	33	35	42

Заключение. Результаты исследований свидетельствуют о возможности применения сапонитовой глины в качестве структурообразующего агента при получении буровых растворов. Установлено, что необходимое содержание твердых взвесей в сапонитовой суспензии составляет 85–100 г/л. Установлено, что для повышения вязкости сапонитовой взвеси может быть использована содосульфатная смесь, являющаяся отходом глиноземного производства. Данный реагент показал высокую эффективность применения для увеличения следующих показателей: СНС (в 15 раз), СНС₁₀ (в 8 раз), ДНС (в 11 раз), пластической вязкости (в 2,3 раза). При этом введение содосульфатной смеси приводит к повышению водоотдачи в 1,4 раза. Технические жидкости полученного состава могут быть использованы при бурении при условии доработки с целью снижения показателя водоотдачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Boussen S., Sghaier D, Chaabani F, Jamoussi B, Messaoud S.B., Bennour A. The rheological, mineralogical and chemical characteristic of the original and the Na₂CO₃-activated Tunisian swelling clay (Aleg Formation) and their utilization as drilling mud // Applied Clay Science. – 2015. – №4. – P. 1–10.

2. Richard O. Afolabi, Oyinkepreye D. Orodu, Vincent E. Efevbokhan Properties and application of Nigerian bentonite clay deposits for drilling mud formulation: Recent advances and future prospects// Applied Clay Science. – 2017. – № 143. – P. 39–49.

3. Rruff -Integrated database of Raman spectra, X-ray diffraction and chemistry data for minerals. [Electronic source]. URL: <http://rruff.info/>.

4. Zubkova O., Alexeev A., Polyanskiy A., Karapetyan K., Kononchuk O., Reinmüller M. Complex Processing of Saponite Waste from a Diamond-Mining Enterprise// Applied Sciences – 2021. – 11, 6615. – p.17.

5. Ибрагимов Р.А., Изотов В.С., Хузиахметов Р.Х. Использование сульфатно-содовой смеси в качестве ускорителя твердения в технологии тяжелого бетона// Вестник технологического университета. – 2015. – Т. 18, № 9. – С. 167–170.

6. Коршак А.А., Шаммазов А.М. Основы нефтегазового дела: учебник для вузов. – Уфа., 2001. – 544 с.

7. Михеев В.И. Рентгенометрический определитель минералов. – М., 1957. – 868 с.

8. Нуцкова М. В., Кучин В. Н., Ковальчук В. С. Профилактика и ликвидация осложнений, возникающих при заканчивании скважин // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология, нефтегазовое и горное дело. – 2020. – Т. 20. – № 1. – С. 14–26.

9. Облицов А. Ю., Рогалев В. А. Перспективные направления утилизации отходов обогащения алмазонасной породы месторождения имени М.В. Ломоносова // Записки Горного института. – 2012. – Т. 195. – С. 163–167.

10. Фекличев В.Г. Диагностические константы минералов: справочник. – М., 1989. – 479 с.

УДК 528.02

**КООРДИНАТНЫЙ МЕТОД ПРИ НАБЛЮДЕНИЯХ
ЗА ОПОЛЗНЕОПАСНЫМИ СКЛОНАМИ: ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ
УГЛОВЫХ И ЛИНЕЙНЫХ ТОЧНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ
ПРИБОРОМ**

**COORDINATE METHOD IN OBSERVATIONS OF LANDSLIDE-PRONE SLOPES:
EVALUATION OF THE INFLUENCE OF ANGULAR AND LINEAR
MEASUREMENT ACCURACY OF THE DEVICE**

Кузин А.А., кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геодезии,
Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург,
Филиппов В.Г., аспирант 1 года обучения, Санкт-Петербургский горный университет,
г. Санкт-Петербург, vladimir-mail-150@yandex.ru

Kuzin Anton Aleksandrovich, Saint Petersburg Mining University, Saint Petersburg,
Kuzin_aa@pers.spmi.ru

Filippov V.G., Saint Petersburg Mining University, Saint Petersburg,
vladimir-mail-150@yandex.ru

Аннотация. Оползни на территориях проживания людей или вблизи инженерных сооружений представляют угрозу безопасности жизнедеятельности, а в случае активации оползня может быть нанесен ущерб устойчивому развитию территории. Геодезические методы изучения оползневых процессов позволяют определить величину и характер смещения оползней, дать прогноз их дальнейшему распространению, а также оценить степень риска. В статье рассматривается координатный метод наблюдения за