

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЁМА ОСАДКА БУРОВОГО РАСТВОРА, ОБРАЗУЮЩЕГОСЯ
В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ НА ТАЛНАХСКОМ РУДНОМ УЗЛЕ**

А.А. Неверов

*Научный руководитель профессор В.В. Нескоромных
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия*

По договору возмездного оказания услуг между ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» и ООО «Норильскгеология» «Научно-методическое и технологическое сопровождение бурения скважин в сложных горно-геологических условиях» в соответствии с календарным планом проводились производственные исследования и испытания разработанных рецептов промывочных жидкостей для бурения комплексами КССК и ССК в сложных горно-геологических условиях на объектах заказчика (полимер-силикатных и полимер-солевых промывочных жидкостей) [2–4].

В процессе производственных испытаний буровых растворов дополнительно оценивалась выносная способность – количество осадка бурового раствора, поступающего в отстойники на буровом агрегате и возможность его повторного использования в качестве добавки в буровой раствор для бурения. Необходимо отметить, что рабочие емкости и отстойники расположены под полом буровой установки, поэтому при бурении глубоких скважин буровые растворы не очищают техническими средствами, а осаждение осадка происходит естественным путем.

На практике установлено, что при объемной доле шлама, превышающей 5 %, происходят затажки или прихват бурильной колонны, если по каким-либо причинам прекращается циркуляция [1]. Поэтому в лаборатории промывочных жидкостей проводили исследования влияния добавок тонкоизмельченной горной породы на изменение плотности полимерных растворов. В наших экспериментах брали вышеуказанное количество шлама, размер которого хорошо согласуется по данным В.П. Рожкова с размером частиц разрушенной породы, образующейся при бурении импрегнированными алмазными коронками. В качестве добавки использовали молотую медно-свинцово-цинковую руду (Cu-Pb-Zn руда, 95 % кл. – 0.074 мм). В табл. 1 представлены результаты лабораторных исследований.

Таблица 1

*Плотность буровых растворов с добавками медно-свинцово-цинковой руды
(Cu- Pb-Zn руда, 95 % кл. – 0.074 мм), 5 масс. %*

№ п/п	Гаммаксан, масс. %	LV, масс. %	Соль, масс. %	г	г	г
1	0,2	0,2	-	1,03	1,010	1,045
2	0,2	0,2	NaCl, 5	1,06	1,060	1,070
3	0,25	0,2	-	1,03	1,030	1,035
4.	0,25	0,2	NaCl, 9	1,10	1,100	1,105
5	0,25	0,3	-	1,03	1,030	1,040
6	0,25	0,3	NaCl, 13	1,12	1,120	1,131
7	0,3	0,5	-	1,04	1,040	1,040

Примечание: в дистиллированную воду засыпали при перемешивании расчетное количество полимеров, после полного растворения добавляли поваренную соль (NaCl) и шлам (Cu-Pb-Zn руда, 95 % кл. – 0.074 мм). Измеряли плотность свежеприготовленной смеси (*r* №1) на рычажных весах фирмы OFITE, выдерживали в состоянии покоя 24 часа и измеряли плотность верхней части смеси (*r* №2) и нижней (*r* №3). LV – низковязкая полианионная целлюлоза.

Анализ лабораторных данных, представленных в табл. 1, показывает, что добавка шлама в количестве 5 масс. % к полимерному раствору приводит к увеличению плотности раствора на 0,03-0,04 г/см³. Во всех растворах (кроме рецепта № 7) наблюдалось частичное осаждение шлама, что объясняется низкими значениями вязкости и статического напряжения сдвига. Варьирование количеством соли и, соответственно, начальной плотностью раствора не позволяет полностью удерживать шлам во взвешенном состоянии. Плотность горных пород при бурении скважин составляет 2,5-2,7 г/см³, что, соответственно, превышает плотность раствора в 2,27-2,45 раза при условии, что добавляем не менее 10-15 масс. % поваренной соли.

В результате производственных исследований установлено следующее:

1. По результатам производственных наблюдений установлено, что при бурении контрольных скважин происходит поглощение 50 % промывочной жидкости.
2. Для уточнения вещественного состава осадочных горных пород были отобраны 29 образцов керна базальта, аргиллита и хлорита с 6 скважин (РТ-4, РТ-20, РТ-103, СФ-6, СФ-12, СФ-14), глубина отбора 50-1700 м. Исследование вещественного состава и строения пород моронговской, надеждинской, хаканчанской, разведочнинской свиты и тунгусской серии представлено в работах [2, 5], а аналитические исследования образцов горных пород с исследуемых скважин проводили в КНЦ СО РАН и Институте горного дела, геологии и геотехнологий СФУ [3].
3. По данным ООО «Норильскгеология» по проведению ГРП, усредненный объем буровых работ с применением промывочных жидкостей составляет 62000 погонных метров.
4. Расчетное количество осадка бурового раствора (по расчетам специалистов предприятия), с учетом

коэффициента поглощения (K_n) ориентировочно составляет 248 000 кг/год.

5. Бурение геологоразведочных скважин производится с применением буровых комплексов (КССК, ССК) и разрушение горной породы осуществляется алмазным импрегнированным породоразрушающим инструментом.

6. Для определения количества и гранулометрического размера осадка бурового раствора были отобраны 49 проб буровых растворов со скважин РТ-4, РТ-20, РТ-103, СФ-6, СФ-12, СФ-14 и привезены в СФУ для проведения исследований.

7. Определение гранулометрического состава осадка бурового раствора (далее по тексту – шлам) проводили на лазерном анализаторе FRITSCH ANALYSETTE 22 MicroTec PLUS, фирмы Fritsch, (Германия), который позволяет определять частицы в жидкой среде и распределять их по размерам от 80 нм до 2 мм. В результате выполненных анализов установили, что размер частиц шлама находится в диапазоне 0,02-0,075 мм (20-75 мкм). Нижняя граница соответствует размеру глинистых частиц, которые переходят в раствор, и в этом случае получается естественный буровой раствор с низким содержанием твердой фазы. Крупные частицы осаждаются на дно отстойников [4].

8. Количество твердой фазы определяли по методике, изложенной в международном стандарте ISO 10414-1. В результате исследований установлено, что в 1000 литрах раствора содержится в среднем 40 кг твердых частиц.

9. Естественный буровой раствор обрабатывается биополимерными реагентами и используется для бурения глубоких геологоразведочных скважин.

10. Комплексные исследования, проведенные в лаборатории промывочных жидкостей, подтверждают правомочность использования естественных буровых растворов, обработанных полимерными реагентами для бурения скважин в т. ч. в сложных горно-геологических условиях [4].

11. Полученные за счет наработки коллоидной фазы буровые растворы находятся в равновесии с горными породами за счет естественного солевого баланса, поэтому полностью заменять буровой раствор на свежеприготовленный не рекомендуется.

12. При бурении скважин глубиной более 1000 метров (интервал от 1000 до 1700 м) критерием для частичного обновления бурового раствора может служить плотность бурового раствора.

13. При увеличении плотности бурового раствора на 0,03-0,04 г/см³ необходимо частично проводить замену посредством слива рабочей емкости.

14. Перед запуском насоса необходимо вращать бурильную колонну на низких оборотах (100-150 об/мин) в течение 3-5 минут на весу без разрушения горных пород.

15. Промывку скважины следует начинать с пониженного количества (20–30 л/мин) до появления раствора на устье скважины, после этого перейти на рабочую производительность.

Литература

1. Грей Дж. Р., Дарли Г. С. Г. Состав и свойства буровых агентов (промывочных жидкостей) / пер. с англ. – М.: Недра, 1985. – 509 с.
2. Неверов А.Л., Рожков В.П., Самородский П.Н., Каратаев Д.Д., Неверов А.А. Исследование и разработка промывочных жидкостей для бурения комплексами КССК на Талнахском рудном узле // Известия сибирского отделения секции наук о земле Российской академии естественных наук. Геология, поиски и разведка рудных месторождений. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2014 – № 3(46). – С. 61–73.
3. Неверов А.Л., Рожков В.П., Каратаев Д.Д., Неверов А.А. Исследование влияния растворов солей на гидратацию глинистых минералов при бурении скважин на примере Талнахского рудного узла // Известия Томского политехнического университета. – 2015. – Т. 326. – № 2. – С. 103–116.
4. Неверов А.Л., Рожков В.П., Каратаев Д.Д., Матвеев А.Л., Юрьев П.О. Исследование влияния тонкодисперсного шлама на свойства буровых промывочных жидкостей при бурении скважин комплексами со съёмными керноприемниками на Талнахском рудном узле // Известия Томского политехнического университета. – 2015. – Т. 326. – № 8. – С. 110–119
5. Нескормных В.В., Неверов А.Л., Рожков В.П., Каратаев Д.Д., Неверов А.А. Анализ горно-геологических условий бурения глубоких скважин на Талнахском рудном узле // Известия Томского политехнического университета. – 2015. – Т. 326. – № 1. – С. 100–110.