

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА БУРОВЫХ РАСТВОРОВ НА ВОДНОЙ ОСНОВЕ
С ДОБАВКАМИ ПОЛИМЕРОВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ЗАРУБЕЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА
ДЛЯ БУРЕНИЯ ГЛУБОКИХ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН**

А.А. Неверов, К.П. Волинская, А.Н. Черепова

Научный руководитель доцент А.Л. Неверов

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

В работе [3] представлены аналитические исследования геологического материала Талнахского рудного узла, которые показали, что неустойчивость стенок скважин связана со специфическим минеральным составом материала, заполняющего трещины рудных зон и слагающих стенки скважин в осадочных толщах.

По заданию ООО «Норильскгеология» были проведены лабораторные исследования буровых растворов, содержащих силикат натрия, разработана технология приготовления растворов с добавками крахмала. Добавление жидкого стекла от 40 мл/л раствора благоприятно сказывается на сохранности хлоритовых образцов. На поверхности образца образуется нерастворимая силикатная пленка, которая препятствует гидратации образца. Визуальный осмотр показал, что фильтрат не проникает внутрь образца, что свидетельствует о взаимодействии силиката с катионами, в результате наблюдается естественная силикатизация хлоритов и монтмориллонита. Применение модифицированного крахмала позволяет контролировать фильтрационные потери совместно с жидким стеклом. Проявляется синергизм при содержании жидкого стекла от 80 до 100 мл/л раствора. Силикат натрия, как показали наши исследования, характеризуется отличной кольматирующей способностью, а хлорид натрия работает как ионный насос, засасывая в глинистую породу воду, что впоследствии приводит к повышению подвижности пород и осыпанию стенок скважины [2].

По предложению начальника производственного отдела ООО «Норильскгеология» Д.Д. Каратаева в лаборатории промысловых жидкостей СФУ были проведены сравнительные исследования импортных и отечественных реагентов с целью возможного применения при бурении глубоких скважин комплексами снарядов со съёмными керноприемниками (КССК) на Талнахском рудном узле (химические реагенты были привезены с ООО «Норильскгеология»).

Методика проведения эксперимента

В дистиллированную воду при перемешивании добавляли расчетное количество полимерных реагентов и перемешивали до полного растворения, далее засыпали соль или заливали жидкое стекло. Параметры буровых растворов определяли по методике изложенной в ISO 10414 – 1 – 2008 на оборудовании фирмы OFITE (США) в аккредитованной лаборатории буровых промысловых жидкостей института Нефти и газа Сибирского федерального университета (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.518980 от 27 апреля 2012 года). После измерения основных параметров в исследуемые растворы погружали таблетки из монтмориллонитовой глины Таганского месторождения, спрессованные под давлением 41,37 МПа на компакторе фирмы OFITE (США).

После выдерживания таблеток в растворах 24 – 72 часа проводили визуальный осмотр, после этого целые таблетки разрезали и фиксировали глубину проникновения фильтрата. Концентрация солей рассчитывалась исходя из ранее полученных результатов по оптимальной плотности буровых растворов. По данным А.М. Яковлева и Б.Б. Кудряшова [1] расчетная плотность буровых растворов, необходимая для поддержания устойчивости стенок скважин на Талнахском рудном узле составляет 1,03 г/см³, что соответствует 5 % содержанию поваренной соли в буровом растворе. Для сравнения брали соли хлористого калия и хлористого аммония в эквивалентных количествах.

Глинистые таблетки фотографировали до и после выдерживания в буровых растворах. В данной статье невозможно представить фотоматериал, но мы готовы предоставить, заинтересованным в нашей работе специалистам.

Для приготовления буровых растворов использовали следующие отечественные химические реагенты: «Гаммаксан» – ксантановый биополимер, ТУ 2458-002-50635131-2003, низковязкая полианионная целлюлоза «Оснопак-н» ТУ 2231-001-70896713-2004, «Амилор Р-120» и «Амилор Р-121» водорастворимый модифицированный крахмал (ТУ 9187-105-00334735-06), производства компании «Миррико»; силикат натрия (плотность – 1,33–1,45 г/см³), хлористые натрий, калий и аммоний, оксид магния.

Химические реагенты компании MI SWACO, Schlumberger Company: «POLY-SAL» - крахмал высокого качества, используется для контроля фильтрации и стабильности реологических параметров во всех типах буровых растворов на водной основе; «PLATINUM PAC» - полианионная целлюлоза; «FLOTROL» - крахмал, производная для контроля фильтрации буровых растворов, обеспечивает синергический эффект с ксантановыми смолами; «THRUTROL» - специально модифицированные производные крахмала, используется в промысловых жидкостях на водной основе; «HIBTROL EHV» - одна из последних разработок компании M-I Drilling Fluids, уникальный полимер целлюлозы нового поколения, активированный ионами алюминия.

Основные выводы по результатам экспериментальных исследований

1. При добавлении химических реагентов MI SWACO, Schlumberger Company к растворам, содержащим ксантан, наблюдается синергический эффект, положительно влияющий на устойчивость глинистых горных пород; 2. Крахмальные реагенты серии «Амилор» добавлять в биополимерные растворы нецелесообразно;

3. При добавлении в раствор крахмальных реагентов «FLOTROL» или «THRUTROL» (2мас.%) совместно с гаммаксаном (0,2мас.%) и силикатом натрия (50 мл/1000мл) обеспечивается сохранность образцов с образованием на поверхности тонкой непроницаемой корки; реологические параметры удовлетворяют требованиям,

предъявляемым к промывочным жидкостям для бурения скважин комплексами КССК-76;

4. Набухание глинистой таблетки в течение 24 часов в растворах с добавлением «POLY – SAL» составило порядка 30-32 %, сохранность образца удовлетворительная, разрывы отсутствуют.

5. « PLATINUM PAC» в сочетании с гаммаксаном и силикатом натрия не уступает по крепящим свойствам крахмальным реагентам;

5. Крахмальные реагенты типа «AMILOR-120» и «AMILOR-121» в сочетании с гаммаксаном и силикатом натрия не позволили обеспечить устойчивость глинистых образцов, поэтому на наш взгляд реагенты нецелесообразно применять для приготовления буровых растворов для бурения комплексами КССК-76;

7. Силикат натрия (100 мл/1000мл) в сочетании с гаммаксаном (0,3 мас.%) и «Оснопак-н» (0,5–1 мас.%) оказывает крепящее действие на глинистые образцы; на срезе видно, что вода практически не проникает внутрь образца; минимальная концентрация силиката натрия при которой ранее отмечали аналогичное явление составило 80 мл/1000 мл раствора; необходимо отметить, что такая концентрация работает в сочетании с модифицированным крахмалом производства MI SWACO, Schlumberger Company;

8. Добавление соли вместо жидкого стекла приводит к разрушению образцов на крупные агрегаты; образцы находились в растворе 44 часа; это можно объяснить влиянием ионов солей на подвижность молекул воды; ионы K^+ , Cl^- , NH_4^+ ускоряют подвижность молекул воды, что способствует более быстрому проникновению в микропоры и микротрещины и как следствие приводит к разрушению глинистых образцов.

9. Варьирование концентрацией гаммаксана от 0,3 до 0,5 мас. % при добавке «Оснопак-н» 0,5 мас.% и поваренной соли 5 мас.% не меняет ранее отмеченного эффекта – проникновения молекул воды в микропоры и микротрещины образцов и разделения на крупные агрегаты;

10. Добавление 50 мл/1000 мл силиката натрия в сочетании с гаммаксаном (0,2 - 0,5 мас.%) и «Оснопак-н» (0,5 мас.%) не обеспечивает сохранности образца; недостаточное количество жидкого стекла приводит только к частичному эффекту силикатизации;

11. Недостаточное количество силиката натрия (50 мл/1000 мл) приводит к тому, что через 48 часов давление набухания преодолевает крепящее действие силиката и образец начинает разрушаться. Иллюстрация влияния времени нахождения образца в растворе;

12. При добавлении к растворам, содержащим в своем составе ксантан и крахмал, силиката натрия в количестве 100 мл/1000 мл глинистые таблетки не разрушались в течение длительного времени (более 72 часов);

15. При добавлении простых солей к растворам полимеров отмечали разрушение образцов в течение первых 24 часов;

16. При повторном погружении разрушенных образцов в дистиллированную воду отмечалось следующее: после взаимодействия с солями хлористого калия и аммония глинистые образцы не набухали в воде, а после взаимодействия с поваренной солью наблюдалось неограниченное набухание в пресной воде;

17. При повторном погружении образцов, обработанных силикатом натрия, в дистиллированную воду наблюдалось неограниченное набухание, поэтому при применении жидкого стекла необходимо поддерживать расчетную концентрацию при бурении по глинистым горным породам.

Заключение

При добавлении силиката натрия к раствору, содержащему в своем составе соль натрия, калия или аммония от 6 мас.% и более начинает образовываться гелевая структура, что приводит к нейтрализации соли и силиката. Поэтому концентрация соли не должна превышать 5 мас.%. Для бурения по глинистым горным породам рекомендуем применять соли хлористого калия или хлористого аммония. Количество добавляемых солей kg/m^3 раствора: $KCl - 63,4$; $NH_4Cl - 45,7$. Расчетное количество позволяет получать растворы с плотностью $1030 kg/m^3$.

Параметр статическое напряжение сдвига раствора контролируется биополимером ксантанового типа, поэтому концентрация должна быть не менее 0,25 мас.%. Низковязкая полианионная целлюлоза не влияет на структуру раствора, а увеличивает пластическую вязкость. В этом и проявляется синергетический эффект. Критерием осаждения или нахождения шлама во взвеси может служить перелив раствора при отрыве инструмента от забоя для извлечения керноприемной трубы или наращивания бурильной трубы. Если наблюдается «перелив» то это свидетельствует об осаждении шлама и его накоплении в нижней части скважины. В конечном итоге это может привести к прихвату инструмента, а повышенные давления приводят к нарушению целостности изношенных бурильных труб и как следствие к аварийным ситуациям.

Литература

1. Кудряшов Б.Б., Яковлев А.М. Бурение скважин в осложненных условиях: учеб. пособие для вузов. – М.: Недра, 1987. – 269 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. Нескоромных 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.