

их эффективности, но и затрудняет использование современных навигационных систем при бурении наклонных и горизонтальных скважин.

По данным обработки серийных калибраторов ПК-139,7 при бурении скважин в филиале «Тюменбурггаз» ДОО «Бургаз» установлено, что средний ресурс их работоспособности составляет не более 13-15 часов при диаметральном износе рабочих лопастей 3-4 мм.

Для кардинального улучшения показателей работы калибраторов необходимо добиться снижения темпа износа их вооружения, так как известные вставки из твердых сплавов типа ВК не обладают достаточной стойкостью к абразивному износу.

Предложено использовать для армирования рабочих лопастей калибраторов вставки из синтетических поликристаллических алмазов типа «Карбонадо» АРК-4 с зернистостью 630/400 и 1600/1250 мкм в связке МБ, состоящей из никелевого порошка и электролитической меди.

Вставки под шифром ВСК-16 изготавливались диаметром 16 мм, причем верхняя их часть толщиной 4 мм содержала до двух карат синтетических алмазов. Нижняя часть калибратора оснащалась вставками повышенной зернистости (1600/1250 мкм), что обеспечивало эффективное разрушение горных пород, слагающих стенки скважины. Схема расстановки алмазных вставок по поверхности рабочих лопастей обеспечивала как минимум трехкратное перекрытие каждой точки поверхности ствола скважины.

Промысловые испытания опытных партий алмазных калибраторов при роторном бурении скважин на площадях «Оренбургбургаза», «Тюменбурггаза» и «Кубаньбургаза» показали, что их стойкость на порядок превышает аналогичные показатели серийных калибраторов.

В тоже время отработка алмазных калибраторов КЛС-215,9 АЛ при форсированных режимах турбинного бурения на скважине № 105 Северо-Уренгойского ГКМ, когда частота вращения вала турбобура ЗТРХ-195 достигала 600 мин<sup>-1</sup>, выявила недостаточную стойкость медно-никелевой матрицы. Повышенный износ лопастей калибратора (4,1 мм за 29 часов проработки ствола скважины в интервале от 1350 до 2554 м) объяснялся разрушением относительно легкоплавкой матрицы алмазных вставок при высокоскоростном взаимодействии со стенками скважины. Это подтвердилось при визуальном изучении характера изнашивания рабочих лопастей калибратора, поднятого из скважины.

Для предотвращения этого явления совместно с опытным производством ОАО «Терекалмаз» был организован выпуск опытных партий алмазных калибраторов, армированных вставками из синтетических поликристаллических алмазов типа «Спеки» АРС-4 в твердосплавной матрице № 4, специально разработанной для бурения абразивных, трещиноватых, средне- и крупнозернистых пород VIII-Х-категорий буримости. Алмазные вставки под шифрами Д16 50% М7-07 АРС4 1600/1250 и Д 16 50% М7-07 АРС 4 630/500 изготовлены диаметром 16 мм. Каждая вставка содержала алмазный слой толщиной до 4 мм с содержанием алмазов до 2,5 карат.

Опытные образцы калибраторов КЛС 157 АЛ были успешно обработаны при бурении поисковой скважины № 2 Каинсайской площади филиала «Оренбургбургаз» в интервале 5850-6090 (девонские отложения). Систематическое наблюдение за состоянием калибраторов не выявило значительного износа рабочих лопастей.

Аналогичные испытания калибраторов КЛС 292 АЛ на скважине № 30 Восточно-Песчаной площади филиала «Оренбургбургаз» также подтвердили рациональность принятого решения.

#### Литература

1. Булатов А.И., Долгов С.В. Спутник буровика: Справ.пособие: кн. 1. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2005. – 379 с.
2. Абубакиров В.Ф., Буримов Ю.Г. Оборудование буровое, противовибросовое и устьевое: Справ.пособие: том 1 – Изд.: ИРЦ Газпром, 2007. – 732 с.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ГЛИН СИБИРСКОГО РЕГИОНА МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ НА ПРИМЕРЕ СЫРЬЯ ИСПОЛЬЗУЕМОГО ЗАВОДАМИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ, КАК ВОЗМОЖНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ НУЖД БУРЕНИЯ СКВАЖИН НА НЕФТЬ И ГАЗ**

**Р.Р. Сагитов<sup>1</sup>, К.М. Минаев<sup>1</sup>, Д.О. Мартынова<sup>2</sup>, П.В. Куликов<sup>1</sup>, А.А. Виканов<sup>1</sup>**  
Научный руководитель: профессор Борисов К.И.

<sup>1</sup>*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

<sup>2</sup>*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Глина является неотъемлемым компонентом буровых, как структурообразователь и тампонажных растворов в качестве добавок регулирующих реологические и прочностные свойства. На данный момент глинистые материалы, используемые при сооружении скважин в Томской области, являются привозными с других регионов РФ, либо других стран. В составе ресурсной базы присутствующую месторождения глины различного минералогического состава, которые могли бы служить в качестве сырья для изготовления глинистых материалов для нужд бурения скважин на нефть и газ.

Глинистые минералы представляют собой гидратированные слоистые и слоисто-цепочечные алюмосиликаты, образующиеся преимущественно при химическом выветривании пород, накоплении осадков и некоторых других процессах [1]. Основными элементами структуры глины являются тетраэдры [SiO<sub>4</sub>] и октаэдры

[AlO<sub>6</sub>]. Часть атомов кислорода этих тетраэдров и октаэдров связана с водородом в виде гидроксоалюминатных Al-OH и силанольных Si-OH групп. В пределах октаэдрического слоя различают два типа OH-групп, ориентированных поперечно к слою и параллельно ему. В структурах глин рядов каолинитов и монтмориллонитов сочетаются оба эти типа групп. Также одним из основных компонентов глин является вода в форме растворённых координационно связанных молекул, координирующихся в межслоевом пространстве по типу интерколяции [2].

Минералогический состав глин очень важен, так как имеет большую значимость, а именно на его основании выбираются типы глин для практического применения в разных отраслях промышленности, для оценки качества глинистого материала также необходимо изучение минералогического состава. В рамках данного исследования важными минералами являются каолинит и монтмориллонит. Химический состав монтмориллонита переменный, содержание основных химических соединений: SiO<sub>2</sub> 45-55%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 18-20%, MgO и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> доли%, Na<sub>2</sub>O и CaO до 1,5%, H<sub>2</sub>O до 24-26%, в то время как состав каолинита более постоянен: 39,5% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 46,5 % SiO<sub>2</sub> и 14 % H<sub>2</sub>O.

Для определения строения поверхности и структуры глин образцы (Таблица) исследовали методом ИК-спектроскопии. ИК-спектры поглощения были получены на спектрометре Nicolet 6700 (Thermo Fisher Scientific) методом нарушенного полного внутреннего отражения в интервале 400-4000 см<sup>-1</sup>. Образцы были предварительно измельчены и высушены при 150 °С в течение 6 часов для удаления сорбированной воды и органических загрязнений.

Таблица

Характеристика образцов

№ образца	Месторождение	Расположение
1	Туганское	Томская область
2	Богашёвское	Томская область
3	Туганское	Томская область
4	10 хутор (Черногорское)	Республика Хакасия
5	Вороновское	Томская область
6	Кайлинское	Кемеровская область
7	Карьер на юго-востоке г. Юрга	Кемеровская область

В полученных спектрах глин выделили две области: область поглощения молекул воды и гидроксильных групп на поверхности 3700-3300 см<sup>-1</sup> и 1640 см<sup>-1</sup>, а также область 1250-830 см<sup>-1</sup>, отвечающая за валентные колебания тетраэдров [SiO<sub>4</sub>] и фрагментов Al-O-H.

ИК-спектры образцов № 1, 3, 6 и 7 (рис. 1) характеризуются наличием раздвоенного пика, соответствующего валентным колебаниям гидроксила, который состоит из двух узких полос с максимумами поглощений около 3690 и 3620 см<sup>-1</sup>. Наличие двойного пика свидетельствует о присутствии двух типов гидроксильных групп, по-разному вовлечённых в систему водородных связей. Это следствие того, что водородная связь X-O-H...O (где X – Al, Si) может быть образована с атомом кислорода, как одного и того же слоя, так и соседнего. Гидроксилу, расположенному поперечного слоя, выгоднее образовывать водородную связь с соседним (тетраэдрическим) слоем, а гидроксилу, находящемуся в плоскости слоя – с атомами кислорода своего слоя. Таким образом, полоса около 3690 см<sup>-1</sup> отвечает колебаниям фрагмента Al-O-H...O, в котором водородная связь образована атомами соседних слоёв, а пик в районе 3620 см<sup>-1</sup> соответствует колебаниям фрагмента Al-O-H...O, образованного атомами, расположенными в пределах одного слоя. По соотношению интенсивностей этих полос можно отличить слоистые силикаты группы каолинита друг от друга. В случае образцов № 1, 3, 6 и 7 интенсивность коротковолнового пика выше интенсивности длинноволнового, что характерно для каолинита, причем эта разность уменьшается в ряду № 7, 1, 3, 6, что может свидетельствовать и об уменьшении доли каолинита в данных образцах. OH-группы также могут быть связаны водородной связью с молекулами воды, координированными в межслоевом пространстве. Деформационные колебания молекул координированной воды с поглощением в области 1635 см<sup>-1</sup> и асимметричная полоса в области от 3200 до 3500 см<sup>-1</sup> наиболее отчётливо присутствуют в глинах № 2, 4 и 5 (рис. 1), что может быть связано с недостаточной сухостью образцов. Поглощение в области 3740 см<sup>-1</sup> соответствует колебаниям одиночных силанольных групп.

Для образцов с высоким отношением Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub> (рис. 1) характерно проявление нескольких полос поглощения в области 1000-1100 см<sup>-1</sup>. А именно, полосы около 1005 и 1030 см<sup>-1</sup> соответствуют валентным колебаниям мостиковых связей Si-O-Si(Al) в кристаллической решётке минералов группы каолинита. Полосы поглощения в области 900-1000 см<sup>-1</sup> отвечают за валентные колебания немостиковых связей Si-O в различных силикатных и алюмосиликатных группировках, а также в простых орто- и диортосиликатных анионах в аморфной фазе. В рассматриваемых образцах наблюдаются полосы в районе 915 и 940 см<sup>-1</sup>, характеризующие проявление деформационных колебаний немостиковых связей Al-O(-H). Полосы поглощения в области 1100-1200 см<sup>-1</sup> можно интерпретировать как асимметричные колебания внешних Si-O связей [3].

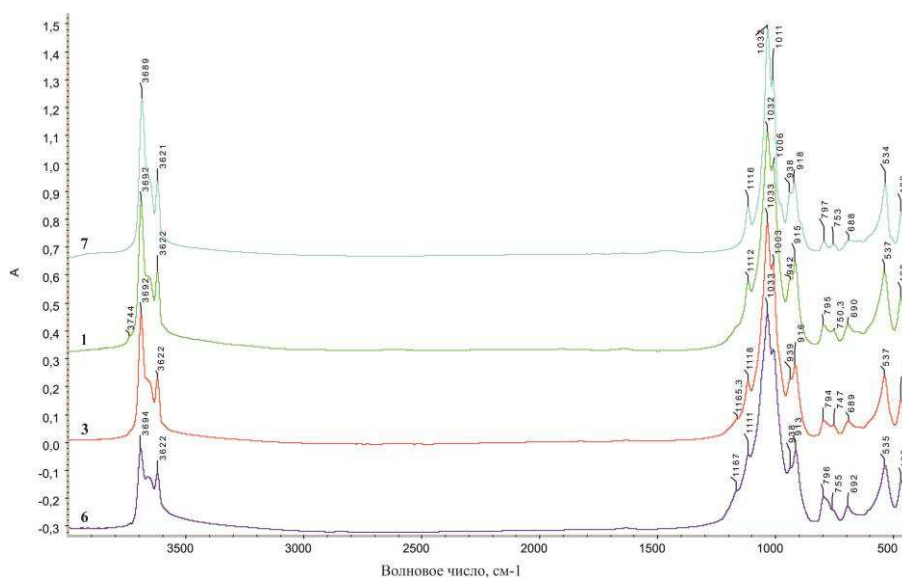


Рис. 1 – ИК спектры образцов с высоким соотношением  $Al_2O_3/SiO_2$

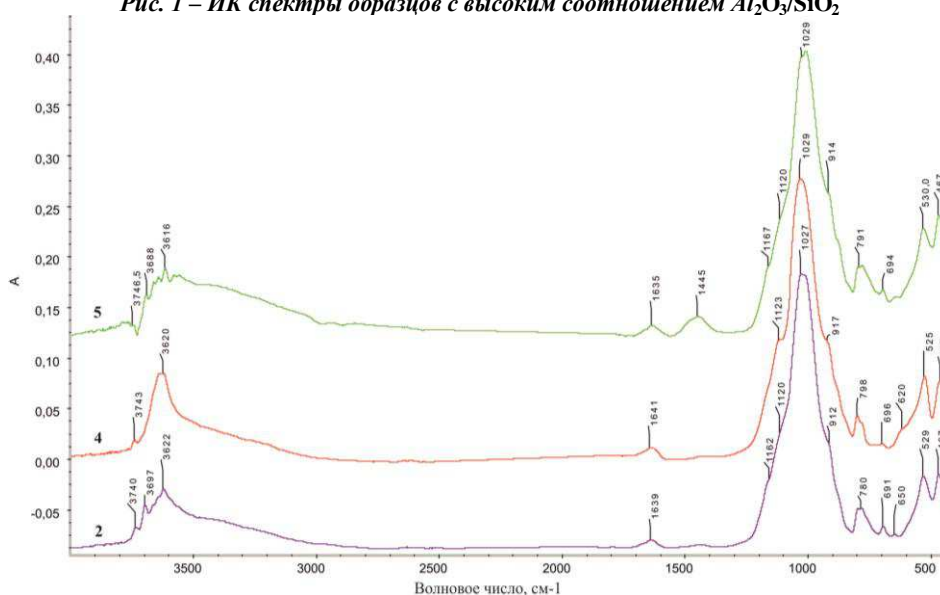


Рис. 2 – ИК спектры образцов с низким соотношением  $Al_2O_3/SiO_2$

Образцы с более низким отношением  $Al_2O_3/SiO_2$  (рис. 2) характеризуются широким пиком в области  $1000-1100\text{ см}^{-1}$  и менее выраженными пиками, соответствующими колебаниям связей  $Al-O(H)$ . Форма пиков в областях 3620 и 3690 также свидетельствует о более низком содержании алюминия в образцах № 2, 4, 5.

Для всех типов образцов характерны полосы поглощения, соответствующие колебаниям связей  $Si-O-Al$  в областях  $750$  и  $530\text{ см}^{-1}$ , полосы около  $467$  и  $690\text{ см}^{-1}$ , относящиеся к деформационным колебаниям угла  $Si-O-Si$ , включающие мостиковый кислород, и  $790\text{ см}^{-1}$ , отвечающий валентным симметричным колебаниям  $Si-O-Si$ , характерным для кремния в тетраэдре  $SiO_4$ .

Таким образом, исследуемые образцы можно разделить на две группы с большим и меньшим соотношением  $Al_2O_3/SiO_2$ . Группа с большим отношением  $Al_2O_3/SiO_2$  характеризуется и большим содержанием каолинита в образцах, который может быть использован в качестве добавок к тампонажному раствору. Группа с меньшим отношением  $Al_2O_3/SiO_2$  характеризуется большим содержанием монтмориллонита, возможность использования которого может быть в качестве основы бурового раствора. В дальнейшем планируется детальное изучение минералогического состава каждой группы и разработка методов активации глинистого материала.

#### Литература

1. Котельников Д.Д., Коныхов А.И. Глинистые минералы осадочных пород. – М: Недра, 1986. – 247 с.
2. Сергеева А.В., Наумов А.В., Рычагов С.Н., Чернов М.С. Структурная вода в гидротермальных глинах Нижне-Кошелевской термоаномалии (Южная Камчатка) по данным инфракрасной спектроскопии // Вестник ВГУ: серия геология. – 2012. - № 2. – С. 61-68.
3. Madejova J. FTIR techniques in clay mineral studies // Vibrational Spectroscopy. – 2003. – V. 31. – С. 1–10.