



УДК 622.016.25:631.837:622.245.542

## РАЗРАБОТКА ВОДОИЗОЛИРУЮЩЕГО СОСТАВА НА ОСНОВЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РЕМОНТНО-ИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ

### DEVELOPMENT OF WATER SHUT-OFF COMPOSITION ON THE BASIS OF THE ORGANO-MINERAL COMPLEX FOR SQUEEZE CEMENTING

**Арсланов Ильдар Робертович**

заместитель начальника отдела  
ремонтно-изоляционных работ,  
ООО «Уфимский НТЦ»  
Arslanovir@ufntc.ru

**Гусарова Екатерина Игоревна**

кандидат химических наук,  
заведующий лабораторией  
химических исследований,  
ООО «Уфимский НТЦ»

**Телин Алексей Герольдович**

кандидат химических наук,  
заместитель директора по научной работе,  
ООО «Уфимский НТЦ»  
telinag@ufntc.ru

**Аннотация.** В работе представлены результаты физико-химических исследований водоизолирующего состава на основе органоминерального комплекса, обладающего низкой начальной динамической вязкостью. Установлены концентрации компонентов, необходимые для оптимального время гелеобразования состава при средних и низких температурах. Полученные результаты подтверждают возможность применения данного водоизолирующего состава при проведении ремонтно-изоляционных работ.

**Ключевые слова:** гибридные тампонажные материалы, ремонтно-изоляционные работы, водоизоляционный состав, органоминеральный комплекс, время гелеобразования.

**Arslanov Ildar Robertovich**

Deputy Head of the Department  
of squeeze cementing  
«UNTC» LLC  
Arslanovir@ufntc.ru

**Gusarova Ekaterina Igorevna**

Candidate of Chemistry,  
Head of the chemical testing laboratory,  
«UNTC» LLC

**Telin Alexei Geroldovich**

Candidate of Chemistry,  
Deputy Director for Science,  
«UNTC» LLC  
telinag@ufntc.ru

**Annotation.** This paper presents the results of physical and chemical studies of the water shut-off composition based on the organo-mineral complex, having low initial dynamic viscosity. The concentrations of the components necessary for the optimum gelation time of the composition at medium and low temperatures are determined. The obtained results confirm the possibility of application of the water shut-off composition in squeeze cementing operations.

**Keywords:** hybrid plugging materials, squeeze cementing, water shut-off composition, organo-mineral complex, gelation time.

Известно, что многие нефтяные месторождения, находящиеся в поздней стадии разработки, характеризуются наличием «стареющего» фонда скважин, осложненного негерметичностью эксплуатационных колонн, заколонными перетоками и, как следствие, высокой обводненностью продукции скважин.

Ухудшение технического состояния скважин, а также высокая обводненность обуславливает поиск и внедрение новых эффективных технологий ремонтно-изоляционных работ с применением инновационных тампонажных и водоизоляционных материалов.

Основными недостатками большинства водоизоляционных составов являются их низкая проникающая способность, невысокая устойчивость в пластовых условиях, большая чувствительность к пластовым температурам, токсичность, высокая стоимость и т.д. [1, 2].

В последнее время создание гибридных тампонажных материалов на основе интерполимерных или органоминеральных комплексов показало перспективность данного подхода [3–5].

В данной работе представлены результаты физико-химических исследований водоизоляционного состава на основе органоминерального комплекса, сочетающего в себе свойства, присущие силикатным и органическим тампонажным материалам.

В лабораторных условиях составы готовили смешением органических и минеральных компонентов, а также понизителя водоотдачи при комнатной температуре в определённых соотношениях. При взаимодействии компонентов состава образуется тампонажный материал на основе золя крем-



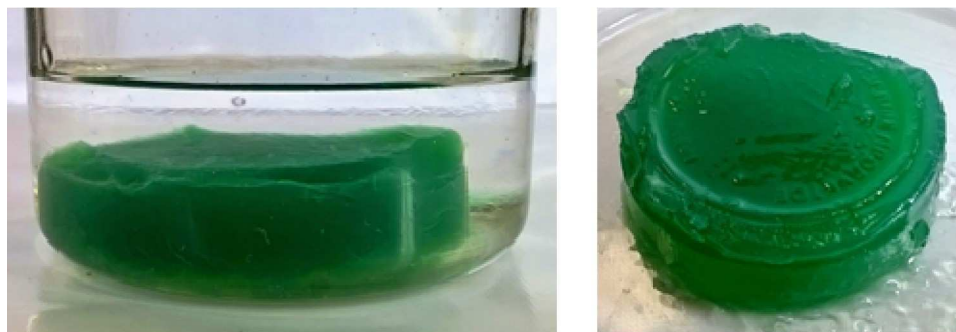
ниевой кислоты и полиакриламида, переходящий со временем в вязкоупругий гель. Критериями оценки при подборе оптимальных концентраций органо-минеральных компонентов являлись: время гелеобразования при средних и низких температурах, предельное напряжение сдвига. В таблице 1 представлен диапазон времени гелеобразования при различных температурах, в зависимости от оптимальных концентраций компонентов состава.

**Таблица 1** – Время гелеобразования состава при различных температурах

Время гелеобразования, час			
5 °С	25 °С	40 °С	50 °С
1,5–6,5	3,5–7,0	4,5–8,5	1,5–7,0

Варьированием концентрации компонентов состава регулируется время гелеобразования в пластовых условиях и прочность образующегося геля при температурах от 5 °С до 50 °С. Данный состав отверждается во всем объеме, обладает низкой начальной динамической вязкостью, близкой к воде, а также регулируемым временем гелеобразования.

Один из образцов состава был подвержен солевой деструкции выдерживанием его в течение одного месяца в высокоминерализованной воде хлоркальциевого типа (250 г/л).



**Рисунок 1** – Фото водоизоляционного состава после выдерживания в высокоминерализованной воде (250 г/л) в течение 1 месяца

Из рисунка 1 видно, что водоизоляционный состав на основе органо-минерального комплекса не подвержен солевой деструкции, что говорит о перспективности его применения для объектов с высокой минерализацией пластовых вод.

Исследования реологических характеристик образцов определялись на ротационном вискозиметре Haake Viscotester iQ (Германия) с использованием системы воспринимающих элементов «цилиндр-цилиндр».

Для изучаемых образцов применяли сдвиговой тест при изменении скорости сдвига в диапазоне от 0,1 до 300 с<sup>-1</sup>, при котором определяется зависимость напряжения сдвига и вязкости от скорости сдвига. При этом повышение скорости сдвига производилось ступенчато, с заданным шагом в логарифмическом масштабе. Для определения предельного напряжения сдвига построение реологической кривой осуществлялось в режиме контролируемого напряжения сдвига.

Исходя из реологических характеристик образцов была выбрана одна рецептура с наилучшими показателями (табл. 2).

**Таблица 2** – Реологические характеристики состава в оптимальном соотношении компонентов

Эффективная вязкость при различной скорости сдвига, Па·с			Предельное напряжение сдвига, Па
1,27 с <sup>-1</sup>	27,46 с <sup>-1</sup>	300 с <sup>-1</sup>	
73,63	27,46	0,132	146,2

В процессе реологических исследований дополнительно проведены осцилляционные тесты, которые подтвердили наличие у гибридного материала упругих свойств.

В результате физико-химических исследований установлено:

- при взаимодействии компоненты состава способны образовывать гели различной прочности даже при низких температурах;
- изменение соотношений компонентов позволяет регулировать прочностные характеристики и время гелеобразования состава;



- состав на основе органоминерального комплекса не подвержен агрессивному воздействию высокоминерализованным пластовым водам;
- оптимальное время гелеобразования состава при низких температурах и низкая динамическая вязкость геланта позволяют рекомендовать его применение в ремонтно-изоляционных работах для ликвидации негерметичности эксплуатационных колонн и закоронной циркуляции жидкости в условиях вечной мерзлоты и низкопроницаемых зонах объекта изоляции;
- состав обладает высокими значениями модуля накопления, что говорит о наличии упругих свойств;
- перспективность разработанного водоизоляционного состава на основе органоминерального комплекса обусловлена технологичностью его приготовления и закачки в объект изоляции, доступностью компонентов, их достаточно низкой стоимостью, нетоксичностью и высокой прочностью образующегося геля.

#### Литература:

1. Стрижнев К.В. Ремонтно-изоляционные работы в скважинах. – СПб. : Недра, 2010. – 560 с.
2. Уметбаев В.Г., Мерзляков В.Ф., Волочков Н.С. Капитальный ремонт скважин. Изоляционные работы. – Уфа : РИЦАНК «Башнефть», 2000. – 424 с.
3. Ноздря В.И., Ефимов Н.Н., Роднова В.Ю. Изолирующие составы для ремонта скважин на основе нанодисперсных силикатов // Нефть. Газ. Новации. – 2018. – № 1 (206).
4. Ляхов Н.З., Толочко Б.П., Полубояров В.А., Политов А.А., Телин А.Г. Разработка функциональных материалов методами химии твердого тела для нефтегазового комплекса // Бурение и нефть. – 2008. – № 1. – С. 20–22.
5. Политов А.А., Ломовский А.А., Телин А.Г., Корнилов А.А. Использование наноматериалов в создании тампонажных систем с новыми реологическими свойствами // Управление качеством в нефтегазовом комплексе. – 2008. – № 4. – С. 13–14.

#### References:

1. Strizhnev K.V. Remontno-izoljacionnye raboty v skvazhinah (Squeeze cementing in oil wells). – St.Petersburg : Nedra, 2010. – 560 p.
2. Umetbaev V.G., Merzlyakov V.F., Volochkov N.S. Kapital'nyj remont skvazhin. Izoljacionnye raboty (Well workover. Insulating works). – Ufa : Publ. of ANK «Bashneft», 2000. – 424 p.
3. Nozdrya V.I., Efimov N.N., Rodnova V.Yu. Izolirujushhie sostavy dlja remonta skvazhin na osnove nanodispersnyh silikatov (Insulating compositions for well servicing on the basis of nanodisperse silicates) // Oil. Gas. Novation. – 2018. – № 1 (206).
4. Luahov N.Z., Tolochko B.P., Poluboyarov V.A., Politov A.A., Telin G.A. Razrabotka funkcional'nyh materialov metodami himii tverdogo tela dlja neftegazovogo kompleksa (Development of functional materials by the methods of solid state chemistry for oil and gas industry) // Drilling and Oil Journal. – 2008. – № 1. – P. 20–22.
5. Politov A.A., Lomovskij A.A., Telin A.G., Kornilov A.A. Ispol'zovanie nanomaterialov v sozdanii tamponazhnyh sistem s novymi reologicheskimi svojstvami (Use of nanomaterials in creation of plugging systems with new rheological properties) // Quality Management in Oil and Gas Industry. – 2008. – № 4. – P. 13–14.