

# СИНТЕЗ СИЛИКАГЕЛЯ В ПЛАСТОВЫХ УСЛОВИЯХ ПРИ ПОМОЩИ СОСТАВОВ НА ОСНОВЕ ПЛАВИКОВОЙ КИСЛОТЫ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ.

SYNTHESIS OF SILICA GEL IN RESERVOIR BY HYDROFLUORIC COMPOSITIONS TO ENHANCE OIL RECOVERY.

Р.Н. Сагиров- ассистент кафедры геологии нефти и газа, Казанский федеральный университет.  
Научный руководитель: д.г.-м.н. профессор Б.В. Успенский.

R.N. Sagirov- Department of Oil and Gas Geology Assistant, Kazan Federal University.

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor B.V. Uspensky

Вданной статье описан эксперимент по получению силикагеля в лабораторных условиях при помощи плавиковой кислоты.

This article describes an experiment of obtaining in vitro silica gel using hydrofluoric acid.

**Ключевые слова:** силикагель, методы увеличения нефтеотдачи.

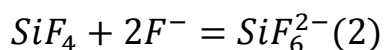
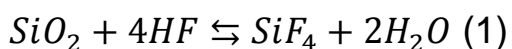
**Key words:** silica gel, enhancing oil recovery.

В настоящее время в связи с истощением на многих месторождениях активных запасов нефти, и прироста трудноизвлекаемых, все больше приобретают популярность методы увеличения нефтеотдачи, свою нишу среди которых заняли потокотклоняющие технологии. На сегодняшний день разработано большое количество потокотклоняющих технологий, наиболее распространёнными из которых являются составы на основе полиакриламида (около 90% всех применяемых составов содержат полиакриламид). Однако применение этих составов имеют определенные ограничения. К ним относятся: температура более 90 °С, при которой гель полиакриламида начинает разрушаться; высокая минерализация пластовой воды, из-за которой так же происходит деструкция геля; разрушение геля при механической нагрузке, что не позволяет использовать гель полиакриламида в низкопроницаемых коллекторах[3].

Существует так же метод Разработанный в ТатНИПНефть основанный на применении силикагеля. Его основными преимуществами по отношению к полиакриламиду является: устойчивость к сильно минерализованным водам. Сущность этого метода заключается в смешивании на устье скважины силиката натрия и соляной кислоты, и последующей закачке реагентов через струйный насос в пласт. При реакции соляной кислоты и силиката натрия продуктом реакции является силикагель, который проходя через струйный насос приобретает дисперсность частиц, и как следствие способность проникать в пласт.[1] Для реализации этого метода необходимая приемистость скважины должна составлять более 200

кубических метров в сутки, что не всегда может быть возможным. В данной работе рассмотрен способ получения силикагеля при помощи плавиковой кислоты.

В настоящий момент основным применением плавиковой кислоты в нефтяной промышленности является использование ее в обработке призабойной зоны пласта, с целью интенсификации добычи. Наиболее распространенным реагентом на основе плавиковой кислоты является глинокислота. Глинокислота представляет собой смесь разбавленной плавиковой кислоты (концентрация 2-5% по массе) и десяти процентной соляной кислоты. Глинокислота применяется для очистки призабойной зоны и уменьшения скинфактора. К. Кроуи в своей работе[4] привел уравнения реакций, проходящих при глинокислотной обработке чистых кварцевых песчаников:



При реакции плавиковой кислоты с полевыми шпатами и глинами могут получаться различные соединения алюминия и фтора, а так же соединения комплексного иона  $\text{SiF}_6^{2-}$  с натрием, калием и кальцием. В ходе реакции 3 образуется золь кремневой кислоты, который при определенных условиях может переходить в силикагель. Таким образом образующийся силикагель можно использовать для изменения инфильтрационных потоков, с целью увеличения охвата пласта. Основным условием влияющим на переход золя кремнистой кислоты в силикагель является водородный показатель [2]. Начало коагуляции золя в гель происходит при водородном показателе равным двум и достигает пика в интервале 6-8 [5]. Для проверки возможности использования силикагеля, образующегося в ходе реакции плавиковой кислоты со скелетом породы, был проведен эксперимент. Из скважины 65-Т, находящейся на Тлянтчи-Тамакской площади, было отобрано три образца керна. С помощью десяти процентного раствора соляной кислоты из размолотых образцов была полностью удалена карбонатная составляющая. В углепластиковую посуду было помещено 30 мл концентрированной плавиковой кислоты, после чего небольшими порциями добавлялся размолотый образец. Через час после начала реакции, мы приступили к титрованию реакционной смеси 10 молярным раствором гидроксида натрия. С периодическим перемешиванием осадка и проверкой водородного показателя при помощи индикаторной полоски. При титровании реакционной смеси образцов №1, №2 и №3 наблюдалось образование осадка фторида натрия. Результаты титрования представлены в таблице 1. Титрование продолжалось до достижения нейтрального pH. По окончании титрования видимого

увеличения вязкости реакционной смеси не наблюдалось. Это объясняется тем, что крупные кристаллы фторида натрия, образующиеся в ходе реакции, не устойчивы. На поверхности кристаллов в присутствии соединений кремния образуется соединение кремнефтористого натрия, который разрушает кристалл фторида натрия, превращая их в взвесь. Таким образом увеличивается поверхность кристаллов, на которой образуется кремнефтористый натрий. Образование кремнефтористого натрия удаляет кремний из раствора, и препятствует образованию силикагеля.

Таблица 1

Результаты титрования продуктов реакции гидроксидом натрия.

№ образца	Масса образца, г.	Объем кислоты, мл	Объем щелочи, мл.	Молярная концентрация кислоты до реакции, моль/л	Молярная концентрация кислоты после реакции, моль/л
1	10	30	38	40,65	11,72
2			35,3		11,76
3			31,5		10,50

Выводы: 1) при определенных условиях силикагель полученный в ходе реакции может быть использован, как потокотклоняющий агент. 2) При дальнейших испытаниях необходимо избегать образования кристаллического фторида натрия в больших количествах.

#### Литература

1. Ганиева, З.М. *Исследование и применение силикатных микрогелевых систем для увеличения нефтеизвлечения: дис. канд. тех. наук ТатНИПИнефть ОАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина, Бугульма, 2013. – 132 с.*
2. Горбунова О.В. *Формирование Микро-и мезопористых кремнеземных материалов в условиях золь-гель синтеза в условии полиэтиленгликоля: дис. канд. хим. наук ИППУ СО РАН, Омск, 2014. – 129 с.*
3. Демахин, С.А., Демахин А.Г. *Селективные методы изоляции водопритока в нефтяные скважины/ Демахин, С.А., Демахин А.Г. // Саратов: Изд-во ГосУНЦ «Колледж», 2003. – 164 с.*
4. Кроуи К., Масмонтейл Ж., Томас Р. *Тенденции в кислотной обработке матрицы//Нефтяное обозрение, 1996 г. No. 5. С. 20-37.*
5. Румянцева, Е. Л. *Золь-гель процессы при разложении высокоосновного шлака кислотой/ Е. Л. Румянцева // Молодой ученый. — 2013. — №7. — С. 27-30*