

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕЛЕОБРАЗУЮЩИХ КОМПОЗИЦИЙ  
НА ОСНОВЕ ЦЕОЛИТА, НСИ И КПАВ (КАТАМИН АБ)  
ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ  
ОБВОДНЕННЫХ ЗОН**

Гафаров Ш.А., Салех С.К.

*В статье описывается эффективный состав гелеобразующих компонентов (цеолитный компонент, НСИ и в качестве регулятора скорости времени гелеобразования использовали катамин АБ). Предложенные композиции имеют небольшую вязкость и регулируемый период гелеобразования, состав не столь агрессивен. Приведены результаты экспериментальных работ по изучению изменения фильтрационных характеристик образцов, изменения градиента давления гидрорыва и снижения водопроницаемости.*

Одним из методов ограничения и ликвидации водопитока в скважины является использование гелеобразующих композиций. Образование геля непосредственно в пластовых условиях позволяет создавать зону (экран) с повышенным фильтрационным сопротивлением и исключать межпластовые перетоки, подтягивание подошвенных вод.

Существуют различные составы гелеобразующих композиций для регулирования проницаемости высокотемпературных пластов. Например, композиции на основе нефелина и соляной кислоты, высокоглиноземистого цемента (ВГЦ) и соляной кислоты и др. Недостатками известных композиций является низкая эффективность вследствие быстрой нейтрализации кислотного раствора, в результате чего гелеобразующая композиция теряет свои свойства, а также трудность при дозировке реагентов и приготовлении состава.

Задачей данной работы является повышение технологичности, и эффективности гелеобразующей композиция за счет регулирования времени гелеобразования.

Известно[1,2], что способность к гелеобразованию определяется содержанием оксидов кремния и алюминия, которые при растворении в неорганических кислотах образуют композиции. Взаимно коагулируя, они создают гели, состоящие из аморфных положительно заряженных оксидов алюминия и отрицательно заряженных поликремневых кислот, расположенных в определенных соотношениях. Процесс растворения идёт при избыточном

содержании кислоты. Последующее образование геля происходит путем агрегации с образованием областей трехмерных полимерных сеток. Такие области микро геля продолжают увеличиваться до тех пор, пока твердый микрогель не займет примерно половину всего объема. При этом вязкость становится очень большой, и золь достигает "точки геля".

Необходимое время гелеобразования подбирают путем изменения концентрации регулятора гелеобразования в составе цеолита. Регулятор скорости гелеобразования адсорбируется на поверхности растущих мицелл геля, уменьшает скорость их роста и тем самым увеличивает время гелеобразования.

Для подбора эффективного состава гелеобразующих компонентов и придания составу приемлемой скорости гелеобразования использовали следующие реагенты:

- цеолитный компонент для производства синтетических моющих средств (ЦКСМС)- порошок белого цвета, относится 4 классу опасности, выпускается по ТУ 381011366. Химически состав (ЦКСМС) следующий:  $Al_2O_3$ -28%,  $SiO_2$ -34,4%,  $Na_2O$ -17,6% связанная вода-20%;

- раствор соляной кислоты HCl, выпускаемый по ТУ 6-01-04689381 плотностью 1110 кг/м<sup>3</sup> и являющийся отходом производства;

- в качестве регулятора скорости гелеобразования использовали катамин АБ. Катамин АБ относится к классу катионно-активных ПАВ, представляет собой четвертичное аммониевое соединение, получаемое конденсацией третичного амина и бензохлорида формулы  $(R_1R_2R_3N^+CH_2C_6H_5)Cl^-$ , где  $R_1$ = алкил  $C_8-C_{18}$ ;  $R_2$ = $CH_3; C_2H_5; C_3H_7$ ;  $R_3$ =  $CH_3; C_2H_5; C_3H_7$ .

Раствор для исследования времени гелеобразования готовили путем растворения навески цеолита в соляной кислоте, при перемешивании (15-20 минут) до полного растворения.

Определение времени гелеобразования проводили следующим образом: солянокислотные растворы цеолита в герметично закрытых ампулах, помещали в термостат и визуально следили за процессом гелеобразования. Результаты экспериментов приведены в табл. 1, 2 и рис. 1, 2.

Таблица 1

Зависимость времени гелеобразования от концентрации ПАВ  
в гелеобразующей композиции цеолит-соляная кислота при (20<sup>0</sup>С)

Состав композиции		Время гелеобразования при 20 <sup>0</sup> С, час				
Цеолит, г/л	HCL, мас. %	Концентрация катамина АБ, %				
		0,0	0,05	0,1	0,5	1,0
60	6,0	228,50	335,00	-	-	-
65	6,5	170,50	215,00	-	-	-
70	7,0	118,00	207,00	248,00	285,00	-
75	7,5	102,50	107,00	131,00	154,00	181,00
80	8,0	68,50	79,00	95,00	125,00	140,00
85	8,5	51,50	54,50	75,50	98,00	123,00
90	9,0	40,00	43,00	49,00	72,00	98,00
95	9,5	30,00	35,50	39,00	45,00	66,00
100	10,0	23,50	25,00	27,00	36,00	49,00

Данные табл. 1,2 показывают, что рост концентрации цеолита и соляной кислоты приводит к уменьшению времени гелеобразования состава. В то же время добавление катионноактивного ПАВ катамин АБ увеличивает время гелеобразования.

Таблица 2

Зависимость времени гелеобразования от концентрации ПАВ  
в гелеобразующей композиции цеолит-соляная кислота при (80<sup>0</sup>С)

Состав композиции		Время гелеобразования при 80 <sup>0</sup> С, час				
Цеолит, г/л	HCL, мас. %	Концентрация катамина АБ, %				
		0,0	0,05	0,1	0,5	1,0
60	6,0	12,25	12,50	14,20	41,50	67,20
65	6,5	9,50	10,20	11,50	31,30	48,40
70	7,0	7,25	8,00	9,30	16,50	21,50
75	7,5	5,50	6,00	6,50	12,50	16,00
80	8,0	4,50	5,20	5,50	7,00	10,00
85	8,5	4,25	4,40	5,10	6,00	8,20
90	9,0	3,30	3,40	4,10	4,40	5,50
95	9,5	2,50	3,00	3,30	4,00	5,10
100	10,0	1,50	2,00	2,10	2,25	3,20

В промышленных условиях рост времени гелеобразования повышает эффективность состава за счет более глубокого проникновения в пласт. Меняя концентрацию гелеобразователя, соляной кислоты и регулятора скорости гелеобразования, можно получать гелеобразующие составы с широким диапазоном времени гелеобразования, что позволяет их эффективно применять при различных геолого-физических характеристиках месторождений и технологических задачах.

Экспериментальные данные показывают, что состав можно использовать для регулирования проницаемости высокотемпературных пластов, а также при изоляционных работах при капитальном ремонте скважин.

Добавление в гелеобразующий состав поверхностно-активного вещества катамин АБ решает и другую важную задачу: предохраняет металлическое оборудование и насосно-компрессорные трубы от активной коррозии при высоких температурах. Катамин АБ адсорбируясь на поверхности оборудования, труб, поверхности порового пространства, образует пленку, значительно снижающую смачиваемость породы соляной кислотой, уменьшающую скорость взаимодействия гелеобразующей композиции с породой пласта, снижающую реакцию соляной кислоты с металлом.

Таким образом, на основании выполненных экспериментальных работ можно делать следующий вывод:

1. предложенные композиции имеют небольшую вязкость и регулируемый период гелеобразования.
2. Образовавшийся в пласте гель имеет высокую вязкость при начальном напряжении сдвига 20-200 мПа\*С.
3. Водоизолирующий состав не столь агрессивен и скорость коррозии соизмерима со скоростью коррозии ингибированной кислоты, применяемой при солянокислотной обработке.

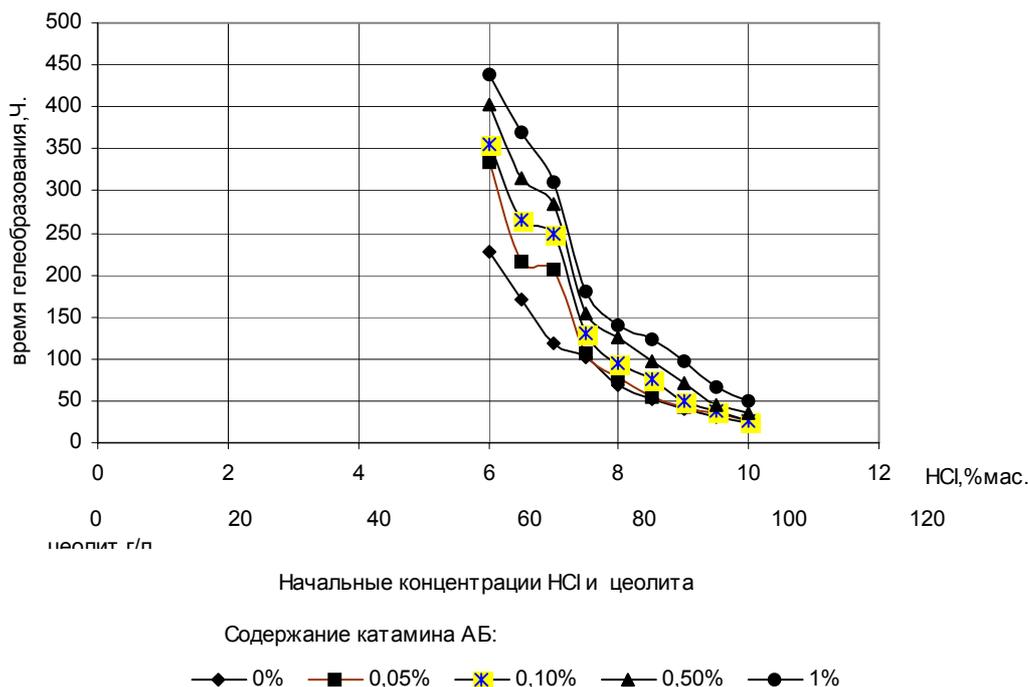


Рисунок 1. Зависимость времени гелеобразования от концентрации композиций

Для изучения закономерностей изменения градиента давления гидропрорыва и снижения водопроницаемости через гелесодержащие искусственные образцы в зависимости от проницаемости пористой среды и прочности состава, проводилась специальная серия экспериментов. При этом исходная проницаемость кернов по воде составляла 0,113- 0,588 мкм<sup>2</sup>, характеристика закачиваемых гелеобразующих составов представлена в табл. № 3. Результаты исследований изменения давления гидропрорыва и снижения водопроницаемости для разных гелеобразующих композиций представлены на рис. 3. и 4. Из рис. 3. видно, что при увеличении коэффициента проницаемости градиент начала фильтрации уменьшается, причем уменьшение наиболее существенно при увеличении коэффициента проницаемости от 0,1 мкм<sup>2</sup> до 0,35 мкм<sup>2</sup>.

После определения давления гидропрорыва через гелесодержащий керн продолжалась закачка воды до полной стабилизации давления, и тогда была измерена его проницаемость по воде и оценено ее изменение по сравнению с начальной проницаемостью.

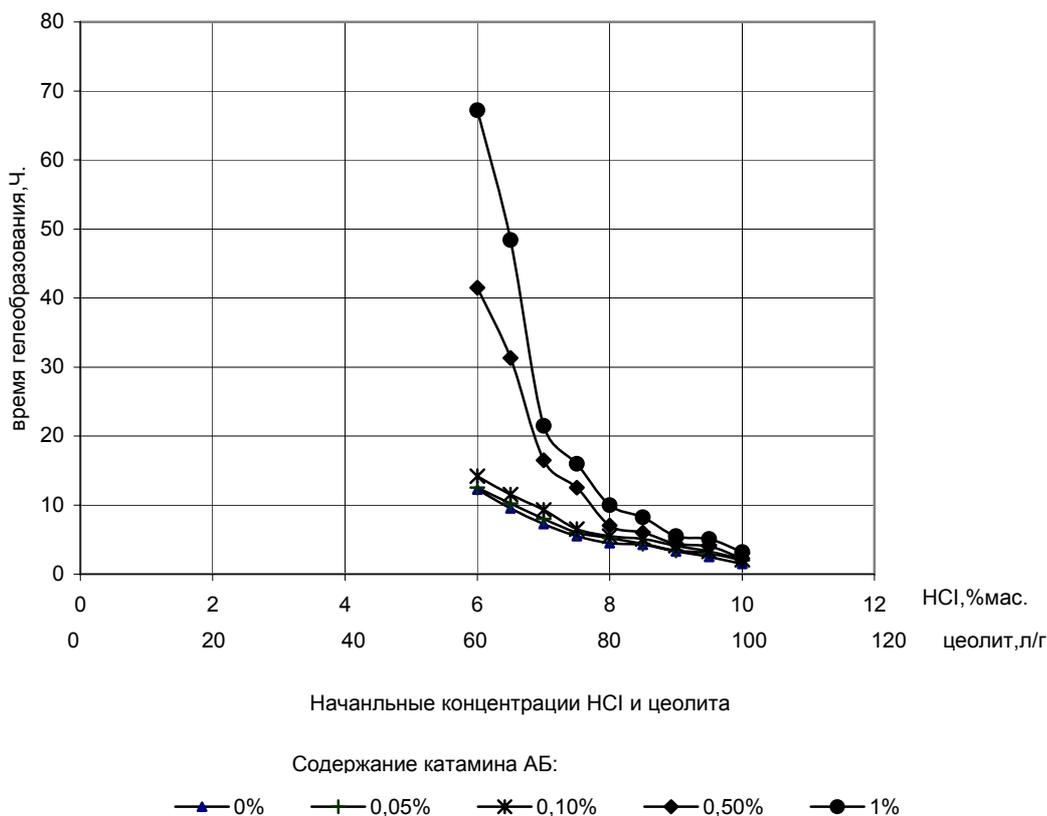


Рисунок 2. Зависимость времени гелеобразования от концентрации композиций (цеолит-HCl) и КПАВ (катамин АБ) при 80С<sup>0</sup>

Результаты рис. 4. свидетельствуют о том, что с увеличением коэффициента проницаемости от 0,113 до 0,588 мкм<sup>2</sup> кратность снижения проницаемости повышается от 34 до 81 раз в зависимости от прочности геля.

По нашему мнению это объясняется тем, что модели с высоким коэффициентом проницаемости обладают меньшим фильтрационным сопротивлением, вследствие этого происходит большее насыщение пористой среды гелеобразующим составом.

Следовательно, в высокопроницаемых ядрах структурирование геля, происходит по всему объему порового пространства, в результате чего осуществляется полное перекрытие каналов структурированным гелеобразующим составом. В низко проницаемом образце фильтруется меньшее количество геля,

при этом часть пор остается незаполненной гелеобразующим составом, что снижает эффективность обработки.

Из анализа полученных результатов видно, что чем выше проницаемость породы, тем меньшее сопротивление давлению прорыва оказывает образец.

Таблица 3

Составы композиций цеолит-соляная кислота и катамин АБ, рекомендованные как оптимальные в результате использования метода математического планирования

Номер композиции	Концентрации исходных компонентов, %			Вязкость, мПа.с	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Время гелеобразования, час	Пластическая прочность, Па
	цеолит	НСІ	Катамин АБ				
1	8	10	0,05	1,14	1091	23	34,60
2	9	9	0,05	1,20	1103	38	36,20
3	7	9	0,1	1,10	1091	69	21,50

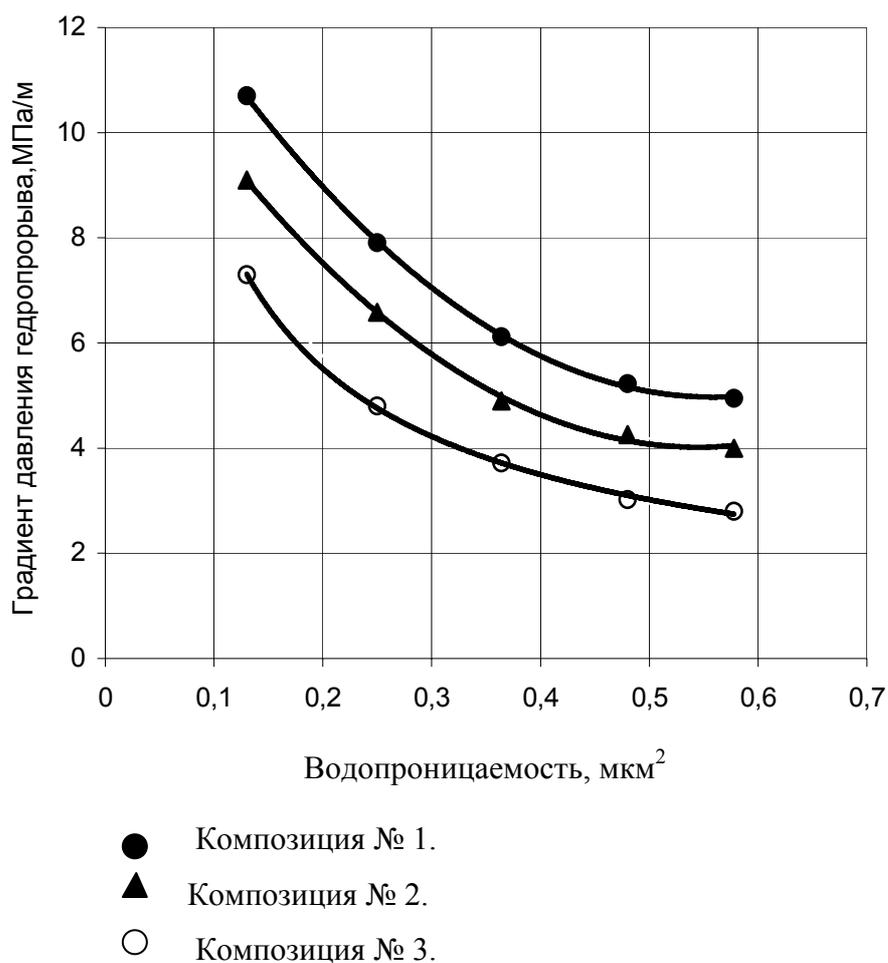


Рисунок 3. Влияния проницаемости кернов на давление гидрорыва

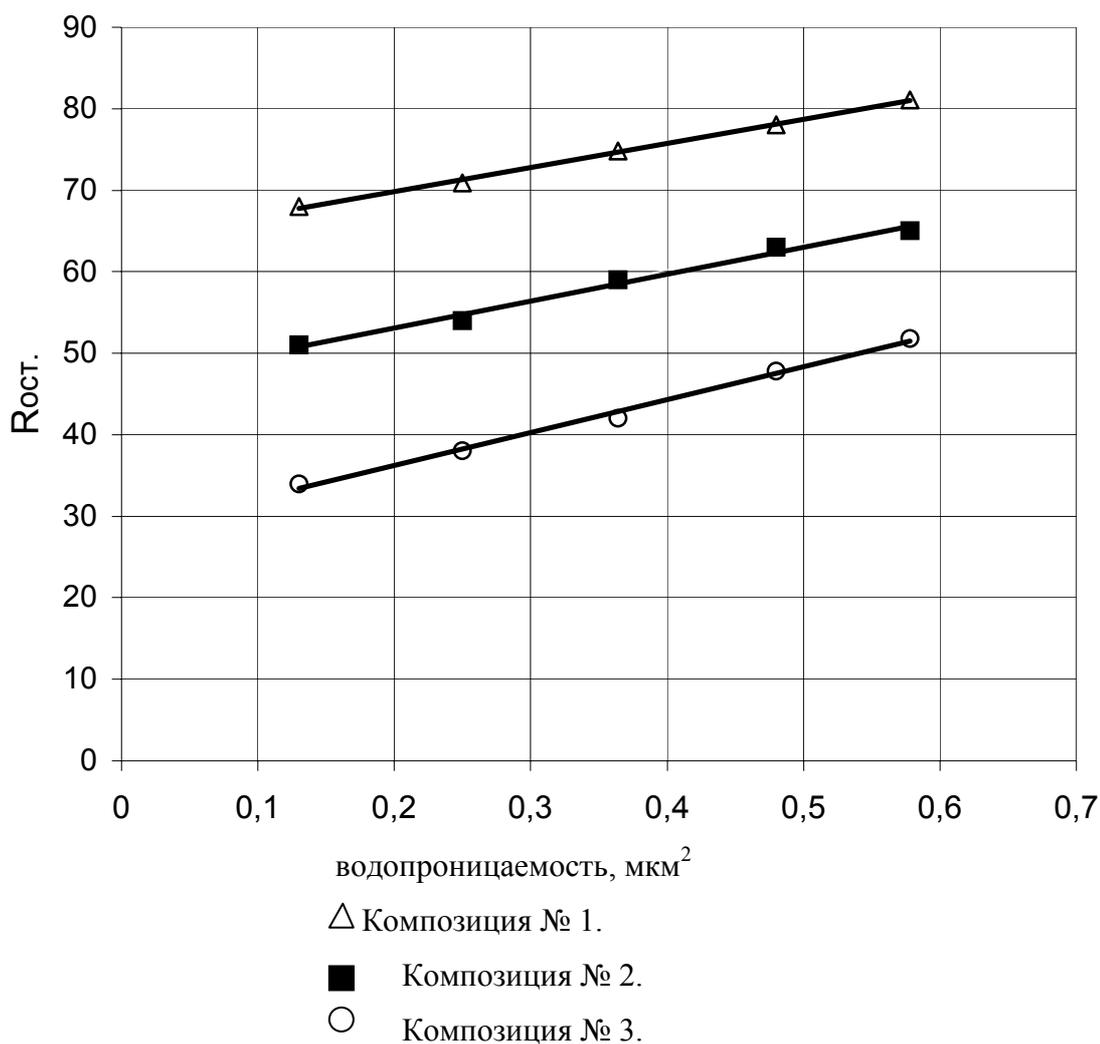


Рисунок 4. Влияние начальной проницаемости кернов на снижение их проницаемости после закачки гелеобразующего состава

### Литература

1. Салимов Ф.А., Кононова Т.Г., Блинов С.А., Чупров Н.М. Гелеобразующие композиции на основе кислых растворов алюмосиликатов. //Интервал.-2003.-№5.-С.38-40.
2. Патент РФ № 2144978,С17 Е 21 В 33/138,43/32. /Гелеобразующий состав/ Ганиев Р.Р., Лукьянова Н.Ю., Рамазанов Р.Г., Ибрагимов Р.Г. Хлебников В.Н., Мухаметзянова Р.С., Ленченкова Л.Е .-№97106290/03;Опубл.27.01.2000, Бюл.№ 3.
3. Гафаров Ш.А., Кононова Т.Г. Салех С.К. Использование катионактивных ПАВ для регулирования времени гелеобразования. Интервал 2005.№7. с.78-79.