



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2004119692/03, 28.06.2004

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.06.2004

(45) Опубликовано: 27.03.2006 Бюл. № 9

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 4744418 A, 17.05.1988.
SU 825575 A, 30.04.1981.
SU 1406343 A1, 30.06.1988.
RU 2167281 C1, 20.05.2001.
RU 2180039 C1, 27.02.2002.
CN 1103129 A, 31.05.1995.

Адрес для переписки:

443069, г.Самара, ул. Авроры, 110, ОАО
"ОТО", Е.А. Румянцевой

(72) Автор(ы):

Румянцева Елена Александровна (RU),
Назарова Антонина Константиновна (RU),
Дягилева Ирина Анатольевна (RU),
Акимов Николай Иванович (RU),
Байбурдов Тельман Андреевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Румянцева Елена Александровна (RU)

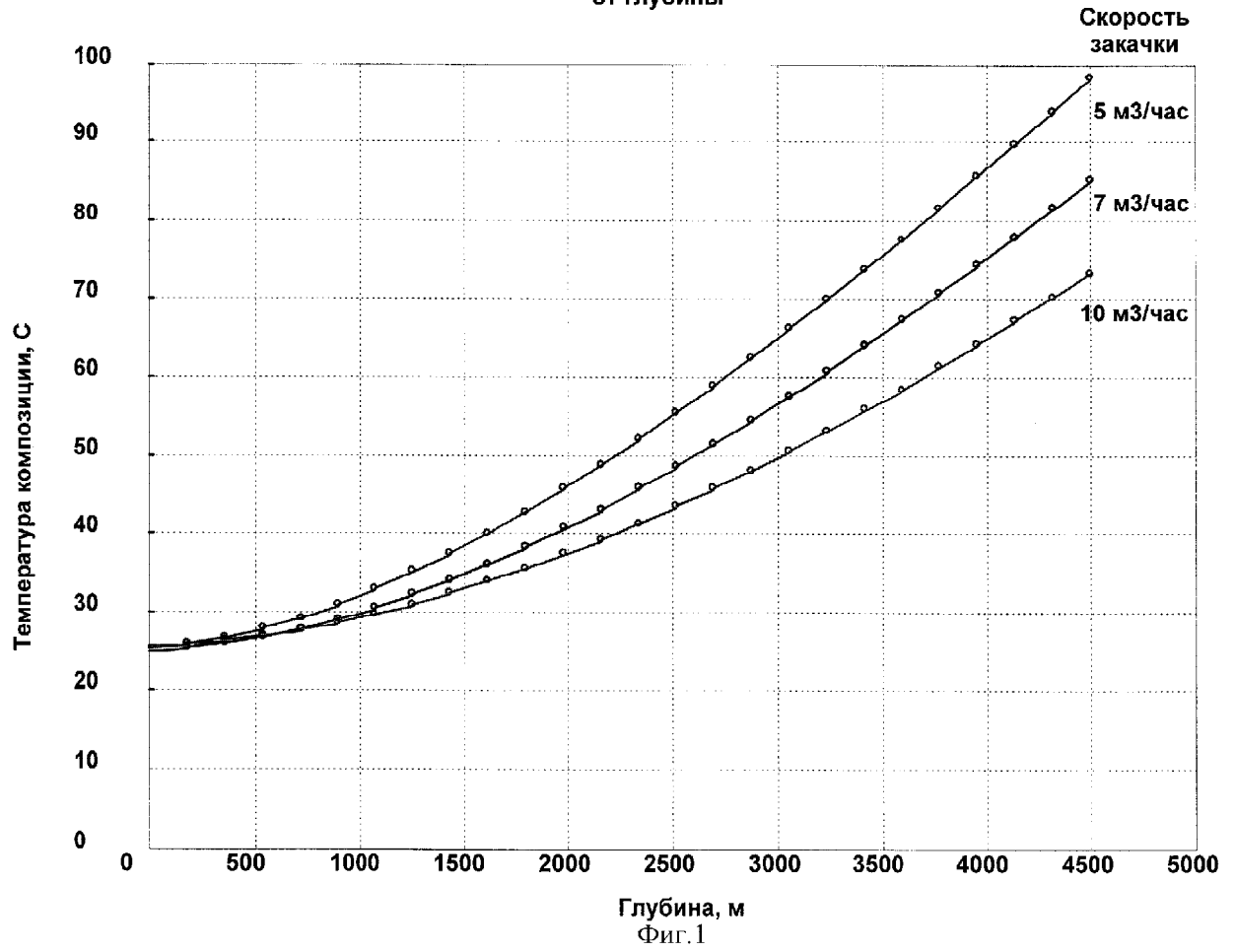
(54) СПОСОБ ИЗОЛЯЦИИ ВОДОПРИТОКА В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПЛАСТАХ

(57) Реферат:

Изобретение относится к нефтегазодобывающей промышленности, в частности к способам изоляции водопритока в скважину и ремонтно-изоляционным работам в нагнетательных и эксплуатационных скважинах высокотемпературных пластов. Технический результат - повышение эффективности способа изоляции в высокотемпературных пластах за счет повышения качества изоляции при одновременном увеличении глубины закачки и прочности структурированного изоляционного состава, образованного в обводненной зоне, расширение температурного диапазона применения полимерной композиции для изоляции. В способе изоляции водопритока в высокотемпературных пластах, включающем закачку в пласт композиции из водного раствора сшивателя и полимера акриламида с молекулярной массой не более 1 млн и степенью гидролиза не более 0,5%, способного

при температуре пласта более 70°C к гидролизу и образованию прочного геля в присутствии сшивателя, в качестве указанного полимера акриламида используют неионогенный полимер акриламида АК-631 марки Н-50. В качестве сшивателя может быть использован ацетат хрома или уротропин с гидрохиноном. В пласт может быть закачана указанная композиция, дополнительно содержащая регулятор гелеобразования. В качестве регулятора гелеобразования могут быть использованы слабые органические кислоты, например сульфосалициловая кислота. В пласт может быть закачана композиция, содержащая, мас. %: полимер акриламида 1-7, сшиватель 0,1-0,5, регулятор гелеобразования 0-1,0, вода остальное. Причем оптимальный состав композиции определяют с учетом кинетики гелеобразования и фильтрационных характеристик композиции на основании лабораторных исследований. 5 з.п. ф-лы, 2 ил., 1 табл.

Зависимость температуры композиции от глубины



RU 2272891 C1

RU 2272891 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2004119692/03, 28.06.2004**

(24) Effective date for property rights: **28.06.2004**

(45) Date of publication: **27.03.2006 Bull. 9**

Mail address:

**443069, g.Samara, ul. Avrory, 110, OAO
"OTO", E.A. Rumjantsevoj**

(72) Inventor(s):

**Rumjantseva Elena Aleksandrovna (RU),
Nazarova Antonina Konstantinovna (RU),
Djagileva Irina Anatol'evna (RU),
Akimov Nikolaj Ivanovich (RU),
Bajburdov Tel'man Andreevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

Rumjantseva Elena Aleksandrovna (RU)

(54) **METHOD FOR WATER INFLOW ISOLATION IN HIGH-TEMPERATURE RESERVOIRS**

(57) Abstract:

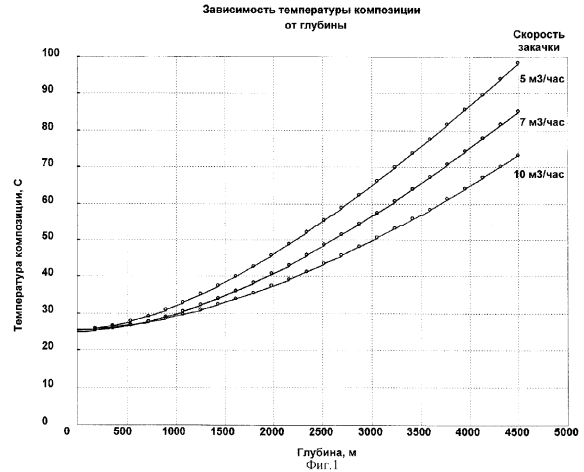
FIELD: oil and gas industry, particularly for water inflow isolation and for remedial cementing of production and injection wells in high-temperature reservoirs.

SUBSTANCE: method involves injecting acrylamide polymer composition in well. The composition includes aqueous solution of cross-linking agent and acrylamide polymer having molecular mass of not more than 1 million and degree of hydrolysis of not more than 0.5% so that hydrolysis is carried out at 70°C reservoir temperature to form strong gel in cross-linking agent presence. The acrylamide polymer is nonionic acrylamide polymer. The cross-linking agent is chromium acetate or urotropin with hydroquinone. The composition may additionally have gelling control agent, for instance weak organic acid, namely sulphosalicylic acid. Composition may comprise 1-7% by weight of acrylamide polymer, 0.1-0.5 % by weight of cross-linking agent, 0-1.0% by weight of gelling control agent and water as remainder. Optimal composition formulation is chosen with taking

into consideration of gelling kinetics and filtering composition properties obtained as a result of laboratory research.

EFFECT: increased efficiency due to increased isolation quality, increased injection depth and strength of structured isolation composition formed in watered area, extended temperature range of polymeric composition usage.

6 cl, 1 ex, 1 tbl, 2 dwg



Изобретение относится к нефтегазодобывающей промышленности, в частности к способам изоляции водопритока и ремонтно-изоляционным работам в нагнетательных и эксплуатационных скважинах высокотемпературных пластов.

Известны способы изоляции водопритока в высокотемпературных пластах структурообразующими составами на основе неорганических и органических соединений кремния, алюминия, термотропными составами на основе метилцеллюлозы.

Недостатками указанных способов является обязательное использование пресной воды и плохая фильтруемость составов как в поровом, так и трещиноватом коллекторе при повышенных температурах.

Известен большой перечень технологий по проведению изоляционных работ с помощью гелеобразующих композиций на основе полиакриламида и сшивателя. Применение их ограничивается температурным диапазоном (до 100°C).

Возможность применения структурообразующих композиций в технологиях водоизоляции в высокотемпературных пластах определяется, в основном, двумя факторами:

- стабильностью структур при повышенных температурах;
- управляемой кинетикой образования структуры, позволяющей закачивать требуемые объемы композиции.

Известен способ выбора гелеобразующих составов для повышения нефтеотдачи пластов (RU 2180039, кл. E 21 B 43/22, 27.02.2002 г.), где представлено модельное описание по влиянию различных параметров на кинетику гелеобразования в системе полиакриламид - сшиватель и показано, что содержание карбоксильных групп от 1 до 4% позволяет изменять время гелеобразования системы примерно в 15 раз. Отмечено, что температура тоже ускоряет процесс гелеобразования, но не указана степень влияния температуры на процесс гелеобразования.

Известен способ временной изоляции интервала продуктивного пласта с помощью вязкоупругого геля на основе полиакриламида со сшивателем в виде солей трехвалентного хрома и стабилизатора в виде хлорида аммония, где показана стабильность состава при температуре 150°C (RU 2190753, кл. E 21 B 33/13, 10.10.2002 г.). Положительным является то, что такой состав может быть использован в качестве вязкоупругого пакера при глушении скважин, но применение такого состава для изоляции в высокотемпературном пласте оторочкой большого объема невозможно из-за узкого диапазона времен гелеобразования (20-40 минут при повышенной температуре), при котором гель образуется уже в стволе скважины.

В технологиях с использованием сшитых полимерных систем используются частично гидролизованные полимеры акриламида (ПААГ). При повышенных температурах управлять кинетикой гелеобразования в системе, содержащей такой полимер, сложно из-за высокой активности карбоксильных групп, по которым происходит сшивка. Это приводит к тому, что практически невозможно провести закачку больших объемов композиции.

Наиболее близким аналогом к заявляемому является способ изоляции водопритока при добыче нефти в высокотемпературных пластах, например, с температурой 100°C, включающий закачку в пласт сшивателя и водного раствора полимера акриламида с молекулярной массой порядка 100000 и негидролизованного или частично гидролизованного, например со степенью гидролиза 0,1%, при этом указанный полимер акриламида способен к гидролизу при температуре порядка 100°C (патент США №4744418, опубл. 17.05.1988 г.). В указанном способе изоляции водопритока в качестве сшивателей используются неорганические и органические соли 2- и 3-валентных металлов, которые при температуре порядка 100-110°C образуют прочные гели (необходимые для водоизоляции) с полимером акриламида за время не более одного часа, что приводит к большим трудностям при закачке композиции в пласт с указанной температурой и невозможной закачке при более высоких температурах.

Задачей изобретения является разработка эффективного способа изоляции водопритока в высокотемпературных пластах за счет повышения качества изоляции при

одновременном увеличении глубины закачки и прочности структурированного изоляционного состава, образованного в обводненной зоне, а также расширение температурного диапазона применения предлагаемого способа изоляции.

Поставленная задача достигается тем, что способ изоляции водопритока в высокотемпературных пластах, включающий закачку в пласт композиции из водного раствора сшивателя и полимера акриламида с молекулярной массой не более 1 млн и степенью гидролиза не более 0,5%, способного при температуре пласта более 70°C к гидролизу и образованию прочного геля в присутствии сшивателя, отличается тем, что в качестве указанного полимера акриламида используют неионогенный полимер акриламида (НПАА) АК-631 марки Н-50 (ТУ 6-02-00209912-41-94), в качестве сшивателя используют ацетат хрома или уротропин с гидрохиноном и тем, что в пласт закачивают регулятор гелеобразования, в качестве которого используют слабые органические кислоты, например сульфосалициловую кислоту. При этом закачиваемая в пласт композиция содержит, мас. %:

- полимер акриламида 1-7
- сшиватель 0,1-0,5
- регулятор гелеобразования от 0 до 1,0
- вода - остальное

Причем оптимальный состав композиции определяют с учетом кинетики гелеобразования и фильтрационных характеристик композиции на основании экспериментальных исследований.

Использование неионогенного полимера акриламида в способе изоляции водопритока в высокотемпературных пластах основано на том, что реакция гидролиза в водных растворах при повышенных температурах происходит во времени, за счет чего период гелеобразования сильно растягивается, что позволяет закачивать композицию в пласт на достаточную глубину.

В качестве сшивателей в такой композиции используют ацетат хрома или уротропин в присутствии гидрохинона.

Для расширения диапазона времен гелеобразования в случае использования ацетата хрома в композицию вводят регулятор гелеобразования. В качестве регулятора гелеобразования используют слабые органические кислоты, например сульфосалициловую кислоту.

Кроме того, время гелеобразования композиции, закачиваемой в высокотемпературный пласт, может дополнительно регулироваться скоростью закачки.

Заявляемый способ изоляции водопритока в высокотемпературных пластах отличается эффективностью, т.к. позволяет закачивать на достаточную глубину гелеобразующие композиции, обладающие широким диапазоном времен гелеобразования, высокими значениями прочностных характеристик и стабильностью в условиях высоких температур.

Последовательность осуществления предлагаемого способа изоляции водопритока в высокотемпературных пластах заключается в следующем:

- проводят экспериментальные исследования, на основании которых выбирают состав композиции с заданными технологическими свойствами;
- проводят технологические расчеты, на основании которых выбирают оптимальную скорость закачки композиции и оптимальный объем.

Выбор состава композиции проводят следующим образом:

- готовят ряд гелеобразующих композиций различного состава;
- определяют время гелеобразования композиций в диапазоне температур: от исходной температуры на поверхности, где готовится композиция, до температуры на забое; получают зависимость времени гелеобразования композиции от температуры;
- определяют технологические свойства композиций (прочностные характеристики, стабильность) в условиях, приближенных к пластовым;
- по прочностным характеристикам и кинетическим параметрам гелеобразования подбирают состав композиции таким образом, чтобы время гелеобразования было больше времени закачки композиции.

Для определения оптимальной скорости закачки проводят предварительные расчеты:

- рассчитывают степень нагрева композиции при движении по стволу скважины за счет теплообмена при различных скоростях закачки ее в пласт; полученные данные представляют зависимость температуры композиции от глубины;

5 - на основании экспериментально полученной зависимости времени гелеобразования композиции от температуры рассчитывают степень превращения композиции в гель при движении по стволу скважины (фиг.1, 2);

- исходя из производительности насосных установок, выбирают максимальный объем композиции, который может быть закачан в скважину, и оптимальную скорость закачки.

10 Расчеты приведены в примере 1.

Для определения технологических свойств вязкоупругой композиции проводят комплекс лабораторных исследований, включающих

- определение времени гелеобразования при различных температурах, в диапазоне от начальной, при которой готовится композиция, до температуры пласта;

15 - уровень гидродинамических сопротивлений, создаваемых вязкоупругой композицией в пористой среде (остаточный фактор сопротивления);

- начальный градиент давления сдвига, ниже которого фильтрация не происходит, определяют на моделях трещин или капиллярах с известной геометрией;

20 - стабильность вязкоупругой композиции в изотермических условиях, соответствующих температуре пласта.

В табл.1 приведены основные технологические параметры предлагаемых гелеобразующих композиций - время гелеобразования при температурах 90°C, 120°C, 140 °C, остаточный фактор сопротивления в пористой среде проницаемостью 4 мкм² и начальный градиент давления в капилляре диаметром 1,6 мм. Из данных табл.1 видно, что
25 время гелеобразования систем при температуре 90°C составляет сутки и более, при температуре 120°C находится в диапазоне от 2 до 6 часов, а при температуре 140°C - от 1 до 4 часов. Это означает, что в предлагаемом способе изоляции гелеобразующие композиции на основе неионогенного полимера (НПАА) акриламида АК-631 марки Н-50 со сшивателями ацетат хрома или уротропин с гидрохиноном имеют достаточно широкий
30 диапазон времени гелеобразования при температурах выше 90°C, что позволяет производить закачки их в высокотемпературные пласты.

Для сравнения в табл.1 приведены время гелеобразования при температуре 90°C и остаточный фактор сопротивления для системы на основе гидролизованного
35 полиакриламида (ПААГ) с такой же ММ, как и у неионогенного (НПАА) АК-631 марки Н-50. Как видно из таблицы, несмотря на то, что уровни гидродинамических сопротивлений у сравниваемых систем близки, времена гелеобразования отличаются в 80 раз.

Время гелеобразования определяли визуально по потере текучести. Для определения времени гелеобразования при температуре 90°C подготовленные композиции загружали в
40 стеклянные, плотно закрывающиеся банки и помещали в термошкаф. Для определения времени гелеобразования при температуре 120°C и 140°C композиции помещали в металлические сосуды под давлением 15-20 атм, создаваемом инертным газом. Сосуды опускали в жидкостный термостат при комнатной температуре и включали нагрев жидкости со скоростью 0,5°C в минуту. Нагрев производили до заданной температуры и
45 выдерживали при ней. Временем гелеобразования считали время от достижения заданной температуры до начала потери текучести композиции.

Уровень гидродинамических сопротивлений оценивали по величине остаточного фактора сопротивления, создаваемого гелем в пористой среде проницаемостью 4 мкм² и по величине начального градиента давления сдвига (атм/м). Эксперимент по определению
50 остаточного фактора сопротивления осуществляли на насыпных моделях. В подготовленный керн закачивали композицию при комнатной температуре, определяли фактор сопротивления. Далее помещали керн в термошкаф, нагретый до температуры 90 °C или 150°C, выдерживали в шкафу для формирования и упрочнения геля в течение

0,5-1 суток. По истечении указанного времени керн охлаждали на воздухе и испытывали на остаточный фактор сопротивления. Далее керн вновь помещали в термошкаф с соответствующей температурой и выдерживали 1 месяц. Операцию по определению остаточного фактора сопротивления производили аналогично.

5 Начальный градиент давления сдвига (атм/м) определяли в капилляре диаметром 1,6 мм, который заполняли композицией при комнатной температуре, а затем герметично закрывали и выдерживали при температуре 90°C или 150°C в течение суток. По истечении указанного времени систему охлаждали и подсоединяли к установке для воздействия давлением на гель. Результаты исследований свойств вязкоупругих
10 композиций различного состава, предлагаемых в способе изоляции высокотемпературных пластов, показывают, что факторы сопротивления в поровом коллекторе проницаемостью 4 мкм², имеют достаточно высокие значения и измеряются тысячами и десятками тысяч единиц. Начальные градиенты давления сдвига в капилляре диаметром 1,6 мм колеблются от 4 до 20 атм на один метр длины.

15 Дополнительно вязкоупругие композиции исследовали на термостабильность. Для этого композиции выдерживали в герметичных сосудах под давлением 15 атм, при температуре 150°C в течение 3-х месяцев. При этом деструкции составов не наблюдались.

20 Таким образом, приведенные данные по свойствам вязкоупругих композиций на основе полиакриламида АК-631 марки Н-50 показывают, что такие композиции практически непроницаемы для воды, обладают высокой прочностью, термостабильностью и способны обеспечить эффективную водоизоляцию в пласте с температурой 140-150°C.

В промысловых условиях технологический процесс по предлагаемому способу изоляции в высокотемпературном пласте осуществляют следующим образом.

25 Композицию закачивают в скважины через насосно-компрессорные трубы насосом высокого давления типа ЦА-320 или с помощью установки УДР-РИР с производительностью, соответствующей расчетной. После закачки всего объема композицию продавливают в пласт водой или нефтью. Объем продавочной жидкости должен быть равен 1,05-1,10 от объема скважинных трубок. Скважину закрывают на одни
30 сутки для завершения процесса формирования и упрочнения геля, после чего пускают в эксплуатацию.

Пример 1.

С целью выбора оптимальной скорости и оптимального объема закачиваемой композиции проводят расчеты для выбранной на основании экспериментальных данных композиции для следующих условий:

35 - начальная температура композиции - 25°C;
- температура пласта - 140°C;
- глубина пласта - 4500 м;
- закачку композиции проводят через НКТ с диаметром 63 мм;
40 - максимальная производительность установки, которой проводят закачку композиции, составляет 10,8 м³/час.

Рассчитывают степень нагрева композиции за счет теплообмена [1] и степень превращения ее при движении по стволу скважины. Расчеты проводят задаваясь различными скоростями закачки, подбирая, таким образом, оптимальную скорость, чтобы
45 закачиваемая композиция на забое имела минимальную степень превращения, а оптимальный объем закачиваемой композиции рассчитывают с учетом производительности установки.

Зависимость температуры композиции в различных точках скважины по глубине представлено графически на фиг.1. Исходя из характеристик используемого насосного агрегата, выбираем, например, объемную скорость закачки 7 м³/час. При данной скорости
50 закачки температура композиции на глубине 4500 м достигнет 87°C.

Для композиции НПАА - ацетат хрома (табл.1, состав №1) на основе полиакриламида АК-631 марки Н-50 при движении в данном поле температур степень превращения в гель

на глубине 4500 м (при T=87°C) составляет 0,14 (фиг.2), тогда как, для композиции ПААГ - ацетат хрома (табл.1, состав №5) на основе известного полимера с такой же молекулярной массой и степенью гидролиза 5% степень превращения составляет 1,0 уже на глубине 3000 м.

5 При той же объемной скорости закачки 7 м³/час композиции ПААГ - уротропин и гидрохинон (табл.1, состав №3) химической реакции сшивки не происходит, т.к. ниже 87°C скорость реакции бесконечно мала, и степень превращения композиции в гель близка к нулю (0,07). Время гелеобразования этой композиции при температуре 140°C составляет 4
10 часа. Следовательно, в пласт с температурой 140°C при производительности 7 м³/час может быть закачено 28 м³ указанной композиции. При увеличении производительности установки объем закачки может быть увеличен в соответствии с новыми расчетными данными.

15 [1] - "Справочное руководство по проектированию разработки и эксплуатации нефтяных месторождений. Добыча нефти". Москва, Недра, 1983 г., стр.435.

20

25

30

№ п/п	Состав	Время гелеобразования, час			Свойства вязкоупругого состава				
		90°C	120°C	140°C	Остаточный фактор сопротивления, (Rocm)*				Начальный градиент давления сдвига, атм/м (ΔP/l)**
					После созревания геля при температуре		Через 1 месяц выдержки при температуре		
				90°C	150°C	90°C	150°C		
1	2% НПAA + 0,2 АХ + вода ост.	24	2	1	29800	8300	16200	7500	6,2
2	2% НПAA + 0,2 АХ + 0,2 ССК + вода ост.	42	4	2	10900	3800	4300	3000	4,3
3	1,7% НПAA + 0,3% уротропина + 0,3% гидрохинона + вода ост.	Гель не образуется	6	4	-	5400	-	4200	12,1
4	2,0% НПAA + 0,5% уротропина + 0,3% гидрохинона + вода ост.	Гель не образуется	5	3	-	8400	-	6800	19,8
5	2% ПААГ + 0,2 АХ + вода ост.	0,3	-	-	30500				

*Rocm - пористая среда, проницаемость 4 мкм²
 **ΔP/l - капилляр диаметром 1,6 мм
 НПAA - неионогенный полиакриламид; АХ - ацетат хрома; ССК - сульфосалициловая кислота; ПААГ - частично гидролизованный полиакриламид.

35 **Формула изобретения**

1. Способ изоляции водопритока в высокотемпературных пластах, включающий закачку в пласт композиции из водного раствора сшивателя и полимера акриламида с молекулярной массой не более 1 млн и степенью гидролиза не более 0,5%, способного при температуре пласта более 70°C к гидролизу и образованию прочного геля в присутствии сшивателя, отличающийся тем, что в качестве указанного полимера акриламида
40 используют неионогенный полимер акриламида АК-631 марки Н-50.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве сшивателя используют ацетат хрома или уротропин с гидрохиноном.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что в пласт закачивают композицию,
45 дополнительно содержащую регулятор гелеобразования.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве регулятора гелеобразования используют слабые органические кислоты, например сульфосалициловую кислоту.

5. Способ по п.1 или 3, отличающийся тем, что в пласт закачивают композицию, содержащую, мас. %:

50

Полимер акриламида	1-7
Сшиватель	0,1-0,5
Регулятор гелеобразования	0-1,0
Вода	Остальное

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что оптимальный состав композиции определяют с учетом кинетики гелеобразования и фильтрационных характеристик композиции на основании лабораторных исследований.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

Зависимость накопленной степени превращения
композиции в гель от глубины

Скорость закачки 7 м3/час

