

# Повышение качества цементирования тампонажными материалами, способными к самовосстановлению

Ядрин В.В., Мардаганиев Т.Р., Зинатуллина Э.Р., Галиев А.Ф.  
ООО «РН-БашНИПнефть» (ОГ ПАО «НК «Роснефть»), Уфа, Россия  
yadrinvv@bnipi.rosneft.ru

## Аннотация

В работе представлены результаты изучения свойств тампонажного материала с комплексной добавкой сополимера акриламида и диаллилдиметиламмония хлорида (комплексный реагент САИДДХ) в условиях высокого давления и температуры. Исследования комплексного реагента САИДДХ проводились с цементами различного типа и удельной плотности в условиях, максимально приближенных к пластовым. Результаты показали, что рецептура с добавкой полимерных компонентов дает высокие результаты по прочности и проницаемости цементного камня, а также обеспечивает эффект самозалечивания трещин и водопроводящих каналов.

## Материалы и методы

Проведены лабораторные исследования комплексного реагента САИДДХ на способность набухания, определено его оптимальное процентное содержание в цементной смеси, что обеспечивает наибольший эффект «самозалечивания» с минимальным изменением прочностных характеристик цементного камня. Эффект

«самозалечивания» цементного камня был проверен на стендовых испытаниях, которые показали положительный результат.

## Ключевые слова

тампонажный раствор, цементный камень, заколонные перетоки, качество крепления скважин, набухающие полимеры в цементном растворе, «эффект самозалечивания», комплексный реагент САИДДХ

## Для цитирования

Ядрин В.В., Мардаганиев Т.Р., Зинатуллина Э.Р., Галиев А.Ф. Повышение качества цементирования тампонажными материалами, способными к самовосстановлению // Экспозиция Нефть Газ. 2023. № 7. С. 108–112. DOI: 10.24412/2076-6785-2023-7-108-112

Поступила в редакцию: 30.11.2023

CONSTRUCTION

UDC 622.245 | Original Paper

## Improving cementing quality with self-healing cementing materials

Yadrin V.V., Mardaganiev T.R., Zinatullina E.R., Galiev A.F.  
“RN-BashNIPneft” LLC (“Rosneft” PJSC Group Company), Ufa, Russia  
yadrinvv@bnipi.rosneft.ru

## Abstract

The paper presents the results of studying the properties of a grouting material with a complex additive copolymer of acrylamide and diallyldimethylammonium chloride (complex reagent SAIDDH) under high pressure and temperature conditions. Studies of the complex reagent SAIDDH were carried out with cements of various types and specific densities in conditions as close as possible to reservoir ones. The results showed that the formulation with the addition of polymer components gives high results in strength and permeability of cement stone, as well as provides the effect of self-healing of cracks and water supply channels.

## Materials and methods

Laboratory studies of the complex reagent SAIDDH were carried out for swelling ability, its optimal percentage in the cement mixture was determined, which ensures the greatest “self-healing” effect with minimal changes in the strength characteristics of the

cement stone. The “self-healing” effect of cement stone was tested in bench tests, which showed positive results.

## Keywords

cement slurry, cement stone, casing flows, quality of well fixation, swelling polymers in cement slurry, “self-healing effect”, complex reagent SAIDDH

## For citation

Yadrin V.V., Mardaganiev T.R., Zinatullina E.R., Galiev A.F. Improving cementing quality with self-healing cementing materials. Exposition Oil Gas, 2023, issue 7, P. 108–112. (In Russ). DOI: 10.24412/2076-6785-2023-7-108-112

Received: 30.11.2023

Основной проблемой в части ликвидации заколонных перетоков является ее низкая эффективность. Заколонные перетоки возникают из-за нарушения целостности цементного камня или нарушений сцепления «порода-цемент», «цемент-обсадная колонна». Распространенным способом ликвидации этих нарушений является закачка под давлением различных герметизирующих составов. Однако применяющиеся для этого композиции часто оказываются недостаточно эффективными и не обеспечивают длительную монолитность цементного камня [1–3].

В ранних работах по получению самовосстанавливающихся материалов была обоснована концепция и предложена технология по получению цементных материалов, способных к самовосстановлению. Несмотря на активное развитие этого направления, широкое распространение получили материалы только одного производителя [2]. Поиск альтернативных материалов является актуальной задачей.

Перспективным направлением совершенствования тампонажных материалов является модификация тампонажных смесей высокомолекулярными полимерными соединениями, обеспечивающими тампонажному раствору требуемые свойства. Одной из таких разработок самовосстанавливающего материала является технология получения тампонажных смесей, насыщенных высокомолекулярными полимерными соединениями, обеспечивающими тампонажному раствору необходимые свойства [4–6].

Авторами определены основные требования к тампонажным смесям:

- добавки должны хорошо растворяться в пресной и пластовой воде и иметь высокие пластические значения в скважинных условиях, при температуре до 90 °С;
- добавки должны быть инертны по отношению к химическим активным веществам, которые могут содержаться в пластовой воде и буровом растворе;
- наличие добавок в цементной смеси не должно менять ее реологические свойства и физико-механические характеристики цементного камня.

Рассмотрев ряд добавок, авторы определили, что под требуемые показатели наиболее полно подходит химическое соединение двух сополимеров: акриламида и диаллилдиметиламмония хлорида (реагент САИДДХ). На основе этого реагента (САИДДХ) получают суспензии в жидком и твердом (в виде гранул) состоянии, каждая

из которых может быть применена в цементном растворе с соблюдением вышеуказанных требований [1–2].

### Влияние комплексного реагента САИДДХ на свойства цементных растворов и камня

Комплексный реагент САИДДХ может быть представлен в виде гранул либо порошка. Реагент САИДДХ в виде порошка растворяется в воде и используется в жидком состоянии для приготовления цементного раствора. Реагент САИДДХ в жидком виде хорошо растворяется как в пресной, так и в пластовой воде, устойчив к солям, которые могут содержаться в пластовой воде и буровом растворе, а также к высоким температурам (до 250 °С).

Реагент САИДДХ в гранулах различного размера при взаимодействии с водой поглощает воду и превращается в суспензию, при этом увеличивается в размерах от 100 до 1 000 раз в сравнении с его собственной массой.

При включении реагента САИДДХ в виде гранул в цементный камень добавка будет нейтрализовать возможные прорывы пластовой воды в заколонное пространство, возникшие в цементном камне в процессе эксплуатации скважины, а также вследствие своих свойств изменять свою структуру.

Реагент САИДДХ в жидком виде будет повышать коэффициент седиментационной устойчивости в цементном растворе и снижать фильтрацию раствора. Преимуществом использования реагента САИДДХ является то, что реагент в жидком виде иммобилизует часть жидкости затворения, что приводит к образованию тиксотропной структуры [1].

При проведении исследований в качестве основы цементного раствора применялся портландцемент в соответствии с требованиями ГОСТ 1581-2019, ГОСТ 34532-2019. Использовался тампонажный цемент двух типов: ПЦТ-1-50 и ПЦТ-1G-CC-1.

В лабораторных исследованиях использовались цементные растворы двух типов на основе цементов: ПЦТ-1-50 для облегченного раствора, используемого в верхних интервалах, и ПЦТ-1G-CC-1 для тяжелого раствора, используемого в интервалах продуктивного пласта.

В рамках исследования по поглощению и удержанию в своей структуре объема воды был проведен подбор реагента САИДДХ в зависимости от размеров гранул в сухом/твердом виде в нейтральной среде (рН = 7). На рисунке 1 показана динамика изменения размеров частиц (0,5 мм, 1,0 мм, 1,5 мм) реагента САИДДХ во времени [1–4].

На рисунке 1 показана зависимость набухания реагента САИДДХ от размера гранул во времени, где видно, что после 60 мин. пребывания в воде реагент превращается в суспензию и увеличивается в размерах. Наибольшие значения показывают частицы диаметром 1,5 мм.

Были разработаны составы цементных смесей, в которых использовались различные по размеру гранулы добавки САИДДХ. Исследования показали, что чем крупнее размер реагента, тем больше его набухаемость. Далее данная цементная смесь на основе ПЦТ-1G-CC-1 и плотностью 1 900 кг/м<sup>3</sup> исследовалась на прочность цементного камня. Результаты исследований показаны на рисунке 2.

Полученные результаты показывают влияние размера частиц реагента (САИДДХ) в виде гранул на прочность цементного камня. Увеличение размера частиц реагента значительно снижает его прочность (рис. 2). Наибольшая прочность камня получена при размере гранул до 0,5 мм, что позволяет рекомендовать эту фракцию для дальнейшего использования. Увеличение размера гранул реагента (САИДДХ) до 1–1,5 мм негативно сказывается на прочности цементного камня, поэтому в дальнейших исследованиях использовался данный реагент с размером гранул до 0,5 мм в сухой форме.

Совместное введение реагента (САИДДХ) в гранулярном и жидком состоянии показало повышение прочностных характеристик цементного камня по отношению к аналогичным показателям при введении реагента по отдельности, что дало синергетический эффект, проявляющийся в повышении прочности цементной композиции по сравнению с цементным камнем с добавками реагента по отдельности. Результат совместного введения реагента САИДДХ показан на рисунке 3.

Для цементных растворов значение водоотдачи является важным показателем, поскольку наличие воды в растворе влияет на время загустевания цементного раствора при затворении в процессе крепления скважины, и на период ожидания затвердевания цемента (ОЗЦ), что, в свою очередь, влияет на крепость цемента. На основании этих результатов наибольший эффект дает комплексная форма реагента САИДДХ, состоящая из жидкой (отвечающей за водоотдачу) и гранулярной (водонабухающей) формы.

Для поиска оптимальной концентрации комплексного реагента САИДДХ были приготовлены образцы, содержащие от 0 до 1 % реагента, при постоянном соотношении (1:1)

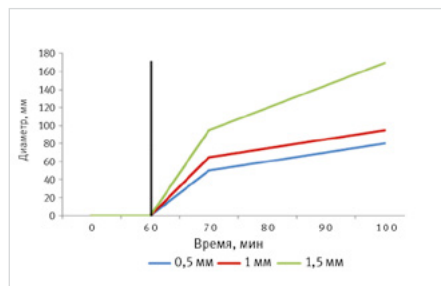


Рис. 1. Зависимость размера гранул на набухания реагента САИДДХ во времени  
Fig. 1. Dependence of granule size on swelling of the SAIDDC reagent over time

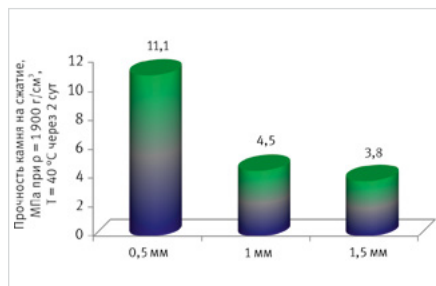


Рис. 2. Зависимость прочности цементного камня от размера частиц реагента САИДДХ  
Fig. 2. Dependence of the strength of cement stone on the particle size of the SAIDDC reagent

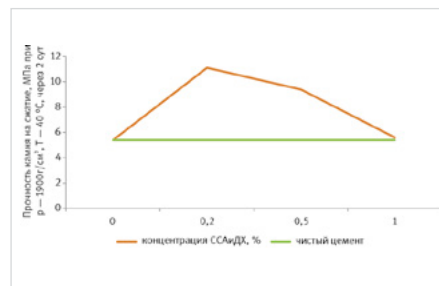


Рис. 3. Предел прочности на сжатие цементного камня при совместном введении реагента САИДДХ в цемент ПЦТ-1G-CC-1  
Fig. 3. Ultimate compressive strength of cement stone with the joint introduction of the SAIDDC reagent into PCT-1G-CC-1 cement

жидкой формы и гранулярной размером 0,5 мм. Для полученных образцов проведены исследования прочности цементного камня на сжатие и изгиб. Полученные результаты приведены на рисунках 3–5.

Из рисунка 5 видно, что концентрация реагента 0,2 % от массы цемента имеет наилучшие показатели предела прочности на сжатие. Дальнейшее увеличение содержания комплексного реагента САИДДХ дает снижение прочностных свойств цементного камня.

Полученные оптимальные цементные смеси с добавкой 0,2 % реагента САИДДХ в комплексном виде были исследованы на основные технологические параметры. В качестве основных параметров, влияющих на твердение цементной смеси, были рассмотрены температура, время загустевания цементного раствора, время набора прочностных характеристик (ОЗЦ) и концентрация реагента САИДДХ. Температуры, при которых проводились исследования, приближены к пластовым условиям — от 22 до 40 °С, концентрация реагента САИДДХ — 0,2 %, продолжительность исследования — от 1 до 28 сут. Основным показателем оптимизации определен предел прочности на сжатие цементного камня. В таблицах 1 и 2 приведены результаты проведенных замеров.

Из таблицы 1 видно, что для предложенного модифицированного состава растекаемость цементного раствора практически не зависит от водоцементного отношения пробы.

Для проведения качественного цементирования обсадных колонн необходимо,

чтобы цементный раствор имел минимальное значение водоотдачи, с сохранением воды в цементном растворе в количестве, необходимом для полной гидратации цемента. Для выполнения этих условий предлагается использовать реагент САИДДХ в жидком состоянии, который иммобилизует часть жидкости затвердения, что приводит к образованию тиксотропной структуры.

Результаты исследования фильтрационных свойств рассматриваемых цементных смесей при температуре 22 °С в зависимости от кривизны ствола скважины приведены в таблице 2, а оценка времени загустевания цементного раствора — в таблице 3. Для исследования были взяты цементные составы ПЦТ-1-50 плотностью 1850 кг/м<sup>3</sup> и ПЦТ-1G-CC-1 плотностью 1900 кг/м<sup>3</sup>.

Из таблицы 2 видно, что седиментация тампонажного раствора не зависит от угла наклона модели (30°–90°) и будет одинаково работать в наклонно-направленных, горизонтальных и пологих скважинах. Исследования показали, что при концентрации 0,2 % комплексного реагента САИДДХ в виде жидкости и гранул (в соотношении 1:1) в цементной смеси водоотделение у нее отсутствует, показатели фильтратоотдачи для этого тампонажного цемента — до 50 мл за 30 мин.

Для приготовления и закачки данных цементных растворов применяются стандартные механизмы и оборудование. Количество комплексной добавки выбирается в зависимости от условий и характеристик цементного раствора для выполнения работ и подбирается экспериментально.

Наличие газа и флюидонапорного пласта усиливает вытеснение остаточной воды из формирующейся в цементном растворе жидкости затвердения. Результаты дальнейших исследований по газопроницаемости представлены в таблице 3.

В таблице 3 приведены результаты испытания на газопроницаемость исследуемых образцов цементного камня с разной плотностью 1 500 кг/м<sup>3</sup> и 1 900 кг/м<sup>3</sup> с добавлением комплексной добавки (САИДДХ). Образцы цементного камня после проведения исследований на тестере миграции газа и хранения его в течении 24 ч и 48 ч во влажных условиях при температуре 40 °С показали, что образец с плотностью 1 900 кг/м<sup>3</sup> характеризуется более низкими показателями на сжатие и изгиб по сравнению с образцами плотностью 1 500 кг/м<sup>3</sup>. Выяснилось также, что скорость прохождения газа зависит от плотности упаковки цементных частиц. На основании полученных результатов выданы рекомендации по использованию цементного камня с плотностью 1 500 кг/м<sup>3</sup> для перекрытия газовых пластов.

Определение «эффекта самозалечивания» у образцов цементного камня проводилось на экспериментально разработанной в ООО «РН-БашНИПнефть» установке (рис. 6).

Испытания проводились следующим образом. В модель 2, представляющую собой цилиндрическую камеру, заливается цементный раствор с комплексной добавкой (САИДДХ) концентрацией 0,2 %, в которой создаются вертикальные искусственные каналы одинакового диаметра. Искусственные каналы создавались при помощи металлических нитей определенного диаметра, пропущенных через цементный камень. По мере набора прочности нити были удалены, и в теле цементного камня остались сквозные каналы. Через трубу 1 подается водосодержащая жидкость с определенным расходом и давлением, которая проходит через образец по искусственно созданным каналам. По количеству жидкости, прошедшей через образец и попадающей в емкость 3, определялся показатель перколяции [3]. Таким же образом для сравнения провели испытания тампонажного цемента без добавки. Результаты исследования представлены на рисунке 7.

На основании проведенных исследований можно сделать заключение, что предложенный комплексный реагент САИДДХ в концентрации 0,2 % показал наилучший результат: количество отфильтрованной воды за первый час, как и до конца исследования в целом, было на 55 % меньше, чем у образцов без добавок (рис. 7), т.е., эксперимент показал, что комплексный реагент (САИДДХ) удерживает жидкость в поврежденном цементном камне и обеспечивает «эффект самозалечивания» [1–7].

По результатам исследований был сделан вывод, что использование комплексной добавки реагента (САИДДХ) положительно сказывается на «эффекте самозалечивания» цементного камня. Показатель перколяции определяется по количеству жидкости, прошедшей через образцы камня с искусственными каналами одинакового диаметра [1–7].

Таким образом, экспериментально подтверждено, что цементнополимерные материалы из тампонажного раствора и камня с добавкой реагента САИДДХ при концентрации 0,2 % не оказывают негативного влияния на его основные технологические свойства,

Табл. 1. Основные характеристики цементного раствора и цементного камня ПЦТ-1-50, с добавкой 0,2 % реагента САИДДХ в комплексном виде (T = 22 °C)  
Tab. 1. Main characteristics of cement mortar and cement stone PCT-1-50, with the addition of 0,2 % SSAiDC reagent in complex form (T = 22 °C)

Характеристика	Водоцементное отношение			
	0,5	0,6	0,8	1,0
Плотность раствора, кг/м <sup>3</sup>	1 850	1 700	1 600	1 500
Растекаемость, мм	250	250	250	250
Время загустевания, мин	240–250	300–310	330–360	400–450
Предел прочности цем. камня через 2 сут, МПа				
- при изгибе	6,9	5,3	4,2	3,6
- при сжатии	23	22,2	13,2	11,2

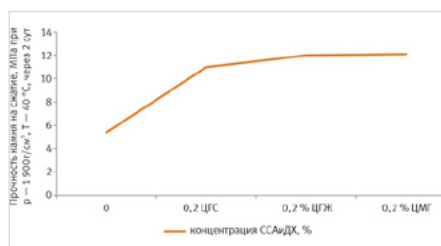


Рис. 4. Предел прочности на сжатие цементного камня с добавкой реагента САИДДХ в комплексном виде  
Fig. 4. Ultimate compressive strength of cement stone with the addition of the SAIDDH reagent in complex form

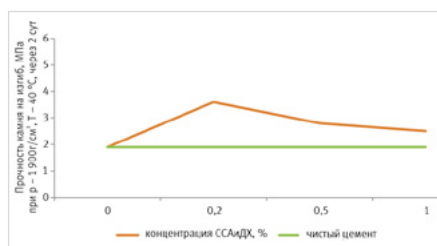


Рис. 5. Зависимость предела прочности цементного камня на изгиб от количества добавки комплексного реагента САИДДХ в цементе ПЦТ-1G-CC-1  
Fig. 5. Dependence of the tensile strength of cement stone on bending on the amount of additive of the complex reagent SAIDDH in PCT-1G-CC-1 cement

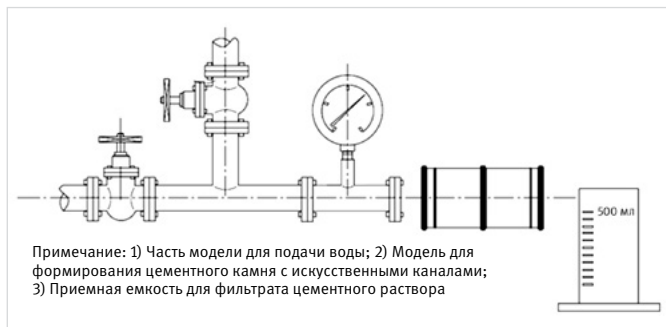


Рис. 6. Схема проведения исследований по определению «эффекта самозалечивания»  
Fig. 6. Scheme of research to determine the “self-healing effect”

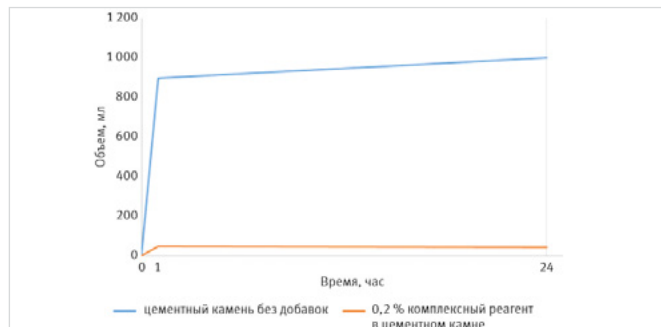


Рис. 7. Результаты испытаний цементного камня на гидрорыв  
Fig. 7. Results of tests of cement stone for hydraulic breakthrough

удовлетворяют требованиям крепления скважин при температуре 40 °С, а также имеющейся у нее способности удерживать жидкость в поврежденном цементном камне что обеспечивает «эффект самозалечивания».

### Итоги

Разработанная добавка к цементной смеси доказала возможность восстановления целостности цементного камня в кольцевом пространстве ствола скважины за счет набухания реагента САИДДХ, входящий в состав цементного камня в виде гранул. Лабораторные исследования показали, что цементный камень с комбинированной добавкой САИДДХ не теряет свои прочностные характеристики. Использование данного реагента не требует дополнительного технологического оборудования, как при приготовлении цементной смеси, так и при проведении цементации непосредственно на скважине, реагент российского производства и не зависит от импортных поставщиков. Тестовые испытания показали перспективность данной разработки для дальнейшего внедрения в производство.

### Выводы

- Разработанная новая добавка к тампонажным составам может способствовать повышению качества крепления скважин, обеспечить «эффект самозалечивания» и является одним из перспективных путей уменьшения заколонных перетоков.
- Изменение доли твердого (в гранулах) и жидкого реагента в комплексной добавке не сказывается на прочностных характеристиках цемента, оптимальное соотношение реагента — 1:1.
- В разработанном тампонажном составе с образцом добавки комплексного реагента (САИДДХ) в концентрации 0,2 % по истечении 1 ч. и в последующем 24 ч. отфильтровалось наименьшее количество жидкости. В сравнении с бездобавочным образцом объем отфильтрованной жидкости составил на 55 % меньше, что подтверждает способность комплексного реагента (САИДДХ) в гидрофобном состоянии удерживать жидкость в поврежденном цементном камне и обеспечивать «эффект самозалечивания».
- Экспериментально подтверждено, что цементнополимерные материалы из тампонажного раствора и камня с добавкой комплексного реагента (САИДДХ) при концентрации 0,2 % к цементному раствору не оказывают негативного влияния на его основные технологические свойства.

Табл. 2. Влияние реагента САИДДХ на фильтрационные свойства цементных растворов  
Tab. 2. Effect of the SAIDDC reagent on the filtration properties of cement mortars

Вид вяжущего	Фильтраотдача, мл, за 30 мин	Водоотделение, %, 250 мл за 2 ч (угол наклона модели скважины в град.)			
		30°	45°	60°	90°
ПЦТ-1-50	440	20,0	20,0	20,0	20,0
ЦГС	60	0	0	0	0
ЦГЖ	50	0	0	0	0
ЦМГ	43	0	0	0	0
ПЦТ-1G-CC-1	643,7	5,0	5,0	5,0	5,0
ЦГС	70	0	0	0	0
ЦГЖ	50	0	0	0	0
ЦМГ	50	0	0	0	0

Примечание: условные обозначения для цементов ПЦТ-1-50 плотностью 1 850 кг/м<sup>3</sup>, ПЦТ-1G-CC-1 плотностью 1900 кг/м<sup>3</sup>: ЦГС — цемент с добавкой реагента САИДДХ в гидрофобном состоянии (водонабухающий); ЦГЖ — цемент с добавкой реагента САИДДХ в гидрофильном (жидком) состоянии; ЦМГ — цемент с добавкой реагента в комплексном виде (водонабухающем и жидком состоянии)

Табл. 3. Результаты исследований тампонажного камня на газопроницаемость  
Tab. 3. Results of tests of cement stone for gas permeability

Образец	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Состав	Перепад давл газа при тестировании, МПа	Расход газа см <sup>3</sup> /мин	Проницаемость, мкм <sup>2</sup> ·10 <sup>-3</sup>
Время твердения 24 часа при давлении 15 МПа и t- 40 °С					
1	1 500	ЦГС	0,07	1,6	Нет
2	1 500	ЦГЖ	0,111	1,6	Нет
3	1 500	ЦМГ	0,21	1,6	Нет
4	1 900	ЦМГ	0,21	1,7	0,04
Время твердения 48 часа при давлении 15 МПа и t-40 °С					
1	1 500	ЦГС	0,07	1,5	Нет
2	1 500	ЦГЖ	0,12	1,5	Нет
3	1 500	ЦМГ	0,22	1,5	Нет
4	1 900	ЦМГ	0,21	1,7	0,1

- На текущий момент идут исследовательские работы по данному направлению, рассматривается возможность проведения ОПР.

### Литература

1. Галиев А.Ф. Комплексное решение вопроса повышения качества крепления скважины



- в терригенных отложениях. Диссертация. 2021. 149 с.
2. Галиев А.Ф., Агзамов Ф.А. Цементно-полимерные материалы для крепления скважин // Вестник нефтегазовой отрасли Казахстана. 2021. Т. 3. № 3. С. 24–31.
  3. Шайдуллин В.А., Камалетдинова Р.М., Якупов Р.Ф., Ахмеров И.А., Турдыматов А.Н., Мухаметшин В.Ш. Подбор технологии ограничения водопитока в терригенных пластах с монолитным строением // Нефть. Газ. Новации. 2021. № 7. С. 34–38.
  4. Ядрин В.В., Линд Ю.Б., Галиев А.Ф. Применение современных информационных технологий прогнозирования поглощений с целью их предупреждения при проектировании строительства скважин и эффективной ликвидации в процессе бурения // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2023. № 1. С. 80–86.
  5. Мукминов Р.Р., Никулин В.Ю. Применение состава с мгновенной фильтрацией для контроля поглощений при глушении скважин, эксплуатирующих низкотемпературные терригенные коллекторы Восточной Сибири // Экспозиция Нефть Газ. 2023. № 1. С. 76–80.
  6. Агзамов Ф.А., Исмагилова Э.Р. Самозалечивающиеся цементы – ключ к сохранению герметичности крепи скважин. Часть 2. // Нанотехнологии в строительстве. 2019. Т. 11, № 6. С. 730–742.
  7. Буглов Н.А., Бутакова Л.А., Шакирова Э.В., Аверкина Е.В. Использование отходов кремниевого производства в качестве добавок, улучшающих технологические показатели тампонажных растворов // Известия Томского Политехнического Университета. Инжиниринг Георесурсов. 2022. Т. 333. № 6. С. 122–130.

## ENGLISH

### Results

The developed additive to the cement mixture have proved the possibility of integrity restoration for the cement stone in the ring space of the borehole due to the swelling of the complex reagent copolymer of acrylamide and diallyldimethylammonium chloride (CADC), which is part of the cement stone in the form of granules. Laboratory tests have shown that cement stone with the combined CADC additive doesn't lose its strength characteristics. The use of this reagent doesn't require additional technological equipment, both during the preparation of the cement mixture and directly in cementation at the well, the reagent is local-made and doesn't depend on imported suppliers. Test trials have shown the prospects of this development for further implementation into production.

### Conclusions

- The development of new additives to grouting compounds can help improve the quality of well-casing, provide a “self-healing effect” and represents one of the promising ways to reduce backwater flows.

- The change in proportions of solid (in granules) and liquid reagent in the complex additive doesn't affect the strength characteristics of cement, the optimal ratio of the reagent is 1:1.
- In the developed grouting composition with a sample of an additive of a complex reagent (CADC) in a concentration of 0,2 % after 1 hour and in the following after 24 hours, the smallest amount of liquid has been filtered out. In comparison with the additive-free sample, the volume of the filtered liquid has been 55 % less, which confirms the ability of the complex reagent (CADC) in hydrophobic state to retain liquid in the damaged cement stone and provide a “self-healing effect”.
- It has been confirmed experimentally that cement polymer materials made of grouting mortar and stone with the addition of a complex reagent (CADC) at a concentration of 0,2 % to the cement mortar don't affect negatively its basic technological properties.
- At the moment, research is being carried out on this issue, and the possibility of conducting pilot works is being considered.

### References

1. Galiev A.F. Comprehensive solution to the issue of improving the quality of well support in terrigenous sediments. Disertatsiya. 2021. 149 p. (In Russ).
2. Galiev A.F., Agzamov F.A. Cement-polymer materials for well casing. Kazakhstan journal for oil & gas industry, 2021, Vol. 3, issue 3, P. 24–31. (In Russ).
3. Shajdullin V.A., Kamaletdinova R.M., Yakupov R.F., Ahmerov I.A., Turdymatov A.N., Muhametshin V.Sh. Selecting the water shut-off technology for monolithic terrigenous formations. Neft. Gas. Novacii, 2021, issue 7, P. 34–38. (In Russ).
4. Yadrin V.V., Lind Yu.B., Galiev A.F. The use of modern information technologies for loss prediction in order to prevent them in the design of well construction and effective elimination during drilling. Problems of gathering, treatment and transportation of oil and oil products, 2023, issue 1, P. 80–86. (In Russ).
5. Mukminov R.R., Nikulin V.Yu. The utilization of composition with spurt loss for control absorptions during killing wells in low-temperature terrigenous reservoirs in Eastern Siberia. Exposition Oil Gas, 2023, issue 1, P. 76–80. (In Russ).
6. Agzamov F.A., Ismagilova E.R. Self-healing cements - the key to maintaining the integrity of cement sheath. Part 2. Nanotechnologies in construction, 2019, Vol. 11, issue 6, P. 730–742. (In Russ).
7. Buglov N.A., Butakova L.A., Shakirova E.V., Averkina E.V. Use of silicon production wastes as additives improving the process properties of the cement slurries. Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering, 2022, Vol. 333, issue 6, P. 122–130. (In Russ).

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Ядрин Виктор Васильевич**, старший эксперт бюро старших экспертов, ООО «РН-БашНИПнефть» (ОГ ПАО «НК «Роснефть»), Уфа, Россия  
**Для контактов: yadrinvv@bnipi.rosneft.ru**

**Мардаганиев Тимур Ринатович**, начальник управления проектирования и мониторинга строительства скважин, ООО «РН-БашНИПнефть» (ОГ ПАО «НК «Роснефть»), Уфа, Россия

**Зинатуллина Элина Рустемовна** инженер строительного отдела, ООО «РН-БашНИПнефть» (ОГ ПАО «НК «Роснефть»), Уфа, Россия

**Галиев Алмаз Физратович**, г.х.н., главный специалист управления проектирования и мониторинга строительства скважин, ООО «РН-БашНИПнефть» (ОГ ПАО «НК «Роснефть»), Уфа, Россия

**Yadrin Victor Vasilyevich**, senior expert of the bureau of senior experts, “RN-BashNIPneft” LLC (“Rosneft” PJSC Group Company), Ufa, Russia  
**Corresponding author: yadrinvv@bnipi.rosneft.ru**

**Mardaganiev Timur Rinatovich**, head of the design and monitoring department for well construction, “RN-BashNIPneft” LLC (“Rosneft” PJSC Group Company), Ufa, Russia

**Zinatullina Elina Rustemovna**, engineer of the construction department, “RN-BashNIPneft” LLC (“Rosneft” PJSC Group Company), Ufa, Russia

**Galiev Almaz Fizratovich**, g.d., chief specialist of the well construction design and monitoring department, “RN-BashNIPneft” LLC (“Rosneft” PJSC Group Company), Ufa, Russia