

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ  
№ 2855205

**СОСТАВ ДЛЯ БОРЬБЫ С  
ГИДРАТООБРАЗОВАНИЕМ ПРИ ОСВОЕНИИ  
СКВАЖИН**

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II" (RU)*

Авторы: *Буслаев Георгий Викторович (RU), Лаврик Анна Юрьевна (RU)*

Заявка № 2025132009

Приоритет изобретения 18 ноября 2025 г.

Дата государственной регистрации  
в Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 30 января 2026 г.

Срок действия исключительного права  
на изобретение истекает 18 ноября 2045 г.

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

*Ю.С. Зубов*





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
C09K 8/52 (2025.08)

(21)(22) Заявка: 2025132009, 18.11.2025

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
18.11.2025

Дата регистрации:  
30.01.2026

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 18.11.2025

(45) Опубликовано: 30.01.2026 Бюл. № 4

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
Санкт-Петербургский Горный Университет,  
Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Буслаев Георгий Викторович (RU),  
Лаврик Анна Юрьевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский горный  
университет императрицы Екатерины II"  
(RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2504571 C2, 20.01.2014. RU  
2705645 C1, 11.11.2019. RU 2827166 C1,  
23.04.2024. RU 2770995 C1, 25.04.2022. US  
7958939 B2, 14.06.2011.

## (54) СОСТАВ ДЛЯ БОРЬБЫ С ГИДРАТООБРАЗОВАНИЕМ ПРИ ОСВОЕНИИ СКВАЖИН

(57) Реферат:

Изобретение относится к нефтегазодобывающей промышленности, а именно к области мероприятий по предотвращению образования газовых гидратов при освоении нефтяных и газовых скважин. Технический результат - повышение эффективности предотвращения образования газовых гидратов за счет увеличения времени

индукции и смещения точки гидратообразования в область более низких температур. Состав для борьбы с гидратообразованием при освоении скважин содержит, мас. %: поливинилпирролидон К-30 0,5-1; карбоксиметилцеллюлозу 1-2; биоцидную добавку - полигексаметиленгуанидина хлорид 0,2-0,4; ингибитор - аммония 15-20; воду техническую - остальное. 1 табл.

RU 2 855 205 C1

RU 2 855 205 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*C09K 8/52 (2025.08)*

(21)(22) Application: **2025132009, 18.11.2025**

(24) Effective date for property rights:  
**18.11.2025**

Registration date:  
**30.01.2026**

Priority:

(22) Date of filing: **18.11.2025**

(45) Date of publication: **30.01.2026** Bull. № 4

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, Sankt-Peterburgskij Gornyj Universitet, Patentno-litsenzionnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Buslaev Georgii Viktorovich (RU),  
Lavrik Anna Iurevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi universitet imperatritsy Ekateriny II» (RU)**

(54) **COMPOSITION FOR COMBATING HYDRATE FORMATION DURING WELL DEVELOPMENT**

(57) Abstract:

FIELD: oil and gas production industry.

SUBSTANCE: invention relates to the field of measures to prevent gas hydrate formation during the development of oil and gas wells. A composition for combating hydrate formation during well development contains, mas. %: polyvinylpyrrolidone K-30 0.5-1; carboxymethylcellulose 1-2; biocide additive -

polyhexamethylene guanidine chloride 0.2-0.4; inhibitor - ammonium 15-20; technical water - the rest.

EFFECT: increase in the efficiency of preventing gas hydrate formation by increasing the induction time and shifting the hydrate formation point to the region of lower temperatures.

1 cl, 1 tbl

**RU 2 855 205 C 1**

**RU 2 855 205 C 1**

Изобретение относится к нефтегазодобывающей промышленности, а именно к области мероприятий по предотвращению образования газовых гидратов при освоении нефтяных и газовых скважин.

Известен кинетический ингибитор гидратообразования (патент RU № 2677494, опубл. 17.01.2019 г.) для ингибирования образования газовых гидратов по кинетическому механизму, содержащий масс. %: четвертичное аммониевое соединение – 10-50, водорастворимый полимер – 1-10, оксиэтилированный и/или оксипропилированный амин – 1-10, оксиэтилированный и/или оксипропилированный диол – 0-10, алифатический спирт с числом атомов углерода от 5 до – 0-20, метанол или этанол, или метанол или этанол с водой, или смесь метанола и этанола с водой – остальное до 100.

Недостатком ингибитора является то, что он содержит в своём составе четвертичные аммониевые соли, приводящие к интенсивному пенообразованию в процессе освоения, особенно при наличии газа и перемешивании и наличия ядовитого метанола в составе.

Известен состав для ингибирования образования газовых гидратов на водной основе (патент RU № 2723801, опубл. 17.06.2020 г.), содержащий, масс. %: метанол – 67,3-74,3, этиленгликоль – 11,7-14,3, уротропин или неопентилполиол – 0,5-2,0, вода – остальное до 100.

Недостатком данного состава является его высокая токсичность, из-за наличия в составе этиленгликоля.

Известен ингибитор гидратообразования кинетического действия (патент RU № 2481375, опубл. 10.05.2013 г.), содержащий масс. %: смесь ПВП и ПВКап – 10-20, гидролизованный ПАА 0,1-1, этанолсодержащий раствор – остальное до 100.

Недостатком известного состава ингибитора является ограниченность применения в виду высокой чувствительности гидролизованного ПАА к минерализованной пластовой воде.

Известен состав для ингибирования гидратообразования (патент RU № 2732900, опубл. 24.09.2020 г.), содержащий масс. %: этаноламмоний формиат – 0,25-1,25, метанол – 1,13-5,63, вода – остальное до 100.

Недостатком является малая концентрация метанола, что способствует увеличению интенсивности гидратообразования.

Известен состав для предотвращения гидратных, солевых отложений и коррозии (патент RU № 2504571, опубл. 20.01.2014), принятый за прототип, включающий в себя поверхностно-активное вещество, спирт, минерализованную воду, сополимер пирролидона или капролактама, терполимер на основе N-винил-2-пирролидона, полиакриламид, гипан, полипропиленгликоль, полиоксипропиленполиол, диметиламиноэтилметакрилат, простой эфир марки Лапрол, гидроксид-этилцеллюлоза; ингибитор солеотложений: замещенная аминополикарбоновая или фосфоновая кислота, двунатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты и натриевая соль аминотетракарбоновой кислоты, гексаметафосфат или триполифосфат натрия, хлорид или нитрат аммония, спирт в виде смеси формалина или уротропина, или карбамидоформальдегидного концентрата – КФК: одноатомный спирт C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>, кубовые остатки производства бутиловых спиртов методом оксосинтеза, эфиральдегидная фракция – побочный продукт при ректификации этилового спирта; двухатомный спирт C<sub>1</sub>-C<sub>3</sub>, низкомолекулярный полиэтиленгликоль и полигликоль марки Гликойл-1; многоатомный спирт: глицерин или продукт его содержащий – полиглицерин, в объемном соотношении от 1:4-1, при следующем соотношении компонентов, масс. %: ПАВ или смесь ПАВ – 0,1-3,0, указанный полимер – 0,02-3,0, указанный ингибитор солеотложений – 0,1-3,0, указанная смесь – 5,0-30,0, минерализованная вода – остальное

до 100.

Недостатком состава является сложная многокомпонентная система, требующая дополнительного оборудования при приготовлении, а также в заявленном составе для снижения расхода спирта используют спирт в виде смеси формалина, ядовитого компонента, имеющего 2 класс опасности.

Техническим результатом является повышение эффективности предотвращения образования газовых гидратов.

Технический результат достигается тем, что в качестве полимера используют поливинилпирролидон К-30 и карбоксиметилцеллюлозу, в качестве ингибитора используют хлорид аммония, при этом состав дополнительно содержит полигексаметиленгуанидина хлорид, который используют в качестве биоцидной добавки, при следующем соотношении компонентов, масс. %:

поливинилпирролидон К-30	0,5-1
карбоксиметилцеллюлоза	1-2
полигексаметиленгуанидина хлорид	0,2-0,4
хлорид аммония	15-20
вода техническая	остальное

Заявляемый состав для борьбы с гидратообразованием при освоении скважин включает в себя следующие реагенты и товарные продукты, их содержащие, масс. %:

- поливинилпирролидон (ПВП) К-30 от 0,5 до 1 масс. %, выпускаемый по ГОСТ 13079-2021;

- карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) от 1 до 2 масс. %, соответствующая стандартам ГОСТ Р 56946-2016;

- полигексаметиленгуанидина хлорид (ПГМГ хлорид) от 0,2 до 0,4 масс. %, выпускаемый согласно ГОСТ 59072-2020;

- хлорид аммония от 15 до 20 масс. %, выпускаемый согласно ГОСТ 3773-72;

- вода техническая – остальное, выпускаемая по ГОСТ 23732-79.

Поливинилпирролидон (ПВП) К-30 – полимер, относится к семейству пирролидонов. ПВП К-30 увеличивает индукционный период гидратообразования. Молекулы ПВП К-30 активно связывают воду звеньями полимерной цепочки, что препятствует укрупнению частиц льда в местах их соприкосновения.

Карбоксиметилцеллюлоза – полимер, относится к группе полисахаридов, применяется в качестве «зелёного» ингибитора, проявляющего одновременно свойства термодинамического и кинетического ингибитора, улучшающего структурно-реологические и фильтрационные показатели состава. КМЦ увеличивает его вязкость и предотвращает его разжижение или сгущение при изменении температуры и давления. Кроме того, КМЦ способствует образованию фильтрационной корки, предотвращающей утечку состава при его закачке в пласт.

Полигексаметиленгуанидина хлорид используется в качестве биоцидной добавки, предотвращающей коррозию и защищающей оборудование от биодеструкции.

Хлорид аммония применяется в качестве ингибитора гидратообразования термодинамического типа. Механизм действия основан на снижении температуры образования гидратов за счет смещения термодинамического равновесия. Молекулы  $\text{NH}_4\text{Cl}$  при диссоциации в воде повышают её ионную силу и понижают активность воды, что создает менее благоприятные условия для формирования кристаллической решётки газовых гидратов по сравнению с чистой водой. Это позволяет эффективно сдвигать условия гидратообразования.

Вода техническая используется в качестве основы для приготовления раствора.

Состав для предотвращения гидратообразования готовится следующим образом. Отбирают навески хлорида аммония, КМЦ, ПВП К-30 и ПГМГ хлорида. Далее на мешалке в теплую техническую воду вводят хлорид аммония, КМЦ, ПВП К-30 и перемешивают на 3000 об/мин в течение 10 минут, либо до полного растворения КМЦ.

5 Последним компонентом вводят ПГМГ хлорид.

Ингибирующий состав для предотвращения гидратообразования поясняется следующими примерами.

Составы, приготовленные по примерам 1-3, 16, 31 имеют температуру гидратообразования выше 0 °С ввиду отсутствия хлорида аммония, выступающего в роли ингибитора термодинамического действия. Увеличение концентрации ПВП К-30 в составе по примеру 1 привело к увеличению времени индукции, однако оно все еще относительно мало. Увеличение концентрации ПВП К-30 в составе по примеру 2 до 0,8 масс. % привело к увеличению времени индукции до 27050 с, что является весьма хорошим результатом. Дальнейшее увеличение концентрации ПВП К-30 в составе по примеру 3 привело к уменьшению времени индукции. Это говорит о чрезмерно большой концентрации ПВП К-30 в составе, вызывающей значительное снижение межфазного натяжения на границе «газ-вода». Это облегчает диспергирование газовой фазы в водной среде и приводит к увеличению площади контакта между газом и водой, стимулируя гидратообразование. Аналогичный эффект подтверждают составы, приготовленные по примерам 40, 41.

В ингибирующий состав по примеру 4 добавлен хлорид аммония. Время индукции небольшое, сопоставимо с результатами примера 1 и составляет 24300 с, однако гидратообразование теперь происходит в области отрицательных температур. В составе по примеру 5 увеличены концентрации ПВП К-30 и хлорида аммония. Время индукции увеличилось и составило 26800 с, что является средним результатом. Температура гидратообразования снизилась и составила -7 °С.

В составе по примеру 6 до 25 масс. % увеличена концентрация хлорида аммония, однако температура гидратообразования снизилась несущественно до -7,1 °С. Таким образом, начиная с определенной концентрации хлорида аммония его способность смещать термобарические условия образования газовых гидратов в область более низких температур ослабевает, и дальнейшее увеличение концентрации хлорида аммония не уменьшает существенно температуру гидратообразования. Аналогичный эффект подтверждают составы, приготовленные по примерам 6, 32, 41.

В составе по примеру 7 дополнительно введен полисахарид КМЦ. Время индукции, по сравнению с составом по примеру 6, увеличилось. В составе по примеру 8 увеличена концентрация КМЦ при неизменной концентрации ПВП К-30. Время индукции составило 27900 с.

Отклонения концентраций компонентов состава от интервалов, определенных примерами 9, 12, 15, 17-20, 27-30, 33-36 приводит к ухудшению свойств, т.е. к уменьшению времени индукции или увеличению температуры гидратообразования. Так, в составах по примерам 10, 11, 21, 22 увеличение концентрации КМЦ до значения, превышающего 2 масс. %, приводит к уменьшению времени индукции. При этом сравнение примеров 10 и 11, а также 21 и 22 между собой показывает, что увеличение концентрации ПГМГ до значения, превышающего 0,4 масс. %, также приводит к уменьшению времени индукции. То же самое демонстрирует состав по примеру 37 при его сравнении с составом по примеру 36.

Относительно малое время индукции гидратообразования демонстрируют составы, приготовленные по примерам 23-25, ввиду недостаточной концентрации ПГМГ хлорида,

по примерам 7, 13, 14, ввиду недостаточной концентрации КМЦ, по примерам 38, 39, ввиду недостаточной концентрации ПВП К-30.

Составы по примерам 9, 12, 15, 17-20, 27-30, 33-36 отвечают предъявленным требованиям. Время индукции превысило 27000 с, кроме того, составы обладает низкой температурой гидратообразования.

Повышение эффективности предотвращения образования газовых гидратов достигается путем применения ингибитора комплексного действия: кинетического, представленного поливинилпирролидоном К-30 и ПГМГ хлоридом, и термодинамического, представленного водным раствором хлорида аммония, что позволяет увеличивать время индукции и смещать точку гидратообразования в область более низких температур.

Таблица 1 – Составы и основные показатели ингибирующего раствора для предотвращения гидратообразования

№	Состав, масс. %					Плотность раствора, г/см <sup>3</sup>	Время индукции гидратообразования, с	Температура гидратообразования, °С	Примечание
	ПВП	КМЦ	ПГМГ	Хлорид аммония	Вода техническая				
1	0,5	-	-	-	99,5	1,001	24100	3,5	Температура гидратообразования выше 0 °С
2	0,8	-	-	-	99,2	1,002	27050	3,4	
3	1,3	-	-	-	98,7	1,003	23000	3,5	
4	0,5	-	-	15	84,5	1,080	24300	-6,6	Небольшое время индукции. Недостаточно низкая температура гидратообразования
5	0,7	-	-	20	79,3	1,017	26800	-7	Среднее время индукции, низкая температура гидратообразования
6	0,7	-	-	25	74,3	1,017	26900	-7,1	Время индукции и температура гидратообразования изменились несущественно
7	0,7	0,5	-	17	81,8	1,091	26950	-6,8	Время индукции увеличилось
8	0,7	1,2	-	18	80,1	1,097	27900	-6,8	Время индукции увеличилось
9	0,7	1,2	0,2	19	78,9	1,102	28550	-6,9	Время индукции увеличилось
10	0,8	2,3	0,3	18	78,6	1,097	28000	-6,8	Время индукции уменьшилось
11	0,8	2,3	0,5	18	78,4	1,097	27900	-6,8	Время индукции уменьшилось
12	0,7	1,6	0,4	17	80,3	1,091	29200	-6,9	Большое время индукции, низкая температура гидратообразования
13	0,6	0,5	0,1	15	83,8	1,080	25200	-6,6	Небольшое время индукции. Недостаточно низкая температура гидратообразования
14	0,5	0,5	0,2	15	83,8	1,080	24280	-6,6	Время индукции уменьшилось
15	0,5	1	0,2	15	83,3	1,080	27550	-6,7	Время индукции увеличилось
16	0,6	1,2	0,3	-	97,9	1,001	27830	2,8	Время индукции увеличилось. Температура гидратообразования выше 0 °С
17	0,6	1,5	0,3	17	81,6	1,086	28480	-6,9	Большое время индукции, низкая температура гидратообразования
18	0,5	1,6	0,2	18	79,7	1,096	27600	-6,9	
19	0,6	1,8	0,4	19	78,2	1,102	28960	-7	Среднее время индукции
20	0,5	1	0,4	19	77,1	1,081	27400	-7	
21	0,6	2,5	0,4	20	76,5	1,107	26760	-7	
22	0,7	2,5	0,5	20	76,3	1,107	26600	-7	
23	0,6	1,5	-	15	82,9	1,081	25060	-6,7	
24	0,6	-	-	16	83,4	1,086	24760	-6,6	
25	0,7	1	0,1	18	80,2	1,096	27180	-6,8	
26	0,8	1	0,2	12	86	1,065	27470	-2,2	Недостаточно низкая температура гидратообразования
27	0,7	1,2	0,2	16	81,9	1,086	27800	-6,6	Время индукции увеличилось, температура гидратообразования повысилась
28	0,7	1,2	0,3	18	79,8	1,097	27840	-6,8	Большое время индукции, низкая температура гидратообразования
29	0,8	1,4	0,3	17	99,5	1,001	29600	-6,8	

	30	0,8	1,5	0,2	15	99,2	1,002	27980	-6,6	Время индукции увеличилось, температура гидратообразования снизилась
	31	0,9	1,8	0,4	-	98,7	1,003	26270	2,5	Температура гидратообразования выше 0 °С
5	32	0,8	1,7	0,2	23	84,5	1,080	29760	-7,0	Большое время индукции, низкая температура гидратообразования, но температура изменилась несущественно
	33	0,9	1,9	0,3	15	79,3	1,017	28550	-6,7	Большое время индукции, низкая температура гидратообразования
	34	0,9	2	0,2	16	74,3	1,017	28620	-6,8	
	35	1	2	0,3	19	81,9	1,091	28600	-7	
10	36	1	2	0,4	20	80	1,097	28500	-7	
	37	1	2	0,5	11	78,4	1,102	27860	-2	Время индукции уменьшилось. Недостаточно низкая температура гидратообразования
	38	0,2	1,3	0,2	10	78,6	1,097	19380	-1,6	Небольшое время индукции гидратообразования
	39	0,2	1,8	0,3	16	78,4	1,097	21600	-6,7	
	40	1,2	1,3	0,3	19	80,3	1,091	24240	-6,9	
15	41	1,2	1,8	0,4	22	83,8	1,080	23170	-7	

## (57) Формула изобретения

Состав для борьбы с гидратообразованием при освоении скважин, включающий полимер, ингибитор и воду, отличающийся тем, что в качестве полимера используют поливинилпирролидон К-30 и карбоксиметилцеллюлозу, в качестве ингибитора используют хлорид аммония, при этом состав дополнительно содержит полигексаметиленгуанидина хлорид, который используют в качестве биоцидной добавки, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

25	поливинилпирролидон К-30	0,5-1
	карбоксиметилцеллюлоза	1-2
	полигексаметиленгуанидина хлорид	0,2-0,4
	хлорид аммония	15-20
	вода техническая	остальное

30

35

40

45