

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015144708/03, 19.10.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
19.10.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 19.10.2015

(45) Опубликовано: 10.11.2016 Бюл. № 31

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2504642 C2, 20.01.2014; RU 2167846
C2, 27.05.2001; RU 2237052 C1, 27.09.2004; RU
2126513 C1, 20.02.1999; RU 2134678 C1,
20.08.1999; RU 2137740 C1, 20.09.1999; US 5432292
A, 11.07.1995; CA2506925 C, 14.12.2010.

Адрес для переписки:

119991, Москва, Ленинский пр-кт, 65, корп.1,
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина,
отдел защиты интеллектуальной собственности

(72) Автор(ы):

Семенов Антон Павлович (RU),
Медведев Владимир Игоревич (RU),
Гущин Павел Александрович (RU),
Иванов Евгений Владимирович (RU),
Гущина Юлия Федоровна (RU),
Новиков Андрей Александрович (RU),
Винокуров Владимир Арнольдович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Российский государственный
университет нефти и газа (национальный
исследовательский университет) имени И.М.
Губкина" (RU)(54) СОСТАВ ДЛЯ ИНГИБИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ГИДРАТОВ В
УГЛЕВОДОРОДСОДЕРЖАЮЩЕМ СЫРЬЕ

(57) Реферат:

Изобретение относится к составам для ингибирования образования газовых гидратов в различных углеводородсодержащих жидкостях и газах, содержащих гидратообразующие агенты и воду, и может быть использовано в процессах добычи, переработки и транспортировки углеводородного сырья для предотвращения образования газовых гидратов. Состав содержит кинетический ингибитор, термодинамический ингибитор и синергетическую добавку, выбранную из группы, включающей четвертичные аммониевые соли, эфиры этиленгликоля общей формулы $R_1OCH_2CH_2OR_2$,

где R_1 - атом водорода или алкильный радикал, R_2 - алкильный радикал, оксиэтилированные жирные спирты, оксипропилированные жирные спирты, полиэтиленоксид, полипропиленоксид, сополимеры этиленоксида и пропиленоксида или смесь указанных веществ при следующем соотношении компонентов, % мас.: кинетический ингибитор гидратообразования 2,0-8,0; термодинамический ингибитор гидратообразования 84,0-96,0; синергетическая добавка - остальное. Технический результат - повышение ингибирующей способности. 4 пр.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 601 355** (13) **C1**

(51) Int. Cl.
C09K 8/524 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2015144708/03, 19.10.2015**

(24) Effective date for property rights:
19.10.2015

Priority:

(22) Date of filing: **19.10.2015**

(45) Date of publication: **10.11.2016** Bull. № 31

Mail address:

**119991, Moskva, Leninskij pr-kt, 65, korp.1, RGU
nefti i gaza (NIU) imeni I.M. Gubkina, otdel
zashchity intellektualnoj sobstvennosti**

(72) Inventor(s):

**Semenov Anton Pavlovich (RU),
Medvedev Vladimir Igorevich (RU),
Gushchin Pavel Aleksandrovich (RU),
Ivanov Evgenij Vladimirovich (RU),
Gushchina JULija Fedorovna (RU),
Novikov Andrej Aleksandrovich (RU),
Vinokurov Vladimir Arnoldovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Rossijskij gosudarstvennyj
universitet nefti i gaza (natsionalnyj
issledovatel'skij universitet) imeni I.M. Gubkina"
(RU)**

(54) **COMPOSITION FOR INHIBITING FORMATION OF HYDRATES IN HYDROCARBON-CONTAINING RAW MATERIAL**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to compositions for inhibiting formation of gas hydrates in different hydrocarbon-containing liquids and gases containing hydrate-forming agents and water, and can be used in processes of extraction, processing and transportation of hydrocarbon raw material to prevent formation of gas hydrates. Composition contains a kinetic inhibitor, thermodynamic inhibitor and synergetic additive selected from a group comprising quaternary ammonium salts, ethylene glycol esters of general

formula $R_1OCH_2CH_2OR_2$, where R_1 is a hydrogen atom or alkyl radical, R_2 is an alkyl radical, oxyethylated fatty alcohols, oxypropylated fatty alcohols, polyethylene oxide, polypropylene oxide, copolymers of ethylene oxide and propylene oxide or a mixture of said substances in following ratio of components, wt%: kinetic hydrate formation inhibitor 2.0-8.0; thermodynamic hydrate formation inhibitor 84.0-96.0; synergetic additive - balance.

EFFECT: higher inhibiting capacity.

1 cl, 4 ex

Изобретение относится к составам ингибирования образования газовых гидратов в различных углеводородсодержащих жидкостях и газах, содержащих воду и гидратообразующие агенты, и может быть использовано в процессах добычи, переработки и транспортировки углеводородного сырья для предотвращения образования газовых гидратов.

Образование газовых гидратов в промышленном оборудовании и трубопроводах - одна из важнейших технологических проблем, возникающая при добыче, транспортировке и переработке жидкого и газообразного углеводородного сырья.

В природном газе, газовом конденсате, нефти присутствуют соединения (CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , изо- C_4H_{10} , н- C_4H_{10} , CO_2 , H_2S), при определенных термобарических условиях в присутствии воды образующие газовые гидраты, которые, являясь твердыми кристаллическими веществами, отлагаются на стенках труб и оборудования, что приводит к резкому уменьшению пропускной способности добывающих скважин, технологических трубопроводов вплоть до их полной закупорки. Образование газогидратных пробок может привести к остановке процессов добычи, транспортировки, переработки углеводородного сырья и, как следствие, к значительным финансовым потерям.

Известно использование в качестве состава для ингибирования газовых гидратов в углеводородсодержащем сырье термодинамического ингибитора гидратообразования (ТИГ), в частности спирта (RU 2049957, 1998).

Однако из-за высоких рабочих концентраций термодинамических ингибиторов (до 60% мас..) применение такого состава сопряжено с высокими затратами и экологическими проблемами.

Известно использование в качестве состава для ингибирования гидратообразования в углеводородсодержащем сырье кинетического ингибитора гидратообразования (КИГ) (RU 2126513, 1999, RU 2134678, 1999, RU 2137740, 1999). Такого рода реагенты, не влияя на термодинамику, значительно влияют на кинетику процесса гидратообразования, увеличивая индукционный период данного процесса. Основными преимуществами кинетических ингибиторов гидратообразования, представляющих собой, как правило, водорастворимые полимеры, являются их невысокие рабочие концентрации (0,3-1% мас..) и низкая токсичность. Основным недостатком КИГ заключается в том, что они не могут использоваться в холодных климатических условиях при температурах ниже 0°C , так как низкие рабочие концентрации не обеспечивают существенной депрессии температуры замерзания воды. Для таких условий перспективным является подход, связанный с использованием комбинированных реагентов, сочетающих в себе достоинства кинетических ингибиторов гидратообразования и антифризных веществ.

Известен состав для ингибирования газовых гидратов в углеводородсодержащем сырье, который содержит по меньшей мере один кинетический ингибитор гидратообразования и по меньшей мере один термодинамический ингибитор гидратообразования (CA 2506925, 2006).

При этом кинетический ингибитор гидратообразования, в частности, включает аминированные полиалкиленгликоли, представленные формулой $\text{R}_1\text{R}_2\text{N}[(\text{A})_a(\text{B})_b(\text{A})_c(\text{CH}_2)_d\text{-CH}(\text{R})\text{-NR}_1]_n\text{R}_2$ (I), в которой: - каждый А независимо отобран из $-\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{O}-$ или $-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{O}-$; В представляет из себя $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-$; $a+b+c$ составляет от 1 до приблизительно 100; R представляет из себя -H или $-\text{CH}_3$; - каждый R_1 и R_2 независимо выбраны из группы, состоящей из -H, $-\text{CH}_3$, $-\text{H}_2\text{CH}_2\text{OH}$ и $-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{O}$; d от 1 до приблизительно 6; n от 1 до приблизительно 4.

Недостатки указанного состава заключаются в высокой коррозионной активности используемых ТИГ (солей-электролитов), сложности синтеза КИГ, высоком расходе полимерного КИГ, относительно малой максимальной степени переохлаждения и недостаточном индукционном периоде гидратообразования.

- 5 Более близким к изобретению является состав, используемый при проведении способа ингибирования образования гидратов углеводородов, включающий закачку данного состава в прискважинную зону или в участок трубопровода. Указанный состав содержит водный раствор полимера из группы, включающей: сополимер пирролидона или капролактама, терполимер на основе N-винил-2-пирролидона,
- 10 диметиламиноэтилметакрилат, гидроксипропилцеллюлозу, поливинилпирролидон, поливинилкарбоксилат, полиакрилат, поливинилкапролактан, акриламидометилпропансульфонат, полиакриламид, гипан, полиоксипро в масле полимера из группы, включающей: полиакриламид, карбоксиметилцеллюлозу, эфир оксипропилцеллюлозы, полиметакрилат, поливинилацетат или поливиниловый спирт или
- 15 их сополимеры, и дополнительно - карбамидоформальдегидный концентрат КФК и гидрофобизирующую добавку при следующем соотношении компонентов, мас. %:
- указанные водный раствор или эмульсия 0,05-5,0, КФК 0,1-5,0, гидрофобизирующая добавка 0,1-5,0, вода остальное. При этом перед закачкой указанной композиции дополнительно закачивают оторочку КФК в количестве 0,1-5,0 мас. % от мас.ы
- 20 указанного состава и осуществляют выдержку не менее 3-5 ч. Дополнительно указанный состав может содержать соляную или уксусную кислоту, или смесь их, или смесь соляной кислоты и концентрата низкомолекулярных кислот, или фосфорную или ортофосфорную кислоту в количестве 0,05-0,20 мас. % (RU 2504642, 2014).

- Недостатки указанного состава заключаются в том, что он при ингибировании гидратообразования не обеспечивает достаточную степень снижения (депрессии)
- 25 температуры кристаллизации льда, что не позволяет применять указанный состав при температурах ниже 0°C, не обеспечивает также необходимую степень переохлаждения при образовании гидратов. Кроме того, использование данного состава приводит к недостаточно высокому индукционному периоду гидратообразования.

- 30 Таким образом, известный состав недостаточно эффективен.

Задача изобретения заключается в повышении эффективности состава для ингибирования образования гидратов в углеводородсодержащем сырье.

- Поставленная задача достигается описываемым составом ингибирования образования гидратов в углеводородсодержащем сырье, включающим воду и гидратообразующие
- 35 компоненты, содержащим кинетический ингибитор гидратообразования, термодинамический ингибитор гидратообразования и синергетическую добавку, выбранную из группы, включающей четвертичные аммониевые соли, эфиры этиленгликоля общей формулы $R_1OCH_2CH_2OR_2$, где R_1 - атом водорода или алкильный радикал, а R_2 - алкильный радикал, оксипропилированные жирные спирты,
- 40 оксипропилированные жирные спирты, полиэтиленоксид, полипропиленоксид, сополимеры этиленоксида и пропиленоксида или смесь указанных веществ при следующем соотношении компонентов, % мас.:

- | | | |
|----|--|------------------|
| 45 | кинетический ингибитор гидратообразования | 2,0-8,0 |
| | термодинамический ингибитор гидратообразования | 84,0-96,0 |
| | синергетическая добавка | остальное до 100 |

Достижимый технический результат заключается в более высокой, по сравнению с известным составом, ингибирующей способности описываемого состава.

Так, описываемый состав может быть использован для ингибирования образования газовых гидратов при степени переохлаждения до 30°C с индукционным периодом, достигающим 40 часов и выше, в том числе при пониженных температурах <0°C (известный способ обеспечивает ингибирование при более высоких температурах при степени переохлаждения не выше 12,6°C с индукционным периодом в диапазоне 17-36,8 часов). Использующиеся в составе компоненты ингибируют начальное образование (нуклеацию) газовых гидратов, замедляют образование или рост кристаллов гидратов, предотвращают агломерацию кристаллов гидратов меньшего размера в более крупные.

В качестве углеводородсодержащего сырья возможно использовать такое, как, например, нефтяные водосодержащие эмульсии, указанные эмульсии, содержащие углеводородный газ, газовый конденсат, сырье, содержащее гидратообразующий газ, воду, а также другое углеводородсодержащее сырье, содержащее воду и гидратообразующие компоненты, характерное, в частности, для процессов добычи, переработки и транспортировки углеводородного сырья.

Описываемый состав вводят в исходное сырье в количестве 2,5 -50,0% мас. от воды, содержащейся в указанном сырье. Ввод состава в указанном количестве в углеводородное сырье, включающее воду и гидратообразующие компоненты, обеспечивает оптимальное содержание компонентов состава и воды, составляющее: кинетический ингибитор гидратообразования 0,1-2,0% мас., термодинамический ингибитор гидратообразования 5,0-40,0% мас., синергетическая добавка 0,1-2,0% мас., вода - остальное, до 100% мас. Конкретное соотношение определяется природой компонентов композиции и термобарическими условиями на нефтегазовом объекте.

В описываемом составе для ингибирования образования гидратов в качестве кинетического ингибитора гидратообразования используют водорастворимые полимеры, такие, в частности, как поли-N-виниллактамы, замещенные полиакриламида, сверхразветвленные полиэфирамиды, поливиниловый спирт и его производные и другие высокомолекулярные соединения, обладающие свойствами КИГ. В качестве термодинамического ингибитора гидратообразования возможно использовать, в частности, метанол, этанол, моно-, ди-, триэтиленгликоль, пропиленгликоль, глицерин, низкомолекулярные простые эфиры моно-, ди- и триэтиленгликоля, пропиленгликоля, мочевины или их смесь. В качестве синергетической добавки используют четвертичные аммониевые соли (например, галогениды тетрабутиламмония, галогениды цетилтриметиламмония, галогениды цетилдиметиламмония, галогениды додецилдиметиламмония, галогениды дидодецилдиметиламмония), моно- и диалкиловые эфиры этиленгликоля общей формулы $R_1OCH_2CH_2OR_2$, где R_1 - атом водорода или алкильный радикал, в частности, с числом углеродных атомов больше 3, а R_2 - алкильный радикал, в частности, с числом углеродных атомов больше 3 (например, монобутиловый эфир этиленгликоля, дибутиловый эфир этиленгликоля), оксиэтилированные жирные спирты (например, Синтанол АЛМ-10, Surfynol 485), оксипропилированные жирные спирты, полиэтиленоксид (с молекулярной массой, в частности, 200-8000), полипропиленоксид (с молекулярной массой, в частности, 200-8000), сополимеры этиленоксида и пропиленоксида (например, со средней молекулярной массой 5000) или смесь указанных веществ.

Использование такого комбинированного состава позволяет повысить достоинства указанных классов ингибиторов и, как следствие, повысить эффективность ингибирования гидратообразования. С одной стороны, использование антигидратных реагентов позволяет значительно снизить расход термодинамического ингибитора гидратообразования. С другой, используемые антигидратные реагенты могут быть

использованы для образования гидратов в технологических процессах при температуре $<0^{\circ}\text{C}$ благодаря тому, что входящий в состав термодинамический ингибитор одновременно является антифризным веществом и поэтому значительно понижает температуру кристаллизации льда. Предотвращение образования льда наряду с ингибированием гидратообразования является обязательным условием, ограничивающим спектр используемых ингибиторов в условиях пониженных температур. Использование кинетического ингибитора без применения других компонентов неэффективно при температурах $<0^{\circ}\text{C}$, так как вследствие низких рабочих концентраций последний не обеспечивает существенной депрессии температуры кристаллизации льда. Наличие в составе синергетической добавки в указанных количествах предопределяет повышение его ингибирующей способности, позволяет снизить концентрацию и, следовательно, расход дорогостоящего полимерного КИГ. Кроме того, наличие в составе поверхностно-активных соединений (четвертичные аммониевые соли, эфиры моно-, ди- и триэтиленгликоля, оксиэтилированные и оксипропилированные жирные спирты, сополимеры этиленоксида и пропиленоксида) придает описываемому составу антиагломерантные свойства.

Описываемый состав для ингибирования образования гидратов получают следующим образом.

Вышеуказанный состав готовят путем смешивания расчетных количеств компонентов в отдельной емкости. Для получения используемого состава кинетический ингибитор гидратообразования растворяют в термодинамическом ингибиторе гидратообразования при температуре $20-30^{\circ}\text{C}$ и интенсивном перемешивании. Затем в смесь при перемешивании добавляют синергетическую добавку. Готовый состав вводят в углеводородсодержащее сырье, содержащее воду и гидратообразующие компоненты различным образом, в частности непосредственно в сырье, закачивают в скважинную зону или в участок трубопровода.

Изобретение иллюстрируется нижеприведенными примерами, не ограничивающими его использование.

Применение состава иллюстрируется на примере использования в качестве исходного углеводородсодержащего сырья модельной смеси, состоящий из газовой смеси $95,66\% \text{CH}_4 + 4,34\% \text{C}_3\text{H}_8$ и воды.

Пример 1

Для приготовления описываемой композиции в качестве кинетического ингибитора гидратообразования используют сополимер N-винилкапролактама и N-винилпирролидона (соотношение звеньев 1:1, средневесовая молекулярная масса 3000) в количестве $2,5\% \text{ мас.}$, в качестве термодинамического ингибитора гидратообразования - моноэтиленгликоль в количестве $94\% \text{ мас.}$, в качестве синергетической добавки - монобутиловый эфир этиленгликоля в количестве $3,5\% \text{ мас.}$ При этом кинетический ингибитор растворяют в моноэтиленгликоле и размешивают при температуре $20-30^{\circ}\text{C}$ до однородной массы. В получившийся раствор добавляют монобутиловый эфир этиленгликоля и вновь перемешивают до однородной массы.

Количество добавляемой композиции в сырье составляет 27% от массы воды, содержащейся в исходном сырье. После добавления композиции полученную смесь перемешивают на магнитной мешалке до полного растворения композиции. Полученный водный раствор имеет температуру кристаллизации льда, равную минус 8°C . 250 см^3 полученного раствора помещают в автоклав объемом 500 см^3 . Свободный объем автоклава продувают исходной газовой смесью с целью удаления воздуха. После

продувки в автоклав подают газовую смесь до давления 4 МПа при комнатной температуре. Содержимое автоклава перемешивают лопастной мешалкой со скоростью 600 об/мин и охлаждают со скоростью 1°C/ч. Образование гидрата начинается при температуре минус 7,7°C, что соответствует степени переохлаждения 21,4°C (равновесная температура 13,7°C для неингибированной системы).

Индукционный период гидратообразования измеряют следующим образом. 250 см³ полученного раствора помещают в автоклав. Свободный объем автоклава продувают гидратообразующим газом с целью удаления воздуха. Содержимое автоклава при перемешивании со скоростью 600 об/мин охлаждают до минус 3°C и термостатируют. В автоклав подают газовую смесь до давления 3,58 МПа. Процесс гидратообразования начинается через 38,6 часов после подачи гидратообразующего газа. Таким образом, индукционный период составляет 38,6 часов.

Пример 2

Для приготовления описываемой композиции в качестве кинетического ингибитора гидратообразования используют сополимер N-винилкапролактама и N-винилпирролидона (соотношение звеньев 1:1, средневесовая молекулярная масса 3000) в количестве 5,0% мас., в качестве термодинамического ингибитора гидратообразования - метанол в количестве 90% мас., в качестве синергетической добавки - бромид тетрабутиламмония в количестве 5,0% мас. При этом кинетический ингибитор растворяют в метаноле и размешивают при температуре 20-30°C до однородной массы. В получившийся раствор добавляют бромид тетрабутиламмония и вновь перемешивают до однородной массы.

Количество добавляемой композиции в сырье составляет 11% мас. от количества воды, содержащейся в исходном сырье. После добавления композиции полученную смесь перемешивают на магнитной мешалке до полного растворения композиции. Полученный водный раствор имеет температуру кристаллизации льда, равную минус 8°C. 250 см³ полученного раствора помещают в автоклав. Свободный объем автоклава продувают исходной газовой смесью с целью удаления воздуха. После продувки в автоклав подают газовую смесь до давления 4 МПа при комнатной температуре. Содержимое автоклава перемешивают лопастной мешалкой со скоростью 600 об/мин и охлаждают со скоростью 1°C/ч. Образование гидрата начинается при температуре минус 7,5°C, что соответствует степени переохлаждения 21,2°C (равновесная температура 13,7°C для неингибированной системы).

Индукционный период гидратообразования измеряют следующим образом. 250 см³ полученного раствора помещают в автоклав. Свободный объем автоклава продувают гидратообразующим газом с целью удаления воздуха. Содержимое автоклава при перемешивании со скоростью 600 об/мин охлаждают до минус 3°C и термостатируют. В автоклав подают газовую смесь до давления 3,58 МПа. Процесс гидратообразования начинается через 37,1 часов после подачи гидратообразующего газа. Таким образом, индукционный период составляет 37,1 часа.

Пример 3

Для приготовления описываемой композиции в качестве кинетического ингибитора гидратообразования используют поли(N-винилкапролактама) (средневесовая молекулярная масса 3000) в количестве 8,0% мас., в качестве термодинамического ингибитора гидратообразования - этанол в количестве 84% мас., в качестве синергетической добавки - оксиэтилированный жирный спирт Синтанол АЛМ-10 4,0% мас. и бромид цетилтриметиламмония 4% мас. При этом кинетический ингибитор

растворяют в этаноле и размешивают при температуре 20-30°C до однородной массы. В получившийся раствор добавляют Синтанол АЛМ-10, бромид цетилтриметиламмония и вновь перемешивают до однородной массы.

Количество добавляемой композиции в сырье составляет 8,0% мас. от количества воды, содержащейся в исходном сырье. После добавления полученную смесь перемешивают на магнитной мешалке до полного растворения композиции. Полученный водный раствор имеет температуру кристаллизации льда, равную минус 4,5°C. 250 см³ полученного раствора помещают в автоклав. Свободный объем автоклава продувают исходной газовой смесью с целью удаления воздуха. После продувки в автоклав подают газовую смесь до давления 4 МПа при комнатной температуре. Содержимое автоклава перемешивают лопастной мешалкой со скоростью 600 об/мин и охлаждают со скоростью 1°C/ч. Образование гидрата начинается при температуре минус 4,1°C, что соответствует степени переохлаждения 18,0°C (равновесная температура 13,9°C для неингибированной системы).

Индукционный период гидратообразования измеряли следующим образом. 250 см³ полученного раствора помещают в автоклав. Свободный объем автоклава продувают исходным сырьем с целью удаления воздуха. Содержимое автоклава при перемешивании со скоростью 600 об/мин охлаждают до 0°C и термостатируют. В автоклав подают газовую смесь до давления 3,65 МПа. Процесс гидратообразования начинается через 40,1 часов после подачи гидратообразующего газа. Таким образом, индукционный период составляет 40,1 часов.

Пример 4

Для приготовления описываемой композиции в качестве кинетического ингибитора гидратообразования используют поли(N-винилкапролактam) (средневесовая молекулярная масса 3000) в количестве 4,8% мас., в качестве термодинамического ингибитора гидратообразования - метанол в количестве 90,2% мас., в качестве синергетической добавки - лапрол (полипропиленоксид) 5,0% мас. При этом кинетический ингибитор растворяют в метаноле и размешивают при температуре 20-30°C до однородной массы. В получившийся раствор добавляют лапрол и вновь перемешивают до однородной массы.

Количество добавляемой композиции в сырье составляет 26,7% мас. от количества воды, содержащейся в исходном сырье. После добавления полученную смесь перемешивают на магнитной мешалке до полного растворения композиции. Полученный водный раствор имеет температуру кристаллизации льда, равную минус 19°C. 250 см³ полученного раствора помещают в автоклав. Свободный объем автоклава продувают исходной газовой смесью с целью удаления воздуха. После продувки в автоклав подают газовую смесь до давления 4 МПа при комнатной температуре. Содержимое автоклава перемешивают лопастной мешалкой со скоростью 600 об/мин и охлаждают со скоростью 1°C/ч. Образование гидрата начинается при температуре минус 15,1°C, что соответствует степени переохлаждения 28,5°C (равновесная температура 13,4°C для неингибированной системы).

Индукционный период гидратообразования измеряли следующим образом. 250 см³ полученного раствора помещают в автоклав. Свободный объем автоклава продувают исходным сырьем с целью удаления воздуха. Содержимое автоклава при перемешивании со скоростью 600 об/мин охлаждают до минус 10°C и термостатируют. В автоклав подают газовую смесь до давления 3,55 МПа. Процесс гидратообразования начинается через 45,3 часов после подачи гидратообразующего газа. Таким образом, индукционный

период составляет 45,3 часа.

Использование описываемого состава, содержащего иные вышеперечисленные вещества в иных концентрациях, входящих в указанный выше интервал, приводит к аналогичным результатам.

- 5 Из приведенных данных следует, что описываемый состав обладает более высокой ингибирующей способностью, чем известный.

Формула изобретения

- 10 Состав для ингибирования образования гидратов в углеводородсодержащем сырье, включающем воду и гидратообразующие компоненты, содержащий кинетический ингибитор гидратообразования, термодинамический ингибитор гидратообразования и синергетическую добавку, выбранную из группы, включающей четвертичные аммониевые соли, эфиры этиленгликоля общей формулы $R_1OCH_2CH_2OR_2$, где R_1 - атом
- 15 водорода или алкильный радикал, R_2 - алкильный радикал, оксиэтилированные жирные спирты, окипропилированные жирные спирты, полиэтиленоксид, полипропиленоксид, сополимеры этиленоксида и пропиленоксида или смесь указанных веществ при следующем соотношении компонентов, % мас.:

20	кинетический ингибитор гидратообразования	2,0-8,0
	термодинамический ингибитор гидратообразования	84,0-96,0
	синергетическая добавка	остальное до 100

25

30

35

40

45