

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(21) 202190538 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки  
2021.07.13

(22) Дата подачи заявки  
2019.08.21

(51) Int. Cl. *B01D 53/14* (2006.01)  
*B01D 53/52* (2006.01)  
*C10G 29/20* (2006.01)  
*C10G 29/24* (2006.01)  
*C10L 1/14* (2006.01)  
*C10L 3/10* (2006.01)

(54) СПОСОБЫ, ПРОДУКТЫ И ПРИМЕНЕНИЯ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К УЛАВЛИВАНИЮ КИСЛОТНЫХ СУЛЬФИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

(31) 1813645.7

(32) 2018.08.22

(33) GB

(86) PCT/GB2019/052360

(87) WO 2020/039200 2020.02.27

(71) Заявитель:

ИННОСПЕК ЛИМИТЕД (GB)

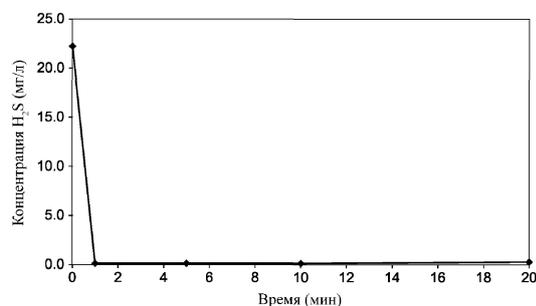
(72) Изобретатель:

Мальтас Филип (GB)

(74) Представитель:

Хмара М.В. (RU)

(57) Применение комбинации (а) аминоксодержащего соединения и (b) соединения, включающего мягкий электрофильный центр, для поглощения и удержания кислотных сульфидных веществ при более высокой температуре и/или для поглощения кислотных сульфидных веществ с более высокой скоростью по сравнению со скоростью, достигаемой при применении только аминоксодержащего соединения.



A1

202190538

202190538

A1

## СПОСОБЫ, ПРОДУКТЫ И ПРИМЕНЕНИЯ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К УЛАВЛИВАНИЮ КИСЛОТНЫХ СУЛЬФИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Настоящее изобретение относится к способам улучшения извлечения кислотного сульфидного вещества, сульфида водорода (H<sub>2</sub>S). В частности, изобретение относится к извлечению сульфида водорода при повышенной температуре и/или с повышенной скоростью.

Известно, что в резервуарах с нефтью и/или газом образуется сульфид водорода и другие кислотные сульфидные вещества, которые в дальнейшем создают проблемы во всем цикле переработки нефти. Они создают проблемы при проведении предварительной разработки, бурения, гидроразрыва, заканчивания скважин, производства, хранения и транспортировки сырой нефти и природного газа. Например, в сырой нефти, природном газе, попутной воде из скважины, в отработанной жидкости для гидроразрыва пласта, отработанной среде для заводнения и в отработанном буровом растворе – во всех этих средах может содержаться сульфид водорода.

Сульфид водорода и другие кислотные сульфидные вещества также создают проблемы при обработке сырой нефти и природного газа, во время которой они высвобождаются, например, при выполнении таких способов, как гидроочистка, крекинг и коксование. Кроме того, известно, что они присутствуют в жидкостях, кубовых остатках, таких как асфальт или битум, и в твердых веществах, таких как кокс, которые присутствуют в продуктах нефтеперерабатывающих заводов. Кислотные сульфидные вещества могут находиться в жидкостях, имеющихся на нефтеперерабатывающих заводах, таких как жидкие продукты, побочные продукты, промежуточные продукты и потоки отходов.

Сульфид водорода и другие кислотные сульфидные вещества создают проблемы не только в нефтеперерабатывающей отрасли промышленности. Также известно, что эти соединения присутствуют в сбросных водах, сточных водах, в отходящих потоках кожевенных заводов и целлюлозно-бумажных предприятий, в геотермальных средах и, следовательно, в потоках геотермических электростанций.

Сульфид водорода чрезвычайно токсичен. Он обладает высокой коррозионной способностью и может быстро повреждать оборудование, резервуары для хранения и трубопроводы. Он также оказывает отравляющее действие на различные катализаторы.

Таким образом, сульфид водорода и другие кислотные сульфидные вещества желательно удалять из соответствующих материалов или по меньшей мере снижать их концентрации. Известны различные способы удаления сульфида водорода и других кислотных сульфидных веществ. Один из таких способов  
5 включает применение поглотителей сульфида водорода, которые селективно реагируют с сульфидом водорода с целью удаления его из материала.

Удаление сульфида водорода из сырой нефти или природного газа может быть произведено на различных этапах производства и обработки. Например, сульфид водорода может быть удален из ствола скважины или во время наземной  
10 обработки, например, во время хранения и/или транспортировки сырой нефти или природного газа. Поглотители сульфида водорода также могут быть применены при выполнении рафинирования (очистки).

В настоящее время в промышленности применяют различные поглотители сульфида водорода. Они могут быть получены на основе органических соединений, оснований, оксидов металлов, хелатов металлов или окислителей. Примеры обычно  
15 применяемых органических поглотителей сульфида водорода включают альдегиды и защищенные альдегиды, такие как ацетали, и азотсодержащие поглотители, такие как соединения на основе аминов, триазинов и иминов. Например, в документе US 2018/0030360 рассмотрено применение соединений, имеющих формулу (I):



(I)

в комбинации с акцепторами Михаэля, применяемыми в качестве поглотителей и средств, предохраняющих от биологического обрастания. Один или более из коэффициентов x, y или z может составлять 0, и одна или две из групп R<sup>1</sup>,  
25 R<sup>2</sup> и R<sup>3</sup> может представлять собой водород.

Известно, что оксиды металлов, хелаты металлов и окислители реагируют с сульфидом водорода, образуя аддукты, имеющие высокую термическую устойчивость. Однако такие аддукты часто представляют собой нерастворимые твердые вещества, которые могут вызывать засоры в процессе добычи  
30 (производства). Применение некоторых окисляющих поглотителей также приводит к

образованию частиц  $SO_x^{y-}$ , которые могут вызывать коррозию и повреждение трубопроводов или образовывать отложения твердой серы, которые могут вызывать засорение оборудования.

5 Некоторые органические поглотители сульфида водорода образуют аддукты, нестабильные при повышенных температурах, которые часто повторно высвобождают газообразный сульфид водорода при нагревании. Некоторые органические поглотители сульфида водорода отличаются низкими скоростями реакции, что приводит к необходимости увеличения продолжительности контакта.

10 Это может стать проблемой, например, если поглотители применяют в трубопроводах при низких температурах, и продукт впоследствии нагревают, например, на нефтеперерабатывающем заводе. Последующее нагревание может приводить к повторному высвобождению токсичных, коррозионноактивных сульфидных веществ, таких как сульфид водорода.

15 Например, как показано на схеме 1, моноэтаноламинотриазин (МЭА-триазин) образует аддукт (аддукты) по реакции с сульфидом водорода, например, дитианы:

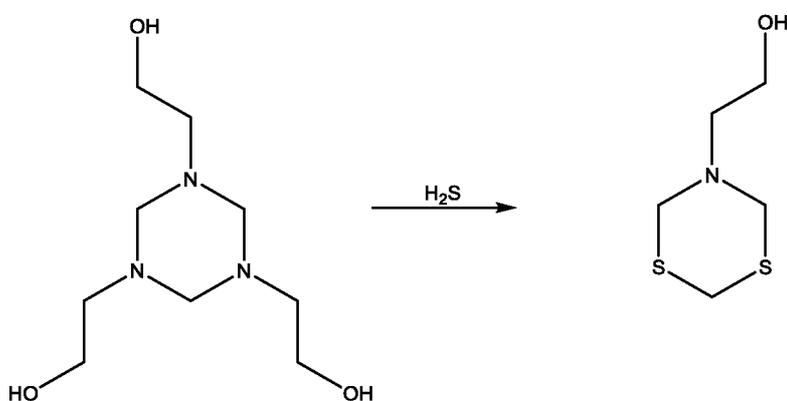


Схема 1

20 Однако нагревание (например, до температур, превышающих  $100^\circ C$ ) может приводить к разрушению некоторых или всех аддуктов, что приводит к повторному высвобождению газообразного сульфида водорода.

Таким образом, имеется необходимость повышения термической устойчивости и/или скорости реакции органических поглотителей сульфида водорода, а также предотвращения образования осадков и коррозионно активных побочных продуктов.

Первый аспект настоящего изобретения относится к применению комбинации (a) аминоксодержащего соединения и (b) соединения, включающего мягкий электрофильный центр, для поглощения и удержания кислотных сульфидных веществ при более высокой температуре и/или для поглощения кислотных сульфидных веществ с более высокой скоростью по сравнению со скоростью, достигаемой при применении только аминоксодержащего соединения.

Настоящее изобретение относится к поглощению кислотного сульфидного вещества.

Под кислотным сульфидным веществом понимают любое соединение, включающее атом серы в степени окисления -2, связанный с кислотным атомом водорода или с сопряженным с ним основанием. Сопряженным основанием называют анион, получаемый удалением кислотного атома водорода.

Подходящие кислотные сульфидные вещества включают  $H_2S$ ; соединения, содержащие ионы  $HS^-$  или  $S^{2-}$ ; и любое соединение или ион, содержащий следующие функциональные группы:  $-SH$ ,  $-S^-$ ,  $-S-SH$ ,  $-S-S^-$ ,  $-S_nH$ ,  $-S_{(n-1)}S^-$ .

Подходящие кислотные сульфидные вещества включают сульфид водорода ( $H_2S$ ) или его анион ( $HS^-$ ), сульфидный анион ( $S^{2-}$ ); тиолы ( $RSH$ ) и их сопряженные основания ( $RS^-$ ); гидродисульфиды ( $R-S-S-H$ ) и их сопряженные основания ( $R-S-S^-$ ); или гидрополисульфиды ( $RS_nH$ ) и их сопряженные основания ( $RS_{n-1}S^-$ ). R может представлять собой, например, необязательно замещенную алкильную, алкенильную, арильную, аракильную, алкарильную или гетероциклическую группу. Однако следует понимать, что конкретная природа группы R не важна, поскольку производят удаление серосодержащей функциональной группы.

Предпочтительно кислотное сульфидное вещество выбрано из сульфида водорода ( $H_2S$ ), сульфидного аниона ( $S^{2-}$ ); гидросульфидного иона ( $HS^-$ ); соединений, включающих тиольную группу ( $-SH$ ) и их сопряженных оснований ( $-S^-$ ).

Предпочтительно настоящее изобретение относится к поглощению сульфида водорода или его источника, находящегося в образце. Под сульфидом водорода или его источником подразумевают сульфид водорода или соединение, которое легко генерирует сульфид водорода. Соединения, генерирующие сульфид водорода, включают тиолы, дисульфиды и полисульфиды, рассмотренные выше.

Предпочтительно настоящее изобретение относится к поглощению сульфида водорода.

5 Таким образом, особенно предпочтительные примеры осуществления настоящего изобретения относятся к применению комбинации (a) аминокондержющего соединения и (b) соединения, включающего мягкий электрофильный центр, для поглощения и удержания сульфида водорода при более высокой температуре и/или для поглощения сульфида водорода с более высокой скоростью по сравнению со скоростью, достигаемой при применении только аминокондержющего соединения.

10 Настоящее изобретение относится к применению (a) аминокондержющего соединения в комбинации с (b) соединением, включающим мягкий электрофильный центр.

Компонент (a) может включать любое аминокондержющее соединение.

15 Аминокондержющие соединения, подходящие для применения согласно настоящему изобретению включают алифатические амины и ароматические амины. Подходящие аминокондержющие соединения включают моноамины и полиамины.

Аминокондержющее соединение может включать одну или более первичных, вторичных или третичных аминогрупп.

20 Аминокондержющее соединение может иметь формулу  $RNH_2$ ,  $R_2NH$  или  $R_3N$ , где в каждом случае каждая группа R независимо представляет собой необязательно замещенную алкильную, алкенильную, арильную, алкарильную или аралкильную группу.

25 В некоторых примерах осуществления каждая группа R представляет собой незамещенную алкильную, алкенильную, арильную, алкарильную или аралкильную группу.

Если R представляет собой замещенную алкильную, алкенильную, арильную, алкарильную или аралкильную группу, то предпочтительными заместителями являются амино, алкиламино, алкокси и гидроксигруппы. R может включать циклическую группу.

Предпочтительно каждая группа R независимо представляет собой алкил, алкенил или арил, содержащий от 1 до 20, предпочтительно от 1 до 10, предпочтительнее от 1 до 4 атомов углерода.

5 В некоторых примерах осуществления две или три группы R могут совместно образовывать циклический, бициклический или трициклический амин. Он может представлять собой алифатический или ароматический гетероциклический фрагмент.

10 Такие алифатические или ароматические гетероциклы могут дополнительно включать один или более дополнительных гетероатомов, таких как сера или, в частности, кислород.

В некоторых примерах осуществления аминосодержащее соединение может включать более одной функциональной аминогруппы.

15 В некоторых примерах осуществления аминосодержащее соединение может представлять собой производное триазина, в частности, алифатическое производное триазина.

В некоторых примерах осуществления аминосодержащее соединение может включать одну или более дополнительных функциональных групп, не являющихся аминогруппами.

20 В некоторых примерах осуществления аминосодержащее соединение может представлять собой производное оксазолидина, в частности, бисоксазолидин.

25 В некоторых примерах осуществления компонент (a) включает амин, имеющий формулу  $R^1R^2R^3N$ , в которой каждый из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  независимо выбран из водорода или необязательно замещенной алкильной, алкенильной, арильной, алкарильной или аралкильной группы. Предпочтительно по меньшей мере один из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  не является водородом.

Каждый из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  может включать циклический фрагмент, и две или три из групп  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  могут быть соединены с образованием одной или более циклических групп.

30 В некоторых предпочтительных примерах осуществления  $R^1$  представляет собой водород или необязательно замещенную алкильную или аралкильную группу;  $R^2$  представляет собой водород или необязательно замещенную алкильную или

аралкильную группу; и  $R^3$  представляет собой необязательно замещенную алкильную группу или аралкильную группу.

Во избежание неясностей следует указать, что термин аралкил означает замещенную арилом алкильную группу.

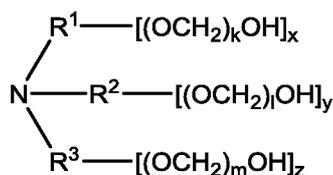
5 В некоторых предпочтительных примерах осуществления компонент (а) включает амин, имеющий формулу  $R^1R^2R^3N$ , в которой каждый из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  независимо выбран из водорода или алкильной группы, которая необязательно замещена группой, выбранной из гидроксидной, алкоксидной, аминной, алкиламинной, диалкиламинной или арильной, при условии, что по меньшей мере один из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  не является водородом.

В некоторых примерах осуществления ни один из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  не является водородом, и аминосодержащее соединение представляет собой третичный амин.

В некоторых примерах осуществления один из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  является водородом, и амин представляет собой вторичный амин.

15 В некоторых примерах осуществления две группы из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  являются атомами водорода, и амин представляет собой первичный амин.

В некоторых примерах осуществления компонент (а) может включать аминосодержащее соединение, имеющее формулу (I):



20 (I)

в котором  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  представляют собой водород или необязательно замещенную алкильную, алкенильную, алкинильную, алкильную, алкенильную или алкильную группу, каждый из  $k$ ,  $l$  и  $m$  составляет от 0 до 25, при условии, что по меньшей мере один из них не равен 0;  $x$  составляет 0 или 1,  $y$  составляет 0 или 1;  $z$  составляет 0 или 1, и  $x+y+z$  равно 1, 2 или 3. Соединения этого типа раскрыты в документе US 2018/0030360.

25 Предпочтительно компонент (а) не включает соединение, имеющее формулу (I).

В некоторых примерах осуществления компонент (а) включает амин, имеющий формулу  $R^1R^2R^3N$ , в котором каждый из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  может представлять собой алкильную группу, которая необязательно замещена группой, выбранной из гидроксильной, алкоксильной, аминной, диалкиламино или арильной.

5 Каждый из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  может быть незамещенной алкильной группой. Такие группы могут быть неразветвленными или разветвленными или циклическими.

В некоторых примерах осуществления каждый из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  может представлять собой гидроксизамещенную алкильную группу. Предпочтительно гидроксильный заместитель находится в терминальном положении. Подходящие гидроксизамещенные алкильные группы (гидроксиалкильные группы) включают

10 группы, имеющие формулу  $HO(CH_2)_n$ , в которой  $n$  составляет по меньшей мере 1. В объем изобретения также включены другие группы, включающие разветвления и более одной терминальной гидроксильной группы.

В некоторых примерах осуществления каждый из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  может представлять собой алкоксизамещенную алкильную группу, например, имеющую формулу  $CH_3(CH_2)_mO(CH_2)_n$ , в которой  $n$  составляет по меньшей мере 1, и  $m$  может быть равен 0 или положительному целому числу. В объем изобретения также включены разветвленные изомеры.

15

В некоторых примерах осуществления каждый из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  может представлять собой замещенную аминной группой алкильную группу, например, группу, имеющую формулу  $NH_2(CH_2)_n$ , где  $n$  составляет по меньшей мере 1.

20

В некоторых примерах осуществления каждый из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  может представлять собой замещенную алкиламиногруппой или диалкиламиногруппой алкильную группу, например, группу  $R^1NH(CH_2)_n$  или  $R^1R^2N(CH_2)_n$ , где  $n$  составляет по меньшей мере 1, и каждый из  $R^1$  и  $R^2$  представляет собой алкильную группу.

25

В некоторых примерах осуществления каждый из  $R^1$ ,  $R^2$  или  $R^3$  может представлять собой замещенную арилом алкильную группу, например,  $Ar-(CH_2)_n$ , где  $n$  составляет по меньшей мере 1, и  $Ar$  представляет собой арильную группу, например, необязательно замещенную фенильную группу.

В некоторых примерах осуществления каждый из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  может включать циклический фрагмент. Циклический фрагмент может включать один или более

30

гетероатомов. Подходящие циклические фрагменты включают циклогексильную, морфолинильную и пиперазинильную группы.

В некоторых примерах осуществления каждый из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  может включать алкоксилированный фрагмент, имеющий формулу  $\text{HO}(R'O)_nR''$ , в котором каждый из  $R'$  и  $R''$  представляет собой алкиленовую группу, и  $n$  составляет по меньшей мере 1. Предпочтительно каждый из  $R'$  и  $R''$  содержит от 1 до 12, предпочтительно от 1 до 6, предпочтительнее от 1 до 4 атомов углерода.  $R'$  и  $R''$  могут быть одинаковыми или различными. Если  $n$  превышает 1, то каждый из  $R'$  может быть идентичен другим или отличаться от других.

Таким образом, в некоторых примерах осуществления компонент (а) может включать алкоксилированный амин, например, этоксилированный и/или пропоксилированный амин.

В некоторых примерах осуществления компонент (а) может включать полиамин. Полиамином считают любое соединение, включающее две или более функциональные аминогруппы. Каждая из двух или более функциональных групп независимо может представлять собой первичную, вторичную или третичную аминогруппу. Полиамин может быть циклическим полиамином. Подходящие диамины включают пиперазин и его производные и диметиламинопропиламин. Другие подходящие полиамины включают полиалкиленполиамины, например, полиэтиленполиамины. Специалистам должно быть понятно, что коммерческие источники полиалкиленполиаминов, например, полиэтиленполиаминов, обычно включают смесь соединений, например, различных гомологов и/или различных изомеров.

Предпочтительно каждая из групп  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  содержит от 1 до 12 атомов углерода, например, от 1 до 6 атомов углерода.

В некоторых предпочтительных примерах осуществления компонент (а) включает амносодержащее соединение, выбранное из алкиламинов, алканоламинов, алкоксиалкиламинов и смесей перечисленных соединений. В этот класс соединений также включены амины, которые включают смесь алкильных и/или гидроксиалкильных и/или алкоксиалкильных заместителей. В некоторых примерах осуществления амносодержащее соединение имеет формулу  $R^1R^2R^3N$ , где каждый из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  независимо выбран из водорода, алкильной группы, гидроксиалкильной группы или алкоксиалкильной группы, при условии, что по

меньшей мере один из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  представляет собой водород. Предпочтительно каждый из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  независимо выбран из водорода и алкильной, гидроксильной или алкоксильной группы, содержащей от 1 до 20 атомов углерода, предпочтительно от 1 до 12 атомов углерода, более предпочтительно от 1 до 6 атомов углерода, например, от 1 до 4 атомов углерода. Каждый из алкилов, гидроксильных или алкоксильных может быть неразветвленным или разветвленным. В некоторых примерах осуществления  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  могут быть циклическими группами. Предпочтительными являются неразветвленные группы. Каждый из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  может быть идентичен другим или отличаться от других.

10 Предпочтительно каждый из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  независимо выбран из водорода и алкильной, гидроксильной или алкоксильной группы. Каждый из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  может быть независимо выбран из водорода, метила, этила, пропила, бутила, пентила, гексила, гидроксиметила, гидроксиэтила, гидроксипропила, гидроксипропила, гидроксипентила, гидроксигексила, метоксиметила, метоксиэтила, метоксипропила, метоксибутила, метоксипентила, метоксигексила, этоксиметила, этоксиэтила, этоксипропила, этоксибутила, этоксипентила, этоксигексила, пропоксиметила, пропоксииэтила, пропоксипропила, пропоксипропила, пропоксипентила, пропоксигексила, бутоксиметила, бутоксиэтила, бутоксипропила, бутоксибутила, бутоксипентила, бутоксигексила и их изомеров. Подходящие  
15 изомеры включают, например, циклогексил и изопропил.

В некоторых примерах осуществления аминоксодержащее соединение может быть выбрано из алкиламина, гидроксильного алкиламина, диалкиламина, гидроксильного алкилалкиламина, дигидроксильного алкиламина, триалкиламина, диалкилгидроксильного алкиламина, дигидроксильного алкилалкиламина или  
25 тригидроксильного алкиламина. Существует множество различных соединений этого типа, и они известны специалистам в данной области техники. В некоторых примерах осуществления амин может быть циклическим амином.

Предпочтительные аминоксодержащие соединения, имеющие формулу  $R^1R^2R^3N$ , включают моноэтанолламин, триэтиламин, метоксипропиламин, циклогексиламин, триэтанолламин, 3-фенилпропиламин, диэтанолламин, 2-аминопропиламин, трибутиламин, N-(2-гидроксиэтил)этилендиамин, N<sup>1</sup>,N<sup>1</sup>-бис(2-аминоэтил)-1,2-этанолламин, 1-(2-аминоэтил)пиперазин, 4-(2-аминоэтил)фенол, 2-амино-2-(гидроксиметил)пропан-1,3-диол, 4-(2-аминоэтил)морфолин, 2-(2-аминоэтокси)этанол, диметиламинопропиламин, этилендиамин и 1,8-

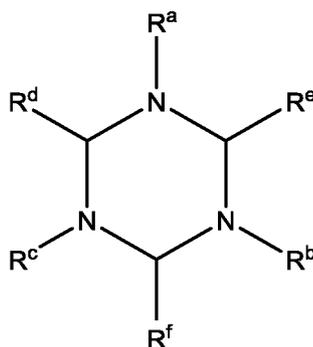
диазабицикло(5.4.0)ундец-7-ен (англ. 1,8-diazabicyclo(5.4.0)undec-7-ene, сокращенно DBU).

В частности, предпочтительные аминоксодержащие соединения, имеющие формулу  $R^1R^2R^3N$ , включают моноэтаноламин, метоксипропиламин, триэтиламин, 2-аминоэтоксиэтанол и N-(2-гидроксиэтил)этилендиамин.

В некоторых примерах осуществления компонент (а) включает триазин. Как должно быть понятно специалистам в области техники, к которой относится настоящее изобретение, термином “триазин” обозначают продукт конденсации трех молекул первичного амина и трех молекул альдегида.

Триазин может необязательно иметь заместители на по меньшей мере одном из атомов азота.

Предпочтительно триазин представляет собой соединение, включающее алифатическое ядро, имеющее формулу (II):



(II)

где каждый из  $R^a$ ,  $R^b$ ,  $R^c$ ,  $R^d$ ,  $R^e$  и  $R^f$  независимо выбран из водорода или необязательно замещенной гидрокарбильной группы.

Каждый из  $R^d$ ,  $R^e$  и  $R^f$  может быть идентичен другим или отличаться от других. Предпочтительно  $R^d$ ,  $R^e$  и  $R^f$  одинаковы.

Предпочтительно каждый из  $R^d$ ,  $R^e$  и  $R^f$  представляет собой водород или необязательно замещенную алкильную или арильную группу.

Предпочтительные алкильные и арильные группы содержат от 1 до 20 атомов углерода, предпочтительно от 1 до 10 атомов углерода, более предпочтительно от 1 до 4 атомов углерода.

Предпочтительно каждый из  $R^d$ ,  $R^e$  и  $R^f$  представляет собой водород или незамещенную алкильную группу.

Предпочтительно каждый из  $R^d$ ,  $R^e$  и  $R^f$  представляет собой водород.

Каждый из  $R^a$ ,  $R^b$  и  $R^c$  может быть идентичен другим или отличаться от  
5 других. Предпочтительно  $R^a$ ,  $R^b$  и  $R^c$  одинаковы.

Предпочтительно каждый из  $R^a$ ,  $R^b$  и  $R^c$  представляет собой необязательно замещенную алкильную, алкенильную, арильную, алкарильную или аралкильную группу.

Предпочтительно каждый из  $R^a$ ,  $R^b$  и  $R^c$  содержит от 1 до 20 атомов углерода,  
10 предпочтительно от 1 до 10 атомов углерода, более предпочтительно от 1 до 4 атомов углерода.

Предпочтительно каждый из  $R^a$ ,  $R^b$  и  $R^c$  представляет собой необязательно замещенную алкильную группу.

Предпочтительно каждый из  $R^a$ ,  $R^b$  и  $R^c$  представляет собой незамещенную  
15 алкильную группу или гидроксизамещенную алкильную группу.

Предпочтительно каждый из  $R^a$ ,  $R^b$  и  $R^c$  представляет собой алкильную группу или гидроксиалкильную группу, содержащую от 1 до 10, предпочтительно от 1 до 6, более предпочтительно от 1 до 4 атомов углерода.

Предпочтительно каждый из  $R^a$ ,  $R^b$  и  $R^c$  представляет собой гидроксиэтил,  
20 метоксипропил или метил.

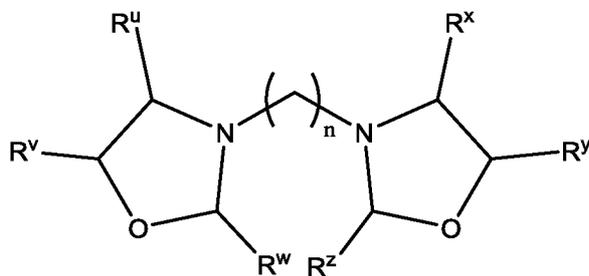
В одном из предпочтительных примеров осуществления каждый из  $R^a$ ,  $R^b$  и  $R^c$  представляет собой гидроксиэтил.

В некоторых предпочтительных примерах осуществления триазин представляет собой моноэтаноламин (сокращенно МЭА)-триазин.

В некоторых предпочтительных примерах осуществления триазин  
25 представляет собой монометиламин (сокращенно ММА)-триазин.

В некоторых предпочтительных примерах осуществления триазин представляет собой метоксипропиламин (сокращенно МОПА)-триазин.

В некоторых примерах осуществления компонент (а) включает производные оксазолидина. Предпочтительными производными оксазолидина являются производные бисоксазолидина, имеющие формулу (III):



(III)

где  $n$  составляет по меньшей мере 1, и каждый из  $R^u$ ,  $R^v$ ,  $R^w$ ,  $R^x$ ,  $R^y$  и  $R^z$  независимо представляет собой водород или необязательно замещенную алкильную, алкенильную, арильную, алкарильную или аралкильную группу.

Предпочтительно каждый из  $R^u$ ,  $R^v$ ,  $R^w$ ,  $R^x$ ,  $R^y$  и  $R^z$  представляет собой водород или необязательно замещенную алкильную группу.

Предпочтительно каждый из  $R^u$ ,  $R^v$ ,  $R^w$ ,  $R^x$ ,  $R^y$  и  $R^z$  представляет собой водород или незамещенную алкильную группу, предпочтительно содержащую от 1 до 12 атомов углерода.

Предпочтительно каждый из  $R^u$ ,  $R^w$ ,  $R^x$  и  $R^z$  представляет собой водород, и каждый из  $R^v$  и  $R^y$  представляет собой  $C_1$ - $C_4$  алкильную группу.

Предпочтительно  $R^v$  представляет собой метил, и  $R^y$  представляет собой метил.

$n$  предпочтительно составляет от 1 до 6, предпочтительно от 1 до 4. Наиболее предпочтительно  $n$  составляет 1.

Одним из особенно предпочтительных для применения согласно настоящему изобретению соединений, имеющих формулу (III), является метилен-бис(5-метилоксазолидин).

Компонент (а) может включать смесь двух или более аминоксодержащих соединений.

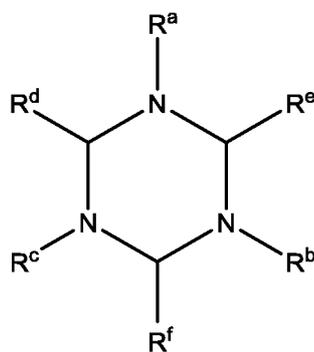
Предпочтительно компонент (а) включает аминоксодержащее соединение, выбранное из триазинов, оксазолидинов, полиаминов и аминов, имеющих формулу  $R^1R^2R^3N$ , в которой каждый из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  независимо выбран из водорода или необязательно замещенной гидрокарбильной группы.

- 5 Предпочтительно компонент (а) включает аминоксодержащее соединение, выбранное из триазинов, бисоксазолидинов, алкиламинов, алканоламинов, алкоксиалкиламинов и смесей перечисленных соединений.

- 10 Предпочтительно компонент (а) включает аминоксодержащее соединение, выбранное из триазинов, оксазолидинов, полиаминов и аминов, имеющих формулу  $R^1R^2R^3N$ , в которой каждый из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  независимо выбран из водорода, алкила или гидроксиалкила.

Предпочтительно компонент (а) включает одно или более аминоксодержащих соединений, выбранных из:

- триазина, имеющего формулу (II):

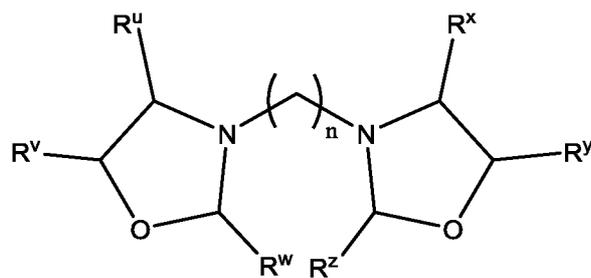


15

(II)

в которой каждый из  $R^a$ ,  $R^b$ ,  $R^c$ ,  $R^d$ ,  $R^e$  и  $R^f$  представляет собой водород или необязательно замещенную гидрокарбильную группу;

- бисоксазолидина, имеющего формулу (III):



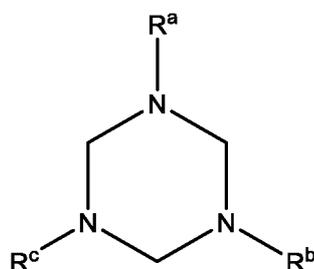
(III)

где  $n$  составляет по меньшей мере 1, и каждый из  $R^u$ ,  $R^v$ ,  $R^w$ ,  $R^x$ ,  $R^y$  и  $R^z$  независимо представляет собой водород или необязательно замещенную алкильную, алкенильную, арильную, алкарильную или аралкильную группу; и

- амина, имеющего формулу  $R^1R^2R^3N$ , в которой каждый из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  независимо представляет собой водород или необязательно замещенную алкильную, алкенильную, арильную, алкарильную или аралкильную группу, при условии, что по меньшей мере один из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  не является водородом.

10 Предпочтительно компонент (а) включает одно или более аминоконсодержащих соединений, выбранных из:

- триазина, имеющего формулу (IIA):



(IIA)

15 в которой каждый из  $R^a$ ,  $R^b$  и  $R^c$  представляет собой алкильную, гидроксикалкильную или алкоксикалкильную группу;

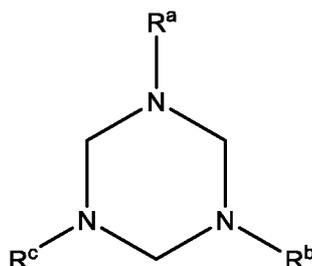
- метилен-бис(5-метилоксазолидина); и

- амина, имеющего формулу  $R^1R^2R^3N$ , в которой каждый из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  независимо представляет собой водород или алкильную группу, которая  
20 необязательно замещена группой, выбранной из гидроксикалкильной, алкоксикалкильной, аминной,

алкиламино, диалкиламино или арила, при условии, что по меньшей мере один из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  не является водородом.

Предпочтительно компонент (а) включает одно или более аминоксодержащих соединений, выбранных из:

- 5 - триазина, имеющего формулу (IIA):



(IIA)

10 в которой каждый из  $R^a$ ,  $R^b$  и  $R^c$  представляет собой алкильную или гидроксильную группу, содержащую от 1 до 10, предпочтительно от 1 до 4 атомов углерода;

- метилен-бис(5-метилоксазолидина); и

15 - амина, имеющего формулу  $R^1R^2R^3N$ , в которой каждый из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  представляет собой водород или алкил, гидроксильный или алкоксильный, содержащий от 1 до 10, предпочтительно от 1 до 4 атомов углерода, при условии, что по меньшей мере один из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  не является водородом.

20 Предпочтительно компонент (а) включает одно или более аминоксодержащих соединений, выбранных из моноэтаноламинотриамина (МЭА-триамина), монометиламинотриамина (ММА-триамина), метоксипропиламинотриамина (МОПА-триамина), метилен-бис(5-метилоксазолидина) моноэтанолamina, триэтиламина, метоксипропиламина, циклогексиламина, триэтанолamina, 3-фенилпропиламина, диэтанолamina, 2-аминопропиламина, трибутиламина, N-(2-гидроксиэтил)этилендиамина,  $N^1,N^1$ -бис(2-аминоэтил)-1,2-этандиамина, 1-(2-аминоэтил)пиперазина, 4-(2-аминоэтил)фенола, 2-амино-2-(гидроксиметил)пропан-1,3-диола, 4-(2-аминоэтил)морфолина, 2-(2-аминоэтокси)этанола, 25 диметиламинопропиламина, этилендиамина и 1,8-диазабисцикло(5.4.0)ундец-7-ена (DBU).

Наиболее предпочтительно компонент (а) включает аминоксодержащее соединение, выбранное из одного или более следующих соединений: МЭА-триазина, ММА-триазина, МОПА-триазина, моноэтаноламина, метоксипропиламина, триэтиламина, 2-аминоэтоксиэтанола и N-(2-гидроксиэтил)этилендиамина.

5 Особенно предпочтительным является МЭА-триазин.

Компонент (а) применяют в комбинации с компонентом (b), соединением, включающим мягкий электрофильный центр.

Под электрофильным центром подразумевают электронодефицитный атом, который может быть атакован нуклеофилом.

10 Электрофильный центр может быть определен как жесткий или мягкий в соответствии с теорией Пирсона жестких и мягких кислот и оснований (теория HSAB – от англ. Hard and Soft Acid and Base theory).

Под мягким электрофильным центром подразумевают электронодефицитный атом, отличающийся высокой поляризуемостью, низкой электроотрицательностью и  
15 низкой плотностью заряда.

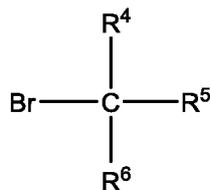
Соединение, включающее мягкий электрофильный центр, предпочтительно является органическим соединением.

Предпочтительно мягкий электрофильный центр – это электронодефицитный атом углерода.

20 В некоторых примерах осуществления электронодефицитный атом углерода соединен с галидом, например, Cl, Br и I.

В некоторых примерах осуществления электронодефицитный атом углерода может быть связан с атомом галогена, например, выбранным из Br и I.

Предпочтительно электронодефицитный атом углерода связан с Br.  
25 Например, компонент (b) может включать соединение, имеющее формулу (IV):



(IV)

где каждый из  $\text{R}^4$ ,  $\text{R}^5$  и  $\text{R}^6$  может быть независимо выбран из водорода, кислородсодержащей функциональной группы или необязательно замещенной гидрокарбильной группы. Предпочтительно по меньшей мере один из  $\text{R}^4$ ,  $\text{R}^5$  и  $\text{R}^6$  представляет собой водород. Предпочтительно две группы из  $\text{R}^4$ ,  $\text{R}^5$  и  $\text{R}^6$  представляют собой водород.

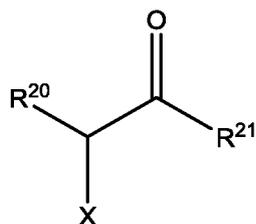
Подходящими кислородсодержащими функциональными группами являются группы карбоновых кислот, сложных эфиров, амидов, имидов, иминов, альдегидов, кетонов и другие группы, полученные из функциональных карбонильных или иминных групп.

Одним из особенно предпочтительных соединений, имеющих мягкий электрофильный центр и отвечающих формуле (IV), является 2-бромэтановая кислота, в которой  $\text{R}^4$  представляет собой  $\text{COOH}$ , а  $\text{R}^5$  и  $\text{R}^6$  представляют собой  $\text{H}$ .

В некоторых примерах осуществления электронодефицитный атом углерода мягкого электрофильного центра связан с атомом хлора. Несмотря на то, что простые алкилгалогениды обычно не считаются мягкими электрофилами, соединения, в которых атом углерода, связанный с атомом хлора, соседствует с дополнительными стабилизирующими функциональными группами, могут рассматриваться как имеющие мягкий электрофильный центр в соответствии с определением компонента (b) согласно настоящему изобретению.

В некоторых примерах осуществления соединение, имеющее мягкий электрофильный центр, может включать галоген-заместитель, соседний с карбонильной группой.

Например, компонент (b) может включать соединение, имеющее формулу (VII):



(VII)

где X представляет собой Cl, Br или I, R<sup>20</sup> выбран из водорода, необязательно замещенной гидрокарбильной группы, COR<sup>22</sup> или COOR<sup>23</sup>; и R<sup>21</sup> представляет собой водород, необязательно замещенную гидрокарбильную группу, OR<sup>24</sup> или NR<sup>25</sup>R<sup>25</sup>, где каждый из R<sup>22</sup>, R<sup>23</sup>, R<sup>24</sup>, R<sup>25</sup> и R<sup>26</sup> может представлять собой водород или необязательно замещенную гидрокарбильную группу.

Предпочтительно X представляет собой Cl или Br.

Предпочтительно R<sup>21</sup> представляет собой необязательно замещенную алкильную группу или группу, имеющую формулу OR<sup>24</sup>, где R<sup>24</sup> представляет собой необязательно замещенную алкильную группу.

Предпочтительно R<sup>21</sup> представляет собой необязательно незамещенную алкильную группу или OR<sup>24</sup>, где R<sup>24</sup> представляет собой незамещенную алкильную группу.

R<sup>20</sup> предпочтительно представляет собой водород, COR<sup>22</sup> или COOR<sup>23</sup>, где R<sup>22</sup> или R<sup>23</sup> представляет собой необязательно замещенную алкильную группу, предпочтительно незамещенную алкильную группу.

Предпочтительные соединения, имеющие формулу (VII), включают 3-хлор-2-бутанон, 3-хлор-2,4-пентандион, диэтилброммалонат, этилбромацетат, хлоруксусную кислоту и этил-2-хлорацетоацетат.

Особенно предпочтительным соединением, имеющим формулу (VII), является этил-2-хлорацетоацетат.

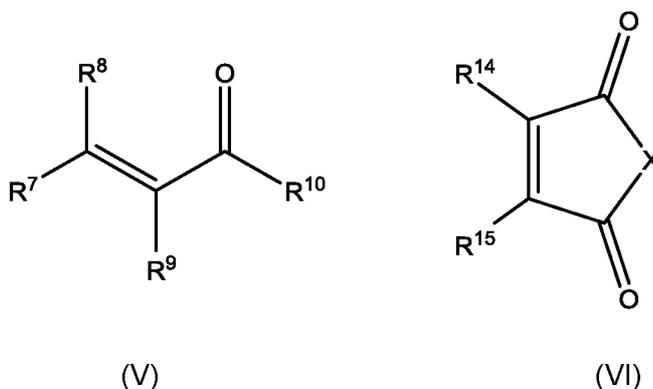
Предпочтительно соединение, включающее мягкий электрофильный центр, может представлять собой α,β-ненасыщенный кетон, сложный эфир, карбоновую кислоту, амид, ангидрид, альдегид или имид.

В некоторых примерах осуществления соединения, включающее мягкий электрофильный центр, может представлять собой альдегид. Предпочтительно

любое такое соединение не включает две соседние функциональные альдегидные группы. Во избежание неясностей, в контексте настоящего изобретения глиоксаль не считают соединением, включающим мягкий электрофильный центр. В предпочтительных примерах осуществления компонент (b) не включает глиоксаль.

- 5 Предпочтительными альдегидами, включаемыми в компонент (b), являются алифатические альдегиды.

В некоторых предпочтительных примерах осуществления соединение, включающее мягкий электрофильный центр, представляет собой  $\alpha,\beta$ -ненасыщенное карбонильное соединение, имеющее формулу (V) или (VI):



10

15

20

где каждый из  $R^7$ ,  $R^8$  и  $R^9$  независимо выбран из водорода и необязательно замещенной гидрокарбильной группы;  $R^{10}$  выбран из водорода, OH, необязательно замещенной гидрокарбильной группы,  $OR^{11}$  и  $NR^{12}R^{13}$ ; каждый из  $R^{14}$  и  $R^{15}$  выбран из

водорода и необязательно замещенной гидрокарбильной группы; и X представляет собой O или  $NR^{16}$ ; где  $R^{11}$  представляет собой необязательно замещенную гидрокарбильную группу; каждый из  $R^{12}$  и  $R^{13}$  представляет собой водород или необязательно замещенную гидрокарбильную группу; и  $R^{16}$  представляет собой водород, необязательно замещенную гидрокарбильную группу, OH,  $NH_2$ , COOH или  $CONH_2$ .

В некоторых примерах осуществления  $R^{16}$  представляет собой водород или необязательно замещенную гидрокарбильную группу.

Предпочтительно каждый из  $R^7$ ,  $R^8$  и  $R^9$  представляет собой водород или необязательно замещенную алкильную группу.

25

Предпочтительно каждый из  $R^7$ ,  $R^8$  и  $R^9$  представляет собой водород или незамещенную алкильную группу.

Предпочтительно каждый из  $R^7$ ,  $R^8$  и  $R^9$  представляет собой водород или незамещенную алкильную группу, содержащую от 1 до 20 атомов углерода, предпочтительно от 1 до 10 атомов углерода, предпочтительно от 1 до 4 атомов углерода.

5 Предпочтительно  $R^9$  представляет собой водород.

Предпочтительно по меньшей мере один из  $R^7$  и  $R^8$  представляет собой водород.

Предпочтительно все группы  $R^7$ ,  $R^8$  и  $R^9$  представляют собой водород.

10  $R^{10}$  предпочтительно представляет собой  $OR^{11}$ , H или необязательно замещенную алкильную группу.

Если  $R^{10}$  представляет собой необязательно замещенную алкильную группу, то она предпочтительно содержит от 1 до 10, более предпочтительно от 1 до 4 атомов углерода. Если  $R^{10}$  представляет собой алкильную группу, то она предпочтительно представляет собой незамещенную алкильную группу.

15 Если  $R^{10}$  представляет собой  $OR^{11}$ , то  $R^{11}$  предпочтительно представляет собой необязательно замещенную алкильную группу. Предпочтительно  $R^{11}$  представляет собой незамещенную алкильную группу. Предпочтительно  $R^{11}$  содержит от 1 до 10 атомов углерода, более предпочтительно от 1 до 4 атомов углерода.

20 Наиболее предпочтительно  $R^{10}$  представляет собой водород.

В предпочтительных примерах осуществления соединение, имеющее формулу (V), представляет собой  $\alpha,\beta$ -ненасыщенный альдегид, то есть  $R^{10}$  представляет собой водород, и  $R^7$ ,  $R^8$  и  $R^9$  могут быть независимо выбраны из водорода или гидрокарбильной группы.

25 Подходящие альдегиды этого типа включают пропеналь, кротоновый альдегид и метакролеин.

В особенно предпочтительных примерах осуществления соединение, имеющее формулу (V), представляет собой пропеналь, и все группы  $R^7$ ,  $R^8$ ,  $R^9$  и  $R^{10}$  представляют собой водород. Пропеналь также известен как акролеин.

Предпочтительно каждый из  $R^{14}$  и  $R^{15}$  представляет собой водород или необязательно замещенную алкильную группу. Предпочтительно каждый из  $R^{14}$  и  $R^{15}$  представляет собой водород или незамещенную алкильную группу, содержащую от 1 до 20 атомов углерода, предпочтительно от 1 до 10 атомов углерода, предпочтительно от 1 до 4 атомов углерода.

В некоторых предпочтительных примерах осуществления каждый из  $R^{14}$  и  $R^{15}$  представляет собой водород.

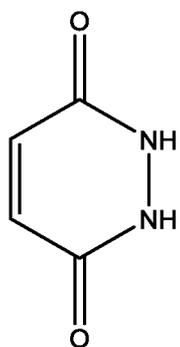
В одном из предпочтительных примеров осуществления  $X$  представляет собой  $O$ , обе группы  $R^{14}$  и  $R^{15}$  представляют собой водород, и соединение (VI) представляет собой малеиновый ангидрид.

Предпочтительно  $X$  представляет собой  $NR^{16}$ .  $R^{16}$  может представлять собой водород или необязательно замещенную гидрокарбильную группу. В настоящей работе такие соединения могут быть названы необязательно замещенными малеимидами.

В некоторых примерах осуществления  $R^{16}$  представляет собой замещенную гидрокарбильную группу. В некоторых примерах осуществления обе группы  $R^{14}$  и  $R^{15}$  представляют собой водород,  $X$  представляет собой  $NR^{16}$ , и  $R^{16}$  выбран из водорода,  $CH_2OH$ ,  $CH_2CH_2OH$ ,  $CONH_2$ ,  $CH_2COOH$  и  $OH$ .

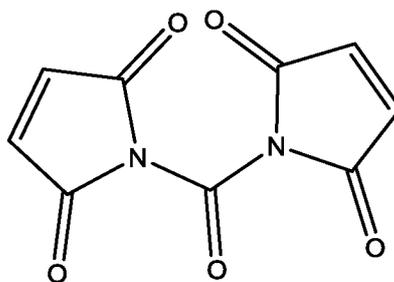
В некоторых примерах осуществления  $R^{16}$  представляет собой  $CONH_2$ . Это соединение называется 2,5-диоксо-2,5-дигидро-1Н-пиррол-1-карбоксамидом.

Другие подходящие соединения, полученные из малеимида, которые могут быть включены в компонент (b), включают соединение, имеющее формулу (VIII), и соединение, имеющее формулу (IX):



(VIII)

и



(IX)

Предпочтительно  $R^{16}$  представляет собой водород или необязательно замещенную алкильную группу. Предпочтительно  $R^{16}$  представляет собой водород или незамещенную алкильную группу, содержащую от 1 до 20 атомов углерода, предпочтительно от 1 до 10 атомов углерода, предпочтительнее от 1 до 4 атомов углерода. Наиболее предпочтительно  $R^{14}$ ,  $R^{15}$  и  $R^{16}$  представляют собой водород, и  
5 соединение, имеющее формулу (VI), представляет собой малеимид.

Предпочтительно компонент (b) включает соединение, включающее мягкий электрофильный центр, выбрано из  $\alpha,\beta$ -ненасыщенных альдегидов, необязательно замещенных малеимидов, малеинового ангидрида и галогенированных соединений,  
10 включающих электронодефицитный атом углерода.

Наиболее предпочтительно компонент (b) включает соединение, включающее мягкий электрофильный центр, выбранное из  $\alpha,\beta$ -ненасыщенных альдегидов и необязательно замещенных малеимидов.

В некоторых примерах осуществления компонент (b) выбран из пропеналя, малеимида, этил-2-хлорацетоацетата, малеинового ангидрида и смесей  
15 перечисленных соединений.

Предпочтительно компонент (b) включает пропеналь и/или малеимид.

Предпочтительные примеры осуществления настоящего изобретения включают комбинацию (a) аминоксодержащего соединения, выбранного из  
20 триазинов, метилен-бис(5-метилоксазолидина), алкиламинов, алканоламинов и алкоксиалкиламинов; и (b) соединения, включающего мягкий электрофильный центр, выбранного из  $\alpha,\beta$ -ненасыщенных альдегидов и малеимидов.

Второй аспект настоящего изобретения относится к способу поглощения кислотного сульфидного вещества из промышленного материала или материала  
25 окружающей среды, где способ включает введение материала в контакт с:

(a) аминоксодержащим соединением, выбранным из триазинов, оксазолидинов, полиаминов и аминов, имеющих формулу  $R^1R^2R^3N$ , в которой каждый из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  независимо представляет собой водород или алкильную группу, которая необязательно замещена группой, выбранной из гидроксигруппы, алкокси,  
30 амино, алкиламино, диалкиламино или арила, при условии, что по меньшей мере один из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  не является водородом; и

(b) соединением, включающим мягкий электрофильный центр.

Третий аспект настоящего изобретения относится к продукту для поглощения кислотного сульфидного вещества, где продукт включает:

5 (a) аминоксодержащее соединение, выбранное из триазинов, оксазолидинов, полиаминов и аминов, имеющих формулу  $R^1R^2R^3N$ , в которой каждый из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  независимо представляет собой водород или алкильную группу, которая необязательно замещена группой, выбранной из гидроксидной, алкоксидной, амино-, алкиламино-, диалкиламино- или арильной, при условии, что по меньшей мере один из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  не является водородом; и

10 (b) композицию, включающую соединение, включающее мягкий электрофильный центр.

Согласно первому аспекту настоящего изобретения, комбинация (a) аминоксодержащего соединения и (b) соединения, включающего мягкий электрофильный центр, поглощает и удерживает кислотные сульфидные вещества, например, сульфид водорода при более высокой температуре и/или с более

15 высокой скоростью по сравнению с применением только лишь аминоксодержащего соединения.

Под поглощением кислотного сульфидного вещества понимают удаление или снижение количества кислотного сульфидного вещества, присутствующего в материале.

20 Под удержанием кислотного сульфидного вещества подразумевают то, что кислотное сульфидное вещество повторно с легкостью не высвобождается.

Предпочтительно первый аспект относится к применению комбинации (a) аминоксодержащего соединения и (b) соединения, включающего мягкий электрофильный центр, для поглощения кислотных сульфидных веществ, например, сульфида водорода, из промышленного материала или материала

25 окружающей среды и удержания кислотных сульфидных веществ, например, сульфида водорода.

Одной из проблем предшествующего уровня техники является то, что некоторые поглотители сульфида водорода вновь высвобождают сульфид

30 водорода при высоких температурах, например, при температурах, превышающих  $100^{\circ}\text{C}$ .

Комбинация компонента (а) и компонента (b) согласно изобретению может поглощать и удерживать кислотные сульфидные вещества, например, сульфид водорода, при более высоких температурах по сравнению с температурой, при которой происходит поглощение и удержание кислотных сульфидных веществ при применении только лишь аминоксодержащего соединения.

Предпочтительно комбинация (а) аминоксодержащего соединения и соединения (b), включающего мягкий электрофильный центр, поглощает и удерживает кислотные сульфидные вещества например, сульфид водорода, при температурах, составляющих по меньшей мере 140°C. Предпочтительно комбинация поглощает и удерживает кислотные сульфидные вещества, например, сульфид водорода при температурах, составляющих по меньшей мере 150°C. В некоторых примерах осуществления, например, если компонент (а) включает пропеналь и/или малеимид, то комбинация поглощает и удерживает кислотные сульфидные вещества, например, сульфид водорода, при температурах, составляющих по меньшей мере 160°C или 170°C. В некоторых особенно предпочтительных примерах осуществления комбинация поглощает и удерживает кислотные сульфидные вещества, например, сульфид водорода, при температурах, составляющих по меньшей мере 180°C.

Таким образом, настоящее изобретение предпочтительно относится к применению (а) аминоксодержащего соединения в комбинации с (b) соединением, включающим мягкий электрофильный центр, для поглощения и удержания кислотных сульфидных веществ при температурах, составляющих по меньшей мере 140°C, например, по меньшей мере 180°C. Предпочтительно кислотное сульфидное вещество удерживается при температурах, составляющих по меньшей мере 140°C, например, по меньшей мере 180°C, в течение по меньшей мере 10 минут. Кислотное сульфидное вещество (например, сульфид водорода) может удерживаться при температурах, составляющих по меньшей мере 140°C, в течение по меньшей мере 20 минут или по меньшей мере 30 минут.

Применение (а) аминоксодержащего соединения в комбинации с (b) соединением, включающим мягкий электрофильный центр, может повышать скорость поглощения кислотных сульфидных веществ.

Под скоростью поглощения и степенью удержания кислотных сульфидных веществ подразумевают изменение концентрации кислотных сульфидных веществ с течением времени. Повышение этой скорости определяют по сравнению со

скоростью, с которой кислотные сульфидные вещества поглощаются аминоксодержащим соединением, если применяют только это соединение.

Предпочтительно применение комбинации (а) аминоксодержащего соединения, и (b) соединения, включающего мягкий электрофильный центр, приводит к поглощению и удержанию кислотных сульфидных веществ, присутствующих в промышленном материале или материале окружающей среды, с более высокой скоростью, чем применение только лишь аминоксодержащего соединения при тех же величинах температуры и концентрации. Предпочтительно, при одинаковой температуре промежуток времени, требуемый для снижения концентрации кислотных сульфидных веществ на определенную величину с помощью рассматриваемой комбинации, оставляет менее половины от промежутка времени, требуемого для снижения концентрации кислотных сульфидных веществ на ту же величину при использовании только лишь аминоксодержащего соединения.

Дополнительным преимуществом некоторых примеров осуществления настоящего изобретения является то, что применение комбинации (а) аминоксодержащего соединения и (b) соединения, включающего мягкий электрофильный центр, может уменьшать образование отложений по сравнению с применением только лишь аминоксодержащего соединения.

Если для поглощения кислотных сульфидных веществ применяют некоторые амины, в особенности, в низких концентрациях, то при их контакте с промышленным материалом или материалом окружающей среды могут образовываться отложения.

Было неожиданно обнаружено, что образование отложений снижается при применении комбинации (а) аминоксодержащего соединения и (b) соединения, включающего мягкий электрофильный центр согласно настоящему изобретению.

Таким образом, настоящее изобретение может дополнительно относиться к применению комбинации (а) аминоксодержащего соединения и (b) соединения, включающего мягкий электрофильный центр, для поглощения кислотных сульфидных веществ, и при этом образование отложений в получаемой композиции понижено по сравнению с эквивалентной системой, в которой находится только аминоксодержащее соединение.

Было обнаружено, что особенно эффективным для снижения образования отложений является добавление этил-2-хлорацетата.

Второй аспект изобретения относится к способу извлечения кислотных сульфидных веществ из промышленного материала или материала окружающей среды.

5 Промышленный материал или материал окружающей среды может включать твердые вещества, жидкости или газы, получаемые в любых отраслях промышленности или окружающих средах, в которых может присутствовать сульфид водорода.

10 Промышленный материал может представлять собой продукт, побочный продукт, промежуточный продукт или поток отходов, получаемый в промышленности, и он может находиться в твердом или текучем состоянии, таком как жидкость или газ. Например, источником промышленного материала может быть нефтяная скважина, нефтеперерабатывающий завод, грузовой отсек транспортного средства, перевозящего сырую нефть или нефтепродукты, нефтяной трубопровод, фермерское шламохранилище, канализационно-очистные сооружения, целлюлозно-15 бумажное предприятие или кожевенный завод.

Промышленный материал или материал окружающей среды может быть выбран из текучих сред, находящихся в нефтяной скважине или извлеченных из нее; продуктов, побочных продуктов, промежуточных продуктов и потоком отходов нефтеперерабатывающих заводов и других промышленных предприятий; воды; 20 сточных вод; и геотермальных текучих сред.

Текущие среды, находящиеся в нефтяной скважине или извлеченные из нее, могут быть выбраны из: сырой нефти; газоконденсата; газа; высокосернистого нефтяного газа; пластовой воды; буровых растворов; жидкостей для гидроразрыва пласта и жидкостей для заводнения.

25 Буровые растворы и жидкости для гидроразрыва пласта предпочтительно могут быть выбраны из применяемых буровых растворов, отработанных буровых растворов, применяемых жидкостей для гидроразрыва пласта и отработанных жидкостей для гидроразрыва пласта.

30 Продукты, побочные продукты, промежуточные продукты и потоки отходов нефтеперерабатывающих заводов и других промышленных отраслей могут представлять собой твердые вещества или текучие среды, такие как жидкости или газы.

Другие промышленные отрасли могут быть выбраны из производства биотоплива, сельскохозяйственных предприятий, кожевенных предприятий, целлюлозно-бумажных предприятий и электростанций.

5 В одном из примеров осуществления промышленный материал или материал окружающей среды может быть выбран из: газоконденсата; газа; применяемых буровых растворов; отработанных буровых растворов; применяемых жидкостей для гидроразрыва пласта; отработанных жидкостей для гидроразрыва пласта; твердых продуктов, побочных продуктов, промежуточных продуктов и потоков отходов нефтеперерабатывающих заводов; текучих продуктов, побочных продуктов, промежуточных продуктов и потоков отходов нефтеперерабатывающих заводов; и  
10 твердых и жидких продуктов, побочных продуктов, промежуточных продуктов и потоков отходов других промышленных предприятий, таких как производство биотоплива, сельскохозяйственные предприятия, кожевенные предприятия, целлюлозно-бумажные предприятия и электростанции.

15 В одном из предпочтительных примеров осуществления промышленный материал или материал окружающей среды выбран из сырой нефти, пластовой воды, жидких потоков нефтеперерабатывающих заводов, кокса, асфальта или битума, отработанных жидкостей для гидроразрыва пласта, отработанных жидкостей для заводнения, солевых растворов, геотермальных текучих сред или  
20 высокосернистого нефтяного газа.

Настоящее изобретение может быть применено для извлечения кислотных сульфидных веществ, например, сульфида водорода, из сырой нефти.

В одном из предпочтительных примеров осуществления промышленный материал или материал окружающей среды включает сырую нефть.

25 Одним из особых преимуществ настоящего изобретения является то, что оно может быть применено для поглощения и удержания кислотных сульфидных веществ, например, сульфида водорода, из водосодержащих материалов и систем на водной основе, например, солевых растворов.

30 В одном из примеров осуществления промышленный материал или материал окружающей среды предпочтительно включает воду. В некоторых примерах осуществления он может включать по меньшей мере 30% масс. воды, например, по меньшей мере 50% масс. воды, по меньшей мере 70% масс. воды или по меньшей мере 90% масс. воды.

Солевые растворы и другие водные среды обычно применяют или получают в способах извлечения и обработки сырой нефти и в других промышленных отраслях.

5 Настоящее изобретение может относиться к применению комбинации (a) аминоксодержащего соединения и (b) соединения, включающего мягкий электрофильный центр, для поглощения и удержания кислотных сульфидных веществ, например, сульфида водорода, из промышленных текучих сред или окружающей среды на водной основе при более высокой температуре и/или с более высокой скоростью по сравнению с применением только лишь аминоксодержащего соединения.

10 Обычно промышленный материал или материал окружающей среды может включать до 1000 мг сульфида водорода на литр (л) материала. В некоторых примерах осуществления, промышленный материал или материал окружающей среды содержит до 500 мг/л или, например, до 200 мг/л сульфида водорода. Он может содержать до 150 мг/л или 100 мг/л сульфида водорода. Например, промышленный материал или материал окружающей среды может содержать от 0,01 до 100 мг/л или от 0,1 до 100 мг/л сульфида водорода.

20 В способе согласно второму аспекту (a) аминоксодержащее соединение и (b) соединение, включающее мягкий электрофильный центр, могут быть добавлены в материал в виде одной композиции, или они могут быть предоставлены в виде отдельных композиций. Предпочтительно они предоставлены в виде отдельных композиций.

25 Если компонент (a), аминоксодержащее соединение, и компонент (b), соединение, включающее мягкий электрофильный центр, вводят в контакт друг с другом, то они предпочтительно образуют один или более продуктов реакции. В зависимости от условий, в которых их вводят в контакт, продукт (продукты) реакции могут быть как в жидкой, так и в твердой форме.

30 Таким образом, в тех примерах осуществления, в которых компонент (a) и компонент (b) добавляют в промышленный материал или материал окружающей среды в составе одной композиции, выбирают подходящие условия, которые предотвращают или снижают вероятность образования твердого продукта (продуктов) реакции. Предпочтительно в таких примерах осуществления аминоксодержащее соединение (a) и соединение (b), включающее мягкий

электрофильный центр, смешивают при 0°C с образованием одной композиции. Если применяют одну композицию, то ее предпочтительно быстро вводят в контакт с промышленной текучей средой или окружающей текучей средой, поскольку ее рабочие характеристики могут ухудшаться с течением времени.

- 5 Предпочтительно компонент (a) и компонент (b) предоставляют в виде отдельных композиций.

- Предпочтительно количества (a) аминоксодержащего соединения и (b) соединения, включающего мягкий электрофильный центр, добавляемые в промышленный материал или материал окружающей среды, зависят от различных факторов, например, от количества кислотных сульфидных веществ, например, сульфида водорода, присутствующих в материале; требуемой конечной концентрации кислотных сульфидных веществ в материале; природы аминоксодержащего соединения и соединения, включающего мягкий электрофильный центр; продолжительности реакции, необходимой для требуемой концентрации кислотных сульфидных веществ, и температуры материала окружающей среды или промышленного материала.
- 10
- 15

Выбор подходящих условий не выходит за рамки компетенции специалистов в данной области техники.

- Предпочтительно композиция, включающая аминоксодержащее соединение, может быть введена в контакт с промышленным материалом или материалом окружающей среды до введения промышленного материала или материала окружающей среды в контакт с композицией, включающей соединение, включающее мягкий электрофильный центр. В альтернативном варианте композиция, включающая аминоксодержащее соединение может быть введена в контакт с промышленным материалом или материалом окружающей среды после введения промышленного материала или материала окружающей среды в контакт с композицией, включающей соединение, включающее мягкий электрофильный центр.
- 20
- 25

- Предпочтительно промышленный материал или материал окружающей среды вводят в контакт одновременно с композицией, включающей аминоксодержащее соединение, и композицией, включающей соединение, включающее мягкий электрофильный центр.
- 30

Способ согласно второму аспекту предпочтительно включает добавление первой композиции, предпочтительно включающей аминоксодержащее соединение, и второй отдельной композиции, включающей соединение, включающее мягкий электрофильный центр. Предпочтительно первую и вторую композиции добавляют по отдельности и одновременно в промышленный материал или материал окружающей среды.

Предпочтительно количество (а) аминоксодержащего соединения и (b) соединения, включающего мягкий электрофильный центр, применяемых в способе согласно второму аспекту, определяют на основании оценки концентрации кислотных сульфидных веществ в промышленном материале или материале окружающей среды.

В предпочтительных примерах осуществления в промышленный материал или материал окружающей среды добавляют от 0,1 до 20 молярных эквивалентов (а) аминоксодержащего соединения, предпочтительно от 0,5 до 10 молярных эквивалентов, на один моль кислотных сульфидных веществ.

В предпочтительных примерах осуществления в промышленный материал или материал окружающей среды добавляют от 0,1 до 20 молярных эквивалентов (b) соединения, включающего мягкий электрофильный центр, предпочтительно от 0,5 до 10 молярных эквивалентов, на один моль кислотных сульфидных веществ.

Предпочтительно молярное отношение количества (а) аминоксодержащего соединения к количеству (b) соединения, включающего мягкий электрофильный центр, составляет от 10:1 до 1:100, предпочтительно от 5:1 до 1:50, например, от 2:1 до 1:10.

В некоторых примерах осуществления композицию, включающую аминоксодержащее соединение, и композицию, включающую соединение, содержащее мягкий электрофильный центр, смешивают с промышленным материалом или материалом окружающей среды в количестве, составляющем от 0,1 частей на миллион до 10000 частей на миллион, предпочтительно в количестве, составляющем от 10 частей на миллион до 1000 частей на миллион.

В некоторых примерах осуществления аминоксодержащее соединение предоставляют в составе водной композиции, и/или соединение, включающее мягкий электрофильный центр, предоставляют в составе водной композиции.

Способ согласно второму аспекту предпочтительно может быть осуществлен с применением продукта согласно третьему аспекту.

Продукт согласно третьему аспекту предпочтительно включает:

5 (a) первую композицию, включающую аминоксодержащее соединение, выбранное из триазинов, бисоксазолидинов, алкиламинов, алканоламинов, алкоксиалкиламинов и смесей перечисленных соединений; и

(b) вторую композицию, включающую соединение, включающее мягкий электрофильный центр.

Продукт согласно третьему аспекту предпочтительно включает:

10 (a) первую композицию, включающую аминоксодержащее соединение, выбранное из триазинов и аминов, имеющих формулу  $R^1R^2R^3N$ , в которой каждый из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  независимо выбран из водорода или алкильной группы, которая необязательно замещена группой, выбранной из гидроксидной, алкоксидной, амино-, алкиламино-, диалкиламино- или арильной, при условии, что по меньшей мере один из  
15  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  не является водородом; и

(b) вторую композицию, включающую соединение, включающее мягкий электрофильный центр.

Первая композиция, включающая аминоксодержащее соединение, может включать смесь двух или более аминоксодержащих соединений. В некоторых  
20 примерах осуществления композиция дополнительно включает растворитель. Подходящие растворители включают органические растворители и водные растворители.

Первая композиция может включать смесь двух или более растворителей.

25 Подходящие органические растворители включают ароматические и алифатические растворители, включающие кислородсодержащие растворители и галогенированные растворители.

В некоторых примерах осуществления основным растворителем, присутствующим в композиции, является вода. В некоторых примерах осуществления вода составляет по меньшей мере 50% масс. всех растворителей,  
30 содержащихся в композиции, предпочтительно по меньшей мере 60% масс., более предпочтительно по меньшей мере 70% масс., предпочтительно по меньшей мере

80% масс., например, по меньшей мере 90% масс. или по меньшей мере 95% масс. В некоторых примерах осуществления может присутствовать один или более дополнительных смешивающихся с водой растворителей. Примеры подходящих смешивающихся с водой растворителей включают одноосновные и многоосновные  
5 спирты, например, этанол, глицерин, изопропанол, метанол, диэтиленгликоль, пропиленгликоль и полиэтиленгликоль.

В некоторых примерах осуществления, например, если компонент (а) включает малеимид, малеиновый ангидрид или этил-2-хлорацетоацетат, то основным растворителем, присутствующим в первой композиции, может быть  
10 органический растворитель. Подходящие органические растворители включают метилэтилкетон, ацетон, толуол, этилацетат, ксилол, диметилформальдегид, метилизобутилкетон, смешанные ароматические растворители (такие как растворители, коммерчески доступные под товарным знаком Caromax) и смеси перечисленных соединений.

15 Предпочтительно аминосодержащее соединение присутствует в первой композиции в количестве, составляющем от 1 до 100% масс., предпочтительно от 5 до 100% масс., например, от 10 до 100% масс.

Вторая композиция, содержащая соединение, включающее мягкий электрофильный центр, может включать смесь двух или более таких соединений.

20 В некоторых примерах осуществления композиция дополнительно включает растворитель. Подходящие растворители включают органические растворители и водные растворители.

Вторая композиция может включать смесь двух или более растворителей.

25 Подходящие органические растворители включают ароматические и алифатические растворители, включающие кислородсодержащие растворители и галогенированные растворители.

Предпочтительно основным растворителем, присутствующим в композиции, является вода. В некоторых примерах осуществления вода составляет по меньшей мере 50% масс. всех растворителей, содержащихся в композиции, предпочтительно по меньшей мере 60% масс., более предпочтительно по меньшей мере 70% масс.,  
30 предпочтительно по меньшей мере 80% масс., например, по меньшей мере 90% масс. или по меньшей мере 95% масс. В некоторых примерах осуществления может

присутствовать один или более дополнительных смешивающихся с водой растворителей. Примеры подходящих смешивающихся с водой растворителей включают одноосновные и многоосновные спирты, например, этанол, глицерин, изопропанол, метанол, диэтиленгликоль, пропиленгликоль и полиэтиленгликоль.

- 5 Предпочтительно соединение, включающее мягкий электрофильный центр, присутствует во второй композиции в количестве, составляющем от 1 до 100% масс., предпочтительно от 5 до 100% масс., например, от 10 до 100% масс.

10 Как первая, так и вторая композиции продукта согласно третьему аспекту настоящего изобретения могут дополнительно включать один или более дополнительных компонентов. В некоторых примерах осуществления первая композиция и/или вторая композиция может содержать ингибитор образования отложений. Подходящие ингибиторы образования отложений известны специалистам в данной области техники.

15 В некоторых примерах осуществления первая композиция и/или вторая композиция может содержать ингибитор коррозии. Подходящие ингибиторы коррозии известны специалистам в данной области техники.

20 Как первая, так и вторая композиции могут дополнительно включать один или более дополнительных компонентов, выбранных из биоцидов, понизителей трения, противотурбулентных присадок, поверхностно-активных веществ, пенообразователей, поглотителей диоксида углерода, поглотителей кислорода и поглотителей металлов.

25 Применение согласно первому аспекту и способ согласно второму аспекту предпочтительно включают применение первой композиции, включающей аминоксодержащее соединение, и второй композиции, включающей соединение, включающее мягкий электрофильный центр. Эти композиции предпочтительно представляют собой композиции, рассмотренные при раскрытии третьего аспекта.

В некоторых примерах осуществления продукт согласно третьему аспекту может дополнительно включать (с) ингибитор образования отложений и/или ингибитор коррозии.

30 В некоторых примерах осуществления продукт согласно третьему аспекту может включать средства подачи первой композиции, включающей (а) аминоксодержащее соединение, и/или средства подачи композиции, включающей (b)

соединение, включающее мягкий электрофильный центр, в промышленный материал или материал окружающей среды. Подходящие средства известны специалистам в данной области техники и включают, например, средства впрыска.

5 Первая и/или вторая композиции могут быть впрыснуты через инъекционные форсунки. В некоторых предпочтительных примерах осуществления может быть применен инжекторный насос непрерывного действия с увеличенным количеством ходов в минуту. Также могут быть применены подходящие средства отслеживания количества и/или скорости впрыска композиций.

10 Ниже изобретения дополнительно рассмотрено с помощью приведенных неограничивающих примеров.

### ОПИСАНИЕ ПРИМЕРОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

#### Пример 1

15 Термическую стабильность различных комбинаций аминоксодержащего соединения (а) и соединения (b), включающего мягкий электрофильный центр, применяемых в качестве поглотителей сульфида водорода, определяли в соответствии со следующей процедурой.

20 2 мл базового раствора, содержащего 0,6 мг/мл  $\text{Na}_2\text{S}$  в воде, добавляли в воду (8 мл), находящуюся в реакционной емкости, в которой находилась магнитная мешалка. Емкость герметично закрывали, и сульфид водорода генерировали *in situ* пропусканием  $\text{HCl}$  (0,07 мл 0,5М раствора, 2 молярных эквивалента к  $\text{Na}_2\text{S}$ ). Таким образом, раствор содержал приблизительно 50 мг/л сульфида водорода. Затем вводили 5 молярных эквивалентов (а) аминоксодержащего соединения на 1 эквивалент  $\text{Na}_2\text{S}$  и 5 молярных эквивалентов (b) соединения, включающего мягкий электрофильный центр, на 1 эквивалент  $\text{Na}_2\text{S}$ , и смесь нагревали до  $75^\circ\text{C}$  в течение 25 30 минут при перемешивании. После охлаждения до комнатной температуры очищенную смесь выливали в прозрачную емкость, способную выдерживать давление. Внутри емкости, способной выдерживать давление, помещали индикатор  $\text{H}_2\text{S}$  (не касающийся жидкости), и систему герметично закрывали. Емкость, способную выдерживать давление, затем нагревали ( $5^\circ\text{C}$  в минуту) до 30 максимальной температуры, составляющей  $180^\circ\text{C}$ , или до тех пор, пока индикатор не показывал присутствия  $\text{H}_2\text{S}$  в газовой фазе. Результаты представлены в Таблице 1.

Примеры 3-17 представляют собой примеры согласно изобретению. Примеры 1, 2 и 18 представляют собой сравнительные примеры.

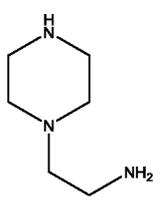
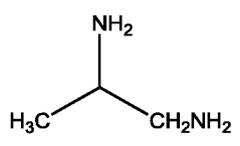
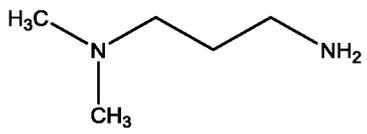
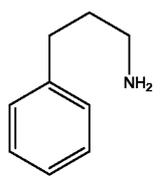
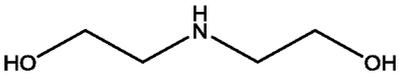
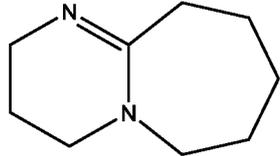
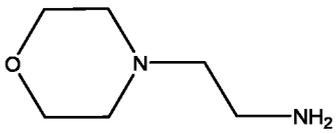
Таблица 1

Пример	Амино-соединение (а)	Соединение, включающее мягкий электрофильный центр (b)	Растворитель	Температура, при которой повторно высвобождается H <sub>2</sub> S
1	МЭА-триазин	Нет	Вода	100°C
2	Нет	Пропеналь	Вода	Спустя 30 минут поглощение не полное
3	МЭА-триазин	Пропеналь	Вода	>180°C
4	МЭА-триазин	Малеимид	Вода	170°C
5	МЭА-триазин	Кротоновый альдегид	Вода	165°C
6	МЭА-триазин	Метакролеин	Вода	150°C
7	МЭА-триазин	Циклогексанон	Вода	165°C
8	Моноэтаноламин	Нет	Вода	Спустя 30 минут поглощение не полное
9	Моноэтаноламин	Пропеналь	Вода	>180°C
10	Моноэтаноламин	Малеимид	Вода	>180°C
11	Триэтиламин	Пропеналь	Вода	>180°C
12	Триэтиламин	Малеимид	Вода	155°C
13	Триэтиламин	Метакролеин	Вода	170°C
14	МЭА-триазин	Бромуксусная кислота	Вода	150°C
15	МЭА-триазин	Этил-2-хлорацетоат	Вода	150°C
16	МЭА-триазин	Диэтилброммалонат	Вода	155°C
17	МЭА-триазин	Этилбромацетат	Вода	155°C
18	МЭА-триазин	Глиоксаль	Вода	95°C

Пример 2

Согласно процедуре Примера 1 исследовали термическую стабильность ряда аминов в комбинации с пропеналем. Результаты представлены в Таблице 2:

Таблица 2

Пример	Амин	Среда	Температура, при которой повторно высвобождается H <sub>2</sub> S
19	Нет	Вода	Не поглощает (сульфид остается)
20		Вода	180°C
21		Вода	180°C
22		Вода	180°C
23		Вода	180°C
24		Вода	180°C
25		Вода	>180°C
26		Вода	180°C

27		Вода	180°C
28		Вода	180°C
29		Вода	>180°C
30		Вода	>180°C
31		Вода	180°C
32		Вода	>180°C
33		Вода	180°C
34		Вода	>180°C
35		Вода	180°C

### Пример 3

Комбинацию МЭА-триазина и пропеналя или МЭА-триазина и этил-2-хлорацетоацетата инкубировали в течение 30 минут при 75°C в различных солевых растворах согласно процедуре, аналогичной описанной в Примере 1. Измеряли температуру, при которой повторно высвобождался сульфид водорода.

Результаты представлены в Таблице 3.

Таблица 3

Пример	Комбинация поглотителя	Солевой раствор (% растворенной соли)	Температура, при которой повторно высвобождается H <sub>2</sub> S
1B	МЭА-триазин	Деионизированная вода	100°C
2B	МЭА-триазин и Пропеналь	Деионизированная вода	>180°C
3B	МЭА-триазин и Пропеналь	Bakken (25%)	>180°C
4B	МЭА-триазин и Пропеналь	IOC (11%)	>180°C
5B	МЭА-триазин и Пропеналь	Marcellus (8%)	>180°C
6B	МЭА-триазин и Пропеналь	Eagle Ford (2%)	>180°C
7B	МЭА-триазин и этил-2-хлорацетоацетат	Деионизированная вода	150°C
8B	МЭА-триазин и этил-2-хлорацетоацетат	Bakken (25%)	150°C
9B	МЭА-триазин и этил-2-хлорацетоацетат	IOC (11%)	150°C
10B	МЭА-триазин и этил-2-хлорацетоацетат	Marcellus (8%)	150°C
11B	МЭА-триазин и этил-2-хлорацетоацетат	Eagle Ford (2%)	150°C

## Пример 4

Скорость, с которой соединения и комбинации соединений поглощали сульфид водорода, измеряли следующим образом:

2 мл базового раствора, содержащего 0,6 мг/мл Na<sub>2</sub>S в воде, добавляли в воду (18 мл), находящуюся в реакционной емкости, в которой находилась магнитная мешалка. Емкость герметично закрывали, и сульфид водорода генерировали *in situ* пропусканием HCl (0,07 мл 0,5M раствора, 2 молярных эквивалента к Na<sub>2</sub>S). Таким образом, раствор содержал приблизительно 25 мг/л сульфида водорода. Смесь нагревали при перемешивании до 30°C, шприцем отбирали аликвоту (0,3 мл), и определяли содержание H<sub>2</sub>S в жидкой фазе с помощью колориметрического

анализа. Получали результат в момент времени 0. Затем вводили 5 молярных эквивалентов (а) аминоксодержащего соединения на 1 эквивалент  $\text{Na}_2\text{S}$  и 5 молярных эквивалентов (b) соединения, включающего мягкий электрофильный центр, на 1 эквивалент  $\text{Na}_2\text{S}$ , и поглощение отслеживали анализом аликвот смеси через определенные интервалы времени (обычно через 1, 5, 10 и 20 минут).

Данные, представленные в Таблице 4 и на Фиг. 1-7, показывают, что применение комбинации пропеналя или малеимида и основания повышает скорость поглощения по сравнению с применением любого из компонентов по отдельности.

Таблица 4

Амино-соединение	Соединение с мягким электрофильным центром (b)	Средняя концентрация $\text{H}_2\text{S}$ (мг/л) спустя:							
		0 мин	1 мин	5 мин	10 мин	15 мин	20 мин	30 мин	Номер Фиг.
МЭА-триазин	Нет	20,6	20,3	19,7	15,5		10,9	8,1	1
МЭА-триазин	Малеимид	22,3	0,1	0,2	0,2		0,2		2
Нет	Пропеналь	24,7	22,9	22,9	22,1		21,2	20,9	3
МЭА-триазин	Пропеналь	24,2	0,3	0,0	0,0		0,0		4
Этанолламин	Пропеналь	23,1	11,9	4,5	2,0	0,9			5
МВО*	Нет	19,1	16,8	13,3	9,3		7,1	5,7	6
МВО	Пропеналь	16,4	0,0	0,0	0,0		0,0		7
МЭА-триазин	Этил-2-хлор ацетоацетат	23,5	0,4	0,4	0,4		0,6		8
МЭА-триазин	Малеиновый ангидрид	23,1	0,8	1,1	1,1		1,1	1,3	9
МЭА-триазин	Кротоновый альдегид	22,1	13,0	3,0	0,6		0,4	0,3	10
МЭА-триазин	Метакролеин	21,2	8,0	0,8	0,3		0,4	0,4	11
МЭА-триазин	Бромуксусная кислота	21,8	4,8	1,2	0,5		1,0	1,1	12

МЭА-триазин	Хлоруксусная кислота	22,3	4,3	1,0	0,8		0,6	0,7	13
МЭА-триазин	N-Метилпол-малеимид	15,8	0,2	0,1	0,1				14
МЭА-триазин	3-Хлор-2,4-пентандион	23,7	1,2	0,7	0,5				15
МЭА-триазин	Гидразид малеиновой кислоты	22,2	2,9	0,8	0,9		0,6		16
МЭА-триазин	2,5-Диоксо-2,5-дигидро-1Н-пиррол-1-карбоксамид	22,1	0,7	0,8	0,5		0,3		17

\*МВО - метилен-бис(5-метилоксазолидин)

#### Пример 5

В контакт с водной композицией, включающей сульфид водорода, при различных температурах вводили избыток различных поглотителей и комбинаций поглотителей. Результаты представлены в Таблице 5.

Таблица 5

Поглотитель	Молярное отношение (на 1 экв. H <sub>2</sub> S)	Обнаружен ли H <sub>2</sub> S по окончании поглощения	Твердые вещества, остающиеся после поглощения:		
			При 30°C	При 80°C	При 180°C
МЭА-триазин	5	да	нет	нет	нет
МЭА-триазин	2	да	нет	нет	да
A	5	нет	нет	нет	нет
A	2	нет	нет	нет	нет
B	5	нет	нет	нет	нет
B	2	нет	нет	нет	нет
C	5	нет	нет	нет	нет
C	2	нет	нет	нет	нет

Поглотитель А содержал 1 часть МЭА-триазина и 2 части малеимида.

Поглотитель В содержал 1 часть МЭА-триазина и 4 части малеимида.

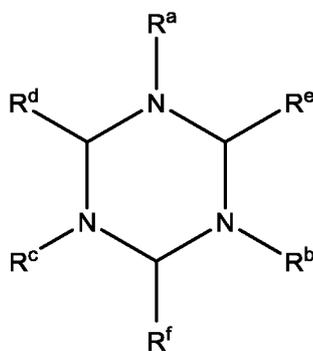
Поглотитель С содержал 1 часть МЭА-триазина и 2,7 части этил-2-хлорацетоацетата.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Применение комбинации (а) аминоксодержащего соединения и (b) соединения, включающего мягкий электрофильный центр, для поглощения и удержания кислотных сульфидных веществ при более высокой температуре и/или для поглощения кислотных сульфидных веществ с более высокой скоростью по сравнению со скоростью, достигаемой при применении только аминоксодержащего соединения.

2. Применение по пункту 1, где компонент (а) включает одно или более аминоксодержащих соединений, выбранных из:

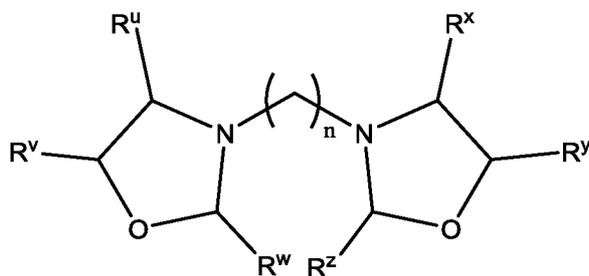
10 - триазина, имеющего формулу (II):



(II)

в которой каждый из R<sup>a</sup>, R<sup>b</sup>, R<sup>c</sup>, R<sup>d</sup>, R<sup>e</sup> и R<sup>f</sup> представляет собой водород или необязательно замещенную гидрокарбильную группу;

15 - бисоксазолидина, имеющего формулу (III):



(III)

где n составляет по меньшей мере 1, и каждый из R<sup>u</sup>, R<sup>v</sup>, R<sup>w</sup>, R<sup>x</sup>, R<sup>y</sup> и R<sup>z</sup> независимо представляет собой водород или необязательно замещенную алкильную, алкенильную, арильную, алкарильную или аралкильную группу; и

20

- амина, имеющего формулу  $R^1R^2R^3N$ , в которой каждый из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  независимо представляет собой водород или необязательно замещенную алкильную, алкенильную, арильную, алкарильную или аралкильную группу, при условии, что по меньшей мере один из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  не является водородом.

5           3.       Применение по пункту 1, в котором аминоксодержащее соединение  
выбрано из триазинов, оксазолидинов, полиаминов и аминов, имеющих формулу  
 $R^1R^2R^3N$ , в которой каждый из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  независимо выбран из водорода или  
алкильной группы, которая необязательно замещена группой, выбранной из  
гидрокси, алкокси, амина, алкиламино, диалкиламино или арила, при условии, что  
10 по меньшей мере один из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  не является водородом.

4.       Способ поглощения кислотного сульфидного вещества из  
промышленного материала или материала окружающей среды, где способ включает  
введение материала в контакт с

(а) аминоксодержащим соединением, выбранным из триазинов,  
15 оксазолидинов, полиаминов и аминов, имеющих формулу  $R^1R^2R^3N$ , в которой  
каждый из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  независимо представляет собой водород или алкильную  
группу, которая необязательно замещена группой, выбранной из гидрокси, алкокси,  
амина, алкиламино, диалкиламино или арила, при условии, что по меньшей мере  
один из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  не является водородом; и

20       (b) соединением, включающим мягкий электрофильный центр.

5.       Способ по пункту 4, в котором аминоксодержащее соединение и  
соединение, включающее мягкий электрофильный центр, предоставлены в составе  
одной композиции или в составе отдельных композиций.

6.       Способ по пункту 5, в котором аминоксодержащее соединение и  
25 соединение, включающее мягкий электрофильный центр, предоставлены в составе  
отдельных композиций.

7.       Способ по пункту 6, в котором промышленный материал или материал  
окружающей среды вводят в контакт одновременно с композицией, включающей  
аминоксодержащее соединение, и с композицией, включающей соединение,  
30 включающее электрофильный центр.

8.       Способ по любому из пунктов 4-7, в котором промышленный материал  
или материал окружающей среды выбран из сырой нефти, пластовой воды, жидких

продуктов нефтеперерабатывающих заводов, кокса, асфальта или битума, отработанных жидкостей для гидроразрыва пласта, отработанных жидкостей для заводнения, солевых растворов, геотермальных текучих сред или высокосернистого нефтяного газа.

- 5           9.       Способ или применение по любому из предшествующих пунктов, в которых кислотное сульфидное вещество поглощается из промышленного материала или материала окружающей среды, включающего воду, и удерживается.
10.       Способ или применение по любому из предшествующих пунктов, в которых кислотное сульфидное вещество представляет собой сульфид водорода.
- 10           11.       Продукт для поглощения кислотного сульфидного вещества, где продукт включает:
- (a)       аминосодержащее соединение, выбранное из триазинов, оксазолидинов, полиаминов и аминов, имеющих формулу  $R^1R^2R^3N$ , в которой каждый из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  независимо представляет собой водород или алкильную
- 15           группу, которая необязательно замещена группой, выбранной из гидроксильной, алкоксильной, аминной, алкиламинной, диалкиламинной или арильной, при условии, что по меньшей мере один из  $R^1$ ,  $R^2$  и  $R^3$  не является водородом; и
- (b)       композицию, содержащую соединение, включающее мягкий электрофильный центр.
- 20           12.       Применение, способ или продукт по любому из предшествующих пунктов, в которых аминсодержащее соединение предоставлено в составе водной или органической композиции.
13.       Применение, способ или продукт по любому из предшествующих
- 25           пунктов, в которых соединение, включающее мягкий электрофильный центр, предоставлено в составе водной или органической композиции.
14.       Применение, способ или продукт по любому из предшествующих
- 30           пунктов, в которых аминсодержащее соединение выбрано из моноэтаноламинотриазина (МЭА-триазина), монометиламинотриазина (ММА-триазина), метоксипропиламинотриазина (МОПА-триазина), метилен-бис(5-метилоксазолидина), моноэтанолamina, триэтиламина, метоксипропиламина, циклогексиламина, триэтанолamina, 3-фенилпропиламина, диэтанолamina, 2-аминопропиламина, трибутиламина, N-(2-гидроксиэтил)этилендиамина, N<sup>1</sup>,N<sup>1</sup>-бис(2-

аминоэтил)-1,2-этандиамина, 1-(2-аминоэтил)пиперазина, 4-(2-аминоэтил)фенола, 2-амино-2-(гидроксиметил)пропан-1,3-диола, 4-(2-аминоэтил)морфолина, 2-(2-аминоэтокси)этанола, диметиламинопропиламина, этилендиамина и 1,8-диазабицикло(5.4.0)ундец-7-ена (DBU).

5            15.    Применение, способ или продукт по любому из предшествующих пунктов, в которых аминосодержащее соединение выбрано из монометиламинотриазина, моноэтаноламинотриазина и метоксипропиламинотриазина.

10           16.    Применение, способ или продукт по любому из предшествующих пунктов, в которых соединение, включающее электрофильный центр, выбрано из соединений, включающих галоген-заместитель, соседний с карбонильной группой, соединений, включающих функциональную бромидную группу, и соединений, включающих  $\alpha,\beta$ -ненасыщенную карбонильную группу, или реакционноспособных эквивалентов перечисленных соединений.

15           17.    Применение, способ или продукт по любому из предшествующих пунктов, в которых соединение, включающее электрофильный центр, выбрано из соединений, включающих функциональную бромидную группу, и соединений, включающих  $\alpha,\beta$ -ненасыщенную карбонильную группу, или реакционноспособных эквивалентов перечисленных соединений.

20           18.    Применение, способ или продукт по любому из предшествующих пунктов, в которых соединение, включающее электрофильный центр, выбрано из  $\alpha,\beta$ -ненасыщенных альдегидов, необязательно замещенных малеимидов, малеинового ангидрида и галогенированных соединений, включающих электронодефицитный атом углерода.

25           19.    Применение, способ или продукт по любому из предшествующих пунктов, в которых соединение, включающее мягкий электрофильный центр, представляет собой  $\alpha,\beta$ -ненасыщенный альдегид или малеимид.

30           20.    Применение, способ или продукт по любому из предшествующих пунктов, в которых соединение, включающее мягкий электрофильный центр, выбрано из пропеналя, малеимида, малеинового ангидрида, этил-2-хлорацетоацетата и смесей перечисленных соединений.

21. Применение, способ или продукт по любому из предшествующих пунктов, в которых соединение, включающее электрофильный центр, представляет собой пропеналь.

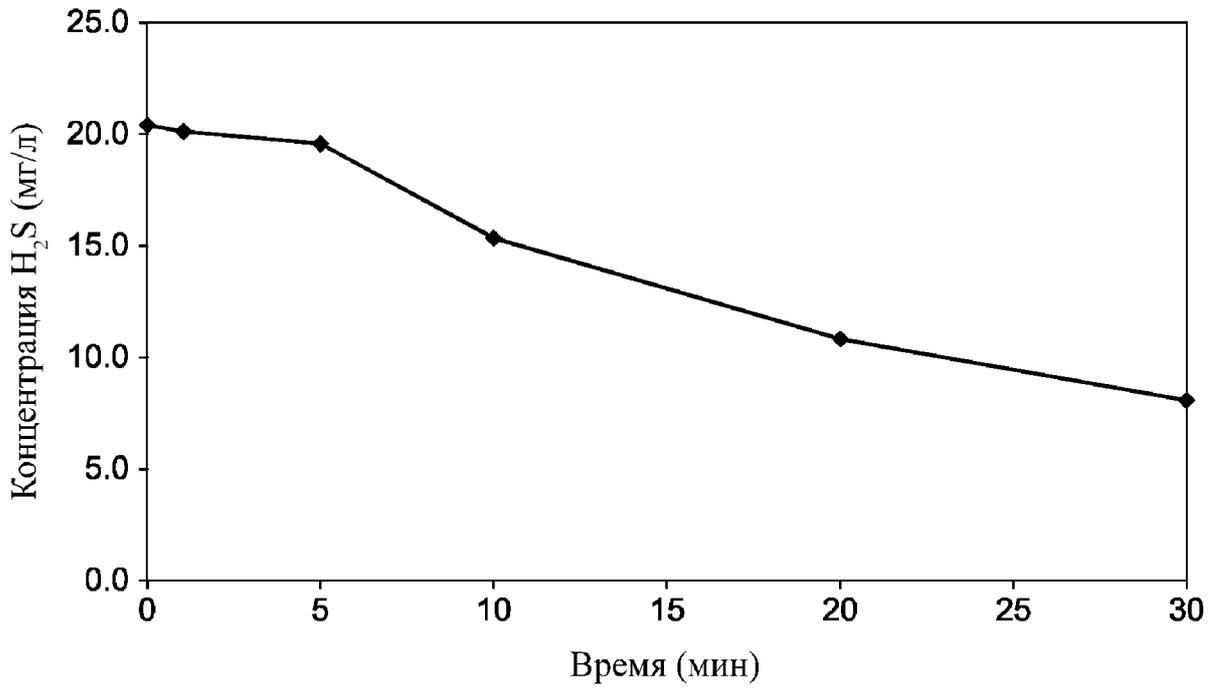
5 22. Применение, способ или продукт по любому из предшествующих пунктов, который позволяют поглощать и удерживать сульфид водорода при температурах, превышающих 140°C.

23. Продукт по любому из пунктов 9-22, который дополнительно включает (с) ингибитор образования отложений и/или ингибитор коррозии.

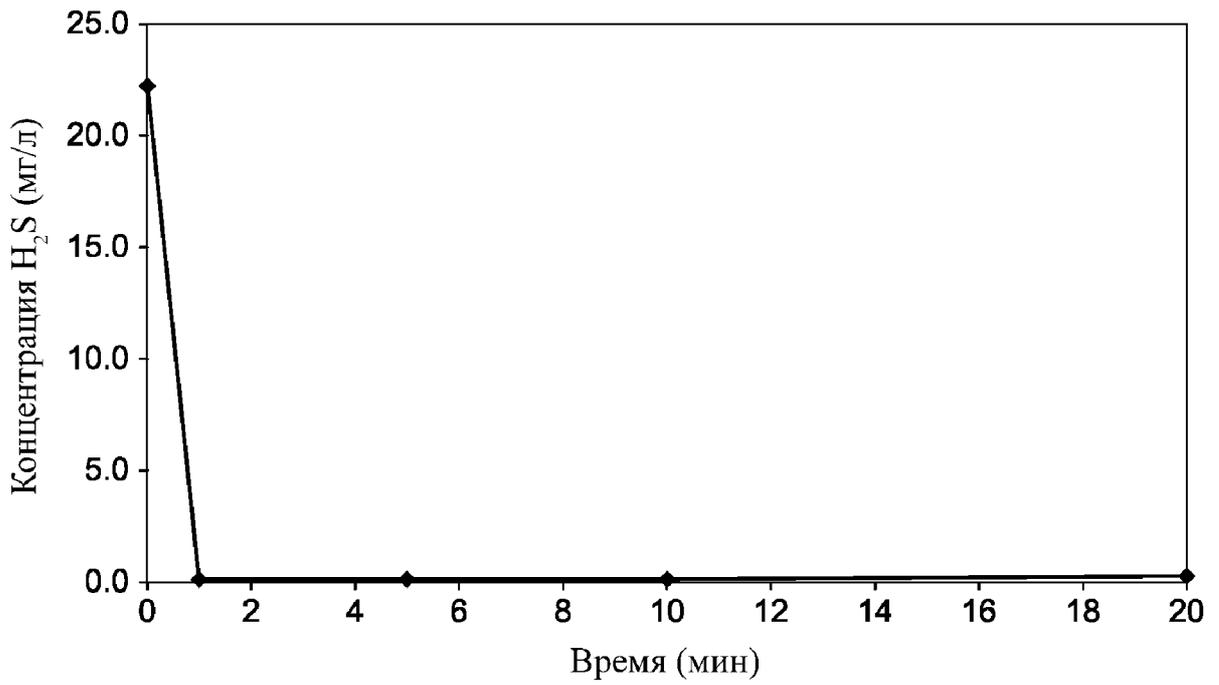
10 24. Продукт по любому из пунктов 9-23, который дополнительно включает один или более дополнительных компонентов, выбранных из биоцидов, понизителей трения, противотурбулентных присадок, поверхностно-активных веществ, пенообразователей, поглотителей диоксида углерода, поглотителей кислорода и поглотителей металлов.

15 25. Продукт по любому из пунктов 9-24, который дополнительно включает средства подачи композиции, включающей аминоксодержащее соединение, и/или композиции, содержащей соединение, включающее мягкий электрофильный центр, в промышленный материал или материал окружающей среды.

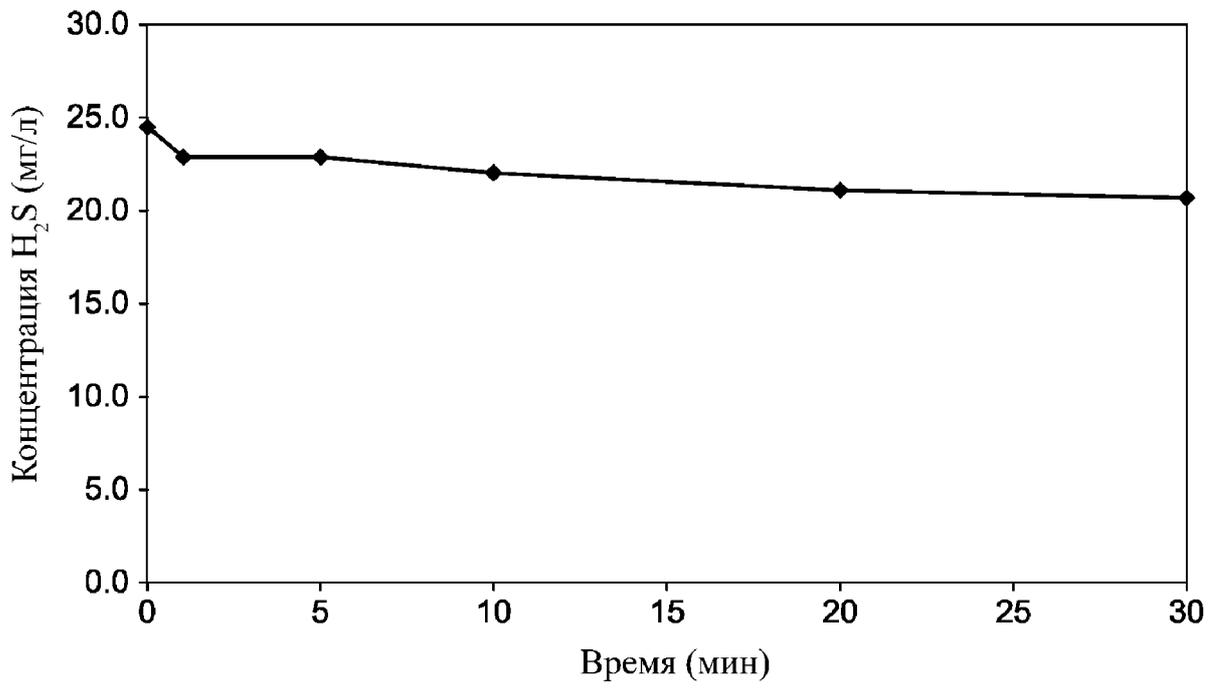
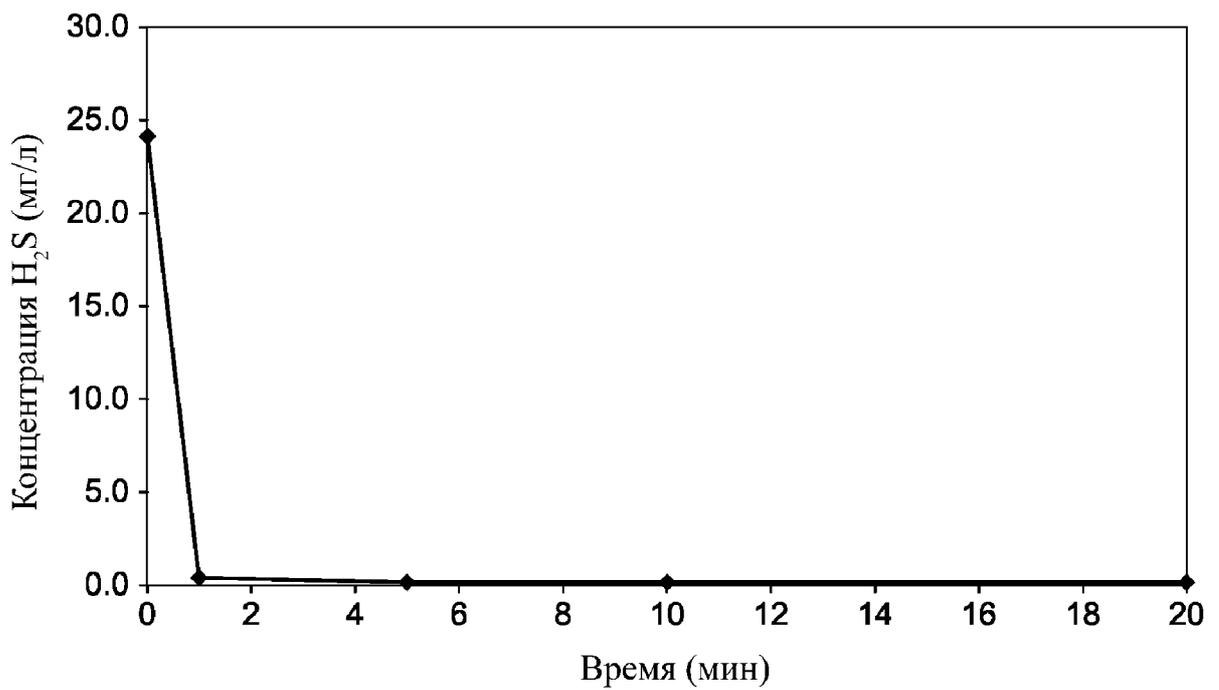
20 26. Применение комбинации (а) аминоксодержащего соединения и (b) соединения, включающего мягкий электрофильный центр, для поглощения кислотных сульфидных веществ, отличающееся тем, что образование отложений в получаемой композиции снижено по сравнению с эквивалентной системой, в которой находится только аминоксодержащее соединение.

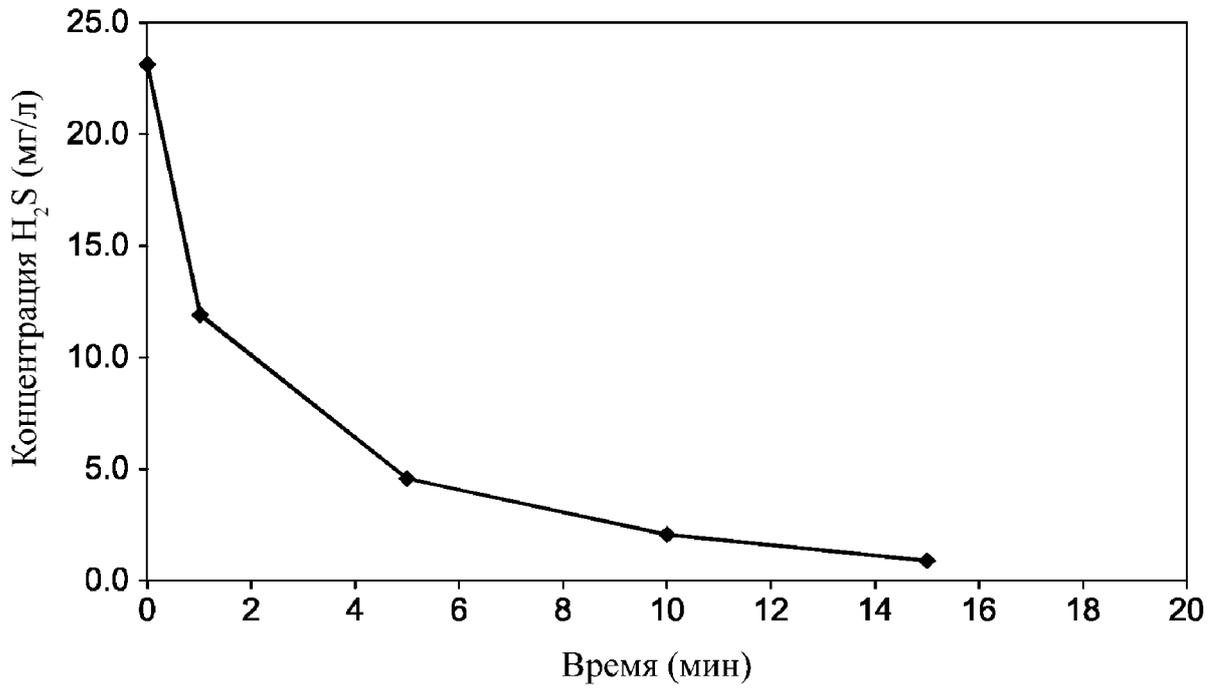


**ФИГ. 1**

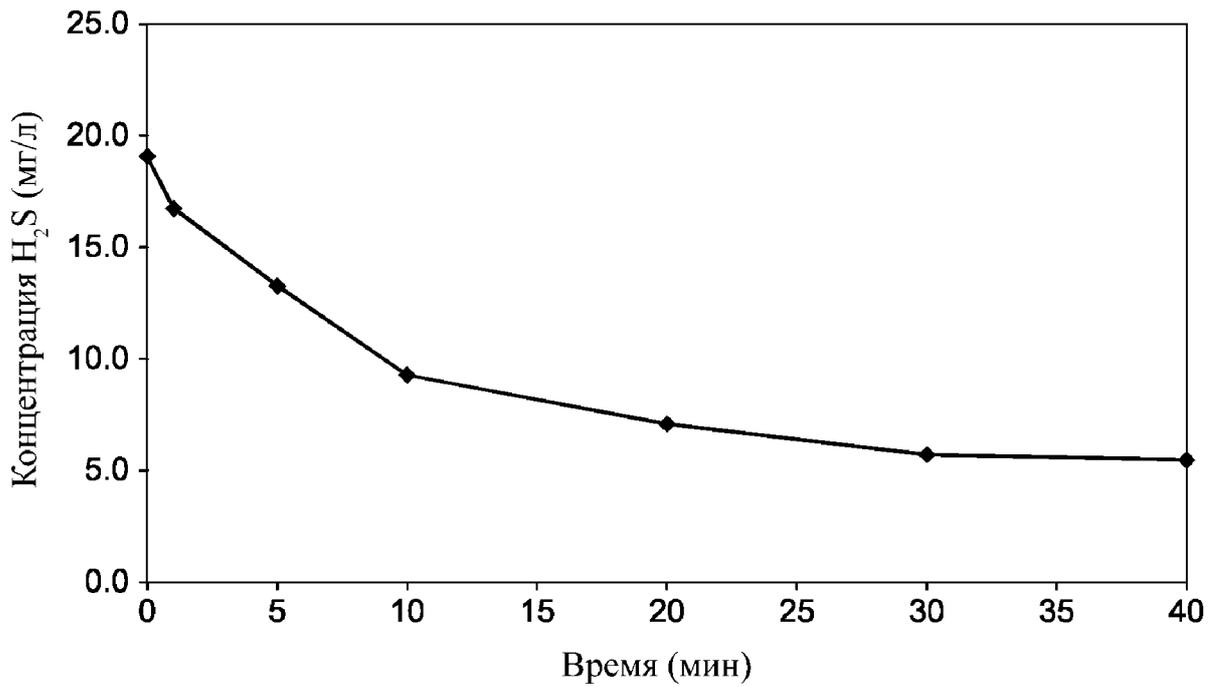


**ФИГ. 2**

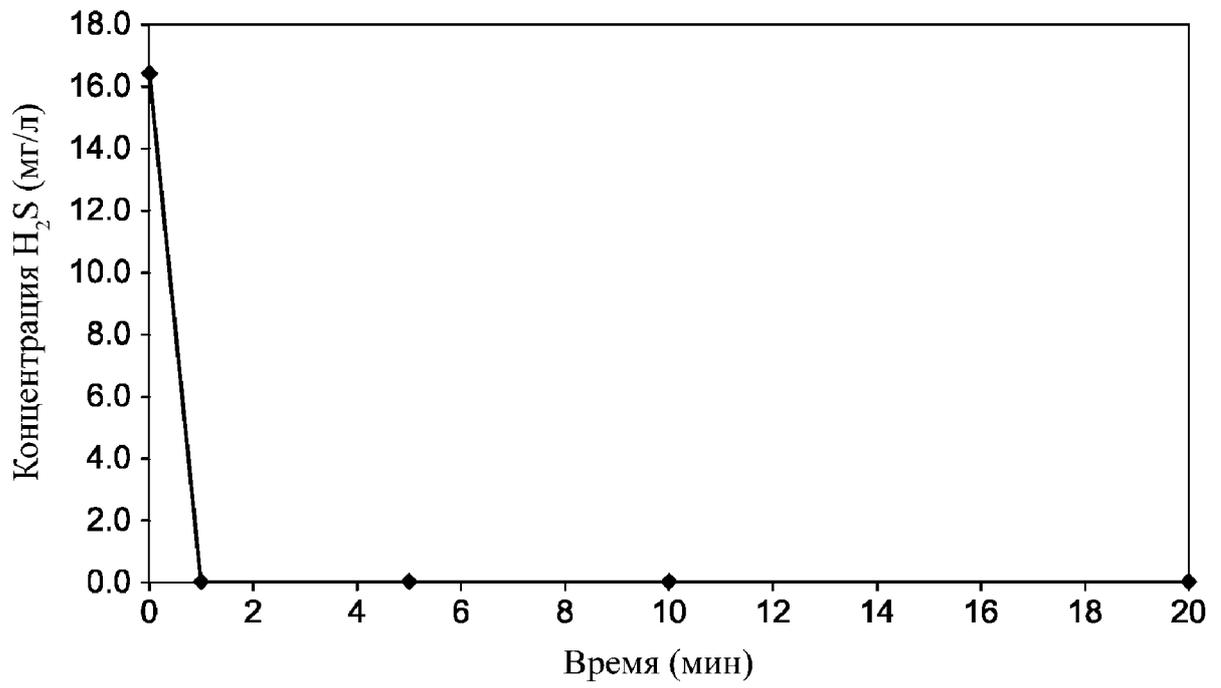
**ФИГ. 3****ФИГ. 4**



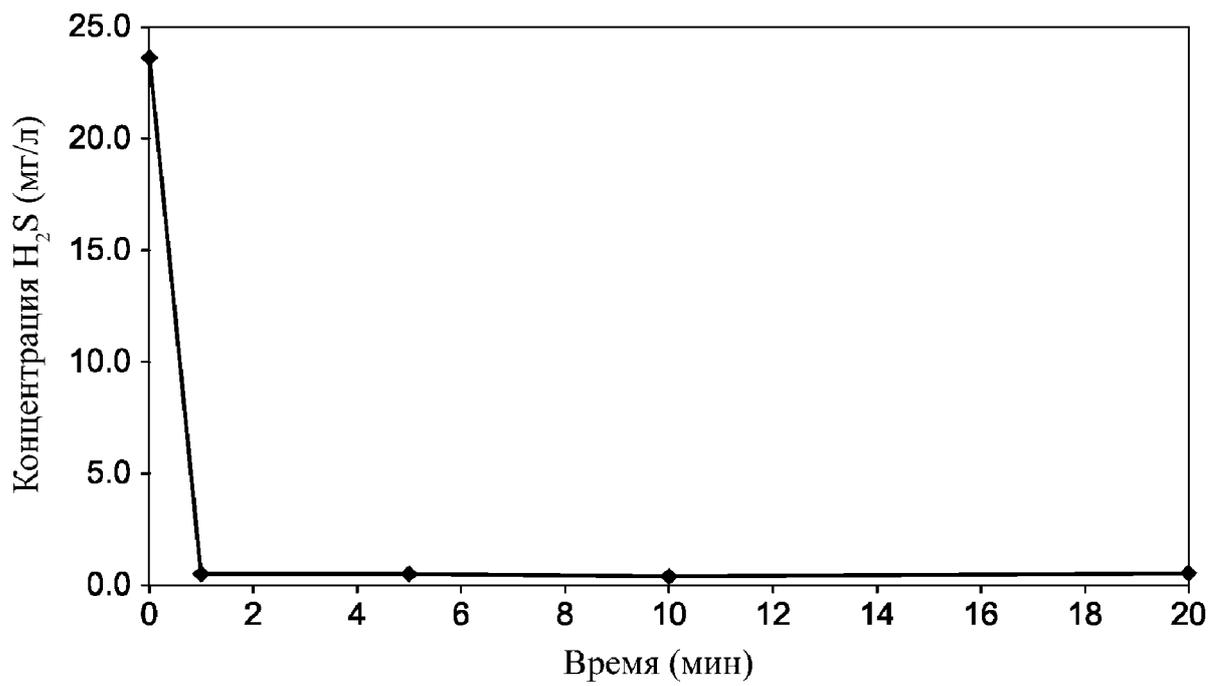
ФИГ. 5



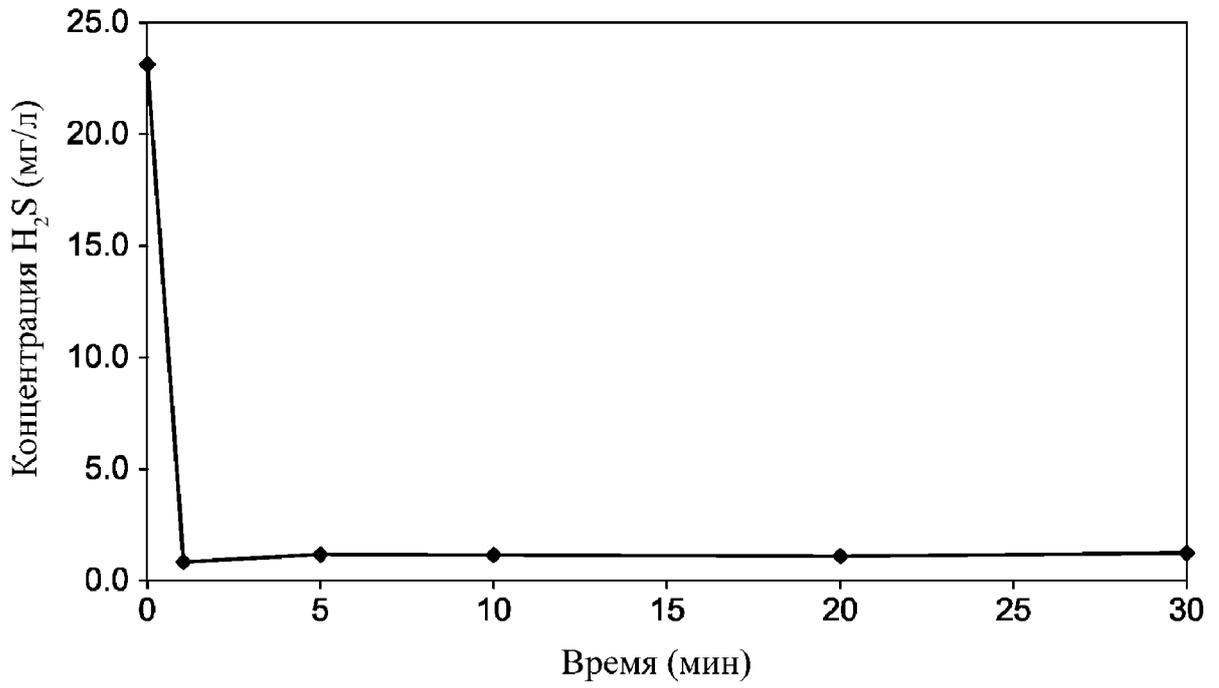
ФИГ. 6



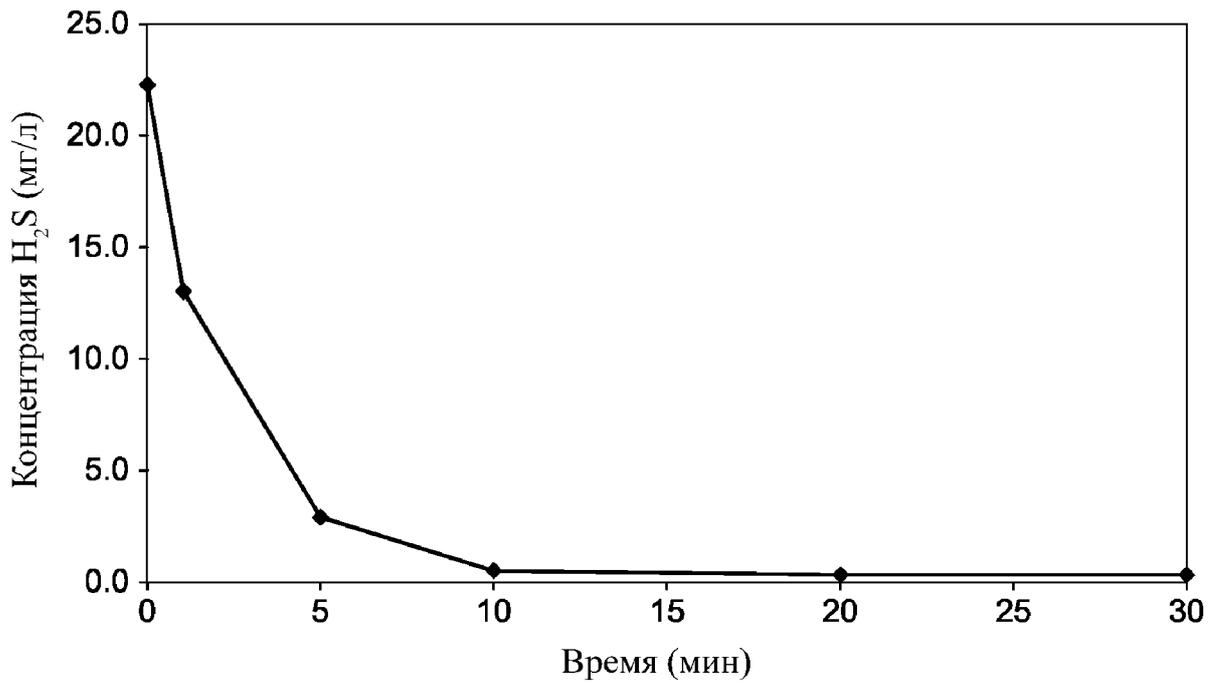
ФИГ. 7



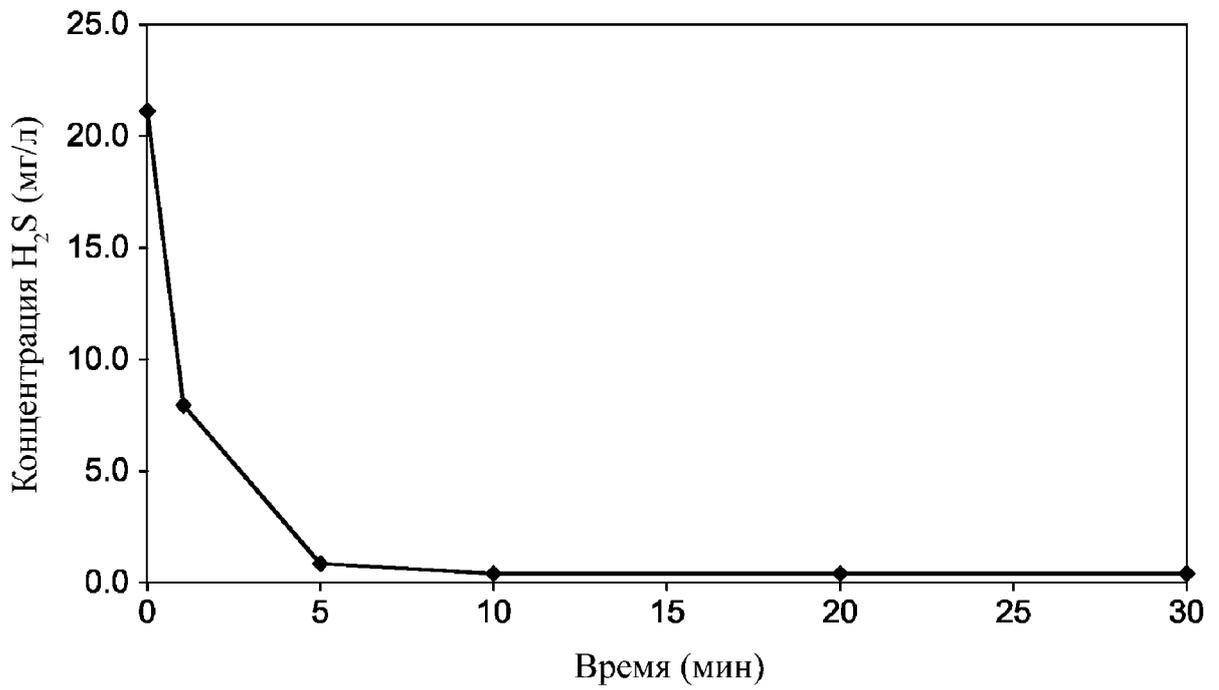
ФИГ. 8



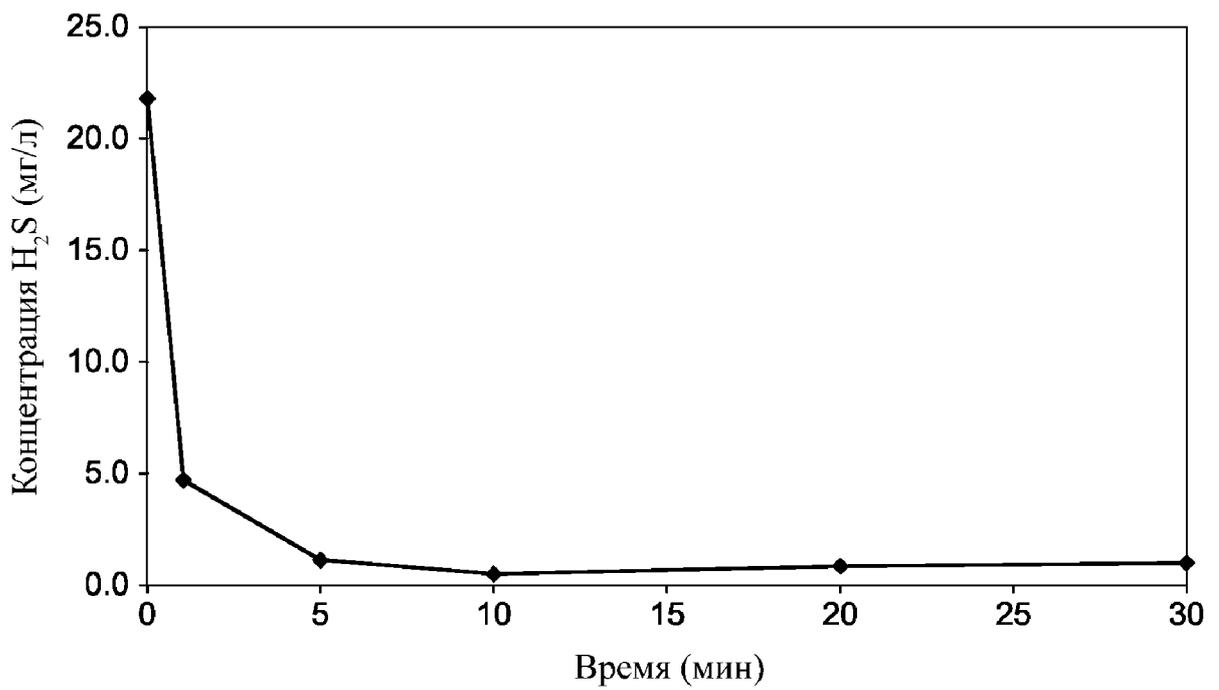
ФИГ. 9



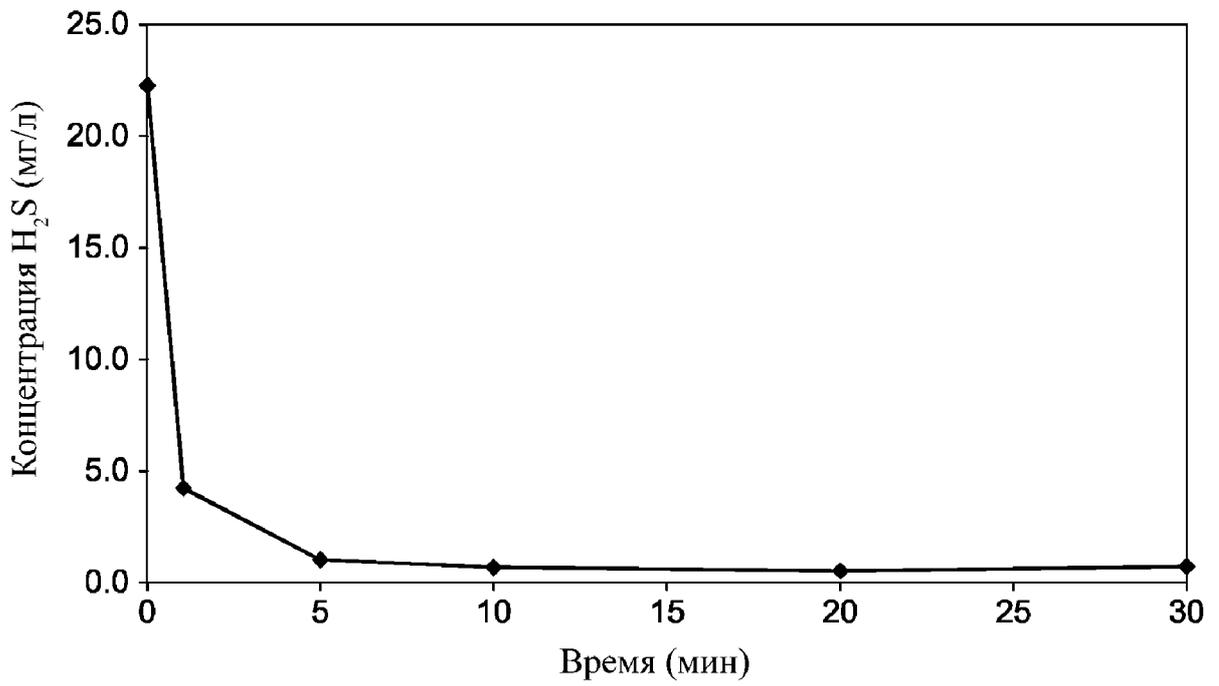
ФИГ. 10



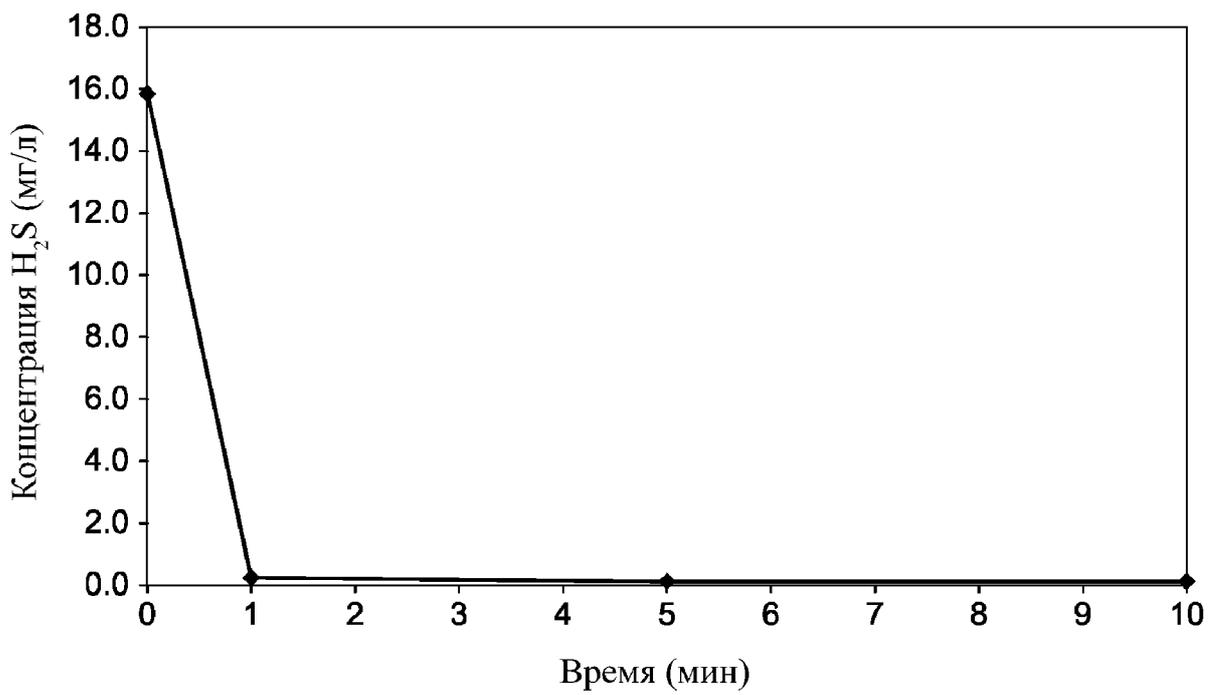
ФИГ. 11



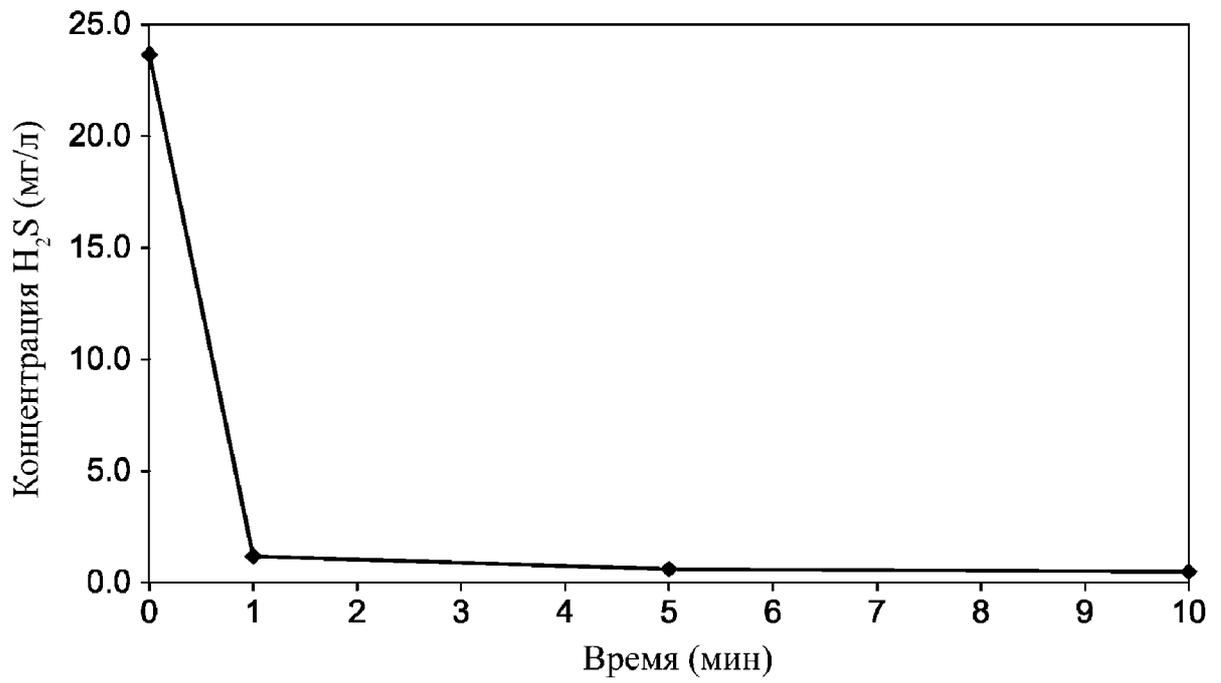
ФИГ. 12



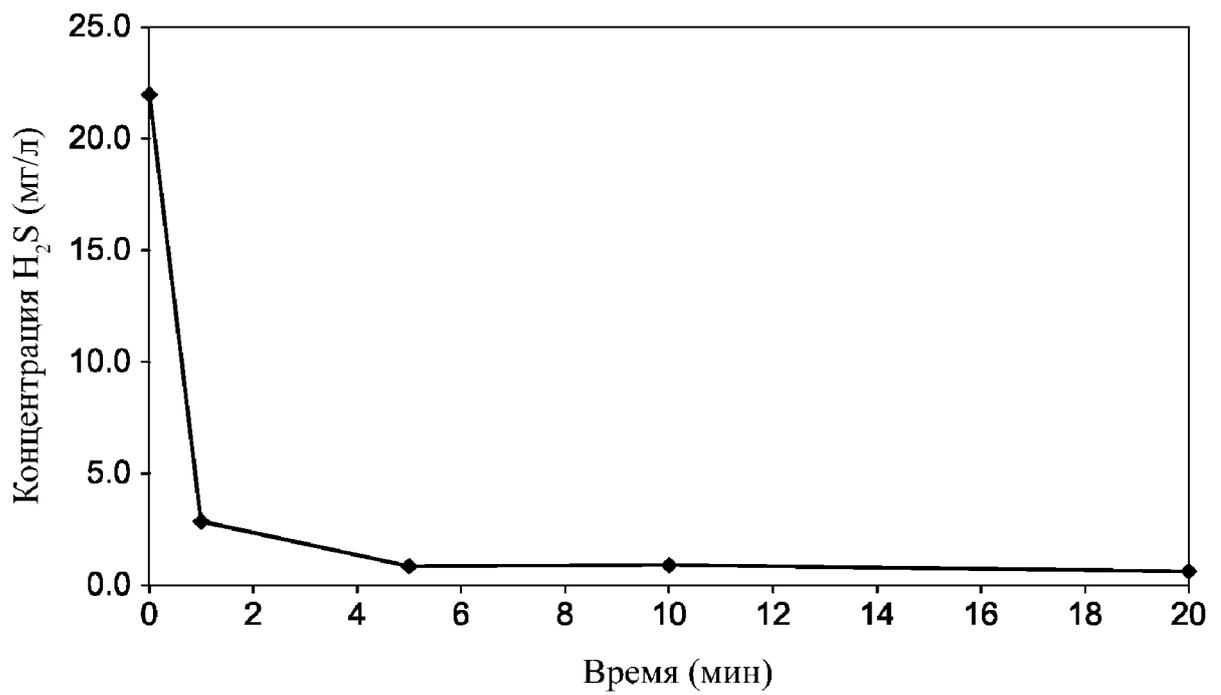
ФИГ. 13



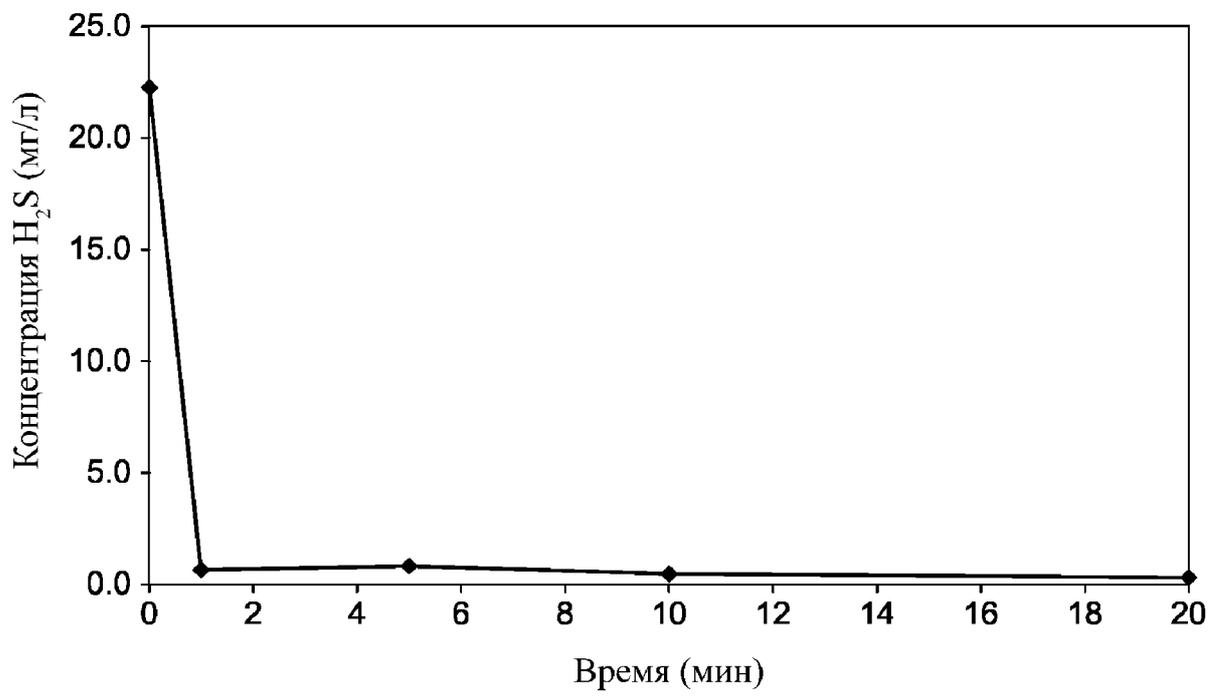
ФИГ. 14



ФИГ. 15



ФИГ. 16

*ФИГ. 17*