

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(21) 202392679 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки  
2023.12.06

(22) Дата подачи заявки  
2022.03.24

(51) Int. Cl. C23F 11/08 (2006.01)  
C03C 25/007 (2018.01)  
C03C 13/06 (2006.01)  
F16L 58/04 (2006.01)  
C04B 28/26 (2006.01)  
D04H 1/64 (2012.01)  
F16L 59/14 (2006.01)  
C09D 5/00 (2006.01)  
C23F 11/06 (2006.01)  
C23F 11/18 (2006.01)  
C23F 11/12 (2006.01)  
F16L 59/147 (2006.01)  
C09D 1/04 (2006.01)  
C09D 7/61 (2018.01)  
C08K 3/32 (2006.01)  
C08K 3/34 (2006.01)  
C09D 7/63 (2018.01)  
C08K 5/092 (2006.01)

(54) АНТИКОРРОЗИОННАЯ КОМПОЗИЦИЯ

(31) 21164922.3

(32) 2021.03.25

(33) EP

(86) PCT/EP2022/057838

(87) WO 2022/200535 2022.09.29

(71) Заявитель:  
РОКВУЛ А/С (DK)

(72) Изобретатель:

Хамза Осама, Матсон Рикке, Паулсен  
Андреас Лундтанг, Хансен Миккель  
Остергаард (DK)

(74) Представитель:

Воль О.И., Фелицына С.Б. (RU)

(57) Настоящее изобретение относится к антикоррозионной композиции и применению такой композиции для придания антикоррозионных свойств материалу, а также к материалу, содержащему такую композицию.

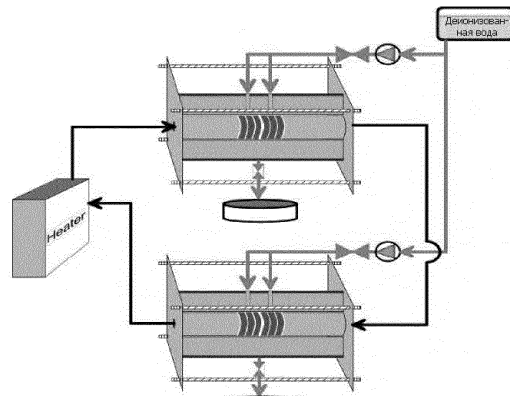


Схема установки для испытания

202392679 A1

202392679 A1

## АНТИКОРРОЗИОННАЯ КОМПОЗИЦИЯ

### **Область техники, к которой относится изобретение**

Настоящее изобретение относится к антикоррозионной композиции и применению такой композиции для придания материалу антикоррозионных свойств, а также к материалу, содержащему такую композицию.

### **Уровень техники**

Коррозия представляет собой ухудшение качества металла в результате химической реакции между ним и окружающей средой. Коррозия включает превращение металла в форму, более стабильную химически, такую как оксид, гидроксид или сульфид.

Коррозия стали протекает в присутствии воды и кислорода. Коррозия стальных деталей представляет собой большую экономическую проблему, которая часто составляет основную долю эксплуатационных расходов и затрат на замену стальных конструкций.

Весьма специфической проблемой является проблема коррозии под изоляционным слоем (CUI), которая оказывает воздействие на стальные детали, термически изолированные при помощи изоляционного материала. Стальные конструкции часто изолируют во избежание потерь тепла. Такая теплоизоляция может быть желательной для стальных конструкций, которые намного теплее или холоднее окружающей их среды. Коррозия CUI протекает, в частности, под изоляционным слоем в случае стальных конструкций, которые претерпевают циклические изменения температуры, подобно, например, трубопроводам в нефтяной и газовой промышленности.

Поскольку коррозия стали протекает в присутствии воды и кислорода, наличие воды в контакте со стальной конструкцией является основным фактором, способствующим коррозии. Так как теплоизоляционные материалы, охватывающие стальные конструкции во избежание потерь тепла, содействуют поддержанию воды в контакте со стальной конструкцией в течение более продолжительного периода времени, чем данное контактирование длилось бы без охвата изоляционным материалом, такие изоляционные материалы могут способствовать усилению коррозии. В общем случае стали чувствительны к коррозии CUI в диапазоне температур от 0°C до 175°C. Наиболее часто возникающими типами коррозии CUI являются общая и точечная коррозия углеродистой стали, которые могут протекать, если влажный изоляционный слой контактирует с углеродистой сталью, а также трекинг в результате коррозии под внешним напряжением (ESCT) аустенитной нержавеющей стали, который является специфическим типом коррозии, вызываемой в основном воздействием водорастворимого хлорида, или в

случае, если изоляционный материал не удовлетворяет соответствующим требованиям. Поскольку корродированная поверхность чаще всего скрыта под системой изоляции и не ее не обнаруживают до тех пор, пока не удалят изоляцию для осмотра, или в случае разрушения металла, приводящего к авариям, очень важно в максимально возможной степени контролировать коррозию CUI.

Во избежание CUI, изолированные стальные конструкции часто покрывают дополнительной обшивкой, которая должна предотвращать поступление воды. Однако опыт показывает, что вода зачастую поступает путём проникновения через разрушение или повреждения в системе обшивки или с влажным воздухом в конструкциях, которые подвергаются циклическим изменениям температуры. Вода также может вступать в контакт со стальной конструкцией на внутренней стороне вследствие некрепко затянутых соединительных деталей, или на внешней стороне вследствие явлений, подобных затоплению.

Во избежание коррозии CUI, стальные конструкции, аналогичные трубопроводам в нефтяной и газовой промышленности, часто защищают от коррозии путём нанесения покрытия на стальные части в виде защитного слоя, например, других металлов, подобных цинку или алюминию. Однако такие покровные слои никогда не являются слоем с полной защитой, и указанные защитные меры могут быть чрезвычайно затратными и экономически неприемлемыми для протяжённых систем трубопроводов.

С точки зрения экономического ущерба, обусловленного коррозией в любой форме, будь то в форме коррозии под слоем изоляции или любой другой форме коррозии, для исключения коррозии разработаны многочисленные стратегии. Одна из стратегий состоит в недопущении попадания воды путём придания материалу водоотталкивающей способности. Другая стратегия заключается в сокращении периода времени увлажнения материала за счет быстрого удаления воды из материала после контакта. Ещё одна стратегия представляет собой применение ингибиторов коррозии.

Несмотря на то, что ранее были предложены многочисленные ингибиторы коррозии различных составов, многие из указанных антикоррозионных композиций или имеют недостаточную эффективность, и/или имеют высокую цену, и/или сложны в обращении, и/или являются вредными для людей и/или окружающей среды.

### **Сущность изобретения**

Соответственно, цель настоящего изобретения заключалась в получении антикоррозионной композиции, которая является высокоэффективной в ингибировании коррозии, экономически предпочтительной, удобной в обращении и не оказывающей вредного воздействия на людей и/или окружающую среду.

Ещё одна цель настоящего изобретения состояла в разработке применения антикоррозионной композиции для придания антикоррозионных свойств разнообразным материалам, в частности, выбранным из группы, состоящей из продуктов из минеральной ваты, таких как каменная вата или стекловата, и других волокнистых материалов.

Дополнительной целью настоящего изобретения являлось получение продукта из минеральной ваты, содержащего такую антикоррозионную композицию.

В соответствии с первым аспектом настоящего изобретения предлагается антикоррозионная композиция, содержащая один или несколько компонентов в виде силикатов щелочных металлов формулы  $Me_2O \cdot xSiO_2$ , в которой  $x$  составляет от 0,5 до 3,0; один или несколько компонентов в виде фосфатов щелочных металлов формулы  $Me_2O : nP_2O_5$ , в которой  $n$  составляет от 0,33 до 1, или их гидратов, одну или несколько карбоновых кислот с 6-22 атомами углерода, например, 7-14 атомами углерода, или их соли.

Согласно второму аспекту настоящего изобретения предлагается применение композиции, содержащей один или несколько компонентов в виде силикатов щелочных металлов формулы  $Me_2O \cdot xSiO_2$ , где  $x$  составляет от 0,5 до 3,0; один или несколько компонентов в виде фосфатов щелочных металлов формулы  $Me_2O : nP_2O_5$ , где  $n$  составляет от 0,33 до 1, или их гидратов, одну или несколько карбоновых кислот с 6-22 атомами углерода, например, 7-14 атомами углерода или их соли, для придания антикоррозионных свойств такому материалу, как материал, выбранный из группы, состоящей из продуктов из минеральной ваты, таких как каменная вата или стекловата, и других волокнистых материалов.

В соответствии с третьим аспектом настоящего изобретения предлагается материал, такой как продукт из минеральной ваты или другие волокнистые материалы, включающий композицию, содержащую один или несколько компонентов в виде силикатов щелочных металлов формулы  $Me_2O \cdot xSiO_2$ , где  $x$  составляет от 0,5 до 3,0; один или несколько компонентов в виде фосфатов щелочных металлов формулы  $Me_2O : nP_2O_5$ , где  $n$  составляет от 0,33 до 1, или их гидратов, одну или несколько карбоновых кислот с 6-22 атомами углерода, например, 7-14 атомами углерода или их соли.

Авторы настоящего изобретения неожиданно обнаружили, что при помощи такой композиции, содержащей описанный металлсиликатный компонент, описанный металлфосфатный компонент, и описанную карбоновую кислоту, можно приготовить высокоэффективную антикоррозионную композицию. Все упомянутые компоненты являются достаточно недорогими, удобны в обращении и неопасны для людей или окружающей среды. С учётом вышесказанного, антикоррозионные композиции,



соответствующие настоящему изобретению, демонстрируют уникальное сочетание свойств, не обнаруженных в известных ранее антикоррозионных композициях.

### **Описание предпочтительных вариантов осуществления**

Настоящее изобретение направлено на антикоррозионную композицию, содержащую один или несколько компонентов в виде силикатов щелочных металлов формулы  $Me_2O \cdot xSiO_2$ , где  $x$  составляет от 0,5 до 3,0; один или несколько компонентов в виде фосфатов щелочных металлов формулы  $Me_2O : nP_2O_5$ , где  $n$  составляет от 0,33 до 1, или их гидратов, одну или несколько карбоновых кислот с 6-22 атомами углерода, например, 7-14 атомами углерода или их соли.

В одном из вариантов осуществления антикоррозионная композиция, соответствующая настоящему изобретению, находится в форме смеси твёрдых веществ.

В одном из вариантов осуществления антикоррозионная композиция, соответствующая настоящему изобретению, находится в форме водного раствора/дисперсии.

#### Компонент в виде силиката щелочного металла

Авторы настоящего изобретения обнаружили, что компоненты в виде силикатов щелочных металлов формулы  $Me_2O \cdot xSiO_2$ , где  $x$  составляет от 0,5 до 4,0, например, в которой  $x$  составляет от 0,5 до 3,0 можно использовать в очень эффективной антикоррозионной композиции. Указанные компоненты являются недорогими, удобны в обращении, а также безопасны для людей и окружающей среды.

В одном из вариантов осуществления компонент в виде силиката щелочного металла представляет собой силикат натрия формулы  $Na_2O \cdot xSiO_{2x}$ , при этом  $x = 1$  или 2, например,  $Na_2SiO_3$ .

В одном из вариантов осуществления компонент в виде силиката щелочного металла представляет собой  $Na_4O_4Si$  (ортосиликат натрия), соответствующий формуле  $Me_2O \cdot xSiO_2$ , где  $x$  равен 0,5.

Следует указать, что компонент в виде силиката щелочного металла, такой как силикат натрия формулы  $Na_2O \cdot xSiO_{2x}$ , при этом  $x = 1$  или 2, как например,  $Na_2SiO_3$ , может удерживать кристаллическую воду.

#### Компонент в виде фосфата щелочного металла

Авторы настоящего изобретения неожиданно обнаружили, что в высокоэффективной антикоррозионной композиции можно использовать фосфаты щелочных металлов формулы  $Me_2O : nP_2O_5$ , где  $n$  составляет от 0,33 до 1, или их гидраты. Указанные компоненты в виде фосфатов щелочных металлов являются недорогими, удобны в обращении и совершенно безопасны для людей и окружающей среды.

В одном из вариантов осуществления компонент в виде фосфата щелочного металла представляет собой фосфат натрия, такой как  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ .

#### Компонент в виде карбоновой кислоты

Авторы настоящего изобретения неожиданно обнаружили, что в высокоэффективной антикоррозионной композиции можно использовать карбоновые кислоты с 6-22 атомами углерода, например, 7-14 атомами углерода или их соли. Указанные компоненты в виде карбоновых кислот являются недорогими, удобны в обращении и совершенно безопасны для людей и окружающей среды.

В одном из вариантов осуществления компонент в виде карбоновой кислоты представляет собой компонент в виде дикарбоновой кислоты формулы  $\text{HO}_2\text{C}(\text{CH}_2)_n\text{CO}_2\text{H}$ , при этом  $n$  предпочтительно составляет 2 - 20, в частности, 4 - 10, например,  $n = 8$ .

В одном из вариантов осуществления компонент в виде карбоновой кислоты находится в форме мыла, как например, стеарата натрия.

#### Массовое соотношение компонентов

В принципе, компоненты антикоррозионной композиции настоящего изобретения можно использовать в любых массовых соотношениях.

В одном из вариантов осуществления массовое соотношение компонента в виде силиката щелочного металла, компонента в виде фосфата щелочного металла и компонента в виде карбоновой кислоты представляет собой следующее: 60 - 96 массовых частей, например, 70 - 93 массовых частей, например, 75 - 90 массовых частей компонента в виде силиката щелочного металла; 1 - 25 массовых частей, например, 2 - 20 массовых частей, как например, 3 - 15 массовых частей компонента в виде фосфата щелочного металла и 1 - 20 массовых частей, например, 2 - 15 массовых частей, например, 5 - 12 массовых частей компонента в виде карбоновой кислоты в расчёте на общую массу компонента в виде силиката щелочного металла, компонента в виде фосфата щелочного металла и компонента в виде карбоновой кислоты.

В одном из вариантов осуществления композиция представляет собой водный раствор/дисперсию и содержит 4 - 30 грамм/литр, например, 6 - 20 грамм/литр, например, 8 - 14 грамм/литр компонента в виде силиката щелочного металла; 0,1 - 5 грамм/литр, например, 1 - 3,5 грамм/литр, например, 2-2 грамм/литр компонента в виде фосфата щелочного металла и 0,1 - 10 грамм/литр, например, 0,2 - 5 грамм/литр, например, 0,3 - 1,5 грамм/литр компонента в виде карбоновой кислоты в расчёте на общий объём водного раствора/дисперсии.

В другом варианте осуществления композиция представляет собой водный раствор/дисперсию и содержит

100-500 г/л, например, 150-300 г/л  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ; 2-50 г/л, например, 10-20 г/л себациновой кислоты; 20-80 г/л, например, 30-60 г/л  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ .

#### Дополнительные компоненты

Антикоррозионная композиция, соответствующая настоящему изобретению, может содержать дополнительные компоненты, которые могут дополнительно улучшать свойства композиции.

В одном из вариантов осуществления композиция дополнительно имеет в своём составе гидрофобный реагент, содержащий по меньшей мере одно силиконовое соединение, такое как силиконовая смола, как например, реакционноспособная силиконовая смола, такая как реакционноспособная силиконовая смола, выбранная из группы, состоящей из полиалкилэтоксисилоксана, полиметилэтоксисилоксана, полифенилэтоксисилоксана, полифенилсилоксана, полифенилметилсилоксана.

В одном из вариантов осуществления композиция, соответствующая настоящему изобретению, включает гидрофобный реагент, содержащий полиметилэтоксисилоксан в количестве от 30 до 60 процентов масс. и октилтриэтоксисилан в количестве от 1 до 5 процентов масс. в расчёте на общую массу гидрофобного реагента, эмульгатор и, необязательно, следовые количества этанола.

В одном из вариантов осуществления композиция, соответствующая настоящему изобретению, содержит одно или несколько диспергируемых в воде поверхностно-активных веществ, устойчивых к щёлочи.

В рамках настоящего изобретения поверхностно-активные вещества следует воспринимать как соединения, которые снижают поверхностное натяжение между двумя жидкостями, между газом и жидкостью или между жидкостью и твёрдым веществом.

В другом варианте осуществления композиция, соответствующая настоящему изобретению, содержит одно или несколько водорастворимых поверхностно-активных веществ, устойчивых к щёлочи.

В одном из вариантов осуществления композиция, соответствующая настоящему изобретению, содержит поверхностно-активное соединение, выбранное из числа мыл, поверхностно-активного вещества, такого как диспергируемое в воде поверхностно-активное вещество, устойчивое к щелочам, такого как водорастворимое поверхностно-активное вещество, устойчивое к щелочам, такого как эмульгирующее поверхностно-активное вещество.

В одном из вариантов осуществления композиция, соответствующая настоящему изобретению, содержит

100-500 г/л, например, 150-300 г/л  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$

2-50 г/л, например, 10-20 г/л себациновой кислоты

20-80 г/л, например, 30-60 г/л  $\text{Na}_3\text{PO}_4$

0,1-100 г/л поверхностно-активного соединения, например, 0,05-50 г/л поверхностно-активного вещества, устойчивого к щёлочи, и необязательно,

0,1-100 г/л вспомогательного эмульгирующего поверхностно-активного вещества.

В одном из вариантов осуществления композиция, соответствующая настоящему изобретению, содержит по меньшей мере одно силиконатное соединение, например, модифицированное органическими соединениями жидкое стекло, такое как, органосиликонат щелочного металла, как например, метилсиликонат калия.

В одном из вариантов осуществления композиция, соответствующая настоящему изобретению, представляет собой водный раствор/дисперсию и содержит 0,01-20 грамм/литр, например, 0,05 - 15 грамм/литр, например, 0,1-10 грамм/литр силиконового соединения.

В одном из вариантов осуществления композиция дополнительно содержит один или несколько смешивающихся с водой органических растворителей.

В одном из вариантов осуществления смешивающийся с водой органический растворитель представляет собой спирт, такой как изопропанол.

В одном из вариантов осуществления композиция, соответствующая настоящему изобретению, содержит:

5 - 60 г/л, например, 25-45 г/л  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$

0,5 - 5 г/л, например, 1,5 - 3,5 г/л себациновой кислоты

2 - 15 г/л, например, 4 - 10 г/л  $\text{Na}_3\text{PO}_4$

50 - 500 мл/л, например, 150 - 350 мл/л изопропилового спирта.

В одном из вариантов осуществления композиция дополнительно содержит одно или несколько поверхностно-активных веществ.

В одном из вариантов осуществления композиция, соответствующая настоящему изобретению, содержит:

100-500 г/л, например, 150-300 г/л  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$

2-50 г/л, например, 10-20 г/л себациновой кислоты

20-80 г/л, например, 30-60 г/л  $\text{Na}_3\text{PO}_4$

0,05-50 г/л поверхностно-активного вещества, устойчивого к щелочи

0,1-100 г/л вспомогательного эмульгирующего поверхностно-активного вещества

### **Применение композиции**

Настоящее изобретение направлено также на применение композиции, описанной выше, для придания антикоррозионных свойств материалу. Не существует никакого

принципиального ограничения по материалам, на которых можно применять данную композицию для придания им антикоррозионных свойств.

В одном из вариантов осуществления настоящее изобретение направлено на применение антикоррозионной композиции, описанной выше, для придания антикоррозионных свойств продукту, выбранному из группы, состоящей из продукта из минеральной ваты, такого как каменная вата или стекловата, и других волокнистых материалов.

В одном из вариантов осуществления настоящее изобретение направлено на применение антикоррозионной композиции, описанной выше, для придания антикоррозионных свойств изоляционному продукту, выбранному из группы, состоящей из изоляционного продукта из минеральной ваты, такого как изоляционный продукт из каменной ваты или стекловаты, и изоляционного продукта, изготовленного из других волокнистых материалов.

В одном из вариантов осуществления применение антикоррозионной композиции заключается в том, что композицию диспергируют в продукте, таком как продукт из минеральной ваты, таком как изоляционный минераловатный продукт, или других волокнистых материалах, таких как аэрогелевый изоляционный продукт.

В одном из вариантов осуществления указанная дисперсия является такой, что она находится в поверхностном слое, как например, поверхностном слое, имеющем толщину от 0,5 до 10 см, продукта из минеральной ваты, такого как изоляционный продукт из минеральной ваты, или других волокнистых материалов, таких как аэрогелевый изоляционный продукт.

В одном из вариантов осуществления применение является таким, что данный продукт выбран из трубной секции, кровельного материала, фасадного материала, мата, прошивного мата.

### **Продукт**

Настоящее изобретение относится также к материалу, который обработан антикоррозионной композицией, описанной выше.

В одном из вариантов осуществления данный продукт является продуктом из минеральной ваты.

В одном из вариантов осуществления продукт представляет собой аэрогель.

В одном из вариантов осуществления продукт представляет собой продукт из минеральной ваты или другие волокнистые материалы с улучшенными антикоррозионными свойствами, в частности, улучшенными антикоррозионными свойствами под изоляцией.

Настоящее изобретение дополнительно иллюстрируется следующими примерами:

С целью проверки показателей антикоррозионной композиции, соответствующей настоящему изобретению, показатели коррозии CUI трубных секций из каменной ваты в виде доступного для приобретения продукта Progox PS960, включающих антикоррозионную композицию, соответствующую настоящему изобретению, сравнили с антикоррозионными показателями трубной секции из стандартной каменной ваты в виде продукта Progox PS960 без антикоррозионной композиции, соответствующей настоящему изобретению.

#### **Установка для испытания и условия испытания**

Установка для испытания в целом соответствует стандарту ASTM G189-07, но со следующими изменениями:

- прокладки из PTFE между образцами заменены специальными силиконовыми O-образными кольцами
- закрепление испытательного оборудования и пробных образцов достигается с использованием системы сжатия пружинами для противодействия тепловому расширению системы
- кольцевидные образцы для испытаний имеют ширину 14,3 мм, в отличие от ширины 6,35 мм по стандарту ASTM G189-07

Никакие из указанных изменений не могут считаться смягчением условий по сравнению со способом испытания и устройством, описанными в стандарте ASTM G189-07.

#### **Оборудование**

Используется следующее оборудование для моделирования:

- a) Образцы для испытаний в форме кольца, изготовленные из трубы из углеродистой стали марки В по стандарту ASTM A106, шириной 14,3 мм и диаметром 60 мм, отполированные до зернистости 600.
- b) O-образные кольца для уплотнения и разделения.
- c) Трубная изоляция, Ø 160 снаружи, Ø 60 внутри, с ингибитором коррозии и без него.
- d) Алюминиевые трубные оболочки.
- e) Испытательный стенд специальной конструкции, состоящий из двух концевых частей, между которыми установлены испытательные кольца.
- f) Снабжённые резьбой стержни, установленные со спиральными пружинами для скрепления конструкции. Спиральные пружины обеспечивают возможность поглощения тепловых расширений.

g) Нагревательная/охладительная ванна Julabo Cогio с циркуляцией, а также труба и шланговые соединения. Ванна оснащена программным управлением в соответствии с контролем время/температура.

h) Жидкая циркуляционная некоррозионная нагревательная среда, которая может протекать при 60° и 150°С. Термопары, измеряющие температуру на поверхности трубы под слоем изоляции.

i) Контрольный компьютер.

j) Регистратор данных для записи температуры в ходе испытания.

k) Система подачи жидкости для испытания/насосы-дозаторы с блоками управления.

l) Силиконовый уплотнитель.

m) Изоляция для нагревательных труб между нагревателями и установкой.

Схему установки для испытания можно видеть на фиг. 1, а фотографию данной установки можно видеть на фиг. 2.

#### **Условия испытания**

Проводили два отдельных испытания. Условия в ходе испытания являлись следующими:

#### **Испытание 1:**

a) Циклический режим проведения испытания со следующими ниже температурными условиями; смотрите также фигуру. 3, отображающую графическое представление испытательного цикла. Суммарный объём впрыска воды за испытательный цикл составляет 85 мл, а суммарный объём впрыска, равный 1785 мл, предназначен для полного испытания длительностью 21 день.

<b>Стадия</b>	<b>Влажный режим</b>	<b>Постепенное повышение</b>	<b>Сухой режим</b>	<b>Постепенное понижение</b>
<b>Температура [°С]</b>	60	от 60 до 150	150	от 150 до 60
<b>Длительность [ч]</b>	18	1	4	1
<b>Впрыск воды</b>	40 мл/10 мин +2,5 мл/ч	нет	нет	нет

b) Длительность испытания составляет 21 цикл (21 день)

c) Испытательным раствором является деионизованная вода

d) Испытательный раствор поступает через верхнюю часть изоляции по двум питающим трубкам, размещённым на расстоянии 42,9 мм друг от друга, смотрите фиг. 1 и

2

e) Отведение воды от изоляции осуществляется через центральное отверстие в

нижней части изоляции, смотрите фиг. 1

f) 6 идентичных образцов для испытаний в форме кольца, изготовленных из трубы из углеродистой стали марки В по стандарту ASTM A106, шириной 14,3 мм и диаметром 60 мм, отполированных до зернистости 600

g) Изоляционный материал герметично закрепляют на испытательной трубе с использованием силикона, формируя кольцеобразную деталь длиной 25 см. Изоляцию плотно прикрепляют к поверхности трубы с использованием проволоки из нержавеющей стали. Вокруг изоляции закрепляют внешнюю алюминиевую оболочку при помощи обжимных хомутов и герметично соединяют в продольном направлении и на фланцах с использованием силикона.

### **Испытание 2:**

Условия испытания, идентичные условиям испытания 1, но с большим объемом воды, впрыскиваемой за цикл испытания. Общий объем впрыска воды за цикл испытания составляет 119 мл, а суммарный объем впрыска равен 2499 мл в течение полного испытания длительностью 21 день.

<b>Стадия</b>	<b>Влажный режим</b>	<b>Постепенное повышение</b>	<b>Сухой режим</b>	<b>Постепенное понижение</b>
<b>Температура [°C]</b>	60	от 60 до 150	150	от 150 до 60
<b>Длительность [ч]</b>	18	1	4	1
<b>Впрыск воды</b>	42,5 мл (впрыскиваемые за период времени, равный 10 мин) +4,25 мл/ч	нет	нет	нет

### **Испытываемая антикоррозионная композиция**

В двух упомянутых испытаниях использовали две различные концентрации антикоррозионной композиции и наносили на изоляцию из каменной ваты разными способами, тем не менее приводящими к одной и той же концентрации антикоррозионной композиции на кубический сантиметр обработанной трубной изоляции.

### **Испытание 1:**

Для нанесения антикоррозионной композиции на изоляцию трубы длиной 500 мм с внутренним диаметром 60 мм требуется в общей сложности 0,85 литра смеси антикоррозионной композиции, чтобы обработать внутренний слой изоляции трубы на глубину 10 мм. Испытываемая антикоррозионная композиция, соответствующая настоящему изобретению, представляла собой следующее:



33,75 г/л  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  + 2,25 г/л себациновой кислоты + 6,75 г/л  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  + 250 мл/л изопропилового спирта и 750 мл/л деминерализованной воды

Ингибитор коррозии нанесли на испытательный образец при помощи перемешивания 0,75 литров деминерализованной воды в пластиковой ёмкости объёмом 1 л, а затем смешивали следующие химические вещества в порядке, приведённом ниже:

1. 33,75 г силиката натрия  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  и давали растворяться при перемешивании/встряхивании
2. 2,25 г себациновой кислоты и давали растворяться при перемешивании или встряхивании
3. 6,75 г тринатрийфосфата  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  и давали растворяться

В конце на каждые 0,75 л смеси следует использовать 0,25 л изопропилового спирта (ИПС).

После этого на внутреннюю сторону изоляционного слоя трубы распыляют раствор, сначала ИПС, а затем антикоррозионную смесь, для обеспечения того, чтобы внутренний слой изоляционного продукта полностью пропитался на глубину около 10 мм, а затем высушивают его.

После этого образец изоляционного слоя, обработанный к данному моменту антикоррозионной композицией, испытывают для определения показателей коррозии CUI согласно описанному выше испытанию 1.

### **Испытание 2:**

Для нанесения антикоррозионной композиции на изоляцию трубы длиной 500 мм с внутренним диаметром 60 мм требуется в общей сложности 0,13 литра смеси антикоррозионной композиции, чтобы обработать внутренний слой изоляции трубы на глубину 10 мм. Испытываемая антикоррозионная композиция, соответствующая настоящему изобретению, представляла собой следующее:

220 г/л  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  + 14,67 г/л себациновой кислоты + 44 г/л  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  + 10 г/л вспомогательного эмульгирующего поверхностно-активного вещества + 4 г/л поверхностно-активного вещества, устойчивого к щелочи

Все химические вещества, растворённые в деминерализованной воде в указанном выше порядке, приведены в расчёте на 1 л.

После этого на внутреннюю сторону изоляционного слоя трубы распыляют раствор, и внутренний слой изоляционного продукта полностью пропитывается на глубину около 10 мм, а затем его высушивают.

Затем образец изоляционного слоя, обработанный к настоящему моменту антикоррозионной композицией, испытывают на показатели коррозии CUI согласно

описанному испытанию 2.

### **Результаты**

По завершении 21 испытательного цикла образцы для испытаний промыли деионизованной водой и очистили нейлоновой щёткой, ополоснули этанолом и высушили для удаления рыхлых продуктов коррозии и изоляции с поверхности перед первым взвешиванием. Затем продукты коррозии удалили с испытательных образцов при помощи погружения в ингибированную соляную кислоту концентрации 16 масс. % согласно стандарту DS/EN ISO 8407. После ополаскивания образцы для испытаний взвешивали снова.

После удаления продуктов коррозии оценивали степень локальной коррозии (если это этот случай), а также результаты измерений глубины точечной коррозии (в соответствующем случае).

Результаты обобщены в таблице 1 (испытание 1 продукта Prorox PS960 с ингибитором коррозии), таблице 2 (испытание 1 продукта Prorox PS960) и таблице 3 (испытание 2 продукта Prorox PS960 с ингибитором коррозии и большим количеством воды для впрыска в ходе испытания).

Фотографии, выполненные в ходе испытания 1 испытательных образцов, подвергнутых испытанию вместе с материалом Prorox PS960, содержащим ингибитор коррозии, до и после удаления отложений и продуктов коррозии, можно видеть на фиг. 4 - 7.

Фотографии, выполненные в ходе испытания 1 испытательных образцов, подвергнутых испытанию вместе с материалом Prorox PS960, до и после удаления отложений и продуктов коррозии, можно видеть на фиг. 8 - 12.

Фотографии, выполненные в ходе испытания 2 испытательных образцов, подвергнутых испытанию вместе с материалом Prorox PS960, содержащим ингибитор коррозии, до и после удаления отложений и продуктов коррозии, можно видеть на фиг. 13 - 20.

### **Испытание 1. Prorox PS960 с ингибитором коррозии**

Касательно результатов испытания продукта Prorox PS960 с ингибитором коррозии отметим, что в результате взвешивания пробного образца A-21-1 имеется ошибка, поскольку с не подвергнутой воздействию стороны образца при очистке удалялось некоторое количество первоначальной прокатной окалины, что таким образом приводит к ошибочному результату определения потери массы. После осмотра пробный образец не содержал коррозии, и при использовании увеличения 10X обнаружено только одно, очень неглубокое, малое чашеобразное поражение.

На испытательном образце А21-6 обнаружили одну коррозионную язвину малого диаметра.

Вследствие лишь нескольких, небольших и неглубоких локальных поражений, наблюдаемых на испытательных образцах, а также изначально присущих неопределённостей и ошибки измерения, связанной с определением площади поражённой поверхности, расчёт скорости локальной коррозии не выполняли, поскольку это привело бы к получению недостоверных результатов.

В течение 21 цикла проведения испытания проводили измерения показателей воды, отводимой из установки для испытания, чтобы вода являлась слабо щелочной (прибл. рН 8-10).

Таблица 1. Материал Prorox PS960 с ингибитором коррозии, данные измерений на испытательных образцах

Позиция пробного образца	№ пробного образца	Исходная масса [г]	Масса после испытания, с продуктами коррозии [г]	Масса после испытания, очистки [г]	Разность масс [г]	Скорректированная разность масс [г]	Время воздействия [дни]	Площадь поверхности [см <sup>2</sup> ]	Оцененная поражённая площадь поверхности (%)	Скорость равномерной коррозии [мкм/год]	Оцененная макс. скорость локальной коррозии, [мкм/год]	Макс. измеренная глубина точечной коррозии [мкм]
1	A-21-1	97,5218	97,5220	97,5041	0,0177	0,0129	21	26,85	отс.	10,61	отс.	10
2	A-21-2	97,4840	97,4861	97,4757	0,0083	0,0035	21	26,85	отс.	2,86	отс.	отс.
3	A-21-3	97,0120	97,0157	97,0055	0,0065	0,0017	21	26,85	отс.	1,37	отс.	отс.
4	A-21-4	97,6135	97,6137	97,6065	0,007	0,0022	21	26,85	отс.	1,79	отс.	отс.
5	A-21-5	97,6579	97,6585	97,6474	0,0105	0,0057	21	26,85	отс.	4,67	отс.	50
6	A-21-6	97,1038	97,1059	97,0983	0,0055	0,0007	21	26,85	отс.	0,55	отс.	<10

### Prorox PS960

Коррозионные повреждения, наблюдаемые на испытательных образцах в результате испытания, хотя и носят локальный характер из-за смачивающих свойств изоляционного материала и металлической поверхности, не приводят к выраженной точечной коррозии, вместо этого после удаления продуктов коррозии наблюдается общая коррозия, смотрите фиг. 12.

В течение 21 цикла проведения испытания измеряли показатель рН воды, отводимой из зоны испытания так, что она изменялась от слабощелочной (прибл. рН 8) до

слабокислой (прибл. рН 6).

Таблица 2. Prorox PS960, данные измерений на испытательных образцах

Позиция пробного образца	№ пробного образца	Исходная масса [г]	Масса после испытания, спродуктами коррозии [г]	Масса после испытания, очистки [г]	Разность масс [г]	Скорректированная разность масс [г]	Время воздействия [дни]	Площадь поверхности [см <sup>2</sup> ]	Оцененная поражённая площадь поверхности (%)	Скорость равномерной коррозии [мкм/год]	Оцененная макс. скорость локальной коррозии, [мкм/год]	Макс. измеренная глубина точечной коррозии [мкм]
1	B-21-1	97,2259	97,2035	97,1884	0,0375	0,0327	21	26,85	45	26,93	59,85	60
2	B-21-2	96,8226	96,8069	96,7936	0,029	0,0242	21	26,85	30	19,93	66,42	30
3	B-21-3	97,2541	97,2319	97,2157	0,0384	0,0336	21	26,85	40	27,68	69,19	60
4	B-21-4	97,6102	97,5888	97,5683	0,0419	0,0371	21	26,85	55	30,56	55,57	60
5	B-21-5	97,0744	97,0368	97,0160	0,0584	0,0536	21	26,85	65	44,17	67,95	30
6	B-21-6	97,2803	97,2492	97,2130	0,0673	0,0625	21	26,85	70	51,51	73,58	50

### Испытание 2. Продукт Prorox PS960 с ингибитором коррозии

Испытание, которое повторяли в точности как в испытании 1, но с объёмом впрыска воды, на 40% большим, чем испытании 1.

Пробные образцы при осмотре не содержали коррозионных участков, и только после осмотра при увеличении 10-50X были обнаружены небольшие зоны с неглубокой локальной коррозией. Суммарная площадь указанных локальных коррозионных поражений составляла менее 0,5% от общей площади образца, подвергнутой воздействию.

Вследствие всего нескольких, небольших и неглубоких локальных поражений, наблюдаемых на испытательных образцах, а также изначально присущих неопределённостей и ошибки измерения, связанной с определением площади поражённой поверхности, расчёт скорости локальной коррозии не выполняли в таблице 3, поскольку это привело бы к получению недостоверных результатов. Средняя годовая скорость равномерной коррозии, вычисленная на основе всех двенадцати испытательных образцов и 21 цикла проведения испытания, составляет 2,22 мкм/год.

В течение 21 цикла проведения испытания измеряли показатель рН воды, отводимой из зоны испытания A&B так, что она являлась слабощелочной (прибл. рН 8-

10).

Таблица 3. Prorox PS960 WR-Tech с ингибитором коррозии, данные измерений испытательных образцов

Позиция пробного образца	№ пробного образца	Исходная масса [г]	Масса после испытания, с продуктами коррозии [г]	Масса после испытания, очистки [г]	Время очистки, [мин]	Разность масс [г]	Скорректированная разность масс [г]	Время воздействия [дни]	Площадь поверхности [см <sup>2</sup> ]	Плотность [г/см <sup>3</sup> ]	Оцененная пораженная площадь поверхности (%)	Скорость равномерной коррозии [мкм/год]	Макс. оценочная скорость локальной коррозии [мкм]
1	A-22-1	84,7434	84,7791	84,7391	30	0,0043	0,0014	21	26,75	7.85	отс.	1,12	отс.
2	A-22-2	87,9846	88,1281	87,9782	30	0,0064	0,0035	21	26,75	7.85	отс.	2,86	отс.
3	A-22-3	85,2461	85,3503	85,2395	30	0,0066	0,0051	21	26,75	7.85	отс.	4,25	отс.
4	A-22-4	85,6372	85,6660	85,6339	20	0,0033	0,0023	21	26,75	7.85	отс.	1,92	отс.
5	A-22-5	88,7391	88,7749	88,7342	20	0,0049	0,0039	21	26,75	7.85	отс.	3,24	отс.
6	A-22-6	88,6460	88,6730	88,6420	20	0,004	0,0030	21	26,75	7.85	отс.	2,50	отс.
1	B-22-1	86,0922	86,1644	86,0887	20	0,0035	0,0025	21	26,75	7.85	отс.	2,09	отс.
2	B-22-2	84,0520	84,0897	84,0490	20	0,003	0,0020	21	26,75	7.85	отс.	1,67	отс.
3	B-22-3	84,2084	84,2998	84,2042	20	0,0042	0,0032	21	26,75	7.85	отс.	2,67	отс.
4	B-22-4	88,1556	88,2877	88,1524	20	0,0032	0,0022	21	26,75	7.85	отс.	1,84	отс.
5	B-22-5	89,1120	89,1383	89,1100	20	0,002	0,0010	21	26,75	7.85	отс.	0,84	отс.
6	B-22-6	85,5794	85,5911	85,5764	20	0,003	0,0020	21	26,75	7.85	отс.	1,67	отс.

### Заключение

При помощи изменённого протокола испытания по стандарту ASTM G189-7 успешно осуществляли проведение испытаний изоляционного материала из каменной ваты с обработкой соединениями, замедляющими коррозию, и в отсутствие такой обработки, без использования прокладок у трубной основы. Изоляционный материал из каменной ваты, пропитанный соединениями, замедляющими коррозию, приводит к достижению заметно более низкой скорости коррозии на пробных образцах трубы, по сравнению с испытаниями, выполненными со стандартным трубным изоляционным материалом из каменной ваты. При использовании антикоррозионного изоляционного материала годовая скорость равномерной коррозии, вычисленная на основе показателей 21 цикла испытания, в среднем приблизительно в четырнадцать раз ниже на испытательных основах.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Анतिकоррозионная композиция, содержащая
  - один или несколько компонентов в виде силиката щелочного металла формулы  $Me_2O \cdot xSiO_2$ , где  $x$  составляет от 0,5 до 4,0, например,  $x$  составляет от 0,5 до 3,0;
  - один или несколько компонентов в виде фосфата щелочного металла формулы  $Me_2O : nP_2O_5$ , где  $n$  составляет от 0,33 до 1, или их гидратов,
  - одну или несколько карбоновых кислот с 6-22 атомами углерода, например, 7-14 атомами углерода или их соли.
2. Композиция по п. 1, в которой компонент в виде силиката щелочного металла представляет собой  $Na_2SiO_3$ .
3. Композиция по п. 1 или 2, в которой компонент в виде фосфата щелочного металла представляет собой фосфат натрия, например,  $Na_3PO_4$ .
4. Композиция по любому из предшествующих пп., в которой компонент в виде карбоновой кислоты представляет собой дикарбоновую кислоту формулы  $HO_2C(CH_2)_nCO_2H$ , при этом предпочтительно  $n$  составляет 2 - 20, в частности, 4 - 10, например,  $n = 8$ .
5. Композиция по любому из предшествующих пп., в которой массовое соотношение компонента в виде силиката щелочного металла, компонента в виде фосфата щелочного металла и компонента в виде карбоновой кислоты представляет собой: 60 - 96 массовых частей, например, 70 - 93 массовые части, например, 75 - 90 массовых частей компонента в виде силиката щелочного металла,
  - 1 - 25 массовых частей, например, 2 - 20 массовых частей, например, 3 - 15 массовых частей компонента в виде фосфата щелочного металла и
  - 1 - 20 массовых частей, как например, 2 - 15 массовых частей, например, 5 - 12 массовых частей компонента в виде карбоновой кислоты,
 в расчёте на общую массу компонентов в виде силиката щелочного металла, в виде фосфата щелочного металла и в виде карбоновой кислоты.
6. Композиция по любому из предшествующих пп., которая дополнительно содержит поверхностно-активное соединение, выбранное из числа мыл, поверхностно-активного вещества, такого как диспергируемое в воде поверхностно-активное вещество, устойчивое к щелочам, такого как водорастворимое поверхностно-активное вещество, устойчивое к щелочам, такого как эмульгирующее поверхностно-активное вещество.
7. Композиция по любому из предшествующих пп., состав которой включает 100-500 г/л, например, 150-300 г/л  $Na_2SiO_3$ ;

2-50 г/л, например, 10-20 г/л себаценовой кислоты;

20-80 г/л, например, 30-60 г/л  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ;

0,1-100 г/л поверхностно-активного соединения, например, 0,05-50 г/л поверхностно-активного вещества, устойчивого к щёлочи, и, необязательно,

0,1-100 г/л вспомогательного эмульгирующего поверхностно-активного вещества.

8. Композиция по любому из предшествующих пп., состав которой дополнительно включает гидрофобный реагент, содержащий по меньшей мере одно силиконовое соединение, такое как силиконовая смола, такое как реакционноспособная силиконовая смола, такое как реакционноспособная силиконовая смола, выбранная из группы, состоящей из полиалкилэтоксисилоксана, полиметилэтоксисилоксана, полифенилэтоксисилоксана, полифенилсилоксана, полифенилметилсилоксана.

9. Композиция по любому из предшествующих пп., состав которой дополнительно включает один или несколько смешивающихся с водой органических растворителей, таких как спирт, такой как изопропанол.

10. Применение композиции по любому из пп. 1 – 9 для придания антикоррозионных свойств продукту, выбранному из группы, состоящей из продукта из минеральной ваты, такого как каменная вата или стекловата, и аэрогелевого продукта.

11. Применение по п. 10, в котором композицию по пп. 1 – 9 диспергируют в продукте из минеральной ваты, как например, в поверхностном слое продукта из минеральной ваты.

12. Применение по любому из пп. 10 - 11, в котором указанный продукт выбран из трубной секции, кровельного материала, фасадного материала, мата, прошивного мата.

13. Продукт из минеральной ваты, содержащий композицию по любому из пп. 1 - 9.

**ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ, ИЗМЕНЕННАЯ ПО СТ.34 РСТ,  
ПРЕДЛОЖЕННАЯ ЗАЯВИТЕЛЕМ К РАССМОТРЕНИЮ**

1. Применение композиции для придания антикоррозионных свойств продукту, выбранному из группы, состоящей из продукта из минеральной ваты, такого как каменная вата или стекловата, и аэрогелевого продукта, причем антикоррозионная композиция, содержит

- один или несколько компонентов в виде силиката щелочного металла формулы  $Me_2O \cdot xSiO_2$ , где  $x$  составляет от 0,5 до 4,0, например,  $x$  составляет от 0,5 до 3,0;
- один или несколько компонентов в виде фосфата щелочного металла формулы  $Me_2O : nP_2O_5$ , где  $n$  составляет от 0,33 до 1, или их гидратов,
- одну или несколько карбоновых кислот с 6-22 атомами углерода, например, 7-14 атомами углерода или их соли.

2. Применение по п. 1, в котором компонент в виде силиката щелочного металла представляет собой  $Na_2SiO_3$ .

3. Применение по п. 1 или 2, в котором компонент в виде фосфата щелочного металла представляет собой фосфат натрия, например,  $Na_3PO_4$ .

4. Применение по любому из предшествующих пп., в котором компонент в виде карбоновой кислоты представляет собой дикарбоновую кислоту формулы  $HO_2C(CH_2)_nCO_2H$ , при этом предпочтительно  $n$  составляет 2 - 20, в частности, 4 - 10, например,  $n = 8$ .

5. Применение по любому из предшествующих пп., в котором массовое соотношение компонента в виде силиката щелочного металла, компонента в виде фосфата щелочного металла и компонента в виде карбоновой кислоты представляет собой: 60 - 96 массовых частей, например, 70 - 93 массовые части, например, 75 - 90 массовых частей компонента в виде силиката щелочного металла,

1 - 25 массовых частей, например, 2 - 20 массовых частей, например, 3 - 15 массовых частей компонента в виде фосфата щелочного металла и

1 - 20 массовых частей, как например, 2 - 15 массовых частей, например, 5 - 12 массовых частей компонента в виде карбоновой кислоты,

в расчёте на общую массу компонентов в виде силиката щелочного металла, в виде фосфата щелочного металла и в виде карбоновой кислоты.

6. Применение по любому из предшествующих пп., в котором антикоррозионная композиция дополнительно содержит поверхностно-активное соединение, выбранное из числа мыл, поверхностно-активного вещества, такого как диспергируемое в воде



поверхностно-активное вещество, устойчивое к щелочам, такого как водорастворимое поверхностно-активное вещество, устойчивое к щелочам, такого как эмульгирующее поверхностно-активное вещество.

7. Применение по любому из предшествующих пп., в котором состав антикоррозионной композиции включает

100-500 г/л, например, 150-300 г/л  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ;

2-50 г/л, например, 10-20 г/л себадиновой кислоты;

20-80 г/л, например, 30-60 г/л  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ;

0,1-100 г/л поверхностно-активного соединения, например, 0,05-50 г/л поверхностно-активного вещества, устойчивого к щелочи, и, необязательно,

0,1-100 г/л вспомогательного эмульгирующего поверхностно-активного вещества.

8. Применение по любому из предшествующих пп., в котором состав антикоррозионной композиции дополнительно включает гидрофобный реагент, содержащий по меньшей мере одно силиконовое соединение, такое как силиконовая смола, такое как реакционноспособная силиконовая смола, такое как реакционноспособная силиконовая смола, выбранная из группы, состоящей из полиалкилэтоксисилоксана, полиметилэтоксисилоксана, полифенилэтоксисилоксана, полифенилсилоксана, полифенилметилсилоксана.

9. Применение по любому из предшествующих пп., в котором состав антикоррозионной композиции дополнительно включает один или несколько смешивающихся с водой органических растворителей, таких как спирт, такой как изопропанол.

10. Применение по любому из пп. 1-9, в котором антикоррозионную композицию диспергируют в продукте из минеральной ваты, например, в поверхностном слое продукта из минеральной ваты.

11. Применение по любому из пп. –1-10, в котором указанный продукт выбран из трубной секции, кровельного материала, фасадного материала, мата, прошивного мата.

12. Продукт из минеральной ваты, содержащий антикоррозионную композицию, содержащую

- один или несколько компонентов в виде силиката щелочного металла формулы  $\text{Me}_2\text{O} \cdot x\text{SiO}_2$ , где x составляет от 0,5 до 4,0, например, x составляет от 0,5 до 3,0;

- один или несколько компонентов в виде фосфата щелочного металла формулы  $\text{Me}_2\text{O} : n\text{P}_2\text{O}_5$ , где n составляет от 0,33 до 1, или их гидратов,

- одну или несколько карбоновых кислот с 6-22 атомами углерода, например, 7-14 атомами углерода или их соли.

13. Продукт из минеральной ваты по п.12, в котором антикоррозионная композиция имеет состав, указанный в пп. 2-9.

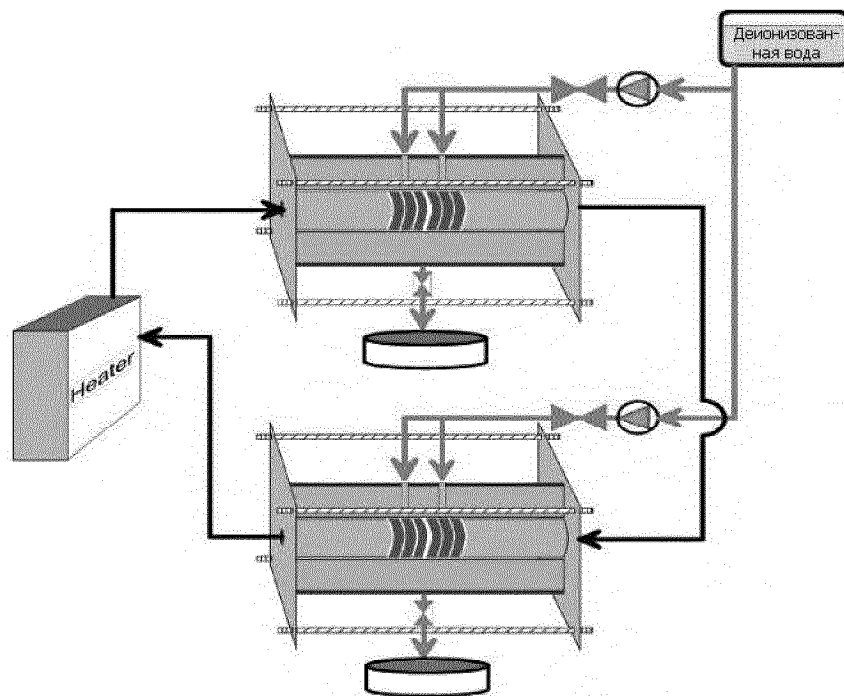
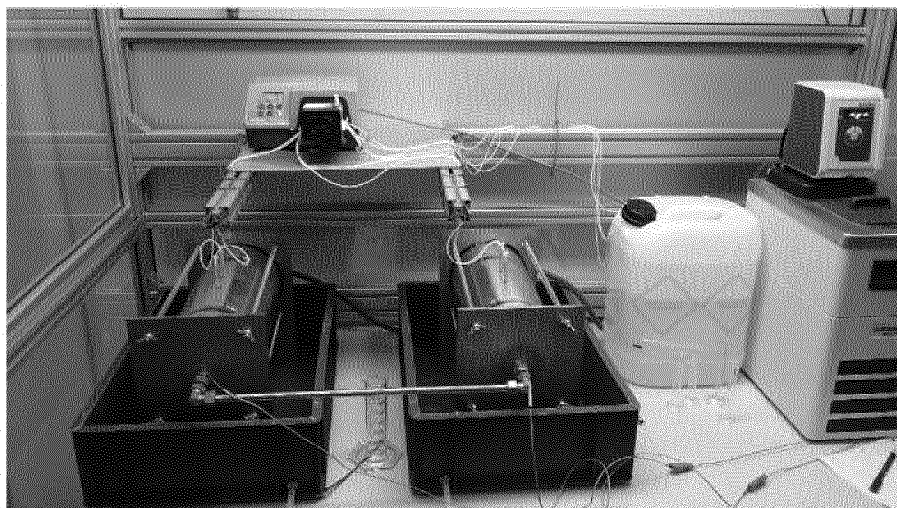


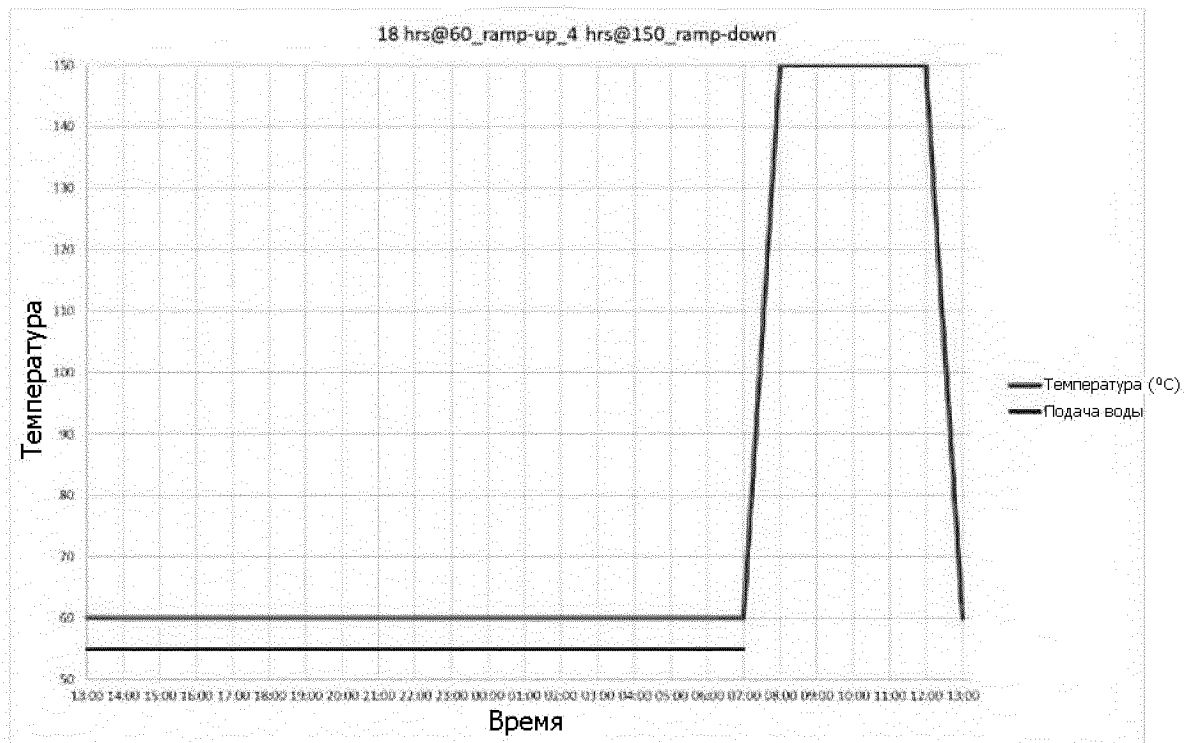
Схема установки для испытания

ФИГ. 1



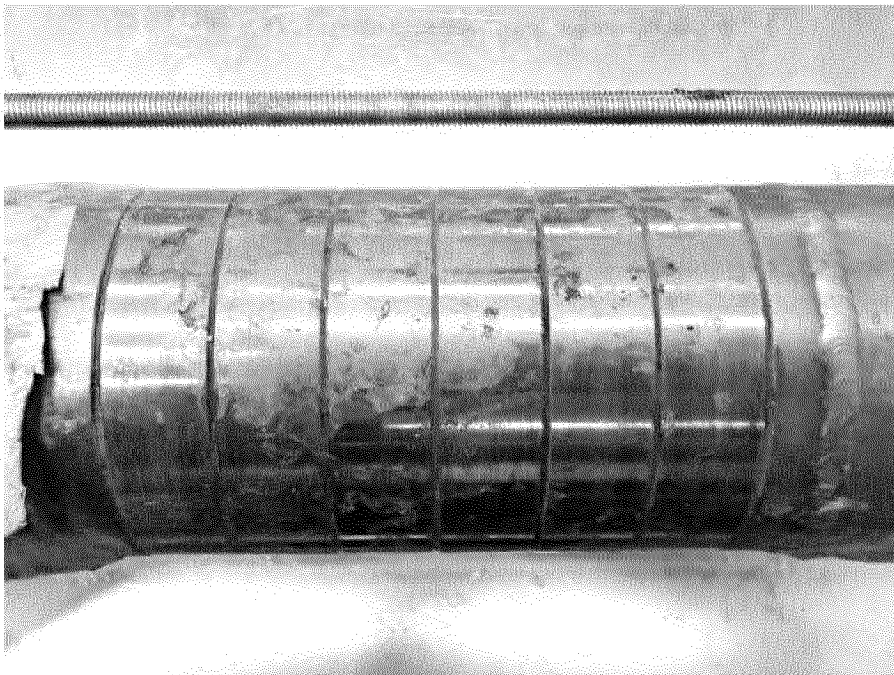
Установка для испытания

ФИГ. 2



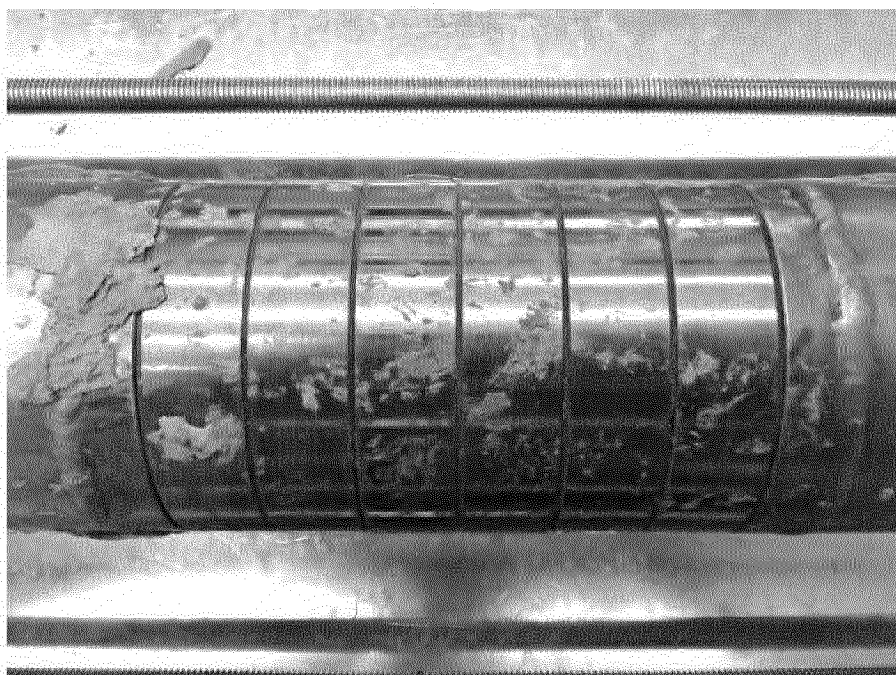
Температурный цикл, 18 часов при 60 °С, 4 часа при 150 °С с повышением/понижением за 1 час (общее время цикла 24 часа). Вода впрыскивается в течение 18 ч при 60 °С со скоростью 2,5 мл/час с быстрым впрыском 40 мл в начале цикла.

Фиг. 3



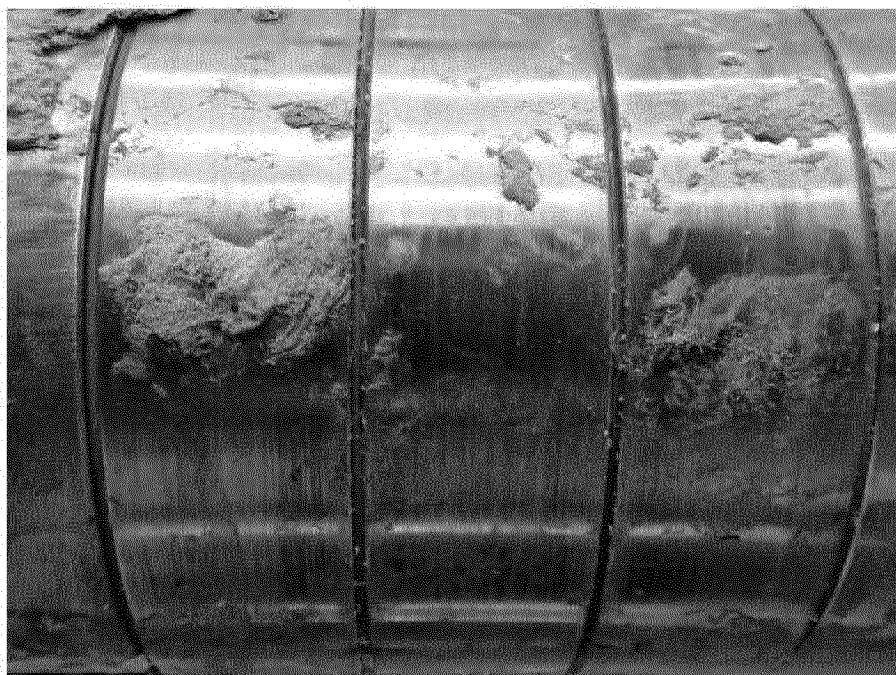
Верхняя сторона пробных образцов после 21 цикла испытания с материалом Prorox PS960, содержащим ингибитор коррозии. Без удаления отложений.

Фиг. 4



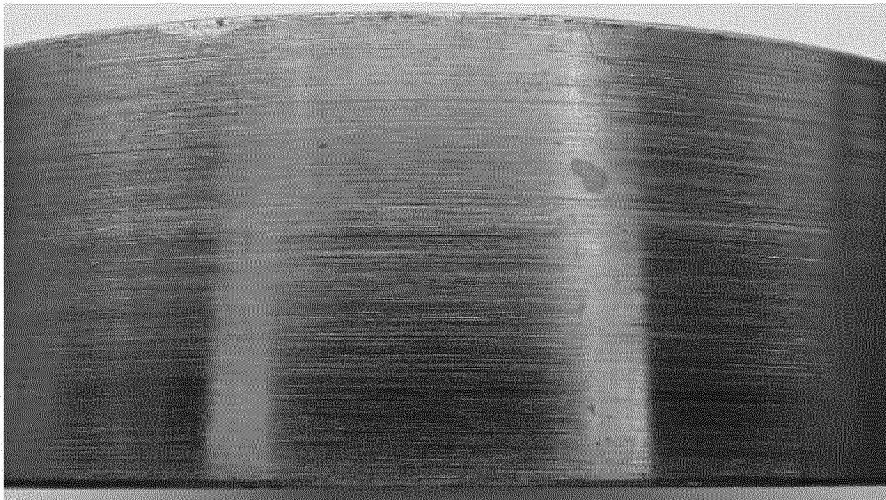
Нижняя сторона пробных образцов после 21 цикла испытания с материалом Prorox PS960, содержащим ингибитор коррозии. Без удаления отложений.

**Фиг. 5**



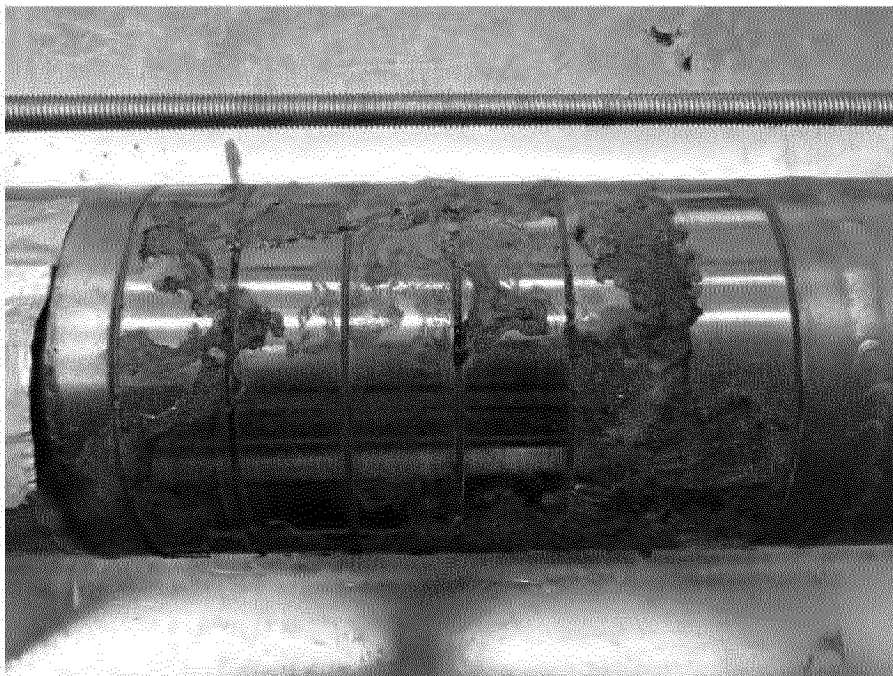
Нижняя сторона пробных образцов в увеличенном масштабе после 21 цикла испытания с материалом Prorox PS960, содержащим ингибитор коррозии. Без удаления отложений.

**Фиг. 6**



Крупный план испытательного образца А-21-6 после испытания с материалом Prorox PS960, содержащим ингибитор коррозии. После очистки.

**ФИГ. 7**



Верхняя сторона пробных образцов после 21 цикла испытания со стандартным материалом Prorox PS960. Без удаления отложений.

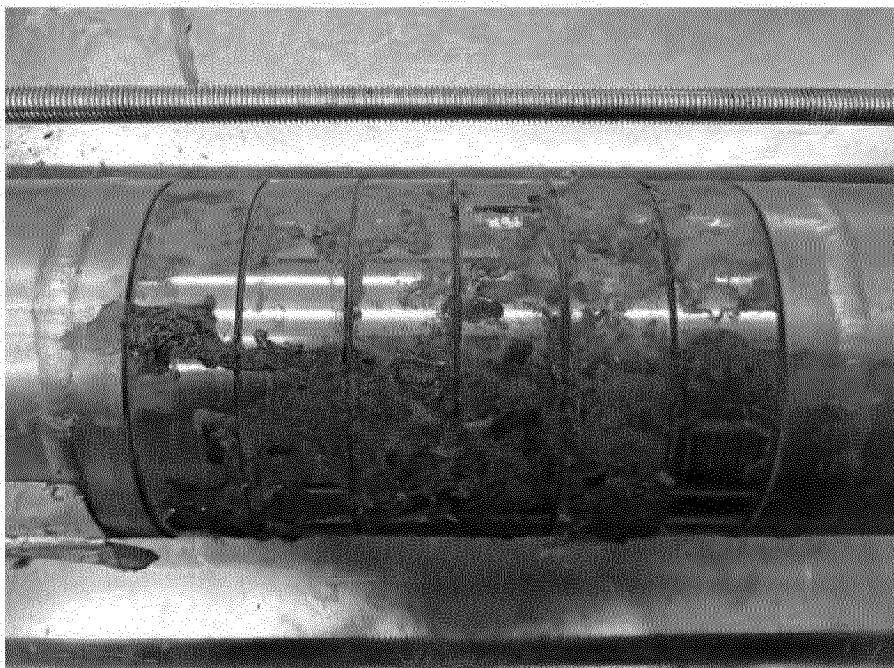
**ФИГ. 8**





Нижняя сторона пробных образцов после 21 цикла  
испытания со стандартным материалом Prorox PS960.  
Без удаления отложений.

**Фиг. 9**



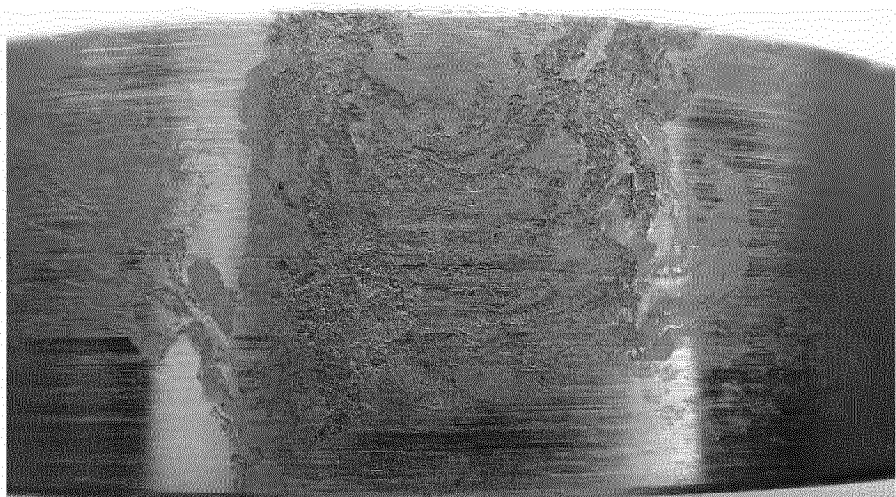
Боковая сторона пробных образцов после 21 цикла  
испытания со стандартным материалом Prorox PS960.  
Без удаления отложений.

**Фиг. 10**



Нижняя сторона пробных образцов в увеличенном масштабе после испытания со стандартным материалом Prorox PS960. Без удаления отложений.

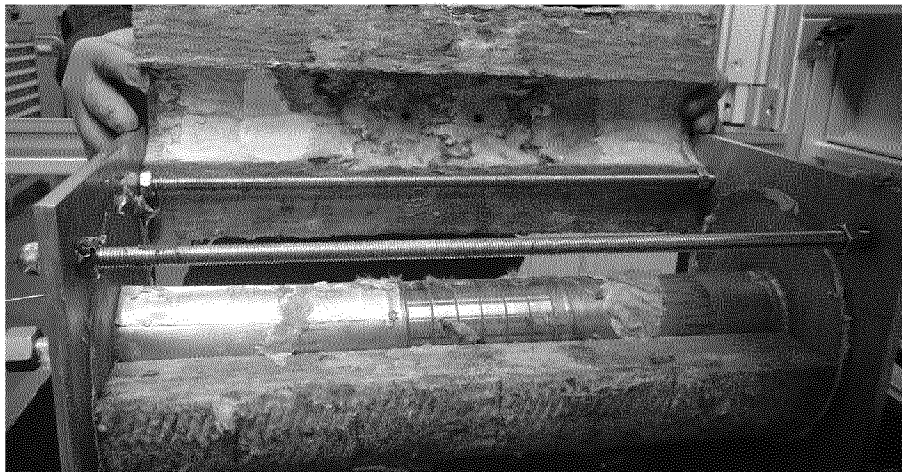
**Фиг. 11**



Крупный план испытательного образца В-21-6 после испытания со стандартным материалом Prorox PS960. После очистки.

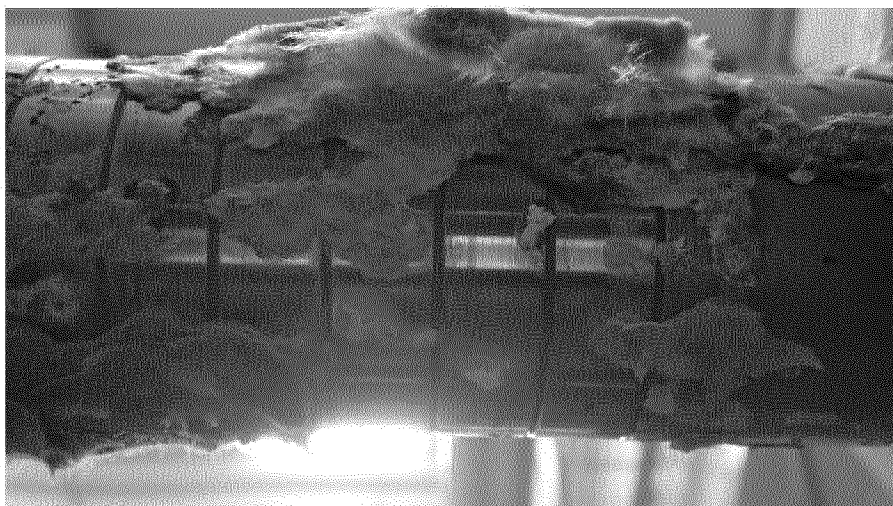
**Фиг. 12**





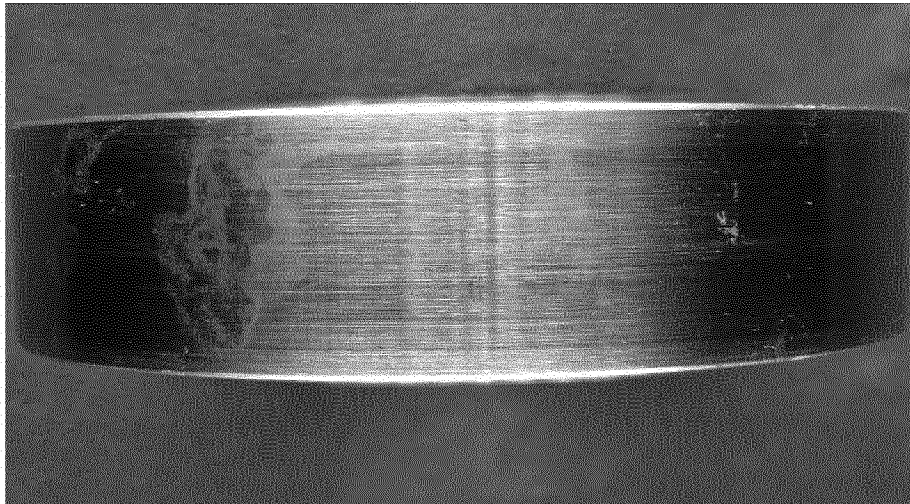
Демонтаж установки после 21 цикла испытания А с материалом Prorox PS960 WR-Tech, содержащим ингибитор коррозии. Верхняя сторона пробных образцов без удаления отложений.

Фиг. 13



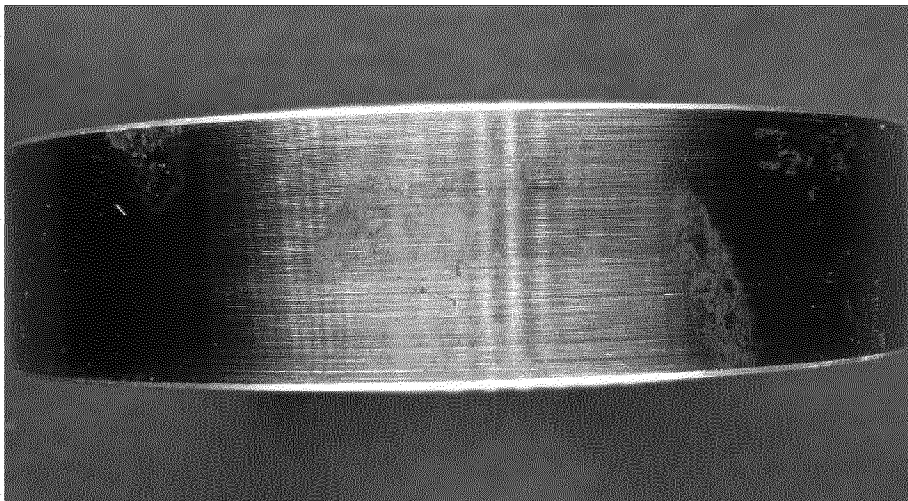
Нижняя сторона пробных образцов после 21 цикла испытания А с материалом Prorox PS960 WR-Tech, содержащим ингибитор коррозии. Без удаления отложений.

Фиг. 14



Крупный план испытательного образца A-22-4 после испытания с материалом Prorox PS960 WR-Tech, содержащим ингибитор коррозии. После очистки.

Фиг. 15



Крупный план испытательного образца A-22-6 после испытания с материалом Prorox PS960 WR-Tech, содержащим ингибитор коррозии. После очистки.

Фиг. 16



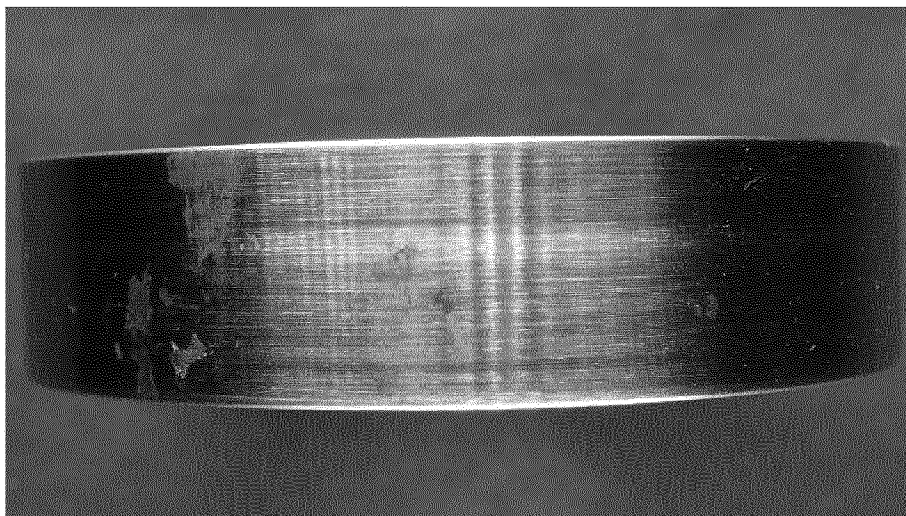
Тест В. Демонтаж после 21 цикла испытания В с материалом Prorox PS960 WR-Tech, содержащим ингибитор коррозии. Верхняя сторона пробных образцов без удаления отложений.

Фиг. 17



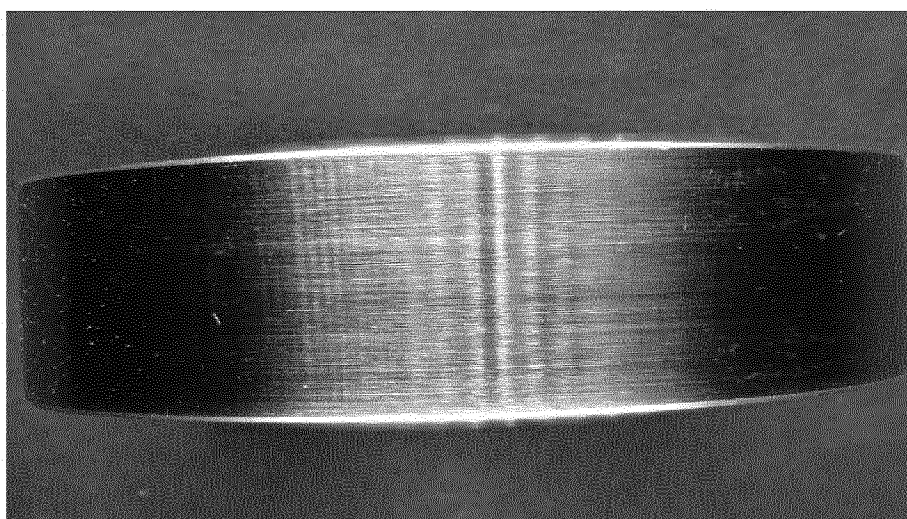
Тест В. Нижняя сторона пробных образцов после 21 цикла испытания В с материалом Prorox PS960 WR-Tech, содержащим ингибитор коррозии. Без удаления отложений.

Фиг. 18



Крупный план испытательного образца В-22-2 после испытания с материалом Prorox PS960 WR-Tech, содержащим ингибитор коррозии. После очистки.

ФИГ. 19



Крупный план испытательного образца В-22-3 после испытания с материалом Prorox PS960 WR-Tech, содержащим ингибитор коррозии. После очистки.

ФИГ. 20