

УДК 620.193/197

К.А. Мамедов¹, e-mail: k.a.mamedov@gmail.com; **Н.С. Гамидова**¹, e-mail: nazila.hamidova@mail.ru

¹ Научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа (НИПИ «Нефтегаз») Государственной нефтяной компании Азербайджанской Республики (ГНКАР) (Баку, Азербайджанская Республика).

Применение бактерицид-ингибитора комплексного действия для защиты от коррозии нефтепромыслового оборудования и трубопроводов

Для защиты нефтепромыслового оборудования и трубопроводов от общей и микробиологической коррозии был разработан бактерицид-ингибитор комплексного действия на основе технических фосфатидов, жирных и нафтеновых кислот. Образуя на поверхности металла экранирующий слой, ингибитор изолирует поверхность от агрессивной среды, тем самым снижая скорость коррозии.

Лабораторные исследования показали, что оптимальный расход бактерицид-ингибитора в условиях агрессивной среды составляет 250 мг/л. При этом защитный эффект составляет 91–95 %, а степень подавления – 98 %. В лабораторных условиях изучалось также влияние данного реагента на вязкость нефти. Было установлено, что применение ингибитора уменьшает вязкость нефти почти в три раза, поскольку технический фосфатидный концентрат способствует растворению асфальтосмолопарафиновых отложений.

Промысловые испытания, проведенные в скважинах 743 и 474 НГДУ «Абшероннефть», показали, что защитный эффект бактерицид-ингибитора в рабочей концентрации 250 мг/л составил 89–91 %, а степень подавления сульфатвосстанавливающих бактерий – 93–95 %.

Ключевые слова: бактерицид-ингибитор, коррозия, защитный эффект, степень подавления, агрессивность среды.

.....

К.А. Мамедов¹, e-mail: k.a.mamedov@gmail.com; **Н.С. Гамидова**¹, e-mail: nazila.hamidova@mail.ru

¹ Oil and Gas Scientific Research Project Institute of the State Oil Company of Azerbaijan Republic (SOCAR) (Baku, Azerbaijan)

Application of Integrated Activity Bactericide for Corrosion Protection of Oilfield Equipment and Pipelines

To protect oilfield equipment and pipelines from general and microbiological corrosion, a bactericidal inhibitor of complex action was developed based on technical phosphatides, fatty and naphthenic acids. This reagent isolates the surface from the aggressive medium, forming a coating layer on the metal surface and thereby reducing the rate of corrosion. Laboratory studies have shown that the optimal consumption of a bactericide inhibitor in various conditions of the aggressive medium is 250 mg/l. The protective effect is 91–95 %, and the degree of inhibition is 98 %. In the laboratory, the effect of this reagent on the viscosity of oil was also studied. It was found that the application of an inhibitor reduces the viscosity of oil by almost three times due to the fact that the technical phosphatide concentrate contributes to the dissolution of asphaltene-resin-paraffin deposits.

The field trials conducted in wells 743 and 474 of Absheronneft, Oil and Gas Production Division, showed that the protective effect of the bactericide inhibitor at a working concentration of 250 mg/l was 89–91 %, and the degree of suppression of the sulfate-reducing bacteria was 93–95 %.

Keywords: bactericide inhibitor, corrosion, protective effect, degree of suppression, aggressive medium.

Длительное применение заводнения нефтяных пластов для поддержания пластового давления без предварительной стерилизации морской воды приводит к усилению коррозионных процессов. Это

связано с присутствием в морской воде ионов и коррозионно-агрессивных бактерий. В результате жизнедеятельности этих бактерий продукция скважин насыщается биогенным сероводородом,

CO₂, различными органическими кислотами и др. [1].

Одним из широко распространенных и эффективных методов борьбы с общей и микробиологической коррозией явля-

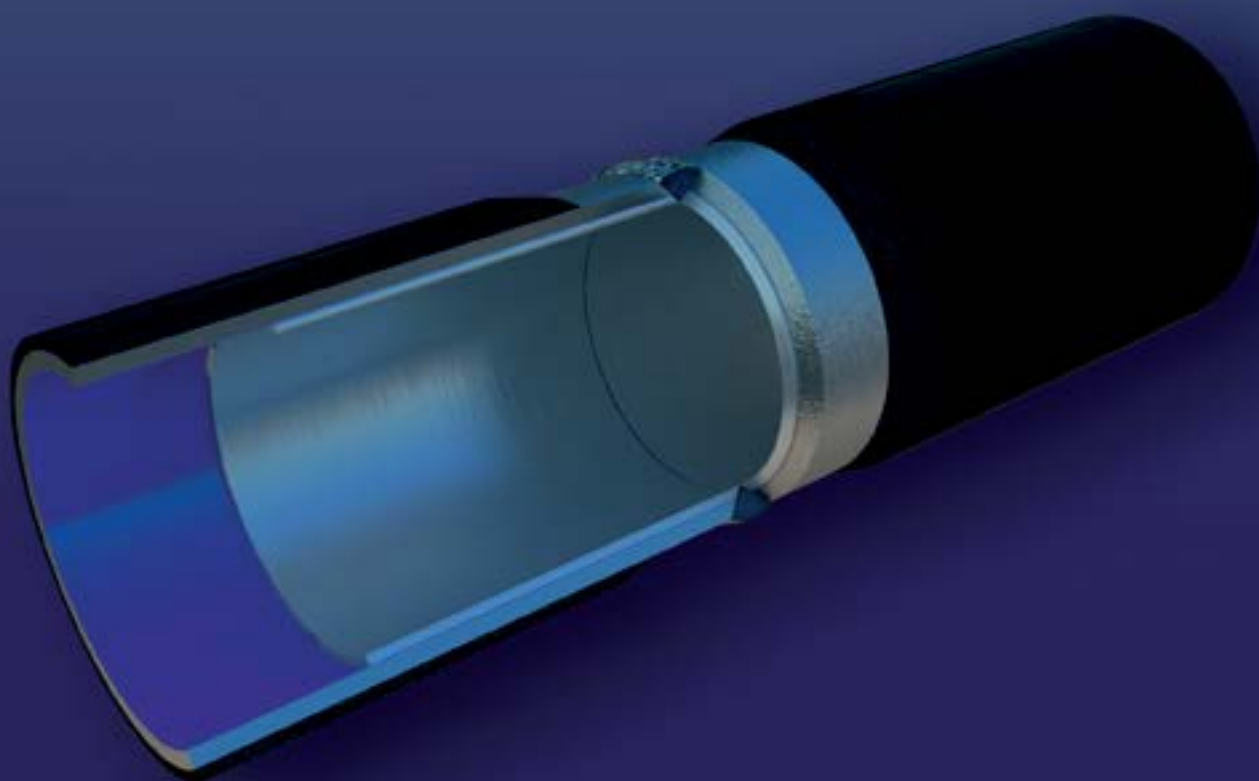



СТРОЙИЗОЛЯЦИЯ



ТРУБА С НАРУЖНЫМ И ВНУТРЕННИМ ПОКРЫТИЕМ

С наконечниками под сварное соединение



 +7 (342) 239-14-08

 pzakz@mail.ru


 pzakz.ru

Таблица 1. Бактерицидные свойства реагента по итогам лабораторных испытаний
Table 1. Bactericidal properties of the reagent according to the results of laboratory tests

Концентрация, мг/л Concentration, mg/l	Скорость коррозии, г/м ² в ч Corrosion rate, g/m ² per hour	Защитный эффект, % Protective effect, %	Степень подавления сульфатвосстанавливающих бактерий, % Degree of suppression of sulfate-reducing bacteria, %
Без реагента	1,1451	–	–
50	0,5124	55	10
100	0,4371	62	21
150	0,1929	83	70
200	0,1029	91	94
250	0,0517	95	98
300	0,0411	96	98

ется применение реагентов, обладающих бактерицидными и ингибирующими свойствами [2].

С учетом актуальности указанной проблемы для защиты нефтепромыслового оборудования от коррозии был разработан бактерицид-ингибитор на основе технических фосфатидов, жирных и нафтеновых кислот. Технический фосфатидный концентрат получен путем гидратации хлопкового масла и является побочным продуктом масложирового производства. Наряду с фосфолипидами он содержит также госсипол, хлорофилл и др.

Для изучения влияния полученного реагента на коррозионные процессы в лабораторных условиях были проведены исследования для определения ингибирующих и бактерицидных свойств.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНГИБИРУЮЩИХ СВОЙСТВ

Определение ингибирующих свойств данного бактерицид-ингибитора в лабораторных условиях осуществлялось гравиметрическим методом согласно ГОСТ 9506-87 «Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Ингибиторы коррозии металлов в водно-нефтяных средах. Методы определения защитной способности» [3] в течение 6 ч при температуре 20 °С в U-образной установке на пластовой воде со скважины НГДУ «Абшероннефть». Скорость коррозии при различных концентрациях бактерицид-ингибитора (50–300 мг/л)

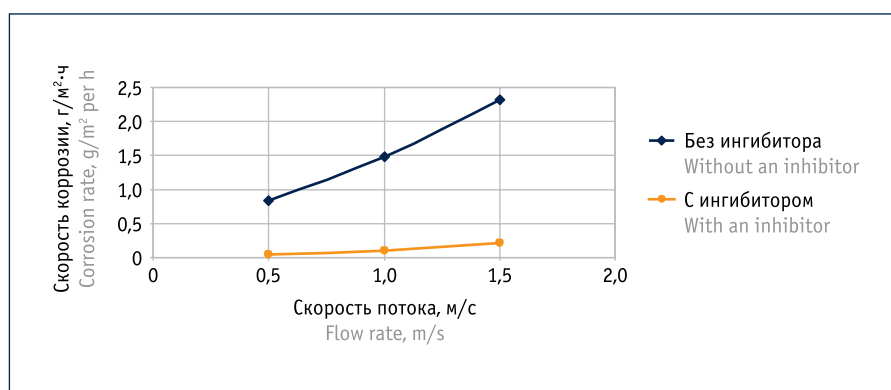


Рис. 1. Зависимость скорости коррозии от скорости потока среды
Fig. 1. Dependence of the corrosion rate on the flow velocity of the medium

исследовалась на стальных образцах марки Ст-20.

Определение бактерицидных свойств реагента в концентрации 50–300 мг/л проводилось йодометрическим методом по РД 39-3-973-83 «Методика контроля микробиологической зараженности нефтепромысловых вод и оценка защитного и бактерицидного действия реагентов» на культуре сульфатвосстанавливающих бактерий (СВБ) нагрузкой, равной 103 кл/мл, при температуре 30–32 °С в течение 15 сут [4]. Культура СВБ для исследований была выделена из пластовых вод месторождения «Шималы Абшерон». Культивирование сульфатвосстанавливающих бактерий проводили в среде Постгейта методом предельных разведений. Результаты лабораторных исследований приведены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, в зависимости от концентрации защитный эффект

бактерицид-ингибитора изменяется в интервале 55–96 %, а степень подавления – от 10 до 98 %. Исследования показали, что оптимальная концентрация реагента составляет 250 мг/л, при этом защитный эффект равен 95 %, а степень подавления – 98 %. Данный реагент, образуя на поверхности металла экранирующий слой, изолирует поверхность металла от агрессивной среды, тем самым снижая скорость коррозии. Устойчивость защитной пленки зависит от эффективности реагента, адгезии к поверхности металла и особенностей металлической поверхности, от скорости течения жидкости и характера пластовой воды.

Известно, что на протекание коррозионных процессов оказывают влияние различные физико-химические факторы среды. Поэтому в лабораторных условиях изучалось влияние разработанного

Ссылка для цитирования (for citation):

Мамедов К.А., Гамидова Н.С. Применение бактерицид-ингибитора комплексного действия для защиты от коррозии нефтепромыслового оборудования и трубопроводов // Территория «НЕФТЕГАЗ». 2018. № 3. С. 20–25.

Mammedov K.A., Hamidova N.S. Application of Integrated Activity Bactericide for Corrosion Protection of Oilfield Equipment and Pipelines. Territorija «NEFTEGAZ» = Oil and Gas Territory, 2018, No. 3, P. 20–25. (In Russian)

бактерицид-ингибитора на скорость коррозии при увеличении скорости и температуры потока. Результаты лабораторных исследований приведены на рис. 1 и 2.

Как видно из рис. 1, без ингибитора при различных скоростях потока среды (0,5; 1,0 и 1,5 м/с) скорость коррозии составляет 0,8425–2,3199 г/м²·ч. При концентрации реагента 250 мг/л скорость коррозии в соответствующих средах достигает 0,0443–0,2141 г/м²·ч. При этом защитный эффект составляет 91–95 %.

Как видно из рис. 2, без ингибитора при различной температуре среды (20; 40; 60 и 80 °С) скорость коррозии составляет 0,6017–3,4392 г/м²·ч. При оптимальной концентрации реагента 250 мг/л скорость коррозии в соответствующих средах достигает 0,0291–0,2070 г/м²·ч. При этом защитный эффект достигает 93–95 %.

ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИЦИД-ИНГИБИТОРА НА ВЯЗКОСТЬ НЕФТИ

В лабораторных условиях изучалось также влияние разработанного бакте-

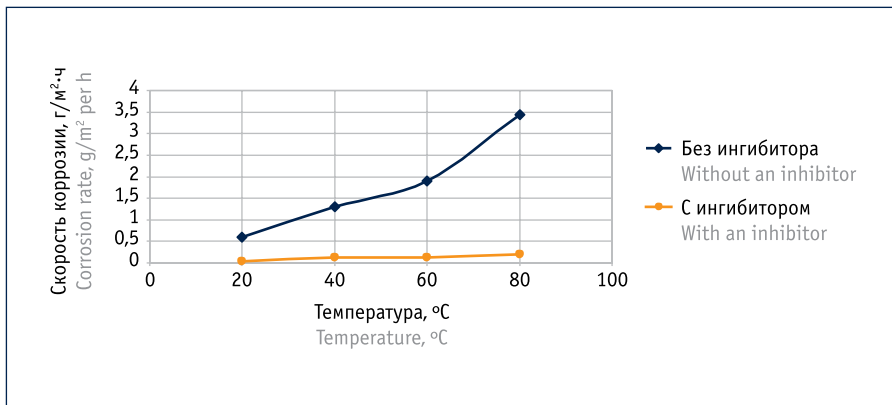


Рис. 2. Зависимость скорости коррозии от температуры
Fig. 2. Dependence of the corrosion rate on the temperature

рицид-ингибитора на вязкость нефти. Определение вязкости нефти в присутствии реагента в различных концентрациях (5–20 г/л) осуществлялось вискозиметром марки ВПЖ-2 при температуре 20 °С по ГОСТ 33-2000 (ISO 3104-94) «Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической вязкости и расчет динамической вязкости» [5]. Было установлено, что применение реагента уменьшает вязкость нефти до трех раз

– с 220 до 68 мм²/с (рис. 3), поскольку технический фосфатидный концентрат способствует растворению асфальтосмолопарафиновых отложений. Таким образом, данный бактерицид-ингибитор, подобно ПАВ, разжижает и повышает текучесть высоковязких нефтей, что приводит к увеличению нефтеотдачи. Результаты лабораторных исследований разработанного бактерицид-ингибитора позволили рекомендовать его для промышленных испытаний.

14-й МОСКОВСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ФОРУМ
ТОЧНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ — ОСНОВА КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ

проводится в соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 5 апреля 2014 г. № 541-р

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ

- MetrolExpo
- Control&Diagnostic
- ResMetering
- LabTest
- PromAutomatic

20 мая - Всемирный день метрологии

ВСЕРОССИЙСКИЙ СЪЕЗД МЕТРОЛОГОВ И ПРИБОРОСТРОИТЕЛЕЙ

15-17 мая 2018 г.,
Москва, ВДНХ, павильон 75, «Россия»

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Консолидация усилий власти, науки и бизнеса в развитии отечественного приборостроения для обеспечения нужд промышленности и оборонного комплекса страны, а также повышение эффективности российской системы измерений, совершенствование нормативной базы метрологии с учетом международных тенденций в целях поддержки инноваций и их продвижения.



ПРОГРАММА ФОРУМА

- METROLEXPO**
Метрология и Измерения
14-я выставка средств измерений, испытательного оборудования и метрологического обеспечения.
- CONTROL&DIAGNOSTIC**
Контроль и Диагностика
7-я выставка промышленного оборудования и приборов для технической диагностики и экспертизы.
- RESMETERING**
Учёт энергоресурсов
7-я выставка технологического и коммерческого учета энергоресурсов.
- LABTEST**
Лабораторное оборудование
6-я выставка аналитических приборов и лабораторного оборудования промышленного и научного назначения.
- PROMAUTOMATIC**
Приборостроение и автоматизация
6-я выставка оборудования и программного обеспечения для технологических и производственных процессов.
- WEIGHT SALON**
Весовой салон
2-я выставка весового оборудования.

Организаторы: МИНПРОМТОРГ РОССИИ, РОССТАНДАРТ

Поддержка: [Logos]

Международные партнеры: Bureau International des Poids et Mesures, COOMET

Стратегический партнер: [Logos]

Ключевые партнеры выставки: [Logos]

Генеральный партнер: KEYSIGHT TECHNOLOGIES

Устроитель и выставочный оператор: [Logos]

ДИРЕКЦИЯ ФОРУМА

129344, Москва, ул. Искры, д. 31, корп. 1
Тел./Факс: +7 (495) 937-40-23 (многоканальный)

metrol@expoprom.ru
www.metrol.expoprom.ru

Таблица 2. Результаты промысловых испытаний бактерицид-ингибитора на нефтедобывающих скважинах НГДУ «Абшероннефть»
Table 2. Results of field trials of bactericide inhibitor in oil-producing wells of Absheronneft, Oil and Gas Production Division

Скв. № 743 (периодическая закачка) Well No. 743 (intermittent injection)				Скв. № 474 (непрерывное дозирование) Well No. 474 (continuous metering)			
Скорость коррозии, г/м ² ·ч Corrosion rate, g/m ² per hour		Защитный эффект, % Protective effect, %	Степень подавления, сульфатвосстанавливающих бактерий, % Degree of suppression of sulfate-reducing bacteria, %	Скорость коррозии, г/м ² ·ч Corrosion rate, g/m ² per hour		Защитный эффект, % Protective effect, %	Степень подавления, сульфатвосстанавливающих бактерий, % Degree of suppression of sulfate-reducing bacteria, %
Без реагента Without reagent	С реагентом With reagent			Без реагента Without reagent	С реагентом With reagent		
0,7344	0,0790	89	93	0,6338	0,0585	91	95

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОМЫСЛОВЫХ ИСПЫТАНИЙ

Для проведения промысловых испытаний были выбраны нефтедобывающие скважины 474 и 743 НГДУ «Абшероннефть».

Бактерицид-ингибитор в рабочей концентрации 250 мг/л закачивался в скважины методом периодической (скв. 743) и непрерывной дозированной (скв. 474) подачи. Непрерывная дозированная закачка бактерицид-ингибитора осуществлялась при помощи дозирочного насоса, а периодическая – при помощи агрегата ЦА-320.

В зависимости от конструкции лифта в фонтанных и компрессорных скважинах закачка ингибитора производится по нижеуказанной схеме:

- при однорядном лифте закачка производится в затрубное пространство через обратный клапан;
- при двухрядном лифте ингибитор закачивается сначала в кольцевое, а затем в затрубное пространство с расчетом производительности продукции по частям. При этом объем закачки в кольцевое пространство должен быть вдвое меньше.

Периодическая закачка реагента в глубинно-насосные скважины осуществляется при помощи задвижки агрегата. При наличии давления агрегат подсоединяется к затрубному пространству при помощи трубы или резинового шланга. При закачке бактерицид-ингибитора в скважины необходимо также учитывать динамический уровень.

Количество бактерицид-ингибитора для закачки в скважины рассчитывается по формуле:

$$Q_r = Q_{\text{вод}} \cdot q_d \cdot T_n \quad (1)$$

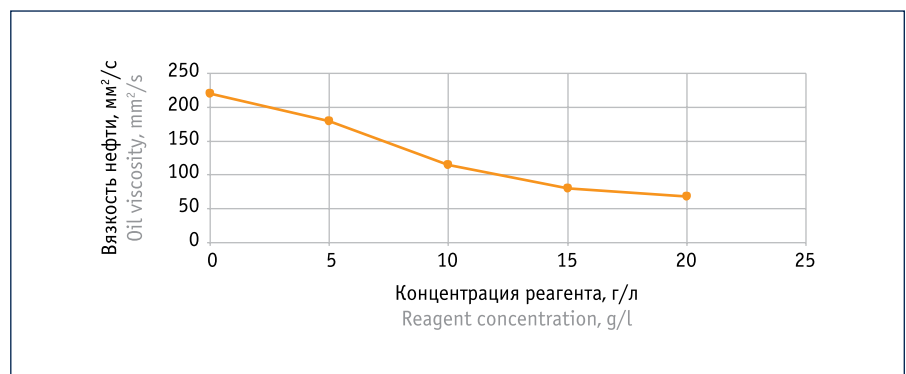


Рис. 3. Зависимость вязкости нефти от концентрации реагента
Fig. 3. Dependence of oil viscosity on reagent concentration

где Q_r – объем требуемого ингибитора, л; $Q_{\text{вод}}$ – среднесуточный дебит воды, м³/сут; q_d – оптимальное количество ингибитора на 1 л воды, г/л; T_n – период периодической закачки, сут.

Для непрерывной дозированной закачки бактерицид-ингибитора был организован дозаторный пункт, состоящий из емкости для ингибитора, дозирочного насоса и автоматического прибора R-2.5 (BR-10). При закачке ингибитор из технологической емкости подается в дозирочный насос, в котором предусмотрена система регулирования хода плунжера между нулем и максимальной величиной, а затем из дозирочного насоса – в выкидную линию.

Для определения защитного эффекта бактерицид-ингибитора в выкидной линии были установлены контрольные образцы-свидетели из стали марки Ст-20. Испытания проводились в течение двух месяцев: в первый месяц без применения ингибитора, во второй – с подачей реагента. Продолжительность выдержки контрольных образцов составляла 30 дней, после чего они отбирались для дальнейшей оценки защитного эффекта. Защитное действие бактерицид-ингиби-

тора выявлялось в лаборатории гравиметрическим методом по потере массы стальных образцов. Для изучения бактерицидных свойств реагента параллельно была взята пластовая вода для химического и микробиологического анализов. Результаты проведенных промысловых испытаний приведены в табл. 2. Промысловые испытания показали, что при использовании реагента скорость коррозии в среднем снизилась с 0,6338–0,7344 до 0,0585–0,0790 мг/см²·ч, защитный эффект при этом составил 89–91%. Количество сульфатвосстанавливающих бактерий уменьшилось с 105 до 102 кл/мл, при этом степень подавления СВБ составила 93–95%.

ВЫВОДЫ

1. Разработан эффективный многофункциональный реагент на основе технических фосфатидов, жирных и нафтеновых кислот для защиты нефтепромыслового оборудования от электрохимической и микробиологической коррозии.
2. Полученный бактерицид-ингибитор нетоксичен, технология получения проста. Реагент изготавливается из дешевого местного сырья, что указывает на

экономическую эффективность его применения.

3. В лабораторных условиях при рабочей концентрации бактерицид-ингибитора 250 мг/л защитный эффект от общей коррозии составил 95 %, а степень подавления СВБ – 98 %.

4. Промысловые испытания показали, что при использовании бактерицид-ингибитора в рабочей концентрации 250 мг/л защитный эффект составил 89–91 %, а степень подавления СВБ – 93–95 %.

Литература:

1. Морозов Ю.Д., Кочеткова Л.Р., Викторов Г.А. Оценка биологической активности биоцидов для предотвращения роста сульфатвосстанавливающих бактерий на нефтяных месторождениях // Нефтяное хозяйство. 2003. № 2. С. 47.
2. Каменщиков Ф.А., Черных Н.Л. Борьба с сульфатвосстанавливающими бактериями на нефтяных месторождениях. М. – Ижевск: Ин-т комп. иссл., Регулярная и хаотическая динамика, 2007. 284 с.
3. ГОСТ 9.506–87. Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Ингибиторы коррозии металлов в водонефтяных средах. Методы определения защитной способности [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200014791> (дата обращения: 21.03.2018).
4. РД 39-3-973–83. Методика контроля микробиологической зараженности нефтепромысловых вод и оценка защитного и бактерицидного действия реагентов. Уфа: ВНИИСПНефть, 1984. 65 с.
5. ГОСТ 33–2000 (ISO 3104–94). Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической вязкости и расчет динамической вязкости [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200019821> (дата обращения: 21.03.2018).

References:

1. Morozov Yu.D., Kochetkova L.R., Viktorov G.A. Assessment of Biological Activity of Biocides for Prevention of Sulphate-Reducing Bacteria Growth in Oilfields. Neftyanoe khozyaystvo = Oil Industry, 2003, No. 2, P. 47 (In Russian)
2. Kamenshchikov F.A., Chernykh N.L. The Fight Against Sulfate-Reducing Bacteria in Oil Fields. Moscow. Izhevsk. Institute of Computer Research, Regular and Chaotic Dynamics, 2007, 284 p. (In Russian)
3. State Standard GOST 9.506–87. Unified System of Corrosion and Ageing Protection. Corrosion Inhibitors of Metals in Water-Petroleum Media. Methods of Protective Ability Evaluation [Electronic source]. Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/1200014791> (access date: March 21, 2018). (In Russian)
4. Regulatory Document RD 39-3-973–83. The Method of Microbiological Contamination Control of Oilfield Waters and the Evaluation of the Protective and Bactericidal Action of Reagents. Ufa, All-Russian Scientific Research Institute for the Collection, Preparation and Transportation of Oil and Oil Products, 1984, 65 p. (In Russian)
5. State Standard GOST 33-2000 (ISO 3104–94). Petroleum Products. Transparent and Opaque Liquids. Determination of Kinematic Viscosity and Calculation of Dynamic Viscosity [Electronic source]. Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/1200019821> (access date: March 21, 2018). (In Russian)



НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

ЭЛТЕРМ-С

Адрес: 620078, г. Екатеринбург, ул. Студенческая 51 оф. 411
 Телефон: 8 (343) 382-26-86, факс 8 (343) 374-49-93
 ELTERMS@YANDEX.RU
 WWW.ELTERM-C.COM

Установка для предварительного и сопутствующего подогрева сварных стыков «ЭЛТЕРМ-С УИНТ 30-4,0-О»:

- Высокая скорость нагрева.
- Простая и надежная система монтажа индуктора.
- Источник питания может работать с любым типом индукторов: Односекционный; Двухсекционный; Универсальный; Раздвижной: «Индукционное одеяло» - аналог «Миллер Прохит».
- Оборудование сертифицировано и рекомендовано к работе на объектах ПАО «Газпром»



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УСТАНОВКИ:

Мощность (3 фазы 380 В) до 50 кВт.
 Подогрев труб диаметром 90-1830мм.
 Термообработка труб 90-530мм. (Опция)
 Температура окружающей среды -40°C --+40°C.
 Габаритные размеры 910x552x592мм. Вес 122 кг.
 Установка идеально подходит для монтажа в передвижные сварочные комплексы. Максимально приспособлена к работе в суровых условиях!
 Удобна в работе, не имеет дополнительных согласующих блоков, все операции производятся с помощью контроллера на ПДУ.

ИНДУКТОРЫ: «ТИПС-М» «ИНДУКЦИОННОЕ ОДЕЯЛО»

Производятся из высококачественной Российской ткани (аналог «Кевлара»), при этом ткань более износостойчивая и влагозащитная!
 Технические характеристики:
 Температура нагрева до 300°C.
 Подогрев труб диаметром 219-1830мм.
 Температура окружающей среды -40°C --+40°C.
 Вес от 12 до 23 кг.

