



**ОБОРУДОВАНИЕ
НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ И
НЕФТЕГАЗОТЕПЕРЕРАБОТКИ –
КОРРОЗИЯ И ЗАЩИТА**

**EQUIPMENT OIL AND GAS
PRODUCTION AND OIL
AND GAS PROCESSING –
CORROSION AND PROTECTION**

doi: 10.31615/j.corros.prot.2021.101.3-3.

**Оценка бактерицидной эффективности реагента «UNIKO-N»
относительно сульфатвосстанавливающих бактерий
в нефтепромысловых водах**

Л.С. Моисеева¹, Н.И. Данилина²

¹Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет),
РФ, 125080, г. Москва, Волоколамское ш., д. 4Г,

²ООО «УНИКО»,
РФ, 109029, г. Москва, ул. Нижегородская, д. 32, стр. 15

e-mail: 995726@npoeekomir.ru

Аннотация. Представлены результаты исследования эффективности реагента нового поколения UNIKO-N-60 и его модификаций, не содержащих солей четвертичных аммониевых соединений (ЧАС), для инактивации сульфатвосстанавливающих бактерий (СВБ) в закачиваемой жидкости на УКПН «Ашит» НГДУ-1 АО «Белкам-нефть» им. А.А. Волкова.

Получены сравнительные данные по оценке эффективности при изменении дозировки реагента на культурах СВБ двух промысловых объектов УКПН «Ашит» и РВС-13 УКПН «Ашит».

Получены данные, свидетельствующие о том, что образцы UNIKO-N проявляют высокую эффективность. Подавление роста СВБ образцами полимерных композиций UNIKO-N происходит при малой дозировке 5 г/м³. Эффективность реагента не менялась при увеличении дозировки до 100 г/м³. Показана их более высокая эффективность по сравнению с базовым реагентом.

Отмечено, что реагенты UNIKO-N на основе высокомолекулярных полимерных соединений обладают биоцидной активностью в отношении всех видов бактерий, включая СВБ, вирусов и грибов, одновременно с этим проявляют свойства ингибиторов коррозии. Установлено, что полимерные композиции UNIKO-N, защищают сталь Ст3 от общей коррозии в минерализованной воде в отсутствие сероводорода при минимальных дозировках. Разработаны и испытаны модификации реагента UNIKO-N, имеющие разную температуру замерзания, концентрацию активных компонентов и различные функциональные добавки.

Использование реагентов нового поколения в подавлении СВБ в технологиях нефтедобычи, не содержащих в своем составе ЧАС, позволяет исключить их отрицательное влияние на состояние оборудования и трубопроводов.

Ключевые слова: биокоррозия, бактерицидная эффективность, сульфатвосстанавливающие бактерии, подавление, нефтепромысловые воды.

Для цитирования: Моисеева Л.С., Данилина Н.И. Оценка бактерицидной эффективности реагента «Uniko-N» относительно сульфатвосстанавливающих бактерий в нефтепромысловых водах // Практика противокоррозионной защиты. – 2021. – Т. 26, № 3. – С. 22-29. doi: 10.31615/j.corros.prot.2021.101.3-3.

Статья получена: 24.05.2021, опубликована 01.09.2021.

**Estimation of bactericidal efficiency of the «UNIKO-N» reagent
regarding sulphate reducing bacteria in oil field waters**

L.S. Moiseeva¹, N.I. Danilina²

¹Moscow Aviation Institute (National Research University),
4 G, Volokolamskoe sh., Moscow, 125080, Russian Federation

²UNIKO LLC
15 building, 32, st. Nizhegorodskaya, Moscow, 109029, Russian Federation

e-mail: 995726@npoeekomir.ru

Abstract. The article presents the results of a study of the effectiveness of the new generation UNIKO-N-60 reagent and its modifications which do not contain salts of quaternary ammonium compounds (QAC), for inactivation of sulfate-reducing bacteria (SRB) in the pumped liquid at the ASHIT Oil and Gas Production

Department-1 of JSC «Belkamneft» named by A.A. Volkov.

Comparative data have been obtained on the assessment of the effectiveness when changing the dosage of the reagent on SRB cultures of two field facilities of the UKPN ASHIT and RVS-13 UKPN ASHIT.

The obtained data indicate that the samples of the UNIKO-N exhibit high efficiency. The suppression of the growth of SRB by the samples of UNIKO-N occurs at a low dosage of 5 g/m³. The effectiveness of the reagent was not changed when the dosage was increased to 100 g/m³. Their higher efficiency is shown in comparison with the base reagent.

It is noted that reagents of the UNIKO-N series based on high molecular weight polymer compounds have biocidal activity against all types of bacteria, including SRB, viruses and fungi, while simultaneously exhibiting the properties of corrosion inhibitors. It has been established that UNIKO-N polymer compositions protect St 3 steel from general corrosion in mineralized water in the absence of hydrogen sulfide at a minimum dosage of 0,4 to 4,0 mg/l. Modifications of the UNIKO-N reagent have been developed and tested, having different freezing points, concentrations of active components and various functional additives, depending on the needs of a particular consumer.

The usage of reagents of new generation for inactivation of SRB in petroleum production engineering not containing in its composition QAC permits to eliminate their negative influence on state of equipment and pipelines.

Keywords: biocorrosion, bactericidal efficiency, sulfate-reducing bacteria, inhibition, oilfield waters

For citation: Moiseeva, L. S., Danilina, N. I. (2021). Estimation of bactericidal efficiency of the «UNIKO-N» reagent regarding sulphate reducing bacteria in oil field waters. *Theory and Practice of Corrosion Protection*, 26(3), 22-29. doi:10.31615/j.corros.prot.2021.101.3-3.

Received: May 24, 2021. Published: September 01, 2021.

Введение

Одним из факторов ускоренного разрушения оборудования и трубопроводов на нефтегазопромыслах является микробиологическая коррозия. В настоящее время на большинстве нефтяных месторождений в системе поддержания пластового давления (ППД) применяется вода пластовая, подтоварная и/или пресная из открытых водоемов. Постоянная или периодическая подкачка пресной воды не только изменяет минеральный состав среды системы ППД, но и приводит к появлению опасной микрофлоры.

Оптимальными условиями для развития микробных сообществ является невысокая минерализация (плотность минерализованной воды не выше 1100 г/дм³, температура 30...40 °С, pH 6...8, наличие в воде органических и неорганических веществ, которые являются питательным материалом для микроорганизмов. В ассоциации с сульфатвосстанавливающими бактериями (СВБ) почти всегда присутствуют аэробные слизеобразующие бактерии, которые запасают питательные вещества и создают анаэробные условия для роста СВБ.

Рост адгезированных (прикрепленных к поверхности металла) бактериальных клеток происходит гораздо быстрее, чем планктонных. В пределах биопленки создаются благоприятные условия для развития наиболее опасных СВБ и других анаэробов. Установ-

лено, что в результате деятельности СВБ происходит закисление среды, вплоть до pH 2...3. Значительная часть коррозионных повреждений нефтегазопромыслового оборудования обусловлена жизнедеятельностью сообществ микроорганизмов, которые формируются в условиях нефтяного месторождения. Протекание процессов микробиологической коррозии определяется по образованию продуктов коррозии черного цвета – сульфидов железа, появляющихся в результате взаимодействия биогенного сероводорода с железом, а также по запаху сероводорода. Под продуктами коррозии обычно обнаруживаются язвы, питтинги, канавки, что является одной из причин аварии нефтепромысловых трубопроводов и оборудования, а также связанных с ними негативных последствий – загрязнения окружающей среды.

К отрицательным последствиям жизнедеятельности бактерий относятся также бактериальная закупорка и снижение проницаемости пород. Наиболее интенсивное функционирование микробных сообществ наблюдается в системе подготовки и утилизации воды – отстойники, резервуары, трубопроводы системы поддержания пластового давления [1-3].

Применение химических реагентов - один из наиболее эффективных, технологичных и экономически целесообразных способов защиты металлов от биокоррозии в нефтега-

зовой отрасли. Номенклатура промышленных бактерицидов для защиты скважинного оборудования и трубопроводов постоянно обновляется, так как не прекращаются поиски новых эффективных реагентов, подавляющих развития СББ и других микроорганизмов и, таким образом, являющихся средством защиты от H_2S -коррозии биогенного происхождения.

Подавляющее большинство применяющихся и весьма эффективных реагентов содержат в своем составе в качестве высокоэффективного компонента те или иные четвертичные аммониевые соединения (ЧАС). Однако в соответствии с Изменением №1 ГОСТ 54567-2011 «Нефть. Требования к химическим продуктам, обеспечивающие безопасное применение их в нефтяной отрасли» (применяется с 01.01.2021) в составе подобных реагентов не должно содержаться ЧАС, способных разлагаться с образованием хлорорганических соединений.

Разработанные в ООО «УНИКО» (г. Москва) реагенты нового класса эффективны в отношении целой группы анаэробов, не содержат в своем составе ЧАС и не приводят к образованию хлорорганических соединений, что согласуется с требованиями «Изменения №1 ГОСТ Р 54567-2011». Реагенты UNIKO-N предназначены на подавление развития СББ и других микроорганизмов в системах подготовки и утилизации воды. Реагенты серии UNIKO-N на основе высокомолекулярных полимерных соединений обладают биоцидной активностью в отношении всех видов бактерий, включая СББ, вирусов и грибов, одновременно с этим проявляют свойства ингибиторов коррозии. Разработаны модификации реагентов, имеющие разную температуру замерзания, концентрацию активных компонентов и различные функциональные добавки, в зависимости от потребностей конкретного потребителя.

Образцы реагентов серии UNIKO-N прошли испытания в лаборатории НГДУ-1 АО «Белкамнефть». Целью проведенных испытаний было изучение эффективности реагента нового поколения UNIKO-N-60, не содержащего ЧАС, для инактивации (СББ) в закачиваемой жидкости на УКПН Ашит НГДУ-1 АО «Белкамнефть» им. А.А. Волкова.

Для проведения лабораторных испытаний выбраны два образца из серии биоцидов «UNIKO-N», (образцы 1 и 2 имеют разную температуру замерзания), в качестве сравнения использовался серийно применяющийся биоцид Дарсан Б. Лабораторные испытания проведены в соответствии с методикой, изложенной в РД 03-00147275-067-2001 «Оценка зараженности нефтепромысловых сред и бактерицидного действия реагентов относительно сульфатовосстанавливающих бактерий. Лабораторные, стендовые и опытно-промышленные испытания». Сравнительные испытания проводились на накопительной культуре бактерий с УКПН Ашит, на планктонных формах СББ. Также испытания проведены с использованием воды с РВС-13 УКПН «Ашит».

Для определения биозараженности накопительной культуры произведен контрольный посев СББ без использования бактерицидов. Индекс активности СББ определяли по скорости образования сульфида железа в посевной склянке. Индекс активности принимали равным 100 ед. при образовании черного осадка сульфида железа за 1 сутки, 50 ед. – за 2 сутки.

Индекс активности рассчитывали по формуле:

$$J = 100 / a,$$

где a – время (сут) появления черного осадка с момента посева пробы.

Результаты микробиологических посевов отражены в табл. 1, из которой следует, что содержание СББ в пробах меняется в течение суток – от единиц до 104 кл/мл.

Таким образом установлено, что исходная зараженность накопительной культуры СББ составляла 104 кл/мл, а индекс активности равен 50.

Учитывая, что среди микроорганизмов, инициирующих процессы коррозии, доминируют СББ, проведена оценка бактерицидов серии UNIKO-N (образец 1 и образец 2) по ряду микроорганизмов, развивающихся в наземных, пластовых и подтоварных водах. В ходе оценки эффективности в отношении планктонных форм СББ бактерициды UNIKO-N (образец 1, образец 2) испытаны в широком диапазоне дозировок от минималь-

Таблица 1. Определение в динамике степени зараженности среды
накопительной культурой СББ УКПН «Ашит»

Table 1. Determination in dynamics of the degree of contamination of the environment
of the storage culture SVB UKPN ASHIT

Количество СББ, клеток/мл в течение суток (ч) / Number of SRB, cells/ml during ducks (h)								Индекс активности СББ, J / SRB activity index
1	2	3	5	6	12	15	24	50
10 ⁰	10 ¹	10 ¹	10 ²	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	

но возможных до максимально предпочтительных с экономической точки зрения - 5, 10, 20, 60, 100 г/м³. Параллельно испытания прошел бактерицид Дарсан Б в применяющихся дозировках - 20, 40, 60, 80, 100 г/м³. О росте и развитии СББ судили по образованию черного осадка сульфида железа во флаконах. Отсутствие черного осадка свидетельствовало о полном подавлении роста СББ. Результаты эффективности дозирования бактерицидов на накопительных культурах СББ УКПН АШИТ приведены в *табл. 2*.

Результаты эффективности дозирования бактерицидов на накопительных культурах СББ с другого промыслового объекта РВС-13 УКПН «Ашит» приведены в *табл. 3*.

В результате исследований выявлено полное подавление развития СББ двух промысловых объектов УКПН АШИТ и РВС-13 УКПН «Ашит» реагентами UNIKO-N (образец 1, образец 2) в широком диапазоне дозирования, включая минимальные 5, 10, 20 г/м³. Полное подавление развития СББ базовым реагентом Дарсан Б наблюдалось при дозировке 100 г/м³.

Особый интерес представляла оценка эффективности бактерицидов серии UNIKO-N в отношении общей коррозии в нейтральных водных средах. Отдельные испытания были направлены на определение возможности использования высокомолекулярных полимерных композиций биоцидов серии UNIKO-N без опасности развития процессов коррозии в водооборотных системах в нефтегазовой отрасли или даже для ингибирования этих процессов в присутствии полимерных реагентов.

Высокая активность реагентов серии UNIKO-N в отношении всех видов бактерий, включая СББ, вирусов и грибов, обуславливается, как отмечалось, особым полимер-

ным составом. Остаточные концентрации реагента образуют тончайшую пленку на поверхностях труб, тем самым защищая их от коррозии и биообрастания.

Испытания проводились в модельной среде – минерализованной воде состава:

$NaCl$ – 21460 мг/л; K_2SO_4 – 1740 мг/л; $CaCl_2$ – 110 мг/л; $NaHCO_3$ – 1700 мг/л.

Образцы для испытаний – металлические пластины сталь Ст3, подготовленные в соответствии с требованиями ГОСТ 9.502-82. Испытания проводились в лабораторных стеклянных стаканах объемом 3 л (обеспечивающими возможность проведения длительных опытов без уменьшения объема жидкости). Одновременно проведено 9 параллельных опытов с ингибиторами и один контрольный. В каждый стакан помещалось по 3 образца стали. Испытания проводились в статическом режиме при температуре 25 °С в соответствии с ГОСТ Р 9.905, раздел «Порядок проведения гравиметрических испытаний». Перед началом испытания образцы шлифовались, полировались и обезжиривались. Подготовленные образцы высушивались при температуре 100 °С в течение одного часа, охлаждались и взвешивались. Подготовленные металлические образцы закреплялись в держатели в вертикальном положении и помещались в испытываемые растворы. Длительность испытаний - 720 часов. В ходе испытаний осуществлялся промежуточный контроль за точностью поддержания заданных параметров (концентрация реагентов, солесодержание, pH).

После окончания испытаний образцы вынимали из стаканов, проводили их визуальный осмотр. Далее образцы тщательно отмывали, подвергали химическому травлению, еще раз отмывали в проточной и дистиллированной воде и просушивали при

Таблица 2. Оценка эффективности реагентов в отношении прироста количества СББ (накопительная культура с объекта УКПН «Ашит») при изменении дозировок

Table 2. Determination of the effectiveness of reagents in relation to the germination of SRB (accumulative culture from the facility of the SVB UKPN ASHIT) when changing dosages

Накопительная культура СББ УКПН «Ашит» / Accumulative culture SVB UKPN ASHIT		Прирост количеств СББ, кл/мл в течение суток / Increase of SRB, cells/ml during the day							
Реагент / Reagent	Дозировка, г/м ³ / Dosage, g/m ³	1	2	3	4	5	8	9	14
UNIKO-N Образец 1 / Sample 1	5	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non
	10	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non
	20	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non
	60	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non
	100	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non
UNIKO-N Образец 2 / Sample 2	5	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non
	10	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non
	20	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non
	60	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non
	100	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non
Дарсан Б партия 1 / Darsan B consignment1	5	+	+	+	+	+	+	+	+
	10	+	+	+	+	+	+	+	+
	20	+	+	+	+	+	+	+	+
	60	+	+	+	+	+	+	+	+
	100	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non
Примечание: отс. – отсутствие роста и развития СББ; + – наличие роста и развития СББ									

температуре 100 °С. Оценку противокоррозионной эффективности проводили по изменению массы образцов и по глубине очаговой коррозии (табл. 4). Для испытаний были выбраны два образца из группы биодов «UNIKO-N», (образец 1; образец 2)

Результаты испытаний представлены в табл. 4.

Проведенные испытания показали, что разработанные полимерные композиции UNIKO-N, обеспечивают защиту стали Ст3 от общей коррозии в минерализован-

Таблица 3. Оценка эффективности реагентов в отношении прироста количества СББ (накопительная культура с объекта РВС-13 УКПН «Ашит») при изменении дозировки

Table 3. Determination of the effectiveness of reagents in relation to the increase of SRB (enrichment culture from the object RVS-13 UKPN ASHIT) when changing dosages

РВС-13 УКПН «Ашит» / RVS-13 UKPN ASHIT		Прирост количеств СББ, кл./мл в течение суток / Germination of SRB, cells/ml during the day							
Реагент / reagent	Дозировка, г/м ³ / Dosage, g/m ³	1	2	3	4	5	8	9	14
UNIKO-N Образец 1 / Sample 1	5	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non
	10	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non
	20	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non
	60	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non
	100	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non
UNIKO-N Образец 2 / Sample 2	5	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non
	10	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non
	20	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non
	60	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non
	100	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non
Дарсан Б партия 1 / Darsan B consignment1	5	+	+	+	+	+	+	+	+
	10	+	+	+	+	+	+	+	+
	20	+	+	+	+	+	+	+	+
	60	+	+	+	+	+	+	+	+
	100	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non	отс / non

Примечание: отс. – отсутствие роста и развития СББ;
+ – наличие роста и развития СББ

ной воде при минимальных дозировках от 0,4 до 4,0 мг/л, при этом наблюдалось снижение скорости коррозии с 0,124 до 0,057...0,062 мм/год. Реагенты UNIKO-N проявили эффективность как ингибиторы коррозии при минимальной дозировке 0,4 мг/л.

Повышение дозировки реагентов в 5 раз (до 20 мг/л) приводило к снижению его противокоррозионной эффективности.

Результаты испытаний образцов полимерных композиций UNIKO-N позволяют сделать следующие выводы.

Таблица 4. Результаты коррозионных испытаний образцов бактерицида при разной концентрации в модели минерализованной воды

Table 4. Results of corrosion tests of bactericide samples at different concentrations in the model of saline water

Бактерицид – ингибитор / Bactericide inhibitor	Дозировка, (мг/л) / Dosage, mg/l	Потеря массы образца за время эксперимента, г / Weight loss of the sample during the experiment, g	Скорость коррозии, мм/год / Corrosion rate, mm/year	Коеф. эффективности, γ / Efficiency ratio, γ	Степень защитного действия, Z, % / Degree of protective action, Z, %
UNIKO-N – 1	0,4	0,0905	0,0615	2,0	50
UNIKO-N – 1	4,0	0,0840	0,0565	2,2	54
UNIKO-N – 1	20,0	0,267	0,123	1,0	1
UNIKO-N – 2	0,4	0,1468	0,0930	1,3	25
UNIKO-N – 2	4,0	0,0953	0,0650	1,9	48
Контроль / Control sample	0	0,1825	0,124	–	–

Выводы:

1. В ходе исследований показана высокая эффективность образцов полимерные композиции UNIKO-N, на культурах СБВ двух промышленных объектов УКПН «Ашит» и РВС-13 УКПН «Ашит».

2. Подавление роста СБВ образцами полимерной композиции UNIKO-N происходило при малой дозировке 5 г/м³. Эффективность реагента не менялась при увеличении дозировки до 100 г/м³.

3. Испытанный в сравнительном плане базовый реагент Дарсан подавлял рост СБВ при дозировке 100 г/м³.

4. Установлено, что полимерные композиции UNIKO-N, защищают сталь Ст3 от общей коррозии в минерализованной воде в отсутствие сероводорода при минимальных дозировках от 0,4 до 4,0 мг/л. Однако повышение дозировки в 5 раз (до 20 мг/л) не усиливает противокоррозионной эффект.

Таким образом, можно заключить, что биоцидные полимерные композиции реагента UNIKO-N, не содержащие в своем

составе ЧАС, показали высокую эффективность в инактивации СБВ при минимальной дозировке в 5 г/м³. Использование реагентов UNIKO-N в дозировке 5 г/м³ позволяет, как минимум, сократить расходы на транспортировку биоцидных средств до мест его использования, расходы на хранение средства.

Использование реагентов нового поколения в подавлении СБВ в технологиях нефтедобычи, не содержащих в своем составе ЧАС, позволяет исключить их отрицательное влияние на состояние оборудования магистрального трубопроводного транспорта и присутствие хлорорганических соединений в товарной продукции нефтяной отрасли.

Основываясь на полученных результатах, реагенты группы UNIKO-N рекомендованы для проведения опытно – промышленных испытаний на объектах НГДУ-1 АО «Белкамнефть» им. А.А. Волкова.

Литература

1. Каменщиков Ф.А., Черных Н.Л. Борь-



ба с сульфатвосстанавливающими бактериями на нефтяных месторождениях. – М.: Регулярная и хаотическая динамика, 2007. – 412 с.

2. Гафаров Н.А., Гончаров А.А., Кушнаренко В.М. Коррозия и защита оборудования сероводородсодержащих нефтегазовых месторождений. – М.: Недра, 1998. – 436 с.

3. Розанова Е.П., Кузнецов С.И. Микрофлора нефтяных месторождений. – М.: Наука, 1974. – 198 с.

References

1. Kamenshchikov, F. A, Chernykh, N. L. (2007). *Fight against sulfate-reducing bacteria in oil fields*. Moscow: Regular and chaotic dynamics.

2. Gafarov, N. A., Goncharov, A. A., & Kushnarenko, V. M. (1998). *Corrosion and protection of equipment of hydrogen sulfide-containing oil and gas fields*. Moscow: Nedra.

3. Rozanova, E. P., Kuznetsov, S. I. (1974). *Microflora of oil fields*. Moscow: Nauka.

Информация об авторах

Моисеева Людмила Сергеевна, д.т.н., профессор, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), г. Москва, Российская Федерация
Данилина Наталья Игоревна, технолог, ООО «УНИКО», г. Москва, Российская Федерация

Information about authors

Lyudmila S. Moiseeva, Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russian Federation
Natalia I. Danilina, technologist, UNIKO LLC, Moscow, Russian Federation

В.И. Вигдорович, Л.Е. Цыганкова

Ингибирование сероводородной и углекислотной коррозии металлов. Универсализм ингибиторов

Объем издания: 15,25 п.л. (253 стр.)
Стоимость 550 руб.

В монографии обобщены литературные данные и результаты многолетних исследований, выполненных под руководством авторов по вопросам ингибирования коррозии углеродистой стали в сероводородных и углекислотных средах. Значительное внимание уделено разработке критериев защитной эффективности ингибиторов, особенностям кинетики и меха-

низма разрушения стали в присутствии H_2S и CO_2 в слабокислых и близких к нейтральным минерализованным средам. Анализируется действие большого количества промышленных ингибиторов и лабораторных образцов, в том числе на основе имидазолинов, алифатических, циклических и оксиэтилированных аминов. Рассматривается их защитная эффективность, влияние на кинетику электродных реакций, бактерицидные свойства, и интегральная токсикологическая характеристика, торможение твердофазной диффузии водорода и воздействие на сохраняемость механических свойств стали в сероводородных и углекислотных средах и при совместном присутствии H_2S и CO_2 .