Статья поступила в редакцию: 16.09.2026
Статья принята к публикации: 22.09.2026
Статья опубликована: 28.10.2026

УДК 620.193+622.32

DOI: 10.32743/UniTech.2026.151.10.23460

Разработка эффективных составов и исследование физико-химических свойств композиционных ингибиторов, применяемых для защиты от коррозии машин и механизмов нефтегазовых скважин

Номозов Сардор Суннатович
соискатель ГУ "Фан ва тараққиёт",
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
Республика Узбекистан, г. Ташкент
Негматова Комила Сайибжановна
зав. лаб. ГУ "Фан ва тараққиёт",
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
Икрамова Мукаддас Эралиевна
зав. лаб. ГУ "Фан ва тараққиёт",
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: mikramova1974@mail.ru
Абед Нодира Сайибжановна
директор ГУ "Фан ва тараққиёт",
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
Негматов Сойибжон Садикович
научный руководитель ГУ "Фан ва тараққиёт",
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Development of effective compositions and research into the physicochemical properties of composite inhibitors used for protecting machines and mechanisms in oil and gas wells from corrosion

Nomozov Sardor Sunnatovich
Candidate of the State Institution "Science and Development,"
Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent
Negmatova Komila Sayibjanovna
Laboratory Manager «Fan va taraqqiyot»,
Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Библиографическое описание: Разработка эффективных составов и исследование физико-химических свойств композиционных ингибиторов, применяемых для защиты от коррозии машин и механизмов нефтегазовых скважин // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. Номозов С.С. [и др.]. 2026. 10(151). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/23460

Ikramova Mukaddas Eralievna
Laboratory Manager «Fan va taraqqiyot»,
Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent
Abed Nodira Sayibjanovna
Director of the «Fan va taraqqiyot»,
Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent
Negmatov Soyibjon Sadikovich
Scientific supervisor of the «Fan va taraqqiyot»,
Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent city

Аннотация

В работе представлены результаты исследований по разработке эффективных составов и изучению физико-химических и защитных свойств импортозамещающих композиционных ингибиторов на основе местного сырья и отходов производств, позволяющих защиту от коррозии рабочих органов машин и механизмов, а также оборудований, применяемых в процессе испытаний и оценки эффективности нефтегазовых скважин. Целью исследования является разработка эффективных составов и исследование физико-химических свойств разработанных коррозионностойких композиционных ингибиторных материалов на основе местного сырья и отходов производств для защиты от коррозии машин и механизмов, применяемых в процессе испытаний и оценка эффективности нефтегазовых скважин в нефтегазовой отрасли промышленности. Установлено, что разработанные композиционные ингибирующие материалы, отвечают предъявляемым требованиям АО «Нефт ва газ кудукларини синаш» и обеспечивает надежность и долговечность металлических конструкционных материалов и оборудования нефтегазовой отрасли. Следовательно, в состав госсиполовой смолы входит примерно 20 % жирных кислот, значительную часть которых составляют ненасыщенные высокомолекулярные кислоты, а используемые для получения ингибиторов коррозии аминоспирты являются бифункциональными, при взаимодействие аминов с жирными кислотами, содержащимися в госсиполовой смоле, могут давать диапозон различных веществ, как за счет взаимодействия с основным продуктом, так и между собой и исходя из этого вещества данной группы исследовались как ингибитор коррозии. Показано, что разработанные антикоррозионные композиционные ингибиторы до 90 % защищает металлические нефтегазовые трубопроводы и конструкции от коррозии и увеличивает долговечность повышая производительность и работоспособность металлических конструкций и оборудований нефтегазовых скважин.

Abstract

The work presents research results on developing effective compositions and studying the physicochemical and protective properties of import-substituting composite inhibitors based on local raw materials and industrial waste that allow for the corrosion protection of machine and mechanism working parts, as well as equipment used in the process of testing and evaluating the efficiency of oil and gas wells. The aim of the study is to develop effective compositions and study the physicochemical properties of the developed corrosion-resistant composite inhibitory materials

based on local raw materials and industrial waste for protecting machinery and mechanisms from corrosion, used in the testing process, and to evaluate the efficiency of oil and gas wells in the oil and gas industry. It has been established that the developed composite inhibitory materials meet the requirements of JSC «Neft va gaz kuduklarini sinash» and ensure the reliability and durability of metal structural materials and equipment for the oil and gas industry. Consequently, gossypol resin contains approximately 20 % fatty acids, a significant portion of which are unsaturated high-molecular-weight acids, and the amino alcohols used to obtain corrosion inhibitors are bifunctional; when amines interact with the fatty acids contained in gossypol resin, they can yield a range of different substances, both through interaction with the main product and between themselves, and based on this, this group of substances was investigated as a corrosion inhibitor. It has been shown that the developed anti-corrosion composite inhibitors protect metal oil and gas pipelines and structures from corrosion by up to 90 % and increase the durability by increasing the productivity and performance of metal structures and oil and gas well equipment.

Ключевые слова: ингибиторы, коррозия, эффективные составы, композиция, металлические конструкционные материалы, оборудования, нефтегазовая скважина.

Keywords: inhibitors, corrosion, effective compositions, composition, metal structural materials, equipment, oil and gas well.

Введение

На современном этапе развития мировой экономики металлургические отрасли промышленности занимают одно из ключевых мест, являясь одними из основных сфер, обеспечивающих развитие и устойчивое функционирование промышленных комплексов. Однако одной из наиболее важных и актуальных проблем, ограничивающих эксплуатационные возможности устройств оборудования и конструкций машин и механизмов, применяемых в процессе испытаний и оценке нефтегазовых скважин на предприятиях нефтегазовой и других отраслей промышленности, является коррозия – катастрофический процесс, возникающий в результате постепенного разрушения металлической массы. В связи с этим особое внимание уделяется выявлению причины коррозии металлических рабочих органов испытательных машин и механизмов нефтегазовой отрасли промышленности, созданию эффективных композиционных химических ингибиторов на основе местного и вторичного сырья, позволяющих эффективно защищать от коррозии рабочие органы испытательных машин и механизмов нефтегазовой отрасли промышленности [1, 2, 3, 4, 5]. Исходя из анализа существующих работ, следует отметить, что при разработке коррозионностойких композиционных полимерных и ингибиторных материалов для защиты машин и механизмов нефтегазотрубопроводных систем нефтьегазовой отрасли практически не достаточно учтены их адгезионные, коррозионностойкие и другие важнейшие физико-механические свойства, определяющие их работоспособность и долговечность в агрессивных условиях их эксплуатации. Необходимо отметить, что разработка эффективных составов коррозионностойких композиционных ингибиторных материалов и покрытий на их основе с высокими антикоррозионными и важнейшими физико-механическими свойствами и технология их получения ещё далеки от своего завершения. В данной работе рассматривается решение этих проблем.

Целью исследования является разработка эффективных составов и исследование физико-химических свойств разработанных коррозионностойких композиционных ингибиторных материалов на основе местного сырья и отходов производств для защиты от коррозии машин и механизмов, применяемых в процессе испытаний и оценка эффективности нефтегазовых скважин в нефтегазовой отрасли промышленности.

Объект и методика исследования. Объектом исследования были выбраны госсиполовая смола- являющаяся отходом масложирового производства, жидкий аммиак, аминоспирты - моноэтаноламин ($H_2NCH_2CH_2OH$), диэтаноламин ($HN(CH_2CH_2OH)_2$), триэтаноламин ($N(CH_2CH_2OH))_3$, сиккативы – окиси металлов, пластификаторы и напольнители.

Материалы и методы

В диссертации использованы современные физико-химические методы, ИК-спектроскопии (ИК), рентгенофазового (РФА), энергодисперсионного сканирующего электронного микроскопа (SEM-EDX) и ЭПР-анализ.

Результаты исследования и их обсуждение

Для разработки антикоррозионных композиционных ингибирующих материалов были изучены как компоненты композиции: амины, четвертичные аммониевые соли, амины и диамины ацетиленового ряда, ацетиленовые аминоспирты и их производные (моноэтаноламин (H_2NCH_2CHOH), диэтаноламин ($HN(CH_2CH_2OH)_3$), триэтаноламин ($N(CH_2CH_2OH))_3$, β(N,N-диэтиленаминоэтаноламин) ($(C_2H)_2NCH_2CH_2OH$)), аминокарбанильные производные и отходы АО «Навои-Азот» образующиеся при производстве ацетальдегида гидратацией ацетилена - кротоновая фракция в качестве побочного продукта.

Исследованием установлено, что состав кротоновой фракции состоит из 57,4 – 66,95 % кротоновой альдегида, 13,45 – 24,47 % паральдегида, 0,63 – 2,26 % ацетальдегида, 7,79 – 10,56 % ацетона и 1,43 – 5,26 % воды.

Анализ этих соединений, используемых для производства ингибиторов коррозии показал, что наиболее высокой адсорбционной способностью на поверхности металла обладают углеводороды, имеющие двойные и тройные связи. Железо катализирует процесс полимеризации олефиновых и ацетиленовых углеводородов, способствуя образованию полимерной пленки, препятствующей доступу агрессивных сред к поверхности металла [1, 2, 6, 7, 8, 9, 10].

Из-за отсутствия производства ингибиторов коррозии в Республике последние импортируются, из других стран затрачивая на это значительные средства. В настоящее время нефтегазодобывающая промышленность Республики использует ингибиторы коррозии Додикор 4543, 4712 (Германия, 3180 и 2090 доллар за тонну), Виктор нефтехим. В-2, В-3 (Россия) за 1 тн. 2693,7 доллар США, а также привозимые из-за рубежа антикоррозионные покрытия, как CORTEC VPCI-337 (Россия) за 1 тн. 20526,0 доллар США, «Кватрамин 1001» (Россия) за 1 тн. 11095,2 доллар США и SikaCor Zinc R (Friazinc R) 16317,2 доллар США [11, 12, 13, 14, 15].

Таким образом, для создания эффективного ингибитора необходимо сырье, в котором присутствуют двойные, тройные, альдегидные и альдеминовые функциональные группы, либо их смесь. В качестве основы таких систем предлагается использовать для этой цели отходы масложиркомбината содержащих эти соединения – госсиполовая смола (гудрон) и аминоспирты – моноэтаноламины и диэтаноламины.

Для получения композиционных химических ингибиторов коррозии были использованы неорганические и высокомолекулярные органические соединения, были исследованы их физико-химические характеристики.

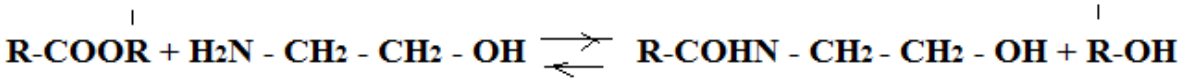
Результаты исследования показали, что минерализованная пластовая вода в процессе добычи углеводородов в газоконденсатных месторождениях адсорбируются на поверхности металлических рабочих органов машин и механизмов, труб и способствуют проявлению коррозии. Для предотвращения образования солевых отложений на поверхности оборудования необходимо применять композиционные ингибирующие пленкообразующие материалы, позволяющие образовать защитные слои на поверхности металлических рабочих органов испытательных машин и механизмов при добавлении ингибиторов солеотложения [4, 8, 11, 15, 16, 17].

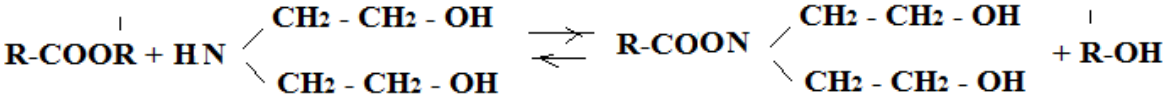
Для защиты металлических труб в лаборатории «Механохимическая технология композитов и химических реагентов» ГУ «Фан ва тараккиёт» разработан новый состав композиционного ингибирующего материала, защищающего от коррозии агрессивных сред, путем образования на поверхности металла гидрофобную защитную пленку, состоящую из госсиполовой смолы и аминоспиртов [1, 8, 12].

Для разработки композиционных ингибиторов, позволяющих защищать металлы в средах пластовых вод нами в первую очередь, были исследованы характеристики отдельных фракций госсиполовой смолы, физико-химические свойства аминоспиртов и химический состав пластовых минерализованных вод м/р КашПИ.

Исследованием установлено, что госсиполовая смола, в основном, состоит 21 – 24 мас.ч. из неомыляющей части, состоящей из углеводорода C_{27}, C_{28}, C_{29}, C_{30}, C_{31}, C_{32}; 52 – 57 мас.ч. из жирно-кослотной части, состоящей из спирта и цитостерина и жирные кислоты C_{15}, C_{12}; 22 – 24 мас.ч. из фенольной части, состоящей из фенолов. А аминоспирты, состоящие из моноэтаноламина, диэтаноламина и триэтаноламина их удельный вес и температура кипения находится в пределах от 1,017 до 101242 г/см^3 и 170,5-360^{0}С соответственно.

Следовательно, в состав госсиполовой смолы входит примерно 20 % жирных кислот, значительную часть которых составляют ненасыщенные высокомолекулярные кислоты, а используемые для получения ингибиторов коррозии аминоспирты являются бифункциональными, при их взаимодействии с высшими карбоновыми кислотами эфиров в составе госсиполовой смолы с моноэтаноламином протекает по схеме:





Таким образом можно отметить, что взаимодействие аминов с жирными кислотами, содержащимися в госсиполовой смоле, могут давать диапозон различных веществ, как за счет взаимодействия с основным продуктом, так и между собой. Поэтому вещества данной группы исследовались как ингибитор коррозии.

Учитывая результаты изучения и анализа современных литературных источников и результатов исследований физико-химических свойств госсиполовой смолы и аминоспиртов были разработаны ряд композиционных химических ингибиторов различных соотношений из аминоспирта - моноэтаноламина и госсиполовой смолы: 1:2, 1:4, 1:6, 1:8 и 1:10 и их концентрации с водой, газоконденсатной, сероводородной и углекислой среде, составы которых приведены на таблице 1 соответственно.

Таблица 1. Состав разработанных композиционных химических ингибиторов

Компоненты для получения ингибиторов коррозии	**АИП-ГС-1**	**АИП-ГС-2**	**АИП-ГС-3**	**АИП-ГС-4**	**АИП-ГС-5**
	Содержание компонентов, масс.ч.				
Госсиполовая смола	20	40	60	80	100
Аминоспирт-моноэтаноламин	10	10	10	10	10

Для получения композиционных химических ингибиторов сначала нагревали госсиполовую смолу при температуре 90 – 100 ^{0}C и амидировали водным раствором аммиака, добавляли расчетное количество моноэтаноламина. Хорошо перемешивали 30 – 40 минут. Получилась однородная масса, и ее разбавляли газоконденсатом до нужной вязкости и перемешивали 20 – 30 минут. Данная методика получения композиционных ингибирующих материалов подробно приведена в главе 2. Защитное действие ингибиторов коррозии (Z, %) определяли по потере массы контрольных образцов в отсутствии и в присутствии ингибиторов коррозии и рассчитывали по формуле:

$$Z = 100 \cdot \frac{K - K_{и}}{K},$$

Защитный эффект (γ) определяется как отношение:

$$\gamma = \frac{K}{K^{и}}.$$

где K – скорость коррозии образцов в отсутствии ингибитора, г/м^2·ч;

$K_и$ - скорость коррозии образцов в присутствии ингибитора, г/м^2·ч.

На таблице 2 приведены результаты физико-химических и защитных свойств, разработанных композиционных химических ингибиторов.

Таблица 2. Физико-химические и защитные свойства в воде разработанных композиционных химических ингибиторов в зависимости от их вида АИП-ГС

№	Марки ингибитора	Соотношение госсиполовой смолы и моноэтаноламина	Физико-химические свойства разработанных композиционных химических ингибиторов на основе местного и вторичного сырья					
			Концентрация ингибитора в воде, г/л	Плотность	Вязкость	Продолжительность эксперимента, час	Скорость коррозии, г/м^2.ч	Степень защиты, %
1.	АИП-ГС-1	2:1	0,25	1,018	950-1100	24	0,27	82,0
2.	АИП-ГС-2	4:1	0,25	1,019	1400-1600	24	0,25	84,0
3.	АИП-ГС-3	6:1	0,25	1,020	1900-2100	24	0,22	86,0
4.	АИП-ГС-4	8:1	0,25	1,021	2400-2600	24	0,20	88,0
5.	АИП-ГС-5	10:1	0,25	1,022	2800-3000	24	0,18	90,0

Показано, что разработанные антикоррозионные композиционные ингибиторы до 90 % защищает металлические нефтегазовые трубопроводы и конструкции от коррозии и увеличивает долговечность повышая производительность и работоспособность металлических конструкций и оборудований нефтегазовых скважин республики Узбекистан.

Заключение

Таким образом, разработан состав и исследованы физико-химические и защитные свойства разработанных композиционных химических ингибиторов для защиты рабочих органов машин и механизмов применяемых в процессе испытаний и оценки эффективности нефтегазовых скважин новых составов композиционных химических ингибирующих материалов, которые на поверхности металла образуют гидрофобную защитную пленку – покрытия, представляющий собой композиционный химический реагент ингибитор на основе местного сырья и отходов продукции масложиркомбината в виде госсиполовой смолы, амидированной аминоспиртом. Полученная таким образом полимеризованная композиционная амино-госсиполовая смола является антикоррозионным ингибирующим материалом, который положительно влияет на работоспособность и эксплуатационные свойства, а также долговечность металлических конструкций и оборудований нефтегазовых скважин республики Узбекистан.

Список литературы

1. Абед Н.С., Икрамова М.Э., Бабаханова М.А., Номозов С.С. Исследование влияния органоминеральных ингредиентов на физико-химические, механические и эксплуатационные свойства композиционных лакокрасочных материалов, применяемых в различных отраслях промышленности // Композиционные материалы. – 2025. – № 3. – С. 204–205.

2. Ануфриев Н.Г. Ускоренный метод оценки коррозивности кислотныхрастворов по отношению к низкоуглеродистой стали / Н.Г. Ануфриев, М. Атеф Эль-Сайед // Коррозия: материалы, защита. – 2010. – № 1. – С. 44–48.
3. Басарыгин Ю.М. Отложения минеральных солей в скважинах, способы их предупреждения и удаления. «Технология капитального и подземного ремонта нефтяную и газовых скважин», Учеб, для вузов, Краснодар: «Сов. Кубань». – 2002. – 584 с.
4. Бебих Г.Ф. Некоторые аспекты действия ингибиторов коррозии металлов в многофазных системах / Г.Ф. Бебих, В.М. Сенько // Коррозия: материалы, защита. – 2006. – № 3. – С. 29–35.
5. В.К. Половняк, И.В. Тимофеева, О.Н. Быстрова, С.В. Половняк, Р.Д. Айманов. Защитное действие азот, фосфорсодержащих ингибиторов сероводородной коррозии стали и их промышленные испытания в условиях нефтедобычи и нефтепереработки // Практика противокоррозионной защиты. – 2006. – № 3. – С. 44–48.
6. Вигдорович В.И., Завершинский А.Н. Вигдорович В.И., Завершинский А.Н // Защита металлов. – 2003. – Т. 39, № 1. – С. 100–104.
7. Вигдорович В.И. Эффективность ингибиторов серии «АМДОР» в условиях углекислотной коррозии углеродистой стали / В.И. Вигдорович, С.А. Закурнаев // Практика противокоррозионной защиты. – 2008. – № 4 (50). – С. 40–44.
8. Кенжаев Н.А., Негматов С.С., Эсанмуродов Ш.В., Негматова К.С., Номозов С.С., Икрамова М.Э. Исследование физико-химических свойств ионов минерализованных пластовых вод Кашкадаринского месторождения скважин // Композиционные материалы.-Ташкент. – 2025. – № 1. – С. 210–211.
9. Кузнецов Ю.И. Защита стали летучими ингибиторами от углекислотной коррозии. I. Жидкая фаза / Ю.И. Кузнецов, Н.Н. Андреев, К.А. Ибатуллин, С.В. Олейник // Защита металлов. – 2002. – Т. 38, № 4. – С. 368–374.
10. Моисеева Л.С. Углекислотная коррозия нефтепромыслового оборудования / Л.С. Моисеева // Защита металлов. – 2005. – Т. 41, № 1. – С. 82–90.
11. Моисеева Л.С. Защита стали в водных нефтепромысловых средах комбинированными ингибиторами коррозии / Л.С. Моисеева, О.И. Пущина // Коррозия: материалы, защита. – 2004. – № 8. – С. 6–10.
12. Негматов С.С., Бабаханова М.А., Салимова С.Ш., Рахимов Х.Ю., Косимов Ш.Б., Намозов С.С., Саидкулов С.А. Выбор объектов исследований и изучение физико-химических свойств органоминеральных ингредиентов на основе местного сырья и отходов производств для получения композиционных полимерных лакокрасочных материалов // Композиционные материалы. – 2025. – № 4. – С. 198–199.
13. Пантелеева А.Р. Защитные свойства нового водорастворимого ингибитора коррозии – бактерицида НАПОР-1010 / А.Р. Пантелеева, Р.Д. Айманов // Нефтегаз INTERNATIONAL. – 2008. – С. 62–63.

14. Пантелеева А.Р. О механизме защиты от коррозии нефтепромыслового оборудования ингибиторами коррозии, разработанными ОАО «НАПОР» / Л.Р. Пантелеева, Р. ДАйманов, В.К. Половняк, С.В. Половняк // Сборник статей IV Всероссийской научно-практической конференции. «Защитные и специальные покрытия, обработка поверхности в машиностроении и приборостроении». г. Пенза. – 2007. – С. 67–69.
15. Половняк В.К. Исследование системы «ингибитор – металл» при сероводородной коррозии стали / В.К. Половняк, Р.Д. Айманов, О.Н. Быстрова, С.В. Половняк // Практика противокоррозионной защиты. – 2007. – № 4. – С. 13–16.
16. Цыганкова Т.Е., Шитикова Е.А., Зверева А.А. Цыганкова Т.Е. Влияние композиции АМДОР ИК-3Н на коррозию стали в сероводородно-углекислотных средах / Л.Е. Цыганкова, Е.А. Шитикова, А.А. Зверева // Коррозия: материалы, защита. – 2010. – № 12. – С. 12–17.
17. Tsygankova L.E. Inhibition of carbon steel corrosion in media with H2S studied by impedance spectroscopy method / L.E. Tsygankova, V.l. Vigdorovich, E.G. Kuznetsova, V.l. Kichigin // Surface and Interface Analysis. – 2008. – Т. 40, № 34. – P. 303–306.

References

1. Abed N.S., Ikramova M.E., Babakhanova M.A., Nomozov S.S. [Investigation of the Effect of Organomineral Ingredients on the Physicochemical, Mechanical, and Operational Properties of Composite Paint and Varnish Materials Used in Various Industrial Sectors] // Kompozitsionnye materialy. – 2025. – No. 3. (In Russ.).
2. Anufriev N.G. [An Accelerated Method for Assessing the Corrosivity of Acidic Solutions with Respect to Low-Carbon Steel] // Korroziya: materialy, zashchita. – 2010. – No. 1. (In Russ.).
3. Basarygin Yu.M. [Deposits of Mineral Salts in Boreholes, Methods of Their Prevention and Removal. 'Technology of Major and Subsurface Repair of Oil and Gas Wells', Textbook for Universities, Krasnodar: 'Sov. Kuban']. – 584 s. – 2002. (In Russ.).
4. Bebikh G.F., Sen'ko V.M. [Some Aspects of the Action of Metal Corrosion Inhibitors in Multiphase Systems] // Korroziya: materialy, zashchita. – 2006. – No. 3. (In Russ.).
5. V.K. Polovnyak, I.V. [Timofeeva, O.N. Bystrova, S.V. Polovnyak, R.D. Aimanov. Protective Effect of Nitrogen- and Phosphorus-Containing Inhibitors of Hydrogen Sulfide Corrosion of Steel and Their Industrial Testing Under Oil Production and Oil Refining Conditions] // Praktika protivokorrozionnoj zashchity. – 2006. – No. 3. (In Russ.).
6. Vigdorovich V.I., Zavershinskij A.N. [Vigdorovich V.I., Zavershinskiy A.N.] // Zashchita metallov. – 2003. – Vol. 39, No. 1. (In Russ.).
7. Vigdorovich V.I., Zakurnaev S.A. [Effectiveness of Inhibitors of the 'AMDOR' Series Under Carbon Dioxide Corrosion Conditions of Carbon Steel] // Praktika protivokorrozionnoj zashchity. – 2008. – No. 4 (50). (In Russ.).

8. Kenzhaev N.A., Negmatov S.S., Esanmurodov Sh.V., Negmatova K.S., Nomozov S.S., Ikramova M.E. [Investigation of the Physicochemical Properties of Ions in Mineralized Formation Waters of the Kashkadarya Field Boreholes] // Kompozitsionnye materialy.-Tashkent. – 2025. – No. 1. (In Russ.).
9. Kuznetsov Yu.I., Andreev H.H., Ibatullin K.A., Olejnik C.B. [Protection of Steel from Carbon Dioxide Corrosion by Volatile Inhibitors. I. Liquid Phase] // Zashchita metallov. – 2002. – Vol. 38, No. 4. (In Russ.).
10. Moiseeva L.S. [Carbon Dioxide Corrosion of Oilfield Equipment] // Zashchita metallov. – 2005. – Vol. 41, No. 1. (In Russ.).
11. Moiseeva L.S., Pushchina O.I. [Protection of Steel in Aqueous Oilfield Environments Using Combined Corrosion Inhibitors] // Korroziya: materialy, zashchita. – 2004. – No. 8. (In Russ.).
12. Negmatov S.S., Babakhanova M.A., Salimova S.Sh., Rakhimov Kh.Yu., Kosimov Sh.B., Namozov S.S., Saidkulov S.A. [Selection of Research Objects and Study of the Physicochemical Properties of Organomineral Ingredients Based on Local Raw Materials and Industrial Waste for Obtaining Composite Polymer Paint and Varnish Materials] // Kompozitsionnye materialy. – 2025. – No. 4. (In Russ.).
13. Panteleeva A.R. [Protective Properties of a New Water-Soluble Corrosion Inhibitor-Bactericide NAPOR-1010] / A.R.Panteleeva, R.D.Ajmanov // Neftegaz INTERNATIONAL. – 2008. (In Russ.).
14. Panteleeva A.R. [On the Mechanism of Protection of Oilfield Equipment from Corrosion by Corrosion Inhibitors Developed by PAO 'NAPOR'] / L.R.Panteleeva, R. DAjmanov, V.K. Polovnyak, S.V. Polovnyak // Sbornik statej IV Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferentsii. «Zashchitnye i spetsial'nye pokrytiya, obrabotka poverkhnosti v mashinostroenii i priborostroenii». g. Penza. – 2007. (In Russ.).
15. Polovnyak V.K. [Investigation of the 'Inhibitor-Metal' System During Hydrogen Sulfide Corrosion of Steel] / V.K. Polovnyak, R.D. Ajmanov, O.N. Bystrova, S.V. Polovnyak // Praktika protivokorrozionnoj zashchity. – 2007. – No. 4. (In Russ.).
16. Tsygankova L.E., Shitikova E.A., Zvereva A.A. [Tsygankova T.E. The Effect of AMDOR IK-3N Composition on Steel Corrosion in Hydrogen Sulfide-Carbon Dioxide Environments] // Korroziya: materialy, zashchita. – 2010. – No. 12. (In Russ.).
17. Tsygankova L.E. Inhibition of carbon steel corrosion in media with H2S studied by impedance spectroscopy method / L.E. Tsygankova, V.l. Vigdorovich, E.G. Kuznetsova, V.l. Kichigin // Surface and Interface Analysis. – 2008. – Vol. 40, No. 34. – P. 303–306.