

ISSN 2091-5527

№ 4/2025

O'zbekiston

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал

Композиционные материалы

12. Sherali Mamayev, Axmadjan Ibadullayev, Elmira Teshabayeva, Mukhsinjon Tursunaliev and Muxammad-Ayubxon Ikromov. Creation of elastomer-based compositions with special characteristics for the wheel-engine block of thermal locomotives. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345204013>

13. Ibadullaev, A., Teshabayeva, E., Kakharov, B., & Babaev, A. (2022, June). Elastomeric materials based on new ingredients. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2432, No. 1, p. 030021). AIP Publishing LLC. <https://doi.org/10.1063/5.0089726>.

14. A Ibadullaev, D Nigmatova and E Teshabaeva. Radiation Resistance Of Filled Elastomer Compositions. Materials of the III International Scientific and Practical Conference "Actual problems of the fuel and energy complex, mining, production, transmission, processing and environmental protection" (APEC2021) were published in the IOP journal. Conference Series: Earth and Environmental Science. <https://iopscience.iop.org/issue/1755-1315/808/1>

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ СОСТАВОВ АНТИКОРРОЗИОННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ИНГИБИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ НА ИХ ОСНОВЕ

Негматов С.С., Намозов С.С., Саидкулов С.А., Негматова К.С., Абед Н.С., Султанов С.У., Жовлиев Ш.Х., Шодиев Х.Р., Дусмурадов Э.Б.

ГУ «Фан ва тараккиёт»

Аннотация. В статье приведены результаты экспериментальных работ в области исследования и разработки антикоррозионных ингибирующих материалов на основе органоминеральных ингредиентов из местного сырья и отходов производств и покрытий из них.

Ключевые слова. Композиция, наполнитель, антикоррозионные ингибирующие материалы, механизмов нефтегазовые и металлургические отрасли промышленности, промышленные оборудование, агрессивностойкие материалы и покрытие.

Введение. На сегодняшний день во всем мире коррозия металлов является самой распространенной причиной преждевременного разрушения промышленного оборудования, которые ведет к колоссальным убыткам. Известно, что до 75% промышленных оборудования, в том числе оборудования и механизмов нефтегазовой и металлургической отрасли промышленности в странах мира, в процессе эксплуатации подвергается воздействию природных и техногенных агрессивных сред, из которых по экспертным оценкам от 5 до 10% ежегодно выходят из строя, требует ремонта из-за коррозии. [1-3]. В связи с этим особое значение уделяется повышению эффективности исследований в области разработки и получения эффективных антикоррозионных композиционных химических ингибирующих материалов, особенно из отходов производств и покрытий на их основе, позволяющих защищать от коррозии рабочие органы оборудования и механизмов, особенно, испытательных оборудования нефтегазовых скважин.

В республике ведутся определенные работы по производству агрессивностойких материалов и покрытий для защиты от коррозии оборудования и достигнуты определенные результаты в производстве конкурентоспособной продукции [4-6]. Однако разработки ингибиторов и антикоррозионных материалов имеющие комплексные эксплуатационные свойства практически не достаточно изучены.

В этом аспекте проведение исследования по созданию и совершенствованию новых эффективных антикоррозионных ингибирующих композиционных материалов и технологии получения покрытий на их основе для защиты оборудования и механизмов, подвергнутых, коррозионному воздействию нефтегазовой отрасли промышленности республики является востребованным.

В области развития производства композиционных полимерных материалов (КПМ) и покрытий на их основе внесли свой значительный вклад такие зарубежные и отечественные ученые: А. Hayashi, S. Hulemand, R. Morgen, A. D'Amore, D. Jully, G. Akovali, Н.С. Ениколопов, С.Н.Журков, В.В.Коршак, А.А.Берлин, М.С.Акутин, Ю.С. Липатов, А.Д.Яковлев, И.Л.Розенфельд, А.В.Малинин, А.А.Кравцов, К.С. Минскер, М.И.Карякина, Дж.Х.Халиков, С.С.Негматов, А.Т.Джалилов, М.А. Аскарлов, С.Ш.Рашидова, А.Х.Юсупбеков, Ф.А.Магруппов, М.Г. Алимухамедов, Р.С.Тиллаев, Х.И.Акбаров, З.А.Таджиходжаев, М.Ж.Жуманиёзов, Ш.Р.Курамбаев и др.

Исходя из анализа существующих работ, необходимо отметить, что при разработке комплексных свойств ингибиторов коррозии и защитных композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе от коррозии для оборудования и механизмов нефтегазовой и металлургической отрасли практически не достаточно учтены их специфические ингибирующие адгезионные, антикоррозионные и другие физико-

механические свойства, определяющие их работоспособность и долговечность в агрессивных условиях при испытании нефтегазовых скважин и при эксплуатации конструкции металлургической промышленности. Необходимо отметить, что разработка эффективных составов антикоррозионных ингибирующих композиционных материалов и покрытий на их основе с высокими физико-механическими свойствами и технология их получения ещё далеки от своего завершения. Решению этих проблем и посвящена настоящая последовательная работа.

Целью исследования является разработка импортозамещающих новых эффективных составов антикоррозионных ингибирующих композиционных материалов и покрытий на их основе для защиты от коррозии испытательных оборудований, механизмов и технология их получения для нефтегазовой и конструкции металлургической отрасли промышленности.

Объект и методика исследований
Объектом исследования были выбраны госсиполовая смола, являющихся отходом масложирового производства, жидкий аммиак, аминоспирты - моноэтанолламин ($\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$), диэтанолламин ($\text{HN}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_3$), триэтанолламин ($\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_3$), β (N,N-диэтиленаминолэтанолламин) ($\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$). При выполнении диссертационной работы использованы стандартные методы и установки. Условная вязкость определялась по ГОСТ 8420-74, адгезионная прочность по ГОСТ 14-760-69, прочность при изгибе по ГОСТ 4648-71, электрофизические свойства по ГОСТ 6433.2.3.4.-71, теплостойкость на приборе ВИКа, коррозионная стойкость по ГОСТ 120-20-72.

Результаты исследований и их анализ.
Для разработки антикоррозионных композиционных ингибирующих материалов были изучены как компоненты композиции: четвертичные аммониевые соли, амины и диамины ацетиленового ряда, ацетиленовые аминоспирты и их производные (моноэтанолламин ($\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$), диэтанолламин ($\text{HN}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_3$), триэтанолламин ($\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_3$), β (N,N-диэтиленаминолэтанолламин) ($\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$), аминокарбанильные производные и отходы АО «Навои-Азот» образующаяся при производстве ацетальдегида гидратацией ацетилена - кротоновая фракция в качестве побочного продукта, так и свойств разрабатываемых ингибирующих материалов.

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. Железа катализирует процесс полимеризации олефиновых и ацетиленовых углеводородов, способствуя образованию полимерной пленки, препятствующей доступу агрессивных сред к поверхности металла.

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-зарубежа 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.

Таким образом, для создания эффективного ингибитора необходимо сырьё, 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 – моноэтанолламин и диэтанолламин.

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 труб и способствуют проявлению коррозии. Для предотвращения образования солевых отложений на поверхности оборудования следует покрывать защитными слоями, также химическим методом при добавлении ингибиторов солеотложения.

Для защиты металлических труб испытательных оборудований в лаборатории «Механохимическая технология композитов и

химических реагентов» ГУ «Фан ва тараккиёт» разработан новый состав антикоррозионной покрытий от коррозии агрессивных сред, образующих на поверхности металла гидрофобную защитную пленку.

Наилучшими ингибиторов коррозии среды полученных ингибиторов обладает полученных на основе моноэтаноламина. Это по все вероятности связано с соотношением амидных и гидроксилных групп, входящих в структуру ингибиторов коррозии.

Для получения антикоррозионных композиционных ингибирующих материалов использованы различные соотношения аминспиртов и гудрона – 1:2, 1:4, 1:10.

Сначала нагревали госсиполовую смолу при температуре 90-100 °С и амидировали водным раствором аммиаком добавляли расчетной количеством моноэтаноламина. Хорошо перемешивали 30-40 минут. Получилось однородная масса, и разбавляли

газоконденсатом до нужного вязкости и перемешивали 20-30 минут.

Полученная композиция было исследовано в качестве ингибитора коррозии газоконденсатной и водных средах согласно ГОСТ 9.506 гравиметрическим методом металлических пластинок стали марки Д размером 40x20x2 при различных концентрациях и нашли оптимальные соотношенные компонентов для дальнейший разработке ингибитора коррозии. Самый эффективный степень защиты металла от коррозии показал состав 1:4, условно названный ИК-ГС-2.

Результаты лабораторных испытаний на коррозионностойкость разрабатываемых антикоррозионных ингибирующих композиционных материалов марки ИК-ГС-2 при Т-20-25 °С на стали марки Д в среде газоконденсат: вода (1:1) приведены в таблице 1 и 2.

Таблица 1

Влияние время испытаний на защитные свойства разрабатываемого антикоррозионного ингибирующего материала ИК-ГС-2 при комнатной температуре

Концентрации ингибитора, г/л	Продолжительность эксперимента, час	Скорость коррозии, м ² ·ч	Степень защиты, %	Примечание
0,25	24	0,023	86,0	
0,25	72	0,047	83,0	
0,50	24	0,035	94,0	
0,50	72	0,024	91,0	
1,0	24	0,026	93,0	
1,0	72	0,018	93,0	

Лабораторные исследования показывает, что при концентрации ингибитора 0,5 г/л продолжительности 24-72 ч степень защиты составляет 91-94%.

Для оценки влияния концентрации сероводорода на защитные свойства исследования провели в газоконденсатном среде, результаты которых приведены в табл. 2.

Таблица 2

Влияние концентрации сероводорода на защитные свойства разрабатываемого антикоррозионного ингибирующего материала ИК-ГС-2 при Т-20-25 °С

Концентрация H ₂ S в газоконденсате, г/л	Средняя потеря массы, г	Средняя скорость коррозии, г/м ² ·ч	Скорость коррозии без ингибитора, г/м ² ·ч	Степень защиты, %
0,5	0,00091	0,0230	0,69	96,6
1,0	0,00083	0,0200	0,90	97,7
2,0	0,00065	0,0160	0,84	96,0
3,0	0,0011	0,0275	0,51	95,0
5,0	0,0012	0,0285	0,70	95,0

Как видно из данных таблицы 2 при концентрации сероводорода 0,5-2,0 г/л при нормальных условиях наблюдается определенный синергизм, дальнейшее возрастание концентрации сероводорода в среде снижает степень защиты ингибитора, концентрации сероводорода 1 г/л степень защиты составляет 97,7%, а в углекислотную среде 82%.

Для создания антикоррозионного покрытия использованы также госсиполовая смола с

различными сиккативами пластификаторами. Сиккативы окисляями металлов – кобальт, кальций, цинк, алюминий. Опробировано более 20 композиций в различных соотношениях используемых компонентов, по результати экспериментальный показатиль самый эффективный сиккатив-окись цинка.

Характеристика разработанного антикоррозионного ингибирующего композиционного материала и покрытий на их основе приведено в таблице 3.

Таблица 3

Характеристика разработанного антикоррозионного ингибирующего композиционного материала и покрытия из них

№	Наименования показателя	Норма	Метод испытаний
1	Наличие механических примесей	отсутствует	ГОСТ 64-77 п.3.3
2	Цвет и внешний вид пленки покрытия	От темно-коричневого до черного гладкая, поверхность без морщин	ГОСТ 14871-76
3	Условная вязкость при 20±5 ⁰ С, с	70-80 с	ГОСТ 8420-74
4	Время высыхания до степени 3, при 20±5 ⁰ С, мин.	30-60	ГОСТ19007-73
5	Адгезия, балл	1-2	Метод реметчатых надрезов
6	Стойкость пленки при 20±2 ⁰ С - к действию воды, - к действию кислоты	устойчив устойчив	

Примечание: допускается повышение вязкости при хранении, если разбавлении газоконденсатом до вязкостью 50-70 с при 20±5⁰С покрытие соответствует требованиям.

Вывод. На основе проведенных экспериментальных испытаний и их анализа было установлено, что органические соединения типа ацетиленовых аминов, аминокарбонильных производных, алкилфенолов, четвертичных аммониевых солей с кротоновым альдегидом при конденсации образуют высокоэффективные ингибиторы в процессе коррозии стали в агрессивной среде (сероводородная и углекислотная).

На основе исследования и анализа химические составы, структура и физико-химическое строение органических соединений на их ингибирующие свойства при синтезе веществ для повышения защитного действия ингибитора коррозии рекомендована иметь в структуре вещества, сопряженные с атомом азота и дополнительную функциональную группу, а так же длинные алкильные радикалы (C₉-C₁₉).

Показано, что при формировании физико-химических свойств композиционных ингибирующих антикоррозионных материалов больше роль играет вид и содержание

органических ингредиентов и отходов производств масложирового комбината-госсиполовая смола, имеющая в своем составе полимеризованные жирные кислоты и расщепленный госсипол фенольных соединений, а также азотсодержащие вещества, и отход - кротоновый альдегид производства АО «Навоiazot» образующиеся при производстве ацетальдегида для получения композиционных химических ингибиторов коррозии.

Установлено, что при покрытии разработанными антикоррозионными ингибирующими композиционными материалами рабочей поверхности металлических насосно-компрессорных труб и стальных труб испытанной оборудований дефект не наблюдалось.

Рекомендован новый состав антикоррозионного ингибирующего композиционного материала, который на поверхности металла образует гидрофобную защитную пленку – покрытия для защиты металлических труб и других оборудований, который условно назван ИК-ГС.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антропов Л.И., Почребева И.С. В кн. Коррозия и защита от коррозии. М.; ВНИИТИБ 1973. – Т.2. – С. 27-112.
2. Рождественский Ю.Г., Низамов К.Р., Калимулин А.А. Создание и применение ингибиторов коррозии и ингибированных материалов в нефтепереработке и нефтехимии // Тез. докл Всес-н. науч.-техн. конф. Л.; НПО «Леннефтехим», 1981. – С. 84-85.
3. Гераскин В.И., Кириллов А.П., Низамов Н.Ф. Основные направления решения проблем противокоррозионной защиты оборудования Астраханского ГКМ //Материалы НТС «Научно-технические решения по повышению эффективности ингибиторов коррозии». М.; ООО «ИРЦ Газпром», 2000, -С. 19-35.
4. Гафаров Н. А., Холзаков Н. В., Маняченко А.В. и др. Проблемы повешения надёжности защиты от коррозии оборудования Оренбургского НКМ. // Материалы «Научно-технические решения по повышению эффективности ингибиторов коррозии». М.; ООО «ИРЦ Газпром», 2000, -С. 3-19.
5. Иванов С.И., Нургалиев Д.М. Исследования, технологическая оценка и внедрение новых ингибиторов коррозии для защиты оборудования и газопроводов, работающих в коррозионных средах ОГКМ (Оренбургского газохимического комплекса) // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2005, №7, - С. 54-78.
6. Мирсагатов М.Т., Шодиев Х.Р., Негматов С.С. Об актуальности разработки антикоррозионных полимерных и лакокрасочных композиционных материалов и покрытий на их основе для защиты различных технологических оборудований и изделий от коррозии. //Композиционные материалы.-Ташкент, 2011. № 1, –С. 74-76.

3. Разработка и технология получения композиционных материалов

Собиров Ж.С., Самандаров Х.О., Ибадуллаев А., Тешабаева Э.У. Эластомерная композиция со специфическими свойствами	67
Негматов С.С., Намозов С.С., Саидкулов С.А., Негматова К.С., Абед Н.С., Султанов С.У., Жовлиев Ш.Х., Шодиев Х.Р., Дусмурадов Э.Б. Исследование и разработка эффективных составов антикоррозионных композиционных ингибирующих материалов и покрытий на их основе	71
Турахужаева Ш.Н., Шарипов К.А., Каримов К.А., Мардонакулов Ш.У. Состав флюса для восстановления алюминия из его оксидов	75
Adinayev X.A. Shaffof-rangsiz shisha namunalari sintezi va ularning fizik-kimyoviy xossalari	76
Yakubov M.M., Sunnatov J.B., Maqsudxo‘jayeva M.S. Mineral va texnogen xom ashyolardan nodir metallar eritish usuli bilan ajratib olishni tadqiq etish	79
Yusupov Sh.F., Yusupov S.K., Kadirov H.E., Temirov G.B., Yusupov D.B. Rheological characterization of sulfanol-based surfactant systems	81
Сайназарова М.М. Совершенствование рецептурно-технологических решений эластомерных композиций	83

4. Прикладные, экономические и экологические аспекты применения композиционных материалов

Мардонакулов Ш.У., Каримов К.А., Турахужаева Ш.Н., Махмудов Ф.М., Носирхужаев И.А. Тураходжаев Н.Д. Обеспечение ресурсосбережения при плавке алюминиевых сплавов	86
Yodgorov B.O., Komilov Q.O‘., Kurbanova A.Dj., Muxamedov G‘.I. Filtrlanishiga qarshi ekran sifatida karbamido-formaldegid oligomeri asosidagi interpolimer komplekslardan foydalanish	87
Ho‘jiyev Sh.T., Xolikulov D.B., Xaydaraliyev X.R., Javliyev S.S., Movlanov A.S. Sfaleritni marganes dioksidi bilan oksidlovchi tanlab eritishning termodinamik imkoniyatlarini baholash	90
Азимова Ш.А. Перспективы вторичной переработки органических компонентов отходов щелочной очистки пирогаза	93
Панжиев А.Х., Холлиева Ш.О., Шодмонов Б. Шўртаннефтгаз МЧЖ чиқинди экспанзер газлари асосида кальций цианамид олиш кинетикаси	96
Turakhujaeva Sh.N., Sharipov K.A., Karimov K.A., Mardonakulov Sh.U., Turakhujaeva A.N. The role of alloying elements in improving the mechanical properties of aluminum-magnesium alloys: an overview and an ecological analysis	99
Сайназарова М.М., Содикова М.Р., Абдумавлянова М.К. Использование вторичных технологических шлаков медно-молибденового производства в качестве ингредиента резиновых смесей	101
Турдиев Ш.Ш., Салохиддинов Ф.А. Анализ показателей конверсии сырья в процессе пиролиза	103
Каршиев М., Файзиев М.М. Исследование влияния вида обработки поверхности деталей почво-обрабатывающих машин на адгезионную прочность напыляемого покрытия	106

5. Методы исследования, приборов и оборудования композиционных материалов

Qayumjonov O.R., Yusupov M.O., Sherquziyev D.Sh. Tarkibida nikel, azot va NPK saqlagan ftalosiyanin pigmentining olinishi va infraqizil spektirini tadqiq qilish	108
Турахужаева Ш.Н., Шарипов К.А., Каримов К.А., Мардонакулов Ш.У., Тураходжаев Н.Д. Метод применения композиционного модификатора для плавки алюминиевых и магниевых сплавов	110
Turobov Sh.N., Boymurodov N.A., Xo‘jakulov A.M. Tarkibida volfram bo‘lgan texnogen chiqindilarni granulometrik tarkibini aniqlash bo‘yicha eksperimental tahlili	112
Турсунов А.С., Турдалиев У.М., Оразимбетова Г.Ж. Исследование структура глауконита по методом электронно-микроскопического анализа	117
Ermatov R.K., Doliyev G‘.A., Mamajanov S.B. Methods for obtaining electrode coatings from local raw materials	120