

7universum.com  
**UNIVERSUM:**  
**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**UNIVERSUM:**  
**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

Научный журнал  
Издается ежемесячно с декабря 2013 года  
Является печатной версией сетевого журнала  
Universum: технические науки

Выпуск: 11(92)

Ноябрь 2021

Часть 4

Москва  
2021

УДК 62/64+66/69

ББК 3

U55

**Главный редактор:**

*Ахметов Сайранбек Махсутович*, д-р техн. наук;

**Заместитель главного редактора:**

*Ахмеднабиев Расул Магомедович*, канд. техн. наук;

**Члены редакционной коллегии:**

*Горбачевский Евгений Викторович*, канд. техн. наук;

*Демин Анатолий Владимирович*, д-р техн. наук;

*Елисеев Дмитрий Викторович*, канд. техн. наук;

*Звездина Марина Юрьевна*, д-р. физ.-мат. наук;

*Ким Алексей Юрьевич*, д-р техн. наук;

*Козьминых Владислав Олегович*, д-р хим. наук;

*Ларионов Максим Викторович*, д-р биол. наук;

*Манасян Сергей Керопович*, д-р техн. наук;

*Мажидов Кахрамон Халимович*, д-р наук, проф;

*Мартышкин Алексей Иванович*, канд.техн. наук;

*Мерганов Аваз Мирсултанович*, канд.техн. наук;

*Пайзуллаханов Мухаммад-Султанхан Саидвалиханович*, д-р техн. наук;

*Серегин Андрей Алексеевич*, канд. техн. наук;

*Усманов Хайрулла Сайдуллаевич*, канд.техн. наук;

*Юденков Алексей Витальевич*, д-р физ.-мат. наук;

*Tengiz Magradze*, PhD in Power Engineering and Electrical Engineering.

**U55 Universum: технические науки:** научный журнал. – № 11(92). Часть 4.

М., Изд. «МЦНО», 2021. – 104 с. – Электрон. версия печ. публ. –

<http://7universum.com/ru/tech/archive/category/1192>

ISSN : 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2021.92.11-4

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2021 г.

## Содержание

<b>Химическая технология</b>	<b>5</b>
ИК-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ И ТЕРМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПЛЕКСНОГО СОЕДИНЕНИЯ КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩЕГО ИОНИТА С d-МЕТАЛЛАМИ Абдувалиева Мукаддам Жуманазаровна Касимов Шерзод Абдузаирович Тураев Хайит Худайназарович Шарофов Мирзохаёт Нуриддинович	5
СНИЖЕНИЕ ОПЕРАЦИОННЫХ ЗАТРАТ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ОПТИМАЛЬНОГО СООТНОШЕНИЯ АМИНОВ НА СЕРООЧИСТНОЙ УСТАНОВКЕ ГАЗЛИЙСКОГО ГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА Абдурахимов Мухаммад Анварович	9
ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО И ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ПИРОЛИЗНОГО ДИСТИЛЛЯТА Асадова Дилнавоз Файзуллоевна Хайитов Руслан Рустамжонович	14
ПЕЧАТНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ ВИДОВ БУМАГ Буланов Исмоил Абдулмуминович Усманов Диёр Хайруллаевич	20
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДУКТОВ РЕАКЦИИ БЕНЗАЛЬДЕГИДА С ДИЭТАНОЛАМИНОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИЕЙ Губайдуллин Ринат Шавкатович Алимухамедов Музафар Ганиевич Адилов Равшан Иркинович	24
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИТЕРМЫ РАСТВОРИМОСТИ СИСТЕМЫ $\text{NaClO}_3 \cdot 2\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{C}_6\text{H}_{17}\text{O}_7\text{N}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ Дадамухамедова Нилуфар Абдурашидовна Абдикаюмова Мохинур Абдурашидовна Ахмаджонова Манзурахон Холдаровна Абдумавлонова Муниса Тойир кизи Тогашаров Ахат Салимович	29
МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ КАТАЛИЗАТОРА ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКОГО СЕНСОРА Даминов Гулом Назиркулович Мамарахмонов Мухаматдин Хомидович Анварова Сурайё Бахтиеровна Буриев Рашидбек Уктамжонович	33
НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДИИЗОЦИАНАТА С ЗАМЕЩЕННЫМИ ФЕНИЛ-АЗО-ТИМОЛАМИ Ибрагимов Абдумалик Азизович	36
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ НОВОГО АЗОКРАСИТЕЛЯ ДЛЯ ОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ Исмаилов Бобурбек Махмуджанович Махсумов Абдухамид Гафурович	41
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ И КОНЦЕНТРАЦИОННОЙ ЗАВИСИМОСТИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНГИБИТОРОВ НА ОСНОВЕ $\alpha$ -АМИНОКЕТОНОВ Курбанов Мингникул Жумагулович Рахматова Гузал Ботировна	44
ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕНЗОЛСОДЕРЖАЩЕЙ ФРАКЦИИ АВТОМОБИЛЬНОГО БЕНЗИНА ХРОМАТО – МАСС – СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ Муртазаев Ферузбек Исматович Махмудов Мухтор Жамолович Наубеев Темирбек Хасетуллаевич	49
ВЫДЕЛЕНИЕ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ АВТОМОБИЛЬНОГО БЕНЗИНА С ЦЕЛЬЮ ДОВЕДЕНИЯ ЕГО ДО НОРМ ЕВРО-5 Муртазаев Ферузбек Исматович Махмудов Мухтор Жамолович Наубеев Темирбек Хасетуллаевич	52

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ И КОНЦЕНТРАЦИОННОЙ ЗАВИСИМОСТИ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНГИБИТОРОВ НА ОСНОВЕ  $\alpha$ -АМИНОКЕТОНОВ****Курбанов Мингникул Жумагулович**

канд. хим. наук, доц. кафедры химии,  
Каршинского госуниверситета,  
Республика Узбекистан, г. Карши  
E-mail: [kurbanovmj@mail.ru](mailto:kurbanovmj@mail.ru)

**Рахматова Гузал Ботировна**

канд. техн. наук,  
Каршинского инженерно-экономического института,  
Республика Узбекистан, г. Карши.  
E-mail: [rahmatova85guzal@mail.ru](mailto:rahmatova85guzal@mail.ru)

**APPLICATION OF THE TEMPERATURE AND CONCENTRATION DEPENDENCE  
OF THE EFFECTIVENESS OF INHIBITORS BASED ON  $\alpha$ -AMINO KETONES****Mingnikul Kurbanov**

Candidate of Chemical Sciences,  
Associate Professor of the Department of Chemistry,  
Karshi State University,  
Uzbekistan, Karshi

**Guzal Rakhmatova**

Candidate of Technical Sciences,  
Karshi Engineering and Economic Institute,  
Uzbekistan, Karshi

**АННОТАЦИЯ**

Исследованы антикоррозионные свойства  $\alpha$ -аминокетоны тиаинданового и тиохроманового ряда в растворе 15%-ной соляной и 20%-ной серной кислоты. Установлено, что исследуемые соединения в этих средах проявляют высокие защитные свойства при кислотной коррозии.

**ABSTRACT**

The anticorrosive properties of  $\alpha$ -amino ketones of the thiaindane and thiochroman series in a solution of 15% hydrochloric and 20% sulfuric acid have been studied. It was found that the compounds under study in these environments exhibit high protective properties against acid corrosion.

**Ключевые слова:** тиаиндан, тиохроман, ингибитор, аминокетоны, коррозия, гравиметрия, вторичный амин.  
**Keywords:** thiaindan, thiochroman, inhibitor, amino ketones, corrosion, gravimetry, secondary amine.

Повреждение стальных компонентов коррозией является неотложной проблемой, которая требует должного внимания и мудрости научного сообщества, чтобы избежать экономических и социальных потерь. Это вызывает серьезную озабоченность в промышленности из-за риска для целостности завода и снижения эффективности нефтеперерабатывающих и газоперерабатывающих заводов. Применение ингибиторов коррозии является одним из эффективных методов предотвращения коррозии. Исследования ингибиторов коррозии являются важными долгосрочными инвестициями и имеют стратегическое значение в связи с экономическим и экологическим

аспектом коррозии. В нашей стране достигнуты значительные успехи в разработке теории защиты металлов от коррозии ингибиторами, полученными целенаправленным синтезом. С целью направленного синтеза получения наиболее эффективных гетерополифункциональных соединений, используемых в качестве ингибитора коррозии, мы приступили к систематическому изучению поведения органических соединений с различными гетероатомами и функциональными группами. Предполагается, что ингибирование коррозии в растворе происходит за счет адсорбции ингибитора на поверхности металла.

Характер адсорбции определяется различными факторами, такими как тип агрессивной среды, природа и заряд металла, заряд и дипольный момент ингибитора и т.д. Сложный характер коррозии, а также адсорбции затрудняет предвидение единого механизма адсорбции. Как было предложено несколькими авторами, взаимодействие между протонированной формой ингибитора и отрицательно заряженной поверхностью раздела металл-раствор создает защитную пленку, которая предотвращает контакт металла с агрессивной средой (физическая сорбция) [1, 16657-16668], [2, 82-95]. Применение гравиметрического метода определения антикоррозионных характеристик синтезированных ингибиторов, несмотря на некоторые его ограничения, он простой и информативностью позволяют напрямую оценивать эффективность действия ингибиторов без применения сложного и дорогостоящего оборудования, получая при этом большой массив данных за короткие сроки испытания [3, 1270-1298]. В данной части исследования определены ингибирующие свойства  $\alpha$ -пиперидино-5ацетил-2-метил-1-тиаиндан (АИТ-1),  $\alpha$ -морфалино-5-ацетил-2-метил-1-тиаиндан (АИТ-2),  $\alpha$ -пиперидино-6-ацетил-1-тиохроман (АИТ-3) и  $\alpha$ -морфалино-6-ацетил-1-тиохроман (АИТ-4) при различной температуре. Ингибирующие свойства соединений исследовались гравиметрическим способом на образцах из трубной стали Ст-3, размером 40x20x3 мм. Коррозионно-

агрессивной средой служили растворы 15%-ной HCl, и 20%-ной H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 1M HCl и 1M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Полученные результаты приведено ниже в виде таблицы.

В таблице 1 представлены результаты изучения ингибирующего действия АИТ-1 и АИТ-2 в растворах 15%-ной HCl и 20%-ной H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> при 20<sup>0</sup>C. Как видно из данных таблиц повременем, с повышением концентрации эффективность ингибиторов увеличивается. В растворе серной кислоты эффективность АИТ-1 и АИТ-2 несколько выше, чем в соляной кислоте. Зависимость коэффициента торможения коррозии Ст-3 в 15% HCl и 20% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> при 20<sup>0</sup>C от концентрации изучаемых соединений АИТ-1 и АИТ-2, с добавлением 10<sup>-4</sup> моль/л (25 мг/л) ингибитора скорость растворения резко снижается. При дальнейшем увеличении концентрации ингибитора от 4x10<sup>-3</sup> до 2x10<sup>-3</sup> моль/л (100 до 500 мг/л) коэффициент торможения почти остается одинаковым. В растворе серной кислоты эффективность ингибиторов возрастает примерно прямолинейно с увеличением концентрации ингибитора. Коэффициент торможения ингибиторов АИТ-1 и АИТ-2 при концентрациях 1x10<sup>-4</sup> и 4x10<sup>-4</sup> моль/л во времени возрастает. При повышении температуре защитное действие  $\alpha$ -аминокетон-1-тиаинданового и 1-тиохроманового ряда соляной и серной кислотах непрерывно возрастает. В таблице 1 приведено результаты исследования ингибирующей способности АИТ-1 и АИТ-2.

Таблица 1.

Результаты исследования ингибирующей способности соединений типа АИТ при 20 °С в 15% HCl и 20% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Шифр ингибитора	Количество ингибитора мг/л	Время, час	15% HCl			20% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		
			K <sub>г/м<sup>2</sup>ч</sub>	$\gamma$	Z%	K <sub>г/м<sup>2</sup>ч</sub>	$\gamma$	Z%
АИТ-1	50	2	0,84	23,80	95,80	1,84	16,64	93,99
		4	0,89	23,59	95,76	0,97	30,61	96,73
		6	0,84	27,26	96,33	0,95	31,78	96,85
	100	2	0,46	43,47	97,70	0,87	35,97	97,22
		4	-	-	-	0,93	31,93	96,86
		6	-	-	-	0,92	32,82	96,95
	250	2	0,48	41,66	97,60	0,50	62,60	98,40
		4	0,33	55,26	98,12	0,45	66,00	98,48
		6						
	500	2	0,48	41,66	97,60	0,48	65,20	98,46
		4	0,36	58,33	98,28	0,36	82,50	98,78
		6	0,31	73,87	98,64	0,39	77,43	98,70
	1000	2	0,55	36,36	97,25	0,38	82,36	98,78
		4	0,45	46,66	97,85	0,34	87,35	98,85
		6	0,39	58,71	98,29	0,36	83,88	98,80
АИТ-2	25	2	1,15	17,39	94,25	0,95	32,94	96,96
		4	1,16	18,10	94,47	-	-	-
	100	2	0,89	22,47	95,55	0,89	35,16	97,15
		4	0,78	26,92	96,28	-	-	-

Шифр ингибитора	Количество ингибитора мг/л	Время, час	15% HCl			20% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		
			K <sub>г/м<sup>2</sup>ч</sub>	γ	Z%	K <sub>г/м<sup>2</sup>ч</sub>	γ	Z%
250	250	2	0,59	33,89	97,05	0,53	59,05	98,30
		4	0,49	42,85	97,66	-	-	-
500	500	2	0,48	41,66	97,60	0,34	92,05	98,91
		4	0,39	53,84	98,14	-	-	-
1000	1000	2	0,35	57,14	98,25	0,20	156,5	99,36
		4	0,38	55,26	98,19	-	-	-

Повышение концентрации исследуемых соединений в растворе до 1000 мг/л (0,004 моль/л) способствует росту их защитного действия до 95,3-99,6%. Защитные действия ингибиторов АИТ-3 и АИТ-4 в серной кислоте выше, чем в соляной кислоте. Как видно из данных таблицы 2 изучаемые ингибиторы АИТ-3 и АИТ-4 проявляют высокое ингибирующее действия (92-98%) в 15%-ном HCl и в 20%-ном H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> даже при такой незначительной concentra-

ции как 50 мг/л. Наиболее эффективными ингибиторами коррозии в растворе HCl являются соединения с морфолиновым радикалом (АИТ-4), которые уже при концентрации 50 мг/л в системе уменьшает скорость коррозии в 30 раз, а при концентрации 1000 мг/л в 50 раз. АИТ-4 (табл.2) проявляет более высокие величины степени защиты (Z%) в растворах со всеми кислотными добавками, что, очевидно, связано с формированием более прочных защитных пленок на поверхности стали.

Таблица 2.

#### Результаты исследования эффективности ингибиторов коррозии при 20 °С в 15% HCl и 20% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Шифр ингибитора	Количество ингибитора, мг/л	Время час	15% HCl			20% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		
			K <sub>г/м<sup>2</sup>ч</sub>	γ	Z%	K <sub>г/м<sup>2</sup>ч</sub>	γ	Z%
АИТ-3	50	2	1,77	11,31	91,15			
		4	1,50	14,00	92,86			
		6	1,17	19,61	94,90			
	1000	2	0,94	21,29	95,30	0,40	78,25	98,72
		4	0,68	30,88	96,76	0,35	84,86	98,82
		6	0,59	38,88	97,42	0,52	58,12	98,91
АИТ-4	50	2	0,68	29,42	96,60	0,44	71,14	98,59
		4	0,58	36,20	97,23	0,26	114,2	99,12
		6	0,48	47,79	97,90	0,33	91,58	98,91
	1000	2	0,50	40,02	97,50	0,17	184,0	99,46
		4	0,30	70,00	98,57	0,15	198,0	99,49
		6	0,30	76,46	98,69	0,14	215,8	99,54

Эффективность ингибиторов АИТ-1, АИТ-2, АИТ-3 и АИТ-4 в предотвращении коррозии стали Ст-3 в 1000 мг/л в 15% HCl и 20% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> был прежде всего проверен с использованием измерений потери веса при 60-95,5°С после 6 ч погружения. Потеря веса образцов из стали Ст-3 до и после погружения может быть использована для оценки таких параметров коррозии, как скорость коррозии (γ) и эффективность ингибирования (Z%) при различных концентрациях, с использованием следующих

уравнений и полученные результаты приведены в таблице 3.

$$K = \frac{m_1 - m_2}{s \cdot t} \cdot 1000 \text{ g/m}^2$$

где: m<sub>1</sub> – масса образца до испытания в граммах, m<sub>2</sub> – масса образца после испытания в граммах, s – площадь поверхности образца в квадратных метрах (m<sup>2</sup>) и t- продолжительность опыта, в час.

Таблица 3.

**Результаты исследования эффективности ингибиторов коррозии  
при различной температуре в 15% HCl и 20% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**

Шифр ингибитора	Среда %	Количество ингибитора мг/л	Время час	60°C			95,5°C		
				K <sub>г/м<sup>2</sup>ч</sub>	γ	Z%	K <sub>г/м<sup>2</sup>ч</sub>	γ	Z%
АИТ-3	HCl 15%	1000	1	-	-	-	61,74	51,4	88,05
			2	3,16	106,50	99,06			
			4	3,01	122,53	99,18			
			6	3,81	106,91	99,06			
АИТ-4	HCl 15%	1000	1	-	-	-	68,66	46,19	79,84
			2	7,07	51,46	98,06			
			4	6,06	63,14	98,42			
			6	6,74	59,20	98,31			
АИТ-3	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 20%	1000	1	-	-	-	5,38	543,5	99,82
			2	1,28	338,64	99,70			
			4	1,35	372,07	99,73			
			6	1,20	394,78	99,75			
АИТ-4	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 20%	1000	1	-	-	-	8,30	351,6	99,72
			2	3,01	144,01	99,31			
			4	3,37	149,05	99,33			
			6	2,90	163,36	99,39			

С повышением температуры до 60-90°C (табл.3.) ингибирующие действия АИТ-3 и АИТ-4 в соляной кислоте возрастает, а далее слабеет. В серной кислоте повышение температуры до 90-95°C способствует улучшению ингибирования коррозионного процесса. При этом степень защиты возрастает от 98,66% ( $\gamma=74-184$  при 20°C) до 99,8% ( $\gamma=201-542$  при 95°C). Изучаемые соединения по своим защитным свойствам стабильны во времени в растворах соляной и серной кислот. Как видно из полученных результатов исследуемые ингибиторы уже при концентрации 1000 мг/л в соляной кислоте 75-140 раз, а при концентрации 50 мг/л в соляной кислоте тормозят коррозию Ст-3 в 12-32 раза. Повышение температуры

в исследуемых растворах защитное действие ингибиторов типа АИТ соляной и серной кислот непрерывно возрастает.

Зависимость потери массы от времени для стали Ст.3. в 20% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> с ингибиторами изображены на рисунке 1. Из полученных графиков видно, что величина потеря массы металла значительно уменьшаются в присутствии ингибиторов по сравнению с контрольным раствором кислоты. Также было установлено, что скорость коррозии находится в обратной зависимости от концентрации ингибиторов и увеличивается вместе с повышением температуры для всех испытываемых композиций ингибиторов типа АИТ.

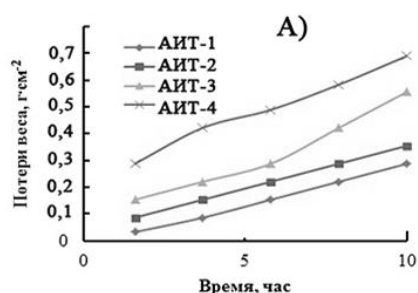


Рисунок 1. Зависимость потери массы от времени для стали Ст.3. в 20% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

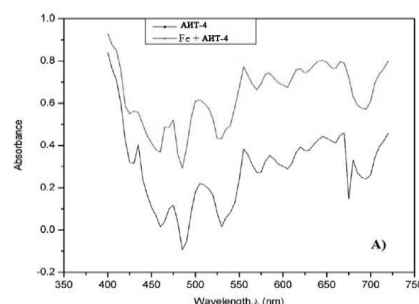


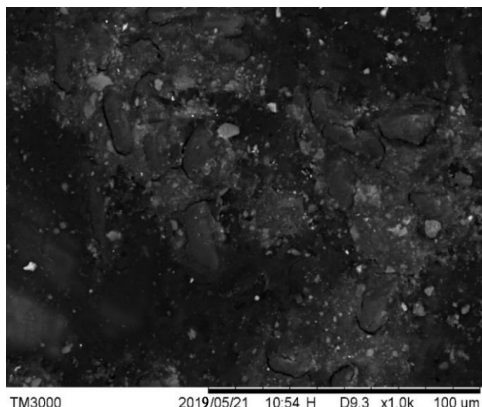
Рисунок 2. УФ-спектры 1М раствора H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, содержащего 1000 мг/л ингибитора АИТ-4

Чтобы подтвердить возможность образования комплекса In-Fe, использовали УФ - спектры поглощения, полученные данные из 1М раствора H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, содержащего 1000 мг/л ингибиторов АИТ-4 до и после 6 часов погружения стали и приведены полученные спектры на рисунке 2. В рисунке показано

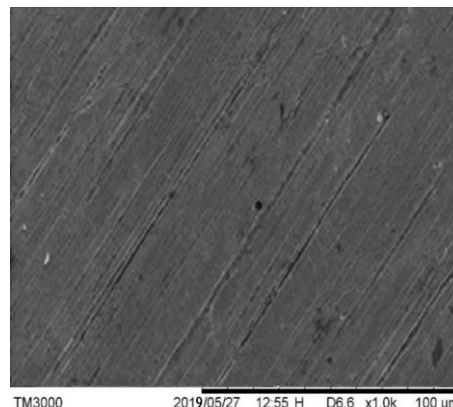
отклонение значений поглощения и их интенсивности. После погружения стали в раствор для ингибиторов АИТ-4 наблюдаются увеличение абсорбции. Это свидетельствует о формировании комплекса между Fe<sup>2+</sup> и функционально-активными группами ингибиторов. Образование этого комплекса может быть причиной

наблюдаемого отклонения в абсорбции и его значения интенсивности, и это может быть причиной антикоррозийной активности ингибиторов. Сканирующие электронные микрофотографии (СЭМ) изображения были сделаны для оценки защитной способности АИТ-4 в отношении коррозии стали Ст-3 в 1 М НСl. На рисунке 3 показаны сканирующие

электронные микрофотографии поверхности погруженной в 1 М НСl в отсутствие и в присутствии ингибитора АИТ-4, чтобы подтвердить эффективность АИТ-4 в качестве ингибитора коррозии. Пониженная скорость коррозии стали Ст-3 в 1 М НСl в присутствии АИТ-4 четко подтверждается меньшим количеством трещин на рисунке 3.



*Без ингибитора в растворе  
1М НСl*



*С ингибиторами в растворе  
1М НСl*

**Рисунок 3. СЭМ-микрофотография стали Ст-3 в 1 М НСl + АИТ-4**

Таким образом, в ходе гравиметрического исследования антикоррозионных возможностей ингибиторов синтезированных на основе реакций взаимодействия бромацетил-1-тиаинданов и бромацетил-1-тиохроманов с вторичными циклическими аминами установлены их ингибирующее действие кислотной коррозии конструкционной углеродистой стали марки Ст-3. У всех синтезированных ингибиторов присутствие атома серы связанного с одной стороны с фенилом и с другой стороны полуароматического цикла передает молекулы способность

к прочной хемосорбционному типа адсорбции, благодаря чему ингибиторы типа АИТ проявляют довольно высокие защитные свойства. Ингибиторы  $\alpha$ -аминокетонов 1-тиаинданового и 1-тиахроманового ряда являются эффективными ингибиторами и они могут быть использованы при очистке поверхности стали от ржавчины, минеральных отложений, при кислотной обработке нефтегазодобывающих скважин и других отраслях народного хозяйства.

#### Список литературы:

1. A. Kokalj, S. Peljhan, M. Finšgar, I. Milošev, What determines the inhibition effectiveness of ATA, ВТАН, and ВТАОН corrosion inhibitors on copper., J Am. Chem. Soc. 132 (2010) 16657–16668.
2. M. Finšgar, D. Kek, Merl, 2-mercaptobenzoxazole as a copper corrosion inhibitor in chloride solution: electrochemistry, 3D-profilometry, and XPS surface analysis, Corros. Sci. 80 (2014) 82–95.
3. S. Nešić, W. Sun, 2.25 – Corrosion in acid gas solutions, in: J.A.R. Tony (Ed.), Shreir's Corrosion, Elsevier, Oxford, 2010, pp. 1270–1298.