

ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА РЯДА ИНГИБИТОРОВ СЕРОВОДОРОДНОЙ И УГЛЕКИСЛОТНОЙ КОРРОЗИИ СТАЛИ

Л.Е. Цыганкова¹, О.А. Фоменков¹, О.В. Комарова¹,
Абубакер Сакаф Омер²

ГОУ ВПО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина» (1),
Аденский государственный университет, кафедра химии, Йемен (2)

Представлена членом редколлегии профессором В.И. Коноваловым

Ключевые слова и фразы: ингибитор; пластичность стали; сероводородная и углекислотная коррозия; твердофазная диффузия.

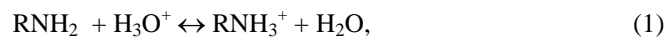
Аннотация: Изучено влияние ряда ингибиторов на коррозионную стойкость углеродистой стали в имитате пластовой воды, насыщенной H₂S и CO₂ раздельно и совместно. Исследуемые ингибиторы замедляют диффузию водорода в сталь и способствуют сохранению ее пластичных свойств. Показано существование корреляции между торможением проникновения водорода в металл и сохранением его пластичности в присутствии ингибиторов.

Введение

В связи с возрастанием добычи сернистых нефтей, содержание H₂S в которых достигает 500 мг/л [1], в последние годы отмечается усиленное повреждение металлического оборудования нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности из-за сероводородной коррозии.

Сероводород обладает уникальными агрессивными свойствами и способствует разрушению металлических конструкций в результате электрохимической, а также химической коррозии и водородного охрупчивания. Интенсивность сероводородной коррозии возрастает с повышением парциального давления сероводорода и концентрации сульфидов [2]. К особенностям ингибирования в сероводородсодержащих средах относится наблюдаемое на практике синергетическое действие добавки и H₂S. Органические добавки вступают в химическое взаимодействие с сероводородом, образуя на поверхности металла нерастворимые соединения, представляющие фазовый барьер [1].

В работе [3] представлен следующий механизм усиления ингибирования аминами в присутствии H₂S:



Для газовых и нефтяных месторождений характерна также углекислотная коррозия, концентрация углекислого газа в которых может достигать 0,7...1,6 % [4].

К особенностям действия диоксида углерода относится [5]:

- 1) увеличение скорости катодного выделения водорода;
- 2) образование карбонатно-оксидных пленок.

Кроме того, при растворении CO_2 происходит подкисление электролита, что стимулирует коррозию стали [6].

Защита от коррозии данного типа возможна по двум направлениям [7]:

- использование ингибиторов, эффективно тормозящих катодный процесс;
- применение реагентов-нейтрализаторов, которые будут повышать pH до 8...10 и этим способствовать формированию на металле защитных карбонатно-оксидных слоев.

Одновременное присутствие в среде сероводорода и углекислого газа усиливает коррозионный процесс, однако установлено, что в малых концентрациях ионы HCO_3^- ингибируют действие другого, более сильного стимулятора – H_2S , то есть имеет место конкурентная адсорбция.

Целью данной работы было исследование ингибирующего действия ряда составов по отношению к стали Ст3 в средах, имитирующих пластовые воды, в присутствии CO_2 и H_2S совместно и раздельно.

Методика эксперимента

Исследования проводились на стали Ст3 с составом, масс. %: Fe – 98,36; C – 0,2; Mn – 0,5; Si – 0,15; P – 0,04; S – 0,05; Cr – 0,3; Ni – 0,2; Cu – 0,2, в имитате пластовой воды NACE, используемой американскими коррозионистами-технологами, состава: NaCl – 5 г/л, CH_3COOH – 0,25 мг/л. Среда насыщалась сероводородом и углекислым газом раздельно и совместно. Давление CO_2 составляло 1 изб. атм. (манометрический контроль).

Сероводород (400 мг/л) получали непосредственно в рабочем растворе (в среду вводились соответствующие количества Na_2S и HCl), концентрация которого контролировалась йодометрическим титрованием [8].

Коррозионные испытания проводились в герметичных сосудах емкостью 1 л на образцах стали размером $30 \times 15 \times 3$ мм продолжительностью 24, 240 и 720 ч асов. Защитная эффективность ингибитора рассчитывалась по формуле

$$Z = \frac{K_0 - K}{K_0} 100 \%,$$

где K_0 и K – соответственно скорости коррозии в неингибируемых и ингибируемых растворах.

Поляризационные измерения проводились на неподвижном электроде, армированном в эпоксидную смолу, отвержденную полиэтиленполиамином, с рабочей площадью $0,36 \text{ см}^2$ в потенциостатическом режиме (потенциостат П-5827м) в трехэлектродной ячейке с разделенными катодным и анодным пространствами. Электрод сравнения – насыщенный хлорсеребряный, вспомогательный – платиновый. Потенциалы приведены по НВШ. В опытах с избыточным давлением CO_2 использовалась герметичная пластиковая ячейка [9]. Поляризацию проводили из катодной в анодную область с выдержкой 30 с при каждом потенциале.

Скорость массопереноса водорода через сталь определялась по методике [10] с использованием двухкамерной ячейки Деванатхана (пирекс), разделенной вертикальной стальной мембраной толщиной 300 мкм [11]. Продолжительность эксперимента 2 часа.

Влияние исследуемых ингибиторов на поток диффузии водорода через стальную мембрану оценивалось коэффициентом $\gamma_H = i_{0,H}/i_H$, где $i_{0,H}$ и i_H –

токи твердофазной диффузии водорода в отсутствие и присутствии ингибитора в растворе.

Помимо метода оценки влияния ингибитора на наводороживание по величине γ_H , изучена его способность сохранять пластичность стали после экспозиции в ингибированных растворах. Последняя оценивалась по числу перегибов до разрушения ленточных образцов пружинной стали 65Г после их выдержки в фоновом электролите без (n_0) и с добавкой ингибитора ($n_{инг}$) в течение 24 часов. Сталь 65Г, помимо железа, содержит примеси, масс. %: С – 0,65; S – 0,23; Mn – 1,05; Ст – 0,2. Используются образцы размером 110×8×0,5 мм, отожженные при 850 °С с последующей закалкой в масле (200 °С) и отпуском с остывающей печью. Эффективность ингибиторов в данном случае оценивалась по формуле

$$\beta = n_{инг} / n_0.$$

Ингибиторы – кастазол (азотсульфокислота), телаз (борсодержащий ароматический амин), амид ИНКОРГАЗ-01ОН и диамид ИНКОРГАЗ-11ОН – вводились в концентрации 200 мг/л.

Экспериментальные результаты и их обсуждение

Величина рН в имитате без добавок составляет 3,5. Введение 400 мг/л сероводорода и углекислого газа (10^5 Па) совместно и раздельно практически не меняет водородный показатель. В ингибированных растворах рН составляет 5,0...5,8. Все ингибиторы хорошо растворимы в воде.

Поверхность образцов, оцененная визуально, в неингибированных растворах NACE после 24 часов испытаний темнеет с появлением структурно-избирательной коррозии, которая после 10- и 30-суточных испытаний имеет более выраженный характер. В средах с добавками H_2S и при совместном присутствии H_2S и CO_2 поверхность электродов после суточных испытаний покрывается черным налетом, легко удаляемым ветошью, но при более длительных экспериментах помимо этого развивается подповерхностная коррозия. Введение ингибиторов предотвращает развитие этих видов коррозии.

Величины скорости коррозии в среде NACE и с добавкой CO_2 близки, а введение H_2S (400 мг/л) и H_2S (400 мг/л) + CO_2 (10^5 Па) заметно увеличивает агрессивность среды (табл. 1), что согласуется с ранее проведенными исследованиями [12, 13]. Это обусловлено участием обеих добавок в роли дополнительных катодных деполяризаторов [1].

Из табл. 1 видно, что защитное действие кастазола (200 мг/л) при суточных испытаниях в средах с H_2S , H_2S и CO_2 совместно невысоко, но несколько увеличивается с ростом времени экспозиции образцов до $t = 720$ часов. Однако, в ингибированных растворах скорость коррозии уменьшается во времени, соответствуя 4 баллу десятибалльной шкалы коррозионной стойкости [8], то есть металл из группы пониженно-стойких, чему соответствует 6 балл после суточных испытаний в ингибированных растворах, содержащих CO_2 и H_2S , переходит в группу стойких спустя 720 часов.

Телаз (табл. 2) характеризуется более высокими величинами Z в растворах со всеми добавками, что, очевидно, связано с формированием более прочных защитных пленок на поверхности стали.

ИНКОРГАЗ-01ОН (табл. 3) проявляет невысокое защитное действие в растворах без сероводорода. В исходной среде NACE Z не превышает 67 %, а в при-

Таблица 1

Скорость коррозии K , г/(м²·ч), защитная эффективность Z , %, кастозола (200 мг/л) в среде NACE в отсутствие и в присутствии CO₂ и H₂S совместно и раздельно и балл коррозионной стойкости (БКС) Ст3 в ингибированных растворах

τ, ч	Показатели	Среда			
		NACE	NACE + H ₂ S (400 мг/л)	NACE + CO ₂ (10 ⁵ Па)	NACE + H ₂ S (400 мг/л) + CO ₂ (10 ⁵ Па)
24	K ₀	0,318	0,538	0,305	0,584
	K	0,116	0,232	0,165	0,2697
	Z	64	57	46	54
	БКС	6	6	6	6
240	K ₀	0,1192	0,213	0,1107	0,238
	K	0,033	0,098	0,039	0,105
	Z	72	53	65	56
	БКС	4	6	4	6
720	K ₀	0,0545	0,0945	0,0538	0,1218
	K	0,0099	0,0422	0,0197	0,0409
	Z	82	62	63	68
	БКС	4	4	4	4

Таблица 2

Скорость коррозии K , г/(м²·ч), защитная эффективность Z , %, телазы (200 мг/л) в среде NACE в отсутствие и в присутствии CO₂ и H₂S совместно и раздельно и балл коррозионной стойкости (БКС) Ст3 в ингибированных растворах

τ, ч	Показатели	Среда			
		NACE	NACE + H ₂ S (400 мг/л)	NACE + CO ₂ (10 ⁵ Па)	NACE + H ₂ S (400 мг/л) + CO ₂ (10 ⁵ Па)
24	K	0,081	0,126	0,08	0,121
	Z	75	77	72	79
	БКС	5	6	5	6
240	K	0,024	0,064	0,0274	0,0662
	Z	80	70	75	72
	БКС	4	5	4	6
720	K	0,0149	0,036	0,0199	0,0419
	Z	73	67	64	67
	БКС	4	4	4	4

Таблица 3

Скорость коррозии K , г/(м²·ч), защитная эффективность ингибиторов (200 мг/л) Z , %, ИНКОРГАЗ-01ОН в NACE в отсутствие и с добавками CO_2 и H_2S и балл коррозионной стойкости (БКС) Ст3 в ингибированных растворах

τ, ч	Показатели	Среда			
		NACE	NACE + H ₂ S (400 мг/л)	NACE + CO ₂ (10 ⁵ Па)	NACE+ H ₂ S (400 мг/л) + CO ₂ (10 ⁵ Па)
24	K	0,106	0,068	0,121	0,111
	Z	67	87	60	81
	БКС	6	5	6	6
240	K	0,0411	0,0107	0,0378	0,0284
	Z	66	95	65	88
	БКС	4	4	4	4
720	K	0,0262	0,0045	0,0222	0,0117
	Z	52	96	59	91
	БКС	4	3	4	4

сутствии CO_2 становится еще ниже, и лишь при наличии H_2S или $\text{H}_2\text{S} + \text{CO}_2$ в растворе защитный эффект резко повышается, причем в тем большей мере, чем длительнее эксперимент.

ИНКОРГАЗ-11ОН (табл. 4), как и ИНКОРГАЗ-01ОН, в средах без сероводорода малоэффективен. Введение 400 мг/л сероводорода заметно увеличивает эффективность ингибитора: Z при суточных испытаниях составляет 83 и 84 % для сред с сероводородом и сероводородом совместно с CO_2 соответственно. С течением времени наблюдается рост величины защитного действия ингибитора в сероводородсодержащих средах.

Увеличение концентрации ингибиторов до 1 г/л приводит к росту величины Z во всех исследуемых средах (табл. 5). Коррозионные потери после 30 суточных испытаний в ингибированных растворах фона составляют 0,0016...0,0022 г/(м²·ч), что соответствует второму баллу коррозионной стойкости.

При исследовании диффузии водорода через стальную мембрану (табл. 6) подтверждены известные данные [15] о стимулирующем действии H_2S . Кастазол и телаз наиболее эффективно замедляют диффузию водорода в среде без добавок, при введении сероводорода и углекислого газа совместно и отдельно γ_{H} становится значительно ниже. ИНКОРГАЗ-01ОН и ИНКОРГАЗ-11ОН, наоборот, более эффективно снижают поток диффузии водорода в присутствии добавок H_2S и CO_2 .

Целесообразно сопоставить эффект торможения диффузии водорода через стальную мембрану с сохранением пластичности стали в ингибированных растворах. Величины коэффициента β , приведенные в табл. 7, свидетельствуют, что ингибиторы способствуют улучшению пластичных свойств стали по сравнению с неингибированными растворами. В сероводородсодержащих средах наибольшую эффективность в этом отношении проявляют ИНКОРГАЗ-01ОН и

Таблица 4

Скорость коррозии K , г/(м²·ч), защитная эффективность ингибиторов (200 мг/л) Z , %, ИНКОРГАЗ-11ОН в NACE в отсутствие и в присутствии CO₂ и H₂S и балл коррозионной стойкости (БКС) Ст3 в ингибированных растворах

τ, ч	Показатели	Среда			
		NACE	NACE + H ₂ S (400 мг/л)	NACE + CO ₂ (10 ⁵ Па)	NACE+ H ₂ S (400 мг/л) + CO ₂ (10 ⁵ Па)
24	K	0,105	0,091	0,1255	0,0961
	Z	67	83	59	84
	БКС	6	6	6	6
240	K	0,051	0,017	0,064	0,036
	Z	57	92	42	86
	БКС	5	4	5	4
720	K	0,0294	0,0066	0,035	0,0146
	Z	46	93	54	88
	БКС	4	3	4	4

Таблица 5

Скорость коррозии K , г/(м²·ч), защитная эффективность ингибиторов (1000 мг/л) Z , %, кастазола и телазы в NACE в отсутствие и в присутствии CO₂ и H₂S и балл коррозионной стойкости (БКС) Ст3 в ингибированных растворах

τ, ч	Показатели	Среда			
		NACE	NACE + H ₂ S (400 мг/л)	NACE + CO ₂ (10 ⁵ Па)	NACE+ H ₂ S (400 мг/л) + CO ₂ (10 ⁵ Па)
24	K	0,034/0,026	0,063/0,057	0,055/0,047	0,062/0,0603
	Z	89/92	88/89	82/85	89/90
	БКС	4/4	5/5	5/5	5/5
240	K	0,0059/0,0048	0,0298/0,019	0,017/0,0178	0,022/0,0168
	Z	95/96	86/91	85/84	91/93
	БКС	3/3	4/4	4/4	4/4
720	K	0,0022/0,0016	0,009/0,0066	0,009/0,009	0,0101/0,0051
	Z	96/97	90/94	83/85	92/96
	БКС	2/2	3/3	3/3	4/4

Примечание. Числитель – кастазол; знаменатель – телаз.

Таблица 6

Коэффициент торможения диффузии водорода через стальную мембрану исследуемыми ингибиторами, по данным двухчасовых испытаний

Ингибитор	γ_H в среде NACE с добавками			
	Без добавок	H ₂ S, 400 мг/л	CO ₂ , 10 ⁵ Па	CO ₂ + H ₂ S
Кастазол	6,2	2,5	3,9	2,4
Телаз	14,2	2,7	6,0	4,4
ИНКОРГАЗ-01ОН	2,7	15,4	13,9	12,0
ИНКОРГАЗ-11ОН	2,3	10,1	6,0	10,3

Таблица 7

Влияние ингибиторов на коэффициент повышения пластичности пружинной стали 65Г по сравнению с неингибированными растворами, по данным суточных испытаний в исследуемых средах

Ингибитор	β в среде NACE с добавками		
	H ₂ S, 400 мг/л	CO ₂ , 1,7 г/л	CO ₂ + H ₂ S
Телаз	8	36	12
ИНКОРГАЗ-01ОН	25	–	19
ИНКОРГАЗ-11ОН	23	–	22

ИНКОРГАЗ-11ОН. Присутствие CO₂ совместно с H₂S несколько снижает наблюдаемый эффект. Телаз, наоборот, весьма эффективно воздействует в присутствии углекислого газа, а введение помимо этого сероводорода заметно ухудшает картину. Приведенные данные свидетельствуют о существовании корреляции между торможением проникновения водорода в металл и сохранением его пластических свойств в присутствии ингибитора, как это показано в [15, 16].

Анализ потенциостатических поляризационных кривых показал, что в среде NACE без добавок все исследуемые ингибиторы замедляют катодный процесс и облегчают анодный вблизи потенциала коррозии, за исключением ИНКОРГАЗ-11ОН, который затормаживает анодный процесс во всей области исследованных потенциалов, смещая $E_{кор}$ в положительную сторону, в то время, как остальные ингибиторы смещают его в отрицательную область (рис. 1). В присутствии H₂S (рис. 2) все ингибиторы замедляют обе парциальные электродные реакции. Очевидно, это обуславливает увеличение их защитной эффективности в сероводородсодержащих средах. В присутствии CO₂ (рис. 3) телаз облегчает катодную реакцию вблизи потенциала коррозии и существенно замедляет анодную. Остальные ингибиторы замедляют катодный процесс и либо не влияют (ИНКОРГАЗ-01ОН), либо ускоряют анодную реакцию (ИНКОРГАЗ-11ОН и особенно кастазол). Видимо, облегчение анодного процесса при торможении катодного определяет невысокий защитный эффект в растворах, содержащих CO₂.

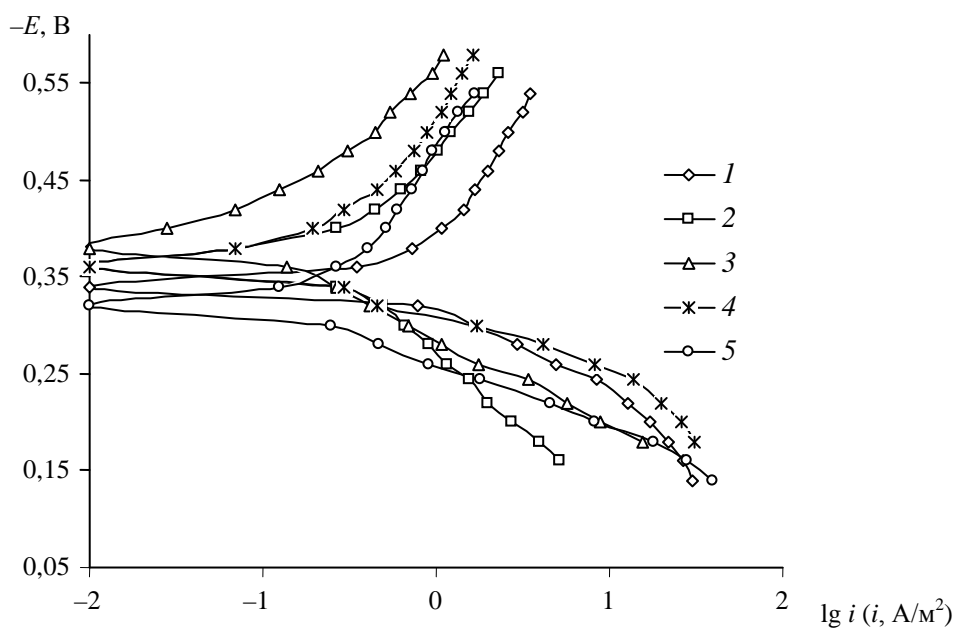


Рис. 1. Потенциостатические поляризационные кривые на Ст3 в имитате пластовой воды NACE:

1 – без добавок; 2 – в присутствии 200 мг/л кастазола; 3 – в присутствии теллаза;
4 – в присутствии ИНКОРГАЗ-01ОН; 5 – в присутствии ИНКОРГАЗ-11ОН

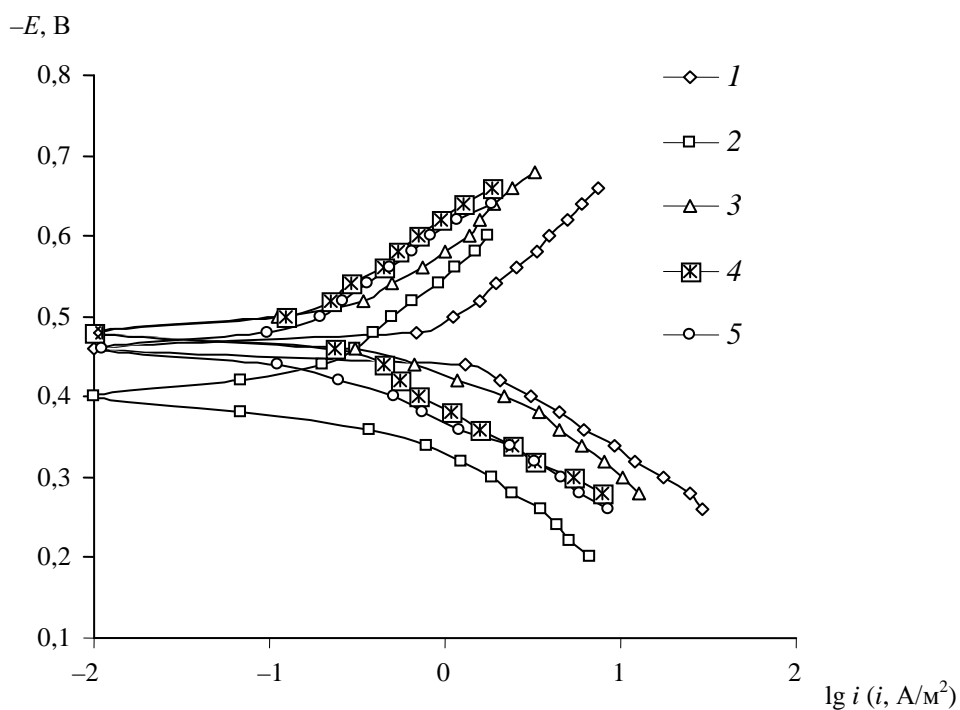


Рис. 2. Потенциостатические поляризационные кривые на Ст3 в имитате пластовой воды NACE, насыщенной H₂S (400 мг/л):

1 – без добавок; 2 – в присутствии 200 мг/л кастазола; 3 – в присутствии теллаза;
4 – в присутствии ИНКОРГАЗ-01ОН; 5 – в присутствии ИНКОРГАЗ-11ОН

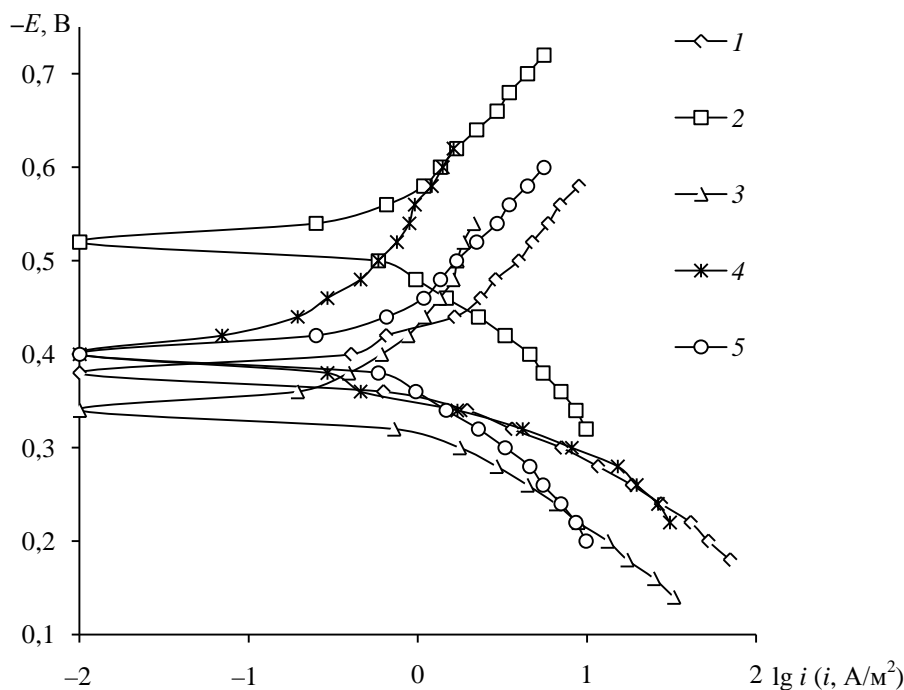


Рис. 3. Потенциостатические поляризационные кривые на Ст3 в имитате пластовой воды NACE, насыщенной CO_2 (10^5 Па):

1 – без добавок; 2 – в присутствии 200 мг/л кастазола; 3 – в присутствии телазы; 4 – в присутствии ИНКОРГАЗ-01ОН; 5 – в присутствии ИНКОРГАЗ-11ОН

Выводы

1. Ингибиторы (кастазол, телаз, ИНКОРГАЗ-01ОН и ИНКОРГАЗ-11ОН), введенные в имитат пластовой воды NACE в концентрации 200 мг/л, снижают коррозионные потери углеродистой стали Ст3 в течение 30 суток до $0,01 \dots 0,03$ г/(м²·ч). В сероводородсодержащих средах наибольшую эффективность проявляют ИНКОРГАЗ-01ОН и ИНКОРГАЗ-11ОН. Рост концентрации ингибиторов до 1 г/л сопровождается повышением их защитной эффективности.

2. В среде NACE без добавок исследуемые ингибиторы замедляют катодный и облегчают анодный процесс. В присутствии H_2S наблюдается торможение обеих электродных реакций, а при насыщении растворов CO_2 – только катодной.

3. Исследуемые ингибиторы вызывает торможение диффузии водорода в сталь в среде NACE, насыщенной сероводородом и углекислым газом отдельно и совместно, а также способствуют сохранению пластичных свойств пружинной стали 65Г после экспозиции в растворах по сравнению с неингибированными средами.

Список литературы

1. Розенфельд, И.Л. Ингибиторы коррозии металлов / И.Л. Розенфельд. – М. : Химия, 1977. – 352 с.
2. Антропов, Л.И. Диффузия водорода через железные мембраны при их коррозии в растворах серной кислоты / Л.И. Антропов, Ю.А. Савгира // Труды третьего международного конгресса по коррозии металлов. Т. 2. – М., 1968. – С. 54–62.

3. Розенфельд, И.Л. Ингибиторы атмосферной коррозии / И.Л. Розенфельд, В.П. Персианцева. – М. : Наука. – 1985. – 287 с.
4. Маркин, А.Н. О механизмах углекислотной коррозии / А.Н. Маркин // Защита металлов. – 1996. – Т. 32, № 5. – С. 497–503.
5. Фокин, М.Н. Катодная карбонатная деполяризация в условиях щелочного карбонатного коррозионного растрескивания мягких сталей / М.Н. Фокин, Е.В. Булыгин, Е.К. Оше // Изв. вузов. Химия и хим. технология. – 1986. – № 12. – С. 119–121.
6. Цыганкова, Л.Е. Защитные свойства ингибиторов АМДОР по отношению к общей коррозии и наводороживанию стали Ст3 / Л.Е. Цыганкова, А.В. Можаров, И.В. Петрова // Коррозия: материалы, защита. – 2003. – № 2. – С. 39–42.
7. Бергман, Дж. И. Ингибиторы коррозии / Дж. И. Бергман. – М. : Химия, 1966. – 312 с.
8. Романов, В.В. Методы исследования коррозии металлов / В.В. Романов. – М. : Металлургия, 1965. – 280 с.
9. Кузнецов, Ю.И. О регулировании рН низшими аминами при углекислотной коррозии стали / Ю.И. Кузнецов, Н.Н. Андреев, К.А. Ибатуллин // Защита металлов. – 1999. – Т. 35, № 6. – С. 586–591.
10. Кардаш, Н.В. Методика определения водорода, диффундирующего через стальную мембрану / Н.В. Кардаш, В.В. Батраков // Защита металлов. – 1995. – Т. 31. – С. 441–444.
11. Devanathan M.A., Stachurski L. // Proc. Roy. Soc. 1962. – V. 90. – P. A270.
12. Антикоррозионная защита стали продуктами полимеризации аминоксидов в углекислотных и сероводородсодержащих средах / Л.Е. Цыганкова [и др.] // Практика противокоррозионной защиты. – 2003. – № 2 (28). – С. 25–29.
13. Ким, Я.Р. Ингибирование коррозии и наводороживание стали в модельных пластовых водах / Я.Р. Ким, Л.Е. Цыганкова, В.И. Кичигин // Коррозия: материалы, защита. – 2005. – № 8. – С. 302–360.
14. Улиг, В.В. Коррозия и борьба с ней: введение в коррозионную науку и технику / В.В. Улиг, Г.У. Ревин. – Л. : Химия, 1989. – 456 с.
15. Вигдорович, В.И. Влияние пиридиновых оснований на диффузию водорода через мембрану и разрушение углеродистой стали при растяжении и изгибе в условиях сероводородной коррозии / В.И. Вигдорович, В.А. Федоров, А.В. Аленкин // Химия и химическая технология. – 2006. – Т. 49, № 1. – С. 91–93.
16. Tsygankova L.E., Vigdorovich V.I., Alyonkin A.V. // Abstracts of EUROCORR 2006. Maastricht, 2006. – P. 348.

Protective Properties of Some Inhibitors Against Hydrogen Sulfide and Carbonic Acid Steel Corrosion

L.E. Tsygankova¹, O.A. Fomenkov¹, O.V. Komarova¹, Abybaker Saqqaf Omer²

*Tambov State University named after G.R. Derzhavin (1);
Aden University, Faculty of Education -Saber, Aden, Yemen (2)*

Key words and phrases: hydrogen sulfide and carbonic acid corrosion; inhibitor; steel plasticity; solidphase diffusion.

Abstract: The influence of a number of inhibitors with respect to corrosion resistance of carbon steel in the model stratum water saturated with H₂S and CO₂ separately and together has been studied. The investigated inhibitors slow down the

hydrogen diffusion through the steel membrane and preserve the plastic properties of steel. The correlation between a retardation of hydrogen permeation into metal and preservation of its plasticity in the inhibited solutions is shown.

Schutzeigenschaften der Reihe von Inhibitoren der Schwefelwasserstoff- und Kohlensäurekorrosion des Stahls

Zusammenfassung: Es ist der Einfluss der Reihe von Inhibitoren auf die Korrosionsstandhaftigkeit des Kohlenstoffstahls im Simulator des Schichtwassers, das mit H₂S und CO₂ getrennt und zusammen gesättigt ist, erlernt. Die untersuchenden Inhibitoren verzögern die Diffusion des Wasserstoffes in den Stahl und tragen zur Erhaltung ihrer plastischen Eigenschaften bei. Es ist die Existenz der Korrelation zwischen dem Bremsen der Durchdringung des Wasserstoffes in das Metall und die Erhaltung seiner Plastizität in Anwesenheit der Inhibitoren aufgezeigt.

Propriétés protectrices d'un nombre d'inhibiteurs de la corrosion de l'acier hydrosulfide et carbonique

Résumé: Est examinée l'influence d'un nombre d'inhibiteurs sur la résistance corrosive de l'acier carbonique dans un imitateur de l'eau stratifiée saturée par H₂S et CO₂ séparément et en commun. Les inhibiteurs étudiés ralentissent la diffusion de l'hydrogène dans l'acier et contribuent à la conservation de ses propriétés plastiques. Est montrée l'existence de la corrélation entre le freinage de la pénétration de l'hydrogène dans le métal et la conservation de sa plasticité en présence des inhibiteurs.
