

УДК 620.193

ЗАЩИТА ЛАТУНИ ОТ АТМОСФЕРНОЙ КОРРОЗИИ ЛЕТУЧИМ ИНГИБИТОРОМ КОРРОЗИИ ИФХАН-114

© Н.А. Курьято

Аннотация. Изучено защитное действие летучего ингибитора коррозии ИФХАН-114 по отношению к латуни Л62 в среде животноводческих помещений, содержащей микрокомпоненты воздуха (стимуляторы коррозии) CO_2 , H_2S и NH_3 . В присутствии одновременно в воздухе всех трех стимуляторов коррозии в концентрациях: 0,6 об.% CO_2 , 60 мг/м³ NH_3 , 30 мг/м³ H_2S защитное действие ИФХАН-114 достигает 93 %.

Ключевые слова: атмосферная коррозия; латунь; защитное действие; ИФХАН-114

ВВЕДЕНИЕ

Потери от атмосферной коррозии наносят немалый ущерб сельскохозяйственному производству. Латунь используется в конструкционных материалах для сельскохозяйственной техники, в агрессивных условиях которых она подвергается коррозии. Особенно привлекательно может быть применение летучих ингибиторов коррозии (ЛИК) для противокоррозионной защиты техники, оборудования в условиях животноводческих помещений, где высокая относительная влажность воздуха сопровождается наличием повышенных концентраций стимуляторов атмосферной коррозии, таких как углекислый газ (CO_2), аммиак (NH_3), сероводород (H_2S).

Целью данной работы является изучение защитного действия летучего ингибитора коррозии ИФХАН-114 в условиях атмосферной коррозии латуни (Л62) в животноводческих помещениях, содержащих микрокомпоненты воздуха (стимуляторы коррозии) CO_2 , H_2S и NH_3 .

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Объектами исследования являются латунь (Л62): Cu (60,5–63,5 %), Zn (39–36 %), Pb (0,08 %), Fe (0,15 %), Sb (0,005 %), Bi (0,002 %), P (0,002 %) и летучий ингибитор коррозии ИФХАН-114, представляющий собой смесь (неэквимольная) полиамина и слабой органической кислоты, давление насыщенного пара которого составляет $5 \cdot 10^{-4}$ мм рт. ст. (0,067 Па) [1].

Коррозионные испытания проводили в замкнутом пространстве в герметичных эксикаторах при 20 °С в условиях 100 %-ной влажности

воздуха ($\psi_0 = 100 \%$), при действии сероводорода (H_2S) концентрацией 0,01 мг/л, диоксида углерода (CO_2) концентрацией 0,02 мг/л, аммиака (NH_3) концентрацией 0,03 мг/л. Образцы латуни Л62 размером $30 \times 25 \times 3$ мм шлифовали, обезжиривали ацетоном и взвешивали на аналитических весах с точностью до $1 \cdot 10^{-4}$ г. Затем их переносили в эксикаторы и крепили на деревянном подвесе. В эксикатор укладывали необходимое количество реагентов и добавляли воду. Эксикатор закрывали крышкой, герметизируя стык вакуумной смазкой.

После проведения испытаний в течение 240 ч образцы травили в 5 %-ном растворе серной кислоты в течение 20 с для удаления продуктов коррозии, промывали, сушили и взвешивали. Потерю массы оценивали на аналитических весах с точностью до $5 \cdot 10^{-5}$ г.

Рассчитав потерю массы пластины, находили скорость коррозии (K) пластины по формуле (1):

$$K = \frac{\Delta m}{S \cdot \tau}, \quad (1)$$

где Δm – потеря массы пластины, г; S – площадь пластины, м^2 ; τ – длительность испытаний, часы.

Зная скорость коррозии, рассчитывали степень защиты покрытия (Z) и коэффициент торможения (γ) по формулам (2) и (3):

$$Z = \frac{K_0 - K_{\text{инг}}}{K_0} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

$$\gamma = \frac{K_0}{K_{\text{инг}}}, \quad (3)$$

где K_0 и $K_{\text{инг}}$ – скорость коррозии в отсутствие и в присутствии ингибитора [2].

Электрохимические измерения проводили в потенциодинамическом режиме на потенциостате IPC-ProMF со скоростью развертки потенциала 0,66 мВ/с. Основная емкость и емкость с платиновым электродом заполнены раствором 0,1 М NaCl в отсутствие и в присутствии карбоната и сульфида аммония, а емкость с хлоридсеребряным электродом – раствором KCl. После погружения в раствор рабочие электроды из латуни (Л62) с площадью поверхности $1,0\text{--}1,2 \text{ см}^2$, армированные в оправку из эпоксидной смолы ЭД-6, отвержденной полиэтиленполиамином, выдерживали 10–15 мин для установления квазистационарного потенциала. Перед погружением в раствор рабочую поверхность шлифовали до 6-го класса чистоты и обезжиривали ацетоном или спиртом.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты гравиметрических испытаний представлены в табл. 1–4.

Таблица 1

Скорость коррозии латуни Л62, защитный эффект и коэффициент торможения ЛИК ИФХАН-114 в среде, содержащей 0,6 об.% CO_2 и $60 \text{ мг/м}^3 \text{ NH}_3$, при относительной влажности $H = 100 \%$ (время испытаний – 240 ч)

$K_o, \text{г/м}^2 \cdot \text{ч}$	$K_{\text{инг}}, \text{г/м}^2 \cdot \text{ч}$	$Z, \%$	$\gamma, \text{раз}$
0,01	0,0018	82	5,6

Из табл. 1 видно, что скорость коррозии латуни в данных условиях составляет $0,01 \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч}$, наблюдается потемнение 75 % поверхности и отсутствие серьезных локальных повреждений. При введении ЛИК ИФХАН-114 в рассматриваемые условия скорость коррозии снижается до $0,0018 \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч}$, а защитный эффект достигает 82 %. Вероятно, в поверхностной пленке влаги протекают реакции, ведущие к образованию карбоната и гидрокарбоната аммония, что может резко затормаживать анодную реакции в присутствии ЛИК.

Таблица 2

Скорость коррозии латуни Л62, защитный эффект и коэффициент торможения ЛИК ИФХАН-114 в среде, содержащей 0,6 об.% CO_2 и $30 \text{ мг/м}^3 \text{ H}_2\text{S}$, при относительной влажности $H = 100 \%$ (время испытаний – 240 ч)

$K_o, \text{г/м}^2 \cdot \text{ч}$	$K_{\text{инг}}, \text{г/м}^2 \cdot \text{ч}$	$Z, \%$	$\gamma, \text{раз}$
0,016	0,004	75	4,0

По данным из табл. 2 можем заметить, что скорость коррозии латуни равна $0,016 \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч}$. Наблюдается потемнение 25 % поверхности, что ощутимо меньше, нежели в присутствии CO_2 и H_2S . При наличии ЛИК ИФХАН-114 скорость коррозии составляет $0,004 \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч}$, а защитный эф-

фekt равен 75 %. Очевидно, молекулы только его активного начала адсорбируются при небольшом подкислении на поверхностной твердофазной пленке, представляющей собой композицию карбонатов и полисульфидов меди и цинка либо только меди.

Таблица 3

Скорость коррозии латуни Л62, защитный эффект и коэффициент торможения ЛИК ИФХАН-114 в среде, содержащей 60 мг/м³ NH₃ и 30 мг/м³ H₂S, при относительной влажности Н = 100 % (время испытаний – 240 ч)

K_0 , г/м ² ·ч	$K_{\text{инг}}$, г/м ² ·ч	Z , %	γ , раз
0,08	0,02	75	4,0

Из результатов, приведенных в табл. 3, можем заметить, что скорость коррозии составляет 0,08 г/м²·ч, наблюдается потемнение 40 % поверхности латуни за счет формирования твердофазной пленки CuO. При наличии ЛИК ИФХАН-114 защитный эффект составляет 75 %, $\gamma = 4,0$.

Таблица 4

Скорости коррозии латуни Л62, защитный эффект и коэффициент торможения ЛИК ИФХАН-114 в среде, одновременно содержащей NH₃, H₂S и CO₂, при относительной влажности Н = 100 % (время испытаний – 240 ч)

K_0 , г/м ² ·ч	$K_{\text{инг}}$, г/м ² ·ч	Z , %	γ , раз
0,027	0,002	93	14,3

Для латуни в рассматриваемых условиях $K_0 = 0,027$ г/м²·ч коррозия носит локальный характер с мелким питтингом, а поверхность металла полностью покрыта продуктами коррозии фиолетового цвета, которые представляют собой смесь соединений Cu (I) и Cu (II) с плохой адгезией к поверхности.

В присутствии ИФХАН-114 скорость коррозии латуни $\sim 0,002$ г/м²·ч. Но в этих условиях на латуни появляются значительные локальные поражения, и поверхность металла обильно покрывается продуктами коррозии с плохой адгезией к подложке. Защитный эффект достигает 93 %.

Поляризационные кривые в 0,1 М растворе NaCl в отсутствие и в присутствии карбоната аммония на латуни Л62 представлены на рис. 1.

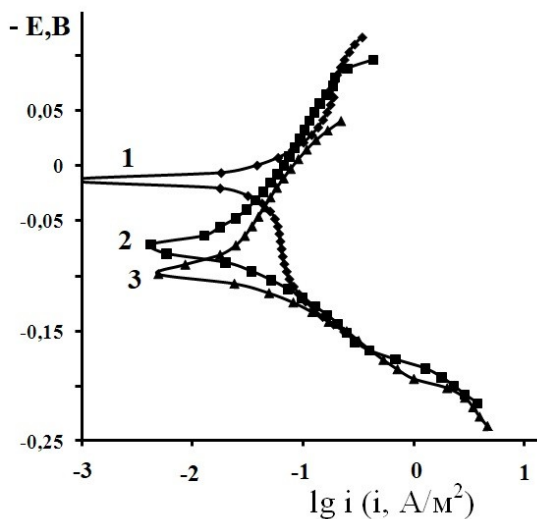


Рис. 1. Потенциодинамические поляризационные кривые латуни Л62 в 0,1 М растворе NaCl в отсутствие добавок (1), в присутствии 100 мг/л карбоната аммония (2), при наличии 100 мг/л карбоната аммония и добавлении 100 мг/л ИФХАН-114 (3). Воздушная атмосфера, комнатная температура, неподвижный электрод

На латуни в фоновом растворе $E_{\text{кор}}$ латуни – 0,040 В (рис. 1, кривая 1) на анодной поляризационной кривой наблюдается участок, подобный условиям пассивации, переходящий в область перепассивации. Введение $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ увеличивает $E_{\text{кор}}$ латуни до 0,075 В. Величина тока коррозии составляет 0,013 А/м² (табл. 5).

Введение ИФХАН-114 повышает $i_{\text{кор}}$ до 0,021 А/м², то есть на начальном этапе ЛИК выступает в роли стимулятора коррозионного процесса (рис. 1, кривые 2 и 3). Однако во времени эффект влияния ингибитора меняется со стимулирующего на противоположный, что следует из данных весовых испытаний.

Таблица 5

Защитная эффективность ЛИК ИФХАН-114 в среде карбоната аммония

№ п/п	Среда	Латунь Л62		
		$-E_{\text{корр}}$, В	$i_{\text{корр}}$, А/м ²	Z , %
1	фон	+0,04		—
2	(NH ₄) ₂ CO ₃	+0,075	0,013	—
3	(NH ₄) ₂ CO ₃ + ИХАН-114	+0,10	0,021	С

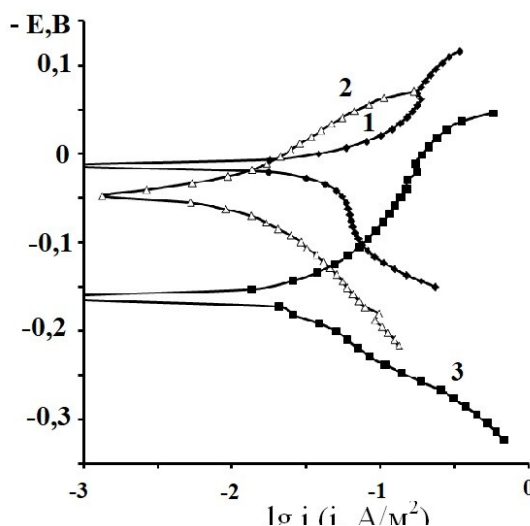


Рис. 2. Потенциодинамические поляризационные кривые латуни Л62 в 0,1 М растворе NaCl в отсутствие добавок (1), в присутствии 100 мг/л сульфида аммония (2), при наличии 100 мг/л сульфида аммония и добавлении 100 мг/л ИФХАН-114 (3). Воздушная атмосфера, комнатная температура, неподвижный электрод

В среде, содержащей H₂S и NH₃, картина иная (рис. 2). $E_{\text{корр}} = -0,040$ В, $i_{\text{корр}} = 0,032$ А/м² ($\sim 0,035$ г/м²·ч) (табл. 6). В присутствии (NH₄)₂S потенциал коррозии возрастает до 0,05 В (рис. 2, кривые 1 и 2), одновременно существенно тормозится анодный процесс, а $i_{\text{корр}}$ снижается до 0,010 А/м².

Таблица 6

Защитная эффективность ЛИК ИФХАН-114 в среде сульфида аммония

№ п/п	Среда	Латунь Л62		
		$-E_{кор}$, В	$i_{кор}$, А/м ²	Z, %
1	фон	+0,04	0,032	–
2	(NH ₄) ₂ S	0,05	0,010	69
3	(NH ₄) ₂ S + ИФХАН-114	0,14	0,014	56/С

Введение ИФХАН-114 увеличивает $E_{кор}$ до 0,140 В. Одновременно тормозится анодная реакция и возрастает скорость катодной вблизи $E_{кор}$, $i_{кор} = 0,014$ А/м², то есть этот продукт на начальном этапе коррозии не ингибирует, а стимулирует процесс за счет преимущественного влияния катодного восстановления деполяризатора O₂ (рис. 2, кривые 2 и 3). $B_a = 0,095$ В.

ВЫВОДЫ

1. Защитное действие латуни в присутствии ИФХАН-114, по данным гравиметрических испытаний, существенно зависит от природы стимуляторов коррозии, присутствующих в воздухе, и от их качественного состава.

2. При добавлении летучего ингибитора коррозии ИФХАН-114 защитный эффект колеблется от 75 (при наличии в атмосфере CO₂ + H₂S или NH₃ + H₂S) до 82 % (в присутствии CO₂ + NH₃), а в атмосфере, содержащей все три стимулятора коррозии (H₂S, CO₂, NH₃), наблюдается значительное снижение скорости коррозии, и защитный эффект ингибитора достигает 93 %, но при этом наблюдаются значительные локальные поражения.

3. Введение ИФХАН-114 (C = 100 мг/л) стимулирует коррозионный процесс в средах, содержащих добавки карбоната аммония. В среде, содержащей H₂S и NH₃, при введении 100 мг/л ИФХАН-114 наблюдается стимулирование процесса коррозии за счет преимущественного влияния катодного восстановления деполяризатора O₂.

Список литературы

1. Вигдорович В.И., Князева Л.Г., Зазуля А.Н., Прохоренков В.Д., Дорохов А.В., Кузнецова Е.Г., Урядников А.А. Использование летучих ингибиторов типа «ИФХАН» для защиты стального оборудования в атмосфере животноводческих помещений // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. № 3.
2. Цыганкова Л.Е., Вигдорович В.И., Поздняков А.П. Введение в теорию коррозии металлов. М.: Изд-во ТГУ им. Г.Р. Державина, 2002. 311 с.

Поступила в редакцию 30.01.2019 г.

Отрецензирована 06.02.2019 г.

Принята в печать 15.02.2019 г.

Информация об авторе:

Курьято Николай Алексеевич – магистрант по направлению подготовки «Химия». Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация. E-mail: cska-sparta@yandex.ru

PROTECTION OF BRASS FROM ATMOSPHERIC CORROSION BY VOLATILE CORROSION INHIBITOR IFHAN-114

Kuryato N.A., Master's Degree Student in "Chemistry" Programme. Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russian Federation. E-mail: cska-sparta@yandex.ru

Abstract. In this paper we study the protective action of volatile corrosion inhibitor IFHAN-114 towards the brass L62 in the environment of livestock buildings that contain air micro-components of air (stimulants corrosion) CO_2 , H_2S and NH_3 . In the presence of simultaneously in the air all three stimulators corrosion in concentrations: 0.6 % CO_2 , 60 mg/m^3 NH_3 , 30 mg/m^3 H_2S protective effect of IFHAN-114 reaches 93 %.

Keywords: atmospheric corrosion; brass; protective action; IFHAN-114

Received 30 January 2019

Reviewed 6 February 2019

Accepted for press 15 February 2019