

## СТІЙКІСТЬ СТАЛЕЙ AISI 321 І 12Х18Н10Т ДО МІЖКРИСТАЛІТНОЇ КОРОЗІЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗМІНИ ЇХ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ

Встановлено закономірності впливу хімічного складу сталей AISI 321 і 12Х18Н10Т на їх корозійні втрати при визначенні стійкості до міжкристалітної корозії за методом удосконалених випробувань ДУ. Розкрито механізм корозійного руйнування досліджених сталей. Отримані аналітичні залежності запропоновано використовувати на виробництві для визначення стійкості сталі AISI 321 до міжкристалітної корозії.

**Ключові слова:** міжкристалітна корозія, корозійні втрати, хімічний склад сталі, швидкість корозії.

### Вступ

Випадки міжкристалітної корозії (МКК) обладнання на хімічних виробництвах становить близько 12 % від загальної кількості відомих видів корозії [1]. МКК обладнання на хімічних виробництвах є дуже небезпечною, оскільки загрожує здоров'ю і навіть життю людей. Тому матеріали, з яких виробляють обладнання для хімічної промисловості, піддають випробуванням на стійкість до МКК. Залежно від агресивності робочого середовища і хімічного складу матеріалу в технічних проектах на виробництво обладнання передбачають випробування матеріалу на стійкість до МКК. Стійкість до МКК хромонікелевих і хромонікельмолібденових сталей часто визначають за методом удосконалених випробувань ДУ [2]. Однак для визначення стійкості конструкційних матеріалів до МКК за цим методом витрачається багато часу (5 циклів по 48 годин), що суттєво впливає на строки виробництва обладнання для хімічної промисловості. Відтак, метою досліджень є встановлення закономірностей впливу хімічного складу сталі AISI 321, яку часто застосовують у виробництві обладнання, на її стійкість до МКК.

### Методика досліджень

Зразки виготовляли з п'яти промислових плавки сталі AISI 321 і для порівняння зі сталі 12Х18Н10Т (табл. 1). Зразки діаметром 42 мм і завтовшки 1 мм з одного боку полірували до шорсткості 0,035–0,1 мкм і

досліджували за методом ДУ [2]. Шорсткість зразків визначили на профілометрі П296. Корозійні втрати  $\Delta m_{1-5}$  визначали зважуванням. Хімічний склад досліджених сталей визначали рентгенівським методом, застосовуючи спектрометр СРМ-25. Кореляційним, дисперсійним та регресійним аналізом, методом найменших квадратів [3] встановлювали аналітичні залежності між  $\Delta m_{1-5}$  та вмістом хімічних елементів ( $N_i$ ) у досліджених сталях. Спільний вплив  $N_i$  на  $\Delta m_{1-5}$  визначали (1):

$$\Delta m_{1-5} = \frac{\Delta m_1 + \dots + \Delta m_k}{K} = \frac{f(N_1) + \dots + f(N_k)}{K}, \quad (1)$$

де  $k$  – кількість регресійних залежностей між  $\Delta m_i$  та  $N_i$ .

### Результати досліджень та обговорення

Після першого циклу експозиції зразків у розчині досліджено п'ять плавки сталі AISI 321 і сталі 12Х18Н10Т, які за корозійними втратами ( $\Delta m$ ) можна розташувати в такому ряді: плавки № 5; 4; 3; 2; 1 і сталі 12Х18Н10Т (табл. 2).

Це зумовлено зміною хімічного складу досліджених сталей у межах стандартів DIN EN 102043.1 для сталі AISI 321 і ГОСТ 5632-79 для сталі 12Х18Н10Т (табл. 1). За результатами корозійних випробувань (табл. 2), рентгеноспектрального аналізу поверхні

**Таблиця 1** – Хімічний склад сталей AISI 321 і 12Х18Н10Т

Сталь, плавка	Вміст легувальних елементів, %									
	C·10 <sup>-3</sup>	Mn	Si	Cr	Ni	Ti	Cu	Mo	W	P
AISI 321 №1	0,035	1,632	0,603	16,650	9,170	0,266	0,242	0,242	0,021	0,0330
AISI 321 №2	0,030	1,086	0,416	17,615	9,064	0,397	0,242	0,224	0,030	0,0270
AISI 321 №3	0,064	1,611	0,443	16,947	9,305	0,223	0,307	0,316	0,021	0,0315
AISI 321 №4	0,030	1,653	0,571	16,756	9,235	0,409	0,387	0,096	0,026	0,0290
AISI 321 №5	0,040	1,673	0,514	16,903	9,198	0,173	0,334	0,089	0,025	0,0279
12Х18Н10Т	0,060	1,348	0,634	17,432	10,189	0,370	0,228	0,150	0,086	0,0280

**Таблиця 2** – Корозійні втрати сталей AISI 321 і 12X18H10T

Марка і плавка сталі	Корозійні втрати ваги $\Delta m_{1-5}, \text{г} \cdot 10^{-5}$				
	Номер циклу експозиції зразків у розчині				
	1	2	3	4	5
AISI №1	1295	1950	1080	2375	2045
AISI №2	1130	2570	1140	2925	2760
AISI №3	935	1780	750	1875	1595
AISI №4	835	1600	845	1900	1655
AISI №5	750	1340	430	1850	2010
12X18H10T	1550	2245	955	1940	2410
$\Sigma \Delta m$	1082,5	1914,2	866,7	2144,2	2079,2

зразків, кореляційного, дисперсійного й регресійного аналізу встановлено, що корозійні втрати сталі AISI 321 прямолінійно зростають зі збільшенням на її поверхні вмісту Mo (2) і зниженням вмісту Cu (3):

$$\Delta m_1 = 10^{-5}(718 + 1370\text{Mo}); \quad r_1 = 0,62 \quad (2)$$

$$\Delta m_1 = 10^{-5}(1493 - 1724\text{Cu}); \quad r_1 = -0,61 \quad (3)$$

Аналіз перших похідних рівнянь (2) і (3) та коливання вмісту Mo і Cu в плавках сталі AISI 321 (табл. 1) показав, що ці елементи, які є домішками, інтенсивно впливають на корозійні втрати сталі AISI 321. Рівень значущості коефіцієнтів кореляції залежностей (2) і (3), який перевірено за *t*-критерієм Стьюдента, є меншим за 0,10, тому ці залежності не рекомендовано застосовувати на практиці. Проте спільне рішення (4) системи рівнянь (2) і (3) за формулою (1) показало, що глибина кореляції ( $r_2 = 0,75$ ) між розрахунковим значенням (4) корозійних втрат сталі AISI 321 і експериментальним (табл. 2) є достатньою, щоб формулу (4) застосовувати для визначення корозійних втрат сталі AISI 321 після

першого циклу експозиції зразків у розчині

$$\Delta m_1 = 10^{-5}(1100 + 680\text{Mo} - 860\text{Cu}); \quad r_2 = 0,75 \quad (4)$$

Виявлено, що решта хімічних елементів, які входять до складу сталі AISI 321, не суттєво впливають на її корозійні втрати, оскільки коефіцієнти кореляції між цими величинами є меншими, ніж критичне значення (0,61). Шорсткість як полірованої (табл. 3), так і неpolірованої (табл. 4) поверхні зразків зі сталі AISI 321 також не впливає на її корозійні втрати, оскільки коефіцієнти  $r_1 = 0,32$  між параметрами  $\Delta m = f(R_1)$  та  $r_1 = 0,28$  між параметрами  $\Delta m = f(R)$  є меншими, ніж критичне значення (0,61).

Виявлено, що швидкість корозії (*V*) п'яти плавко сталі AISI 321 змінювалася від 0,063 у плавки № 5 до 0,109 мм/рік у плавки № 1, а найбільша швидкість корозії виявилася у сталі 12X18H10T (табл. 5). Це обумовлено тим, що плавка № 5 має найбільший вміст Cu і найменший Mo, а плавка №1 – навпаки (табл. 1). Сталь 12X18H10T містить ще менше Cu, ніж усі плавки сталі AISI 321.

**Таблиця 3** – Шорсткість зразків зі сталей AISI 321 і 12X18H10T з полірованого боку до і після експозиції у розчині

Марка і плавка сталі	Шорсткість зразків, мкм					
	До випробувань	Номер циклу експозиції зразків				
		1	2	3	4	5
AISI 321 №1	0,073	0,184	0,110	0,093	0,135	0,198
AISI 321 №2	0,046	0,070	0,094	0,122	0,219	0,345
AISI 321 №3	0,105	0,083	0,044	0,094	0,236	0,198
AISI 321 №4	0,052	0,030	0,070	0,073	0,107	0,150
AISI 321 №5	0,035	0,068	0,060	0,071	0,116	0,171
12X18H10T	0,050	0,037	0,077	0,073	0,118	0,166
$\Sigma R$	0,0601	0,0786	0,0758	0,0876	0,1551	0,2046

**Таблиця 4** – Шорсткість зразків зі сталей AISI 321 і 12X18H10T з неpolірованого боку до і після експозиції у розчині

Марка і плавка сталі	Шорсткість зразків, мкм					
	До випробувань	Номер циклу експозиції зразків				
		1	2	3	4	5
AISI 321 №1	0,569	0,281	0,343	0,382	0,405	0,481
AISI 321 №2	0,174	0,199	0,331	0,392	0,456	0,683
AISI 321 №3	0,451	0,240	0,374	0,384	0,577	0,654
AISI 321 №4	0,266	0,160	0,240	0,296	0,366	0,445
AISI 321 №5	0,674	0,196	0,252	0,247	0,304	0,427
12X18H10T	0,656	0,404	0,574	0,665	0,689	0,774
$\Sigma R_1$	0,4650	0,2466	0,3523	0,3926	0,4661	0,5773

Таблиця 5 – Швидкість корозії сталей AISI 321 і 12X18H10T,  $V$ , мм/рік

Марка і плавка сталі	Швидкість корозії, мм/рік				
	Номер циклу експозиції зразків у розчині				
	1	2	3	4	5
AISI 321 №1	0,109	0,165	0,091	0,201	0,173
AISI 321 №2	0,095	0,217	0,096	0,247	0,233
AISI 321 №3	0,079	0,150	0,063	0,158	0,135
AISI 321 №4	0,071	0,135	0,071	0,161	0,140
AISI 321 №5	0,063	0,113	0,036	0,156	0,170
12X18H10T	0,131	0,162	0,081	0,164	0,204
$V$	0,091	0,162	0,073	0,181	0,176

Після другого циклу експозиції зразків зі сталей AISI 321 і 12X18H10T у розчині корозійні втрати зросли у середньому в 1,77 раза (табл. 2). При цьому шорсткість зразків з полірованого боку зросла у середньому в 1,31 раза, а з неполірованого боку, навпаки, знизилася у 1,8 раза. Зміна шорсткості поверхні зразків сталі AISI 321 не є причиною зростання корозійних втрат, оскільки коефіцієнти кореляції ( $r_1 = -0,51$ ;  $-0,20$ ) між параметрами залежностей  $\Delta m_2 = f(R_1)$  та  $\Delta m_2 = f(R)$  є меншими, ніж критичне значення (0,61). Проте встановлено, що корозійні втрати сталі AISI 321 прямолінійно зростають зі збільшенням на її поверхні вмісту Cr(5), W(6) і Ti(7) та зменшенням Mn(8), а саме:

$$\Delta m_2 = 10^{-5}(-15266 + 1010Cr); \quad r_1 = 0,82 \quad (5)$$

$$\Delta m_2 = 10^{-5}(-13 + W); \quad r_1 = 0,61 \quad (6)$$

$$\Delta m_2 = 10^{-5}(313 + 5263Ti); \quad r_1 = 0,67 \quad (7)$$

$$\Delta m_2 = 10^{-5}(4495 - 1724Mn); \quad r_1 = -0,89. \quad (8)$$

Значущість коефіцієнтів кореляції  $r_1 = 0,89$  між  $\Delta m_2$  та Cr,  $r_1 = -0,82$  між  $\Delta m_2$  та Mn перевірено за  $t$ -критерієм Стьюдента з рівнем значущості 0,05. Значущість коефіцієнтів кореляції між параметрами рівнянь (6) і (7) за цим критерієм менша, ніж 0,10, тому ці рівняння не рекомендовано застосовувати на практиці. Проте спільне розв'язання системи рівнянь (5)–(8) показало, що рівень кореляції  $r_2 = 0,83$  між розрахунковим значенням (9) корозійних втрат сталі AISI 321 та експериментальним (табл. 2) є щільним. Таким чином, корозійні втрати сталі AISI 321 після другого циклу експозиції в розчині рекомендовано оцінювати за формулою (9):

$$\Delta m_2 = 10^{-5}(-261 + 250Cr + 1310Ti + 2500W - 430Mn); \quad r_1 = -0,89. \quad (9)$$

Аналізуючи коефіцієнти рівняння (9) і зміни на поверхні зразків зі сталі AISI 321 вмісту Cr від 16,650 у плавки №1 до 17,615 % у плавки № 2, Ti від 0,173 у плавки № 5 до 0,409 у плавки № 4, W від 0,021 у плавки № 1; 3 до 0,030 % у плавки № 2 і Mn від 1,086 у плавки № 2 до 1,673 % у плавки № 5 можна зазначити, що Mn і Cr найбільше впливають на корозійні втрати зразків після другої експозиції. Так, Cr у 1,26 раза

інтенсивніше збільшує корозійні втрати сталі AISI 321, ніж Ti та у 11,6 раза, ніж W. Після першого циклу експозиції зразків у розчині внаслідок селективного розчинення на поверхні сталі зросла кількість карбідів ( $Cr_x Ti_y W_z$ ), що підтверджується зростанням на її поверхні вмісту Cr, Ti, W. Відомо [4], що на карбідах у кислих розчинах знижується перенапруга іонів водню, і, отже, зростає швидкість катодної та анодної реакції, а також швидкість корозії взагалі. Позитивний вплив Mn на корозійну стійкість сталі зумовлено не гомогенізацією аустеніту, оскільки виявлено, що Ni не суттєво знижує корозійні втрати сталі AISI 321 після другого циклу експозиції зразків у розчині. Імовірно, це зумовлено тим, що показник щільності екрануючого поля внутрішніх оболонок атома Mn на 25 % більший, ніж атома Ni [5]. Останнє сприяє тому, що на атомах Mn перенапруга водню більша, ніж на атомах Ni.

Після третього циклу експозиції зразків у розчині корозійні втрати та швидкість корозії сталей AISI 321 і 12X18H10T знизилась у середньому в 2,2 раза відносно до корозійних втрат після другого циклу експозиції зразків у розчині та у 1,25 раза після першого циклу (табл. 2; 5). Це зумовлено ефектом електрополірування механічно полірованої поверхні зразків і кластерами Cu на межах зерен аустеніту, які є катодними включеннями, що захищають межі зерен аустеніту від корозії. Останнє підтверджується тим, що корозійні втрати сталі AISI 321 прямолінійно знижуються зі зростанням вмісту Cu (10) і зниженням шорсткості ( $R$ ) механічно полірованої поверхні зразків (11):

$$\Delta m_3 = 10^{-5}(1783 - 3333Cu); \quad r_1 = -0,87 \quad (10)$$

$$\Delta m_3 = 10^{-5}(227 + 5000R); \quad r_1 = 0,76. \quad (11)$$

Значущість коефіцієнтів кореляції  $r_1 = -0,87$  між  $\Delta m_3$  та Cu і  $r_1 = 0,76$  між  $\Delta m_3$  та  $R$  перевірено за  $t$ -критерієм Стьюдента з рівнем значущості 0,05 і 0,10 відповідно. Формули (10) і (11) можна застосовувати на практиці для визначення корозійних втрат сталі AISI 321.

Після четвертого циклу експозиції зразків зі сталей AISI 321 і 12X18H10T у розчині виявлено зниження корозійних втрат зі зменшенням шорсткості їх поверхні внаслідок ефекту електрополірування (табл. 2; 3; 4). Крім того, між цими величинами встановлено аналітичні залежності (12; 13):

$$\Delta m_3 = 10^{-5}(653+4545R_1); \quad r_1 = 0,63 \quad (12)$$

$$\Delta m_3 = 10^{-5}(358+20000R); \quad r_1 = 0,89. \quad (13)$$

Значущість коефіцієнта кореляції  $r_1 = 0,89$  між  $\Delta m_3$  та  $R$  перевірено за  $t$ - критерієм Стьюдента з рівнем значущості 0,05. Значущість коефіцієнта кореляції  $r_1 = 0,63$  між параметрами рівняння (12) за  $t$ - критерієм Стьюдента менша, ніж 0,10, тому формулу (12) не варто застосовувати на практиці. Однак, порівнюючи перші похідні залежностей (12) і (13), можна зазначити, що ефект електрополірування на механічно полірованій поверхні зразків у 4,4 раза інтенсивніше впливає на корозійні втрати сталі, ніж зміна шорсткості поверхні сталі у стані її постачання.

Негативний вплив карбідів Cr та Ti на корозійну стійкість сталі AISI 321 виявлено також після четвертої експозиції зразків у розчині, оскільки встановлено аналітичні прямолінійні залежності між  $\Delta m_4$  та вмістом Cr й Ti в сталі (14;15):

$$\Delta m_4 = 10^{-5}(-13015+893Cr); \quad r_1 = 0,75 \quad (14)$$

$$\Delta m_4 = 10^{-5}(495+5882Ti); \quad r_2 = 0,76. \quad (15)$$

Значущість коефіцієнтів кореляції  $r_1 = 0,75$  між  $\Delta m_4$  та Cr і  $r_1 = 0,76$  між  $\Delta m_4$  та Ti перевірено за  $t$ - критерієм Стьюдента з рівнем значущості 0,10. Отже, ці формули можна застосовувати для визначення корозійних втрат сталі AISI 321 за методом ДУ [2]. Порівняння перших похідних рівнянь (14;15) показало, що ці елементи однаково інтенсивно впливають на корозійні втрати сталі AISI 321. Показано, що Mn, як і після другого циклу експозиції зразків у розчині, знижує корозійні втрати (16). Напевно, це відбувається за аналогічним механізмом, але в 1,09 раза повільніше. Це виходить із порівняння перших похідних рівнянь (8) і (16)

$$\Delta m_4 = 10^{-5}(4634-1587Mn); \quad r_1 = -0,81. \quad (16)$$

Значущість коефіцієнту кореляції  $r_1 = -0,81$  між  $\Delta m_4$  та Mn перевірено за  $t$ - критерієм Стьюдента з рівнем значущості 0,05. Відтак, формулу (16) можна застосовувати на практиці.

Спільне рішення системи рівнянь (14;15;16) дає більшу глибину кореляції  $r_2 = 0,80$  між розрахунковим значенням (17) корозійних втрат сталі AISI 321 після четвертого циклу експозиції зразків у розчині та експериментальним (табл. 2). Відтак, для визначення корозійних втрат сталі AISI 321 після четвертого циклу експозиції зразків у розчині рекомендовано застосовувати формулу (17):

$$\Delta m_4 = 10^{-5}(-2620+290Cr+1960Ti-520Mn); \\ r_1 = 0,89. \quad (17)$$

Між корозійними втратами  $\Delta m_3$  сталі AISI 321 після п'ятого циклу експозиції зразків у розчині та шорсткістю її поверхні після четвертого циклу експозиції в розчині прямолінійної регресійної залежності не вста-

новлено. Проте залишилася певна закономірність, що карбідотвірні елементи Cr, Mo, Ti збільшують, а аустенітотвірні Ni й Mn зменшують корозійні втрати сталі AISI 321 після експозиції у розчині. Зокрема, встановлено, що корозійні втрати сталі AISI 321 прямолінійно зростають зі збільшенням вмісту Cr, Mo і Ti (18, 19, 20) і зменшенням вмісту Ni й Mn (21, 22):

$$\Delta m_5 = 10^{-5}(1825+4 Mo); \quad r_1 = 0,9; \quad r_2 = 0,89 \quad (19)$$

$$\Delta m_5 = 10^{-5}(-42+10000 Ti); \quad r_1 = 0,94; \quad r_2 = 0,91 \quad (20)$$

$$\Delta m_5 = 10^{-5}(92908-10000 Ni); \quad r_1 = -0,98; \quad r_2 = 0,95 \quad (21)$$

$$\Delta m_5 = 10^{-5}(45891-1695 Mn); \quad r_1 = -0,86; \quad r_2 = 0,84. \quad (22)$$

Значущість коефіцієнтів кореляції між величинами рівнянь (18–22) перевірено за  $t$ - критерієм Стьюдента з рівнем значущості 0,05. Аналізуючи перші похідні рівнянь (18–20) і (21; 22) та дані (табл. 1), можна зазначити, що МКК сталі AISI 321 найбільше сприяють карбіди Cr, а гомогенізація аустеніту Ni і меншою мірою Mn – навпаки. Це узгоджується з даними [6]. Рівняння (18–22) можна застосовувати для визначення корозійних втрат сталі AISI 321 після п'ятого циклу експозиції зразків у розчині, але спільне розв'язання системи рівнянь (18–22) є більш адекватною моделлю (23), оскільки глибина кореляції ( $r_2 = 0,95$ ) між розрахунковим значенням  $\Delta m_5$  (23) та експериментальним (табл. 2) більша, ніж глибина кореляції між цими величинами, визначеними за формулами (18–22).

Між залежностями  $\Delta m_5 = f(R)$  і  $\Delta m_5 = f(R_1)$  не виявлено кореляційного зв'язку, оскільки коефіцієнти кореляції ( $r_1$ ) між цими величинами становлять  $-0,10$  і  $0,27$  відповідно. Однак, аналізуючи вищезгадані результати, можна визначити певну закономірність, а саме:

- після першої і другої експозиції зразків у розчині корозійні втрати сталі AISI 321 здебільшого залежать від вмісту в ній карбідотвірних елементів та не залежать від шорсткості поверхні зразків;

- після третього циклу експозиції зразків у розчині корозійні втрати сталі не залежать від вмісту карбідотвірних елементів, але залежать від вмісту Cu, який є катодним включенням по межах зерен аустеніту, та залежать від шорсткості зразка з механічно полірованого боку;

- після четвертого циклу експозиції зразків у розчині встановлено кореляцію між корозійними втратами сталі та шорсткістю поверхні зразків з обох боків з вмістом карбідотвірних елементів і Mn;

- після п'ятого циклу експозиції в розчині корозійні втрати сталі не залежать від шорсткості поверхні зразків, але залежать від вмісту як карбідотвірних, так і аустенітотвірних елементів.

Аналізуючи вищезгадані закономірності, опишемо механізм корозійного руйнування сталі AISI 321 у досліджених розчинах. Під час першої експозиції зразків

у розчині корозійні втрати сталі визначаються витравленням дрібних карбідів Мо та катодним захистом кластерами Си меж зерен аустеніту на зразках з неполірованого боку. Після другого циклу експозиції зразків у розчині катодний захист меж зерен аустеніту не спостерігався, про що свідчить зростання шорсткості поверхні зразків з неполірованого боку в середньому в 1,43 рази, корозійні втрати визначаються зростанням інтенсивності селективного розчинення сталі внаслідок зниження перенапруги іонів водню на складних карбідах (Cr, Ti, W) і їх витравлення з аустенітної матриці. При цьому Mn, який розчинено у твердому розчині аустеніту, уповільнює селективне розчинення сталі. Це відбувається не внаслідок гомонізації аустеніту, оскільки Ni майже не впливає на корозійні втрати. Після третього циклу експозиції зразків у розчині корозійні втрати та швидкість корозії сталі знизилася внаслідок катодного захисту Си меж зерен аустеніту. До того ж, шорсткість зразків з обох боків залишалася майже незмінною. Після четвертого і п'ятого циклів експозиції зразків у розчині, як і після другого циклу, складні карбіди (Cr, Ti, Mo) внаслідок зниження перенапруги іонізації водню сприяють зростанню корозійних втрат сталі AISI 321 на межах зерен аустеніту, оскільки шорсткість поверхні зразків зростає удвічі. Проте Ni та Mn внаслідок гомогенізації аустеніту дещо уповільнюють цей процес.

#### Висновки

Встановлено, що п'ять плавків сталі AISI 321 і сталь 12X18H10T стійкі до МКК, визначеної за методом ДУ. Виявлено, що корозійні втрати сталі AISI 321 після

першого і третього циклів експозиції зразків у дослідженому розчині залежать від вмісту Си, який катодно захищає межі зерен аустеніту, а після другого, четвертого й п'ятого циклів – від вмісту карбідотвірних елементів Cr, Mo, Ti, W, які збільшують корозійні втрати. Встановлено пряmolінійні регресійні залежності між корозійними втратами Дм та вмістом Си та карбідотвірних елементів (Cr, Mo, W, Ti). Розроблені регресійні залежності адекватно описують корозійну поведінку сталі AISI 321 у дослідженому розчині, тому їх рекомендовано для визначення стійкості сталі AISI 321 до МКК за методом ДУ.

#### Список літератури

1. Техника борьбы с коррозией/ [Юхневич Р., Богданович В., Валашковский Е., Видуховский А.] : пер. с польск. / Под ред. Сухотина А.М. – Л. : «Химия», 1980. – 224 с.
2. Стали и сплавы коррозионно-стойкие. Методы испытания на стойкость против межкристаллитной коррозии. ГОСТ 6032-89 (ИСО 3651/2-76). [Действующий от 1990-07-01]. – М. : Издательство стандартов, 1990. – 41 с.
3. Данко П. Е. Высшая математика в упражнениях и задачах / П. Е. Данко, А. Г. Попов. – М. : Высш. шк., 1986. – 415 с.
4. Stefec Rudolf. Strukturkorrosion bei aigrette Austenit / Stefec Rudolf // Korrosion. – 1980. – N 6. – P. 303–310.
5. Лившиц Л. С. Металловедение сварки и термическая обработка сварных соединений /Л. С. Лившиц, А. Н. Хакимов. – М. : Машиностроение, 1989. – 334 с.
6. Жук Н. П. Курс теории коррозии и защиты металлов / Н. П. Жук-М. : Металлургия, 1976. – 472 с.

Одержано 27.09.2012

#### **Наривский А.Э., Беликов С.Б. Стойкость сталей AISI 321 И 12X18H10T к межкристаллитной коррозии в зависимости от изменения их химического состава**

*Установлены закономерности влияния химического состава сталей AISI 321 и 12X18H10T на их коррозионные потери при определении стойкости к межкристаллитной коррозии по методу усовершенствованных испытаний ДУ. Раскрыт механизм коррозионного разрушения исследуемых сталей. Полученные аналитические зависимости предложено использовать в производстве для определения стойкости стали AISI 321 к межкристаллитной коррозии.*

**Ключевые слова:** межкристаллитная коррозия, коррозионные потери, химический состав стали, скорость коррозии.

#### **Narivskiy A., Belykov S. Steel AISI 321 and 12X18H10T stability to intergranular corrosion depending on its chemical composition changing**

*The influence of steels AISI 321 and 12X18H10T chemical composition on their corrosion losses in determining the resistance to intergranular corrosion using method of improved test control of DU were shown. The mechanism of corrosion fracture of steels was investigated. The analytical dependences were suggested for practical use to determine the stability of steel AISI 321 to intergranular corrosion.*

**Key words:** intergranular corrosion, corrosive losses, chemical composition, steel, corrosion speed.