

**Міністерство освіти і науки України**  
**Сумський державний університет**  
*Азадський університет*  
*Каракалтакський державний університет*  
*Київський національний університет технологій та дизайну*  
*Луцький національний технічний університет*  
*Національна металургійна академія України*  
*Національний університет «Львівська політехніка»*  
*Національний технічний університет України*  
*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*  
*Одеський національний політехнічний університет*  
*Сумський національний аграрний університет*  
*Східно-Казахстанський державний технічний*  
*університет ім. Д. Серікбаєва*  
*Технічний університет Кошице*  
*Українська асоціація якості*  
*Українська інженерно-педагогічна академія*  
*Університет Барода*  
*Університет ім. Й. Гуттенберга*  
*Університет «Politechnika Świętokrzyska»*  
*Харківський національний університет*  
*міського господарства ім. О. М. Бекетова*  
*Херсонський національний технічний університет*

## **СИСТЕМИ РОЗРОБЛЕННЯ ТА ПОСТАНОВЛЕННЯ ПРОДУКЦІЇ НА ВИРОБНИЦТВО. ІНДУСТРІЯ 4.0. СУЧАСНИЙ НАПРЯМОК АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ОБМІНУ ДАНИМИ У ВИРОБНИЧИХ ТЕХНОЛОГІЯХ**

Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції  
(м. Суми, 22–26 травня 2017 року)



Сайт конференції: <http://srpv.sumdu.edu.ua>.

Суми  
Сумський державний університет  
2017

механических свойства, несмотря на их низкую пластичность. Кроме того, в них будет отсутствовать анизотропия формы зерна.

### Список литературы

1. Thermomechanical response of particulate-reinforced powder metallurgy titanium matrix composites—A study using processing map / [B. Liu, Y.P. Li, H. Matsumoto and oth.]. // Mater. Sci. Eng. A. – 2010. - Vol. 527, - Pp. 4733–4741.
2. Фирстов С. А. Механические свойства многокомпонентного титанового сплава / С. А. Фирстов, В. Ф. Горбань, Н. А. Крапивка, Э. П. Печковский, Н. И. Даниленко, М. В. Карпец // Проблемы прочности. – 2010. – № 5. – С. 187–198.
3. Горбань В. Ф. Высокопрочный литой  $\beta$ -титановый сплав / В. Ф. Горбань, Н. А. Крапивка, М. П. Бурка и др. // Современные проблемы физического материаловедения. – 2008. – Вып. 17. – С. 126–139.
4. Сысоева Н. А. Интерметаллидное упрочнение высокопрочных титановых сплавов / Н. А. Сысоева // Технология легких сплавов. – 2002. – № 4. – С. 85–91.
6. Koike J. Characterization of superplasticity in Ti-5.5Al-1Fe / J. Koike, Y. Shimoyama, H. Fujii, K. Maruyama // Scripta Materials. – 1998. – Vol.39, No.39. - Pp. 1009–1014.
7. Design of powder metallurgy titanium alloys and composites / [Y. Liu, L.F. Chen, H.P. Tang and oth.]. // Mater. Sci. Eng. A. – 2006. - Vol.418, No. (1-2). - Pp. 25–35.
8. Poletti C. Production of titanium matrix composites reinforced with SiC particles / C. Poletti, M. Balog, T. Schubert. // Comp. Sci. Techn. – 2008. – No.68. – Pp. 2171–2177.
9. Production of titanium powder by an electrolytic method and compaction of the powder / James C. Withers // Tit. Powd. Metall. – 2015. - No. 3. - Pp. 33-49.

## ВПЛИВ ЛЕГУЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА КОРОЗІЮ НЕРЖАВІЮЧИХ СТАЛЕЙ В ОЗОНУЄМОМ СЕРЕДОВИЩІ

*Татарченко Г.О., д.т.н., проф., Білошицький М.В., к.т.н., доц.,  
Білошицька Н.І., к.т.н., доц., Уваров П.Є., к.т.н., доц.  
СНУ ім. В. Даля, м. Севе́родо́нецьк*

Відомо [1], що в 20% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> при 200С сталі 12X18H10T і 08X22H6T знаходяться в області активного розчинення і можуть бути використані як конструкційні тільки із застосуванням анодної захисту. У той же час встановлено [2], що озон, полегшуючи катодний процес, переводить нержавіючі сталі в пасивний стан. Автори [3] відзначають, що вибірковість розчинення компонентів легованих сталей X18H10T, X17H5M3,

10X17H13M3T при травленні в розчинах  $H_2SO_4$  порівняно велика і на поверхні металу можуть формуватися шари, збагачені Cr і Ni.

Згідно з отриманими нами результатами виявлено, що присутність нікелю в сплавах повинна погіршувати їх корозійно-електрохімічну поведінку, а хрому – покращувати. Однак дослідження сталі 08X22H6T (з великим вмістом хрому і зниженим нікелю) показали погіршення її корозійних властивостей в 25%  $H_2SO_4$ , що озонується в порівнянні зі сталлю 12X18H10T. Аналогічні результати отримали і для більш легованої сталі 10X17H13M2T.

Потенціал корозії залізо-хромової сталі 08X17T істотно негативний ніж у сталей, що містять нікель; анодні струми досягають граничних значень. Подібні ділянки кривої зазвичай пов'язують з утворенням на поверхні металу важкорозчинних плівок, їх дія зводиться до часткового екранування поверхні електрода, а пористість їх залежить від потенціалу. Відмінності на поляризаційних кривих сталей 08X22H6T і 12X18H10T невеликі, але вони мають принципові значення, тому що визначаються тільки незначною різницею в концентрації хрому, а за вмістом нікелю відрізняються майже в два рази.

Різниця у вмісті нікелю призводить до зміни структури сталей з феритної на аустенітну. Це позначається на зниженні катодних струмів в області потенціалів ( $-0,1 \dots 0,2$ ) В, за рахунок активного розчинення нікелевої складової, а також до їх збільшення при ( $0,3 \dots 0,7$ ) В, за рахунок відновлення озону і можливого осадження нікелю на поверхні з утворенням складних комплексів, що призводять до більш глибокої пасивації. Механізм впливу Ni можна пов'язувати з тим, що в процесі розчинення в сталі його атоми заміщають атоми Fe в найбільш активних центрах поверхні [4]. У загальному випадку Ni підвищує корозійну стійкість сплавів, збільшуючи потенціал пітінгоутворення, розширює пасивну область і знижує струм пасивного розчинення.

Тут же можна відзначити, що на сталі 12X18H10T досягаються граничні катодні густини струмів, і корозія металу визначається дифузійним контролем – підведення озону, тоді як для сталі 08X22H6T в більшій мірі притаманний кінетичний контроль. Перепасивація для обох сталей настає при більш позитивних потенціалах, ніж для сталі 08X17T. Таким чином, присутність хрому в сталі сприяє більшій адсорбції кисню і озону на поверхні, утворення захисного шару і переводу сталі в пасивний стан; наявність нікелю призводить до прискорення розчинення металу при низьких потенціалах і призводить до зниження швидкості корозії сталі з осадженням його на поверхні при більш позитивних.

Згідно Херсблебу [5] на потенціал транспасивного переходу впливають тільки Ni, який злегка зменшує його, Si при концентрації нижче 0,1% і більш ніж 2%, і P нижче 0,02% зменшують щільність струму в транспасивній області. Марганець також злегка знижує струм, в той час як

Cr, Ni, Ti та Si в діапазоні концентрацій 0,1% 2,0% мають ефект, що незначно збільшується.

Вплив легуючих елементів і домішок на корозію нержавіючих сталей складний, причому не тільки в транспасивній області, а й до певної міри також в пасивній області. Якщо порівняти густину струму пасивації для сталей 12X18H10T (0,035 A/m<sup>2</sup>) і 06XH28MДТ (0,059 A/m<sup>2</sup>), отриманих при їх поляризації в озонованій 30% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> видно, що більш легована сталь 06XH28MДТ в пасивному стані розчиняється швидше. У пасивній області Cr, Ni і Cu мало впливають на густину струму, а Mo незначно збільшує цей вплив. Основна роль і в установленні, і в порушенні пасивного стану в таких багатокомпонентних сплавах, як 06XH28MДТ, належить хрому. Отже, розчинення залізо-хром-нікелевої основи сталей підвищує реакційну здатність Cu і Mo компонент в пасивному та транспасивному станах, а в процесі активного розчинення сталей кінетика парціальних процесів розчину і накопичення компонентів сталей на поверхні показує, що Cu і Mo блокують поверхневі центри, знижуючи корозію. Підвищення температури змінює цю залежність на зворотну, тому що в розчині стає недостатньо окиснювача, щоб відновлювати оксидну плівку.

Наскільки благотворно впливає Mo на корозійну стійкість нержавіючих сталей все ще є суперечним моментом, а також немає єдиної думки з питання механізму його дії. Існують два основних механізми – біполярна пасивна плівкова модель та модель взаємодії вакансії розчиненої речовини. Автори [6] припускають, що Mo уповільнює процес корозії за рахунок адсорбції, утворення сполук молібдену або синергічної взаємодії іонів молібдену з іншими оксидами або оксигідрооксидами. Згідно [7] молібден зменшує, як і нікель, щільність струму активного піку на анодній поляризаційній кривій. Присутність молібдену злегка збільшують Фладе-потенціал і густину струму в пасивній області. Згідно, [8] молібден – важливий легуючий елемент в хром і хром-нікелевих нержавіючих сталях, який збільшує стійкість їх до локальних видів корозії. Очевидно, це зумовлено деякими фактами: збагачення молібденом оксидної плівки, нарощування пасивної плівки і стабілізація оксиду Cr присутністю Mo<sup>6+</sup>. Однак вплив молібдену на густину струму нержавіючих сталей в транспасивній області невідомо, дослідження в цій області потенціалів практично відсутні.

У зв'язку з цим представляло інтерес провести дослідження на чистих металах, які є основними легуючими елементами більшості конструкційних сталей і сплавів. Таким чином, встановлено, що:

- в озонованій H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, в порівнянні зі сталлю 12X18H10T, сталь 08X22H6T менш стійка, за рахунок більшого вмісту хрому і меншого нікелю; сталь 10X17H13M2T менш стійка, за рахунок присутності в ній молібдену. Пасивація сталей, що містять більшу кількість хрому і нікелю, під дією озону протікає легше;

- присутність хрому в сталі сприяє адсорбції озону на поверхні, утворенню захисного шару і переводу сталі в пасивний стан;

- наявність нікелю призводить до прискорення розчинення металу при низьких потенціалах, зниженню швидкості корозії за рахунок накопичення його на поверхні при потенціалах вище 0,6 В.

### Список літератури

1. Гуляев А.П. *Металловедение* / Гуляев А.П. - Москва: Машиностроение, 1967. – 462 с.

2. Татарченко Г.О. Влияние озона на электрохимическое и коррозионное поведение металлов в кислых средах / Г.О. Татарченко, А.Н. Кузюков // *Защита металлов*. -2004. -Т. 40, №1. - С. 106-108.

3. Малышева Т.В. О накоплении ионов железа, хрома и никеля в сернокислых растворах при травлении легированных сталей / Т.В.Малышева, А.С.Афанасьев, Н.П. Руденко // *Защита металлов*. – 1978. – Т.14. – С.469-471.

4. Сухотин А.М. Физическая химия пассивирующихся пленок на железе / Сухотин А.М. - Л.: Химия, 1989. - С. 41.

5. Herbsleb, G. Der Einfluss von Legierungselementen auf das Passivierungsverhalten nichtrostender Stähle / G. Herbsleb// *VDI-Z. Zeitschrift des vereins Deutscher Ingenieure für Maschinenbau und Metallbearbeitung*. - 1981. – V. 123, № 12. - P. 505-511.

6. Montermor M.F. The role of Mo in the chemical composition and semiconductive behaviour of oxide films formed on stainless steels / M.F.Montermor, A.M.P. Simoes, M.G.S.Ferreira, Da Cunha Belo M. // *Corrosion Science*. – 1999. – V. 41 №1. - P. 17-34.

7. Bojinov M. Influence of molybdenum on the transpassivity of a Fe + 12% Cr alloy in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solutions / M. Bojinov, I.Betova, R.Raicheff // *Journal of Electro-analytical Chemistry*. - 1997. - V. 430, №1-2. -P. 169-178.

8. Томашов Н.Д. Влияние легирования Мо и Тi на коррозионные и механические свойства высокохромистой суперферритной стали / Н.Д. Томашов, Г.П. Чернова, А.Д. Горонкова [и др] // *Защита металлов*. – 1986. – Т. 22, №4. – С.517-521.