

Балицький О. І.* проф., д.т.н., зав. відділом
Колесніков В.О. доц., к.т.н., зав. каф.,заст. декана**
з наукової роботи
Хмель Я.* д.т.н., зав. каф.**

*Фізико – механічний інститут ім. Г.В. Карпенка
 Національної академії наук України, м. Львів,

**Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля,
 Краснодонський факультет інженерії та менеджменту,

***Західноморський технологічний університет (м. Щецин, Польща)

ВПЛИВ ВОДНЮ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ СТАЛЕВИХ ДЕТАЛЕЙ

Наведені хімічні склади та фізико-механічні властивості досліджуваних водневостійких сталей.

Ключові слова: водень, фізико-механічні властивості, водневостійкі сталі

1.Стан проблеми. Розвиток сучасної техніки потребує застосування нових матеріалів. Ймовірно, що потреба у водневостійких сталях буде надалі лише зростати. Попередні розробки й дослідження дозволили визначитись, що серед водневостійких сталей, можна виділити окремий клас – це хромомарганцеві високо азотні сталі [1-4]. Створено малочутливу до водню сталь (рис. 1, точка ■ new) з межею міцності 900 МПа і пластичністю 60% які вона зберігає в середовищі водню до $T = 650$ К. Нова сталь може знайти застосування у виробках водневої енергетики [2].

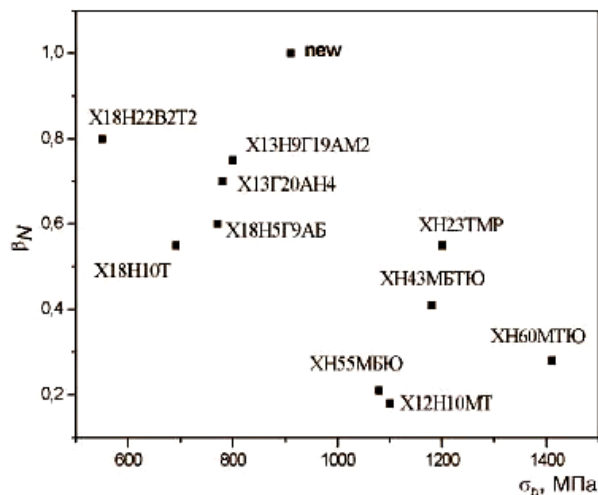


Рис. 1. Залежність коефіцієнта впливу водню на малоциклового втому β_N від рівня міцності σ_B промислових сталей [2]

Враховуючи різкий стрибок цін протягом 2010 та 2011 р на продукцію з залізвуглецевих сплавів, необхідно й надалі оптимізувати хімічні склади відомих сплавів та розроблювати й створювати нові, які б могли влаштувати споживача.

2.Основна частина. Недоліком водневостійких сталей є підвищений вміст дорого вартісних елементів, наприклад, нікелю чи ніобію. Розроблювалась водневостійка сталь з підвищене-

ними фізико-механічними властивостями в газоподібному водні для тривалої експлуатації з періодичними процесами тертя ковзання та кочення.

Сплави отримували в індукційній печі з наступним електрошлаковим переплавом. Далі зливки піддавали термічній обробці. Спочатку гартували, а потім відпалювали. Плавлення та кристалізацію сплавів з вмістом азоту (мас. %) 0,6-1,0 здійснювали при підвищеному тиску азоту над розплавом.

У таблиці 1 наведено хімічний склад досліджуваних сталей.

Таблиця 1

№ п/п	Сталь (плавка)	Масова частка елементів, %									
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	N	Ca	Nb
1.	Дослідж. Сплав № 1	0,1	0,32	15,3	16,2	0,05	1,5	0,22	0,5	0,01	-
2.	Дослідж. Сплав № 2	0,06	0,51	19,2	17,3	0,13	2,10	0,14	0,95	0,01	-
3.	Аналог [5]	0,04	0,26	11,7	19,9	5,6	1,5	0,37	0,51	0,06	0,27

Таблиця 2

№ п/п	Сталь (плавка)	Температура гартування, °C	σ_b , МПа	σ_b , МПа (у водні)	σ_T , МПа	σ_T , МПа (у водні)	δ , %	δ , % (у водні)	Ψ , %	Ψ , % (у водні)
1.	Дослідж. Сплав № 1	1130	923	860	595	510	48	29	55	33
2.	Дослідж. Сплав № 2	1130	1047	990	659	605	62	35	66	38
3.	Аналог [5]	1100	995	800	590	450	53	22	70	23
4.	Аналог [5]	1150	992	690	589	480	54	25	72	32
5.	Аналог [5]	1120	994	680	591	435	54	26	71	31

Грунтуючись на літературних відомостях та результатах експериментів встановлено вміст елементів, які наведено у таблиці 1.

Елементи вуглець, азот і ванадій, утворюють в сталі дисперсні частки нітридів і карбонітридів і ванадію, стримують ріст зерна в сталі при нагріванні під гартування, тобто сприяють формуванню дрібнозернистої структури сталі, необхідної для здобуття високої міцності. При надлишковому вмісті ванадію, сталь має низькі значення характеристик пластичності через високій вміст карбонітридів ванадію.

Вуглець підсилює і стабілізує аустеніт і покращує ефект пам'яті форми. Вміст нижче 0,001 % не впливає на властивості, а якщо його вміст перевищує 0,25 %, то значно зменшується пластичність. Це може бути пов'язано з утворенням карбідної неоднорідності в результаті зв'язування хрому та марганцю у складно леговані карбіди. Ці карбіди виділяються та розташовуються по границях зерен, що призводить до зниження фізико-механічних властивостей та тріщиностійкості у водні досліджуваних сталей.

Марганець стабілізує аустеніт і збільшує розчинність азоту, який також стабілізує аустеніт. Марганець впливає і на мартенситне перетворення та сприяє формуванню високої технологічності матеріалу. Вміст марганцю менше 17 % не забезпечує аустенітної структури, що призводить до появи фериту і зменшує опір зношуванню наводненого матеріалу.

Кремній понижує енергію дефектів упаковки аустеніту, збільшує міцність. Збільшення вмісту кремнію понад 0,85 % розширює межі феритної області та сприяє утворенню σ – фази при більш низькому вмісті хрому, а σ – фаза призводить до зниження пластичності.

Введення у сталь ванадію у кількості 0,1 – 0,35 % забезпечує дрібнодисперсну структуру та підвищення міцності внаслідок утворення дрібнодисперсних нітридів ванадію. При меншій кількості ванадію ефект від його введення не значний. При вмісті його в кількості більше

0,35 % - призводить до зниження міцності через збіднення твердого розчину азотом унаслідок утворення термічно стійких нітридів ванадію, що розчинаються в аустеніті при температурі вищій, ніж 1150 °С.

Молибден зменшує енергію дефектів упаковки і підсилює стійкість до окислення при високих температурах. При вмісті молибдену понад 2,5 % у сплаві може утворитись феромагнітна фаза (δ - ферит). Молибден збільшує міцність та водневу стійкість.

Нікель також є стабілізуючим елементом. Введення нікелю сприяє зміцненню при операціях холодної деформації хромомарганцевого аустеніту. Але враховуючи його вартість вміст нікелю, у порівнянні з прототипом вирішили обмежити.

Азот – повноправний компонент сплаву, оскільки він зміцнює аустеніт більше, ніж будь-який інший елемент, а також стабілізує аустеніт і покращує водневу стійкість. При вмісті азоту менше 0,01 % ефекти описані вище – дуже незначні. Якщо ж його вміст перевищить 1,2 %, сталь стає крихкою та різко знижується тріщиностійкість у водні. Відомо, що в чистому залізі при 1600 °С та тиску 1 атм. Розчинність азоту складає лише $0,0438 \pm 0,0007$ мас. %. Але нітридоутворюючі та карбідоутворюючі елементи (Cr, Mn, V, Nb) підвищують розчинність азоту у розплавах, на основі заліза. Наприклад, Cr у кількості 20 % підвищує розчинність азоту приблизно у 10 разів у порівнянні з чистим залізом та відрізняється меншою схильністю до утворення нітридів у твердому стані у порівнянні з Ti, V, Nb [6, 7]. На розчинність азоту в сплаві суттєво впливають легуючий елемент Cr.

Додавання кальцію покращує морфологію неметалевих включень, підвищує пластичність сплаву та його технологічність, особливо оброблюваність різанням, що представляє проблему у випадку високо азотних сталей.

3.Висновки. Розробка та впровадження нових водневостійких сталей, залишається перспективним напрямком у сучасному матеріалознавстві, обумовленим необхідністю отриманням високоякісних виробів, здатних задовольняти споживачів.

Література

1. Балицький О.І., Душар І.Я., Колесніков В.О., Мельніков С.Д. Водневостійка сталь. Патент на корисну модель № України, МПК С22С 38/50. Заявка № u 2009 08857; Заявлено 25.08.2009. Опубліковано 10.02.2010. Бюл.№ 3, 2010 - 4 с.
2. Водородная усталость сталей В.И. Ткачев, В.И. Холодный, В.И. Витвицкий International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecjlogy ISJAEЕ № 3 (11) 2004 С.34 – 36.
3. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Kawiak, P. Triboengineering properties of austenitic manganese steels and cast irons under the conditions of sliding friction. Materials Science. Volume 41, Issue 5, September 2005, Pages 624-630. <https://doi.org/10.1007/s11003-006-0023-7>.
- 3а. Balytskyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Kaviak, P. Tribotechnical properties of austenitic manganese steels and cast irons under sliding friction conditions. Fiziko-Khimicheskaya Mekhanika Materialov. Volume 41, Issue 5, 2005, Pages 55-60. ISSN: 04306252.
4. Balyts'kyi O.I., Kolesnikov V.O. Investigation of wear products of high nitrogen manganese steels // Materials Science (Springer). – 2009, vol. 45, N 4.- P.576-581. <http://www.springerlink.com/content/k8k1g827475q4251>.
5. Пат. RU, 2205889 С1, С22С 38/58, Высокопрочная немагнитная коррозионно-стойкая свариваемая сталь / Банных О.А., Блинов В.М., Костина М.В., Лякишев Н.П., Ригина Л.Г., Горынин И.В., Рыбин В.В., Малышевский В.А., Калинин Г.Ю., Ямпольский В.Д., Буцкий Е.В., Римкевич В.С., Сидорина Т.Н. заявитель Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН, Федеральное унитарное предприятие Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей». – 2002105901/02 заявл. 06.03.2002; опубл. 10.06.2003.
6. Лякишев Н.П., Банных О.А. Новые конструкционные стали со сверхравновесным содержанием азота // Перспективные материалы. – 1995, № 1. С. 73 - 82.
7. Simmons J.W. Overview: high-nitrogen alloying of stainless steels // Materials Science and Engineering. Ser. A. – 1996, Vol. 207, P. 159 - 169.

ЗМІСТ

ПІБ авторів та назва публікації	Стор.
<i>Аптекарь М.Д., Аптекарь В.Ю.</i> РЕКРЕАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЯК ВИЗНАЧАЛЬНИЙ ЧИННИК ВІДНОВЛЕННЯ ЛЮДСЬКИХ РЕСУРСІВ РЕГІОНУ	5
<i>Балицький О. І., Колесніков В.О., Хмель Я.</i> ВПЛИВ ВОДНЮ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ СТАЛЕВИХ ДЕТАЛЕЙ	14
<i>Василенко Н.А., Васецкая Л.А.</i> ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ КОНСТРУКЦИОННОЙ ЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ ИОННО-ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКОЙ	17
<i>Зебницкая Е.В., Свинороев Ю.А.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛАСТИКА ДЛЯ РЕШЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ МАЛЫХ ГОРОДОВ ДОНБАССА	20
<i>Домская А.С., Лантева Е.И.</i> ПРОБЛЕМЫ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В МАЛЫХ ГОРОДАХ	23
<i>Садова Ю.М., Дичко А.О.</i> ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НА ШВИДКІСТЬ БІОХІМІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД	24
<i>Куликова Д.В.</i> О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ ШАХТНЫХ ВОД ОТ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ	30
<i>Бихдрикер А.С., Бихдрикер И.С.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПЫТА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ИЗРАИЛЕ ПРИМЕНИТЕЛЬНО ДЛЯ УГОЛЬНЫХ РЕГИОНОВ СНГ	34
<i>Єремєєв І.С., Сігорський П. В.</i> МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ДАНИХ	38
<i>Никитинский В.А., Мищенко А.В., Косилов К.С.</i> ГЕНЕРАТОР ПЛАЗМЫ ДЛЯ ИНЖЕНЕРИИ ПОВЕРХНОСТИ	41
<i>Шевелев В.А., Нецецкий А. А.</i> АНАЛІЗ ПЕРЕДУМОВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКОГО АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТ	44
<i>Корсунов К.А.</i> ПЛАЗМЕННАЯ ГАЗИФИКАЦИЯ НИЗКОСОРТНЫХ УГЛЕЙ	48
<i>Дзюба В.Л., Зёма А.В., Василенко Н.А., Гончаров В.В.</i> УСТАНОВКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИОННО-ПЛАЗМЕННЫХ НАНОПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ	51
<i>Ополінський І.О., Дичко А. О.</i> ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ПІДПРИЄМСТВ ДОНЕЦЬКОГО КАМ'ЯНОВУГІЛЬНОГО БАСЕЙНУ	55
<i>Батлук А.С.</i> ПЕРСПЕКТИВА РОЗВИТКУ ТРУБОПРОВІДНОГО ТРАНСПОРТУ НА ПРИКОРДОННИХ РЕГІОНАХ УКРАЇНИ ТА РОСІЇ	58
<i>Белкин Д.И., Шабрацкий В.И., Барвин В.И.</i> ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕАКТОРОВ ОБЪЕМНОГО ТИПА С МЕШАЛКАМИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ГАЗОЖИДКОСТНЫХ РЕАКЦИЙ	61
<i>Дж.А.Т. Ал-Хаддад Е.В., Киселёва-Логинова Е.В., Попов</i> ВОДОТОПЛИВНЫЕ ЭМУЛЬСИИ КАК РЕШЕНИЕ ДЛЯ НЕФТЕПРОМЫШЛЕННОСТИ ИРАКА	64
<i>Ковалева А.Ю., Григорьева А.А.</i> ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И СОВРЕМЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ТЕОРИИ СТРОЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ	67
<i>Колесніков В.А.</i> ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ	71
<i>Луговой А.П.</i> ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ПТИЦЕВОДСТВА	75
<i>Гончаров В.В., В.В. Овчаренко, Мищенко А.В.</i> РАЗРАБОТКА ПРИВОДА ЭКСТРУДЕРА ДЛЯ БРИКЕТИРОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ТОПЛИВ	79
<i>Старіченко О.В.</i> СУЛЬФОАЛКІЛУВАННЯ ФЕНОЛУ ДЛЯ ВИРШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ ТЕХНОЛОГІЇ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН	81

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ім. ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
КРАСНОДОНСЬКИЙ ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ ТА МЕНЕДЖМЕНТУ
АНТРАЦИТІВСЬКИЙ ФАКУЛЬТЕТ ГІРНИЦТВА І ТРАНСПОРТУ

**IV МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ
"ЕКОНОМІЧНІ, ЕКОЛОГІЧНІ ТА
СОЦІАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВУГІЛЬНИХ РЕГІОНІВ СНД"**

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ



20 травня 2011 р
м. Краснодон

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ім. ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

КРАСНОДОНСЬКИЙ ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ

ТА МЕНЕДЖМЕНТУ

АНТРАЦИТІВСЬКИЙ ФАКУЛЬТЕТ ГІРНИЦТВА І ТРАНСПОРТУ

IV МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА

КОНФЕРЕНЦІЯ

"ЕКОНОМІЧНІ, ЕКОЛОГІЧНІ ТА

СОЦІАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВУГІЛЬНИХ РЕГІОНІВ СНД"

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ



20 травня 2011 р

м. Краснодон

УДК 658+504+364.14

ББК 65.30+65.28+65.27

Рецензенти:

Рамазанов С.К.— професор, д.т.н., д.е.н.

Харковський Б.Т. – професор, к.т.н.

Родіонов О.В. – проф., д.е.н.

УДК 658+504+364.14

ББК 65.30+65.28+65.27

Рекомендовано до друку Вченою радою Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля
(протокол № 11 від " 24 " 06. 2011 р.)

Балицький О. І., Колесніков В.О., Хмель Я. Вплив водню на експлуатаційні властивості сталевих деталей // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 травня 2011 р. м. Краснодар. – С. 14 - 16.

Влияние водорода на эксплуатационные свойства стальных деталей.

The effect of hydrogen on the performance properties of steel parts.

Наведені хімічні склади та фізико-механічні властивості досліджуваних водневостійких сталей.

Ключові слова: водень, фізико-механічні властивості, водневостійкі сталі.

Ключевые слова: водород, физико-механические свойства, водородостойкие стали.

Keywords: hydrogen, physico-mechanical properties, hydrogen -resistant steels.

https://www.researchgate.net/publication/337492493_Balickij_O_I_Kolesnikov_V_O_Hmel_A_Vpliv_vodnu_na_ekspluatacijni_vlastivosti_stalevih_detalej_Material_i_IV_Miznarodnoi_naukovo-prakticnoi_konferencii_Ekonomichni_ekologichni_ta_socialni_problemi_vugilnih

https://kolesnikov.ucoz.com/load/vpliv_vodnju_na_ekspluatacijni_vlastivosti_stalevikh_detalej/1-1-0-159

https://researchworker.ucoz.ru/load/publikacii/vpliv_vodnju_na_ekspluatacijni_vlastivosti_stalevikh_detalej/3-1-0-277