

Вплив легувальних елементів на структуру і властивості зносостійких сталей*

Проведено аналіз впливу основних легувальних та модифікувальних елементів на властивості зносостійких сталей. Показано можливість заміни високолегованих сталей більш дешевими низьколегованими. Розглянуто вплив комплексного легування.

Ключові слова: зносостійка сталь, легування, легувальний елемент, комплексне легування, модифікування, низьколегована сталь

У зв'язку з розвитком ринкових відносин у промисловості країни і посилення конкуренції на ринках збуту все більше зростають вимоги до якості продукції. Якість виливків та їх службові властивості залежать в першу чергу від технологічних процесів плавки, позапічної обробки метала, його розливання по формах, вибивання та термообробки [1].

Зносостійкі сталі повинні мати високі міцність, в'язкість руйнування, теплопровідність і здатність до утворення при терті міцних плівок вторинних структур. За наявності агресивних середовищ, підвищених температур і дії інших фізичних та хімічних факторів, що знижують міцність поверхні, опір зношуванню залежить від корозійної стійкості матеріалу, його жаростійкості та інших властивостей [2].

Виливки з високомарганцевої сталі в умовах абразивного та ударно-абразивного зношування з невеликим ступенем пластичної деформації мають низький опір зношуванню [3].

Високолеговані аустенітні сталі можуть бути частково замінені більш дешевими економнолегованими перлітно-карбідними сталями, близькими за своїм складом до евтектоїдного. Такий склад при раціональному виборі технології плавки та термічної обробки дозволяє отримати структуру з перлітною матрицею, що забезпечує достатню міцність і ударну в'язкість, з невеликою кількістю карбідів, які підвищують абразивну стійкість без надрізуючого, знижуючого ударну в'язкість, впливу на матрицю.

Для оптимізації властивостей вуглецевих сталей необхідно дослідити вплив карбідоутворювальних компонентів на структуру та властивості цих сталей.

Підвищення ударної в'язкості високомарганцевої сталі можливе за умови збереження чи підвищення її зносостійкості за рахунок економного легування недефіцитними елементами.

Досліджено вплив на властивості сталі її основних елементів (карбону та мангану), а також легування та модифікування активними карбідоутворюючими та стабілізуючими аустеніт елементами (хромом, титаном, бором).

Сталь виплавляли в індукційній високочастотній

печі в тиглі з основною футерівкою. Для випробувань виготовляли в піщаноглинистих формах зразки перерізом 10×10 мм² та довжиною 55 мм.

Методика випробування зразків на ударну в'язкість – стандартна. Зносостійкість визначали за спеціальною методикою на установці, абразивом у якій слугує кварцовий пісок. Результати дослідження, наведені в табл. 1, показують, що найбільш висо-

Таблиця 1

Вплив марганцю на ударну в'язкість та відносну зносостійкість сталі

Хімічний склад, %		Властивості після відпуску 760 °С	
С	Мп	ударна в'язкість, МДж/м ²	відносна зносостійкість
0,6	0,32	0,53	1,00
	0,68	0,49	1,18
	1,11	0,48	1,11
	1,35	0,46	1,20
	1,80	0,43	1,26

ка ударна в'язкість спостерігається при вмісті (%) карбону на рівні 0,6 і мангану – до 2, проте їх зносостійкість, в порівнянні із сталлю, що містить карбону та мангану на рівні 0,6 та 0,3 % відповідно, незначно відрізняється (рис. 1).

Підвищений вміст вуглецю сприяє утворенню карбідів типу MeC, Me₆C, Me₃C тощо та зростанню міцності сталі, покращенню ливарних властивостей, проте при цьому знижується ударна в'язкість, тому підвищення вмісту вуглецю більше 0,7 % небажане.

Марганець в сталі із зростанням його вмісту до 1,8 % сприяє підвищенню степені дисперсності перліту, при цьому знижується кількість доевтектичного фериту або, відповідно, заевтектичних карбідів. Подальше підвищення вмісту марганцю небажане у зв'язку із зниженням пластичності сталі, проте міцність зростає.

Досліджено вплив хрому на відносну зносостійкість та ударну в'язкість сталі (табл. 2 та рис. 2).

Хром є найбільш розповсюдженим елементом, який вводить у марганцеву сталь з метою підвищення

* По матеріалам VI Международной научно-практической конференции «Литье-2010», состоявшейся 21-23 апреля 2010 г. в Запорожье

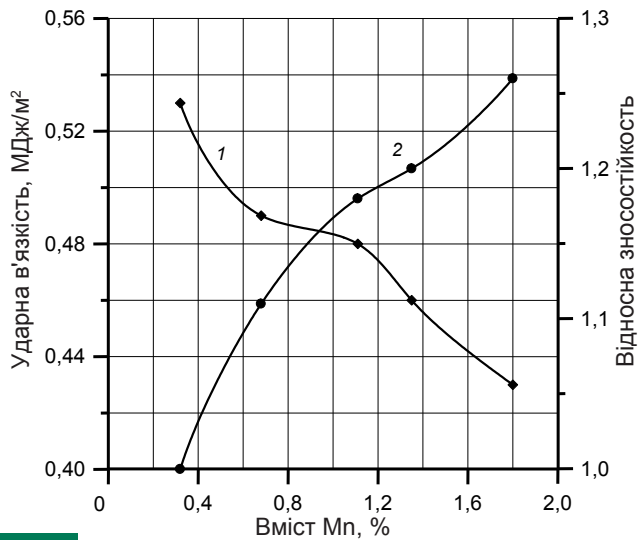


Рис. 1. Вплив марганцю на: 1 – ударну в'язкість сталі; 2 – відносну зносостійкість

Таблиця 2

Вплив хрому на ударну в'язкість та відносну зносостійкість сталі

Хімічний склад, %		Властивості	
C	Cr	ударна в'язкість, МДж/м ²	відносна зносостійкість
0,5	0	0,48	1,00
	1,0	0,45	1,32
	2,0	0,34	1,50
	3,0	0,30	1,61
	6,0	0,16	1,62

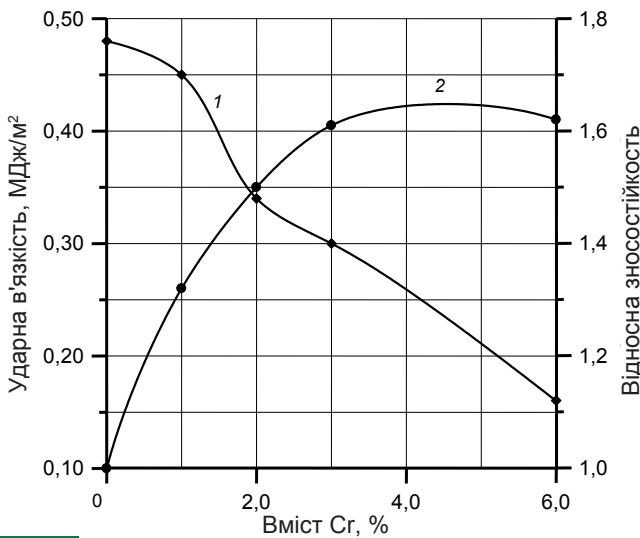


Рис. 2. Вплив хрому на: 1 – ударну в'язкість сталі; 2 – відносну зносостійкість

зносостійкості. Він стабілізує аустеніт, а також є активним карбідоутворювачем. При введенні в сталь 1 % Cr значно зростає відносна зносостійкість (від 1,0 до 1,32). При додаванні 3 % Cr знижується ударна в'язкість. Тому найбільш задовільний комплекс властивостей має сталь з приблизно 2 % Cr.

Досліджували вплив бору та титану на властивості зносостійкої сталі при вмісті 0,5 % C.

Титан має більшу спорідненість до вуглецю, ніж хром, і при кристалізації утворює дисперсні карбіди, які сприяють подрібненню структурних складових, що доб-

ре позначається на зносостійкості. При цьому карбіди титану знаходяться у вигляді ізольованих включень, стійкі, мають високу твердість, що підвищує зносостійкість. Крім того, зростанню зносостійкості, твердості і жаростійкості сприяє утворення спеціальних карбідів титану, завдяки яким збільшується концентрація хрому в твердому розчині [4]. Титан подрібнює структуру сталі, усуває стовпчасту будову виливків.

Введення титану в межах 0,05-0,15 % сприяє додатковому покращенню властивостей сталі, особливо зносостійкості, а у випадку проведення термічної обробки забезпечує меншу схильність до перегрівання. Підвищення вмісту титану більше 0,15 % знижує пластичність сталі, хоча зносостійкість і зростає.

Глибока ступінь розкислення та дегазації досягається за рахунок мікроприсадок бору. Ефективність бору значно вища, ніж інших елементів. Бор є добавкою, що підвищує зносостійкість сталі при введенні його в межах 0,002-0,004 %; при більшому його вмісті різко знижується пластичність сталі.

Кращий комплекс властивостей має сталь із вмістом 0,1 % Ti + 0,002 % B (рис. 3).

Найбільш задовільні результати з підвищення зносостійкості марганцевої сталі досягаються за рахунок комплексного легування та мікролегування.

Наведені результати дозволяють зробити висновок, що подальше покращення властивостей таких сталей може досягатися шляхом відпрацювання режимів термічної обробки.

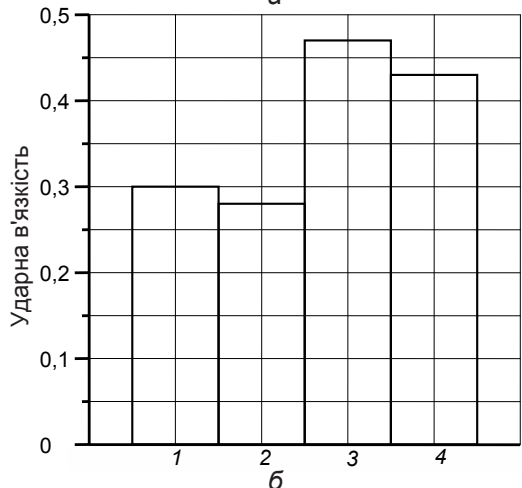
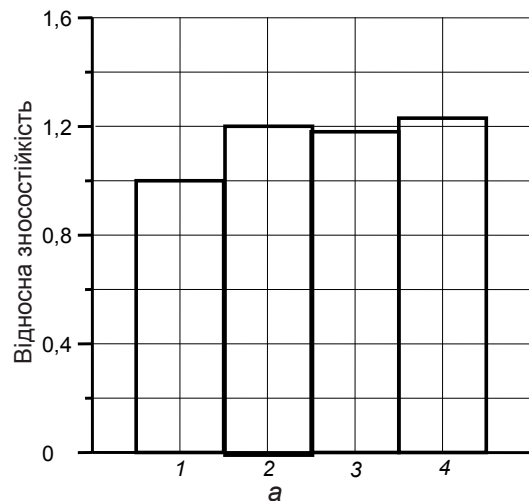
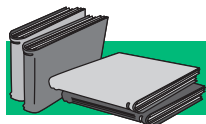


Рис. 3. Вплив титану та бору на відносну зносостійкість (а) та ударну в'язкість (б) сталі: 1 – сталь, що не містить титану та бору; 2 – з вмістом 0,1 % Ti; 3 – з 0,002 % B; 4 – з 0,1 % Ti + 0,002 % B



ЛИТЕРАТУРА

1. Афонаскин А. В. Особенности технологии выплавки и разливки стали 110Г13Л. // Литейн. пр-во. – 2008. – № 3. – С. 12-13.
2. Гольдштейн М. И., Грачев С. В., Векслер Ю. Г. Специальные стали. – М.: МИСИС, 1999. – 408 с.
3. Шрамко М. С., Малый А. В., Мироненко Н. Е. Оптимизация химического состава высокомарганцевой стали для деталей горнодобывающей промышленности // Процессы литья – 2005. – № 1. – С. 92-101.
4. Калитин В. Т., Суло Н. В. Технологические особенности производства литых шаров повышенного качества // Вісник КТУ. – 2009. – № 23. – С. 88-92.

Аннотация

Власюк И. А., Могилатенко В. Г., Ямшинский М. М., Товкач А. Н.

Влияние легирующих элементов на структуру и свойства износостойких сталей

Проведен анализ влияния основных легирующих и модифицирующих элементов на свойства износостойких сталей. Показана возможность замены высоколегированных сталей более дешевыми низколегированными. Рассмотрено влияние комплексного легирования.

Ключевые слова

износостойкая сталь, легирование, легирующий элемент, комплексное легирование, модифицирование, низколегированная сталь

Summary

Vlasiuk I., Mogilatenko V., Yamshinskiy M., Tovkach A.

Influence of alloying elements on structure and properties of wearproof steels

The article the analysis of influence of basic alloying and modifying elements on wearproof steels properties is conducted. Possibility of high-alloyed steels replacement with more cheap low-alloyed steels is rotined. Influence of the complex alloying is considered.

Keywords

wearproof steel, alloying, alloying element, complex alloying, retrofitting, low-alloyed steel

Поступила 30.08.2010

В соответствии с требованиями ВАКа все статьи, поступающие в редакции научных журналов, должны обязательно проходить **рецензирование**, иметь ключевые слова, аннотации, название статьи, фамилию, имя, отчество авторов на 3-х языках – русском, украинском и английском.

Объем статьи – не более 10 стр., рисунков – не более 5.

Статьи в редакции должны поступать на бумажном и электронном носителях. Для текстовых материалов желательно использовать формат **doc**. Для графических материалов – формат **jpeg**. Графические материалы необходимо сохранять в отдельных файлах. Фотографии, рисунки, графики и чертежи должны быть **черно-белыми**, четкими и контрастными.