

УДК 669.14.018.258 : 669.004.18

© Глотка О.А.*

**ВПЛИВ ЛЕГУВАННЯ ВТОРИННИМ МАТЕРІАЛОМ НА КАРБІДНУ
ФАЗУ СТАЛІ 3X2B8Ф**

В роботі розглядається вплив легування вторинним вольфрамом на морфологію та хімічний склад карбідної фази штампної сталі для гарячого деформування 3X2B8Ф. Встановлена подібність результатів дослідження експериментальної та базової сталі. Висуваються рекомендації щодо заміни ферровольфраму експериментальними лігатурами, що дасть значний економічний ефект.

Ключові слова: вторинний вольфрам, штампна сталь, морфологія та хімічний склад карбідів, ферровольфрам.

Глотка А.А. Влияние легирования вторичным материалом на карбидную фазу стали 3X2B8Ф. В работе рассматривается влияние легирования вторичным вольфрамом на морфологию и химический состав карбидной фазы штамповой стали для горячего деформирования 3X2B8Ф. Установлена схожесть результатов исследования экспериментальной и базовой стали. Высунуты рекомендации по замене ферровольфраму экспериментальными лигатурами, что даст значительный экономический эффект.

Ключевые слова: вторичный вольфрам, штамповая сталь, морфология и химический состав карбидов, ферровольфрам.

O.A. Glotka. The effect of alloying with secondary material upon carbide phase steel 3X2B8Ф. This paper examines the impact of secondary tungsten alloying on the morphology and chemical composition of the carbide phase tool steel for hot working 3X2B8Ф. Similar results were found for experimental and base steel grades. Prescribed were recommendations for replacement ferro-tungsten with experimental ligatures, enabling a significant economic effect.

Keywords: secondary tungsten, tool steel, morphology and chemical composition of carbides, ferrotungsten.

Постановка проблеми. В останні роки інтерес до високовольфрамових сталей знизився, оскільки розроблено, в значній кількості, економнолеговані безвольфрамові сталі. Однак, в деяких випадках, у важконавантажених відповідальних інструментах, замінити класичну штампову сталь 3X2B8Ф є неможливо. Тому виплавляння даної сталі виконується невеликими партіями згідно до технічних умов на машинобудівних підприємствах для власного використання. Однак таке виробництво є коштовним та технологічно складним. Для зниження витрат на легуючі елементи, при виготовленні високовольфрамових сталей, пропонується використовувати вторинні матеріали, що значно знизять вартість кінцевого продукту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Оскільки виплавляння таких матеріалів відбувається відкритим методом та з використанням відходів власного виробництва, це призводить до зниження концентрацій легуючих елементів. Для подолання такого недоліку необхідним заходом є введення легуючих елементів (долегування) до рівня марочного складу. Вольфрам, як правило, вводиться в розплав в виді лігатури – ферровольфраму, ціна якого в останні роки має великі темпи зростання. Одним з методів зниження собівартості сталі 3X2B8Ф є заміна ферровольфраму бруктом, що в своєму складі містить вольфрам [1]. Однак присутність нікелю в брукті є негативним для важконавантажених штампних сталей [2]. Тому, окрім проведення порівняльних випробувань механічних властивостей [3] та термоциклювання [4] необхідно ретельно дослідити карбідну фазу, яка є основною фазою, що зміцнює. Зміна морфології та типу карбідів може призвести до зниження механічних властивостей, як після випробування при кімнатній

* канд. техн. наук, доцент, ДВНЗ «Запорізький національний технічний університет», м. Запоріжжя

температурі, так і після невеликого терміну експлуатації, що призведе до короткочасного виходу з ладу коштовного інструменту.

Мета роботи. Визначити вплив легування вторинним вольфрамом на морфологію та тип карбідів високовольфрамової штампової сталі 3Х2В8Ф для можливості прогнозування подальшого використання у виробництві вторинного матеріалу.

Викладення основного матеріалу. Вторинний матеріал є відходами промислового комплексу України та є сплавом системи W-7Ni-3Fe [1]. Оскільки дослідження показали, що введення такого матеріалу в шихту без попереднього підготовки не є раціональним [5], тому його було використано для витоплення лігатури системи Fe-W з різною концентрацією вольфраму [6].

Сталь для виготовлення інструменту для гарячого деформування виробів має хімічний склад, механічні властивості [3] та термоциклічну стійкість [4] близьку до висунутих вимог ТУ 14-1-5243-93. Сталь витоплену з використанням експериментальних лігатур (вторинним вольфрамом) маркували, як експериментальну, а виготовлену за класичною технологією – базову. З метою ретельного аналізу всіх перетворень, що відбуваються при заміні основного поставачальника вольфраму, проведено дослідження карбідних вкраплень в вище згаданій сталі.

Для дослідження використовувався растровий електронний мікроскоп оснащений системою енергодисперсійного аналізу фірми SELMI РЭМ-106И, вітчизняного виробництва. Дослідження проводилися при прискорювальній напрузі в 20кВ у вторинних електронах. Кількісний рентгеноспектральний мікроаналіз виконаний порівнянням отриманих спектрограм з еталонними, які записані в базу комп'ютера від еталонних матеріалів. Точність детектування елементів спектрометром знаходилася на рівні 0,1% (мас.).

Термічна обробка зразків полягала в гартуванні від температури $1100 \pm 10^\circ\text{C}$ в олії з наступним відпусканням при $650 \pm 10^\circ\text{C}$, 2 години в печі СНОЛ, згідно з рекомендаціями [7]. Для зниження товщини окисленого шару зразки розташовувалися в кварцевій трубці, кінці якої запаювалися. Окислений шар знімався при завершальній механічній обробці (шліфування) повністю. Мікроструктура після повного циклу термічної обробки складається з ферито-карбідної суміші. Карбіди складаються з вольфраму, хрому та ванадію типу $M_{23}C_6$ та M_6C . Бал аустенітного зерна не перевищував №9-10.

Оскільки карбіди є вторинними фазами і їх кількість значно менша в об'ємі матеріалу, було запропоновано, для ретельного аналізу, проведення вилучення надлишкових фаз з матриці. Одним з таких способів є розчинення основи для аналізу осаду, але вказаний метод є довготривалим, шкідливим для середовища та виконавця. Тому було обрано метод виготовлення екстракційних реплік, як більш екологічний і з великою достовірністю результатів.

Зразки з експериментальної сталі та базової проходили шліфування, полірування та травлення в 4%НСІ. Потім розташовувалися в ВУП-5М та проводилось напилення вуглецю на поверхню шліфа. Після вказаної процедури від зразків відділялась вуглецева репліка за допомогою розчинення сталі 4%розчином НСІ. Репліки розташовувалися на мідних сіточках та завантажувалися в растровий електронний мікроскоп.

Така методика дослідження вторинних вкраплень дає достовірні результати при визначенні хімічного складу фаз та можливість приблизно охарактеризувати стехіометричне співвідношення між елементами.

На рисунку 1 приводиться зображення карбідних фаз експериментальної (див. рис. 1 а,в) та базової (див. рис. 1 б, г) сталі при різних збільшеннях. Морфологія карбідів має сферичний характер та доволі велику дисперсність, як у базові так і в експериментальній сталі. Розміри карбідів коливаються від 0,55 до 0,22 мкм для базової сталі і від 0,5 до 0,2 мкм для експериментальної сталі. Така схожість в розмірах карбідів та подібність в морфології обумовлене проведенням технології виплавлення та термічної обробки близької до технічних вимог. Окрім цього вплив шкідливих домішок, що потрапляють в експериментальну сталь з важкотопким брухтом не є доволі суттєвим, оскільки відмінностей між порівнювальними сталями майже не спостерігається.

Для порівняння об'ємного вмісту карбідів в експериментальній та базовій сталі, було використано метод січних. Для цього використано по п'ять полів зору при збільшеннях в $\times 6000$ та $\times 12000$ та проведено по п'ять січних на поле. Поля зору обиралися хаотично для збільшення

достовірності отриманого матеріалу. Об'єм карбідної фази в базовій сталі коливається в межах 5,4...7,1%, а в експериментальній сталі – 5,2...6,7%. Таким чином можливо стверджувати, що заміна стандартного легувального елемента (феровольфраму) на експериментальні лігатури Fe-W не впливає на морфологію, дисперсність та об'єм карбідної фази в експериментальній сталі.

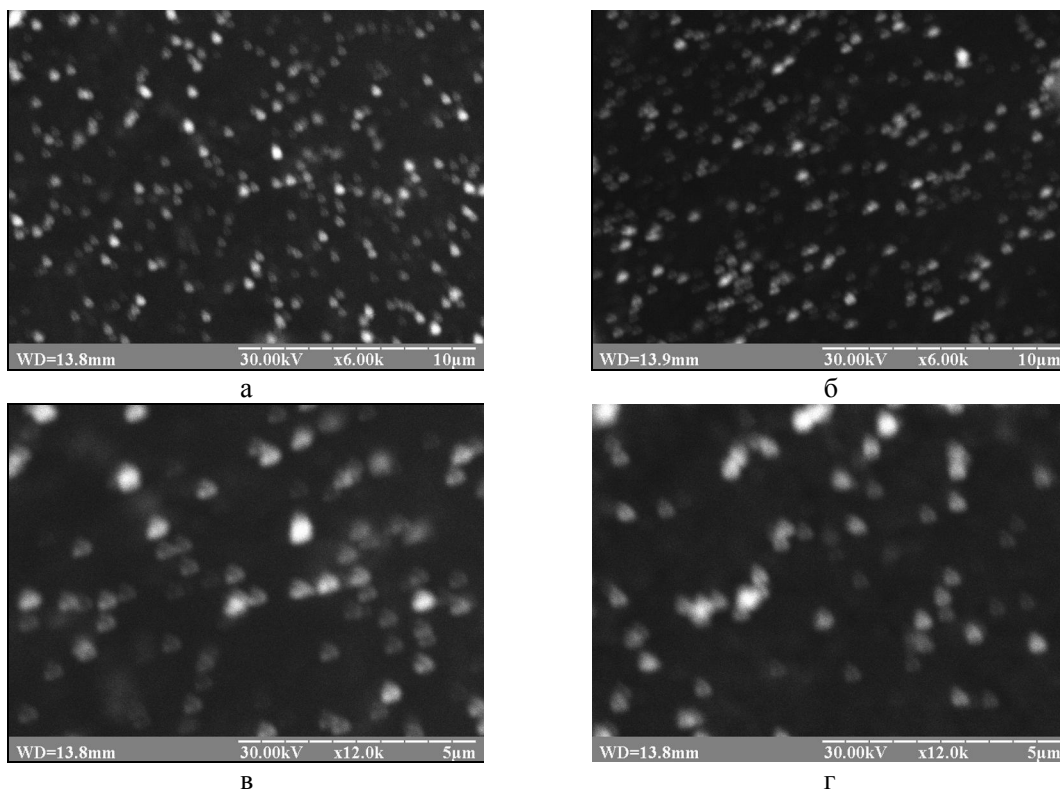


Рисунок 1 – Вторинна фаза експериментальної (а, в) та базової (б, г) сталі: а - ×6000; б- ×12000; в – 6000; г - ×12000

Для визначення хімічного складу та приблизної стехіометрії карбідів було проведено рентгеноспектральний мікроаналіз вкраплень сталей, що порівнюються. При цьому, діаметр електронного зонду приладу коливався в межах 100...300 нм, тобто він значно менший ніж частки які досліджують, а отже дані, що отримуються є достовірними. Однак кількість вуглецю в карбіді визначити неможливо, оскільки карбіди знаходяться прикріпленими на вуглецеву репліку.

За хімічним складом у всіх карбідних вкрапленнях, як експериментальної так і базової сталі, присутні чотири елементи – хром, вольфрам, залізо, ванадій. Кількість елементів коливається в наступних межах (табл. 1).

Таблиця

Хімічний склад карбідних вкраплень

	Cr	Fe	W	V
Базова сталь	7,82...8,28	40,3...41,12	48,55...51,4	1,89...3,33
	12,52...13,3	60,06...61,48	20,5...22,12	3,10...5,44
Експериментальна сталь	7,54...8,38	39,1...42,25	48,29...51,89	1,92...4,25
	12,28...12,56	58,95...62,3	21,99...22,24	3,19...6,5

Чисельник – хімічний склад в масових відсотках; знаменник – хімічний склад в атомних відсотках.

Аналіз отриманих результатів дає змогу стверджувати, що карбіди є складними, із значною часткою заліза, тобто типу легованого цементиту. Однак в експериментальній сталі частка

заліза є дещо нижчою, що свідчить про вищу легованість карбідів, а отже вищі температури перетворення (коагуляції та сфероїдизації). Це в свою чергу підвищить експлуатаційні характеристики сталі та довготривалість експлуатації виробу.

Таким чином, хімічний склад карбідів майже не змінюється (дещо зростає легованість карбідів), а отже використання експериментальних лігатур витоплених з використанням вторинного вольфраму є виправданим.

Висновки

1. Вперше досліджено морфологію та хімічний склад експериментальної штампової сталі 3Х2В8Ф, що витоплена з використанням вторинного вольфраму.

2. Встановлено, що карбіди мають подібну форму та дисперсність в експериментальній сталі згідно з базовою.

3. Виявлено, що карбіди мають значну частку заліза, тому висунуто припущення, що вкраплення відносяться до легованого цементиту.

4. Кількість легуючих елементів в карбідах експериментальної сталі дещо вища ніж в базовій, що може призвести до деякого покращення властивостей.

5. Висунуто рекомендації по заміні стандартного феровольфраму, при витоплені сталі, на експериментальні лігатури, оскільки це не знижує властивості сталі, а економічний ефект має значний результат.

Список використаних джерел:

1. Глотка О.А. Дослідження важкотопкого брукхту, що містить вольфрам / О.А. Глотка, А.Д. Коваль, Л.П. Степанова // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні – 2007.- №1. – С. 17 – 20.
2. Позняк Л.А. Штамповые стали / Л.А. Позняк, Ю.М. Скрынченко, С.И. Тишаев – М.: Металлургия, 1980.- 224 с.
3. Глотка О.А. Структура і властивості інструментальної штампової сталі для гарячого деформування, легованої вторинним вольфрамом / О.А. Глотка, А.Д. Коваль // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні – 2010.- №2.- С. 33-36.
4. Глотка О.А. Термоцикловання штампової сталі 3Х2В8Ф, що виплавлена з використанням вольфрамового брукхту / О.А. Глотка, А.Д. Коваль, В.Л. Грешта // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні – 2012.- №2.- С. 10-16.
5. Глотка О. А. Розробка та аналіз структурно-фазового стану Ni-W та Fe-W стопів на основі важкотопкого W-Ni-Fe брукхту для легування спеціальних матеріалів у газотурбобудуванні [Текст] : дис. ... канд. тех. наук / О. А. Глотка. – Запоріжжя, 2011. - 166 с. – Бібліогр. : с. 142-166.
6. Глотка О.А. Використання важкотопкого брукхту для виготовлення Fe-W лігатури / О.А. Глотка, А.Д. Коваль // Вісник двигунобудування.- 2008.- №2.- С. 164-170.
7. Справочник по инструментальным сталям / [В.И. Канюка, В.Н. Терехов, А.Н. Мороз и др.] под ред. Ю.Ф. Тернового.- Х.: «Металлика», 2008.- 224 с.

Bibliography:

1. Glotka O.A. Research refractory scrap containing tungsten / O.A. Glotka, A.D. Koval, L.P. Stepanova // Novi materialy I tehnologii v metalyrgii ta mashinobydyvanni – 2007.- №1. – P. 17 – 20. (Ukr.)
2. Poznyak L.A. Diesteel steel / L.A. Poznyak, Y.M. Skrunchenko, S.I. Tishaev – M.: Metallurgy, 1980.-224 p.(Rus.)
3. Glotka O.A. Structure and properties of tool die steel for hot deformation, secondary tungsten alloy / O.A. Glotka, A.D. Koval // Novi materialy I tehnologii v metalyrgii ta mashinobydyvanni – 2010.- №2. – P. 33 – 36. (Ukr.)
4. Glotka O.A. Thermocycling die steel 3H2V8F that smelted using tungsten scrap / O.A. Glotka, A.D. Koval // Novi materialy I tehnologii v metalyrgii ta mashinobydyvanni – 2012.- №2. – P. 10 – 16. (Ukr.)
5. Glotka O.A. Development and analysis of structural-phase state of Ni-W and Fe-W stops from refractory W-Ni-Fe scrap for special doping materials in gas turbine [Text] : dis. ... candidate.

- those. Science / O.A. Glotka. – Zaporizya, 2011.- 166 p.- Bibliogr. : p. 142-166. (Ukr.)
6. Glotka O.A. Use refractory scrap for manufacturing Fe-W alloy / O.A. Glotka, A.D. Koval // Visnik dvugynobydtvannya – 2008.- №2. – P. 164 – 170. (Ukr.)
7. Reference tool steel / [V.I. Kanyka, V.N. Terehov, A.N. Moroz and others] edited by Y.F. Ternovogo.- X.: “Metallika”, 2008.- 224 p. (Rus.)

Рецензент: В.Ю. Ольшанецький
д-р техн. наук, проф., ДВНЗ «ЗНТУ»

Стаття надійшла 08.02.2013

УДК 669.14.018.256

© Солідор Н.А.*

ВПЛИВ КІЛЬКОСТІ ТА СТУПЕНЯ СТАБІЛЬНОСТІ ЗАЛИШКОВОГО АУСТЕНИТУ НА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ І МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СТАЛЕЙ З 18 % Cr

В роботі показана ефективність застосування диференційного підходу до вибору раціональних режимів термічної обробки сталей з 18 % Cr, що дозволяють значно підвищити їх зносостійкість за рахунок оптимізації кількості та стабільності аустеніту.

Ключові слова: структура, метастабільний аустеніт, термічна обробка, фазові перетворення, мартенсит деформації.

Солидор Н.А. Влияние количества и степени стабильности остаточного аустенита на износостойкость и механические свойства сталей с 18 % Cr. В работе показана эффективность применения дифференцированного подхода к выбору рациональных режимов термической обработки сталей с 18 % Cr, позволяющих значительно повысить их износостойкость за счет оптимизации количества и стабильности аустенита.

Ключевые слова: структура, метастабильный аустенит, термическая обработка, фазовые превращения, мартенсит деформации.

N.A. Solidor. The influence of the quantity and the stability of retained austenite on wear resistance and mechanical properties of steels with 18% Cr. This article shows the efficiency of application of the differentiated approach to the choice of the rational modes of heat treatment of steels from 18 % Cr, allowing considerably to promote their wear resistance due to optimization of amount and stability of austenite.

Keywords: structure, metastable austenite, heat treatment, the phase transformation, martensite of deformation.

Постановка проблеми. Сучасні режими термічної обробки зносостійких матеріалів в основному направлені або на отримання мартенситно-карбідної структури з високою твердістю для умов абразивного зношування, або стабільного аустеніту для умов ударно-абразивної дії. Останнім часом для підвищення механічних і службових властивостей отримує все більший розвиток використання принципу самогартування при навантаженні, що засновано на отриманні в структурі сталей метастабільного аустеніту і подальшого перетворення його на мартенсит деформації в процесі експлуатації. Проте для корозійностійких високохромистих сталей даний підхід не застосовується.

Широко відомо, що термообробка високохромистих корозійностійких сталей мартенситного класу, зокрема 95X18, в промислових умовах полягає в проведенні гартування від темпе-

* канд. техн. наук, доцент, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь