

ВЛИЯНИЕ НА МАЩАБНИЯ ФАКТОР ВЪРХУ ТВЪРДОСТТА НА ЛЕГИРАНИ С ТИТАН ИЛИ МЕД ХРОМОВИ ЧУГУНИ

SCALE FACTOR INFLUENCE ON THE HARDNESS OF ALLOYED WITH TITANIUM OR COPPER CHROMIUM CAST IRONS

ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ ОТЛИВКИ НА ТВЕРДОСТЬ ХРОМОВЫХ ЧУГУНОВ ЛЕГИРОВАННЫХ ТИТАНОМ ИЛИ МЕДЬЮ

Ст.н.с. д-р инж. Иванова Р., Инж. Димитров Хр.
Технически университет, Варна, България
e-mail: ross_ivanova@yahoo.com; hristo_dimitrov76@yahoo.com

Abstract: The paper deals with the presentation of results obtained from a research on two series of white high-chrome cast irons additional alloyed with 0% - 1.15% Ti or 0% - 0.91% Cu. The specimens of any investigated series are received in two kind materials of cast moulds – dry sand and wet sand. The dimensions of the used specimens are $\varnothing 10\text{mm}$, $\varnothing 20\text{mm}$ and $\varnothing 30\text{mm}$. The probes are test in as-cast state without additional mechanical and heat treatment. The results show that changing of wall thickness and changing of additional alloying change the hardness – about 10 units of HRC. The influence of cross-section casting changing and additional alloying with titanium and copper on the hardness is bigger than the effect of cast mould material changing. The biggest effect of additional alloying is at 0.71 % Ti and 0.91 % Cu

KEYWORDS: CAST IRON, MOLD MATERIAL, SCALE FACTOR, HARDNESS

1. Увод

Въпреки сравнително широката си употреба в практиката високохромовите бели чугуни /ВХБЧ/ са все още един недостатъчно изследван материал. В научната и справочната литературата липсват данни за влиянието на редица фактори върху свойствата им, особено що се отнася до онези от факторите, които са свързани с това как протича леярски процес. Като такива могат да бъдат посочени: вида на материала на леярската форма, дебелината на стената на отливката, температурния режим на прегряване, температурния режим на леене и други. Така изброените фактори имат отношение, преди всичко, към скоростта на охлаждане на отливката, а с това – и към кристализацията, структурообразуването и свойствата на сплавта. Отчитайки гореказаното авторите на настоящата работа са си поставили за цел да изследват влиянието на материала на леярската форма и на мащабния фактор върху твърдостта на ВХБЧ допълнително леирани с титан или мед, т.е. да се изследват част от факторите, от които зависи структурното и фазовото състояние на материала на получаваните отливки. В случая главната причина за избора на твърдостта за основно изследвано свойство е, че, характерната за този материал високата твърдост, се явява съществена пречка при провеждане на друг тип изпитвания. Като правило при повечето изпитвания е необходимо да се разполага с достатъчно количество пробни тела, изработени с определена специфична форма и с висока геометрична точност. Трудността при изработване на изискваните се пробни тела поставя използването на изпитването на твърдост при ВХБЧ – едно лесно реализируемо изпитване – в една особена позиция спрямо останалите изследователски методи. Този вид изпитване се явява

твърде ценно при набирането на достатъчна информация, особено предварителна, за влиянието на определени фактори.

2. Методика на изследване

За целите на изследването са получени серии пробни тела, при които концентрацията на хром и на основните за чугуните химически елементи – C, Si, P, S, е поддържана приблизително еднаква, а е променяно само съдържанието на допълнителния легиращ елемент. Химическият състав на получените сплави е показан в таблица 1. Като изходни материали са използвани: мартенов чугун марка М2, отпадъци от стомана марка 20, ферохром марки ФХ200 и ФХ800, феромолибден марка Мо2, феротитан и електролитна мед. Течният метал е получаван в индукционна пещ ПИ 600. Температурата на прегряване е поддържана в границите от 1500°C до 1550°C, а на заливане – от 1400°C до 1450°C. Измервана е с помощта на термомойка Pt–Ro / Pt–Ro 30–6. За целите на работата в сухи пясъчни и влажни пясъчни форми са отливани образци с размери $\varnothing 10\text{ mm}$, $\varnothing 20\text{ mm}$ и $\varnothing 30\text{ mm}$. Съотношението диаметър на сечението: дължина на пробното тяло е 1:2. Пробите са изпитвани в лято състояние без механична и термична обработка. Изпитванията на твърдост са проведени с комбиниран уред Бринел–Роквел. Данните за всяка сплав, за всеки вид материал на леярската форма и за всеки диаметър пробно тяло са от 6–8 измервания. Посочените на фигурите стойности за всеки конкретен изследван случай отразяват интервала на изменение на твърдостта в повърхностния слой на изпитваното пробно тяло.

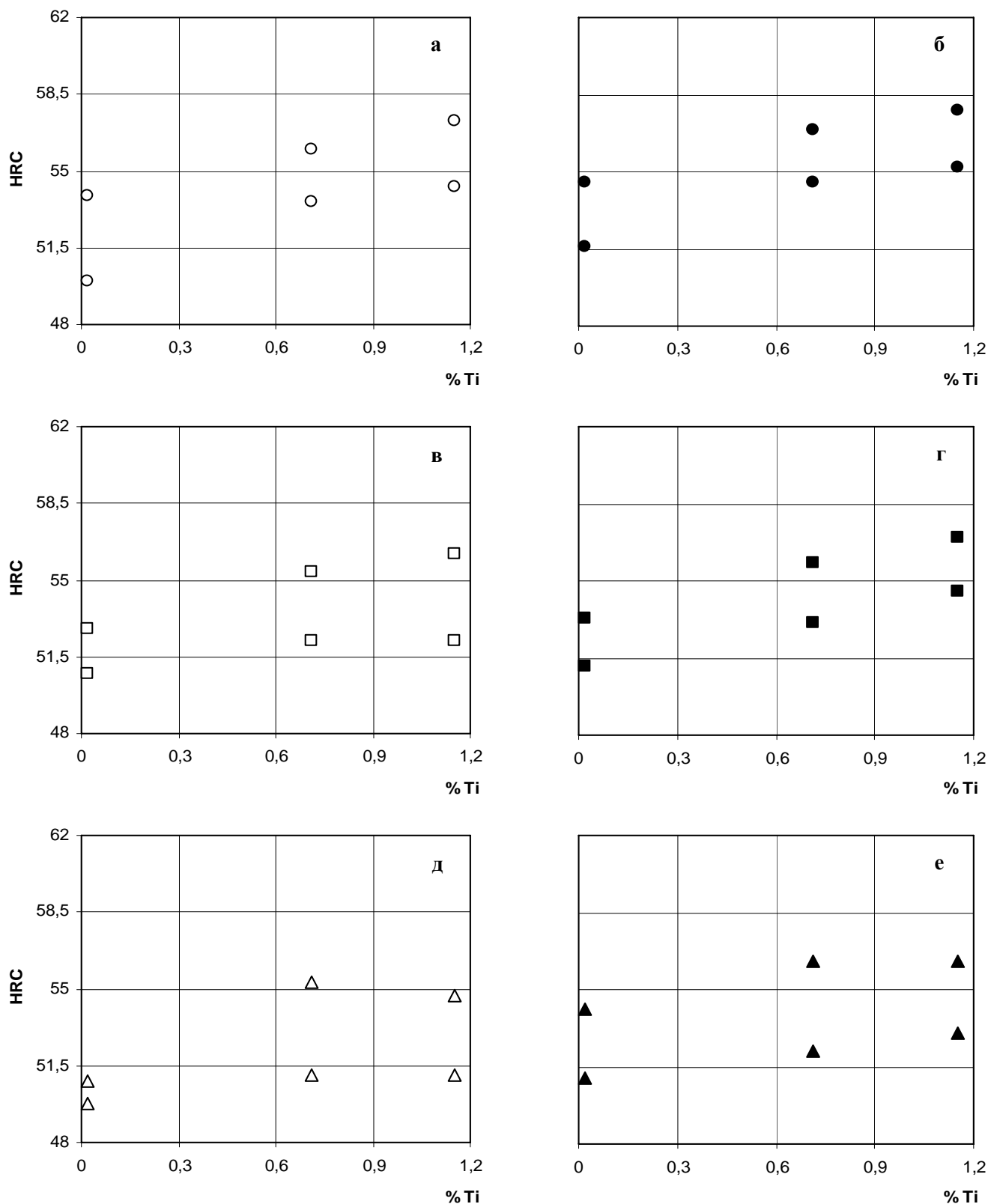
Таблица 1 Химически състав на изследваните ВХБЧ

Сплав №	Химически състав, % тегл.								
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ti	Cu
1	3.45	0.61	0.54	0.011	0.015	17.20	0.01	0.02	0.03
2	3.63	0.56	0.52	0.014	0.019	17.10	0.06	0.71	0.03
3	3.54	0.57	0.52	0.017	0.018	17.20	0.06	1.15	0.03
4	3.44	0.61	0.52	0.014	0.019	17.00	0.06	0.09	0.51
5	3.56	0.56	0.50	0.016	0.015	17.30	0.06	0.04	0.91

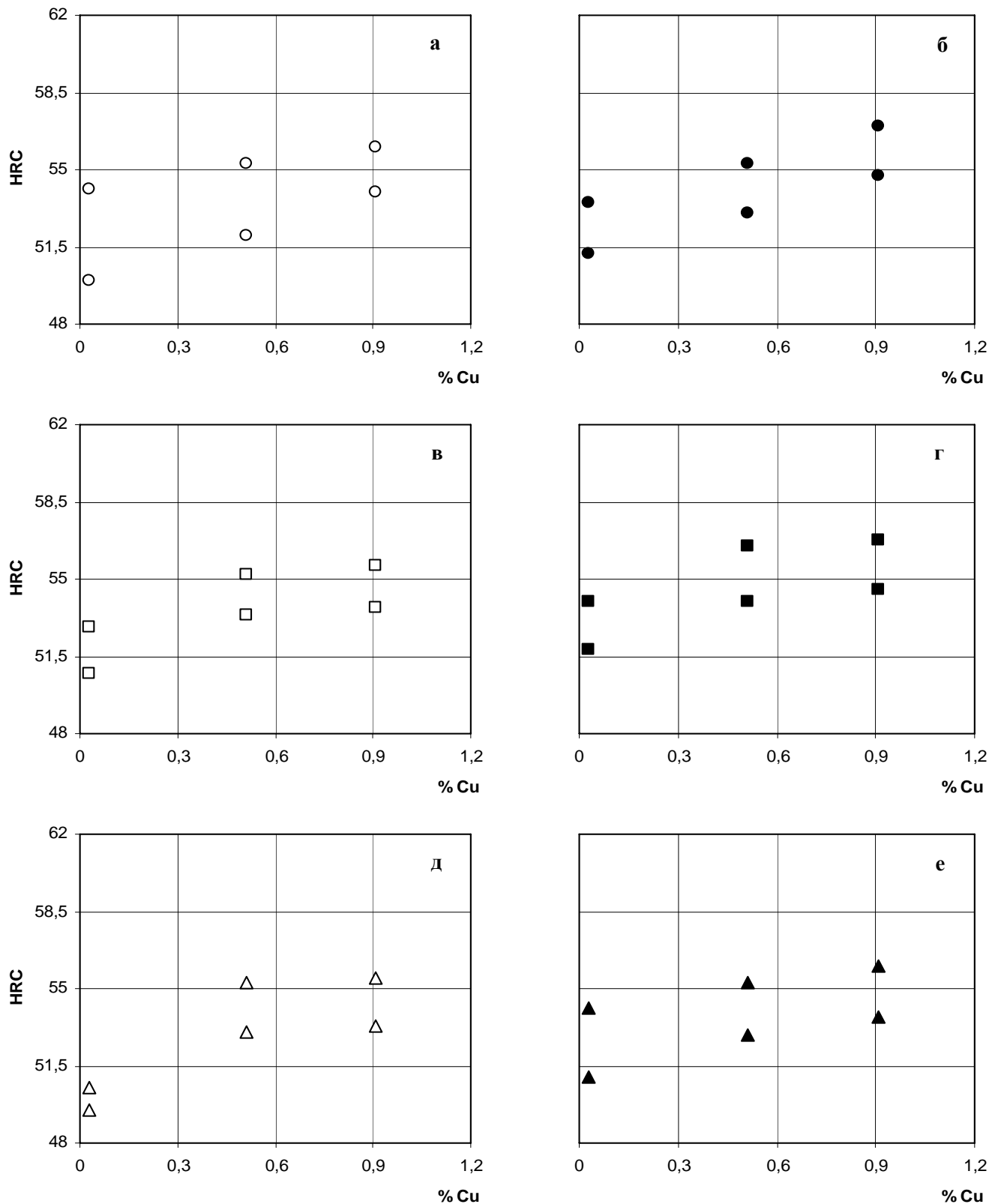
3. Резултати и анализ

Получените при изследванията резултати за влиянието на мащабния фактор върху твърдостта на допълнително легирани с титан или с мед ВХБЧ са показани на фигура 1 и на фигура 2. При легираните с титан чугуни се установява, че независимо от съдържанието на легиращия елемент и от вида на леярската форма (фигури 1) изменението на размера на сечението на от-

ливката поражда изменение в стойността на твърдостта. Това изменение се изразява в очакваното намаляване на твърдостта при увеличаване дебелината на стената на отливката. Този ефект е най-забележим при сравняване на данните за пробите с $\varnothing 10$ mm с тези за $\varnothing 30$ mm. Леенето в сухи пясъчни форми вместо във влажни пясъчни форми също поражда намаляване на твърдостта на отливките. Прилагането на допълнителното легиране с титан се съпровожда от нарастване на твърдостта



Фигура 1. Влияние на мащабния фактор върху твърдостта на допълнително легирани с титан ВХБЧ получени в сухи (а,в,д) и влажни (б,г,е) пясъчни леярски форми. Размери на изпитваните пробни тела: $\varnothing 10$ mm (а,б), $\varnothing 20$ mm (в, г) и $\varnothing 30$ mm (д,е).



Фигура 2. Влияние на мащабния фактор върху твърдостта на допълнително легирани с мед ВХБЧ получени в сухи (а,в,д) и влажни (б,г,е) пясъчни леярски форми. Размери на изпитваните пробни тела: $\varnothing 10$ mm (а,б), $\varnothing 20$ mm (в, г) и $\varnothing 30$ mm (д,е).

независимо от това какъв е размерът на пробното тяло и какъв е видът на материала на леярската форма. Най-забележимият ефект върху изменението на твърдостта вследствие внасянето на титан в състава на чугуניתе е при 0.71%. При тази от изследваните концентрации твърдостта бележи най-съществен ръст спрямо нелегираните сплави. Понататъшното увеличаване на съдържанието на титана до 1.15% не само, че не е свързано с определен ръст в твърдостта, но в редица случаи се констатира

запазване или дори известно намаление на измерените стойности.

Установеното при допълнително легираните с мед чугуни (фигура 2) е подобно на това при легираните с титан. И в този случай увеличаването на дебелината на стената на отливката се съпровожда от намаляване на твърдостта. Използването на пясъчни форми и допълнителното легиране с мед водят до уве-

личаване на твърдостта при всички размери на изследваните пробни тела. И в случая степента на влияние на легирането с мед зависи от концентрацията й. Степента на изменение е по-голяма в интервала 0% – 0.51% и по-малка в интервала 0.51% – 0.91%. Най-същественият ръст в показанията на твърдостта, под влияние на допълнителното легиране с мед, се регистрира при пробите Ø10 mm отливани във влажни пясъчни леярски форми.

Сравняването на данните за допълнително легираните с титан чугуни с тези на допълнително легираните с мед показва, че в определена степен титанът води до по-високи стойности на твърдостта. Този ефект най-ясно се проявява при пробните тела с малко сечение – Ø10 mm, получавани в сухи пясъчни леярски форми. Показаните на фигура 1 и фигура 2 данни показват, че под влияние на изучаваните фактори твърдостта на пробните тела се изменя в един широк интервал – около 10 единици за приложения в работата изпитвателен метод. Най-голям дял за постигането на този резултат, за конкретните условия на изследване, има влиянието на изменението на дебелината на стената на отливката и влиянието на вида и количеството на използвания легиращ елемент. Преминването от сухи пясъчни към влажни пясъчни леярски форми също се съпровожда от изменение на твърдостта като в този случай ефектът е относително по-малък.

Анализът на получените при изследването резултати показва, че изменението на дебелината на стената на отливката и на вида на материала на леярската форма поражда промяна в твърдостта на получаваните ВХБЧ. Конструктивно оформената потънкостенна отливка и прилагането на леярски форми, чийто материал осигурява по-висока скорост на охлаждане по време на кристализация, водят до получаването на отливки със завишена твърдост. Особено добре проявяващото се влияние на мащабния фактор показва, че изменението на размера на сечението, там където експлоатационните условия позволяват, може да се ползва като ефикасно средство за постигане на изменение на твърдостта в желаната посока. Изменение на твърдостта в посока към увеличението й, макар и в не толкова голяма степен, е постижимо и чрез прилагането на влажни пясъчни вместо сухи пясъчни леярски форми. Така посочените два фактори, по своя характер на въздействие върху материала на отливките, преди всичко спадат към тези, които влияят съществено върху скоростта на охлаждане на сплавта. Получените данни от изследване на твърдостта потвърждават този характер на влияние и поставят въпроса за изясняване на фазовото и структурното състояние на материала.

Повишаването на концентрацията на титан и на мед в сплавта, независимо от вида на материала на леярската форма и от размера на сечението на отливката, също се съпровожда от известен ръст в показанията на твърдостта. В отделните концентрационни интервали този ръст е различен. При това при най-високите изследвани концентрации, и за двата елемента, се констатира не само известно задържане в ръста, но дори и известен спад в стойностите. Сравняването на данните от изпитванията показва, че внасянето на титан в състава на сплавта поражда получаването, в определена степен, по-висока твърдост отколкото при легирането с мед.

Определен интерес представлява сравняването на получените данни за твърдостта с данните установени при изследване на ударната жилавост III, на якостта на огъване I2I и на твърдостта на използваните при тези изпитвания пробни тела I3I на същите допълнително легираните с титан или мед ВХБЧ. Видно е, че, като правило, характерът на изменение и на трите определени и изучавани свойства е аналогичен. Това се отнася както за влиянието на допълнителното легиране с титан или мед, така и за влиянието на вида на материала на леярската форма. От получените резултати най-силно впечатление прави обстоятелството, че максимумът в механичните свойства, проявяващ се в

повечето случаи при допълнителното легиране на ВХБЧ с около 0.71% Ti и с около 0.91% Cu, за повечето от изследваните условия, се съпровожда от максимална твърдост. Едновременно повишаване на стойностите на изследвания комплекс от свойства при определените концентрации на допълнително внесените легиращи елементи е от особена важност за практиката.

И в този случай, както се предполага и в П1,2,3I, получените резултати подсказват, че под влияние на допълнителното легиране и на изменящата се скорост на охлаждане на отливките, независимо от това от какво тя е породена, в структурата на ВХБЧ настъпват определени изменения. Получените резултати могат да бъдат обяснени само, ако микроструктурните промени на сплавите се изразяват не само в изменение в дисперсността на наличните фази, но и в изменение преди всичко на техния качествен състав.

4. Заключение

От проведените изследвания за установяване влиянието на мащабния фактор върху твърдостта на допълнително легираните с титан и мед високохромови бели чугуни, получавани в пясъчни леярски форми, могат да бъдат направени следните по-важни изводи:

- Под влияние на всички изследвани фактори твърдостта на ВХБЧ варира в един доста широк интервал – около 10 единици по Роквел.
- Изменението на сечението на стената на отливките се съпътства от изменение на твърдостта на сплавта. Намалението на стената във всички случаи е свързано с повишаване на твърдостта.
- Степента на влияние на дебелината на стената на отливката, за изследваните условия, не зависи от характера на влияние на химическия състав и вида на формата.
- Степента на влияние на допълнително въведения легиращ елемент върху твърдостта, при изследваната група условия на изработване на пробите, е съизмерима със степента на влияние на размера на сечението на отливката.
- При легираните с титан сплави, за изследвания концентрационен интервал, желаната концентрация, от гледна точка на твърдостта, е 0.71%.
- Увеличаването на съдържанието на мед в сплавта е свързано с увеличаване на твърдостта на пробите като най-високата измерена стойност е при най-високата изследвана концентрация – 0.91% Cu.
- Независимо от вида на пясъчните леярски форми достатъчен ефект върху повишаване на твърдостта също се постига при легиране с 0.71% Ti или с 0.91% Cu.
- Важен за практиката е установеният максимум в показанията за твърдостта, ударната жилавост и якостта на огъване на изследваните сплави, проявяващ се при едни и същи концентрации на допълнителното легиране с титан или мед.

Литература

1. Хр.Димитров, Р.Иванова, Ударна жилавост на хромови бели чугуни допълнително легираните с молибден, титан и мед International Industrial Conference “Machines, Technologies, materials – innovations for the industry”, 27.03.2006, Sofia, p. 32-35.
2. Хр.Димитров, Р.Иванова, Якост на огъване на ВХБЧ допълнително легираните с титан и мед, VII МНТК “Напредничави производствени операции”, 17 – 19.09.2006, Созопол, с. 152 – 157
3. Р.Иванова, Хр.Димитров, “Твърдост на хромови бели чугуни допълнително легираните с титан и мед”, Индустриален иновационен форум МТМ, 28 – 30.03.2007, София