

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ХРОМА В ВЫСОКОХРОМИСТЫХ ЧУГУНАХ

В. В. Нетребко, к. т. н., доц.

Запорожский национальный технический университет

Постановка проблемы и анализ литературных данных. Высокохромистые чугуны являются многокомпонентными сплавами с разнообразными структурами и широким диапазоном физических и химических свойств, что определяет их применение. При их производстве применяются системы легирования: хром, хром-никель, хром-марганец, хром-никель-марганец и др. При этом хром используется как основной компонент, обеспечивающий износостойкость и коррозионную стойкость. Хром, обладая большим сродством к углероду, замещает железо в цементите, при этом образуются железо-хромистые карбиды. В зависимости от содержания углерода и хрома в чугунах образуются различные карбиды хрома, в состав которых входит железо. Карбид Cr_7C_3 растворяет 30-50% Fe [1-4].

Остаточное содержание хрома в металлической основе определяет коррозионные свойства сплава. Процессы карбидообразования, протекающие в твердом состоянии, приводят к обеднению хромом околокарбидных зон и, как следствие, оказывают влияние на коррозионную стойкость. Для обеспечения коррозионной стойкости сплава содержание хрома в металлической основе должно быть более 12,5%. Таким образом, распределение хрома и химическая неоднородность металлической основы определяют износостойкие и коррозионностойкие свойства высокохромистых чугунов. При разработке составов чугунов для конкретных условий производства и эксплуатации необходимо знать минимальное содержание хрома, обеспечивающее заданные свойства. Литературные данные не позволяют достаточно полно оценить распределение хрома в высокохромистых чугунах.

Цель работы заключалась в определении особенностей распределения хрома в высокохромистых чугунах.

Материал и методики исследований. Объектом исследований были чугуны состава: мас. %: углерод 2,7...3,0; кремний 0,8...1,3; марганец 0,68...1,27; никель 1,1...1,5; хром 11,78...29,8. Чугун выплавляли в индукционной печи емкостью 60кг с основной футеровкой. Температура жидкого чугуна составляла 1390...1430°C. Для выявления структурных составляющих применяли травитель Марбле. После травления α - фаза имела черный фон, а γ - фаза - светлый. Оценка микроструктуры осуществлялась с использованием методов количественной металлографии. Методами микрорентгеноспектрального анализа на микроскопе РЕМ 106И исследовали изменение химического состава металлической основы и карбидной фазы, анализ структуры выполняли на оптическом микроскопе Sigeta MM-700.

Изложение основного материала. Структура исследуемых высокохромистых чугунов состояла из легированной металлической основы, эвтектических

колоний и заэвтектических карбидов (рис. 1). Следует отметить, что заэвтектические карбиды наблюдались при содержаниях хрома свыше 21%.

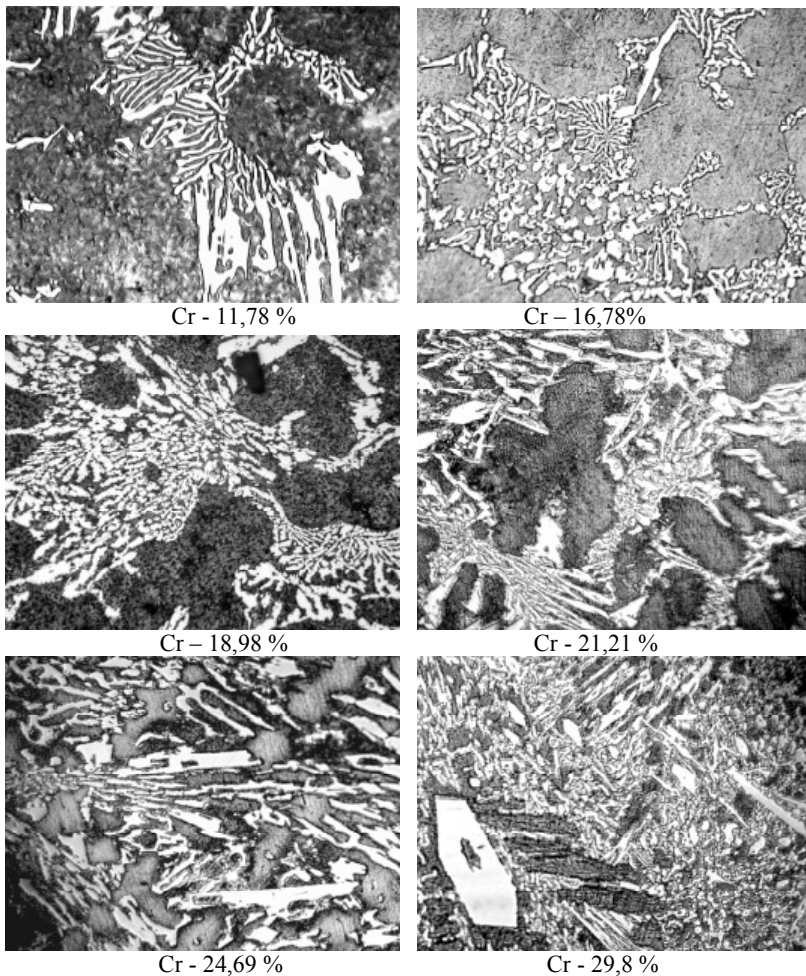


Рис. 1. Типичные микроструктуры высокохромистых чугунов с различным содержанием хрома: х 400.

Анализ химического состава карбидов и металлической основы показал, что по мере увеличения хрома в чугуне его содержание в карбидах и металлической основе увеличивалось (рис.2, 3).

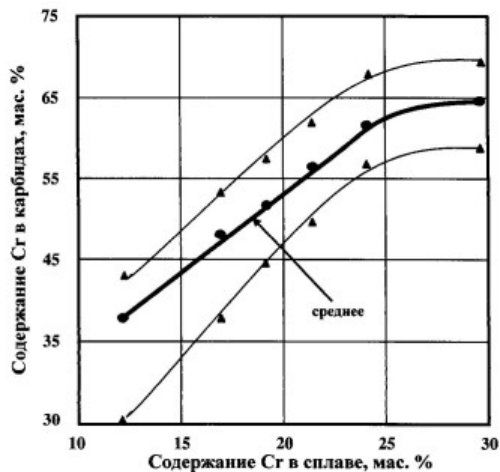


Рис. 2. Зависимость содержания хрома в карбидах от его содержания в сплаве.

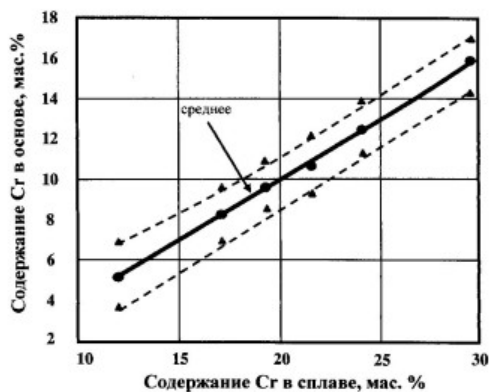


Рис. 3. Зависимость содержания хрома в металлической основе от его содержания в сплаве.

При увеличении содержания хрома с 11,78 до 21,21 % наблюдалась линейная зависимость между содержанием хрома в сплаве и его содержанием в карбидах. При содержании хрома свыше 24,69% его количество в карбидах изменялось не значительно, что свидетельствует о достижении предельного содержания хрома в карбидах для данных условий кристаллизации. При этом содержание хрома в металлической основе изменялось аналогично.

Специфическое изменение содержания хрома в карбидах можно объяснить образованием различных типов карбидов переменного состава. При содержании хрома 11,78% карбидная фаза состояла в основном из карбидов $(Cr,Fe)_3C$ и незначительного количества карбида $(Fe,Cr)_3C$. По мере увеличе-

ния содержания хрома с 11,78 до 16,78 % количество карбидов $(Cr,Fe)_3C$ уменьшалось, а количество карбидов $(Cr,Fe)_7C_3$ увеличивалось. При увеличении хрома от 16,78 до 24,69 % карбидная фаза состояла в основном из карбидов $(Cr,Fe)_7C_3$. При содержании от 24,69 до 29,8 % Cr наблюдались только карбиды $(Cr,Fe)_7C_3$, содержащие максимальное количество хрома.

Содержание хрома в металлической основе, обеспечивающее коррозионную стойкость (не менее 12,5% Cr) наблюдалось при содержании хрома более 25%.

Распределение хрома между карбидами и металлической основой зависело от содержания хрома в чугуне и характеризовалось снижением отношения $Cr_{кар}/Cr_{осн}$ с увеличением содержания хрома в сплаве (рис. 4). При содержании хрома в сплаве 11,78 % он преимущественно находился в карбидной фазе, отношение $Cr_{кар}/Cr_{осн}$ составляло 6,5. Увеличение содержания хрома в сплаве вызывало постепенное снижение отношения $Cr_{кар}/Cr_{осн}$ до 4,2 при 29,8 % Cr.



Рис. 4. Зависимость отношения $Cr_{кар}/Cr_{осн}$ от содержания хрома в сплаве

Проведенные исследования показали, что распределение хрома между карбидами и металлической основой существенно зависит от содержания хрома в сплаве.

Выводы

1. Для образования карбидов $(Cr,Fe)_7C_3$, обеспечивающих высокую износостойкость, содержание хрома в чугуне должно быть более 17%.
2. Для обеспечения коррозионной стойкости чугунов содержание хрома в них должно быть не менее 25% при углероде 2,7...3,0 %.

Список использованных источников

1. Гарбер М.Е. Отливки из белых износостойких чугунов. – М.: Машиностроение. 1972. – 112с.
2. Цыпин И.И. Белые износостойкие чугуны. Структура и свойства. – М.: Металлургия. 1983. –176с.
3. Герек А., Байка Л. Легированный чугун – конструкционный материал. – М.: Металлургия. 1978. – 208с.
4. Чейлях А.П. Экономнолегированные метастабильные сплавы и упрочняющие технологии. – Харьков.: ННЦ ХФТИ. 2003. –212с.