

УДК.669.15

ВЛИЯНИЕ МАРГАНЦА НА ПРОЦЕССЫ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ИЗНОСОСТОЙКИХ ВЫСОКОХРОМИСТЫХ ЧУГУНОВ

И. П. Волчок, д. т. н., проф., В. В. Нетребко, к. т. н., доц.

Запорожский национальный технический университет

Износостойкие высокохромистые чугуны (ИЧХ) широко применяются для изготовления деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного износа: улит и рабочих колес песковых насосов, футеровок шаровых мельниц, лопаток дробебетных аппаратов, различного рода гидропроводов и т.д. Необходимые эксплуатационные свойства износостойких чугунов достигаются в результате легирования хромом, никелем, марганцем и, реже, другими элементами. При этом хром выполняет роль карбидообразующего элемента, никель – аустенитообразующего, марганец – как карбидо-, так и аустенитообразующего и стабилизирующего аустенит элемента. Несмотря на сравнительно низкую стоимость, марганец находит ограниченное применение при производстве износостойких сплавов, прежде всего, вследствие отрицательного влияния на их коррозионную стойкость. Литературные данные по применению марганца, например, [1-7] не позволяют объективно оценить его влияние на структуру и свойства ИЧХ.

В настоящей работе проведены результаты исследований влияния марганца на процессы структурообразования и твердость высокохромистых чугунов состава, масс. %: углерод 3,4...4,0; хром 16,2...17,0; никель 1,1...1,4; кремний 0,7...1,2; марганец 0,6...5,22.

Чугун выплавлялся в индукционной печи с основной футеровкой емкостью 60кг. Температура чугуна при заливке в сухие песчаные формы составляла 1400...1430°С. В процессе фракционного легирования металлическим марганцем были получены 4 сплава с возрастающим от 0,6 до 5,22% Mn. Отлитые образцы, которые подвергались нормализации с 950±10°С. Для выявления феррита и аустенита применяли травитель Марбле. После травления γ -фаза имела светлый фон, α - фаза черный. Методами микрорентгеноспектрального анализа на микроскопе РЕМ 106И исследовалось изменение химического состава металлической основы и карбидной фазы, анализ структуры выполнялся на оптическом микроскопе МИМ-8, микротвердость структурных составляющих измеряли на приборе ПМТ-3, макротвердость сплава на твердомере Роквелла.

Согласно результатам микроструктурного анализа, по мере увеличения содержания марганца в сплаве произошло укрупнение карбидов. Металлическая матрица состояла из аустенита и феррита. Ферритная α - фаза располагалась преимущественно в карбидной эвтектике и на поверхностях раздела аустенит-эвтектика. При этом, согласно результатам количественной металлографии, с ростом содержания марганца в сплаве до 3,82% происходило увеличение количества α - фазы примерно до 35об.%. При содержании марганца 5,22% металлическая основа сплава стала полностью аустенитной (рис.1).

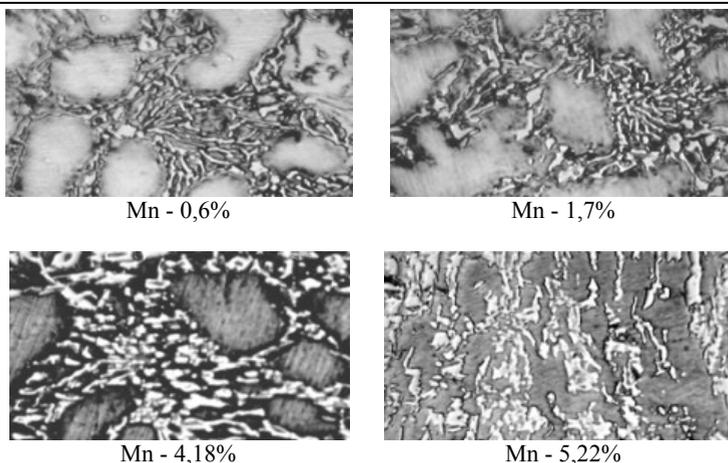


Рис. 1. Структуры высокохромистых чугунов с различным содержанием Mn

С ростом содержания марганца в исследуемых пределах имело место увеличение количества карбидной фазы (рис.2). При этом концентрация углерода, как сильного аустенитообразующего элемента, в металлической основе карбидной эвтектики и на поверхностях раздела аустенит-эвтектика снижалась, что привело к появлению α -фазы. Марганец при его содержании до 3,82% не компенсировал снижения углерода. Увеличение содержания марганца до 5,22% привело к получению полностью аустенитной структуры металлической основы, то есть при содержании более 5% марганец проявил свойства карбидо- и аустенитообразующего элемента.

Анализ представленных в таблице 1 данных позволяет сделать вывод о том, что легирование карбидов марганцем происходило в результате замещения железа при незначительном увеличении в них количества хрома.

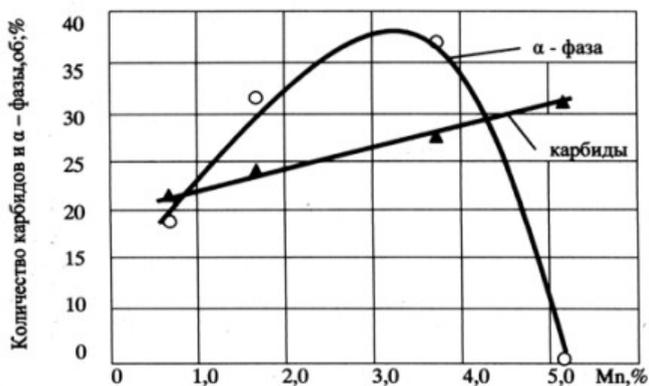


Рис. 2. Влияние марганца на количество карбидов и α - фазы

Химический состав металлической основы и карбидной фазы высокохромистого чугуна с 1,1% Ni

Показатель	Значение показателя			
Содержание Mn в сплаве, %	0,60	1,70	3,82	5,22
Содержание Mn в металл. основе, %	0,64	1,86	4,43	5,16
Содержание Mn в карбидах(среднее),%	0,07	1,34	4,35	5,43
Соотношение $Mn_{кар} / Mn_{осн}$	0,10	0,72	0,98	1,07
Содержание Cr в карбидах (среднее),%	46,94	48,35	50,78	51,76
Содержание Fe в карбидах (среднее),%	45,62	42,68	38,25	35,80
Содержание $\Sigma Cr + Fe$ в карбидах, %	92,56	91,03	89,03	87,58

Согласно результатам микроспектрального анализа, при 0,6% Mn в сплаве, он практически отсутствовал в карбидной фазе. По мере увеличения содержания марганца в сплаве, возрастало его количество как в металлической основе, так и карбидной фазе, при этом соотношение $Mn_{кар}/Mn_{осн}$ достигло 1,0 примерно при 4% Mn. Переход от мартенситной структуры к аустенитной привел к заметному снижению микротвердости металлической основы и к незначительному снижению микротвердости карбидной эвтектики (рис. 3).

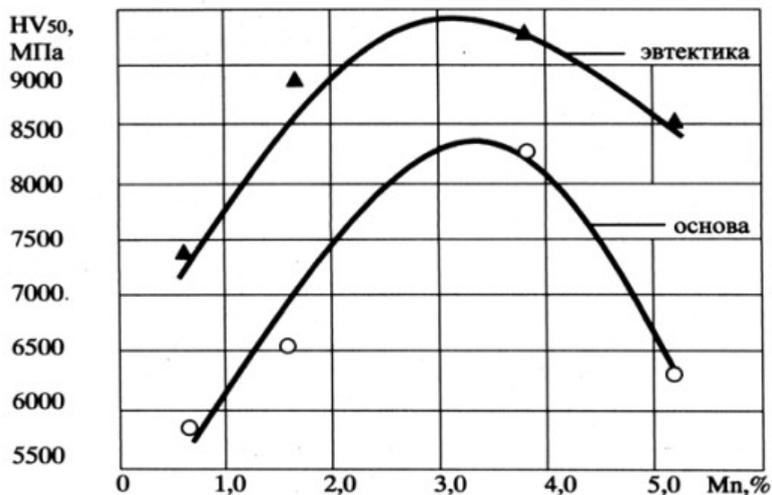


Рис. 3. Влияние Mn на микротвердость структур высокохромистого чугуна с 1,1% Ni

Влияние марганца на твердость высокохромистого чугуна носило аналогичный характер (рис. 4). По мере увеличения содержания марганца твердость увеличивалась и достигла максимального значения при его концентрации 3,5...4,0%. Дальнейшее увеличение содержания марганца вызывало снижение твердости сплава, как в литом состоянии, так и после нормализации.

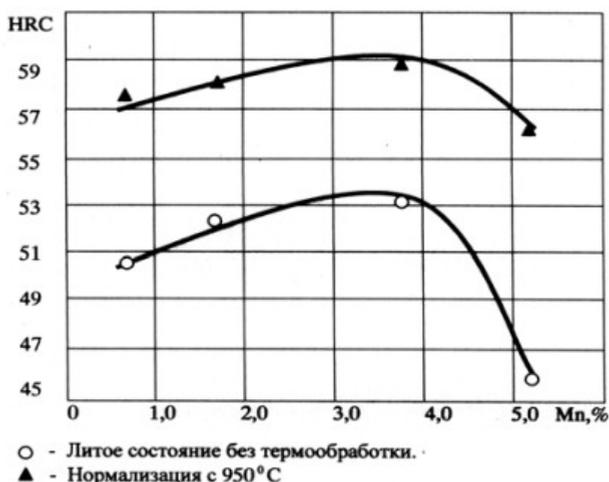


Рис. 4. Влияние марганца на твердость высокохромистого чугуна с 1,1% Ni

Результаты проведенных исследований позволили рекомендовать сплав, содержащий марганец в количестве 3,5..4%, для изделий, не требующих механической обработки. Для деталей, требующих механической обработки, содержание марганца необходимо повысить до 5%, при этом термическую обработку проводить после механической.

Использованная литература

1. Рожкова Е.В., Ватковская И.Е., Иванова М.Ю. Оптимизация режимов термической обработки хромистых чугунов (18% хрома) // Повышение служебных свойств высоколегированных литых сталей и чугунов. – М.: Московский дом науч.-техн. пропаганды. 1987. – с. 119-124
2. Можарова Н.М. Исследование и разработка составов высокохромистого чугуна валков горячей прокатки. Автореферат диссертации канд. техн. наук. 05.02.01 – Запорожье. 1990. – 16с.
3. Иванов Д.Ю., Волчок И.П. Смягчающая термическая обработка высокохромистого чугуна и ее влияние на структуру // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. - 1999. - №2 с.64-66.
4. Гудремон Э. Специальные стали. – М.: Металлургия. 1966. Т.1 –73бс.
5. Гарбер М.Е. Отливки из белых износостойких чугунов. – М.: Машиностроение. 1972. – 112с.
6. Цыпин И.И. Белые износостойкие чугуны. Структура и свойства. – М.: Металлургия. 1983. –176с.
7. Герек А., Байка Л. Легированный чугун – конструкционный материал. – М.: Металлургия. 1978. 208с.