

ЛИТЕРАТУРА

1. Косячков В. А., Фесенко М. А., Денисенко Д. И. Перспективы производства биметаллических отливок модифицированием чугуна в литейной форме // Процессы литья. – 2004. – № 4 – С. 80-84.
2. Иванов Д. П., Вашуков И. А., Крестьянов В. И. О влиянии бора на структуру и свойства чугуна // Литейн. пр-во. – 1972. – № 11. – С. 24-26.

Аннотация

Могилатенко В. Г., Чайковский А. А., Хасан О. С, Литвинец Э. А., Ольшевский В. С.
Растворение ферробора в потоке чугуна

Исследовано влияние температуры заливки, площади взаимодействия и содержания бора в ферроборе на эффективность растворения ферробора (фракция 1-5 мм) в потоке чугуна и на распределение твердости по длине технологической пробы. Определено, что наибольшее влияние на количество растворившегося ферробора имеет содержание бора в ферроборе, поэтому для микролегирования чугуна в литейной форме целесообразно использовать ферробор марки ФБ6 так, как он имеет температуру плавления ниже чем температура жидкого чугуна и хорошо растворяется в потоке чугуна.

Ключевые слова

ферробор, бор, растворение, реакционная камера, литейная форма, твердость, биметалл, двухслойная отливка

Summary

Mogylatenko V., Tchaykovsky A., Hasan A., Litvinets E., Olshevsky V.
Dissolution of ferroboron in flow of cast iron

The impact of pouring temperature, the area of interaction and content of boron in feroboron on the efficiency of feroboron dissolution (fraction 1-5 mm) in the iron flow and the hardness distribution along metallurgical samples was studied. It is determined, that boron content in feroboron affect on the amount of dissolved feroboron the most, therefore it is appropriate to use feroboron FB6 for microalloying of cast iron in mould, because it lesses feroboron melting temperature and dissolves well in metal flow.

Keywords

ferroboron, boron, dissolution, reaction chamber, mould, hardness, bimetal, double layer

Поступила 26.05.10

УДК 621.745.55

К. С. Радченко, Г. Е. Федоров, М. М. Ямшинский

Национальный технический университет Украины «КПИ», Киев

Оптимизация химического состава износостойких высоколегированных белых чугунов

Исследовано влияние хрома и марганца на твердость и износостойкость белого чугуна и определено их оптимальное количество в сплаве. Изучено влияние никеля, титана, ванадия, сурьмы и бора на износостойкость рекомендованного хромомарганцевого чугуна марки 290Х19Г4.

Ключевые слова: гидроабразивный износ, износостойкость, белый чугун, химический элемент, микролегирование, модифицирование, структура, твердость

Для изготовления литых деталей, работающих в условиях абразивного износа, используют высоколегированные белые чугуны, которые по количеству специального литья, изготавливаемого из них, занимают одно из ведущих мест [1, 2]. Эти сплавы широко применяют для изготовления деталей ответственного и особо ответственного назначения многих машин и механизмов, работающих в теплоэнергетике, горнодобывающей, химической, металлургической и других отраслях [3, 4].

Большинство высоколегированных чугунов, используемых для производства таких деталей, имеют в своем составе большое количество таких дорогостоящих элементов, как никель, молибден, медь и других. Несмотря на то, что в мировой практике накоплен значительный опыт использования в качестве износостойких материалов экономнолегированных высокохромистых и хромо-марганцевых чугунов [5, 6], остаются нерешенными проблемы повышения износостойкости и механических свойств, борьбы с трещинами, образуемыми в отливках в процессе их кристаллизации или термической обработки. Решение этих задач дополнительными исследованиями процессов легирования, микролегирования, модифицирования и термической обработки является весьма актуальным и необходимым [6, 7].

Одним из наиболее распространенных видов абразивного изнашивания является гидроабразивное, которому подвержены группа деталей систем гидрозолоудаления тепловых электростанций. Эта работа выполнялась применительно к условиям эксплуатации таких деталей. Наиболее интенсивно изнашиваются витки шнеков шламовых транспортеров, колеса и корпуса багерных насосов, колена пульповых трубопроводов и другие.

В настоящей работе были поставлены следующие задачи:

- исследовать влияние хрома и марганца на твердость и износостойкость белых чугунов (химсостав, %: 2,7-3,2 C, 0,4-0,8 Si, 0,5-0,9 Mn, $\leq 0,06$ P, $\leq 0,05$ S) и определить их соотношение в сплаве, обеспечивающем высокие эксплуатационные характеристики в конкретных условиях и имеющем удовлетворительные литейные свойства;

- исследовать изменение твердости и износостойкости рекомендованного хромо-марганцевого чугуна в зависимости от содержания в нем никеля;

- исследовать влияние процессов микролегирования чугуна титаном, ванадием, сурьмой и модифицирования бором на свойства хромо-марганцевого чугуна с целью улучшения его служебных характеристик.

Износостойкость сплавов изучали с помощью установки, изнашивающей исследуемые образцы в гидроабразивной среде, в качестве которой использовали смесь кварцевого карьерного песка и воды в различных пропорциях. Эталоном для сравнения послужил хромоникелевый чугун марки 280X28H2.

Изучено влияние хрома на твердость и износостойкость марганцевого чугуна (4,0-5,0 % Mn) в диа-

пазоне концентраций от 31,6 до 4,5 % Cr. Результаты исследований представлены на рис. 1, а.

Установлено, что увеличение концентрации хрома до 21,1 % существенно улучшает износостойкость марганцевого чугуна, поскольку заметно возрастает количество карбидов хрома, способствующих повышению твердости сплава. Однако дальнейшее повышение концентрации хрома в чугуне увеличивает количество ферритной составляющей в структуре, располагающейся вокруг карбидов, и заметно снижает износостойкость вследствие ослабления связи между карбидами хрома и ферритом. Последний быстро изнашивается, и карбиды выкрашиваются абразивом.

Следовательно, для выплавки белых марганцевых чугунов с максимальной износостойкостью (выше, чем износостойкость чугуна марки 280X28H2, на 15-20 %) необходимо добавлять в их состав от 18 до 21 % Cr.

Исследовано влияние марганца на свойства высокохромистого чугуна (содержание Cr 18-20 %) в диапазоне концентраций от 2,1 до 11,9 % Mn. Результаты испытаний приведены на рис. 1, б.

Марганец способствует стабилизации аустенита

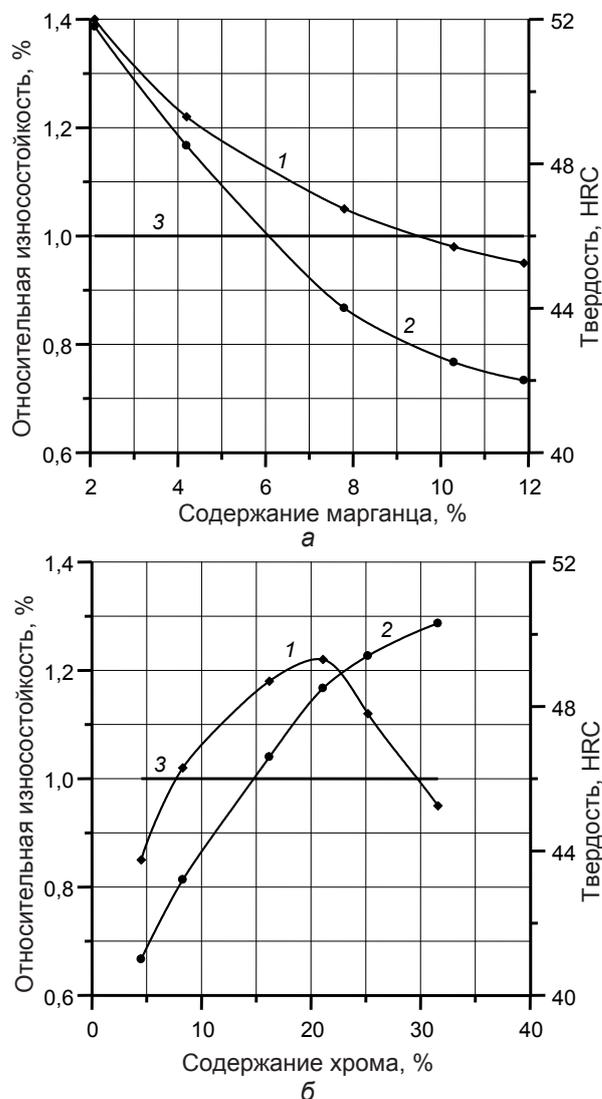


Рис. 1. Влияние марганца (а) и хрома (б) на твердость и износостойкость высоколегированного чугуна: 1 – относительная износостойкость; 2 – твердость, HRC; 3 – эталон (чугун марки 280X28H2)

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

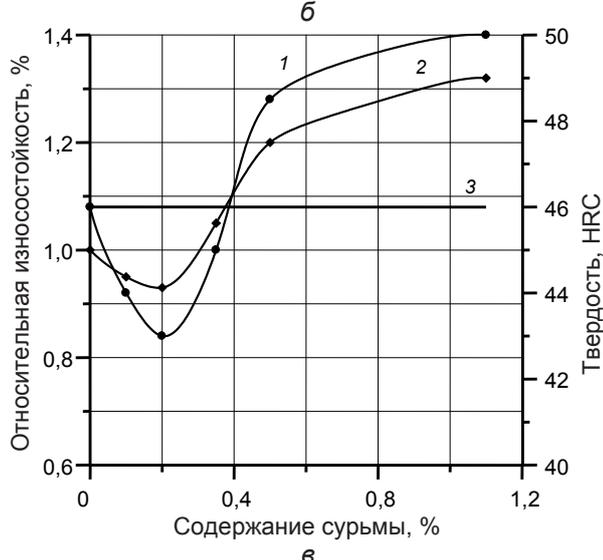
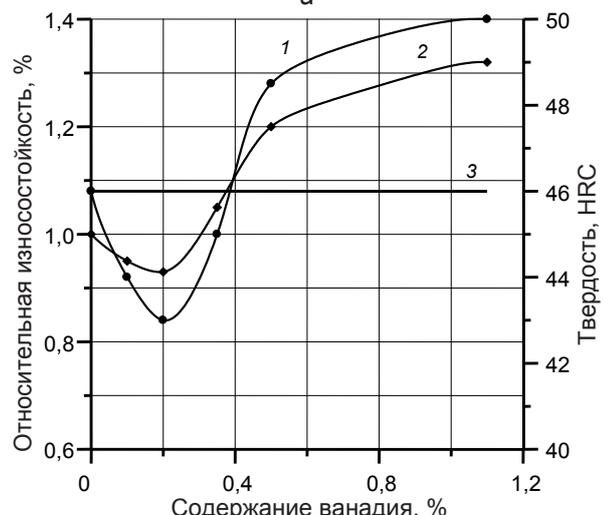
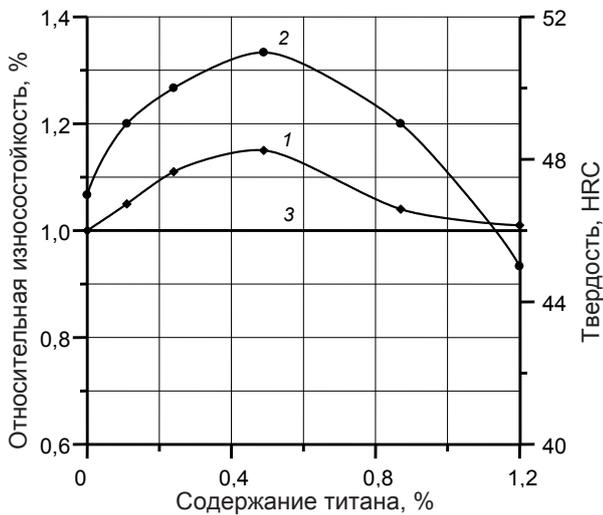


Рис. 2. Изменение свойств хромомарганцевого чугуна в зависимости от содержания в нем титана (а), ванадия (б), сурьмы (в): 1 – относительная износостойкость; 2 – твердость, HRC; 3 – эталон (чугун 280X28H2)

в белом чугуне, поэтому с повышением его содержания твердость сплава снижается, а износостойкость при этом уменьшается, и при содержании марганца около 9 % она становится меньше, чем износостойкость сплава 280X28H2. Следовательно, для достижения высокой износостойкости высокохромистого чугуна его необходимо легировать 3,5-4,5 % Mn.

По результатам исследований рекомендован базовый хромомарганцевый чугун с содержанием 18-20 % Cr и 3,8-4,5 % Mn, которому соответствует марка 290X19Г4.

В производственных условиях в качестве шихтового материала часто используют литые детали багерных насосов, отработавших свой ресурс и содержащих в своем составе определенное количество никеля. Поэтому, несмотря на дороговизну этого металла, существует определенный интерес исследования его влияния на свойства рекомендованного хромомарганцевого чугуна. Никель вводили в чугун в диапазоне концентраций от 0 до 2,9 %.

Установлено, что наивысшую износостойкость хромомарганцевый чугун имеет без добавления никеля, хотя твердость его ниже, чем чугуна, легированного никелем. Добавки никеля способствуют образованию аустенита, вследствие чего снижается износостойкость сплава. Это особенно проявляется при увеличении концентрации никеля до 1,0 %. Дальнейшее увеличение его содержания практически не изменяет износостойкость, поэтому вводить его в чугун неэкономично.

Таким образом, с точки зрения износостойкости, никель не может быть использован как элемент, повышающий эту эксплуатационную характеристику. Его целесообразно вводить только вместе с марганцем и титаном для повышения пластических свойств износостойких сплавов, работающих при ударных нагрузках. Количество никеля должно определяться для каждой конкретной литой детали исходя из условий ее эксплуатации. Для изготовления литых деталей грунтовых насосов содержание никеля в сплаве может находиться на уровне 0,3-1,0 %.

Исследовано влияние титана на свойства хромомарганцевого чугуна в диапазоне концентраций от 0 до 1,2 % Ti (рис. 2, а). Титан имеет большее сродство к углероду, чем железо, поэтому при кристаллизации он выделяется, прежде всего, в виде карбидов или карбонитридов. Титан имеет особенность переохлаждать жидкий чугун, что способствует растворению карбидов титана в расплаве и выделению их во время кристаллизации, а не до нее.

Установлено существенное повышение эксплуатационных и механических свойств сплава при содержании 0,4-0,5 % Ti. Дальнейшее его увеличение в износостойком чугуне уменьшает твердость и износостойкость, хотя последняя остается выше, чем у сплава марки 290X19Г4. Следовательно, для улучшения эксплуатационных характеристик хромомарганцевого чугуна его целесообразно микролегировать титаном в пределах 0,3-0,5 %.

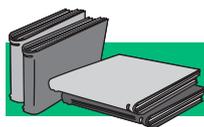
Изучено влияние ванадия на свойства износостойкого хромомарганцевого чугуна в диапазоне концентраций от 0 до 1,1 % (рис. 2, б). Добавки до 0,3 % ванадия снижают износостойкость и твердость сплава вследствие эффекта микролегирования и раскислительного действия. Увеличение количества ванадия в чугуне до 1 % повышает износостойкость, твердость и микротвердость сплава, поскольку повышается количество карбидов ванадия. Дальнейшее добавление содержания ванадия нецелесообразно, поскольку образуются крупные карбиды круглой формы, которые быстро выкрашиваются из матрицы под

действием абразива. Таким образом, для повышения износостойкости хромомарганцевого чугуна его целесообразно дополнительно микролегировать ванадием в пределах 0,5-0,8 %.

Исследовано влияние сурьмы на свойства хромомарганцевого чугуна в диапазоне концентраций от 0 до 1,0 % Sb по присадке (рис. 2, в). Небольшие присадки сурьмы (0,15 %) в хромомарганцевый чугун способствуют повышению твердости и износостойкости сплава. Это объясняется тем, что сурьма влияет не только на эвтектическое превращение, но и на кристаллизацию аустенита. Сурьма сдвигает эвтектическую точку в сторону меньшего содержания углерода, чем увеличивает количество эвтектики и измельчает ее. Дальнейшее увеличение присадки сурьмы резко уменьшает износостойкость сплава. Это объясняется тем, что в таких количествах сурьма способствует образованию не мелкодисперсной эвтектики, а сплошного поля структурно-свободного цементита, который имеет ослабленную связь с матрицей сплава и легко выкрашивается при воздействии на поверхность детали абразива. Следовательно, для повышения износостойкости хромомарганцевого чугуна его целесообразно дополнительно микролегировать сурьмой в количестве 0,10-0,15 % (по присадке) перед заливкой в формы.

Влияние бора на эксплуатационные характеристики хромомарганцевого чугуна изучено в диапазоне концентраций от 0 до 0,1 % В (по присадке). Установлено, что дополнительная обработка чугуна бором существенно повышает износостойкость и твердость металла.

Бор оказывает сильное влияние на процессы кристаллизации чугуна как поверхностно-активный элемент, улучшает состояние границ зерен, измельчает их и дополнительно раскисляет металл, что положительно влияет на процессы производства отливок и их эксплуатационные свойства. Бор также уменьшает размеры эвтектических колоний и устраняет трансформацию в белых чугунах [2]. Улучшение технологических и эксплуатационных свойств чугуна после добавления бора снижает содержание хрома, марганца, никеля и других элементов. Однако по результатам проведенных исследований, подтверждающих литературные данные, можно сделать вывод, что к обработке чугуна бором надо подходить достаточно осторожно, поскольку уже при содержании 0,03 % В чугун имеет хрупкий излом при комнатной температуре, а его износостойкость практически остается без изменений.



ЛИТЕРАТУРА

1. Гарбер М. Е. Отливки из белых износостойких чугунов. – М.: Машиностроение, 1982. – 112 с.
2. Войнов Б. А. Износостойкие сплавы и покрытия. – М.: Там же. 1980. – 119 с.
3. Супрун В. К. Абразивный износ грунтовых насосов и борьба с ним. – М.: Там же. 1982. – 320 с.
4. Львов П. Н. Износостойкость деталей строительных и дорожных машин. – М.: Машгиз. 1982. – 242 с.
5. Крагельский И. В., Бессонов Л. Ф. Повышение износостойкости и срока службы машин. – М.: Там же. 1983. – 238 с.
6. Магорников А. В., Фомичев И. А., Магорников В. В. Влияние химического состава на абразивную износостойкость марганцевых чугунов // Литейн. пр-во. – 1985. – № 3. – С. 16-17.
7. Кривошеев А. Е., Калинина Л. Г. Влияние легирующих элементов на структуру белых чугунов // Там же. – 1987. – № 7. – С. 19-20.

Анотація

Радченко К. С., Федоров Г. С., Ямшинський М. М.

Оптимізація хімічного складу зносостійких високолегованих білих чавунів

Досліджено вплив хрому і марганцю на твердість і зносостійкість білого чавуна і визначено їх оптимальну кількість у сплаві. Вивчено вплив нікелю, титану, ванадію, сурми та бору на зносостійкість рекомендованого чавуну 290X19Г4.

Ключеві слова

гідроабразивний знос, зносостійкість, білий чавун, хімічний елемент, мікролегування, модифікування, структура, твердість

Summary

Radchenko K., Fedorov G., Yamshinskiy M.

The optimization of chemical composition of the wear resistant high alloyed white cast irons

The influence of chromium and manganese on the hardness and wear resistance of the white cast iron was researched and optimal quantities of the Cr and Mn in the alloy were determined. The effect of nickel, titanium, vanadium, antimony and boron on the wear resistance of recommended chromium-manganese cast iron 290Cr19Mn4 was studied.

Keywords

hydroabrasive wear, wear resistance, white cast iron, chemical element, microalloying, modification, structure, hardness

Поступила 26.05.10