

**В. Н. Костяков, Н. В. Кирьякова, С. И. Клименко,
А. А. Волошин**

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

ЖАРСТОЙКОСТЬ ЧУГУНА, ЛЕГИРОВАННОГО ХРОМОМ ИЗ РАСПЛАВА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ШЛАКА

Исследована жаростойкость чугуна, легированного хромом из расплава электросталеплавильного шлака. Показано, что небольшие добавки хрома (0,45-1,4 %) стабилизируют структуру чугуна, улучшают его окислительную стойкость. Показатели жаростойкости исследованного чугуна находятся на уровне чугуна, легированного феррохромом.

Ключевые слова: жаростойкость, шлак, хром, чугун, расплав.

Досліджено жаростійкість чавуну, який легований хромом з розплаву електросталеплавильного шлаку. Показано, що невеликі домішки хрому (0,45-1,4 %) стабілізують структуру чавуну, поліпшують його окислювальну стійкість. Показники жаростійкості дослідженого чавуну знаходяться на рівні чавуну, який легований ферохромом.

Ключові слова: жаростійкість, шлак, хром, чавун, розплав.

Heat – resistance of cast-iron, alloyed by chrome from the melt of electrosteel – melting slag is examined. It is displayed that small additions of chrome (0,45 - 1,4 %) stabilize cast-irons structure, improve its oxide scale stability. Heat – resistance values of the examined cast-iron are at level of the cast-iron alloyed by ferrochromium.

Keywords: heat resistance, slag, chromium, cast iron, melt.

В машиностроении находят широкое применение низколегированные хромистые чугуны, содержащие 0,4-3,0 % Cr (ГОСТ 7769-82), для выплавки которых не требуется специального технологического оборудования. Хромистые чугуны могут быть выплавлены, как и серый чугун, в существующих плавильных агрегатах: вагранках, дуговых и индукционных печах.

Для получения необходимого содержания хрома в чугуне, как правило, используют феррохром или природный легированный чугун, а также легированный лом.

На эксплуатационные свойства жаростойких чугунов большое влияние оказывает процесс окисления. Практически все металлы и сплавы при высоких температурах вступают во взаимодействие с окружающей средой. При этом характер взаимодействия может быть разнообразным. В результате могут образовываться оксиды, нитриды, сульфиды и др. В общем случае (при газовой коррозии) необходимо знать предел, до которого слои, образованные путем реакции металла с газовой средой, являются защитными.

Известно, что любой сплав состоит из нескольких элементов и все они принимают участие в образовании защитной пленки. Причем, некоторые из них могут образовывать по несколько оксидов.

Строение окисной пленки становится гораздо более сложным при наличии в газовой атмосфере нескольких газов, которые дают наряду с оксидами и другие соединения. В одних случаях эти соединения могут защищать поверхность металла от окисления, а в других, содействовать этому. Поэтому от свойств окисных пленок, образовавшихся на поверхности металла, во многом будет зависеть его жаростойкость.

Получение и обработка расплавов

Механизм образования оксидных пленок и методы определения жаростойкости чугуна достаточно полно рассмотрены в работах [1-4].

Жаростойкость выплавленных чугунов исследовали на образцах, химический состав которых приведен в табл. 1.

Таблица 1. Химический состав выплавленных чугунов

Содержание элементов, мас. доля, %					
C	Si	Mn	Cr	S	P
3,49	2,20	0,70	0,45	0,081	0,20
3,57	2,10	0,73	0,57	0,083	0,22
3,56	2,80	0,72	0,93	0,078	0,21
3,60	1,74	0,79	1,40	0,084	0,21

При испытании на жаростойкость использовали образцы цилиндрической формы диаметром 15 мм и длиной 20 мм со шлифованной поверхностью. Образцы для исследования размещали в фарфоровых лодочках на подставках из нихрома. Исследуемые образцы предварительно взвешивали на аналитических весах и нагревали в муфельной печи в воздушной среде.

При повторном испытании приняли переменный нагрев образцов с последующей выдержкой в печи при температуре 500 и 600 °С в течение 5 ч. Общее время нагрева образцов при указанной температуре составляет 20 ч. После каждого нагрева образцы охлаждали вместе с печью. По окончании испытаний с поверхности образцов удаляли окалину, которую взвешивали на аналитических весах.

В табл. 2 приведена жаростойкость выплавленных чугунов с различным содержанием хрома при температурах испытания 500 и 600 °С.

Таблица 2. Жаростойкость выплавленных чугунов с различным содержанием хрома

Содержание хрома в чугуне, %	Увеличение массы, г/(м ² · ч) при температуре испытания, °С	
	500	600
0,45	0,71	1,42
0,57	0,62	1,27
0,93	0,35	0,55
1,4	0,22	0,38

Из анализа данных таблицы видно, что окалиноустойчивость при одном и том же содержании хрома в чугуне с повышением температуры значительно увеличивается. Так, например, при содержании хрома в чугуне 0,57 % повышение температуры испытания с 500 до 600 °С способствует увеличению массы образцов с 0,62 до 1,27 г/(м² · ч). Это свидетельствует о снижении жаростойкости чугуна.

При одной и той же температуре с увеличением содержания хрома окалиноустойчивость чугуна повышается, о чем свидетельствуют данные табл. 2.

Общеизвестно, что хром повышает окалиноустойчивость чугуна. Однако, в низко-

легированных хромистых чугунах она определяется содержанием в чугуне углерода и кремния. Чем меньше содержание этих элементов, тем выше окалинстойкость. Известно, что при одном и том же содержании углерода и кремния окалинстойкость чугуна с повышением в нем хрома непрерывно увеличивается.

Следует отметить, что на увеличение окалинстойкости чугунов положительное действие небольших присадок хрома сказывается в повышении дисперсности включений пластинчатого графита, а также в увеличении плотности структуры металлической основы чугуна.

Таким образом, результаты исследований показали, что легирование чугуна хромом из расплава сталеплавильного шлака обеспечивает достаточно высокую жаростойкость сплава. Показатели жаростойкости чугуна находятся на уровне чугуна, легированного феррохромом.



Список литературы

1. Архаров В. И. Окисление металлов. – М.: Metallurgizdat, 1945. – 172 с.
2. Кубашевский О., Гопкинс Б. Окисление металлов и сплавов. – М.: Изд-во иностр. лит., 1985. – 428 с.
3. Бобро Ю. Г. Жаростойкие и ростоустойчивые чугуны. – М.: Машгиз, 1960. – 167 с.
4. Александров Н. Н., Клочнев Н. И. Технология получения и свойства жаростойких чугунов. – М.: Машиностроение, 1964. – 169 с.

Поступила 18.09.2013.

Вниманию авторов!

*Статьи, поступающие в редакцию, должны иметь аннотации и ключевые слова на русском, украинском и английском языках. Объем статьи — не более **10 стр.**, рисунков — не более **5**.*

*Статьи подаются как на бумажном, так и электронном носителях. Для текстовых материалов желательно использовать формат **doc**. Для графических материалов — формат **jpeg**. Графические материалы необходимо сохранять в отдельных файлах. Фотографии, рисунки, графики и чертежи должны быть черно-белыми, четкими и контрастными.*

Статьи в редакции проходят научное рецензирование.