

УДК 669.187.28:669.162.275

**В. Л. Найдек, В. Н. Костяков, Н. В. Кирьякова,
А. А. Волошин**

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЖАРСТОЙКОГО ЧУГУНА, ЛЕГИРОВАННОГО ХРОМОМ ИЗ РАСПЛАВА СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ШЛАКА

Рассмотрены особенности технологии получения жаростойкого чугуна, легированного хромом из расплава электросталеплавильного шлака. Показано, что качество полученных жаростойких чугунов по предложенной технологии соответствует чугунам, легированным феррохромом по более дорогостоящей технологии.

Ключевые слова: сталеплавильный шлак, хром, чугун, легирование, расплав, технология.

Розглянуто особливості технології одержання жаростійкого чавуну, легованого хромом з розплав електросталеплавильного шлаку. Показано, що якість отриманих жаростійких чавунів за запропонованою технологією відповідає чавунам, легованим ферохромом за більш дорогою технологією.

Ключові слова: сталеплавильний шлак, хром, чавун, легування, розплав, технологія.

The peculiarities of the technology obtaining of heat resistant cast iron alloyed by chromium from the melt of steel-smelting slag were considered. It was shown, that the quality of the obtained heat-resistant cast irons under the proposed technology corresponded to cast irons alloyed by ferrochromium under more expensive technology.

Keywords: steel-smelting slag, chromium, cast iron, alloying, melt, technology.

В современном машиностроении находят применение детали и агрегаты, которые эксплуатируются в области повышенных температур при воздействии внешних агрессивных сред. В процессе эксплуатации этих деталей из чугуна происходит их разрушение вследствие окалинообразования и роста. Поэтому одной из актуальных проблем является получение отливок из чугуна с максимальной жаростойкостью, минимальной способностью окалинообразования и ростом с учетом работы деталей (температура, газовая среда, цикличность работы и механические воздействия).

В последние годы в производстве специальных сталей и чугунов достигнуты значительные успехи. Разработаны сплавы, обладающие высокой жаростойкостью.

Однако они, как правило, содержат в своем составе большое количество дорогостоящих и дефицитных легирующих элементов, для производства которых сырьевая база в Украине отсутствует. Это в большинстве случаев сдерживает широкое применение их в литейном производстве и не всегда экологически оправдано.

Следует отметить, что применение обычных сталей и чугунов для изготовления литых деталей, работающих в условиях высоких температур, нежелательно, поскольку приносит зачастую ощутимые убытки. Так, например, литые детали из серого чугуна после непродолжительной работы (исчисляемой иногда десятками часов) при высоких температурах приходят в полную непригодность, при этом рост этих деталей нередко вызывает поломки других сопряженных частей или целых узлов механизма. Поэтому возникает необходимость изыскания новых способов получения окалиностойких материалов, обеспечивающих снижение себестоимости литых деталей.

Одним из путей решения этих задач является использование отходов металлургического и машиностроительного производств и смежных отраслей для легирования чугуна и стали [1-2]. В этих отходах легирующие элементы хрома, никеля, ванадия и других присутствуют в виде оксидных соединений в значительных количествах. Например, в отвальном электросталеплавильном шлаке оксида хрома содержится почти 30 % [3].

Многолетние исследования, проведенные в ФТИМС НАН Украины, позволили создать научные и технологические основы жидкофазного восстановления легирующих элементов из оксидных соединений и разработать технологию их получения. Одной из таких технологий является прямое легирование углеродистой стали ванадием из расплава золы ТЭС [4]. Результаты исследований показали, что такой метод легирования стали ванадием достаточно эффективен и позволяет исключить из технологического цикла использование дорогостоящего феррованадия.

В данной работе изучены особенности технологии получения жаростойкого чугуна, легированного хромом из расплава электросталеплавильного шлака. Плавки проведены в дуговой печи постоянного тока с кислой футеровкой. Шихтой служили чугунный лом и электросталеплавильный шлак, содержащий 28-30 % оксида хрома.

В качестве восстановителя использовали электродный бой, флюсообразующей присадкой служила известь. Смесь шлака, восстановителя и извести загружали на дно ванны печи вместе с чугунным ломом из расчета получения заданного содержания хрома в чугуне.

После полного расплавления шихты, при перегреве металла до 1430-1450 °С и выдержке металла в печи в течение 5-7 мин, последний разливался в литейные формы.

Температуру жидкого металла измеряли прибором УПИТ, в котором в качестве термоэлектрического датчика использовали вольфрам-ренийевую термопару.

Химический анализ выплавленного чугуна и шлака определяли на приборе РЕММ-102, концентрацию углерода – мокрым методом.

В таблице приведен химический состав выплавленного чугуна, легированного хромом из расплава сталеплавильного шлака.

Усредненный химический состав выплавленного чугуна

Химический состав чугуна, %					
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	0,830	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

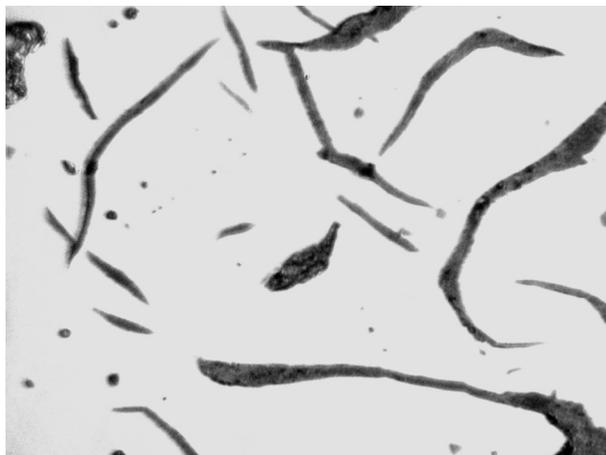
Новые литые материалы

Анализ приведенных данных показывает, что выплавленный чугуны представляет собой сплав C-Fe-Si-Mn-Cr, содержащий серу и фосфор в небольших количествах. Выплавленный сплав по своему химическому составу близок к жаростойким чугунам ЖЧХ-0,8 и ЖЧХ-1,5 (ГОСТ 7769-63). Полученные данные показали, что во всех плавках достигаются стабильный химический состав чугуна и стабильный выход хрома из шлака. Низкое содержание Cr_2O_3 (0,5-1,0) в конечном шлаке свидетельствует о высокой степени восстановления хрома в процессе плавки.

Ранее установили, что при восстановительной плавке отвального шлака выход хрома составляет в среднем 96 % [5], также показано, что дополнительное раскисление шлака FeSi или Al не влияет на показатели процесса, но приводит к удорожанию конечного продукта.

Анализ структуры опытных чугунов показал, что при содержании хрома 0,45-0,93 % включения графита располагаются в матрице сплава в форме пластинчатого графита (рис.1, а, б). Причем, при увеличении содержания хрома происходит измельчение графита с 0,45 до 0,15 мкм. Увеличение содержания хрома до 1,4 % в структуре чугуна не сопровождается образованием графита, поскольку углерод в сплаве находится в виде цементита.

Известно, что содержание неметаллических включений, их размеры и характер



а



б

Рис. 1. Распределение графита в опытных чугунах с 0,45 и 0,93 % Cr соответственно (а, б), $\times 500$

Новые литые материалы

распределения в матрице чугуна оказывают существенное влияние на свойства литых деталей. Следует отметить, что это особенно важно при использовании хрома в виде оксидных соединений.

Оценка загрязненности выплавленного чугуна показала, что распределение неметаллических включений по размерным группам для выплавленных чугунов имеет одинаковый характер (рис. 2), наблюдаются преимущественно мелкие включения. Причем до 90 % от общего их количества составляют включения размером до 2 мкм. Исследования показали, что неметаллические включения располагаются в металлической матрице преимущественно равномерно (рис. 3).

Установили, что в основном встречаются единичные, разрозненные включения. Строчек и грубых скоплений неметаллических включений в выплавленных чугунах практически не наблюдается.

Таким образом, выполненные исследования показали, что использование электросталеплавильного шлака, содержащего хром в виде оксидных соединений, позволяет выплавлять жаростойкий чугун. Причем технология прямого легирования чугуна хромом не усложняет общепринятый технологический процесс при легировании феррохромом. Применение шлака взамен феррохрома снижает

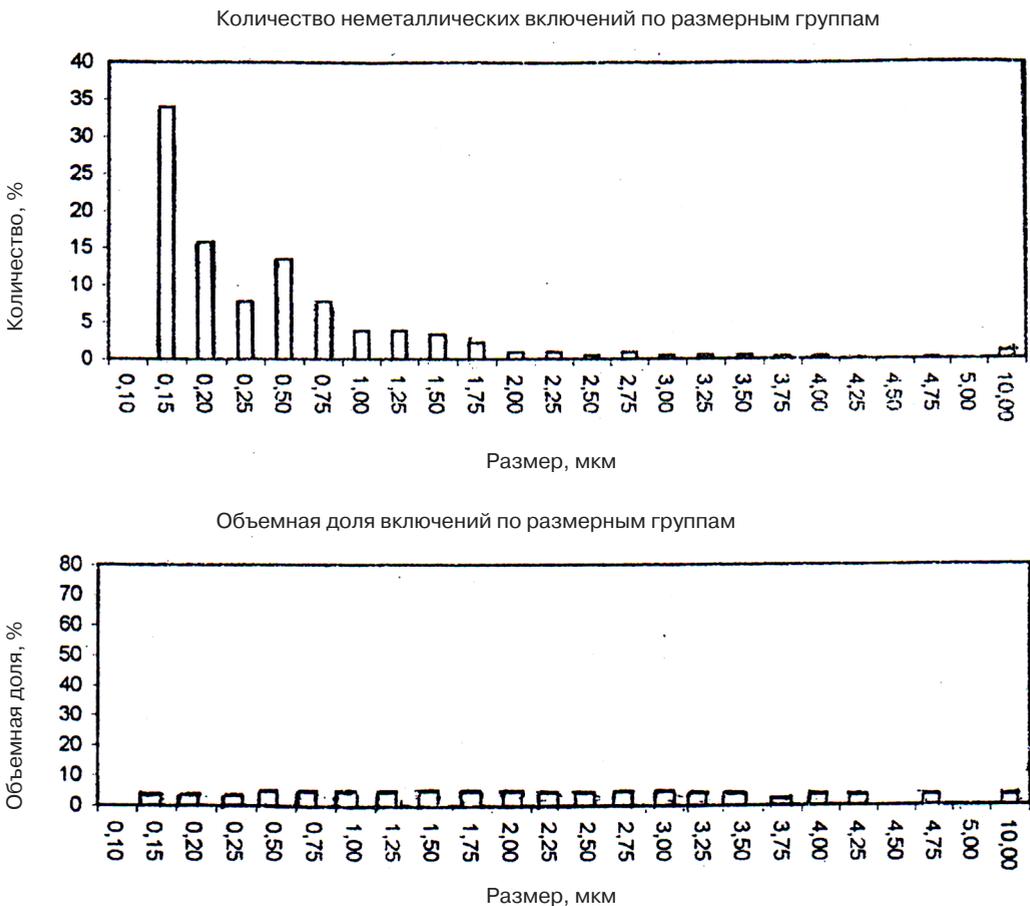


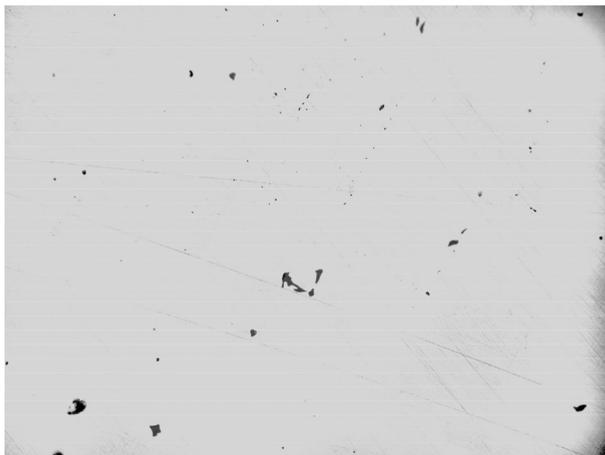
Рис. 2. Распределение неметаллических включений по размерным группам в чугуне, содержащем 1,4 % Cr



а



б



в

Рис. 3. Распределение неметаллических включений в опытном чугуна, содержащем 1,40 % Cr: а, б – центральная часть; в – периферия, $\times 500$

себестоимость выплавленного металла, то есть существенно влияет на экономику технологического процесса.



Список литературы

1. Костяков В. Н., Сидак В. Б. Перспективы прямого легирования литейных сплавов оксидами металлов // Процессы литья. – 2008. – № 3. – С. 26-30.
2. Филипенков А. А. Отливки из ванадийсодержащих сталей. – М.: Машиностроение, 1982. – 125 с.
3. Легирование чугуна хромом из оксидного расплава электросталеплавильного шлака/ В. Н. Костяков, Н. В. Кирьякова, А. И. Мацкул, В. Я. Хоружий // Процессы литья. – 2010. – № 1. – С. 63-65.
4. Костяков В. Н., Сидак В. Б., Мацкул А. И. Опробование технологии легирования углеродистой стали ванадием из золы ТЭС и ванадиевого концентрата в промышленных условиях // Металл и литье Украины. – 2011. – № 1. – С.11-13.
5. Костяков В. Н., Полетаев Е. Б., Медведь С. Н. Технологические процессы получения легатур и сплавов из технологических отходов в электропечах // Процессы литья. – 2007. – № 1-2. – С. 8-19.

Поступила 15.11.2011

УДК 669.112:546.3-19

И. В. Олексенко, Е. А. Марковский, В. П. Гаврилюк

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАНИЯ МИКРОПОРОШКОМ TiN НА СТРУКТУРУ И ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЛАВОВ ТИПА СЧCuS

С целью повышения физико-механических свойств литья в качестве модификаторов использованы нанопорошки SiC, BN и TiN. Рассмотрено влияние TiN на структуру и свойства серого чугуна, легированного медью и серой в литом, закаленном и отожженном состояниях.

Ключевые слова: сплав, модифицирование, нанопорошки, износостойкость.

З метою підвищення фізико-механічних властивостей литва в якості модифікаторів застосовувано нанопорошки SiC, BN та TiN. Розглянуто вплив TiN на структуру та властивості сірого чавуну, легованого міддю та сіркою.

Ключові слова: сплав, модифікування, нанопорошки, зносостійкість.

In order to improve the physical and mechanical properties of casting as a modifier was used nanometer SiC, BN and TiN. The influence of TiN on the structure and properties of cast iron, alloyed with copper and sulphur in the cast, quenched and annealed states.

Keywords: alloy, inoculation, nanopowder, wear resistance.