



УДК 669.1; 621.74

Поступила 30.08.2013

Е. И. МАРУКОВИЧ, В. М. ИЛЬЮШЕНКО,
П. Ю. ДУВАЛОВ, ГНУ «Институт технологии металлов НАН Беларуси»

ФОРМИРОВАНИЕ ОТЛИВКИ ИЗ ИЗНОСОСТОЙКОГО ХРОМИСТОГО ЧУГУНА ПРИ ЛИТЬЕ В КОКИЛЬ

Проведен анализ тепловых процессов формирования отливок из износостойких хромистых чугунов для сменных деталей центробежных мельниц и дробилок. Исследовано влияние защитно-разделительных покрытий на интенсивность нагрева кокиля.

The analysis of thermal processes of formation of castings from wearproof chromic cast irons for replaceable details of centrifugal mills and crushers is carried out. Influence of protective and dividing coverings on intensity of heating of the chill mold is investigated.

Вследствие ударно-абразивного взаимодействия размалываемого материала с рабочими органами ускорителя происходит интенсивный износ деталей, который обуславливает их малый ресурс работы и высокий уровень эксплуатационных затрат [1]. В Республике Беларусь большинство деталей, взаимодействующих с абразивной средой, изготавливаются из дорогостоящего износостойкого хромистого чугуна ИЧХ28Н2, не отличающегося высокой износостойкостью в условиях сухого трения. Поэтому снижение себестоимости ИЧХ и одновременное повышение ресурса работы в современных условиях является важной задачей науки и производства.

В Институте технологии металлов НАН Беларуси разработаны составы чугунов, отличающиеся высокой износостойкостью и низкой себестоимостью. Также разработаны литейные технологии изготовления литьем в кокиль сменных деталей дробильно-размольного оборудования [2]. Однако ресурс работы кокилей довольно низкий, что влияет на себестоимость отливаемых деталей. Для дальнейшего увеличения ресурса работы кокилей были проведены исследования по изучению теплообмена отливки с кокилем. Исследование проводили на наиболее изнашиваемых деталях центробежных мельниц, так называемых отбойных плитах.

Целью исследования была оценка скоростей нагрева до максимальных температур частей кокиля в зависимости от применяемого защитно-разделительного покрытия.

Эксперименты проводили на оборудовании, включающем в себя экспериментальный кокиль (дно, средняя часть, крышка, чаша-питатель из холоднотвердеющей смеси), специальный стол с зажимами, измерительный комплекс LG Programmable Controller, источник бесперебойного питания Ippon Back Office 600, ноутбук HP Pavillion dv6, стол (рис. 1).

В дно экспериментального кокиля непосредственно под местом падения струи расплава на глубине 1,1 мм от поверхности устанавливали термомпару. Дно и среднюю часть кокиля нагревали в электрической печи до температуры 110 °С и выдерживали в течение 30 мин для равномерного распределения тепла. Затем кокиль собирали на



Рис. 1. Общий вид экспериментального оборудования

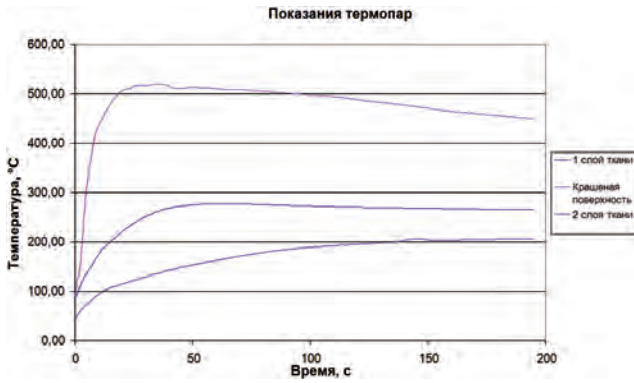


Рис. 2. Результаты экспериментов

столе при помощи специальных зажимов. После чего расплав при температуре 1450 °С заливали в кокиль. Были проведены три серии экспериментов. В первой серии дно экспериментального кокиля красили противопопригарным покрытием Амтерм С30. Во второй и третьей сериях его укрывали соответственно одним и двумя слоями теплостойкой кремнеземной ткани [3]. На рис. 2 показаны изменения температуры дна кокиля на глубине 1,1 мм от поверхности для случаев литья на крашеную поверхность и поверхность, защищенную одним и двумя слоями кремнеземной ткани.

Отражение изменения температуры дна кокиля при литье на крашеную поверхность показано розовой линией. Синяя и фиолетовая линии отражают изменение температуры дна кокиля при литье на поверхность, защищенную соответственно одним и двумя слоями кремнеземной ткани. Максимальная температура нагрева дна кокиля на расстоянии 1,1 мм от поверхности составила 520 °С в случае, когда в качестве защитно-разделительного покрытия использовали противопопригарное покрытие Амтерм С30. Применение одного слоя кремнеземной ткани позволило снизить максимальную температуру нагрева дна кокиля до 278 °С, а применение двух слоев кремнеземной ткани – до 206,3 °С. Причем если сравнивать противопопригарное покрытие с одним слоем кремнеземной ткани, то разница в максимальной температуре нагрева

дна кокиля составила 242 °С. При сравнении одного и двух слоев ткани разница максимальных температур нагрева составила только 71,7 °С. Однако нагрев при применении двух слоев ткани шел намного медленнее – максимум был достигнут только на 207 с, тогда как при использовании одного слоя ткани – на 58 с.

В результате анализа экспериментальных данных установлено, что при использовании противопопригарного покрытия Амтерм С30 максимальная температура нагрева дна кокиля в 520 °С была достигнута за 30 с. Таким образом, средняя температура нагрева составила 17,3 К/с. Применение слоя кремнеземной ткани увеличило время нагрева дна кокиля до максимальной температуры в 278 °С до 58 с. Скорость нагрева составила 4,8 К/с. Два слоя кремнеземной ткани снизили скорость нагрева до 1 К/с, дно кокиля было нагрето до 206,3 °С за 207 с.

Полученные в ходе экспериментов отливки из износостойкого хромистого чугуна были исследованы на микроструктуру, твердость по Роквеллу и микротвердость. На рис. 3 показаны микроструктуры полученных отливок.

По результатам исследования отливки, полученной литьем в кокиль на крашеную поверхность (рис. 3, а), за счет высокой скорости охлаждения преобладают карбиды размером 2–8 мкм, также в небольшом количестве присутствуют карбиды размером 12–25 мкм. Эти карбиды имеют микротвердость 950 HV при микротвердости матрицы 650 HV, что обеспечило общую твердость в 58–59 HRC. Во втором случае (рис. 3, б), когда в качестве защитно-разделительного покрытия использовали кремнеземную ткань, преобладают карбиды размером 3–10 мкм при наличии карбидов размером 16–25 мкм. Микротвердость таких карбидов составляет 1120 HV, микротвердость матрицы – 560 HV, а общая твердость – 59–60 HRC. С добавлением второго слоя кремнеземной ткани при литье в кокиль были получены следующие результаты (рис. 3, в). Преобладающий размер карбидов – 8–20 мкм; присутствуют карбиды размером 20–40 мкм,

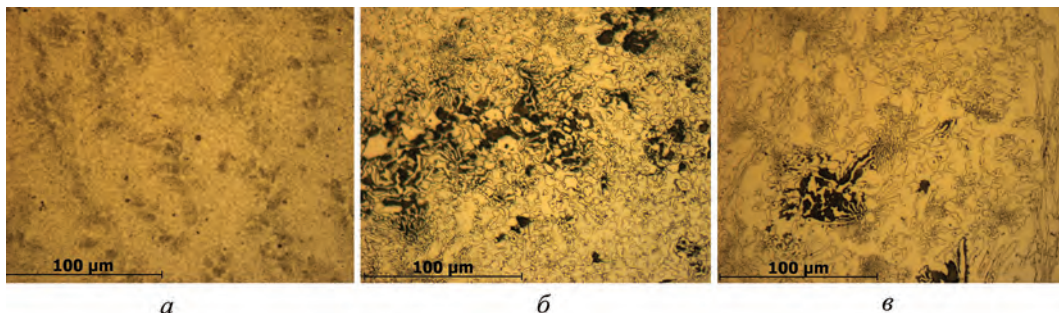


Рис. 3. Микроструктуры отливок из ИЧХ, полученные на крашеной поверхности (а); с применением одного слоя кремнеземной ткани (б); с применением двух слоев кремнеземной ткани (в)

а также в небольших количествах карбиды размером 4–8 мкм; микротвердость таких карбидов составляет 882 HV, а микротвердость матрицы – 462 HV, твердость – 55–56 HRC.

Выводы

Оптимальным является применение в качестве защитно-разделительного покрытия одного слоя кремнеземной ткани, так как это обеспечивает более комфортные условия работы кокиля. Применение кремнеземной ткани повышает стойкость кокиля в 2,5 раза за счет предотвращения термоудара и позволяет получать отливки из износостойкого хромистого чугуна в наиболее благоприятных ус-

ловиях. Так, отливка, полученная при использовании такого покрытия, имеет наилучшее соотношение размеров и микротвердости карбидов и микротвердости матрицы. Кроме того, судя по микротвердости в 1120 HV, это карбиды типа $(Cr, Fe)_7C_3$. В отличие от карбидов $(Cr, Fe)_3C$ они более прочные и твердые и являются лучшим вариантом хромисто-карбидной фазы в износостойких хромистых чугунах.

Проведенные эксперименты позволили доработать технологический процесс литья отбойной плиты центробежной мельницы и внедрить его на производственном участке ИТМ НАН Беларуси.

Литература

1. Маркович, Е. И. Получение отливок из износостойких хромистых чугунов в комбинированных формах / Е. И. Маркович, В. М. Ильюшенко, П. Ю. Дувалов // Перспективные материалы и технологии; под ред. В. В. Клубовича. Витебск, 2013. Гл. 1. С. 9–35.
2. Износостойкий чугун: пат. 14155 Респ. Беларусь, МПК (2009) C22C 37/00 / В. М. Ильюшенко, К. Э. Барановский; заявитель ИТМ НАН Беларуси. № а 20090689; заявл. 13.05.2009, опубл. 30.04.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 2011. № 2. С. 103.
3. Заявка № а20091719 от 04.12.2009 г. «Способ получения защитно-разделительного покрытия металлических литейных форм».