

## Литейное материаловедение, специальные способы литья

*Relative wear resistance of chrome cast irons of eutectic composition is determined in laboratory and industry conditions. Complex alloyed eutectic cast iron with increased wear resistance and mechanical characteristics is developed.*

К. Э. БАРАНОВСКИЙ, В. М. ИЛЬЮШЕНКО, Ю. Л. СТАНЮЛЕНИС, ИТМ НАН Беларуси

УДК 621.74:669.13

### ЛИТЬЕ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ИЗНОСОСТОЙКИХ ХРОМИСТЫХ ЧУГУНОВ ДЛЯ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ МЕЛЬНИЦ В КОМБИНИРОВАННЫЕ ФОРМЫ И КОКИЛИ

Технический уровень и конкурентоспособность машин и оборудования, выпускаемого промышленностью Республики Беларусь для размола и дробления минерального сырья, определяется их ресурсом работы. Ресурс работы этих машин, в первую очередь, зависит от износостойкости деталей, работающих в условиях ударно-абразивного взаимодействия с размалываемым материалом. Наибольший износ из всех деталей центробежных мельниц имеют отбойные плиты. Если по другим деталям мельниц перемещается дробящийся материал, то об отбойные плиты он разрушается. Эти детали работают в условиях ударно-абразивного воздействия частиц до 30 мм размалываемого материала (гранит, руды, стекла и т. д.). Крупность измельченного продукта составляет 0,02–0,5 мм.

В настоящее время большинство деталей центробежных мельниц и дробилок, взаимодействующих с абразивной средой, изготавливают из износостойкого чугуна хромистого (ИЧХ) X28H2 литьем в разовые песчаные формы. Детали из ИЧХ28H2 используются в литом состоянии. Обычно этот чугун применяют как износостойкий материал для работы в жидких коррозионных средах. В таких условиях он имеет высокую стойкость, но в условиях сухого абразивного воздействия (а именно такие условия имеются в дробилках и мельницах) износостойкость этого материала значительно ниже [1, 2]. Толстостенные отливки (отбойные плиты центробежных мельниц), изготовленные из ИЧХ28H2, обладают низкой эксплуатационной стойкостью, так как при твердости наружной поверхности отливки 54–55 HRC на глубине 15 мм твердость не превышает 45 HRC. Это связано с неравномерной по толщине структурой отливки и размером карбидов более 20 мкм.

Проблема усугубляется тем, что практически все отлитые в песчаную форму отливки имеют усадочную пористость и раковины.

Для повышения ресурса работы дробильно-размольного оборудования необходимо:

- детали, работающие в абразивной среде, изготавливать из чугунов с более высокой износостойкостью в условиях сухого трения, чем ИЧХ28H2;
- при литье деталей из ИЧХ использовать литейные формы, обеспечивающие получение мелкой структуры карбидной фазы, ориентированной в направлении, перпендикулярном износу с практически равномерной твердостью по толщине отливки;
- разработать технологические приемы, позволяющие получать плотные без усадочных дефектов отливки.

Часть задачи по повышению ресурса работы деталей центробежных мельниц решена ГНУ «ИТМ НАН Беларуси». В институте разработаны и прошли промышленное опробование эвтектические износостойкие чугуны, содержащие 16–20% Cr и дополнительно легированные (Ni, Mn, Mo, V, W в суммарном количестве до 2%). Отбойные плиты МЦ-0,63(90×50×50 мм, масса 1,5 кг) из этих сплавов были изготовлены в формах из ХТС, а затем закалены на твердость 63–64 HRC. Такие отливки при размолу кварцевого стекла показали ресурс работы в 8–9 раз выше, чем такие же детали из сплава ИЧХ28H2 [3]. Применение технологии литья в формы из ХТС с последующей закалкой более крупных отбойных плит УМП-1,0(140×70×70 мм, масса 5 кг) и УМП-1,25(180×85×85) мм, масса 9,5 кг) не обеспечивает получение деталей с равномерной структурой и твердостью по толщине. Использование прибылей с объемом более

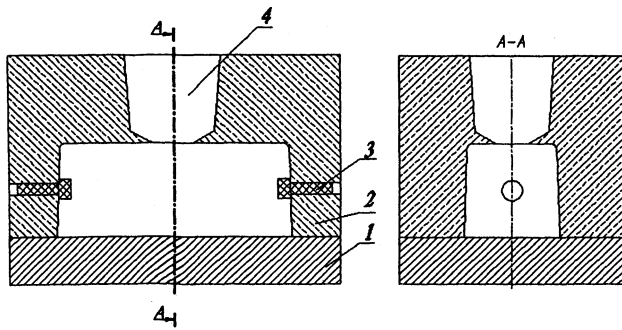
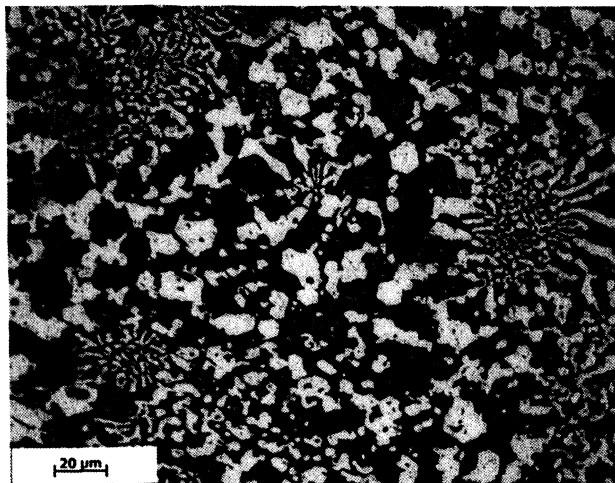


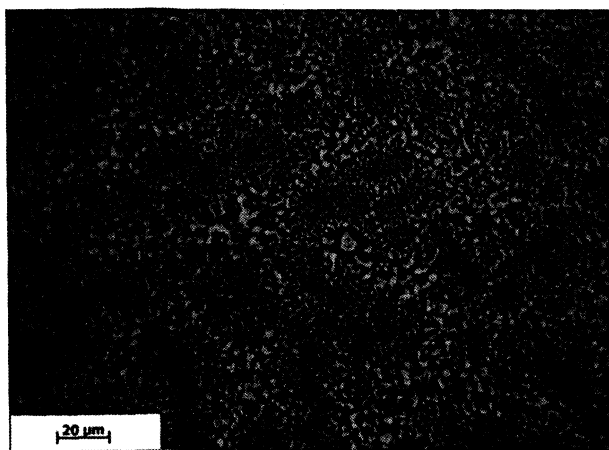
Рис. 1. Комбинированная форма: 1 – металлическая плита; 2 – форма из ХТС; 3 – стержень; 4 – заливочно-питающая чаша

чем отливка, полностью не устраняет дефекты усадочного происхождения. Для получения таких отливок (с использованием без последующей термообработки) были изучены технологии их литья в комбинированные формы и кокили.

Технология литья деталей центробежных мельниц из ИЧХ в комбинированные формы и кокили была реализована для отбойных плит УМП-1,0



a



b

Рис. 2. Структуры зон отливок (перпендикулярно теплоотводу): a – затвердевшей в контакте с песчаной частью формы; б – затвердевшей в контакте с металлической частью формы.  $\times 500$

и УМП-1,25. По условиям работы отбойные плиты должны иметь не менее двух качественных рабочих поверхностей.

Для плиты УМП-1,0 были опробованы технологии литья в комбинированную форму и кокиль. Верхнюю часть комбинированной формы (рис. 1) изготавливали из ХТС, а в качестве нижней использовали металлическую плиту.

Отливки, изготовленные в комбинированные формы с питающей чашей более 80% от объема отливки, имели небольшую усадочную раковину в верхней части. Нижняя часть отливки, затвердевшая на металлической плите, имела твердость 57–59 HRC, твердость боковых поверхностей составляла 52–54 HRC, а верхней части – 48–51 HRC. Структуры зон отливок, затвердевших в контакте с песчаной частью формы и металлической плитой, показаны на рис. 2.

Кокиль для литья отбойных плит показан на рис. 3. При литье в кокиль объем питающей чаши составлял до 25% от объема отливки. Полученные литые детали не имели усадочных дефектов. В качестве покрытия кокиля использовали шунгито-графитовую краску производства УП «Технолит» (г. Минск). Она обеспечивает хорошую стойкость покрытия при температурах заливки до 1500 °С. Твердость нижней и боковых частей отливки составляла 58–61 HRC, а верхней части, затвердевавшей в контакте со стержнем, – 52–55 HRC. Макроструктура поперечного разреза отливки показана на рис. 4.

Отливки на трех гранях имеют строго направленную перпендикулярно износу мелкую структуру на глубину 20–25 мм и только в верхней части отливки, где расположена питающая чаша из ХТС, имеется плотная разориентированная структура. Отливки имеют три качественные рабочие поверхности. Четвертая поверхность, хоть и обладает меньшей твердостью и износостойкостью, но также может использоваться при эксплуатации

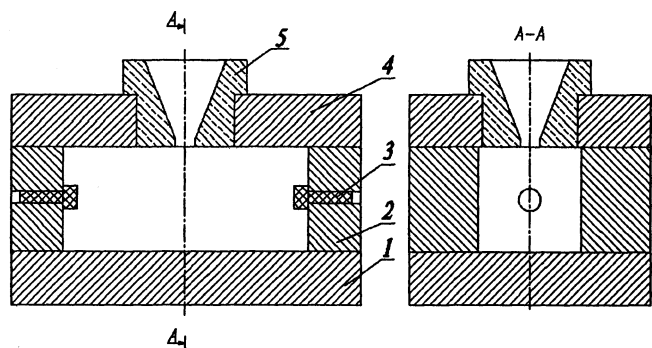


Рис. 3. Конструкция кокиля: 1 – нижняя плита; 2 – средняя часть; 3 – стержень; 4 – верхняя плита; 5 – заливочно-питающая чаша из ХТС

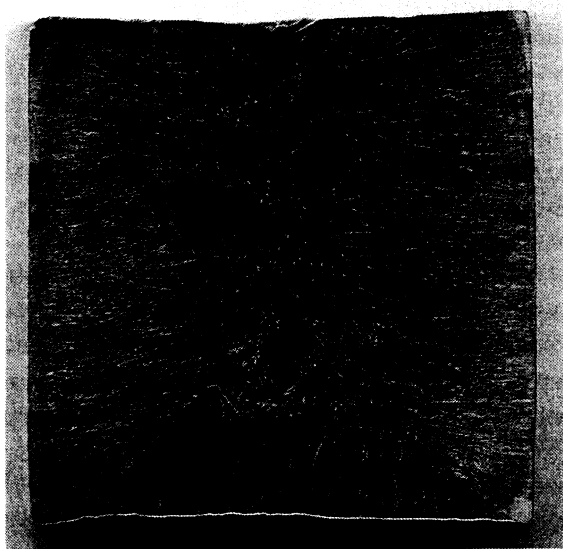


Рис. 4. Макроструктура отливки.  $\times 1$

детали. Микроструктура отливки, изготовленной в кокиле, показана на рис. 5.

Для плиты УМП-1,25 использовали технологию литья в кокиль, аналогичную описанной выше. Твердость литых отбойных плит была 58–61 HRC на трех боковых поверхностях, а в верхней части – 53–55 HRC.

Исследовали тепловой режим затвердевания отливок, изготовленных в формах из ХТС и в кокили. Установлено, что время затвердевания отливок при литье в кокиль в 4–5 раз меньше, чем отлитых в формы из ХТС. Размер карбидов при литье в кокиль (2–8 мкм) в 3–4 раза меньше, чем при литье в песчаную форму. Твердость рабочих поверхностей отливок, а также размер карбидов у отбойных плит УМП-1,0 и УМП-1,25, отлитых в кокиль, практически одинаковые. При твердости наружной поверхности отливок 58–61 HRC на глубине 20 мм твердость составляла не менее 53 HRC. Опытные партии литых отбойных плит были использованы для комплектации центробежных мельниц, выпускаемых НПО «Центр».

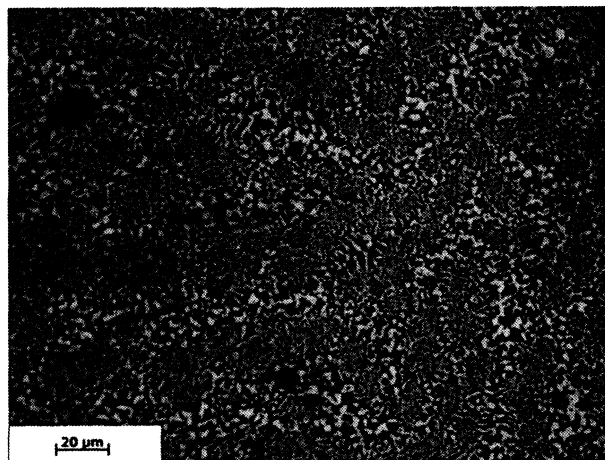


Рис. 5. Микроструктура отливки, изготовленной в кокиле (перпендикулярно теплоотводу),  $\times 500$

По результатам выполненной работы можно сделать следующие выводы.

1. Литье ИЧХ в кокиль позволяет получать отливки без термообработки твердостью 58–61 HRC с размером карбидов в 3–4 раза меньше, чем при литье в землю.

2. Структура кокильных отливок на глубину 20–25 мм характеризуется строгой ориентацией карбидов в направлении теплоотвода. Отливки не имеют усадочных дефектов и пористости.

3. При литье в кокиль важным фактором является выбор химического состава чугуна для получения мартенсито-аустенитной металлической матрицы. Недостаточное количество легирующих элементов приводит к образованию мягкой перлитной матрицы, а их избыток – к матрице со стабильным аустенитом, имеющей невысокую твердость.

4. ИТМ НАН Беларуси освоил изготовление отбойных плит УМП-1,0 и УМП-1,25 для центробежных мельниц методом литья в кокиль. Эта технология также может быть использована на предприятиях Республики Беларусь для изготовления деталей из ИЧХ повышенной износостойкости.

### Литература

1. Цыпин И. И. Белые износостойкие чугуны. М.: Металлургия, 1983.
2. Рожкова Е. И., Кирилов А. А., Зуев И. Е., Дядькова А. Ю. Исследование абразивно-коррозионной стойкости хромистых чугунов // Литейщик России. 2005. № 12. С. 8–9.
3. Барановский К. Э., Ильюшенко В. М. Износостойкие литейные сплавы для деталей мельниц по размолу стекла // Центробежная техника – высокие технологии: Материалы 3-й Междунар. науч.-техн. конф. Мн., 2008. С. 46–48.