

Литейное материаловедение, специальные способы литья

Casting of wear-resistant chrome cast irons in combined molds and iron chills is studied. Application of these ways of casting results in blending of carbides and increasing of hardness of castings.

К. Э. БАРАНОВСКИЙ, В. М. ИЛЬЮШЕНКО, ИТМ НАН Беларуси

УДК 621.74:669.13

ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ХРОМИСТЫХ ЧУГУНОВ ЭВТЕКТИЧЕСКОГО СОСТАВА

Износостойкость – важнейшая служебная характеристика хромистых чугунов, причем наибольшей износостойкостью обладают чугуны эвтектического состава. Наиболее объективная информация о износе различных материалов может быть получена только при испытаниях в реальных условиях эксплуатации. В лабораторных условиях точно воспроизвести разнообразие факторов, действующих на изнашиваемую деталь, сложно. Тем не менее, результаты лабораторных испытаний помогают сравнить износостойкость хромистых чугунов между собой. Если последовательность расположения материалов по величине износа при лабораторных испытаниях и в реальных условиях их эксплуатации сохраняется, то можно считать, что избранная методика испытаний может использоваться для оценки износостойкости.

Применение стандартной методики ускоренных испытаний на износ с использованием наждачной бумаги с электрокорундовым покрытием для хромистых чугунов дает очень близкие, мало отличающиеся между собой результаты, независимо от их твердости, химического состава и структуры [1]. Это обусловлено тем, что из-за высокой твердости и остроты частиц абразива износ материалов происходит в основном в режиме микрорезания. В реальных условиях эксплуатации деталей интенсивность износа значительно ниже, так как преобладают отрыв частиц и усталостное разрушение поверхности.

В условиях лабораторных ускоренных испытаний была изучена относительная износостойкость хромистых чугунов эвтектического состава ИЧХ28Н2, ИЧ320Х18, ИЧХ16МЗ. Механические свойства этих чугунов без термообработки и в термообработанном состоянии приведены в работе [2]. Испытание чугунов проводили в режиме сухого трения с плоскопараллельным перемещением образца относительно пластины из абразивного материала (электрокорунд с размером зерна 0,1–0,063 мм и твердой связкой). С целью затупления зерен поверхностного слоя абразивной пластины проводили ее приработку. В результате этого интенсивность износа уменьшилась в несколько раз и стабилизировалась, а износ из микрорезания перешел в износ с сочетанием многих факторов разрушения поверхности. Испытывали образцы высотой 27 мм с диаметром истираемой поверхности 17,5 мм. Средняя скорость движения образца была 0,25 м/с, а нагрузка – 55 Н. Приработку образца проводили в течение 1,5 ч, а время испытаний составляло 3 ч. Разброс значений нескольких испытаний одного и того же образца не превышал 5%. Коэффициент относительной износостойкости определяли как отношение потери массы при испытаниях эталонного и испытуемого образцов ($K = \Delta G_2 / \Delta G_1$, где ΔG_2 и ΔG_1 – потери массы эталонного и испытуемого образца). В качестве эталона использовали образец из чугуна ИЧХ28Н2 без термообработки твер-

Таблица 1. Относительная износостойкость хромистых чугунов эвтектического состава без термообработки и в термообработанном состоянии

Марка чугуна	ИЧХ28Н2	ИЧ320Х18	ИЧХ16МЗ
Твердость без термообработки HRC	52–53	57–58	60–61
Твердость в термообработанном состоянии (закалка) HRC	61	65	67
Коэффициент относительной износостойкости чугунов без термообработки	1	2,2	5
Коэффициент относительной износостойкости чугунов в термообработанном состоянии (закалка)	2,9	5,5	5,7

достью 52–53 HRC. Результаты испытаний приведены в табл. 1.

Как видно из таблицы, без термообработки наименьшую износостойкость имеет сплав ИЧХ28Н2 с перлитной структурой металлической матрицы, а наибольшую – сплав ИЧХ16М3 с мартенсито-аустенитной структурой. Следует отметить, что из-за небольших размеров образца для испытаний сплав ИЧХ16М3 без термообработки имеет в основном мартенситную структуру и высокую твердость (60–61HRC). Твердость отливок из этого сплава с существенно большим приведенным размером (более 15мм) в литом состоянии составляет 53–55 HRC. Такие отливки обладают более низкой износостойкостью [1].

Термообработка (закалка) повышает износостойкость и твердость всех чугунов. Сплавы ИЧ320Х18 и ИЧХ16М3 имеют мартенситную структуру металлической матрицы и практически одинаковую износостойкость. Повышение износостойкости чугуна ИЧХ28Н2 после закалки значительно меньше, так как он имеет перлитно-аустенитную матрицу [1,3].

Полученные закономерности подтверждаются результатами натурных испытаний. В табл. 2 приведены результаты производственных испытаний на ОАО «Керамин» прошивочных кернов (формирующих пустоты в кирпиче из глинистой керамической массы). Керны массой 50 г имели призматическую форму.

Прошивочные керны испытывали до критического износа керна из чугуна ИЧХ28Н2 при непрерывной совместной работе в течение 240 ч. Меньшая разница в износостойкости различных чугунов при испытаниях в промышленных условиях по сравнению с лабораторными объясняется нали-

чием в керамической массе до 5% гранитного отсева острой формы (размер частиц до 5 мм), резко увеличивающими износ за счет микрорезания.

Следует отметить, что при всех видах испытаний износостойкость чугуна ИЧХ28Н2 в литом состоянии была значительно ниже, чем у остальных чугунов. Чугун ИЧХ28Н2 был разработан более чем 40 лет назад как износостойкий материал для работы в коррозионных средах. Однако в условиях абразивного воздействия износостойкость этого материала сравнительно невысокая [1,4].

В Республике Беларусь в настоящее время более 90% отливок из износостойких чугунов изготавливается из сплава ИЧХ28Н2. Замена этого чугуна для работы в абразивных средах без коррозионного воздействия более износостойким чугуном является актуальной. Следует отметить, что чугун ИЧХ28Н2 обладает высокими механическими свойствами (прочностью при растяжении и ударной вязкостью) [2], поэтому использование сплавов ИЧХ16М3 и ИЧ320Х18 как заменителей ИЧХ28Н2 проблематично, так как эти чугуны имеют более низкие механические свойства [2] и дорогие из-за высокого содержания легирующих элементов.

ИТМ НАН Беларуси разработан экспериментальный эвтектический износостойкий хромистый чугун, содержащий 16–20% Cr, и экономно-легируемый (Mn, W, V, Ni, Mo). Механические свойства и износостойкость разработанного чугуна и сплавов ИЧХ28Н2 и ИЧХ16М3 приведены в табл. 3.

Разработанный ИТМ НАН Беларуси экспериментальный чугун имеет более высокую износостойкость и механические свойства, чем самый распространенный в Беларуси и СНГ сплав ИЧХ28Н2. Его стоимость существенно ниже, чем у сплава

Т а б л и ц а 2. Относительная износостойкость прошивочных кернов из эвтектических хромистых чугунов

Марка чугуна	ИЧХ28Н2 (без термообработки)	ИЧ320Х18 (термообработанный)	ИЧХ16М3 (термообработанный)
Твердость HRC	53–54	64	65
Коэффициент относительной износостойкости*	1	1,25	1,44

* Эталон – чугун ИЧХ28Н2 без термообработки.

Т а б л и ц а 3. Механические свойства и относительная износостойкость хромистых чугунов эвтектического состава

Марка чугуна	ИЧХ28Н2 без термообработки	ИЧХ16М3 термообработанное состояние (закалка)	Экспериментальный износостойкий чугун (закалка)
Твердость HRC	52–53	67	66
Ударная вязкость, Дж/см ²	11,4	5,8	13,5
Предел прочности при растяжении, МПа	395	315	425
Коэффициент относительной износостойкости*	1	5,7	5,9

* Эталон – чугун ИЧХ28Н2 без термообработки (испытания в лабораторных условиях).

ИЧХ16МЗ при более высоких механических свойствах и износостойкости. В настоящее время из экспериментального сплава изготавливаются работающие в абразивной среде детали оборудования по производству кирпича из глины, имеющие ресурс работы не ниже, чем из сплава ИЧХ16МЗ. Детали центробежных мельниц из разработанного

сплава при размоле кварцевого стекла показали ресурс работы в 8–9 раз выше, чем такие же детали из сплава ИЧХ28Н2.

Разработанный ИТМ НАН Беларуси эвтектический износостойкий чугун перспективен для литья деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного воздействия.

Литература

1. Цыпин И. И. Белые износостойкие чугуны. М.: Metallurgia, 1983.
2. Барановский К. Э., Ильющенко В. М. Механические свойства хромистых чугунов эвтектического состава // Литье и металлургия. 2008. № 2. С. 23–24.
3. Гарбер М. Е. Отливки из белых износостойких чугунов. М.: Машиностроение, 1972.
4. 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.