



Hardness, fastness at stretching and impact elasticity of chromous cast-irons of eutectic composition in cast and heat-treated state are studied. The comparative analysis is fulfilled and the possible field of their application is indicated.

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

УДК 621.74:669.13

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ХРОМИСТЫХ ЧУГУНОВ ЭВТЕКТИЧЕСКОГО СОСТАВА

Возможность использования хромистых чугунов в тех или иных условиях определяется не только их износостойкостью, но и механическими свойствами. Наибольшей износостойкостью обладают хромистые чугуны эвтектического состава [1]. Однако приведенные в справочной и научной литературе механические свойства хромистых чугунов относятся в основном к наиболее широко применяемым доэвтектическим чугунам. Сопоставление имеющихся данных затруднено тем, что образцы для испытаний отливали в формы из разных материалов, имели неодинаковые размеры и различные условия охлаждения при кристаллизации. Все исследователи отмечают, что у эвтектических чугунов происходит резкое снижение механических свойств из-за увеличения количества карбидов и отсутствия первичного аустенита [1, 2]. Из этого следует, что наиболее перспективная область применения хромистых чугунов эвтектического состава – детали оборудования, работающие в условиях интенсивного абразивного воздействия без значительных динамических и ударных нагрузок. Например, это детали оборудования по производству кирпича из глины, а также центробежных дробилок для помола песка, минерального сырья, отходов стекла и т.д. Однако в процессе эксплуатации такого оборудования ряд деталей должен обладать также достаточной прочностью и ударной вязкостью, чтобы выдержать нагрузки, возникающие в процессе пуска оборудования после длительного простоя, когда в рабочей зоне имеется загустевшая керамическая масса или слежавшийся размалываемый продукт. Проблемы могут возникнуть и при случайном попадании в рабочую зону постороннего предмета. Поэтому с целью определения области применения чугунов эвтектического состава при изготовлении деталей такого оборудования были изучены механические свойства образцов, отлитых при одинаковых условиях.

Исследовали хромистые чугуны эвтектического состава Х28Н2, Х16М3, 320Х18, износостойкость

которых была изучена в условиях абразивного воздействия керамической массы при производстве кирпича из глины [3]. Механические свойства этих чугунов (твердость, предел прочности при растяжении, ударная вязкость) исследовали в литом и термообработанном состояниях. Режим термообработки для всех чугунов: закалка с 960–980 °С на воздухе и отпуск при 200 °С – 2 ч.

Большинство деталей оборудования для размолва сыпучих веществ и производства кирпича из глины работают в условиях абразивного воздействия без значительных ударных и динамических нагрузок. Они представляют собой пластины толщиной 8–25 мм. Поэтому образцы для исследования механических свойств изучаемых сплавов должны иметь такие приведенные размеры, чтобы размер и состав структурных составляющих в образцах были такими же, как в реальных отливках.

Образцы для изучения прочности на разрыв, ударной вязкости и твердости отливали в формы, изготовленные по ХТС. Предел прочности при растяжении исследовали на образцах прямоугольного сечения 9x15 мм. Для определения ударной вязкости отливали образцы размером 18x18x60 мм. Нестандартные образцы таких размеров используются для определения ударной вязкости чугунов [4]. Предел прочности при растяжении определяли как среднее значение из четырех испытаний (по два образца из разных плавок), а ударную вязкость – как среднее значение из шести испытаний (по три из разных плавок). Твердость измеряли на торцах образцов для изучения ударной вязкости. В табл. 1 приведены значения твердости чугунов в литом состоянии и после закалки на воздухе.

Повышение твердости при закалке чугуна Х28Н2 связано с тем, что при охлаждении образцов сечением 18x18 мм частично успевает пройти мартенситное превращение. При закалке на воздухе массивных отливок из этого же чугуна размерами 50x50x90 мм увеличения твердости не наблюдается. Это связано с тем, что интенсивность охлаждения таких отливок значительно ниже, чем

Таблица 1. Твердость хромистых чугунов в литом и термообработанном состояниях

Марка чугуна	Химический состав, %					Твердость HRC	
	C	Cr	Ni	Mo	V	литое состояние	закалка на воздухе
X28H2	2,9–3,0	25–30	1,5–2,0	–	–	52–54	59–60
X16M3	3,3–3,6	15–17	–	1–3	–	54–55	65–65,5
320X18	3,2–3,4	17–19	до 0,8	0,4–0,6	0,4–0,6	55	64–65

образцов для испытания на ударную вязкость. Следует отметить, что отпуск при 200 °С снижает твердость чугунов марок X16M3 и 320X18 на 2–3 ед.

Термообработка увеличивает предел прочности всех исследуемых чугунов (табл. 2).

Косвенно об упругопластических свойствах литых чугунов можно судить по общему удлинению

до разрушения (упругое + пластическое), которое составляет для чугуна X28H2 5,0–5,5%, для чугуна 320X18 – 4,2–4,8 и для чугуна X16M2 – 2,8–3,3%. Установлено, что закалка снижает общее удлинение на 5–10%.

Значения ударной вязкости литых и термообработанных образцов приведены в табл. 3.

Таблица 2. Предел прочности при растяжении хромистых чугунов в литом и термообработанном состояниях

Марка чугуна	Предел прочности, МПа	
	литое состояние	термообработанное состояние
X28H2	395	402
X16M3	267	315
320X18	325	341

Таблица 3. Ударная вязкость эвтектических хромистых чугунов в литом и термообработанном состояниях

Марка чугуна	Ударная вязкость КС, Дж/см ²	
	литое состояние	термообработанное состояние
X28H2	11,4	10,5
X16M3	6,4	5,8
320X18	10,5	8,6

В литом состоянии наибольшей ударной вязкостью обладает чугун марки X28H2 с аустенито-ферритной металлической матрицей и наименьшим количеством карбидов, так как при эвтектическом составе содержание углерода в нем составляет 2,9–3,0%. Наименьшую ударную вязкость имеет чугун марки X16M3, что, по-видимому, связано с веерным расположением карбидов [3]. Термообработка снижает ударную вязкость у всех изученных чугунов, что связано с образованием мартенситной матрицы. Следует отметить, что ударная вязкость закаленного молибденового чугуна на 50–80% ниже, чем у закаленных чугунов X28H2 и 320X18.

Выводы

В литом состоянии твердость исследуемых эвтектических хромистых чугунов практически одинаковая, а прочность и ударная вязкость существенно различны. Так, предел прочности изменяется в 1,2–1,5 раза, ударная вязкость – в 1,1–1,8 раза, причем наиболее высокие свойства по прочности и ударной вязкости в литом состоянии имеет сплав X28H2.

Закалка увеличивает прочностные свойства всех сплавов, однако снижает ударную вязкость. Следует отметить, что ударная вязкость у сплава X16M3 почти в 1,5 раза меньше, чем у сплава 320X18, имеющего практически ту же твердость.

В литом состоянии сплав X28H2 несколько уступает по твердости двум другим, но значительно превосходит их по прочности и ударной

вязкости. Закалка незначительно повышает его твердость и прочность, на 10% снижая ударную вязкость. Поэтому этот сплав наиболее предпочтительно использовать в литом состоянии для деталей, подвергающихся абразивно-ударному воздействию.

Сплавы X16M3 и 320X18 в литом состоянии применять не рекомендуется, так как их прочностные характеристики и ударная вязкость существенно ниже, чем у сплава X28H2, а твердость всего на 1–3 HRC выше. В закаленном состоянии эти сплавы имеют высокую твердость, а ударную вязкость – в пределах 5,8–8,6 Дж/см². Область применения этих сплавов – детали оборудования, работающие в условиях интенсивного абразивного воздействия при незначительных ударных нагрузках. Предпочтение для этих условий работы следует отдавать комплексно легированному сплаву 320X18 как по цене, так и из-за более высоких механических свойств.

Литература

1. Цыпин И.И. Белые износостойкие чугуны. М.: Металлургия, 1983.
2. Гарбер М.Е. Отливки из белых износостойких чугунов. М.: Машиностроение, 1972.
3. Барановский К.Э., Ильюшенко В.М., Малиновский Г.Н., Мазько В.Ф. Оценка применимости износостойких хромистых чугунов для изготовления литых деталей оборудования по производству кирпича из глины // Литье и металлургия. 2007. № 4. С. 110–112.
4. Прохоренко А.Г., Неижко И.Г. Исследование свойств частично графитизированного чугуна // Сб. тр. Ин-та проблем литья «Литье из чугунов со специальными свойствами». Киев, 1987. С. 32–34.