

ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТЕЙ ОХЛАЖДЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ СЕЧЕНИЯХ ОТЛИВОК ИЗ НИКЕЛЕВОЙ БРОНЗЫ

Петренко Ю.Н.

Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30
E-mail: martjushev@tpu.ru

Введение

В настоящее время в машиностроении большое количество деталей изготавливается из медных сплавов – бронз. Там где от таких сплавов требуются повышенные прочностные характеристики, применяется никелевая бронза. Однако из-за её высокой дороговизны количество применяемых в промышленности марок никелевых бронз крайне ограничено, а сами никелевые бронзы слабо исследованы. Вместе с тем высокий предел прочности на разрыв и хорошие триботехнические характеристики делают эти сплавы в ряде случаев просто незаменимыми.

Сотрудниками кафедры МТМ ТПУ проводятся экспериментальные работы по выявлению закономерностей влияния условий кристаллизации на структуру и свойства таких никелевых бронз. В ходе проводимых исследований, было показано, что скорость охлаждения влияет на структуру и свойства таких бронз. Кроме того, скорость охлаждения не постоянна по всему сечению отливки, что дает различную структуру по сечению. Уже имеющиеся данные в литературе содержат лишь качественные данные об этом. В результате появилась задача количественной оценки влияния скорости охлаждения.

Для решения поставленной задачи сотрудниками кафедр ПМЭ и МТМ ТПУ был создан «Термограф» для построения зависимостей температуры охлаждаемой отливки от времени (рис. 1).



Рис. 1. Внешний вид прибора «Термограф»

Прибор имеет 8 хромель-алюмелевых термопар. Регистрация значений термо-э.д.с. термопар ведется с помощью высокоскоростного прибора «Термограф». Значение термо-э.д.с. преобразуется с помощью аналогово-цифрового преобразователя и записывается в память прибора. Прибор способен регистрировать до 40 значений термо-э.д.с. в секунду. Далее обработка результатов и построение графических зависимостей осуществляется на

персональном компьютере при помощи программы «ТермоХр».

Таким образом, в данной работе изучалось неравномерность охлаждения отливок, а так же определялись скорости охлаждения материала в различных сечениях отливки. Исследуемые бронзы выплавляли в высокочастотной индукционной тигельной печи ВЧГ2-100/0,66 из технически чистых компонентов в тигле из графита. Состав шихты исследуемой бронзы приведен в таблице 1.

Таблица 1. Содержание элементов % масс

Марка бронзы	Содержание элементов, % масс			
	Sn	Ni	Cu	Раскислитель
БрОН10-20	10	20	69,5	0,5

Раскисление проводилось фосфористой медью перед закладкой никеля и олова в расплав.

Температуру заливки исследуемой бронзы составляла 1170°C и контролировалась быстродействующим оптическим пирометром ТПТ-90 с лазерным наведением по графитовой таблетке на поверхности расплава.

Бронзу БрОН10-20 заливали в графитовую литейную форму с соотношением массы отливки к массе формы 1:2,5. После заливки в холодные графитовые формы при температуре 25°C, они охлаждались на воздухе. Отливка представляла собой цилиндр с диаметром 18 мм и высотой 70 мм.

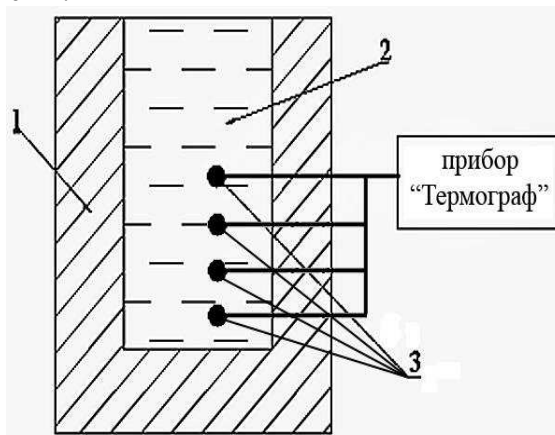


Рис. 2. Внешний вид прибора «Термограф»: 1 – литейная форма; 2 – расплав; 3 – хромель-алюмелевые термопары

При построении кривых, хромель-алюмелевые термопары (с диаметром проволок 0,3 мм) располагали на расстоянии 6 мм от стенки формы (рис. 2.) в соответствии с рекомендацией, дан-

ными в работе [1]. По высоте термопары располагались – первая на расстоянии 3 мм от дна отливки, остальные на расстоянии 3 мм друг от друга (рис. 2)

Погрешность при измерении и преобразовании сигнала в цифровой вид, при использовании хромель-алюмелевых термопар составляет при температурах выше 500°C менее 1°C [2].

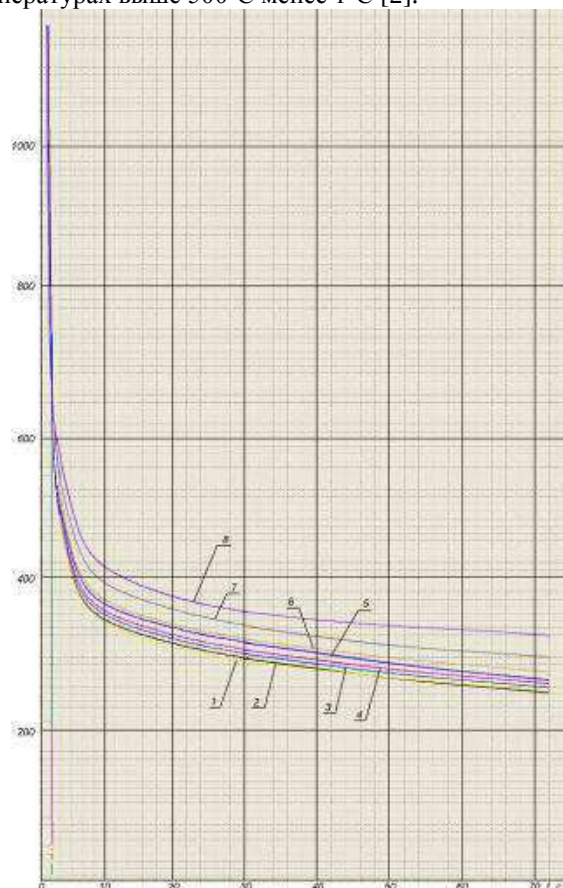


Рис. 3. Зависимости температуры отливки от времени

На рисунке 3 представлены кривые охлаждения никелевой бронзы при отливке в графитовый кокиль, построенные с помощью прибора «Термограф» и компьютерной программы «ТермоХр». Номер кривых указывает на их удаленность от дна отливки (рис. 2). Так кривая 1 соответствует положению термопары на расстоянии 3 мм от дна, кривая 2 – 6 мм, кривая 3 – 9 мм и так далее. По построенным зависимостям в интервале от температуры заливки (1170°C) до 800°C, (включающем кристаллизацию), определили среднюю скорость охлаждения (табл. 2). Такой выбор интервала обусловлен близкой к линейной зависимостью температуры отливки от времени в нем.

Анализируя полученные результаты можно увидеть, что удаление от края отливки в осевом направлении, в соответствии с классическими представлениями о кристаллизации слитка, приводит к падению скорости охлаждения. Из таблицы 2 видно, что в приповерхностной зоне скорость

охлаждения максимальна и составляет 160°C/с. С удалением от донной части отливки скорость снижается.

Таблица 2. Скорости охлаждения отливки в различных её сечениях.

Номер термопары	Удаление от нижней части отливки, мм	Скорость охлаждения, °C/с
1	3	160
2	9	158
3	12	154
4	15	150
5	18	146
6	21	143
7	24	138
8	27	134

По итогам проделанной работы можно сделать следующие выводы и заключения:

1. Отработана методика определения скоростей охлаждения сплавов с использованием разработанного прибора. Показано что для никелевых бронз оптимальным является измерение скорости охлаждения в интервале от температуры заливки (50-70°C) выше линии ликвидуса до 800°C.

2. Определены численные значения скоростей охлаждения в различных сечениях отливки из никелевой бронзы при литье в графитовую литейную форму. Показано, что разность скоростей охлаждения в приповерхностных и центральных слоях в данном случае может достигать 15-17%.

Результаты исследования представленные в настоящей работе выполнены при поддержке гранты Президента РФ МК-6661.2013.8.

Литература

1. Мартюшев Н.В., Петренко Ю.Н., Егоров Ю.П. Производство поршневых колец компрессоров высокого давления // Литейное производство. – 2008. – № 8. – С. 24-26.
2. Мартюшев Н.В., Семенов И.В. Структура и свойства бронзовых отливок при различных скоростях охлаждения // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – С. 1-1.
3. Мартюшев Н.В. Влияние условий кристаллизации на структуру и свойства бронз, содержащих свинец // Металлургия машиностроения. – 2010. – № 4. – С. 32-36.
4. Мартюшев Н.В. Параметры дендритной структуры медных сплавов // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2011. – № 11-3 (54). – С. 229-232.
5. Мартюшев Н.В. Влияние условий кристаллизации на свойства отливок из бронзы брос 10-10 // Литейное производство. – 2011. – № 6. – С. 11-13.

6. Мартюшев Н.В., Егоров Ю.П., Утьев О.М.
Компьютерный анализ структуры материалов //

Обработка металлов: технология, оборудование,
инструменты. – 2003. – № 3. – С. 32.

КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛОВ

Петренко Ю.Н.

Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30

E-mail: martjushev@tpu.ru

Введение

Количественная оценка параметров структуры материалов является одной из задач в исследовательских работах по определению влияния технологических факторов и различных видов обработки материалов. Такая оценка может быть проведена как для видимой плоскостной микроструктуры, так и для пространственного строения [1].

Наибольшей трудоемкостью в оценках структуры является первичный замер геометрических параметров структурных составляющих. Ранее, до появления ПЭВМ, существовали дорогостоящие установки типа EPIQUANT для автоматического структурного анализа. С развитием цифровой техники появилась возможность проводить исследование с гораздо большей производительностью и меньшими затратами на оборудование [2].

В настоящей работе предлагается программный продукт для автоматического структурного анализа, позволяющий использовать ПЭВМ, цифровой фотоаппарат (или сканер) и микроскоп.

В цифровом виде исследуемое изображение представляется в виде большого количества точек – пикселей, расположенных последовательно в виде горизонтальных цепочек. Непосредственно файл содержит коды цветов пикселей, а их координаты получаются автоматически. Программа извлекает коды цветов, сравнивает с заданными пользователем значениями и, в зависимости от результата, добавляет к банку данных белой, либо черной фазы [3]. Так собирается информация о количестве черной и белой фазы, процент серой фазы вычисляется как остаток. Гистограмма же белой или черной фазы получается путем линейного поиска одноцветных цепочек пикселей, с вычислением их длины и последующей сортировкой по размерам.

Сканирование изображения ведется в горизонтальном направлении большое число раз (порядка нескольких сотен), а количество точек для белой и черной фазы (порядка нескольких десятков тысяч точек) сортируется и суммируется.

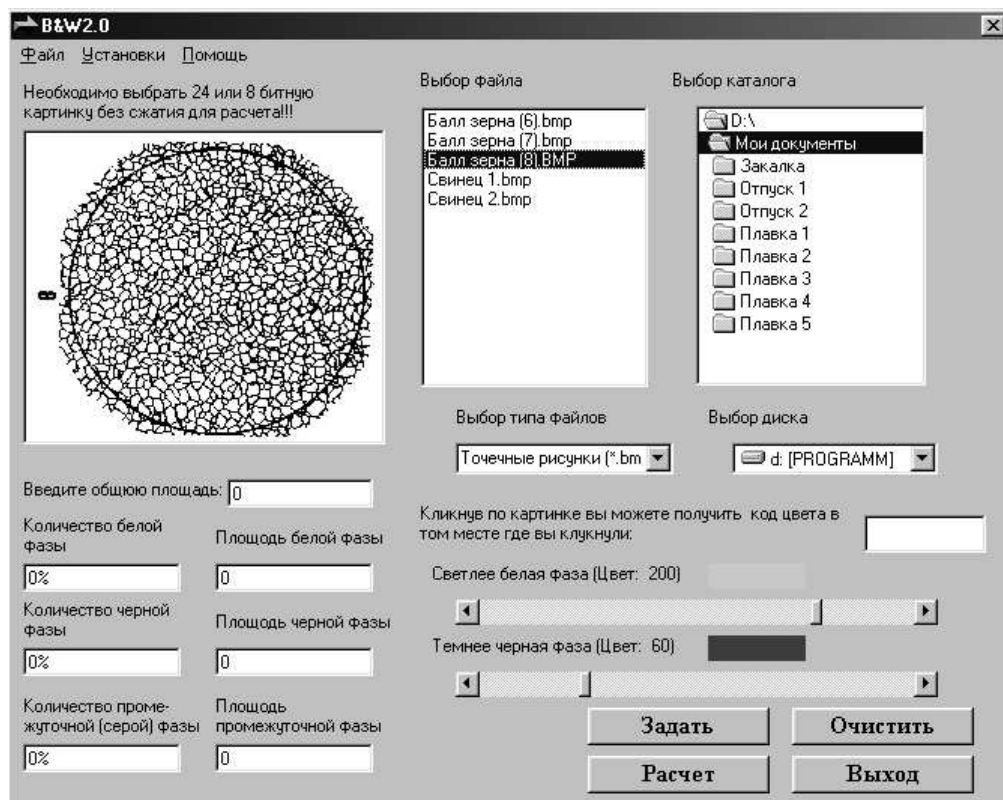


Рис. 1 Интерфейс программы

Интерфейс программы (рис. 1) представлен окном выбора каталогов, списком файлов, полями

вывода результатов обработки, линейками задания уровня сигнала для белой и черной фазы и т. д. [4]