

**МАТЕРИАЛЫ XV СЕМИНАРА**

**«МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРИКЛАДНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ»**

Редакционный совет сборника:

д.т.н., проф. Малахов В.П. (председатель),  
д.т.н., проф. Гогунский В.Д.,  
д.т.н., проф. Нестеренко С.А.,  
к.т.н., доц. Савельева О.С. (отв. секретарь),  
д.т.н., проф. Становский А.Л.,  
д.т.н., проф. Тодорцев Ю.К.,  
д.т.н. проф. Тонконогий В.М.

Оформление и компьютерная вёрстка:

Плачинда О.Е.

**Моделирование в прикладных научных исследованиях.**

Материалы XV семинара / Под редакцией В.П. Малахова и др. – Одесса:  
ОНПУ, 2008. – 56 с.

© ОНПУ, 2008

## ПРИБЛИЖЕННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СКОРОСТИ ЗАТВЕРДЕВАНИЯ ОТЛИВКИ

*Прокопович И.В., Коць Н.А., Кравченко О.Г.*

На основании синтеза теплофизической и молекулярно-кинетической теории создана математическая модель, позволяющая решить вопросы, связанные с особенностями формирования кристаллического строения слитков. Для сплава, кристаллизующегося в интервале температур  $T_L - T_S$ , залитого в форму при температуре  $T_H$ , в некоторый промежуточный момент затвердевания распределение температур представлено на рис. 1, где  $T_1(x, t)$  – температурное поле в незатвердевшем расплаве,  $T_2(x, t)$  – в двухфазной зоне и  $T_3(x, t)$  – в твердой корке;  $\chi_1(t)$  и  $\chi_3(t)$  – координаты фронтов начала и конца затвердевания [1, 2].

Несмотря на очень грубую схематизацию процесса затвердевания, можно достаточно просто, но, естественно, приближенно рассчитать линейную скорость затвердевания  $U$ , которая необходима для практического применения экспериментальных данных и диаграмм, устанавливающих связь свойств и структуры отливки со скоростью ее затвердевания [3].

Данная математическая модель справедлива для отливки в виде неограниченной плиты. Правомерно ли ее использование для цилиндрических сложно-профильных отливок, например “Труба ребристая” (рис. 2)?

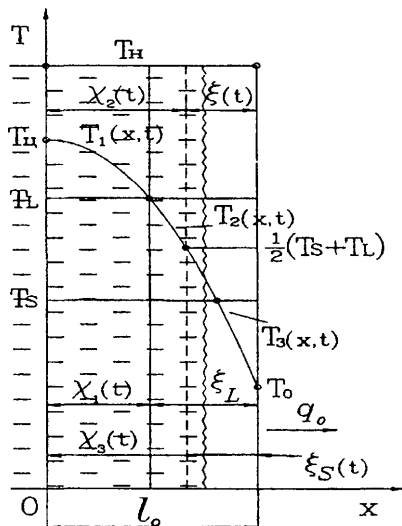


Рис. 1. Схема температурных полей затвердевающей отливки

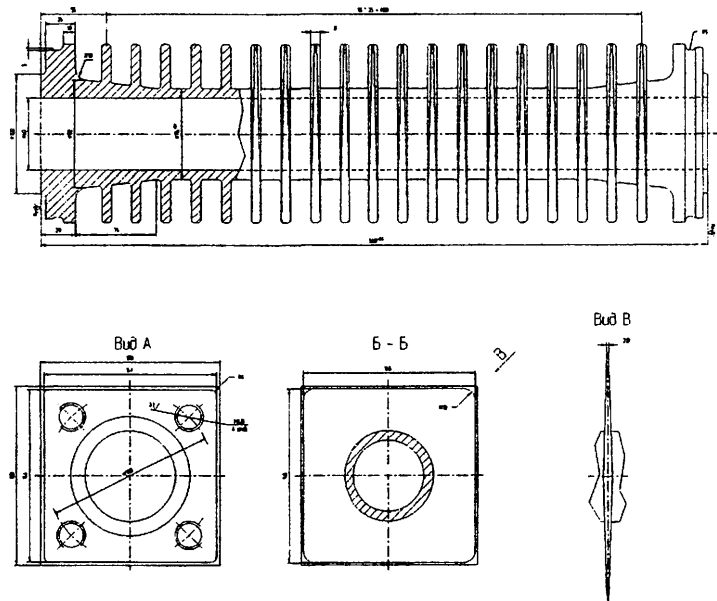


Рис. 2. Теплообменник “Труба ребристая”

Сравним плоскую отливку (плиту) с простейшим полым бесконечным цилиндром (рис. 3), т.к. в нашем случае основной элемент конструкции отливки теплообменник – труба, т.е. полый цилиндр.

Известно, что все поверхности, ограничивающие плиту, имеют радиус кривизны, равный бесконечной величине. Поэтому, если радиус кривизны боковых поверхностей плиты обозначить через  $r_0$ , то отношение  $2l_0/r_0 = 0$ . Следовательно, любую неплоскую отливку, у которой отношение толщины  $s$  ее тела к радиусу кривизны  $r_0$  ее поверхности будет весьма малой величиной, можно приближенно рассматривать как плоскую.

Допустим, что при приближенных расчетах затвердевания возможно пренебречь разницей, составляющей 20 %, между площадями наружной  $F_1$  и внутренней  $F_2$  поверхностей тела отливки.

Отливка теплообменник удовлетворяет этим условиям, следовательно, данная математическая модель справедлива для расчетов затвердевания отливки “Труба ребристая”.

Распределение скорости затвердевания неоднородно: в центре тела скорость более, чем в 2 раза меньше скорости у поверхности. С помощью структурной диаграммы [4] по средней скорости затвердевания и скорости затвердевания у поверхности и в центре отливки, а также химическому составу чугуна (чугунный лом – тормозные колодки от железнодорожных вагонов, химический состав: Si – 1,18 %, Mn – 0,61 %, C – 3,47 %, P – 0,185 %, S – 0,083 %) и HB = 229, определяем структуру чугуна. Судя по этой диаграмме, основной структурой данной отливки является феррит, причем концентрация его от поверхности к середине увеличивается, что и подтверждает структура реальной отливки (рис. 5).

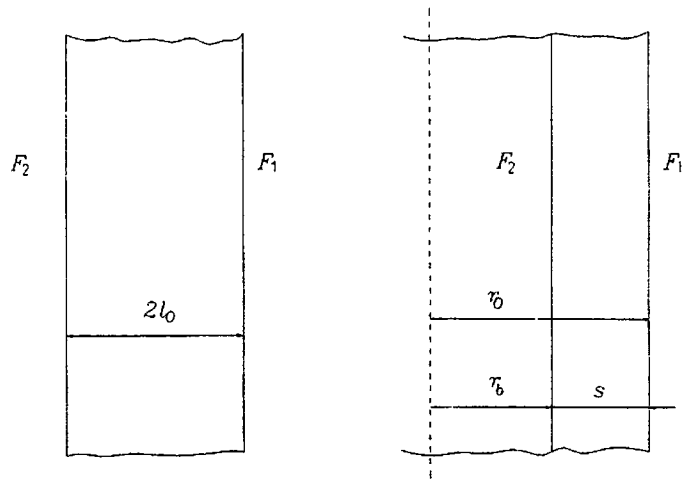


Рис. 3. Схемы для сравнения плоской и полый цилиндрической отливки

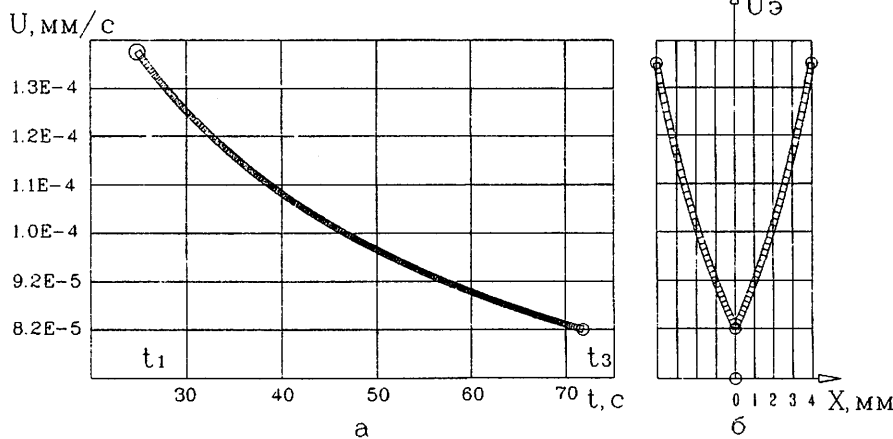


Рис. 4. Изменение линейной скорости затвердевания тела отливки (а) и распределение линейной скорости затвердевания в теле отливки (б)



Рис. 5. Ферритная структура стенки отливки “Труба ребристая”

Эта структура является нежелательной для отливки «теплообменник». Необходимо изменить ферритную структуру на перлитную.

**Литература**

1. Сычев В.В. Дифференциальные уравнения термодинамики. – М.: Высшая школа, 1991. – 224 с.
2. Комаров О.С. Термокинетические основы кристаллизации чугуна. – Мн.: Наука и техника, 1982. – 262 с.
3. Баландин Г.Ф. Основы формирования отливки. Ч.1. Тепловые основы теории. Затвердевание и охлаждение отливки. – М.: Машиностроение, 1976 – 328 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

	<i>Стр.</i>
ІНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГІЯ ПОШУКУ ВІДЕОПОТОКІВ НА ОСНОВІ ФРАКТАЛЬНОГО МЕТОДА ЇХ КОДУВАННЯ <i>Малахов Є.В., Становський П.О.</i> .....	3
ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСНОГО КОМАНДНОГО МЕНЕДЖМЕНТА – COMPLETE TEAM MANAGEMENT (СТМ) НА ПРЕДПРИЯТИИ <i>Вайсман В.А.</i> .....	5
БЕЗНАДЕЖНЫЕ ПРОЕКТЫ: ПРИЗНАКИ, СВОЙСТВА, РЕЗУЛЬТАТЫ <i>Бондарь В.И., Гозунский В.Д.</i> .....	6
К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ КОНТАКТИРУЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ В УСЛОВИЯХ ВИБРАЦИИ <i>Береговая О.М.</i> .....	8
СИСТЕМА КОМБИНИРОВАННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТУРБОКОМПРЕССОРА <i>Гурский А.А.</i> .....	10
МЕТОДИКА СИНТЕЗА ПЕРВИЧНОЙ СТРУКТУРЫ КОРПОРАТИВНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ <i>Нестеренко С.А., Биньковский А.Ю., Нестеренко С.С.</i> .....	11
УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ОТЛИВКИ В ЗОНЕ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЛИТЬЯ <i>Лысенко Т.В., Носенко Т.И., Прокон Ю.В.</i> .....	13
ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ИНЖЕНЕРИИ ЗНАНИЙ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА <i>Колесникова Е.В., Лопаков А.С.</i> .....	14
ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ «ОТЛИВКА – ФОРМА» <i>Лисенко Т.В., Олейникова М.О., Усатюк О.І.</i> .....	15
СИНХРОНИЗИРУЮЩЕЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРИ ЛИТЬЕ В ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТЫЕ ФОРМЫ <i>Лысенко Т.В., Олейникова М. О., Усатюк О.І.</i> .....	17
СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ПРИ ОБЪЕМНОМ АРМИРОВАНИИ ОТЛИВОК ИЗ ЧУГУНА <i>Науменко Е.А., Панова Т.Н., Ясюков В.В.</i> .....	18
ПРИБЛИЖЕННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СКОРОСТИ ЗАТВЕРДЕВАНИЯ ОТЛИВКИ <i>Прокопович И.В., Коць Н.А., Кравченко О.Г.</i> .....	20
ОБРАЗ ЗАЙЦА В ДРЕВНИХ МОДЕЛЯХ МИРА <i>Прокопович Л.В.</i> .....	22
ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ФОРМУВАННЯ РОЗКЛАДУ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ <i>Ускач Г.Ф., Нарожний О.В.</i> .....	24
ТЕХНОЛОГІЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО СКЛАДАННЯ РОЗКЛАДУ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ <i>Ускач Г.Ф., Нарожний О.В.</i> .....	26
ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИСКУССТВЕННО ПОЛУЧЕННЫХ ОКСИДНЫХ ПЛЕНОК НА ПОВЕРХНОСТИ СТАЛИ <i>Чебан Т.В., Костржицкий А.И., Береговая О.М.</i> .....	27
ТЕХНОЛОГИЯ КОНТРОЛЯ ФОРМООБРАЗУЮЩЕЙ ОСНАСТКИ <i>Ясюков В.В.</i> .....	29
К ПРОБЛЕМЕ ДИАГНОСТИКИ И УСТРАНЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ <i>Становская Т.П., Бойко С.В.</i> .....	31