

ЧИСЛЕННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТРЕХМЕРНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПОЛЕЙ

Г. А. Мустафин, Т. В. Мустафина, И. В. Марширов, А. П. Гроссу
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

При численном эксперименте очень важно использовать моделирующие программы, которые наиболее точно отражают реальные тепловые процессы в литейной форме. В связи с этим рассчитанные температуры с помощью разработанной программы [1] были проверены натурным экспериментом. Для этого была использована экспериментальная установка (рисунок 1).

В форме получались две отливки габаритами 0,17 x 0,04 x 0,07 м. Термопары устанавливались на границе металл-форма в верхней части отливки. Измеренные значения температур на границе отливка - форма во время затвердевания металла выводились на экран двухканального измерителя-регулятора и снимались на видеокамеру. Обработанные данные приведены на рисунке 3. В этом случае при разработке программы экспериментальная отливка была представлена в виде трехмерного тела – параллелепипеда. На печать выводилась температура

на границе металл-форма в месте установки термопары при натурном эксперименте.

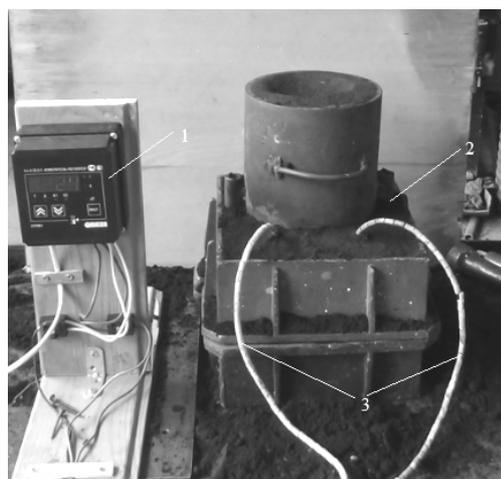


Рисунок 1 – Экспериментальная установка: 1 – ТРМ202 - двухканальный измеритель-регулятор; 2 – форма; 3 – вольфрам-рениевые термопары

Исходные данные	
Металл отливки	C420
Температура (в град. Цельсия)	
заливки	1350
формы	40
кристаллизации сплава	1197
выбейки	800
Шаг, м	
в отливки	0,004
по длине формы	0,005
Кэффициент температуропроводности, кв. м/с	
жидкого металла	0,0000027
твердого металла	0,000017
формы	0,0000007
Толщина, м	
ширина стенки отливки	0,017
толщина стенки отливки	0,04
высота отливки	0,07
стенки формы	0,05
Борированный слой	0,0006
Теплопроводность, Вт/(м*К)	
жидкого металла	16
твердого металла	42
формы	1,28
Борированного слоя	0,3
Теплоемкость материала отливок, Дж/(кг*К)	480
Плотность материала отливок, кг/куб.м	7100
Шаг по времени	10
Температура, при которой и выше находится кокешь	500
Температура окружающей среды	20

Добавить данные Найти данные форма стальная Ст 20 Все коэффициенты постоянны форма чугунная С420

Рисунок 2 – Исходные данные для расчета

ЧИСЛЕННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТРЕХМЕРНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПОЛЕЙ

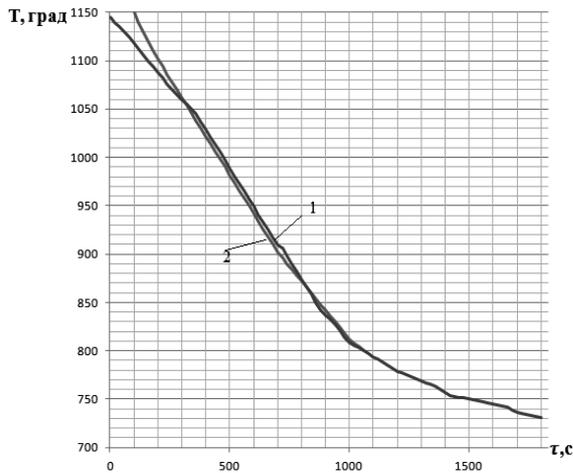


Рисунок 3 – Температурное распределение в песчано-глинистой форме: 1 – измеренное; 2 – рассчитанное

Температурное распределение, измеренное термопарой и рассчитанное в программе, отличаются в среднем от 0,12 % до 4,53 %. (рисунок 3). Это свидетельствует о высокой точности моделирования тепловых процессов.

Трехмерный тепловой узел отливки – часть отливки, которая после заливки металла охлаждается медленнее, чем другие менее массивные части. В связи с этим в этой части отливки чаще всего возникают дефекты. Поэтому с практической точки зрения

необходимо знать распределение температурных полей в узле, время его затвердевания и охлаждения до температуры выбивки.

Рассмотрим тепловой узел в виде цилиндра. Расчетную температурную сетку зададим в цилиндрической системе координат. Цилиндрический тепловой узел можно представить совокупностью координатных поверхностей, отличающихся только радиусами. В диалоговое окно введем текстовое поле, задающий угол полярного луча. Программа будет автоматически высчитывать количество точек по окружности, делением на 360° заданный угол. Для нахождения шага по оси X в отливки и формы введен в модуль программы специальный оператор.

Оси X и Y расположены перпендикулярно боковой поверхности, а ось Z – перпендикулярно торцовых поверхностей. Из рисунка 5 видно, что температурные плоскости изменяются по экспоненте, а участок резкого наклона характеризует многослойное термическое покрытие формы.

С помощью разработанной программы можно определить распределение температур в форме и в отливке в любое заданное время, температуру в любой конкретной точке отливки и многослойной литейной форме в любой момент времени, время достижения заданной температуры в любой точке в системе отливка-форма. Кроме того можно изучать тепловое взаимодействие литейной формы с отливкой любой конфигурации и размеров, экономя при этом средства и время.

Расчет температурных полей цилиндрической отливки

Исходные данные | Расчет | Распределение температурных полей по оси X | Распределение температурных полей по оси Y | Распределение температурных полей по оси Z | Графики распределения

Металл отливки: СЧ20

Температура (в град. Цельсия): заливки 1350, формы 300, кристаллизации сплава 1197, выбивки 800

Шаг, м: по длине отливки 0,004, по длине формы 0,005, шаг в град. 30

Кoeffициент теплопроводности, кв.м/с: жидкого металла 0,0000027, твердого металла 0,000017, формы 0,00002

Теплопроводность, Вт/(м*К): жидкого металла 16, твердого металла 42, краски 0,292, формы 54, газового зазора 0,2, боррированного слоя 0,3

Толщина, м: диаметр отливки 0,01, высота отливки 0,02, диаметр слоя краски 0,002, стенки формы 0,05, толщина газового зазора 0,0002, боррированный слой 0,003

Теплоемкость материала отливок, Дж/(кг*К) 480

Плотность материала отливок, кг/куб.м 7100

Шаг по времени 0,5

Температура, при которой и выше находится коксель 500

Температура окружающей среды 20

форма стальная Ст 20 | Все коэффициенты постоянны | форма чугуная СЧ20

Рисунок 4 – Исходные данные для расчета трехмерного теплового поля

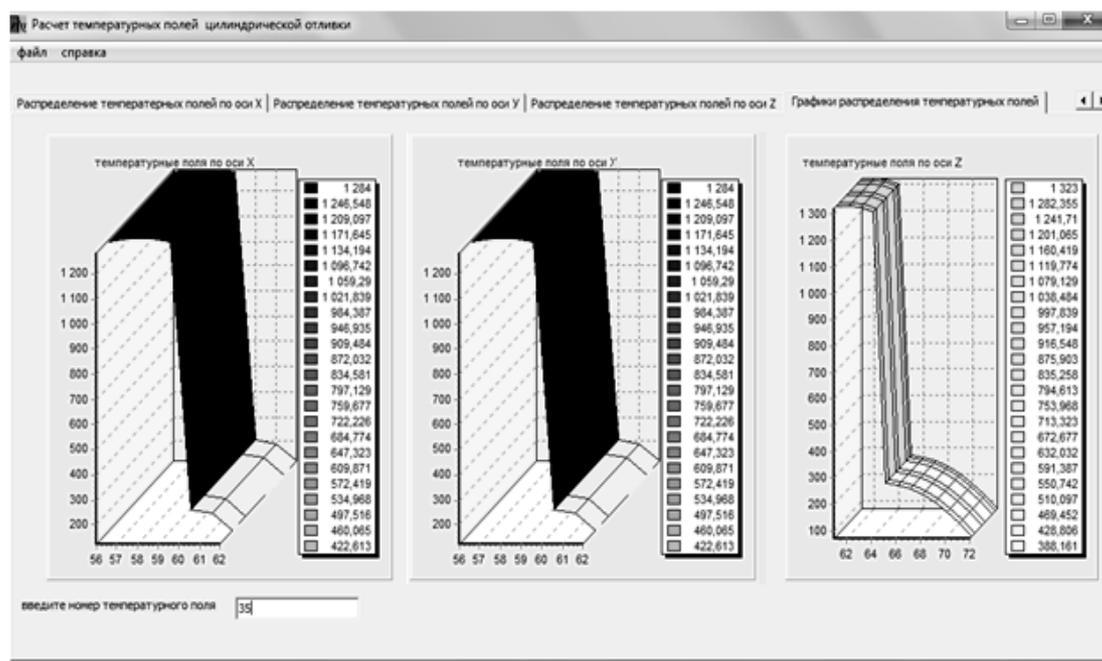


Рисунок 5 – Результат расчета температурных полей цилиндрической отливки (теплового узла)

Список литературы:

1 Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2013618009. Расчет температурных полей в многослойной

форме /Г.А. Мустафин, Т.В. Мустафина, А.П. Гроссу. - № 2013615793; заявл. 04.07.2013; регистр. в Реестре программ для ЭВМ 28.08.2013г.