

Улькина , Оглоблин Г.В.

Амурский гуманитарно-педагогический государственный университет,
Комсомольск на Амуре, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ В КРИСТАЛЛИЗАТОРЕ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ

На модельных заготовках отрабатывается методика расчёта тепловых потоков кристаллизатора переменного сечения с использованием жидких кристаллов.

Ulkina, Ogloblin G. V.

The Amur humanitarian and pedagogical state university, Komsomolsk on
Cupid, Russia

RESEARCH OF THERMAL STREAMS IN THE CRYSTALLIZER OF VARIABLE SECTION

On model preparations the method of calculation of thermal streams of a crystallizer of variable section with use of liquid crystals is fulfilled.

Для проведения эксперимента в кристаллизаторе переменного сечения литейно-ковочного модуля[1] отливаются заготовки из сплава свинца и сплава алюминия. Бойки кристаллизатора покрываются жидкими кристаллами. Заготовки нагревают до заданной температуры и помещают поочерёдно в кристаллизатор. На бойках кристаллизатора появляется градиентная термограмма тепловых потоков от заготовки. Полученная термограмма фиксируется электронной фотокамерой. Полученные фотоснимки служат исходным материалом для исследования тепловых потоков на границах раздела вертикальных и наклонных участков кристаллизатора.

Интенсивность теплопередачи в данной точке пространства измеряется [2] величиной плотности теплового потока:

$$q = \frac{Q^1}{F\tau} = \frac{Q}{F}, \quad (1)$$

где Q^1 – количества тепла проходящего за время τ через участок F изотермической поверхности, к которому относятся рассматриваемая точка.

Обозначим массу модельного расплава Pb-Sb рис.1 на вертикальных стенках 1, через m_{1S} , массу на вертикальных стенках 2 через m_{2S} , массу на наклонных стенках через m_{3S} .

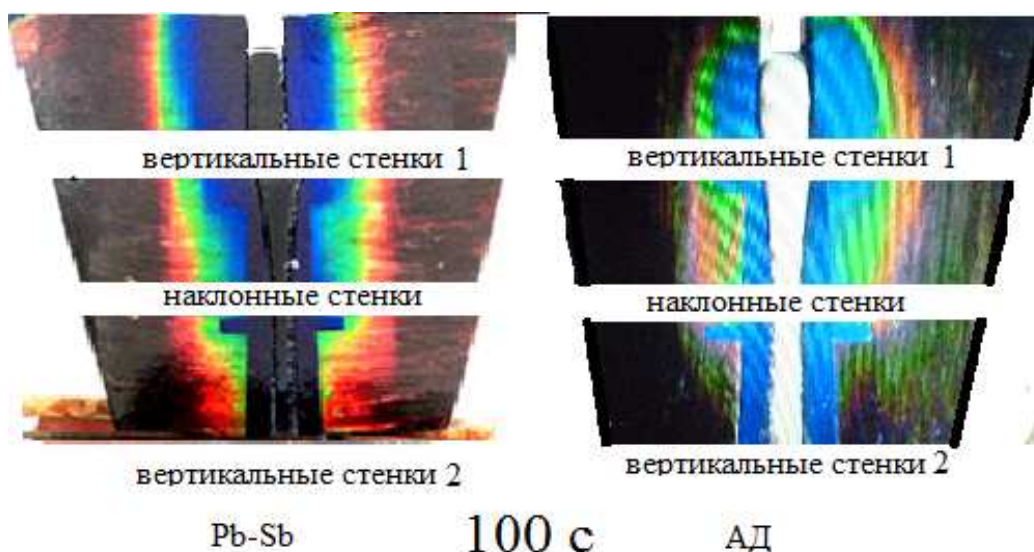


Рис.1. Градиентные термограммы участков температурных полей свинцового и алюминиевого сплавов (слева направо) за 100с.

Параметры заготовки: Материал- сплав Pb-Sb;

длина 145 мм,

масса - 530 г.

Протяжённость верхних вертикальных участков -36,25 мм, наклонных-45,3125 мм, нижних вертикальных -63,4375 мм

Тогда объём верхнего вертикального участка с расплавом - $23 \times 20 \times 36,25$ мм
 $= 16675 \text{ мм}^3 = 16,675 \text{ см}^3$.

Масса расплава в верхней прямоугольной полости кристаллизатора:

$$m_{1S} = 189,04 \text{ г} .$$

Масса расплава в нижней части кристаллизатора $10 \times 23 \times 63,43 \text{ мм}$:

$$m_{3S} = 164,27 \text{ г} .$$

Масса расплава в области наклонных стенок:

$$m_{2S} = 530 - 189,04 - 164,27 = 176,69 \text{g.}$$

Аналогично для сплава алюминия АД рис.1 - m_{1A} , m_{2A} , m_{3A} .

Параметры заготовки: Материал- сплав АД;

длина 145 мм,

масса - 138,2 г.

Протяжённость верхних вертикальных участков -36,25 мм,

наклонных- 45,3125 мм, нижних вертикальных -63,4375 мм

Тогда объём верхнего вертикального участка с расплавом - $23 \times 20 \times 36,25$ мм.
 $= 16675 \text{мм}^3 = 16,675 \text{ см}^3$.

Масса расплава в верхней прямоугольной полости кристаллизатора:

$$m_{1A} = 16,675 \cdot 2,7 = 44,89 \text{g} .$$

Масса расплава в нижней части кристаллизатора $10 \times 23 \times 63,43 \text{мм}$:

$$m_{3A} = 39,123 \text{g}.$$

Масса расплава в области наклонных стенок:

$$m_{2A} = 54,187 \text{g}.$$

Таким образом, мы определили массу модельного материала на наклонном и вертикальных участках кристаллизатора. Зная массу материала и температуру на границах участка определим количество тепла на каждом участке исследуемого кристаллизатора, положив в основу выражение:

$$Q = C_v m (t_2 - t_1). \quad (2)$$

Для расшифровки термограмм на рис1 воспользуемся градуированной шкалой



Рис.2. Градуированная шкала для термоиндикаторов 40-47°C.

Красный цвет 40°C . Оранжевый 41 °С. Жёлтый 42 °С . Зелёный 43 °С .
Голубой 44 °С . Синий 45°C . Фиолетовый 46°C.

Суммарное количество тепла:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 ,$$

где количество тепла Q_1 - на первом вертикальном участке кристаллизатора.

Количество тепла Q_2 - на наклонном участке кристаллизатора.

Количество тепла Q_3 - на втором вертикальном участке кристаллизатора.

Суммарный тепловой поток (1) в данный момент времени будет складываться из тепловых потоков участков кристаллизатора.

$$q = \frac{Q_1}{F_1} + \frac{Q_2}{F_2} + \frac{Q_3}{F_3}, \quad (3)$$

где $\frac{Q_1}{F_1}$ тепловой поток через границу раздела верхнего вертикального участка кристаллизатора.

Тепловой поток через наклонные стенки $\frac{Q_2}{F_2}$.

Тепловой поток через нижние вертикальные стенки $\frac{Q_3}{F_3}$.

Вывод. Предложена методика расчёта теплового потока в кристаллизаторе переменного сечения с использованием градиентных термограмм и модельной заготовки.

Литература.

1.В.И.Одинок, В.В. Стулов. Литейно-ковочный модуль (Литьё и деформация). Владивосток: Дальнаука, 1998.С.149 с.

2.В.В. Стулов, В.И. Одинок, Г.В. Оглоблин. Физическое моделирование процессов при получении литой деформируемой заготовки. Владивосток: Дальнаука, 2009.-175с.

3 Г.В. Оглоблин, В.В. Стулов. Методика моделирования теплообмена на стенках кристаллизатора.//Известия ВУЗов. Чёрная металлургия.№10.2012.С.14-16

4. Г.В. Оглоблин, В.В. Стулов. Методика моделирования формирования корочки заготовки в кристаллизаторе. //Известия ВУЗов. Чёрная металлургия.№10.2012.С.67-69.