

ва и камера осаждения. Плавильный узел представляет собой герметичную стальную водоохлаждаемую камеру, в которой расположена печь сопротивления, оборудованная механизмом поворота и переливочным устройством (резервуар для разлива). Такая конструкция позволяет избежать зашлаковывания выпускного отверстия головки раздува и загрязнения сплава неметаллическими включениями, так как при переливании расплава из печи в резервуар для разлива, имеющиеся на межфазной границе оксидные пленки будут разрушаться, и всплывать на поверхность. Камера раздува предназначена для распыления расплава. В ней располагается форсунка, при этом предусмотрено использование форсунок различной конструкции. Камера осаждения представляет собой резервуар, изготовленный из нержавеющей стали внутренние поверхности, которого охлаждаются азотом.

Основным направлением применения таких порошков является модифицирование металлических расплавов. Их действие обусловлено внесением в расплав дисперсных интерметаллидных соединений, размеры которых не превышают 100 нм. Они равномерно распределяются в объеме расплава и играют роль центров кристаллизации.

УДК 669.715:621.74.043:620.178.15

Н. И. Тарасевич, И. В. Корниец, А. И. Рыбицкий, О. О. Токарева

Физико-технологический институт металлов и сплавов
НАН Украины, Киев

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ СЛИТКОВ АЛЮМИНЕВОГО СПЛАВА, ПОЛУЧАЕМОГО В ТОНКОСТЕННОМ МЕТАЛЛИЧЕСКОМ КОКИЛЕ

На базе вычислительного эксперимента с применением методов математического и статистического моделирования проведен анализ термовременных характеристик (локальная скорость охлаждения, температурный напор, кинетика снятия температуры перегрева и др.), сопровождающих переход металла из жидкого состояния в твердо-жидкое и их влияние на структуру отливок из алюминиевого сплава.

В качестве объекта исследования выбрана цилиндрическая отливка сплава АК7 диаметром 20 мм, получаемая в тонкостенном металлическом кокиле толщиной 2 мм. Температура заливки жидкого металла изменялась от 620 до 950 °С, а температура кокиля - от 20 до 580 °С.

Проведенные исследования показали, что изменение локального температурного напора на фронте ликвидус (разность температур в центре и ликвидуса) по толщине отливки при различных условиях разливки позволяет прогнозировать характер структуры, получаемого слитка. Так при изменении начальной температуры расплава от 620 до 750 °С на соответствующих кривых (рис.1, а) можно выделить три характерные области, которым в дальнейшем будет соответствовать определенная структура отливки.

Первая – постоянное значение температурного напора у пристеночной области. Его наличие свидетельствует о том, что охлаждение отливки сопровождается постоянной подпиткой зоны затвердевания от перегретого металла из центральных областей, что обеспечивает мелкодисперсную структуру. Протяженность этой зоны вглубь отливки определяется соотношением начальных температур металла и кокиля.

Для второй области характерно резкое снижение температурного напора от максимального значения (величина перегрева жидкого металла) до значения близкого к нулю. В этой области можно ожидать наличие как столбчатых, так и разориентированных дендритов. Ее размер изменяется от 3,5 до 5,3 мм.

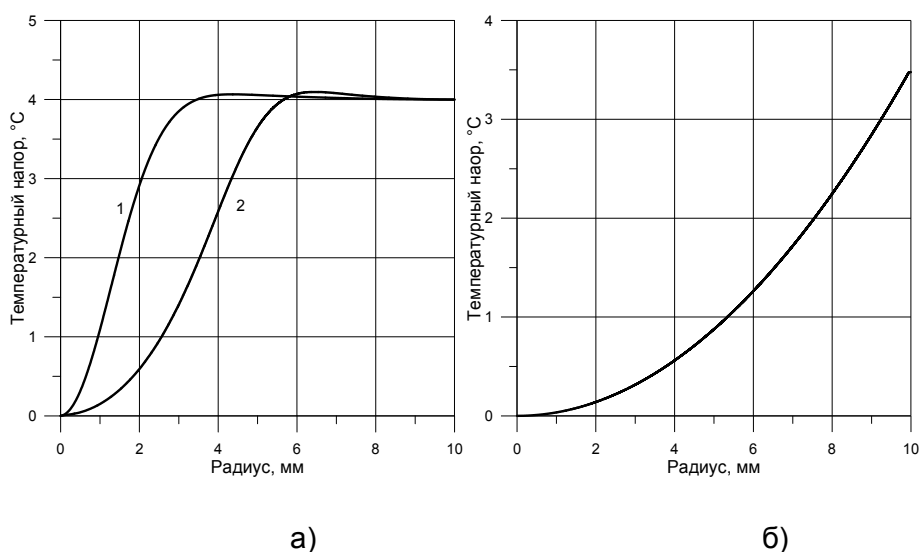


Рисунок 1 – Изменение температурного напора на фронте ликвидус при охлаждении отливки в кокиле толщиной от 2 мм при начальной температуре расплава 620 °С (а) и 920 °С (б). Начальная температура кокиля, °С: 1 – 20, 2 – 580.

Третья область - последние объемы перегретого металла, размером 0,2 – 1 мм. Для этой зоны в дальнейшем будет характерно объемное затвердевание.

Следует отметить также, что такой характер температурного напора будет характерен для условий разливки, при которых перегрев с боковой поверхности отливки снимается практически мгновенно

Обработка результатов вычислительного эксперимента методами регрессионного анализа позволила получить зависимость размера области мелкодисперсной структуры (d , мм) от начальной температуры кокиля (T_k , °C) при фиксированной температуре металла:

$T_M=620^\circ\text{C}$ –

$$d = 3.59789 - 0.000110351 * T_k - 0.00000451503 * T_k^2, R^2 = 99.4366 \quad (1)$$

$T_M=660^\circ\text{C}$ –

$$d = 1.99522 + 0.00071138 * T_k - 0.00000674992 * T_k^2, R^2 = 97.9323 \quad (2)$$

$T_M=750^\circ\text{C}$ –

$$d = 1.33232 - 0.00116956 * T_k - 0.00000346967 * T_k^2, R^2 = 99.2295, \quad (3)$$

где R – коэффициент корреляции.

Дальнейшее повышение начальной температуры расплава – до 920°C (рис.1,б) приводит к более позднему снятию температуры перегрева с боковой поверхности отливки и, как следствие, к продвижению изотермы ликвидус с постоянной скоростью, что обуславливает формирование дендритной структуры. При этом характер изменения температурного напора и его максимальное значение не зависит от условий разливки и может быть описано выражением вида:

$$T_{напор} = 0,00048 - 0,0004632 \cdot r + 0,035129 \cdot r^2 + 0,0000025596 \cdot r^3, \quad (4)$$

где r – радиус отливки (∈ ÷) ,мм).

Полученные зависимости могут быть использованы для прогнозирования размера структурных зон отливок из алюминиевых сплавов.