

## **ОСОБЕННОСТИ РЕОТЕРМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СТРУКТУРИРОВАНИЯ И СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ**

С целью разработки высокотехнологичных процессов литья необходимо выявить физико-химические и теплофизические особенности формирования литой структуры в двухфазной зоне [1], которая является неизотермической гетерогенной системой расплав-кристаллы с изменяющимися градиентами температуры между фронтами ликвидуса и солидуса затвердевающего сплава. На термовременные параметры формирования дендритной и недендритной литой структуры влияют взаимосвязанные процессы структурирования системы расплав-кристаллы в жидко-твердой части зоны двухфазного состояния и процессы структурообразования в твердо-жидкой части двухфазной зоны.

В процессе структурирования кристаллы между собой не контактируют. Непрерывная жидкая фаза (расплав) и дискретная твердая фаза (кристаллы) образуют в жидком металле дисперсную систему изолированных друг от друга частиц. Неизотермическая система расплав-кристаллы обладает текучестью. При силовом воздействии на гетерогенный расплав с центрами кристаллизации и растущими кристаллами происходит их взаимное перемещение.

Небольшая концентрация дискретной твердой фазы образует подвижную жидкометаллическую суспензию. Такое состояние системы расплав-кристаллы повышает эффективность технологии суспензионного литья [2]. В процессе роста кристаллов при перемешивании расплава образуется концентрированная суспензия и система расплав-кристаллы переходит в пастообразное состояние. Это создает предпосылки [3] для разработки технологий реолитья и тиксолитья. В процессе структурирования [4] гетерогенной системы расплав-кристаллы дискретная твердая фаза взаимодействует с непрерывной жидкой фазой.

В процессе структурообразования в неизотермическом твердо-жидком слое двухфазной зоны происходит конкурентный рост соседних кристаллов с непрерывным увеличением суммарной поверхности плотного контакта между растущими кристаллами, что указывает на завершение кристаллизации на этих участках затвердевающей отливки, слитка или непрерывнолитой заготовки.

По толщине заготовки затвердевание заканчивается неодновременно – со стороны теплового центра позже, чем со стороны поверхности охлаждения. Ликвирующие элементы вытесняются в область кристаллизующегося ядра. Неметаллические включения, газовые поры и ликваты находятся, в основном, на границах растущих кристаллов. Дендритный каркас приобретает жесткость, образуя капиллярно-пористое тело способное оказать сопротивление силовому воздействию на двухфазную зону кристаллизации интервального сплава.

При структурообразовании литого металла формируется [4] монолитная заготовка. В ее кристаллической структуре есть газоусадочная пористость, рыхлость и другие дефекты затвердевания. Через некоторый промежуток времени при температурах ниже солидуса завершается кристаллизация легкоплавких ликватов (обогащенной примесями дискретной жидкой фазы).

Чтобы уменьшить количество дефектов литой структуры, применяются технологические схемы направленного затвердевания литых заготовок. Под влиянием давления на загрязненный ликвирующими примесями расплав в твердо-жидком каркасе происходит фильтрация непрерывной жидкой фазы в междендритное пространство с залечиванием газоусадочных полостей. При совмещении суспензионной разливки в режиме осадочной кристаллизации и направленного затвердевания в режиме рафинирующей подпитки создаются предпосылки для разработки литейно-металлургических схем гетеролитья [4].

Таким образом, на начальной стадии затвердевания литых заготовок в большей степени проявляется процесс структурирования неизотермической гетерогенной системы расплав-кристаллы в жидко-твердой части двухфазной зоны, а на конечной стадии затвердевания отливок, слитков, непрерывнолитых заготовок в большей степени проявляется процесс структурообразования в твердо-жидкой части двухфазной зоны кристаллизации интервальных сплавов.

### Список литературы

1. *Ефимов В.А.* Разливка и кристаллизация стали. – М.: Metallurgy, 1976. – 539 с.
2. *Кириевский Б.А., Черкасский В.Л.* Особенности суспензионного литья // Литейное производство, 1978. – № 8. – С. 25 – 27.
3. *Флемингс М.* Процессы затвердевания. – М.: Мир, 1977. – 423 с.
4. *Мамишев В.А.* Реотермическая концепция управления кристаллическим строением литых изделий // Процессы литья. – 2004. – № 3. – С. 43 – 48.