

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СТАЛЬНОЙ ДРОБИ НА ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ЛИТОГО МЕТАЛЛА**

Суспензионная разливка с введением дробинок-микрохолодильников в расплав кристаллизующейся стали относится [1,2] к прогрессивным способам теплофизического воздействия твердых добавок на процесс формирования кристаллической структуры стальных слитков и крупных отливок. Стальные дробинки интенсифицируют процесс снятия начального перегрева жидкой стали. Поэтому подача литой дроби на струю разливаемой стали является эффективным технологическим средством влияния микрохолодильников на ширину структурных зон формирующихся слитков и массивных отливок.

К теплофизическим параметрам управления процессом кристаллизации стали при затвердевании слитка или отливки относятся [3]: температура разливки стали, температурный интервал ликвидус-солидус на диаграмме состояния системы железо-углерод, ширина двухфазной зоны кристаллизации низко- или среднеуглеродистой стали, скорость охлаждения затвердевающего расплава, перепады температуры и температурные градиенты по толщине и высоте стального слитка, непрерывнолитой заготовки или фасонной отливки.

Дендритная структура кузнечных и прокатных слитков с дробью и без дроби отличается по однородности их кристаллического строения и по размерам литого зерна. При введении дробинок-микрохолодильников в объем жидкой стали, перегретой над температурой ее ликвидуса, можно измельчить кристаллическую структуру литого металла, так как в затвердевающем расплаве возникают дополнительные центры кристаллизации.

На количество образующихся в расплаве центров кристаллизации влияют процессы физико-химического и теплофизического взаимодействия стальных дробинок с окружающим расплавом стали в условиях их быстрого нагрева от начальной температуры (20°C) до температуры солидуса и последующего плавления гранул в интервале температур солидус-ликвидус.

Так как литую дробь получают распылением жидкой стали потоком воздуха с закалкой в воде образующихся капель расплава, то в дробинках разного диаметра формируется [2] зеренная структура переохлажденного аустенита. В ши-

роком диапазоне изменения температуры литой дроби при ее нагреве в расплаве зеренная структура дробинки претерпевает различные структурные превращения в твердом и твердо-жидком состоянии литой стали.

В условиях быстрого нагрева в окружающем расплаве литые дробинки могут последовательно проходить разные температурные интервалы фазовых превращений в твердом состоянии углеродистой стали [4]: от исходной мартенситной структуры закалки литой дроби через области метастабильных (неустойчивых) структур бейнита, троостита, сорбита и перлита до более устойчивой (стабильной) структуры аустенита в соответствии с диаграммой состояния Fe – Fe<sub>3</sub>C сплавов (система железо – цементит). Когда температура стальных дробинки достигает температуры солидуса в процессе их нагрева и плавления, в зеренной структуре аустенита появляются прослойки жидкой фазы с образованием твердо-жидкой (двухфазной) зоны.

В итоге, в затвердевающей слитке или крупной отливке литые дробинки под действием циркуляционных потоков расплава распадаются (диспергируют) на более мелкие частицы – дополнительные центры кристаллизации [5]. Это способствует измельчению дендритной структуры стальных слитков и отливок, что позволяет повысить физико-механические (прочностные и пластические) свойства литого металла, полученного способом суспензионного литья стали с введением в расплав оптимальной дозы и фракции литой дроби.

### Список литературы

1. *Ефимов В.А.* Разливка и кристаллизация стали. – М.: Металлургия, 1976. – 552 с.
2. *Затуловский С.С., Мудрук Л.А.* Получение и применение металлической дроби. – М.: Металлургия, 1988. – 182 с.
3. *Соколовская Л.А., Мамишев В.А.* О математическом моделировании задач с фазовыми переходами в металлургии и литейном производстве // Процессы литья. – 2009. – № 2. – С. 24 – 29..
4. *Гуляев А.П.* Металловедение. – М.: Металлургия, 1978. – 647 с.
5. *Соколовская Л.А., Мамишев В.А.* Моделирование на ЭВМ теплового состояния микрохолодильников в условиях объемной кристаллизации стали // Процессы разливки, модифицирования и кристаллизации стали и сплавов. – Волгоград: Дом техники. – 1990. – Ч. 1. – С. 63 – 65.