

новлює допуски розмірів, форми, розташування та нерівностей поверхні, допуски маси та припуски на механічне оброблення, визначені терміни та визначення понять стосовно розмірів та точності поверхні виливків, а також допусків напусків та припусків для механічного оброблення тощо.

Джерелом інформації щодо допусків розмірів, маси та припусків на механічне оброблення, які викладені у НД, є, в основному, діючий НД - ГОСТ 26645-85 «Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку», основні нормативні положення ISO 8062-3 «General dimensional and geometrical tolerances and machining allowances for castings» (Загальні розмірні і геометричні допуски та припуски для обробки виливків), а також інші нормативні документи. У результаті досліджень механічних процесів оброблення виливків дещо розширені допуски механічного оброблення.

Впровадження вищезазначених стандартів дозволить наблизити якість вітчизняної продукції до якості кращих зразків світової продукції.

УДК 621.746.047:62-418

Тарасевич Н.И., Тарасевич И.Н., Наривский А.В., Корниец И.В., Кошевой И.К.

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

Тел.: (044) 424-34-50; E-mail: nit@ptima.kiev.ua

ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОНВЕКТИВНЫХ ПОТОКОВ В ПРОЦЕССЕ ЗАЛИВКИ И ФОРМИРОВАНИИ КРУПНОГО СЛИТКА

В настоящее время получение крупных слитков связано, как правило, с технологией непрерывной разливки стали на установках МНЛЗ. Но часть жидкого металла и сегодня разливается в изложницы. Поэтому работы связанные с повышением качества стальных слитков, раскрытие механизмов их формирования не потеряли актуальность. Физическая и химическая неоднородность стального слитка во многом зависит от условий разливки и процессов тепломассопереноса в ходе его затвердевания [1,2]. Одним из лимитирующих факторов, влияющих на изменение температуры и перераспределение примеси в объеме затвердевающего металла, является перераспределение гидродинамических потоков в процессе затвердевания.

Поэтому цель настоящей работы - исследовать перераспределение гидродинамических потоков в процессе заливки и затвердевании крупного слитка и, попытаться определить их связь с зональной неоднородностью затвердевшего слитка. Исследования проводились с использованием методов математического и компьютерного моделирования.

В работе рассмотрено перераспределение конвективных потоков в процессе заливки и формирования 142 тонного слитка (сталь 25ХНЗМФА).

В результате вычислительного эксперимента установлено, что при заполнении изложницы жидким металлом можно выделить несколько стадий гидродинамического состояния жидкого расплава. При заполнении хвостовой и нижней части изложницы, в начале заливки вектор скорости по центру изложницы направлен в сторону донной поверхности. По мере заглубления в расплав, скорость жидкого потока падает и в нижней части появляется его горизонтальная составляющая, направленная в сторону боковой поверхности. Достигнув боковой поверхности, наблюдаем формирование восходящего потока, который в верхней части разворачивается к центру (рис. 1, а). Это обуславливает формирование циркуляционного вихря. После снятия перегрева в области двухфазного состояния движение расплава, в связи с повышением его вязкости, происходит в основном за счёт перемещения конвективных потоков обусловленных градиентом температур. Скорость конвекции падает по мере снижения температуры расплава. В нижней части двухфазной области в центре имеют место восходящие конвективные потоки, которые вверху разворачиваются в сторону боковой поверхности. Вдоль боковой поверхности наблюдаем нисходящие потоки, которые впоследствии меняют направление и формируют замкнутый вихрь (рис. 1, б). Снятие перегрева с нижних областей слитка приводит к продвижению зоны двухфазного состояния вверх. В это же время над областью двухфазного состояния наблюдаем зону гидродинамики, которая формируется за счет струи заливаемого металла (рис. 1, б). В центральной части струя, заливаемого металла, создаёт вертикальный вектор скорости, направленный в сторону донной поверхности изложницы, величина которого по мере заглубления в жидкий металл падает. Достигнув области, где температура расплава ниже температуры ликвидус, векторная составляющая скорости, разворачивается в сторону боковой поверхности. Вдоль боковой поверхности наблюдаем восходящие потоки, которые в верхней части разворачиваются в сторону центра и, таким образом, формируют замкнутый вихрь второго яруса. Обращает на себя внимание тот факт, что между этими двумя

разнонаправленными вихрями (сверху – нисходящий, а снизу - восходящий вихри) образуется область разделения (сепарации) сформировавшихся потоков.

При заполнении изложницы на $1/3$ ее высоты наблюдаем установившуюся зону конвективных потоков в двухфазной области нижней части слитка и зону конвекции перегретого металла. Эта зона имеет две характерные области – область формирования потоков, вызванных струей поступающего металла, и ниже зону преимущественно конвективных потоков, расположенную над двухфазной зоной, затвердевающего слитка (рис. 1, в). В верхней части струя металла, попадая в жидкий расплав, имеет определённую скорость (в соответствии с массовой скоростью разлива), которая падает по мере заглубления в расплав. Достигнув определённой глубины, на движение металла определяющую роль оказывает горизонтальная составляющая, направленная в сторону внутренней поверхности изложницы. Здесь потоки расплава движутся вверх и у свободной поверхности перемешиваются с объёмом поступающего металла. Под этим нисходящим вихрем, за счёт градиента температур в объёме перегретого расплава над областью двухфазного состояния по центру формируется восходящий поток, который после встречи с верхним вихрем разворачивается в сторону боковой поверхности. Протяжённость каждой из областей зависит от начальной скорости струи заливаемого металла, его температуры перегрева, а также геометрии изложницы. По мере заливки наблюдаем продвижение этих зон в сторону свободной поверхности, заливаемого металла, и прибыльной надставки. После полного заполнения изложницы в нижней части в области двухфазного состояния наблюдаем значительное затухание конвективных потоков. Над ними сформировались восходящие потоки в высокотемпературной области двухфазной зоны. Затем формируется зона нисходящих потоков, скорость которых зависит от массовой скорости разлива, а в верхней части сформирован восходящий тепловой поток, обусловленный градиентом температур (рис 1г).

Таким образом, мы видим, что в процессе заливки и формирования слитка затвердевание металла сопровождается формированием послойных разнонаправленных вихрей, разделенных зонной нулевых скоростей.

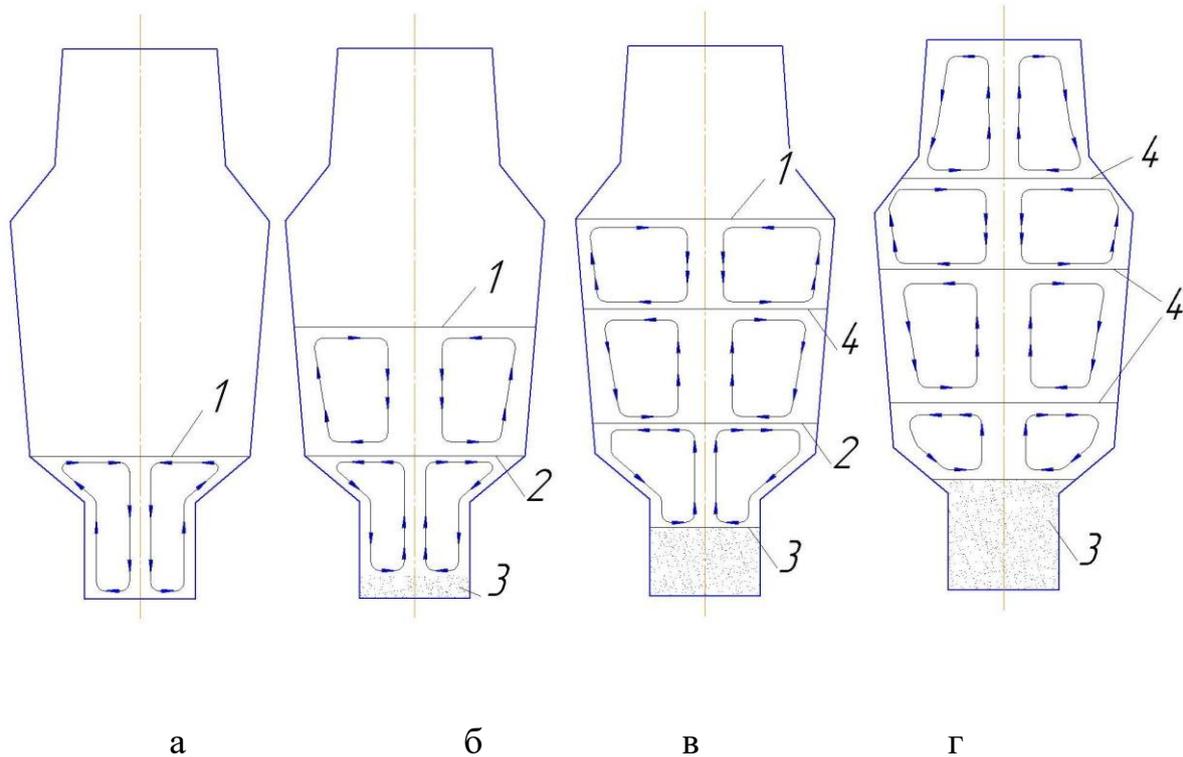


Рис. 1 - Схема движения гидродинамических потоков жидкого металла при заполнении изложницы.

1 – уровень залитого металла; 2 – уровень раздела жидкого металла и металла, находящегося в двухфазном состоянии; 3 – затвердевший металл; 4 – линия раздела разнонаправленных потоков.

Список литературы

1. Дуб В.С., Новицкий В.К., Ребрик Ф.Ф., Волков Ф.Г., Бакуменко В.Я., Маркаров И.И., Берман Л.И., Ключарев В.Е., Трухин М.К., Сенопальников В.М. Влияние теплофизических факторов на условия образования шнуров внецентренной химической неоднородности в крупных кузнечных слитках. – Теплофизика стального слитка (сб. научных трудов). – Киев: ИПЛ НАН Украины. - 1980, с. 66-70

2. Ефимов В.А., Легенчук В.И., Буклан Б.А. Изучение роста кристаллов и формирование физической и химической неоднородности стального слитка. – Физико-химические воздействия на кристаллизацию стали (сб. научных трудов). – Киев: ИПЛ НАН Украины – 1982. С. 3-10.