

Наиболее слабое влияние на исследуемую величину оказывает толщина окрашенной формы, несколько увеличивая теплоотвод от поверхности отливки в начале процесса ее затвердевания.

Выполнение расчетов кинетики затвердевания поверхностного слоя отливки с определением величины  $v_{охл}$  по глубине слоя и протяженности позволяет оценить качество его структуры. Для этого необходимо использовать зависимость средней величины литого зерна от  $v_{охл}$ , полученной экспериментально в лабораторных условиях.

Результаты математического моделирования с учетом указанных факторов могут быть использованы для определения значений технологических параметров изготовления стальных литых заготовок прокатных валков и их бандажей, обеспечивающих заданные кинетические характеристики затвердевания и макроструктуру поверхностных слоев отливок.

А. Г. Панчук,  
В. В. Ушенин,  
Э. Б. Гофман

### **О ПОВЫШЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ПРИ НИЗКОЧАСТОТНОЙ ВИБРАЦИИ МЕТАЛЛОВ**

Вопрос об эффекте повышения температуры при кристаллизации металлов и сплавов при вибрационном воздействии до настоящего времени является дискуссионным. По нашему мнению, считать его следствием только ускорения тепло- и массопереноса не корректно, так как результаты получаются аналогичными, независимо от теплопроводности материала, из которого выполнен кристаллизатор. В лабораторных условиях авторы исследовали температуру кристаллизации и структуру слитков из технически чистого висмута (чистота 97,5 %). Перед заливкой металла форму в сборе закрепляли на вибрационной площадке. Вибратор включали сразу после наполнения формы. Частоту вибрации (20 - 90 Гц) устанавливали перед каждым экспериментом. Амплитуду во всех случаях поддерживали постоянной (около 0,5 мм).

Измерение температуры проводили по оси слитка незащищенным спаем хромель-копелевой термопары с электродами диаметром 0,1 мм.

Анализ полученных кривых охлаждения свидетельствует о сокращении времени кристаллизации при всех режимах вибрации. Обращает на себя внимание тот факт, что в отличие от горизонтального участка термограммы невибрированного слитка участки для слитков с вибрацией носят пульсирующий и убывающий характер, а переохлаждение исчезает полностью или значительно сокращается. Кроме того, вибровоздействие вызывает повышение температуры кристаллизации независимо от времени его приложения: с момента окончания заливки (когда металл еще перегрет) или уже в процессе образования кристаллов. При снятии вибрации исчезает и перегрев.

Вибровоздействие при различной интенсивности колебаний проявляется в степени измельчения зерна и в глубине распространения измельченной зоны в верхней части слитка.

Показано, что существует оптимальное время вибрации, превышение которого к дальнейшему существенному измельчению структуры и сокращению продолжительности затвердевания уже не приводит. Наложение колебаний в процессе кристаллизации с большим смещением относительно его начала не дает должного результата даже при большой интенсивности колебаний. Поэтому чем на более ранней стадии начинается виброобработка металла с определенной интенсивностью и продолжительностью, тем более эффективно вибровоздействие.

Повышение или понижение температуры плавления металлической фазы в условиях равновесия возможно только под влиянием давления. Применительно к висмуту повышение давления, которое возникает в процессе вибрации, должно приводить к понижению указанной температуры (кристаллизация висмута сопровождается увеличением объема отливки), что противоречит нашим данным. Температура в процессе кристаллизации, во-первых, не остается постоянной и, во-вторых, имеет более высокое абсолютное значение, т.е. жидкий металл кристаллизуется с определенным перегревом (для висмута перегрев составляет 3-5° С).

Указанное положение может быть вызвано нарушением стационарного состояния в расплаве из-за чрезмерно интенсивного образования и роста кристаллических зародышей (в этом случае скорость выделения тепла превышает скорость ее отвода), вызванных волновым воздействием вибрации. Причем, в случае с висмутом результивным, по-видимому, является полупериод разрежения, а не сжатия (что характерно для металлов с положительным градиентом плотности при отвердевании), когда в металле ослабевают связи между частицами вплоть до образования кавитационных полостей (что "разрешает" и объясняет подъем температуры).

Подъем температуры наблюдается и в стационарных условиях кристаллизации при выходе из переохлаждения, но этот процесс непродолжителен и быстро стабилизируется. Вибрация же увеличивает количество зародышей, скорость кристаллизации расплава с одновременным повышением температуры кристаллизации упрощает процесс их роста (поэтому отпадает необходимость в переохлаждении).

Результаты теоретических и лабораторных исследований явились основой промышленных разработок.

В промышленных условиях вибрацию использовали при производстве тяжелых стальных бандажей прокатных валков и валков сортовых станов.

Получены двух-трехразовое измельчение структуры, равномерное распределение твердости по сечению отливок, существенное повышение эксплуатационных характеристик.

Ю. А. Аверина

## **ФОРМЫ ПОСЛЕВУЗОВСКОГО И ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В УГППУ**

В который раз жизнь в России поменяла ориентиры. Сегодня по-иному звучали вопросы, связанные с образованием. Все больше внимания стало уделяться развитию образования, усовершенствованию его форм, перестройке самой концепции образования. Сегодня все мы осознаем необходимость повышения уровня знаний.