

Для исследования выбрали турбинную мешалку, которая по сравнению с лопастной и дисковой характеризуется меньшим временем для приведения в движение объемов перемешиваемой среды и обеспечивает одновременный подъем частиц со всей поверхности дна, что повышает эффективность процесса перемешивания.

Исследование развития внутренней структуры потока металла и однородность распределения индикаторов (частиц) во всем объеме тигля осуществляли методом моделирования с использованием турбинной мешалки при ее вращении по часовой стрелке, а затем против неё, т. е. в реверсивном режиме.

Использовались следующие режимы реверсивного вращения: 1/1, 2/2 и 3/3 (т. е. один оборот по часовой стрелке, другой – в противоположном направлении и т. д.) при скорости вращения мешалки 200 и 400 об/мин. На рисунке приведены фотографии отдельных фрагментов видеозаписи процесса перемешивания турбинной мешалкой при одностороннем (а) и в реверсивном 1/1 (б) режимах. Расстояние от мешалки до дна 42 мм, скорость вращения 400 об/мин. Как видно из рисунка, при одностороннем режиме вращения за 3,4 с индикаторы потока лишь частично заполнили объем над мешалкой, а в реверсивном режиме за 3,2 с все частицы во всем объеме вовлекаются в движение.

Сравнивая структуры потоков одностороннего и реверсивного режимов перемешивания, установили, что при реверсивном вращении структура потока не имеет стабильного циркуляционного характера. Формируются турбулентные и струйные потоки в переменных направлениях, вследствие чего каждый элемент среды приведен в движение.

Наилучший результат по распределению частиц достигается при реверсивном перемешивании в режиме 1/1, при котором создаются встречные потоки, приводящие к высокой степени хаотичности движения, с одновременным процессом устранения воронки.

Полученные результаты могут быть использованы для совершенствования термовременной обработки алюминиевых сплавов.

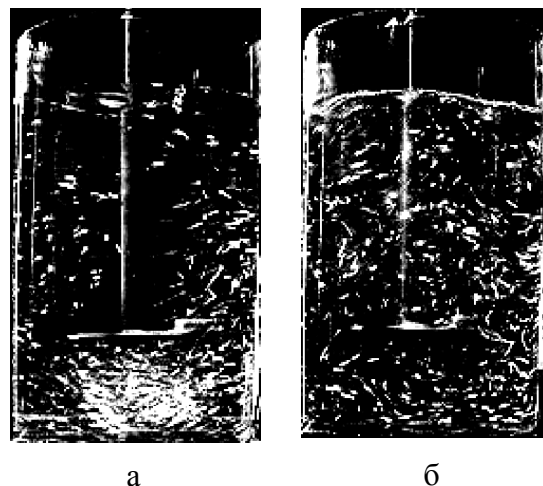


Рис. 1. Моделирование процесса перемешивания

**Шейгам В.Ю., Пригунова А.Г., Дука В.М., Шеневидько Л.К., Вернидуб А.Г.
(ФТИМС НАН Украины, г. Киев)**

О ВОЗМОЖНОСТИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ СТРУКТУРЫ ОТЛИВОК В ФОРМЕ С НИЗКОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬЮ

Современные способы получения литой заготовки с максимальным измельчением кристаллической структуры предусматривают применение различных видов внешних воздействий на жидкий и кристаллизующийся металл. Внешние воздействия в зависимости от вида энергии можно разделить на следующие группы: тепловые, барометрические, электромагнитные, гравитационные, механические, высокоэнергетические и др.

С точки зрения эффективности и экономичности процесса управления структурой и свойствами формирующейся отливки представляет интерес использование регулируемого теплоотвода и виброобработки, которые оказывают существенное влияние на процессы кристаллизации. Реализация этого способа воздействия связана с трудностями при получении отливок в легкоразрушаемых песчано-глинистых формах.

В настоящей работе для измельчения структуры отливки использовали вибрирующий кристаллизатор, генерирующий кристаллы. В качестве материала формы использовали теплоизоляционный материал вологран, который разработан в Физико-технологическом институте металлов и сплавов НАН Украины. Его теплопроводность $0,16 \text{ ккал/м}\cdot\text{ч}\cdot^\circ\text{C}$, что в 4 раза ниже теплопроводности сухой песчано-глинистой смеси ($0,65 \text{ ккал/м}\cdot\text{ч}\cdot^\circ\text{C}$). Полость формы выполнена в виде усеченного конуса с диаметром оснований 70 и 60 мм и высотой 70 мм. Толщина стенок формы 25 мм. Вес образца из алюминия А7 (ДСТУ 11069-2003) составляет $\sim 500 \text{ г}$. Для проведения экспериментов в форму устанавливали две термопары по оси конуса: на расстоянии 35 мм от дна и на глубину 10...12 мм от зеркала жидкого металла.

В нагретую до 760°C форму заливали алюминий с такой же температурой и выключали печь. Затвердевание металла в форме происходило вместе с печью.

При понижении температуры металла до 670°C в расплав на глубину 10...12 мм вводили кристаллизатор. Во втором эксперименте в тех же условиях вводили кристаллизатор, вибрирующий с частотой 50 Гц и амплитудой 0,5 мм.

Анализ результатов свидетельствует, что при обработке затвердевающего металла с использованием вибрирующего кристаллизатора средние размеры макрозерна в верхней, средней и нижней части образца уменьшаются в 1,6; 16 и 6 раз соответственно, максимальные размеры зерна – в 1,5; 20,4 и 7,9, а минимальные размеры также уменьшаются в 1,3; 5,7 и в 5 раз соответственно.

По данным термометрирования время затвердевания образца при обработке вибрирующим кристаллизатором сокращается более чем в 2 раза. Таким образом, использование вибрирующего кристаллизатора эффективно при получении мелкокристаллической структуры в формах с низкой теплопроводностью.

Нурадинов А.С., Шейгам В.Ю., Пригунова А.Г., Цир Т.Г., Шеневидько Л.К.
(ФТИМС НАН Украины, г. Киев)

УПРАВЛЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЕМ СТРУКТУРЫ ОТЛИВОК ПРИ ПОМОЩИ ВИБРИРУЮЩЕГО КРИСТАЛЛИЗАТОРА

Накопленные к настоящему времени экспериментальные и теоретические данные раскрывают возможность активного воздействия на процессы кристаллизации, формирования структуры и свойств отливок, слитков и литых заготовок путем использования различных приемов внешнего физического воздействия на жидкий и кристаллизующийся металл (вибрация, ультразвук, электромагнитное перемешивание и т.п.). Но для эффективного управления этими процессами необходимо дальнейшее развитие теории кристаллизации металлов и сплавов на базе фундаментальных исследований процессов формирования кристаллической структуры в условиях силовых воздействий на затвердевающий металл. Широкие перспективы в этом плане представляет физическое моделирование процессов кристаллизации и структурообразования сплавов на прозрачных органических средах. В настоящей работе изучено формирование структуры отливок из сплава камфена (90%) с трицикленом (10%) под действием вибрирующего кристаллизатора в поверхностном слое затвердевающего расплава. Температура ликвидус моделирующего сплава равна 45°C , солидус – 42°C .

В процессе моделирования проводили эксперименты без кристаллизатора, с неподвижным и вибрирующим кристаллизатором.

В первой серии экспериментов в форму заливали моделирующий сплав с перегревом выше температуры ликвидус ($2 \pm 0,8$) $^\circ\text{C}$ и фиксировали процесс его затвердевания. Во второй – в перегретый расплав на глубину 8...10 мм опускали неподвижный кристаллизатор, который имел комнатную температуру. При этом практически одновременно на всей его поверхности образуются кристаллы, которые