

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.

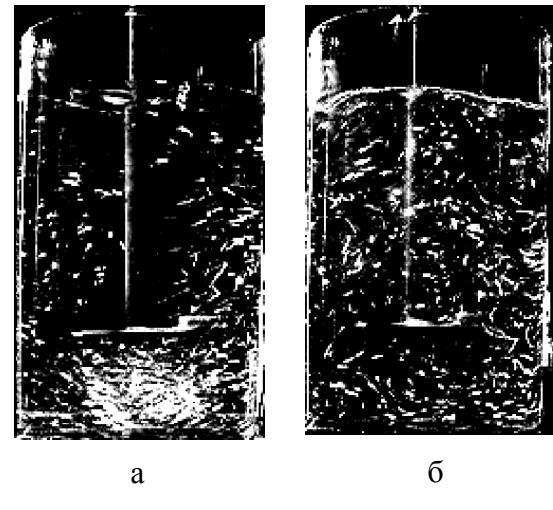


Рис. 1. Моделирование процесса перемешивания

Шейгам В.Ю., Пригунова А.Г., Дука В.М., Шеневидъко Л.К., Вернидуб А.Г.

(ФТИМС НАН України, г. Київ)

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-технологическим институте металлов и сплавов НАН Украины. Его теплопроводность 0,16 ккал/ м·ч·°С, что в 4 раза ниже теплопроводности сухой песчано-глинистой смеси (0,65 ккал/м·ч·°С). 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 ~500 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 °С форму заливали алюминий с такой же температурой и выключали печь. Затвердевание металла в форме происходило вместе с печью.

При понижении температуры металла до 670 °С 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 України, г. Київ)**

УПРАВЛЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЕМ СТРУКТУРЫ ОТЛИВОК ПРИ ПОМОЩИ ВИБРИРУЮЩЕГО КРИСТАЛЛИЗАТОРА

Накопленные к настоящему времени экспериментальные и теоретические данные раскрывают возможность активного воздействия на процессы кристаллизации, формирование структуры и свойств отливок, слитков и литьих 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 моделюющего сплава равна 45 °С, солидус – 42 °С.

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 ($2 \pm 0,8$) °С 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