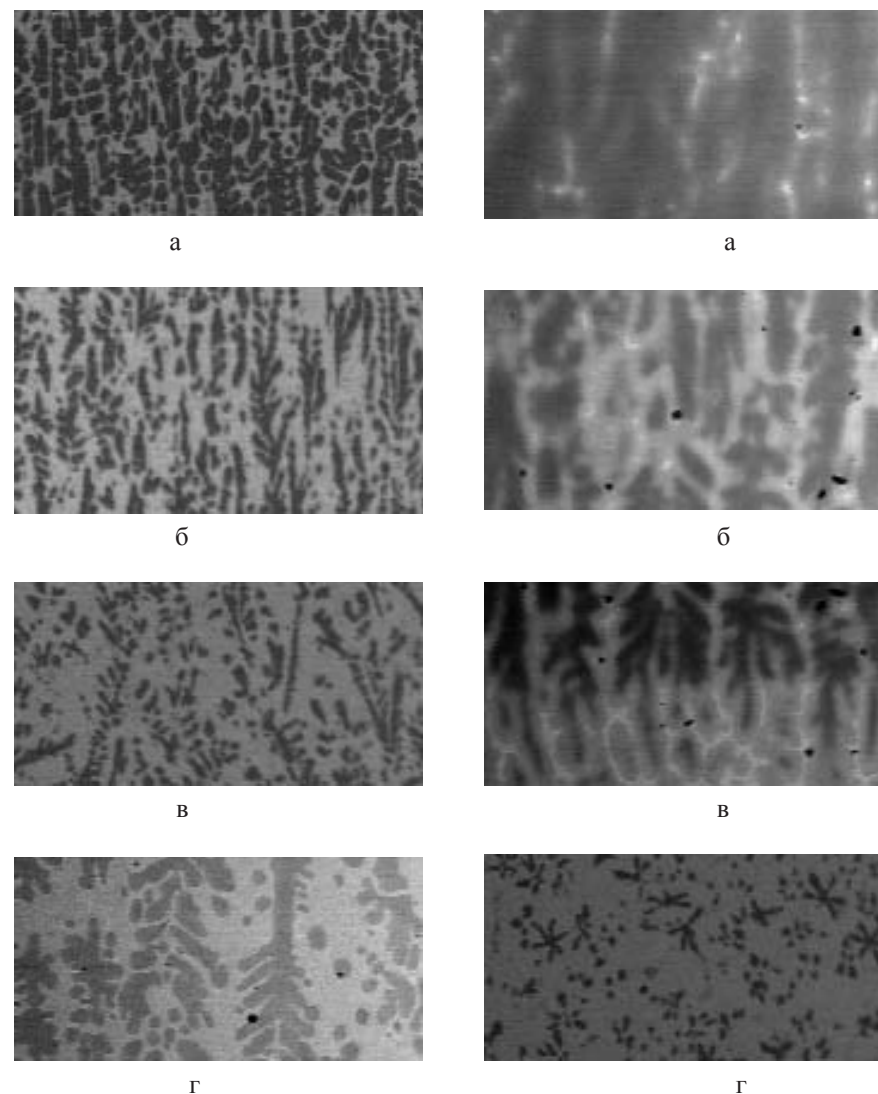


УДК 669.11/15:576.2

*А. Г. Борисов, В. Ю. Шейгам, А. Г. Вернидуб**Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины,  
Киев***РОСТ ДЕНДРИТОВ АЛЮМИНИЯ В УСЛОВИЯХ БОЛЬШИХ  
КОНЦЕНТРАЦИОННЫХ ГРАДИЕНТОВ**

Современные технологии рео- и тиксолитья выдвигают определённые требования к форме и размерам первичной фазы частично закристаллизованного сплава. Речь идёт о том, что необходимую жидкотекучесть такого сплава может обеспечить только недендритная морфология. Одним из возможных факторов, ответственных за возникновение такой морфологии, может быть смена преимущественного направления роста дендрита. Так, в литературе приводятся данные о смене преимущественного направления роста для сплава Al-Zn с  $\langle 100 \rangle$  (при концентрации цинка 25 мас%) на  $\langle 110 \rangle$  (при 55 мас%) [1]. На основании этого представляется возможным предположить, что существует некоторая промежуточная концентрация, при которой оба указанных направления являются равноправными, т.е. как такового преимущественного направления не существует вовсе, что, в свою очередь, должно привести к недендритному, «хаотическому» росту. Для поиска такой концентрации были проведены эксперименты, в которых в специальное устройство устанавливались встык два цилиндра из чистых металлов. Образцы цилиндров получали заливкой металла в оболочку из алюминиевой конденсаторной фольги. Для этого фольгу наматывали на соответствующий диаметру образца стержень, а затем полученную оболочку с него снимали. Геометрию и размеры образовавшихся кристаллов в образцах цилиндров регулировали толщиной намотки фольги. Специальное устройство нагревалось до полного расплавления металла образцов и затем печь отключалась, а поверхность алюминия обдувалась для создания направленной кристаллизации. Помимо пары Al-Sn аналогично исследовалась пара Al-Zn (которые практически не смешиваются). Предполагалось увидеть на продольном сечении дендриты алюминия, которые по мере вставания в область второго компонента изменяют направление своего роста, однако полученные результаты оказались неожиданными.

На рис.1 представлены микроструктуры образца Al-Sn в порядке продвижения от алюминия к олову.



x 40

**Рис.1-** Микроструктуры образцов Al-Sn **Рис.2.** Микроструктуры образцов Al-Zn.

Следует отметить, что никакой заметной границы на месте стыка образцов обнаружено не было. Вместо этого наблюдается прорастание дендритов алюминия в область олова, при этом направленная структура сменяется «равноосной», причём в области, практически прилегающей ко «дну» образ-

ца, наблюдаются кристаллы алюминия гексагональной формы. В принципе, из соображений кристаллографии такие кристаллы могут быть следствием роста в направлении  $\langle 110 \rangle$ .

На рис. 2 представлены микроструктуры образца Al – Zn. В отличие от предыдущего случая в «алюминиевой» части образца наблюдалась скорее ячеистая, чем дендритная структура, а граница на месте стыка выражена ярко. Если в предыдущем случае прорастающие дендриты имели концентрацию алюминия, близкую к 100%, то здесь состав ростовых элементов плавно менялся по мере продвижения. Удивительным представляется тот факт, что внутри ростовых элементов наблюдаются четко очерченные области с другой концентрацией.

Полученные данные являются предварительными и требуют дальнейшего осмысления, однако по нашему мнению они достаточно неожиданны и интересны, чтобы привлечь к ним внимание коллег.

#### Список литературы

1. T. Naxhimali, A. Karma, F. Gonzales, M. Rappaz, "Orientation selection in dendrite evolution", Nature Materials 5, 660-664 (9 July 2006) doi:10.1038/nmat1693 Article

УДК 669.715:66.063

**Г. П. Борисов, В. Ю. Шейгам, Н. П. Исайчева, А. И. Семенченко,  
А. Н. Недужий, А. Г. Вернидуб**  
Физико-технологический институт металлов и сплавов  
НАН Украины, Киев

### ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ДВУХФАЗНЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Из существующих различных способов перемешивания жидких и частично затвердевших алюминиевых сплавов механическому перемешиванию уделяется особое внимание. Это связано с тем, что перемешивание механическими мешалками не требует дорогостоящего оборудования, характеризуется простотой реализации и надежностью контроля параметров перемешивания. Без особых материальных затрат этот способ вписывается в существующие технологические процессы приготовления сплавов, обеспечивает наименьшую длительность процесса перемешивания и позволяет наиболее эффективно использовать подводимую энергию.

Важнейшим параметром, определяющим производительность процесса

подготовки расплава к заливке, является обеспечение минимального времени перемешивания с достижением при этом высокой степени гомогенизации расплава, в течении которого достигается усреднение состава расплава в требуемых пределах.

Методом гидромоделирования с использованием "светового ножа" проведены исследования длительности процесса перемешивания лопастной, дисковой и турбинной мешалками.

В качестве частиц твердой фазы использовали полистироловые шарики диаметром 0,2 мм в количестве 5-8%. Соотношение плотностей полистирола и модельной жидкости составляло 1,065, что соответствовало соотношению плотностей твердой фазы и жидкого алюминиевого сплава. Размеры модели приняты в масштабе 1:1. Процесс регистрировался с помощью фото- и видеосъемок (цифровая камера Olympus Camedia C-2040ZOOM). Камера сопрягалась с компьютером, что позволяло записывать видеофайлы процесса и производить их дальнейшую обработку. Вращение мешалок контролировалось тахометром Т4-10Р. Мешалки устанавливали на трех различных уровнях в стеклянной емкости для моделирования. Кроме того, для каждого типа мешалки выдерживались три режима скорости ее вращения: 200 об./мин.; 400 об./мин.; 600 об./мин.

В работе приняты следующие временные параметры:

$\tau_1$  – промежуток времени от начала вращения мешалки до начала движения частиц,  $\tau_2$  – время перехода частиц из области под уровнем мешалки в область над мешалкой;  $\tau_3$  – время вовлечения в движение частиц во всем объеме тигля.

Построенные для всех типов мешалок зависимости задействованной площади интенсивного перемешивания от времени перемешивания  $K=f(\tau)$  свидетельствуют о том, что наилучшими показателями по времени вовлечения всего объема жидкости в установившийся режим обладает турбинная мешалка, время начала перемешивания которой в 4-5 раз превосходит лопастную и дисковую, а время вовлечения всего объема жидкости в процесс перемешивания - в 3,5-4,0 раза.

Для турбинной мешалки с отражателями проведена аппроксимация экспериментальных данных, построены графики и выведены формулы, учитывающие временные параметры в зависимости от уровня мешалки и скорости ее вращения.