

Изучение стабильности микроструктуры быстрозакаленных алюминиевых сплавов

Студент гр.10404118 Марусич А.В.
Научный руководитель Калининченко В.А.
Белорусский национальный технический университет
г.Минск

Тенденции развития материаловедения характеризуются исследованиями и разработкой новых материалов с повышенными эксплуатационными свойствами, обеспечивающих повышение долговечности машин и механизмов, снижение материалоемкости продукции. Особый интерес представляют алюминиевые сплавы, которые характеризуются высокими удельными физико-механическими свойствами, однако работающие при относительно невысокой температуре. Для повышения их температурной области применения активно применяется легирование тугоплавкими элементами. Однако необходимо отметить, что возможности полезного легирования в традиционных процессах литья почти себя исчерпали. Поэтому значительный интерес представляют процессы затвердевания при неравновесных условиях, которые открывают новые возможности в управлении структурой и свойствами металлов [1].

Причем, процессы неравновесного затвердевания уже нашли практическое применение для некоторых алюминиевых сплавов [2]. Процессы местного плавления и затвердевания в крайне неравновесных условиях имеют место и при сверхглубоком проникании, вызывая формирование совершенно необычных фаз и соединений [3]. Местные отклонения от равновесного хода процесса кристаллизации и последующего затвердевания зафиксированы при получении макронеоднородных композиционных материалов [4].

С точки зрения получения в структуре наноразмерных элементов интерес представляют термические методы, включающие обработку с использованием источников концентрированной энергии (лазер, электронно-лучевая обработка) и процессы закалки из жидкого состояния. В процессах закалки из жидкого состояния обеспечиваются условия для расширения области растворимости в твердом состоянии, формирования ультрадисперсной структуры, формирования новых кристаллических и некристаллических, метастабильных фаз, включая фиксирование аморфного состояния. При последующей термообработке происходит распад пересыщенного твердого раствора или кристаллизация аморфного состояния с выделением по границам зерен наноразмерных фазовых составляющих. Такие частицы на границах зерен обеспечивают значительное увеличение стабильности микроструктур при повышенной температуре.

Ранее были выполнены исследования по особенностям формирования микроструктуры алюминиевых сплавов, полученных закалкой из жидкого состояния, а также определены некоторые физико-механические свойства [5]. При оценке работоспособности алюминиевых сплавов, полученных закалкой из жидкого состояния, важной задачей является исследование способности сохранять характер микроструктуры длительное время, что, в свою очередь, определяет и сохранение высоких физико-механических свойств. Поэтому были исследованы структуры образцов из алюминиевых сплавов, полученные закалкой из жидкого состояния достаточно длительное время назад (более 5 лет). Были исследованы сплавы системы алюминий – медь и алюминий – хром.

Выбор данных сплавов обусловлен тем, что сплавы алюминий – медь характеризуются естественным старением вследствие распада твердого раствора, способствующего упрочнению сплава, а система алюминий – хром отличается стабильностью вторичных фаз.

Было отмечено, что у охлаждаемой поверхности в слое толщиной 25 – 30 мкм присутствуют столбчатые кристаллы, которые сменяются равномерными округлыми зернами разме-

ром около 10 мкм. По сечению ленты видны выделения избыточной фазы, которая, в основном, присутствует по границам зерен, но по мере удаления от охлаждаемой поверхности включения этой фазы присутствуют и в объеме зерен матричного сплава.

Начиная с 15% меди, при максимальной скорости кристаллизации сплавов на рентгенограммах появляются линии другой метастабильной фазы Cu_3Al_2 , что приводит к изменению характера микроструктуры по сечению. Результатом появления вторичных метастабильных фаз CuAl и Cu_3Al_2 , которые богаты медью, является некоторое снижение концентрации меди в твердом растворе по сравнению со сплавами, содержащих 5-10% меди. Это особенно заметно в двухфазной области сильнолегированных сплавах, содержащих свыше 20% Cu (вплоть до эвтектического состава), закристаллизованных с большими скоростями. В сплавах алюминия с 15% и 25% в твердом растворе содержится соответственно 4,25 и 3,9% меди (28,3% и 15,6% от общего содержания меди в сплаве). Структура лент обоих образцов характеризуется наличием следующих фаз: α_{Al} -твердый раствор, CuAl_2 , CuAl , Cu_3Al_2 . Однако объемное содержание этих фаз различно, что приводит к отличию в микроструктурах.

В микроструктуре быстрокристаллизованных пленок с высоким содержанием хрома наблюдаются две составляющие - нетравящийся твердый раствор (возможно весьма мелкокристаллическое строение, не выявленное в световом микроскопе) и компактные выделения равной стабильной фазы Al_7Cr . В пересчете на среднюю концентрацию хрома в твердом растворе она должна составлять около 3% при содержании 5% хрома в сплаве. Интерпретируя кривую параметра решетки, можно предположить, что максимальная растворимость хрома в твердом растворе приходится на его содержание в сплаве около 6%. При дальнейшем добавлении хрома выделяется осязаемое количество кристаллов фазы Al_7Cr , параметр решетки растет, твердый раствор обедняется хромом

Список использованных источников

1. Калиниченко А.С., Бергманн Г.В. Управляемое направленное затвердевание и лазерная обработка: теория и практика. – Мн.: Технопринт, 2001. – 362 с.
2. Марукович Е.И., Стеценко В.Ю., Баранов К. Н. Исследование литья полых заготовок из силумина АК18 методом намораживания на водоохлаждаемом стрержне //Литье и металлургия. 2011, №3. С. 65 – 67.
3. Ovchinnikov V.I., Roman O.V., Usherenko S.M., Kalinichenko A.S. Effect of Processing with High-speed Particles and Explosion Energy on Mechanical Properties of Materials / Shock-Assisted Synthesis and Modification of Materials. Eds. AA. Deribas, Yu.B. Scheck.- Moscow: Torus Press Ltd., 2006. p. 96 – 97.
4. Кезик В.Я., Калиниченко А.С. Упрочнение литых макрогетерогенных композитов //Литье и металлургия. 2004, №1. С. 40-44.
5. Применение неравновесных процессов затвердевания для получения материалов с улучшенными свойствами // Литье и металлургия. 2010. №4. С. 49-54.