

рокристаллических образцов в режиме ползучести или усталости. Чем выше исходная (после ИПД) нанопористость, тем меньше оказывается долговечность. При этом характеристики кратковременной прочности (микротвердость, предел текучести) практически не чувствительны к негативному влиянию нанопористости.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 09-02-00596-а).

1. Ю.Р. Колобов. Технологии формирования структуры и свойств титановых сплавов для медицинских имплантантов с биоактивными покрытиями // Российские нанотехнологии, 2009, - №11-12.
2. Ю.Р. Колобов, А.Г. Липницкий., М.Б. Иванов, Е.В. Голосов. Роль диффузионно-контролируемых процессов в формировании структуры и свойств металлических наноматериалов // Композиты и наноструктуры. – 2009. - №2.- с.5-32.
3. В.И. Бетехтин, V. Sklenicka, I. Saxl, А.Г. Кадомцев, Б.К. Кардашев, М.В. Нарыкова. ФТТ, т.52, в.8., с.1517-1523 (2010).
4. R. Lapovok, D. Tomys, J. Mang, Y. Estrin, T.C. Lowe. Acta Mater. V.57, issue 10, 2009.
5. V.I. Betekhtin, A.G. Kadomtsev, P. Kral, J. Dvorak, M. Sloboda, I. Saxl, V. Sklenicka. Mater. Sci. Forum. V. 567-568, 93, 2008.
6. В.И. Бетехтин, А.Г. Кадомцев. Перспективные технологии и методы контроля, УО «ВГТУ», Витебск, с.68-85, 2009

НЕПРЕРЫВНОЕ ЛИТЬЕ БИМЕТАЛЛОВ

Марукович Е.И., Брановицкий А.М.

ГНУ «Институт технологии металлов НАН Беларуси», г. Могилев, Беларусь, info@itm.by

В последнее время, в общем объеме исследований металлов и сплавов, доля работ направленных на создание новых биметаллических полуфабрикатов и технологий их производства значительно возросла. В промышленности повышается спрос на композиции устойчивые к истиранию, агрессивным средам, обладающие антифрикционными свойствами, слоистые электротехнические материалы и др. Способы получения биметаллических заготовок, такие как литье, деформация в холодном и горячем состоянии, сварка, наплавка, напыление и ряд других не всегда отвечают современным требованиям научно-технического прогресса. Сложность получения требуемого качества соединения металлов, низкая экономическая эффективность в условиях массового производства, высокие затраты на подготовку лакируемой поверхности сдерживают широкое использование биметаллов в промышленности. Для решения задачи предлагается способ получения биметаллических заготовок, в котором соединение металлов происходит в жидкофазном состоянии в процессе непрерывного литья, при этом способе отпадает необходимость в подготовке поверхности металла основы, применении защитных газовых сред, раскисляющих и межфазово-активных компонентов, предварительном нагреве. Высокая активность металлов при температурах плавления, чистота взаимодействующих поверхностей создают условия для активного протекания диффузионных процессов, что позволяет достичь высокого качества соединения компонентов.

Для производства прямоугольных и цилиндрических двухслойных заготовок методом непрерывного горизонтального литья разработаны устройства [1]. Схема

устройства для получения прямоугольных биметаллических заготовок представлена на рисунке 1, а. Расплавы металлов 1 и 2 заливают в металлоприёмник 3, разделённый на две секции. Металл 2 через канал 7, образуемый графитовой вставкой 8 и пластиной 6, подаётся в верхнюю часть, а металл 1 через канал 4, образуемый пластиной 6 и графитовой вставкой 5, подаётся в нижнюю часть, формирующейся в кристаллизаторе биметаллической отливки 10. Полученную плоскую биметаллическую отливку извлекают из кристаллизатора при помощи валков 11. Конструкция кристаллизатора обеспечивает отвод тепла преимущественно через верхнюю и нижнюю поверхности формирующейся в кристаллизаторе биметаллической отливки.

Принципиальная схема процесса непрерывного литья цилиндрических биметаллических заготовок [2] представлена на рисунке 1, б. Расплавы металлов 1 и 2 заливают в двухсекционный металлоприемник 3. Металл 1 через металлопровод 4 поступает в центральную часть, а металл 2 через кольцевой канал 5, образуемый металлопроводом и кристаллизатором в периферийную часть затвердевающей отливки. Отливку циклически (движение - остановка) извлекают из кристаллизатора вытягивающим устройством. При выходе образовавшейся заготовки 8 металла периферии из зоны металлопровода, ее внутренняя поверхность вступает в контакт с жидким металлом 1, после чего начинается процесс формирования биметаллической отливки. На первом этапе происходит образование переходной зоны металлов, на втором – затвердевание металлов.

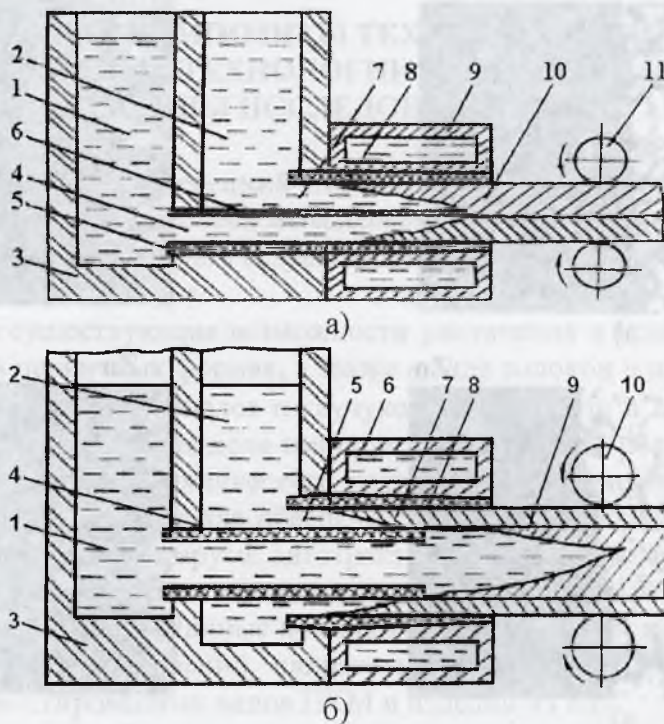


Рис.1.(а) Схема установки для получения прямоугольных биметаллических заготовок: 1 – металл 1; 2 – металл 2; 3 – металлоприемник; 4 – нижний канал; 5 – нижняя графитовая вставка; 6 – пластина; 7 – верхний канал; 8 – верхняя графитовая вставка; 9 – водоохлаждаемый корпус кристаллизатора; 10 – биметаллическая отливка; 11 – тянущие клетки. (б) Схема установки для получения цилиндрических биметаллических заготовок: 1 – металл 1; 2 – металл 2; 3 – двухсекционный металлоприемник; 4 – металлопровод; 5 – кольцевой канал; 6 – водоохлаждаемый корпус кристаллизатора; 7 – полая заготовка металла 2; 8 – графитовая втулка; 9 – биметаллическая отливка; 10 – вытягивающее устройство

Экспериментальные исследования проводились с целью апробирования различных схем и устройств для непрерывного литья биметаллических заготовок и получения образцов микроструктуры биметаллов. Получали биметаллические заготовки “алюминий - свинец”, “алюминий – цинк”, “цинк – свинец”, “алюминий – силумин” (с содержанием кремния 16-18%).

Металлографический анализ полученных образцов показал наличие четкой границы раздела между компонентами [1, 3] (рисунок 2). Для всех структур характерным является наличие области столбчатых кристаллов со стороны алюминия и равноосных кристаллов со стороны олова, цинка, свинца. Это говорит о том, что металлы в момент контакта находились в жидком состоянии, причем олово, цинк и свинец были по отношению к алюминию охладителями, что создавало условия направленной кристаллизации. В случае образца Al-Zn наблюдается некоторое укрупнение дендритов алюминия, что связано с различными условиями теплообмена на границе металлов. Микроструктура олова, свинца и цинка в различных образцах отличается весьма существенно. Это может быть связано с различием в скорости кристаллизации компонента в различных системах.

Приведены результаты анализа диффузионной зоны с применением металлографического, дюрOMETрического, МРСА [3] и акустического методов исследований [4]. Установлено, что размер диффузионной зоны составляет 0,1...0,6 мм.

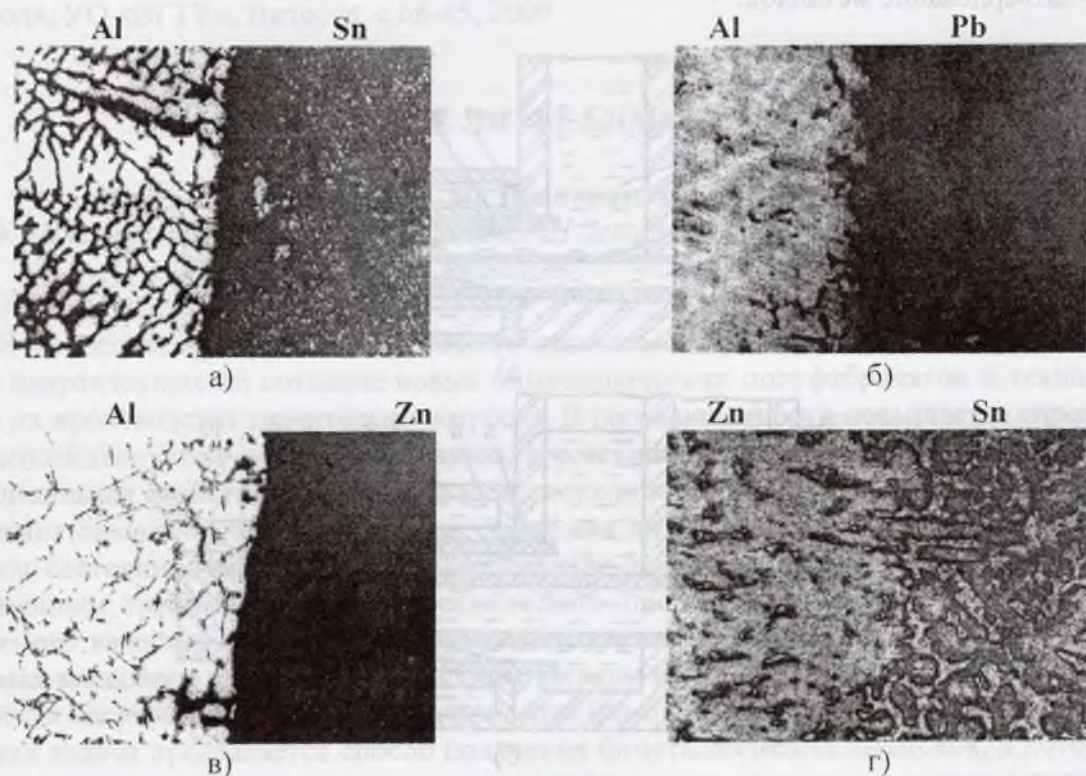


Рис. 2. Микроструктура образцов, $\times 250$: а) Al-Sn; б) Al-Pb; в) Al-Zn; г) Zn-Sn

На основе моделирования теплообмена проведено исследование процесса непрерывного литья прямоугольных биметаллических отливок для композиций “алюминий-медь”, “чугун-бронза” и “алюминий-силумин” [5] и цилиндрических “чугун-бронза” [1]. Определены технологические параметры, при которых возможен устойчивый процесс литья.

Список литературы

1. Marukovich, E.I. Study of possibility of continuous casting of bimetallic components in condition of direct connection of metals in a liquid state / E.I. Marukovich, A.M. Branovitsky, Y.-S. Na, J.-H. Lee, K.-Y. Choi // *Materials & Design, Elsevier*. – 2006. Vol. 27, № 10. – P. 1016–1026.
2. Устройство для непрерывного горизонтального литья биметаллических заготовок: пат. 4141 Респ. Беларусь, МПК В22D 11/00 / А.М. Брановицкий, Е.И. Марукович; заявитель Государственное научное учреждение «Институт технологии металлов Национальной академии наук Беларуси». – № и 20070499; заявл. 2007.07.09; опубл. 28.02.08. // *Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасти*. 2008.
3. Марукович, Е.И. Структура контактного слоя биметаллов, полученных соединением компонентов в жидком состоянии / Е.И. Марукович, А.Г. Анисович, В.В. Дозмаров, Ю.В. Мухин // *Литейное производство*. – 1999. – №9. – С. 12–15.
4. Марукович, Е.И. Исследование зоны контакта биметаллов методом высокочастотного ультразвукового зондирования / Е.И. Марукович, В.В. Дозмаров, И.Г. Войтенко // *Литье и металлургия*. – 1998. – № 1. – С. 24–26.
5. Марукович, Е.И. Анализ температурных полей при затвердевании непрерывнолитой биметаллической отливки / Е.И. Марукович, А.М. Брановицкий, Ю.А. Лебединский // *Литье и металлургия*. – 2006. – №1. – С. 71–74.

ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ, СВОЙСТВА, ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК

Песецкий С.С., Мышкин Н.К.

*ГНУ «Институт механики металлополимерных систем им.В.А. Белого
НАН Беларуси», Гомель, Республика Беларусь, e-mail: otdel5mpri@tut.by*

Несмотря на существующие возможности увеличения в Беларуси объемов выпуска полимеров в первичных формах, а также в виде волокон и шин, объем закупок по импорту полимерных материалов и каучуков республикой в 2010 г. составил ≈1 млрд. долл. США. Значительная доля импорта приходится на полимерные композиционные материалы (ПКМ) технического назначения (инженерные пластики). Эти материалы крайне необходимы для обеспечения жизнедеятельности ряда отраслей, являющихся базовыми для Беларуси: автотракторное и сельскохозяйственное машиностроение, электроэнергетика, электроника, железнодорожный транспорт, строительство, производство ТНП. Данные посылки предопределяют необходимость проведения масштабных исследований, направленных на создание импортозамещающих и экспортоориентированных видов ПКМ и изделий из них.

Целью настоящей работы является анализ современных тенденций в области технологии ПКМ технического назначения, их характеристика, определение наиболее перспективных направлений исследований и разработок в данном направлении.

Среди современных методов получения ПКМ следует особо выделить технологии, основанные на реакционных процессах. Они базируются на протекании химических или физико-химических взаимодействий в смесях полимеров или гомополимеров, низкомолекулярных веществ и наполнителей, направленно влияющих на показатели эксплуатационных свойств материалов. Процессы, основанные на реак-