

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 отпадает необходимость в подготовке поверхности металла основы, применении защитных газовых сред, раскисляющих и межфазоактивных 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.

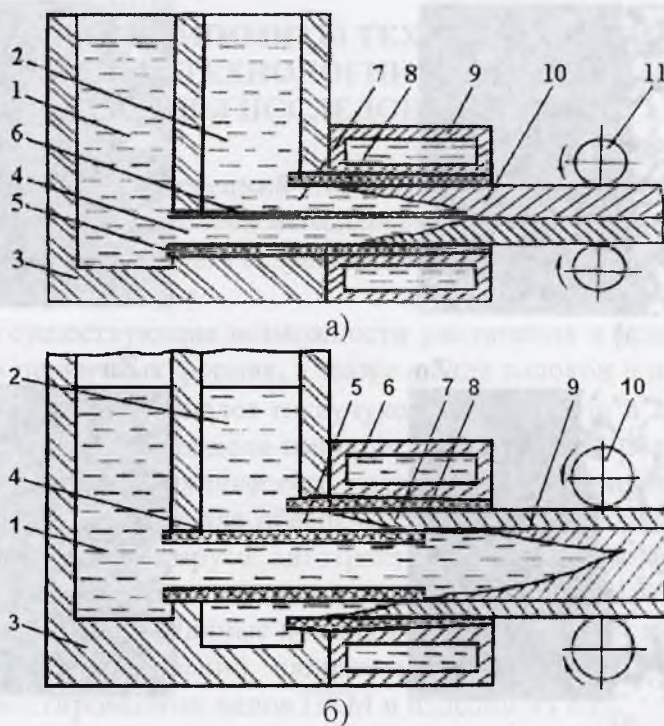


Рис.1.(а) Схема установки для получения прямоугольных биметаллических заготовок: 1 – металл 1; 2 – металл 2; 3 – металлоприемник; 4 – нижний канал; 5 – нижняя графитовая вставка; 6 – пластина; 7 – верхний канал; 8 – верхняя графитовая вставка; 9 – водоохлаждаемый корпус кристаллизатора; 10 – биметаллическая 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.

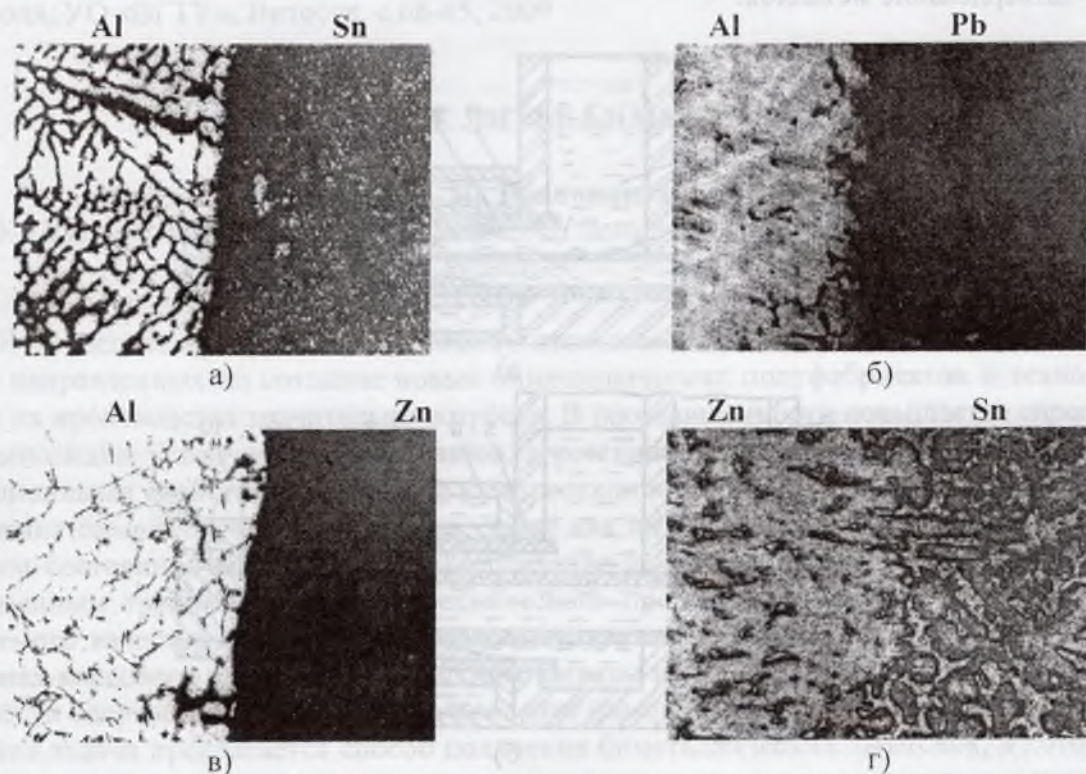


Рис. 2. Микроструктура образцов, $\times 250$: а) Al-Sn; б) Al-Pb; в) Al-Zn; г) Zn-Sn

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. Brano-vitsky, 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 загото-вок: пат. 4141 Респ. Беларусь, МПК В22D 11/00 / А.М. Брановицкий, Е.И. Маруко-вич; заявитель Государственное научное учреждение «Институт технологии метал-лов 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 соедине-нием компонентов в жидком состоянии / Е.И. Марукович, А.Г. Анисович, В.В. Доз-маров, Ю.В. Мухин // *Литейное производство*. – 1999. – №9. – С. 12–15.
4. Марукович, Е.И. Исследование зоны контакта биметаллов методом высокочас-тотного ультразвукового зондирования / Е.И. Марукович, В.В. Дозмаров, И.Г. Вой-тенко // *Литье и металлургия*. – 1998. – № 1. – С. 24–26.
5. Марукович, Е.И. Анализ температурных полей при затвердевании непрерывно-литой биметаллической отливки / Е.И. Марукович, А.М. Брановицкий, Ю.А. Лебе-динский // *Литье и металлургия*. – 2006. – №1. – С. 71–74.