

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АНТИФРИКЦИОННОГО СПЛАВА Al–Zn–Sn*

Ю.С. Авраамов, И.А. Кравченкова, А.Н. Кравченков,
С.Ю. Королев, Р.А. Новоселов, А.Д. Шляпин

Исследована возможность получения композиционного материала на основе сплава Al–Zn со значительным содержанием олова. Предложен механизм для описания процессов контактного легирования в изученной системе Al–Zn–Sn, удовлетворительно объясняющий наблюдаемые экспериментальные результаты.

Ключевые слова: контактное легирование, алюминий, цинк, олово.

Введение

В настоящее время для производства подшипников скольжения широко используются алюминиевые сплавы. Одним из таких сплавов является классический сплав АО-20, в котором содержание олова составляет 20 % (по массе). Сплав получают методом непрерывной разливки перегретого расплава Al–Sn с последующей быстрой кристаллизацией. При изготовлении антифрикционных вкладышей полученный таким образом полуфабрикат в виде ленты толщиной до 0,5 см соединяют со стальной лентой методом совместной прокатки.

Данная технология – достаточно трудоемкая и затратная. Кроме того, при такой технологии нерационально используется дефицитное олово. Олово, служащее твердой смазкой, содержится во всем материале вкладыша, который при весьма незначительном износе подлежит замене. Более рациональным является метод, позволяющий создавать вкладыши на основе алюминия с поверхностным слоем, содержащим включения олова толщиной не более 0,3 мм.

В работе [1] была предпринята попытка получения сплава Д16–Sn, полностью удовлетворяющего принципу Шарпи, при котором поверхностный слой сплава Д16–Sn представляет собой твердую матрицу Д16 с мягкими включениями олова. Такая градиентная структура сплава обеспечивает его высокую работоспо-

собность в сочетании с хорошими антифрикционными свойствами.

Данный сплав был получен методом контактного легирования, основанном на взаимодействии твердого сплава Д16 и расплава олова. При температуре контактного легирования благодаря взаимной диффузии в жидкой фазе происходит довольно интенсивное проникновение атомов легирующего элемента из расплава в легируемый объект, преимущественно по границам зерен и другим дефектам.

В процессе контактного легирования сплава Д16 миграция компонентов расплава в легируемый сплав затруднена и проходит не всегда равномерно. В связи с этим в данной работе будет рассмотрена возможность контактного легирования оловом сплава Al–Zn, который при температуре контактного легирования находится в твердо-жидкофазном состоянии.

Получение сплавов на основе сплава Al–Zn методом поверхностного контактного легирования

Проанализировав ряд двойных диаграмм, в качестве объекта легирования выбрали систему Al–Zn с высоким содержанием цинка (50 %), а в качестве легирующего элемента – олово.

Для получения сплава Al–Zn использовали алюминий марки А95 ГОСТ 11069 – 2001 и цинк марки Ц1 ГОСТ 3640 – 94. Компоненты

* Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы, государственный контракт № П802 от 24.05.2010.

сплавляли в печи и перегревали до температуры 800 °С. Для устранения ликвации по плотности расплав перемешивали механическим путем в течение 10 мин и охлаждали тигель на медной водоохлаждаемой пластине.

Микроструктура полученного сплава Al-Zn представляет собой совокупность равномерно распределенных α - и β -фаз – твердого раствора цинка в алюминии и твердого раствора алюминия в цинке (рис. 1).

Для проведения контактного легирования из прямоугольной отливки сплава Al-Zn был изготовлен образец толщиной 7 мм, поверхность которого отшлифовали.

Контактное легирование сплава Al-Zn из расплава олова затруднено в связи с окислением взаимодействующих компонентов. Окисление является не единственным вредным фактором, оказывающим негативное влияние на процесс контактного легирования, однако без его устранения добиться равномерного легирования не удастся. Для хорошего воспроизведения композиционного материала Al-Zn-Sn необходимо создать специальные условия.

Создав условия для успешного осуществления процессов легирования, получили достаточно равномерный легированный слой. На рис. 2 представлен макроснимок поперечного сечения образца. Глубина легированного слоя в среднем составляла 2 мм, время на его создание не превышало 30 мин. Ранее отмечалось, что такая толщина легированного слоя является избыточной, поэтому для реальных вкладышей время контактного легирования будет значительно меньше.



Рис. 1. Микроструктура сплава Al-Zn

Исследование микроструктуры полученного сплава Al-Zn-Sn

Из полученного образца сплава приготовили шлиф для растровой электронной микроскопии. Микроструктура полученного композиционного материала Al-Zn-Sn представлена на рис. 3. Как видно из рис. 3, олово проникло в сплав Al-Zn преимущественно по жидкой β -фазе на основе цинка.

В процессе легирования наблюдалась миграция не только жидкого олова в легируемый материал, но и элементов сплава в легирующий расплав. Это явление возникало и во многих других экспериментах по контактному легированию сплавов на основе Al [2]. В результате проникания олова в легируемый образец в легирующий расплав активно мигрируют цинк и алюминий. При длительном легировании сплав Al-Zn может разрушиться. Для предотвращения разрушения сплава процесс легирования должен заканчиваться при получении легированного слоя заданной толщины.

В нижней части микроструктуры полученного образца виден фрагмент затвердевшего расплава, в верхней части – легируемый сплав (см. рис. 3). Во фрагменте расплава видны частицы алюминия и цинка, образовавшиеся в процессе кристаллизации расплава.

Присутствие олова в поверхностном слое сплава Al-Zn в β -фазе подтверждается результатами рентгеноспектрального анализа. На рис. 4 показано распределение компонентов сплава Al-Zn-Sn в зоне контакта расплава с образцом. Такое распределение компонентов с различными свойствами способно обеспечить в результате трения образование микрорельефа, создающего ограниченную площадь фактического

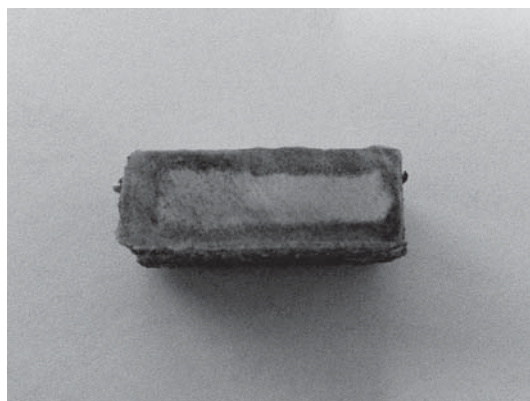


Рис. 2. Макроснимок образца сплава Al-Zn, легированного из расплава олова

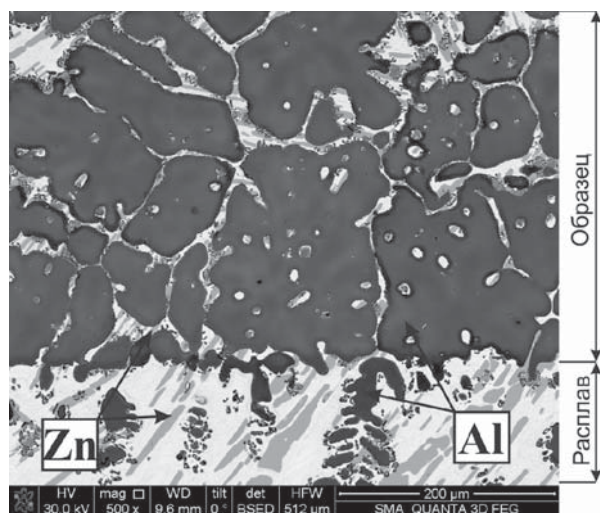


Рис. 3. Микроструктура сплава Al–Zn, легированного из расплава олова

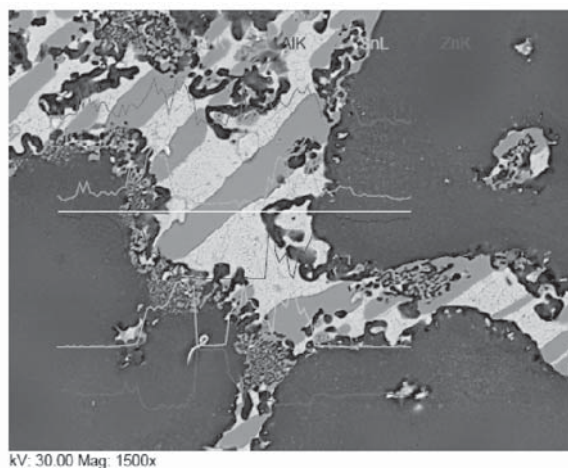


Рис. 4. Распределение компонентов сплава Al–Zn–Sn в пограничной зоне β-фазы

контакта, а также рациональное распределение продуктов износа в зоне контакта с хорошим удержанием их вместе со смазкой во впадинах микрорельефа.

Закключение

Предложенный антифрикционный сплав на основе сплава Al–Zn со значительным содержанием олова в поверхностном слое может быть использован для изготовления антифрикционных вкладышей взамен более дорогостоящего сплава АО-20.

Список литературы

1. Авраамов Ю.С., Кравченкова И.А., Шляпин А.Д. Новые антифрикционные сплавы на основе алюминия // Физика и химия обработки материалов. 2010. № 2. С. 85 – 88.
2. Авраамов Ю.С., Кравченкова И.А., Кравченков А.Н. и др. Получение антифрикционного композиционного материала на основе силумина АК12 // Известия МГИУ. 2011. № 3(23). С. 10 – 15.

Материал поступил в редакцию 12.02.2012

АВРААМОВ Юрий Серафимович

E-mail: avraamov@mail.msiu.ru
Тел.: +7(495) 620-39-89

Доктор технических наук, профессор, президент ФГБОУ ВПО «МГИУ», заслуженный деятель науки РФ. Академик Международной академии наук высшей школы, член Международного союза экономистов. Автор более 300 научных трудов, в том числе 40 авторских свидетельств на изобретение, 7 монографий.

КРАВЧЕНКОВА Ирина Александровна

E-mail: iri540@yandex.ru
Тел.: +7(495) 620-39-68

Ассистент кафедры материаловедения и ТКМ ФГБОУ ВПО «МГИУ». Сфера научных интересов – металловедение и композиционные материалы. Автор пяти научных трудов.

КРАВЧЕНКОВ Антон Николаевич

E-mail: akravchenkov64@yandex.ru
Тел.: +7(495) 620-39-68

Кандидат технических наук, доцент кафедры материаловедения и ТКМ ФГБОУ ВПО «МГИУ», соавтор 12 научных трудов. Сфера научных интересов – металловедение и композиционные материалы.

**КОРОЛЕВ
Сергей Юрьевич**

E-mail: ks555@bk.ru
Тел.: +7(495) 620-39-68

Старший преподаватель кафедры материаловедения и ТКМ ФГБОУ ВПО «МГИУ». Сфера научных интересов – металловедение и композиционные материалы.

**НОВОСЕЛОВ
Роман Андреевич**

E-mail: deemalfy@gmail.com
Тел.: +7(499) 155-08-48

Студент 4-го курса кафедры материаловедения и ТКМ ФГБОУ ВПО «МГИУ».

**ШЛЯПИН
Анатолий Дмитриевич**

E-mail: ashliapin@list.ru
Тел.: +7 (495) 675-61-92

Доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе ФГБОУ ВПО «МГИУ», заслуженный работник Высшей школы РФ. Сфера научных интересов – металловедение, физика металлов и композиционные материалы. Автор более 130 научных работ, в том числе 7 монографий, 35 авторских свидетельств и патентов.