

Затуловский А.С., Щерецкий В.А., Лакеев В.А., Каранда Е.А.

(ФТИМС НАН України, г. Київ)

**ФОРМИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ЗОН ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ
БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ПЛАКИРУЮЩИМ СЛОЕМ ИЗ
МЕДНОМАТРИЧНОГО КОМПОЗИТА**

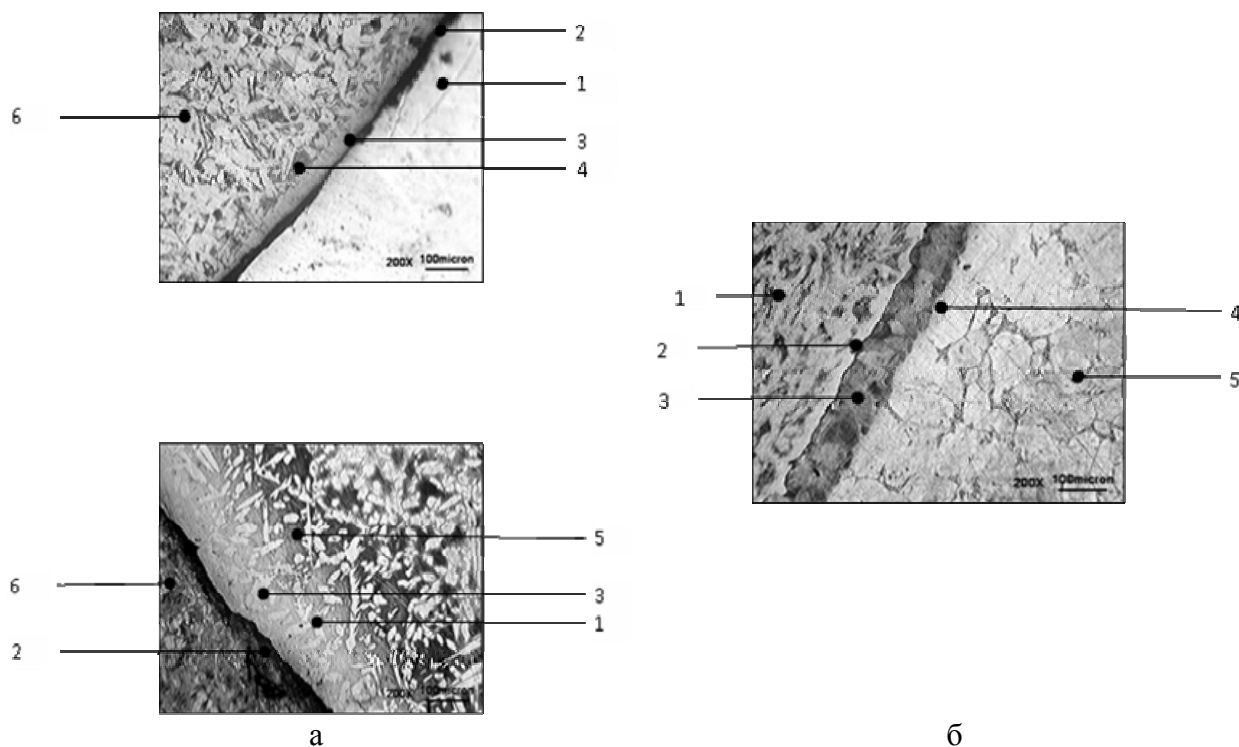
E-mail: kompozit@ptima.kiev.ua

В биметаллическом материале сочетаются эксплуатационные свойства, которые невозможно получить в отдельном составляющем композит компоненте: например, высокая прочность с повышенной антифрикционностью и др. заданными специальными физико-технологическими свойствами. В данной работе рассматривается вариант консолидации (печной сварки) изделий из антифрикционного биметалла, состоящего из стальной основы и плакирующего макрогетерогенного композита антифрикционного назначения [1-4]. Температурно-кинетические режимы нагрева, затвердевания и охлаждения заготовок при печной наплавке должны обеспечивать получение оптимальной микроструктуры слоев, стабильность свойств компонентов и минимум литейных дефектов в готовом изделии.

Были изучены особенности строения границ сцепления слоев биметаллов на основе стали с плакирующим слоем из монометалла (латунь), и из композита – ЛКМ на основе латунной матрицы.

В полость графитовой формы по центру устанавливали стальной стержень диаметром 20 мм, поверхность которого была предварительно очищена, обезжирена и обсыпана бурой. Форму со стержнем поместили в печь, нагрели до 1000 °С и выдержали при этой температуре 20 мин (образец №3д). Во втором варианте, пространство, образовавшееся между стержнем и формой, заполнили стальной дробью диаметром 1,0...1,5 мм, которую предварительно очистили, обезжирили и обсыпали бурой и флюсом. Форму со стержнем и дробью также нагрели в печи до 1000 °С и выдержали 20 мин (образец №1д). Последующие технологические приемы были однотипными. Нагретую форму извлекали из печи, сверху устанавливали латунную бобышку, и в сборе помещали в печь и нагревали до 1050 °С. Выдержка при этой температуре составляла 1 час. При этом расплавившаяся латунь заполняла пространство между стержнем и стенками формы (образец №3д) или поры между дробинками пористой насадки (образец №1д). После извлечения из печи формы с полученным биметаллом сталь – латунь и сталь – ЛКМ охлаждались на воздухе до комнатной температуры.

Металлографічним аналізом було встановлено, що поряд з перехідним шаром і в сталі і в мідному сплаві (латуні і матриці ЛКМ), існують зони взаємодії металів. Ширина їх різна, в залежності від вибраного металу плакіровки. Наприклад, в сталевому стержні плакуючого шару зразка 3д ширина зони взаємодії становить 25...30 мкм, в зразку 1д – 125 мкм. Варіює ширина зони взаємодії в плакуючому кольоровому металі. В латуні зміна структури виражається в тому, що відбувається зменшення кількості α -фази, вона як би втрачає чіткість своїх меж (рис. 1).



1 – латунь; 2 – тріщина на границі з'єднання металів; 3 – перехідний шар; 4 – зона взаємодії в сталі; 5 – зона взаємодії в латуні; 6 – сталевий стержень

1 – сталевий стержень; 2 – зона взаємодії в сталі; 3 – перехідний шар; 4 – зона взаємодії в матриці ЛКМ; 5 – матриця ЛКМ

Рис. 1. Мікроструктури межі з'єднання біметалла: а – «сталь-латунь»; б – «сталь – ЛКМ»

Об'яснення цього явища було отримано в результаті досліджень, проведених методом мікрорентгеноспектрального аналізу. Було встановлено, що в вказаних областях компонентів біметаллів відбувається зустрічна дифузія елементів сплаву сталі і латуні (плакуючого шару) або латунної матриці ЛКМ. Встановили, що з мідного сплаву в метал сталевий стержня дифундує мідь, цинк, олово. З сталі стержня – в метал плакіровки зафіксована дифузія заліза і марганця. Обогащення зон взаємодії переліченими елементами приводить до зміни структури латуні, матричного сплаву ЛКМ і зниженню їх мікротвердості.

Сравнение результатов проведенных исследований для двух образцов биметаллов показало:

1. В случае использования в качестве плакирующего слоя ЛКМ в сравнении с монолатунью возрастает ширина переходного слоя, а также зон взаимодействия металлов, располагающихся в стали стержня и в плакировке. Это косвенно свидетельствует о различной интенсивности растворно-диффузионного взаимодействия стали с матричным сплавом ЛКМ в сравнении с монолатунью, что создает более плотный контакт сплавляемых в биметалл компонентов. В то же время, на границе соединения стального стержня с латунью образовалась микротрещина, имеющая различную, изменяющуюся ширину.

2. Установили более плавное изменение в результате встречной диффузии содержания элементов (Fe, Cu, Zn, Si, Mn, Sn), при переходе сталь – зона взаимодействия – ЛКМ по сравнению с переходом сталь – зона взаимодействия – латунь и, как следствие, более плавное изменение структуры слоев, что подтверждают данные микрорентгеноспектрального анализа и изменения микротвердости фаз по указанным линиям переходов от стали к плакирующим слоям.

3. Наличие на границе плотного соединения материалов сталь + латунь и образование трещины по всей длине границы сталь + латунь обусловлено возникновением напряжений растяжения на границе в результате взаимодействия слоев разнородных компонентов биметалла в процессе твердожидкофазного совмещения материалов, а также тем, что уровень остаточных напряжений в пограничных слоях биметалла сталь + ЛКМ существенно ниже, чем на границе сталь + латунь (вследствие разницы КЛТР: $\alpha_{\text{латуни}} > \alpha_{\text{ЛКМ}}$) и расщепления напряжений в гетерофазном ЛКМ медный сплав + стальные гранулы.

Література:

1. Чепурко М.И. и др. Производство биметаллических труб и прутков. М.: Металлургия, 1986. – 240 с.
2. Затуловский А.С., Тракшинский Б.Р., Затуловский С.С. Освоение антифрикционных композитов – решение проблемы увеличения ресурса работы оборудования // Металл и литье Украины. – 2004. – №1-2. – С. 21-26.
3. Затуловский А.С., Тракшинский Б.Р. Технично-економическіе предпосылки эффективного применения износостойкого металлокомпозита вместо антифрикционных бронз / Материалы III Международной научно-практической конференции «Литье – 2007», Запорожье: 2007. – С.72-75.
4. Затуловский С.С. и др. Литые композиционные материалы. – К.: Техника, 1990. – 240 с.