

УДК 621.793

<https://www.doi.org/10.47813/dnit-II.2023.7.203-206>

EDN [AZAJUD](#)



Фазовый состав медно-цинкового покрытия под влиянием термической обработки

В.Е. Архипов, Г.В. Москвитин, М.С. Пугачев*

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук,
Малый Харитоньевский пер., 4, Москва, 101000, Россия

*E-mail: pugachevmax@mail.ru

Аннотация. Проведено исследование влияния на фазовый состав и структуру медно-цинкового покрытия термической обработки в течение 3-180 мин при температуре 425°C. Показано, что при последующей термической обработке нанесенного слоя происходит изменение массовых долей меди, цинка и соединений электронного типа, а также появление новых фаз. Термическая обработка покрытия в течение 180 мин приводит к тому, что получаемое покрытие соответствует латуни Л65 по химическому и фазовому составу.

Ключевые слова: газодинамическое покрытие, двойная латунь, твёрдый раствор электронного типа, термическая обработка покрытия.

Phase composition of copper-zinc coating under the influence of heat treatment

V.E. Arkhipov, G.V. Moskvitin, M.S. Pugachev*

Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of Sciences, 4
Maly Kharitonyevsky Pereulok, Moscow, 101000, Russia

*E-mail: pugachevmax@mail.ru

Annotation. The effect of heat treatment for 3-180 min at a temperature of 425 °C on the phase composition and structure of the copper-zinc coating was studied. It is shown that during the subsequent heat treatment of the deposited layer, there is a change in the mass fractions of copper, zinc and electronic-type compounds, as well as the appearance of new phases. Heat treatment of the coating for 180 minutes leads to the fact that the resulting coating corresponds to brass CW508L in chemical and phase composition.

Keywords: gas-dynamic coating, double brass, solid solution of electronic type, heat treatment of coating.

1. Введение

Медные сплавы широко применяются в области машиностроения, как в нашей стране, так и за рубежом. Одним из этих применений являются подшипники скольжения [1]. Получение таких изделий возможно не только путем механической обработки медных сплавов, но и с помощью нанесения покрытий из порошков меди и цинка. Методом, позволяющим это делать, является газодинамическое напыление. Меняя технологические параметры напыления, например, температуру и время нанесения покрытия можно менять структуру и свойства получаемого покрытия [2].

2. Постановка задачи (Цель исследования)

Целью работы являлось оценка влияния на фазовый состав и структуру медно-цинкового покрытия термической обработки нанесенного слоя при 425°C в течение от 3 до 180 мин.

3. Методы и материалы исследования

Покрытие наносилось газодинамической установкой «ДИМЕТ – 404» на подложку из стали 40х при температуре воздуха 450°C. Исходная порошковая смесь состояла из порошка меди, цинка и корунда в процентном отношении $Cu : Zn : Al_2O_3 = 35\%:35\%:30\%$ [3]. Для получения сплошного покрытия следующий слой покрытия наносился со смещением 2 мм относительно предыдущего. Затем осуществлялась термическая обработка нанесенного слоя при температуре 425°C в течение 3, 5, 10, 20, 40, 60, 180 мин.

Анализ состава полученного покрытия проводился рентгенофлуоресцентным, рентгеноструктурным фазовым, микрорентгеноспектральными методами исследования.

4. Полученные результаты

Анализ с помощью рентгенофлуоресцентного метода выявил, что в покрытии массовые доли цинка составляет 35%, а меди 65%. Такому содержанию базовых металлов соответствует двойная латунь Л65, структура которой состоит из α – фазы и β' – фазы.

Анализ с помощью рентгеноструктурного фазового метода выявил наличие в покрытии твёрдого раствора электронного типа на базе $Cu_5 Zn_8$ (γ - фазы), цинка, меди в массовых долях соответственно 47%, 16%, 31%. При этом еще определяются оксиды цинка и алюминия в долях 5% и 1% соответственно.

Исследуемое покрытие состоит из зерен меди и цинка величиной от 15 до 30 мкм, а также пор размером от 1 до 10 мкм, которые образовались, вероятнее всего, при механической обработке шлифов после удаления с их поверхности застрявших частиц оксида алюминия (рисунок 1).

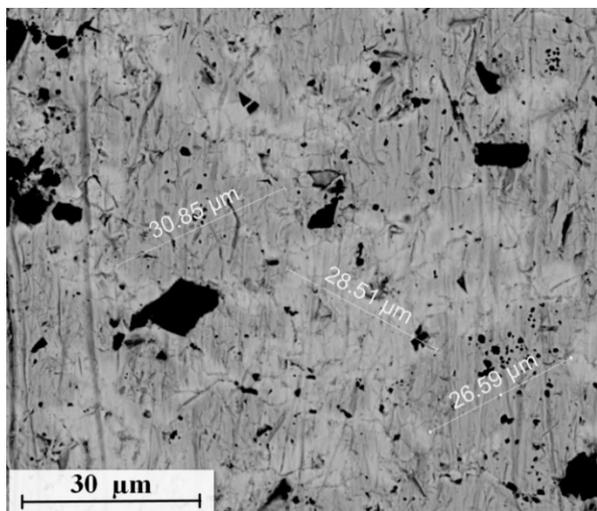


Рисунок 1. Вид поверхности медно-цинкового покрытия.

Рентгеноструктурный фазовый анализ показывает наличие меди, цинка и твёрдого раствора электронного типа на базе γ – фазы, массовая доля которых составляет 31%, 16% и 47% соответственно.

Термическая обработка (ТО) исследуемого покрытия в течение 3 мин приводит к повышению содержания меди до 40%, а с увеличением времени выдержки до 180 мин, содержание меди падает до 0%. Содержание цинка не выявляется после термической обработки, что объясняется его растворением с формированием твёрдого раствора электронного типа на базе γ – фазы массовой долей до 52%.

При термической обработке исследуемого покрытия в течение 5 мин в нем выявляется твёрдый раствор α – фаза долей 13% и электронное соединение на базе β' - фазы в количестве 32%. Дальнейшее увеличение времени ТО увеличивает содержание α – фазы до 70% и снижает содержание β' - фазы до 12%, а также повышает содержание оксида цинка от 5 до 13%, что объясняется окислением цинка.

Анализ параметров решётки меди позволяет утверждать, что структура покрытия состоит из твёрдых растворов цинка в меди с разным содержанием меди и твёрдого раствора электронного типа на базе β' - фазы.

Структура покрытия подвергнутого ТО в течение 60 мин состоит из зерен размером в среднем около 10 мкм.

ТО при 180 мин приводит к окончательному формированию структуры на основе α – фазы и β' - фазы, присущих двухфазным латуням. Таким образом, по химическому 35 ат.%. (цинк) и 65 ат. % (медь) и фазовому составу медно-цинковое покрытие после термической обработки соответствует двойной латуни Л65.

5. Выводы

Используемые технологические режимы газодинамического напыления медно-цинкового покрытия: температура потока воздуха 450°C, смещение слоев при напылении на 2 мм, позволяют получать структуру нанесенного слоя, состоящую из твердого раствора электронного типа на базе γ – фазы, цинка и меди с массовыми долями 47, 16 и 31% соответственно.

Последующая термическая обработка нанесенного покрытия при температуре 425°C в течение 180 мин приводит к изменению фазового состава покрытия: появляются твердый раствор электронного типа на базе β' – фазы и твердый раствор цинка в меди α -фаза, их доли составляют 12% и 70% соответственно.

Полученное после ТО в течение 180 мин покрытие соответствует латуни Л65 по химическому и фазовому составу.

Список литературы

1. Лахтин, Ю.М. Материаловедение: Учебник для высших технических учебных заведений. – 3-е изд., перераб. и доп. / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. – М.: Машиностроение, 1990. – 528 с.
2. Архипов, В.Е. Влияние технологических параметров газодинамического напыления на структурно - фазовые превращения в покрытии типа «латуни» / В.Е. Архипов, Т.И. Муравьёва, М.С. Пугачев, И.В. Шкалей // Упрочняющие технология и покрытия. – 2020. – Т. 16. – № 12. – С. 554-560.
3. Димет. Применение технологии и оборудования. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dimet-r.narod.ru/> (Дата обращения 20.02.2023).