

УДК 621.357.7

А. Ю. Рензиев\*, С. С. Кругликов, Н. Е. Некрасова, Г. Г. Левин

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия  
125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20\* e-mail: [axelgr@inbox.ru](mailto:axelgr@inbox.ru)**ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ  
ЭЛЕКТРОПРОВОДНОГО СЛОЯ В ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ГАЛЬВАНОПЛАСТИКЕ**

В ходе работы практическим путем определен оптимальный состав электропроводного слоя, а также материала для изготовления формы. Выбор состава проводящего слоя основывался на замеренных данных электропроводности некоторых материалов, таких как: порошки графита, серебра и меди. Полученные данные о проводимости, а также химических свойствах приведенных реактивов, позволили добиться оптимального итогового результата.

**Ключевые слова:** выбор электропроводного слоя, полимеры для формования, адгезия порошков.

В гальванопластике уделяется большое внимание следующим видам работ: изготовлению форм; нанесению проводящего слоя (или разделительного); первичному электроосаждению металла (затяжке), скоростному наращиванию металла в основном электролите; механической обработке для удаления технологических припусков, наростов и излишков металлического осадка на отдельных участках покрытой формы; отделению форм от осадка.

**Выбор формы**

Выбор материала форм, конструирование и изготовление их являются наиболее ответственными стадиями в технологии гальванопластики. В зависимости от конфигурации изготавливаемых деталей формы делятся на постоянные и разрушаемые.

Постоянные формы применимы, как правило, для изделий простой конфигурации. Для получения деталей сложной формы чаще используются разрушаемые формы.

Материал для создания барельефа выбирался исходя из нескольких факторов:

1. Пластичность. Рельеф мастер -модели достаточно сложный, а значит пластичность резины играет важную роль – чтобы исключить повреждение формы при отделении от матрицы.
2. Химическая устойчивость. Так как форма будет погружена в электролит, то следует обеспечить условия, при которых резина не будет взаимодействовать со средой. Поэтому форма изготовлена из силикона, т.к. он химически инертен.
3. Холодное отверждение. Выбранная резина должна полимеризоваться при комнатной температуре, т.е. без воздействия повышенных температур. Данное условие необходимо для сохранности мастер-модели, т.к. она выполнена из пластилина и расплавится при высокой температуре.

**Электропроводный слой**

Перед проведением работ по выращиванию детали были рассмотрены несколько способов получения электропроводного слоя на поверхности формы: химическое осаждение (например, реакция серебряного зеркала), распыление из спреев с

проводящим лаком, натирание электропроводными порошками.

Химическое осаждение имеет достаточно сложный технологический процесс и ряд других ограничений. В частности, относительно высокую адгезию получаемого электропроводящего слоя к материалу формы и невозможность нанесения разделительного покрытия, что в совокупности заметно усложняет последующее безопасное извлечение готовой детали. Использование спреев оказалось затруднено в первую очередь по экономическим причинам ввиду высокой стоимости материалов, а также труднодоступностью необходимых составов.

По ряду описанных выше причин для осаждения металла в форму в данной работе был выбран метод нанесения проводящего слоя натиранием электропроводными порошками из-за своей доступности и достаточно широкого выбора компонентов. Натирание возможно произвести графитом, серебром (полученное химическим способом) и медью.

Для определения наиболее подходящего компонента были проведены замеры удельного сопротивления всех материалов. Данные эксперимента представлены в таблице 1.

**Таблица 1. Удельное сопротивление различных электропроводящих порошков**

Наименование порошка	Удельное сопротивление, Ом/см
Серебро (порошок, полученный химическим способом)	1,176
Порошок меди	8
Графит	100

Серебро имеет наилучшую проводимость из всех представленных порошков и, следовательно, самую высокую скорость затяжки формы, что позволяет значительно сэкономить время.

Порошок графита имеет очень высокое сопротивление, следовательно, низкую проводимость, что отрицательно сказывается на времени «зарастания» формы. Проблема частично

решается увеличением количества токоподводов, но такое усложнение оснастки формы негативно влияет на прочность всей конструкции, которая подвержена определенным нагрузкам в ходе эксперимента (перемещение по лаборатории, загрузка в емкость с электролитом и закрепление).

Таблица 2. Массы порошков, пошедших на создание электропроводного слоя

Наименование порошка	Масса для 14.5 дм <sup>2</sup> , г	Масса для 1 дм <sup>2</sup> , г
Серебро (порошок, полученный химическим способом)	2,5	0,172
Порошок меди	2,5	0,172
Графит	0,5	0,0344

Применение медного порошка оказалось затруднено по причине его химических свойств. Мелкодисперсная медь очень быстро окисляется на воздухе, что сказывается на токопроводящих характеристиках слоя – возрастает удельное сопротивление.

Основной инновационной составляющей проведенной работы стал тщательный подбор материала электропроводного слоя. Благодаря экспериментально полученным данным о проводимости некоторых материалов стало возможным выбрать оптимальный сразу по нескольким показателям состав. Выбор электропроводного слоя на основе порошка серебра

позволил в несколько раз сократить время проведения процесса, что положительно сказалось на экономической составляющей. Также, использование серебра сделало возможным значительно упростить конструкцию токоподводов, что отразилось на надежности конструкции.

В общем и целом, проведенная работа оставляет открытым вопрос ускорения процесса электроосаждения, решение которого может заключаться в применении реверсивного тока в сочетании с электролитами с различными выравнивающими и блескообразующими добавками. С теоретической точки зрения, использование реверсивного тока может повысить скорость осаждения металла, а также улучшить его распределение по форме.

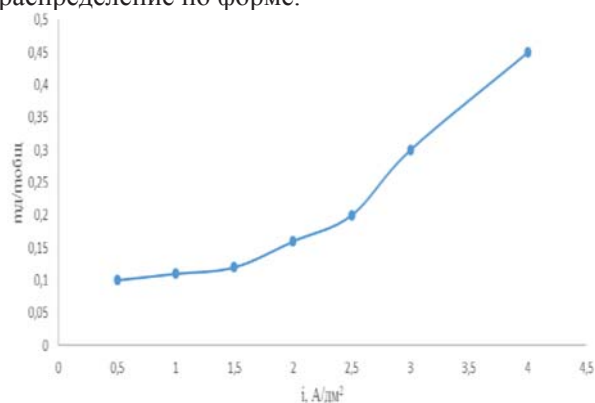


График зависимости массы дендритов к общей массе осадка от плотности тока

*Рензяев Александр Юрьевич*, аспирант кафедры Технологии электрохимических процессов РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

*Кругликов Сергей Сергеевич*, д.х.н., профессор кафедры Технологии электрохимических процессов РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

*Некрасова Наталья Евгеньевна*, к.т.н., доцент кафедры Физической химии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

*Левин Георгий Георгиевич*, аспирант кафедры Технологии электрохимических процессов РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва.

#### Литература

1. Кудрявцева О.В. Техническая гальванопластика. – СПб.: Политехника, 2010.
2. Шалкаускас М.И., Вашкялис А.Ю. Химическая металлизация пластмасс. – Л.: Химия, 1972. – 168 с. 2-е изд., перераб. – Л.: Химия, 1977. – 168 с. – 3-е изд., Л.: Химия, Ленинград. отд-ие, 1985. – 145 с.
3. Садаков Г.А. Гальванопластика. – М.: Машиностроение, 2004.

*Renzyaev Alexandr Yurievich\**, *Kruglikov Sergey Sergeevich*, *Nekrasova Natalia Evgenievna*

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

\* e-mail: axelgtr@inbox.ru

## ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF DIFFERENT WAYS OF PRODUCING THE ELECTRICALLY CONDUCTIVE LAYER IN ELECTROFORMING

### Abstract

Optimal composition the conductive layer, and the material for manufacturing a mold. Selection of the composition of the conductive layer was based on data a electrical conductivity of certain materials, were tested experiment ally such as graphite, silver and copper powders. The resulting on conductivity of the data, as well as on the chemical properties of the above reagents allowed to achieve an optimal final result.

**Key words:** selection of a conductive layer, for forming polymers, adhesion of powders.