

Электролитическое формование художественных изделий

Тихонов А. А. к.т.н., доцент НовГУ. E-mail: atnu1@yandex.ru

Электролитическое формование художественных изделий выполняли негативным и позитивным методами. Для негативного метода использовались многообразные вискитовые формы. Наиболее часто, для создания токопроводящих слоёв используется метод графитирования. Однако, токопроводящие слои, полученные методом графитирования, имеют низкую электропроводность. Электропроводность металлических порошков выше, электропроводности графитовых порошков. Однако, токопроводящие слои, созданные втиранием металлических порошков, плохо держатся на поверхности вискита и отслаиваются в электролите. Были приготовлены смеси, состоящие из порошков графита и бронзовой пудры, с различным процентным содержанием. Процесс создания токопроводящего слоя смесью из бронзового порошка 30% и графита 70% почти не отличался от процесса графитирования чистым графитом, а созданный токопроводящий слой обладал аналогичной, с чисто графитовым слое устойчивостью в электролите меднения. При увеличении содержания, в смеси с графитом, бронзовой пудры до 70%, приводило к ухудшению процесса создания токопроводящего слоя и снижению стойкости таких слоёв в электролите меднения. Поэтому использовался и другой метод уменьшения электросопротивления графитового слоя, а именно, вначале вискит графитировали смесью графита 70% и бронзовой пудры 30% , а затем в полученный слой втирали 100% бронзовую пудру. При использовании такой технологии бронзовая пудра легко прилипала к токопроводящему слою графит 70% + 30% бронзовой пудры и что, особенно важно, лучше держалась на поверхности в электролите меднения по сравнению с покрытиями, полученными 100% бронзовую пудрой или смесью графит 30% + 70% бронзовой пудры. Результаты измерения электросопротивления, полученных токопроводящих слоёв, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Влияние составов порошков на электросопротивление токопроводящих слоёв, полученных с их помощью на виските.

Порошки	Электросопротивление в Ом
Графит 100%	96.3
Графит 70% + бронзовая пудра 30%	81.5
Графит 70% + бронзовая пудра 30% со вторым слоем бронзовой пудры	18.0

Как видно, из таблицы 1 наибольшим электросопротивлением обладали токопроводящие слои, полученные втиранием графита в поверхность вискита. Добавление в графит 30% бронзовой пудры незначительно понизило электросопротивление токопроводящего слоя, так как его электросопротивление в основном зависило от электропроводности графита. Наименьшим электросопротивлением обладал двухслойный токопроводящий слой, полученный с помощью смеси графит 70% + бронзова пудра 30% со вторым слоем созданным втиранием 100% бронзовую пудрой. По такой технологии создавали токопроводящие слои на вискитовых формах в негативном электролитическом формировании следующих изделий: икона и декоративный поднос (тарелка) представленные на рис. 1. Как видно из рис. 1, создание

токопроводящего слоя модифицированным, бронзовой пудрой, графитом и применение электролитов меднения 1 и 2, позволило получать очень точные негативные копии с висконтовых форм. Модифицированный бронзовой пудрой графит использовался для создания токопроводящих слоёв и в позитивном электролитическом формировании.



Рисунок 1. Икона и декоративный поднос. Электролитическая медь, патинирование, расчистка.

Для позитивного электроформования изготавливались художественные изделия методом лепки из пластилина. Пластилин относительно недорогой и пластичный материал, позволяющий лепить изделия сложной конфигурации. Пластилин легко графитируется смесью графита 70% с бронзовой пудрой 30%. Однако, пластилин имеет низкую прочность и при графитировании мелких или тонкостенных изделий необходимо соблюдать осторожность и графитирование выполнять без создания давления, разрушающего непрочные пластилиновые элементы изделия. Необходимо иметь в виду, что пластилин, в отличие от воска, сложнее удалить из электроосаждённой металлической оболочки. Поэтому пластилин не рекомендуется использовать для получения полых изделий особенно сложной конфигурации и пластилин из форм не удалялся (см. рис. 2). Таким образом, пластилин можно рекомендовать для изготовления художественных изделий в единичном производстве.



Рисунок 2. Статуэтка «Нептун». Пластилин, электролитическая медь, патинирование, расчистка.
Ярослав Мудрый. Пластилин, электролитический никель.

Полые художественные изделия можно изготавливать позитивным электролитическим формированием используя восковые формы. Художественные изделия, представленные на рисунке 3, изготовлены с использованием восковых форм. Восковые формы получали по технологии копирования. Для этого с копируемого изделия с помощью висксинта получали негативную форму, в которой и отливали восковые позитивные формы для электролитического формирования изделий. Затем на ещё тёплых восковках создавали токопроводящий слой модифицированным графитом и бронзовой пудрой.



Рисунок 3. Собачки и подсвечник. Воск. Электролитическая медь, патинирование, расчистка.

Для изготовления художественных изделий позитивным электролитическим формированием использовали и гипсовые формы (рис 4). Гипсовые гальванопластические формы получали методом литья в, предварительно полученных с мастер-модели, висксинтовых формах. Гипс дешёвый и технологичный материал. Он хорошо льётся, легко режется. Полученные гипсовые формы сушили при температуре 50-60°C. Затем гипсовые формы пропитывали воско-парафиновым составом с соотношением этих компонентов 3:1.



Рисунок 4. Призы «Человек года» – голубь на куполе, символ мира. Гипс, электролитическое меднение. Гипс, меднение, серебрение, полирование. Бюст Ярослава Мудрого. Гипс, электролитическое меднение, патинирование, расчистка.

Пропитывали гипсовые формы с течением двух часов при температуре 80-90°C. Чем выше температура, тем быстрее протекает процесс пропитки, но при более высоких температурах может произойти разрушение гипсовой формы. После извлечения формы из пропиточного состава, излишки воско-парафинового состав удаляли матерчатым тампоном. Затем в ещё теплую форму втирали графито-бронзовый порошок с 30% бронзовой пудры и припудривали 100% бронзовой пудрой. Аналогичным

способом пропитывали и создавали токопроводящий слой на керамических терракотовых формах. Керамические формы изготавливали методом сливного шликерного литья из местной Любытинской глины. Соответственно керамические формы для электролитического формирования изготавливались из дешёвого сырья. Также достоинством керамических форм является их твёрдость. Поэтому, при позитивном методе электролитического формирования художественных изделий с применением керамических форм, не требуется наносить покрытия большой толщины.



Рисунок 5. Пасхальные яйца. Керамика (терракота). Электролитическое серебрение с лакокрасочным покрытием. Электролитическое меднение с патинированием и расчисткой.

Толщина электролитических покрытий выбиралась в зависимости от материала формы, вида покрытия, размеров и назначения художественного изделия. Так толщина меди при изготовлении декоративных подносов, имеющих диаметр 280мм составляла от 0.5 до 1.4мм, толщина меди при изготовлении иконок (см. рис. 1) не превышала 0.3мм. На керамические формы (см. рис. 5) достаточно нанести электролитические покрытия толщиной 10 - 12 мкм. На пластилиновые формы наносили покрытия от 100 до 500 мкм. Так медное покрытие на статуэтке «Нептун» (см рис 2) составила 500мкм, а толщина никелевого покрытия на барельефе «Ярослав Мудрый» 100 мкм. Это связано с тем, что никель прочнее меди, а барельеф подвергается меньшим нагрузкам, чем статуэтка «Нептун» (конфетница). При изготовлении художественных изделий из воска (рис 3) и гипса (рис 4) толщина покрытий была 150-250мкм. Для затяжки - нанесения тонкого сплошного покрытия меди на токопроводящем слое использовался электролит 1. В состав электролита 1 входит добавка ЗММ-НовГУ. ЗММ – значит для затяжки медью модифицированный. Электролит 2 – это электролит для скоростного наращивания меди и используется после операции затяжки. Электролит 2 содержит добавку НМ-НовГУ. НМ расшифровывается для наращивания (скоростного) меди. НовГУ – обозначает, что добавки разработаны в Новгородском университете имени Ярослава Мудрого. В состав добавок ЗММ-НовГУ и НМ-НовГУ для меднения входят следующие компоненты. Это поверхностно активное вещество - препарат ОС-20. Вторым компонентом добавок органическое серосодержащее вещество, которое совместно с ОС-20 повышает степень блеска, кроющую и рассеивающую способность электролита, улучшает смачиваемость токопроводящего слоя, способствует выравниванию покрытия и получению мелкозернистого покрытия. Третий компонент - хлористый кобальт, в микро количествах, способствует снижению внутренних напряжений медного покрытия. Время затяжки в электролите меднения 1 сократилось почти в 8.7 раза по сравнению с затяжкой в сернокислом электролите меднения без добавок и в 2.6 раза по сравнению с сернокислым электролитом меднения, содержащим 10 мл/л этилового спирта. Медные покрытия из электролита 2 с добавкой НМ-НовГУ вначале осаждаются блестящими, затем до толщины 200мкм полублестящими, а до, максимально полученной толщины, 1400мкм ровными и без наростов. Для никелирования использовался борфтористоводородный электролит 3. Борфтористоводородные электролиты являются одними из самых

скоростных, что очень важно для процесса электролитического формирования изделий. Борфтористоводородные электролиты никелирования стабильны в работе и позволяют получать наиболее светлые и пластичные никелевые покрытия. Максимальная скорость нанесения никелевого покрытия в электролите 3 достигала 3.7 мкм/мин. Серебрение выполнялось с применением железисто-синеродистороданистого электролита серебрения 4. Серебряные покрытия в электролите 4 наносили со скоростью 0.5 мкм/мин при катодной плотности тока 1А/дм². Электролит 4, позволяет получать композиционные серебрянные покрытия, содержащие в качестве второй фазы кубический нитрид бора. Такие композиционные покрытия по износостойкости превосходят чисто серебряные гальванические покрытия в 8.6 раз. и соответственно позволяют уменьшить толщину покрытий на художественных изделиях. Катодные плотности тока для электролитов 1 – 4 даны для перемешиваемых электролитов. Причём в первом электролите, для затяжки медью, катодная плотность тока повышается постепенно по мере зарастания поверхности формы медью. Скорость нанесения меди в электролите 2 составила 1.8мкм/мин для катодной плотности тока 6 А/дм².

Таблица 2 Составы электролитов и режимы электроосаждения.

Компоненты (г/л) и режимы.	1	2	3	4
Медь сернокислая	190 – 220	220 – 250		
Никель борфтористоводородный			300 – 400	
Серебро (в пересчёте на металл)				25 – 30
Никель хлористый			10 – 15	
Серная кислота (плотностью 1.84г/см ³)	50 – 70	40 - 60		
Борная кислота			10 – 15	
Калий железистосинеродистый (свободный)				40 – 80
Добавка ЗММ-НовГУ	9 – 12 мл/л			
Калий роданистый				80 – 100
Добавка НМ-НовГУ		6 – 9 мл/л		
Калий углекислый				35 – 40
Кубический нитрид бора				5 – 10
рН			3.0 – 3.5	
Температура °С	18 – 25	18 – 25	30 – 50	18 – 25
Катодная плотность тока, А/дм ²	0.1 – 3.0	3.0 – 6.0	5 – 20	0.6 – 1.2

Для электролита 2, предназначенного для скоростного наращивания меди необходимой толщины, было изучено влияние концентрации добавки НМ-НовГУ на микротвёрдость покрытий и рассеивающую способность электролита. Результаты даны в таблице 3. Как видно из полученных данных, с увеличением содержания добавки НМ-НовГУ в электролите 2, повышается как микротвёрдость медного покрытия, так и рассеивающая способность. Причём, в обоих случаях, вначале происходит резкое увеличение этих параметров, а затем медленное, почти до полного прекращения возрастания. Такое влияние добавки НМ-НовГУ, вероятно, связано с тем, что толщина адсорбированной плёнки, образованной добавкой, существенно не увеличивается при концентрации добавки более 5мл/л и при такой концентрации добавки завершаются наиболее значимые изменения структуры медного покрытия.

Таблица 3. Влияние концентрации добавки в электролите 2 на микротвёрдость медного покрытия рассеивающую способность электролита.

Концентрация добавки НМ-НовГУ	Микротвёрдость, кг/мм ²	Рассеивающая способность, %
1мл/л	128	14.7
5мл/л	186	21.4
9мл/л	193	22.8

В результате выполненной работы создана технология нанесения двухслойного токопроводящего слоя с электросопротивлением 18 Ом, состоящего из первого слоя (графит 70% + бронзовая пудра 30%) и второго слоя, образованного 100% бронзовой пудрой. Отработана технология электролитического формирования художественных изделий с помощью электролитов меднения, серебрения и скоростного никелирования на формах из висксинта, пластилина, воска, гипса, терракотовой керамики. Использование двухслойного токопроводящего слоя и сернокислых электролитов меднения с новыми добавками ЗММ-НовГУ и НМ-НовГУ, позволило электроосаждать блестящие и полублестящие более твёрдые медные покрытия, а также существенно повысить рассеивающую способность электролитов меднения и производительность электролитического формирования художественных изделий.