

Б. Я. Казначей

Гальванопластика в промышленности

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 66.0
ББК 35
Б11

Б11 **Б. Я. Казначей**
Гальванопластика в промышленности / Б. Я. Казначей – М.: Книга по Требо-
ванию, 2012. – 170 с.

ISBN 978-5-458-33994-0

ISBN 978-5-458-33994-0

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2012

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2012

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

Часть первая

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИИ ГАЛЬВАНОПЛАСТИКИ

Глава I

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГАЛЬВАНОПЛАСТИКЕ

Изобретение гальванопластики и развитие ее в России

Открытие явления гальванопластического копирования сделано знаменитым русским ученым Борисом Семеновичем Якоби. В 1836 г., при опытах с элементами Даниеля, Якоби «увидел несколько почти микроскопических царапин напильника, точно соответствующих друг другу: вогнутые — на поверхности цилиндра и рельефные — на поверхности отделенного листка. Гальванопластика явилась следствием этого тщательного исследования» [1].

Не ограничившись открытием явления гальванопластического копирования, Якоби сразу же начал поиски технического применения этого явления. Уже 5 октября 1838 г. на заседании Академии наук был прочитан доклад Якоби об изобретении техники гальванопластики и продемонстрированы образцы гальванопластических копий гравированных печатных форм. Этот день считается официальной датой изобретения гальванопластики. Заслуги Якоби в области гальванопластики трудно переоценить. На протяжении всей своей жизни он вводит все новые усовершенствования в технологию этого первого электрохимического производства и предлагает все новые и новые области ее практического использования.

Он первый отделяет источник тока от самой ванны и вводит растворимый анод. Он вводит непроводники для приготовления форм и разрабатывает нанесение проводящего слоя сначала металлическим порошком, а затем графитом. В 1840 г. он выпускает книгу «Гальванопластика или способ по данным образцам производить медные изделия из медных ра-

створов помощью гальванизма». Он первый еще в 1846 г. предложил заменить для целей гальванопластики гальванические элементы динамомашинами.

Но Якоби не только разрабатывал технологические вопросы, он был инициатором создания и активным организатором всех гальванопластических производств, возникших в России.

Так, еще в 1840 г., в Петербурге, под руководством Якоби было организовано первое крупное предприятие гальванопластического воспроизведения скульптуры, в котором работало более 2500 рабочих.

Здесь были выполнены монументальные скульптуры, украшающие и ныне Исаакиевский собор, Эрмитаж и Зимний дворец в Ленинграде, Большой театр в Москве.

Чтобы представить себе обширность работ этого первого гальванопластического предприятия, достаточно сказать, что оно осаждало ежегодно гальваническим путем 15 т меди и 5 т серебра.

Впервые техническое применение гальванопластика получила в мастерской Экспедиции заготовления государственных бумаг (ныне ГОЗНАК).

Большинство серьезных работ по гальванопластике было выполнено на этом предприятии. Здесь впервые было введено наращивание гальванопластических отложений из железа, предложено делать многослойные гальванопластические матрицы путем наращивания на форму сначала тонкого слоя железа, а затем меди до требуемой толщины.

В этой же мастерской был разработан в 1863 г. способ получения гальванопластических копий с желатинового и металлического рельефов, изготовленных фотохимическим способом. В 1872 г. Г. Н. Скамони получил за этот способ Ломоносовскую премию Академии наук и в том же году вышло его «Руководство к гелиографии».

В 1895 г. Н. А. Рейхель издает книгу «Применение гальванопластики к графическим искусствам и печатному делу». Рейхель подробно описывает гальванический цех Э. З. Г. Б., указывая, что в нем были ванны для осаждения меди, никеля, железа, золота, серебра и т. п. Цех ежегодно осаждал 3300 кг меди.

Россия является также родиной гальванопластического изготовления бесшовных труб. В 1867 г. на Всемирной выставке в Париже И. М. Федоровский, заведующий гальванопластическим отделением при Кронштадтском паровом заводе, экспонировал трубы без шва, изготовленные путем гальванопластики в его мастерской. В том же году Федоровский издает свой труд «Записки практического курса гальванопластики».

В эти же годы появляется значительное количество небольших мастерских, занимающихся, главным образом, художественной гальванопластикой.

Среди них следует отметить мастерскую А. Н. Ковако, который организовал в Петербурге школу по гальванопластике, известную далеко за пределами России. В 1896 г. А. Н. Ковако издает книгу «Новейшая гальванопластика и гелиография». П. Ф. Симоненко, автор руководства «Фотография и гальванопластика в применении к искусственному гравированию», за художественные работы, выполненные гальванопластикой, получил шесть больших золотых медалей на Лондонской, Парижской и Российской всемирных выставках.

После Октябрьской революции масштаб и уровень научной работы по электрохимии неизмеримо вырастают.

Трудами советских ученых — А. Н. Фрумкина, В. А. Кистяковского, П. П. Федотьева, Н. А. Изгарышева, О. А. Есина, Н. Т. Кудрявцева, В. И. Лайнера, С. В. Горбачева, А. Т. Ваграмян, К. М. Горбуновой, П. Л. Титова, А. С. Самарцева и др. — создана научная теория электроосаждения металлов.

Теоретическое обоснование процесса облегчило широчайшее внедрение электроосаждения металлов в промышленность.

Однако развитие гальванотехники шло главным образом за счет гальваностегических процессов. И только в 40—50-е годы, в связи с развитием новых областей техники, гальванопластика нашла новые области применения, например волноводы для радиолокации, и стала широко внедряться в производство в процессах изготовления точных изделий.

В эти годы выходит ряд книг, специально освещающих вопросы гальванопластики: использование гальванопластики в полиграфии описано Н. Т. Кудрявцевым [2]; гальванопластическое изготовление матриц для прессования граммофонных пластинок — Е. И. Регирером [3]; гальванопластическое изготовление точных полых изделий — А. М. Гинбергом [4]; гальванопластическое изготовление скульптуры — Н. В. Одноровым [5].

Предмет гальванопластики

Гальванопластика — техника получения точных металлических копий путем электроосаждения металла.

Процесс электролиза ведет к переносу металла с анода на катод — в этом общность гальваностегического и гальванопластического процессов. Однако в гальваностегии добываются

наилучшего сращивания осаждаемого металла с исходным металлом катода, а в гальванопластике, наоборот, — полного отделения, т. е. отсутствия сращивания осаждаемого металла с исходным металлом катода.

По этой причине между технологией гальваностегии и гальванопластики имеются существенные различия. Одно из основных различий заключается в методах подготовки поверхности к осаждению. В гальваностегии, для максимального сцепления осаждаемого металла с подложкой, осаждение ведут на свежеочищенную поверхность металла. В гальванопластике, для отделения металлической копии, осаждение производится на поверхность металла, покрытую специальной пленкой, так называемым разделительным слоем.

В связи с тем что гальванопластическое отложение рассчитывается на отделение от оригинала, оно должно обладать достаточной толщиной, достигающей нескольких миллиметров. Напротив, гальваностегические покрытия обычно не превышают десятых долей миллиметра, так как имеют лишь антикоррозионное или декоративное назначение. Это отличие в толщине осаждаемого металла приводит к тому, что составы электролитов и режим работы, применяемые в гальванопластике, несколько отличаются от принятых в гальваностегии составов и режимов.

В связи с тем, что в гальванопластике деталь не покрывается металлом, а целиком изготавливается из наращиваемого металла, требования к структуре металла и его механическим свойствам — твердости, прочности на сжатие и растяжение — резко повышаются по сравнению с гальваностегией.

В гальваностегии на готовое изделие наносится тонкое металлическое покрытие, поэтому любой брак можно сравнительно легко исправить путем удаления дефектного слоя и повторного осаждения металла. В гальванопластике изделие целиком изготавливается путем наращивания металла, поэтому брак при наращивании ведет к неисправимому браку изделия. При этом может погибнуть не только копия, но и оригинал, с которого копия снимается, — отсюда гораздо более строгие требования к технологии.

Для того чтобы стало возможным гальванопластическое копирование не только металлов, но и непроводников, на последние наносят тонкую пленку так называемого проводящего слоя.

Так как наращивание металла в гальванопластике производится не на металл, а на проводящий или разделительный слой, в технологическом процессе электроосаждения обычно выделяют дополнительную операцию — «затяжку» металлом — первичное наращивание металла на проводящий или разделительный

тельный слой до момента полного покрытия его, выполняемое в условиях более мягкого режима; составы электролитов для ванн затяжки и режим работы значительно отличаются от обычно применяемых для осаждения металлов.

При покрытии непроводников значительно усложняется также контактирование изделий. Поэтому и вопросам контактирования в гальванопластике уделяется значительно больше внимания, чем в гальваностегии.

Наконец, важно помнить, что в гальванопластике рабочей стороной осаждаемого металла является та, которая обращена к поверхности исходного оригинала; напротив, в гальваностегии рабочей стороной является обратная.

Эти различия между гальваностегией и гальванопластикой показывают наличие в гальванопластике специфических черт.

Необходимо отметить, что так называемая «металлизация непроводников», т. е. процесс осаждения толстых слоев металла на непроводники, происходящий даже без последующего отделения металла от непроводников, т. е. не имеющий целью получение копий, рассматривают обычно в руководствах по гальванопластике, а не по гальваностегии, так как этот процесс ближе к технологической специфике гальванопластики.

Таким образом, в гальванопластике уделяется большое внимание следующим видам обработки, полностью отсутствующим при гальваностегии, — изготовлению форм, нанесению проводящих слоев (когда копию получают с непроводников), нанесению разделительных слоев (когда копию получают с металла) и первичному электроосаждению металла по проводящим и разделительным слоям.

Этапы технологии гальванопластики

В зависимости от вида покрытия, материала, на который наносится металл, и назначения наращиваемой детали меняются способы подготовки поверхности и технология наращивания.

Единых технологических схем для всех случаев, возможных в гальванопластике, рекомендовать нельзя, но все же в качестве основы для почти всех разнообразных видов гальванопластических работ можно привести три схемы, представленные в табл. 1. В дальнейшем изложении все этапы технологического процесса рассматриваются в соответствующих главах. Во второй части книги приводятся примеры конкретного применения гальванопластики в промышленности и технике.

Таблица 1

**Типовые схемы технологического процесса, применяемые в
гальванопластике**

Основные этапы технологии	Назначение процесса		
	Получение металлической копии поверхности не-проводника	Получение металлической копии поверхности металла	Металлизация не-проводников проч-ным, плотно при-стающим слоем металла
Изготовление форм	Приготовление формы из гипса, воска, дерева, пластмассы, каучука, стекла, фарфора и т. п.	Приготовление формы из стали, алюминия и его сплавов, легкоплавких сплавов, из металла, наращенного гальванопластически, и т. п.	—
Подготовка форм к нанесению проводящего слоя	Сушка, пропитывание, очистка, обезжиривание, сенсibilизация, активирование	—	Создание шероховатости, пропитывание, очистка, обезжиривание, сенсibilизация, активирование
Нанесение проводящего слоя	Графитирование, нанесение металлических порошков, химическое восстановление серебра, меди, золота, испарение и распыление в вакууме, термическое разложение соединений металла	—	Химическое восстановление серебра, меди, золота, нанесение паст с последующим обжигом, термическое разложение соединений металла, испарение и распыление в вакууме
Подготовка форм к нанесению разделительного слоя	—	Очистка, обезжиривание, декапирование	—
Нанесение разделительного слоя	—	Нанесение разделительного слоя механически, химически или электрохимически. Постоянный разделительный слой	—
Подготовка к загрузке в ванну	Контактирование, экранирование	Контактирование, экранирование	Контактирование, экранирование

Основные этапы технологии	Назначение процесса		
	Получение металлической копии поверхности не-проводника	Получение металлической копии поверхности металла	Металлизация не-проводников прочным, плотно при-стающим слоем металла
Первичное покрытие метал-лом	Затяжка метал-лом до полного покрытия проводя-щего слоя	Затяжка метал-лом до полного покрытия раздели-тельного слоя	Затяжка метал-лом до полного покрытия проводя-щего слоя
Электроосаж-дение	Наращивание ме-талла до необхо-димой толщины	Наращивание ме-талла до необхо-димой толщины	Наращивание ме-талла до необхо-димой толщины
Отделение на-ращенной метал-лической копии	Отделение метал-лической копии от формы; механиче-ское разрушение формы, выплавле-ние формы	Отделение ме-таллической копии от формы, выплав-ление формы, ра-створение формы	—
Обработка ме-таллической ко-пии	Механическая обработка, очистка растворителями, от-делка электро-осаждением, окси-дированием и т. д. Упрочение тыловой стороны, армиро-вание	Механическая обработка, очистка, отделка электро-осаждением, упро-чение тыловой сто-роны, армирование	Механическая обработка (шлифо-вание, полирова-ние), очистка, от-делка электро-осаждением необ-ходимого металла

Классификация области применения гальванопластики

Гальванопластика в наши дни используется в самых разно-образных областях промышленности и техники, в искусстве, в научно-исследовательской работе и т. д., однако классифика-ция области применения ее до сих пор не было в литературе.

Современное использование гальванопластики можно клас-сифицировать, как показано в табл. 2.

В этой же таблице перечислены некоторые области, в кото-рых успешно применяется гальванопластика.

В настоящее время путем гальванопластики готовят вол-новоды, колпачки для вечных ручек, рефлекторы, матрицы для прессования различных изделий из пластмассы (граммо-фонных пластинок, искусственных зубов, шестерен, кулачков, брошек, пуговиц, коробок, тарелок, кукол и других игрушек), матрицы для прессования мыла и свечей, для изготовления резиновых изделий (шин, перчаток, подошвы), матрицы для изготовления дифракционных решеток, светосильных стерео-экранов.

Классификация области применения гальванопластики

Снятие металлических копий						
для получения изделий			для получения инструмента			для воспроизведения и раз- множения уникальных пред- метов
плоских	ц е л ь н ы х		для прессо- вания и литья	для печати	для окраши- вания	
	сложных форм	гальвано- пластиче- ским мон- тажом				
Листы, ленты, фольга, сетка	Бесшовные трубы разного профиля и сложности, вы- числительные кулачки и дру- гие точные из- делия	Труб- ки Пито, абразив- ные кру- ги и т. д.	Матрицы для прессо- вания или отливки из пластмассы, резины и т. д.	Гальвано- стереотипы, матрицы для тисне- ния кожи, бумаги и т. д.	Трафа- реты для окраши- вания	Сохранение и размножение археологиче- ских ценностей, в криминали- стике, в хими- ческом анализе, для изготовле- ния эталонов шероховатости и поверхности и т. д.

Металлизацию непроводников используют для изготовления ювелирных изделий из пластмасс или кружев, золочения перьев для дамских шляп, пуговиц, пряжек, монограмм, гребней, портсигаров, подносов.

Из приведенного перечня видно, что число изделий, получаемых гальванопластикой, в современной промышленности велико и может быть значительно расширено.

Особенности технологических схем при применении гальванопластики в отдельных областях промышленности рассматриваются во второй части книги.

Глава II

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ФОРМ

Общие сведения о формах в гальванопластике

Формой в гальванопластике называют изделие, на которое непосредственно осаждают металл, чтобы получить обращенную копию поверхности. Формой может служить как копия (слепок) с оригинала, так и сам оригинал изделия (например, подлинное произведение скульптуры, гравюра или модель сложной детали), но обычно оригиналы не используют для электроосаждения, так как это связано с риском их повреждения или даже разрушения. В разных производствах формы называют матрицами, моделями, сердечниками, капями, эталонами, оправками, оригиналами и т. д. Для единообразия терминологии мы во всех случаях будем пользоваться понятием «форма».

При изготовлении форм могут встретиться два принципиально различных метода: 1) форма готовится как промежуточная обращенная копия (слепок) с имеющегося оригинала с тем, чтобы наращенный слой металла, отделенный от формы, полностью соответствовал оригиналу; 2) оригинал отсутствует; форма готовится путем непосредственной обработки материала по рисунку, чертежу или заданным техническим условиям на готовую деталь.

Выбор материала для форм, конструирование и изготовление их являются наиболее ответственными стадиями в технологии гальванопластики. Форма определяет конфигурацию, размеры, точность и чистоту поверхности изготавливаемой детали. Формы для гальванопластического воспроизведения могут быть выполнены из самых разнообразных материалов — металла, пластмассы, восковых композиций, парафина, целлулоида, гипса, дерева, бумаги, пластилина, стекла, кожи

и т. д. Очень важно в каждом отдельном случае правильно выбрать подходящий материал для формы. Основные требования к формам — не разрушаться от длительного пребывания в электролите, не взаимодействовать химически с электролитом и не загрязнять его. Материал формы должен сохранять точный отпечаток рельефа оригинала, легко отделяться от оригинала, не деформироваться при остывании и сушке, не обладать гигроскопичностью и легко связываться с наносимым проводящим слоем.

Способы изготовления форм очень разнообразны и меняются в зависимости от материала, назначения детали, ее конфигурации и пр. Так, например, для изготовления металлических форм можно применять все виды литья, изготовление на станках со шлифованием и полированием, художественное гравирование, чеканку, прессование и т. д. Восковые формы можно отливать, гравировать или резать, пластмассовые — прессовать, гипсовые — отливать. Для изготовления деревянных форм применяется резьба по дереву, целлюлоидных, бумажных и свинцовых — тиснение, пластилиновых — формование.

Формы для гальванопластического воспроизведения можно изготовить даже фотографическим путем, копированием изображения с негативов на поверхность металла, покрытую светочувствительным слоем, с последующим травлением или наращиванием.

По принципу использования формы делят на разрушаемые и неразрушаемые, так называемые постоянные формы. Постоянные формы применимы только для изделий простой конфигурации, допускающих разъем или отделение наращенного изделия от формы без ее разрушения. Для точных изделий сложной конфигурации почти всегда используют разрушаемые формы.

При копировании плоских изделий, например берельефа, матрицы для прессования из пластмасс, формы для гальванопластического воспроизведения делаются несколько большими по длине и ширине или диаметру, чем оригинал.

Поля до 30—35 мм необходимы для устройства контакта, большей точности копирования (предупреждается возможное искажение копии на краях) и последующей механической обработки копии — обрезки, шлифования и т. д.

При копировании объемных изделий требуются формы, выполненные с максимальной возможной точностью и минимальными допусками, например формы для изготовления точных полых деталей, волноводов для радиолокации и т. д.

При изготовлении форм всегда необходимо иметь в виду, каким способом будет производиться отделение наращенного изделия от формы. Если разъем предполагает сохранение формы с возможностью использования ее для вторичного на-