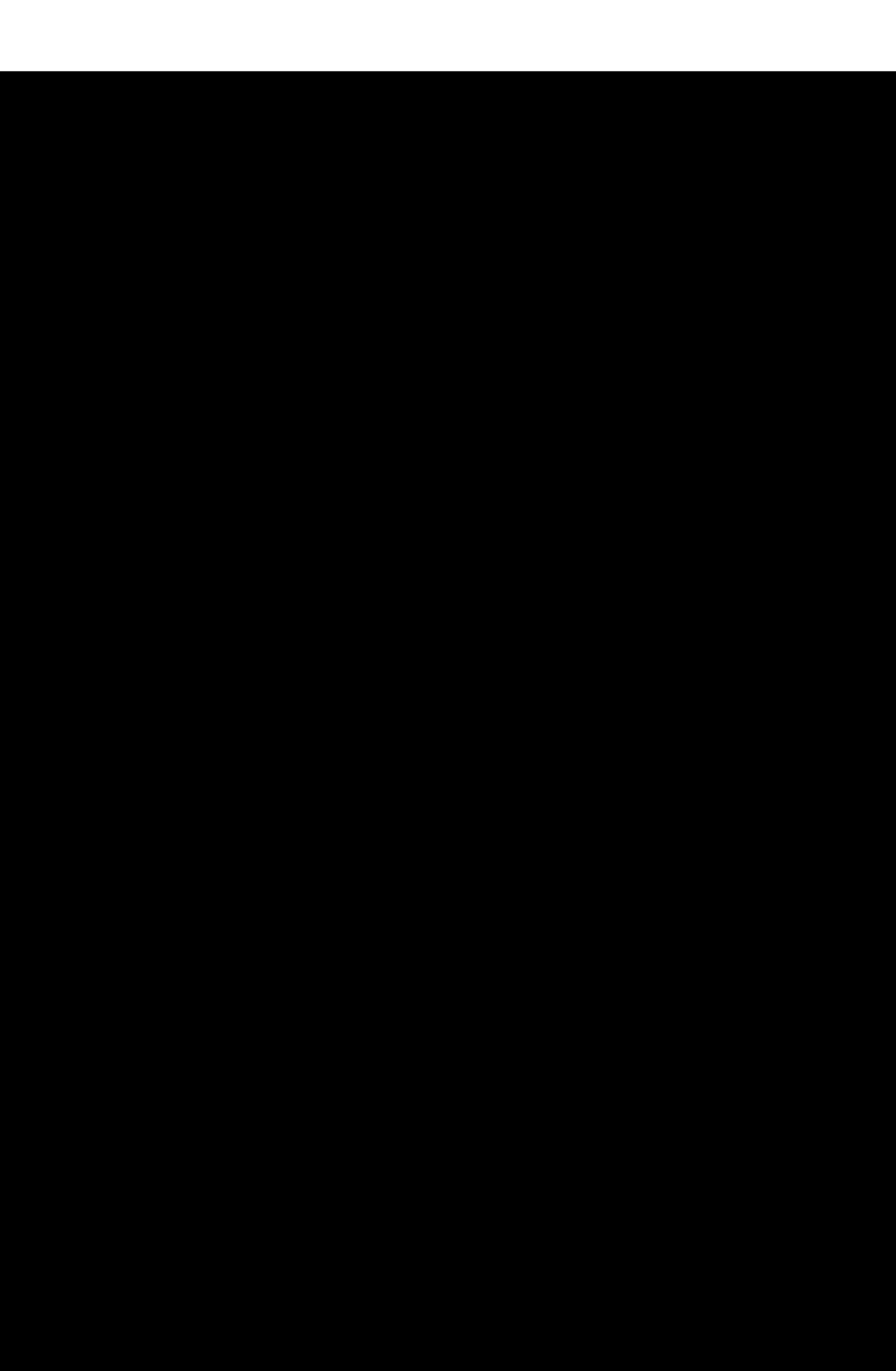




АННОТАЦИЯ

Сборник содержит оригинальные работы Б. С. Якоби по вопросам электрохимии.

Текстам Якоби предпослана статья академика А. Н. Фрумкина, характеризующая Якоби как исследователя, положившего начало развитию прикладной электрохимии.

В статьях И. Г. Спасского и М. И. Радовского охарактеризовано значение работ Якоби по гальванопластике. Книга снабжена комментариями.

Сборник представляет большой интерес для исследователей и практиков в области электроосаждения металлов.

РАБОТЫ Б. С. ЯКОБИ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОХИМИИ

Академик А. Н. ФРУМКИН

Имя Якоби навсегда связано с электрохимическими исследованиями и в первую очередь с открытием гальванопластики, положившим начало практическому использованию электрохимии. История этого открытия несколько необычна в том смысле, что все его стадии — первое случайное наблюдение, систематическое исследование, разработка и промышленное применение в больших масштабах — были осуществлены одним и тем же автором, удивительным образом сочетавшим талант ученого-исследователя и технолога-практика.

Толчком к открытию гальванопластики явились работы Б. С. Якоби над гальваническими элементами, которые должны были служить источником энергии для электродвигателя. В 1836 г. Якоби была создана оригинальная конструкция медно-цинкового элемента, состоящего из медного сосуда, наполненного насыщенным раствором медного купороса, и цинка, погруженного в подкисленный раствор поваренной соли или хлористого аммония. Указанные жидкости были разделены бычьим пузырем. При действии такого элемента цинк переходил в раствор, образуя соответствующие соли, а медь выделялась в металлическом состоянии. Выделение ее, благодаря прохождению электрического тока через систему, происходит, однако, не на поверхности растворяющегося цинка (как это имело бы место при обычном химическом вытеснении меди цинком), а на поверхности медного цилиндра. При опытах с этим гальваническим элементом, как говорит Якоби, «оказалось, что медный цилиндр покрыт был слоем восстановленной меди, которая, к удивлению моему, могла отделяться довольно большими кусками, имевшими значительную крепость... Впоследствии я еще более был удивлен, заметив, что несколько весьма тонких черт от пилы и вмятин от молотка, находившихся на поверх-

ности медного цилиндра, с величайшей точностью изображены были на отделенном от цилиндра листочке восстановленной меди. Так как восстановленные листочки имели довольно большую связь в частях своих и довольно большую плотность, то это позволяло надеяться, что помощью приличных приемов означенные свойства могут быть доведены до большого совершенства, и, наконец, можно было иметь в виду еще и то, что если образовавшиеся из раствора медные листочки могут быть удобно отделены от цилиндра, то восстановление меди помощью гальванического действия поведет к весьма важным последствиям для практики».¹

В письме к Беккерелю в 1846 г. Якоби дал любопытное изложение обстоятельств, заставивших его столь тщательно изучить состояние поверхности меди: «...цилиндр, наружная поверхность которого была покрыта кристаллическими и порошкообразными зернами меди, нужно было вычистить и покрыть бычачьим пузырем. Произведя над цилиндром эту операцию, мой служитель отделил от него несколько кусочков меди, достаточно больших, но тонких и хрупких. Вначале я был далек от мысли приписать им гальваническое происхождение. . . До сих пор я еще не понимаю, каким образом кусочки, о которых я говорил, могли создать у меня представление, что они образовались вследствие того, что медь, из которой был сделан цилиндр, была, быть может, плохо сплющена, или что служитель, не имея достаточно толстых листов меди, сдвоил их. Движимый первым побуждением, я призвал служителя и велел ему сказать мне правду, упрекая его в том, что он мне плохо служит. Его горячий протест навел меня на мысль решить вопрос о происхождении этих кусочков, сравнивая их внутреннюю поверхность с внешней поверхностью цилиндра. Начав это исследование, я тотчас же увидел несколько почти микроскопических царапин напильника на обеих поверхностях, точно соответствующих друг другу: вогнутые на поверхности цилиндра и рельефные на поверхности отделенного листка. Гальванопластика явилась следствием этого тщательного исследования».² Эти наблюдения относятся к февралю 1837 г., 28 марта того же года Якоби уже преднамеренно получил гальванические отпечатки с гравированной медной пластинки, которые, однако, удалось отделить от оригинала только в виде разрозненных кусков.

Для того чтобы осуществить переход от этих опытов к практическому использованию гальванопластики, Якоби пришлось проделать большую работу, выполненную им в удивительно

¹ См. настоящий сборник, стр. 76—77.

² М. И. Радовский. Борис Семенович Якоби, 1953, стр. 126—127.

короткий срок. Все стороны вопроса, как например, выбор электролита, силы тока, продолжительности электролиза, определение условий, при которых отпечаток хорошо отделяется от оригинала, не повреждая его, были им подвергнуты тщательному изучению. Наиболее важным шагом в развитии гальванопластики явился отказ от использования цинкового анода непосредственно в гальванической ванне, которая одновременно служила и источником тока, и переход к медному аноду с использованием внешнего источника в виде отдельной гальванической батареи, а позже (в 1846 г.) и электромагнитной машины.

Первое сообщение об открытии гальванопластики сделано Якоби в письме президенту Академии наук С. С. Уварову в 1837 г.; в следующем году он мог уже направить непременно секретарю Академии наук П. Н. Фуссу образец, как он говорит, «искусственного гальванического произведения» — копии с медной гравированной пластинки — с конкретными формулировками промышленных перспектив его изобретения. «Я не сомневаюсь, что, если бы заняться этим делом, было бы возможно производить по этому способу рельефные медные доски для тиснения, подобно тому, как печатают гравюры на дереве; тут была бы еще и та выгода, что самые штемпельные доски возможно воспроизводить в неограниченном количестве, для чего потребовалась бы только одна гравированная модель».³ Образец, изготовленный Якоби, был представлен Академии наук на заседании 5(17) октября 1838 г.

Двумя годами позже появилось руководство Якоби по гальванопластике, в предисловии к которому ученый мог с гордостью сказать: «Гальванопластика принадлежит исключительно России. Здесь она получила свое начало и свое образование».⁴ Открытие гальванопластики имело огромное значение для ряда отраслей техники, в особенности для печатного дела (изготовление стереотипов и клише), воспроизведения художественной скульптуры и т. д.; здесь хотелось бы, однако, в первую очередь указать на роль этого открытия, как первого практического применения электрической энергии. Эта роль была замечательно сформулирована самим Якоби: «Гальанизм есть тот разнообразно могучий действователь, который, будучи открыт в начале нынешнего столетия, занимает теперь весь образованный свет в техническом и ученом отношениях. До сих пор его только лелеяли или в укройной келье ученого, или в лаборатории физика и химика. Теперь в первый раз вступает он в обширный круг техники...».⁵

³ См. там же, стр. 48.

⁴ См. там же, стр. 59.

⁵ См. там же. ^k

Якоби прекрасно понимал принципиальное значение своих работ: «Таким образом гальванизм будет служить новым примером и подкреплением в том все более и более распространяющемся мнении, что наука и практика должны взаимно поддерживать и совершенствовать друг друга; что взаимное их действие друг на друга всегда будет иметь полезные следствия; что недоверчивость, отдалявшая до сих пор людей практических от людей ученых, теперь не может более иметь места и должна совершенно уничтожиться; что одни другим не должны отказывать в справедливом уважении; и, наконец, что и самое малейшее зерно, посаженное наукою, рано или поздно, но непременно принесет плоды».⁶

В отчете о своих работах за 1841 г. Якоби противопоставляет практическое развитие гальванизма и электромагнетизма положению, которое исторически создалось в других областях знания: «А именно, мы видим, что значительная часть практической деятельности, посвященной потребностям, украшению и развитию жизни, находилась уже в полном расцвете до того, как было осознано ее тесное отношение к наукам. Звезды наблюдались задолго до того, как Ньютон определил законы их орбит, химические процессы возбуждались без знания весов атомов, машины строились без обладания принципом сохранения живых сил и т. д.

Иначе обстоит, однако, дело в случае предмета, о котором я говорю... Здесь имеется первый, резко отграниченный пример мощного и непосредственного воздействия научного исследования на разнообразнейшие круги жизни, что и придает, по моему мнению, данным исследованиям их особую привлекательность».⁷

Как видно из истории открытия гальванопластики, Якоби обладал замечательной способностью делать далеко идущие выводы из отдельных опытных фактов. Работы его дают и ряд других примеров такого счастливого использования результатов наблюдения. Известно, какое значение имеет применение проводящих слоев из тонкого порошка графита для получения копий с непроводящих предметов, чугуновых изделий и т. д. Толчком к этому предложению явилось следующее случайное наблюдение. Якоби сортировал керамические перегородки для гальванических элементов; некоторые из перегородок плохо пропускали ток, и Якоби карандашной надписью отметил при-

⁶ См. настоящий сборник, стр. 62.

⁷ Über meine elektromagnetischen Arbeiten im Jahre 1841. Bull. scient., 1842. t. X, col. 72. Русск. перевод см.: Динамомашина в ее историческом развитии. Материалы и документы. Сост. Д. В. Ефремов и М. И. Радовский, под ред. акад. В. Ф. Миткевича. Изд. АН СССР, 1934, стр. 90.

годные. Перегородки были потом использованы в гальванических батареях и находились под током. Карандашные надписи (графит) покрылись под действием тока медью.

В руководстве по гальванопластике Якоби приведен ряд условий, обеспечивающих получение хороших осадков меди. Якоби ясно сознавал значение исследования условия осаждения. Говоря о более ранних наблюдениях над электроосаждением, Якоби указывает, что «весьма мало было обращено внимания на вид и сложение, которые принимали восстановленные металлы. Обыкновенно металлы получались в виде порошка, более или менее мелких кристаллов, в виде листочков, и при самых благоприятных обстоятельствах — в виде шишек или бородавок, сросшихся вместе. Здесь случай играл всегда важную роль, или, лучше сказать, тогда еще не довольно известны были сложные законы этих образований. Хотя ныне предмет этот еще недостаточно обработан, но, по крайней мере, доведен до того, что известны условия, при которых медь из раствора осаждается в виде плотных правильных пластин или в таких формах, какие желают иметь».⁸

Открытие и совершенствование гальванопластики и применение ее к другим металлам, кроме меди, привело к углубленному изучению процесса электроосаждения металлов; оно сыграло поэтому решающую роль в развитии гальваностегии и электрохимической рафинировки металлов. Именно в области гальванопластики нашли свое первое применение цианистые электролиты и органические добавки, изменяющие качество осадка.

На раннем этапе развития гальванопластики не удавалось получать медные покрытия, выдерживающие высокие температуры. Поэтому гальваническая медь не шла в сравнение с литой или листовой медью. Кроме того, гальваническая медь не выдерживала больших давлений. Изменяя состав электролита различными прибавками, особенно желатины, удалось значительно повысить твердость и ковкость меди, а также плотность, которая сделалась сравнимой с плотностью чистой листовой меди.

Якоби внимательно следил за всеми успехами, достигнутыми в вопросах электроосаждения металлов его современниками. По словам Якоби (1842 г.), «наблюдение за развитием гальванопластики в различных направлениях является в известной мере моим призванием».⁹ Отстаивая с большой энергией свой приоритет в открытии гальванопластики, он в то же время справедливо оценивал заслуги других исследователей и подчеркивал

⁸ См. настоящий сборник, стр. 75.

⁹ См. там же, стр. 126.

значение новых технических предложений, как например, получения копии дагерротипов путем гальванопластики. Особенное внимание Якоби обратил на применение цианистых электролитов, предложенное Элькингтоном.¹⁰ Якоби приписывал основное значение тому факту, что введение цианистых солей предотвращает самопроизвольное (т. е. происходящее без протекания внешнего электрического тока) выделение более благородного металла на менее благородном. Такой же эффект, согласно Якоби, в некоторых случаях может быть достигнут пассивацией материала катода. Так, медь, не выделяющаяся на пассивированной стали химическим путем, может быть выделена на ней электрическим током.

На основании собственных опытов Якоби впервые указал на высокое качество гальванических осадков, получаемых из растворов цианидов, в частности цианистого серебра, которые предложил готовить анодным растворением соответствующих металлов в цианистом калии. Якоби использовал также связанное с комплексобразованием сближение потенциалов выделения меди и цинка в растворах цианидов для гальванического осаждения латуни. Это было важным шагом в решении вопроса об электролитическом получении сплавов.

Начало практическому использованию гальванопластики было положено в 1839 г. воспроизведением досок для печатания кредитных билетов. Якоби организовал в здании Министерства финансов специальную мастерскую для демонстрации гальванопластических методов.¹¹ Он принял также непосредственное участие в деятельности Экспедиции заготовления государственных бумаг, которая явилась первой в мире типографией, применившей гальванотехнику, и особого «Гальванопластического заведения», принадлежавшего герцогу Лейхтенбергскому.¹² Здесь впервые электрохимические методы были применены в крупных масштабах. Руками русских мастеров было изготовлено большое число произведений искусства, среди которых особое место занимают гальванопластические скульптуры для Исаакиевского собора.

Из позднейших научных работ Якоби, связанных с вопросами электроосаждения металлов, наибольшее значение имеет исследование свойств электролитического железа. Работы, про-

¹⁰ О нем см. настоящий сборник, прим. 4 на стр. 202.

¹¹ См. там же, стр. 211.

¹² После смерти основателя гальванопластического заведения это предприятие было приобретено иностранцами и вскоре пришло в упадок.

Ряд ценных данных по развитию гальванотехники в России приведен в статье Е. А. Немировского «Работы русских изобретателей в области гальванотехники» (Электричество, 1951, № 9, стр. 74) и в книге Н. Одноралова «Гальванотехника в декоративном искусстве». См. также статью И. Г. Спасского в настоящем сборнике.

веденные по предложению и при участии Якоби в Экспедиции заготовления государственных бумаг Евгением Ивановичем Клейном, привели к решению важной технической задачи — получению достаточно толстых и плотных осадков электролитического железа, о чем Якоби с большим удовлетворением сообщил 5 марта 1868 г. Академии наук.¹³

В заметке, опубликованной вскоре после этого, Якоби указывает на пониженный удельный вес, повышенную твердость и хрупкость такого железа и связывает его свойства с содержанием летучих примесей, которые могут быть удалены нагреванием. Количественное определение растворенных газов, произведенное Р. Ленцем¹⁴ по просьбе Якоби, показало, что электролитическое железо содержит значительные количества водорода, который полностью выделялся при температуре белого каления.¹⁵

Открытие гальванопластики принесло Якоби славу и упрочило его материальное положение, дав возможность вести научные работы в различных областях физики и техники. Несмотря на «ночные бдения, страхи борьбы и перипетии»,¹⁶ связанные, по словам ученого, с открытием гальванопластики, несмотря на совершенно необоснованные попытки оспаривать его приоритет со стороны англичанина Спенсера,¹⁷ открытие это дало Якоби большую радость и удовлетворение. В одной из своих работ, опубликованной в 1867 г.,¹⁸ Якоби, говоря о Всемирной выставке

¹³ См. настоящий сборник, стр. 180. До работы Якоби и Клейна многочисленные попытки разрешить эту задачу не привели к положительным результатам. Некоторых успехов удалось добиться французскому изобретателю Фекьеру, который, однако, не сообщил своего способа. Клейн получил осадки гораздо лучшего качества, чем все его предшественники, что впервые позволило осуществить на практике гальванопластику на железе. Патент на гальваническое осаждение железа был выдан на имя Якоби и Клейна.

¹⁴ О нем см. настоящий сборник, прим. 2 на стр. 207.

¹⁵ Присутствие растворенного водорода приводит к глубокому нарушению кристаллической структуры железа. Этим вопросом электрохимики продолжают заниматься и в настоящее время (например, Ю. В. Баймаков и М. И. Замоторин, см. Труды 3-го совещания по электрохимии. М., 1953, стр. 125).

¹⁶ Архив АН СССР, ф. 187, оп. 1, № 1, л. 580.

¹⁷ Первая заявка Спенсера появилась на семь месяцев позже сообщения Якоби Академии наук, сделанного в октябре 1838 г. В июне 1839 г. Якоби послал Фарадею одновременно с письмом о своих работах несколько образцов гальванопластических изделий. К ним в качестве курьеза была приложена гоавированная пластинка, настолько прочно связанная с полученным на ней гальваническим осадком, что разделить их было невозможно. На съезде Британской ассоциации в Глазго Спенсер пытался использовать этот случай, чтобы опорочить достижения Якоби.

¹⁸ Отчет академика Б. С. Якоби о занятиях его во время пребывания за границей в 1867 г. Зап. АН, СПб., 1868, т. 12, кн. 2, стр. 209—220.

в Париже, подводит итоги успехов, достигнутых в течение ряда лет, и дает обзор разнообразных применений гальванопластики в гравировании и печатании, изготовлении кредитных билетов и почтовых марок, воспроизведении предметов искусства, ювелирном деле и т. д. В русском отделении этой выставки были представлены бесшовные медные трубы различной формы, диаметром от 3 до 240 мм, изготовленные в гальванопластической мастерской в Кронштадте Ф. Г. Федоровским. Изготовление труб гальваническим путем явилось выдающимся достижением русской техники.¹⁹ В заключении этого отчета Якоби с законной гордостью говорит: «Мы можем почитать себя счастливыми, что не остались далеко позади от той цели, которую желали достигнуть... Гальванопластика уже достаточно выказала свою живую силу на замечательных приложениях, которых удостоилась в разнообразнейших отраслях человеческой деятельности, в науках, в искусстве и промышленности, и нам приятно надеяться, что ей предстоит и будущность, не менее блистательная».²⁰ На этой выставке заслуги Якоби как создателя гальванопластики получили самую высокую оценку и были отмечены присуждением ему золотой медали.

Якоби еще раз вернулся к вопросу о применении гальванопластики в 1870—1872 гг. в связи с изготовлением образцов мер и весов.

Благодаря работам Якоби и его последователей, среди которых, кроме Е. И. Клейна и Ф. Г. Федоровского, назовем еще А. П. Сапожникова, Т. Н. Скамони, М. Г. Евреинова и А. Ф. Грекова, в середине XIX в. Россия занимала ведущее положение в области гальванопластики и электрометаллургии.

Открытие гальванопластики было крупнейшим, но не единственным достижением Якоби в области электрохимии. Велики его заслуги и в усовершенствовании химических источников тока. Эти два цикла работ Якоби были тесно переплетены между собой; как уже говорилось выше, именно наблюдения над медно-цинковым элементом и привели Якоби к изучению процесса электроосаждения меди.

Первая работа Якоби по изучению источников тока связана с дискуссией вокруг так называемой кислородной цепи Беккереля. Беккерель в 1835 г. описал гальванический элемент, со-

¹⁹ Получивший широкое распространение в 90-х годах способ Эльмора электролитического изготовления медных труб без шва, для эксплуатации которого было создано целое общество, возник несомненно под прямым влиянием работы Федоровского, получившей широкую известность за границей; несмотря на это, имя русского изобретателя упорно замалчивалось последующими авторами.

²⁰ Зап. АН, 1869, т. 15, стр. 32.

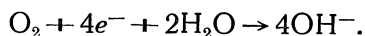
стоявший из двух платиновых электродов; из коих один соприкасался с концентрированной азотной кислотой, другой — с концентрированным раствором едкого кали; обе жидкости были разделены глиняной диафрагмой. Беккерель предполагал, что реакцией, обеспечивающей возникновение тока в этом элементе, является нейтрализация кислоты щелочью, при соприкосновении которых кислота заряжается положительно, а щелочь отрицательно. Взгляды Беккереля подверглись критике со стороны Мора. Ссылаясь на опыты Фарадея, Мор выражал сомнение в возможности возникновения тока при соединении кислоты со щелочью. Он указывал, что цепь, аналогичная цепи Беккереля, в которой, однако, вместо азотной кислоты взята серная, не обнаруживает гальванического действия. Статья Мора вызвала резкий ответ Якоби. Якоби подтвердил опыты Беккереля и подверг тщательной проверке сообщение о том, что при работе цепи Беккереля на платине, погруженной в щелочь, выделяется газообразный кислород. Якоби, однако, как он сам признает, не удалось существенно продвинуться в разъяснении механизма действия данной цепи: «Эти опыты хотя и несомненно подтверждают явление цепи Беккереля, но не разъясняют природы его».²¹ Статья Якоби содержит места, смысл которых остается для нас не совсем ясным.

Утверждения Беккереля были лишь частично правильны. Действительно, можно построить цепь, в которой реакция нейтрализации кислоты щелочью служила бы источником электрической энергии. Однако разность потенциалов, наблюдаемая между электродами такой цепи, возникает не в месте соприкосновения кислоты и щелочи, а определяется тем, что при соприкосновении платинового электрода с кислым раствором он заряжается более положительно, чем при соприкосновении со щелочным. В этом смысле механизм действия цепи Беккереля правильно истолковал академик Э. Х. Ленц, связавший его с «модифицирующим действием кислоты и щелочи на платиновые пластины». Близкая формулировка неоднократно встречается в последующих работах Якоби, например «Платина, находящаяся в азотной кислоте, в отношении своего гальванического действия является другим металлом, чем платина, погруженная в щелочь».²² Для того чтобы различие условий на обоих электродах могло привести к получению электрической энергии, необходимо создать возможность протекания на электродах электрохимической реакции при прохождении тока. Представим себе, например, что платиновый электрод, погруженный в сер-

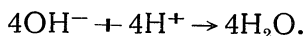
²¹ См. настоящий сборник, стр. 32.

²² См. там же, стр. 103.

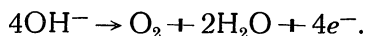
ную кислоту, омывается газообразным кислородом. При прохождении тока кислород может переходить на поверхности электрода в присутствии воды в ионы гидроксила OH^- , отнимая отрицательные заряды у металла и заряжая его, таким образом, положительно:



Ионы OH^- соединяются с ионами водорода кислоты, образуя воду:



Таким путем происходит нейтрализация кислоты щелочью. Одновременно на электроде, погруженном в щелочь, ионы гидроксила отдают электроду отрицательные заряды и выделяют кислород:



Освобождающиеся отрицательные заряды переходят во внешней цепи от отрицательно заряженного электрода к положительно заряженному, а свободные заряды в электролите выражаются благодаря переносу ионов; таким образом, одновременное протекание реакции на обоих электродах обеспечивает работу цепи, в которой электрическая энергия возникает за счет процесса нейтрализации. В цепи Мора, состоявшей из платиновых электродов в серной кислоте и в щелочи, не было, однако, источника кислорода для электродной реакции в кислом растворе. В цепи Беккереля в качестве такого служили концентрированная азотная кислота. Последняя является сильным окислителем, т. е. легко отдает свой кислород, переходя в низшие окислы азота. Поэтому содержание активного кислорода в азотной кислоте является существенным условием для действия цепи Беккереля. На платине, погруженной в щелочь, как было разъяснено выше, при прохождении тока выделяется кислород. Суммарный процесс в цепи Беккереля состоит, таким образом, не просто в нейтрализации азотной кислоты щелочью с получением соответствующей соли, а сопровождается одновременным ее восстановлением с выделением свободного кислорода.

Вопросы эти, имевшие большое значение для теории гальванических цепей, однако, не надолго остановили внимание Якоби. Гальваническая цепь интересовала Якоби как практический источник тока, который можно было бы использовать в сочетании с электродвигателем; он, естественно, обратился к наиболее постоянным и эффективным цепям и в первую очередь к медно-цинковому элементу с двумя разделенными электролитами, в котором, казалось, нашел решение поставленной задачи. В письме

к академику Э. Х. Ленцу «О пользе камерного столба»²³ Якоби говорит: «Для успеха моих усилий привести электромагнетизм к практическому использованию гальваническая цепь является, конечно, жизненным вопросом. Теперь он, как мне кажется, успешно разрешен... Существовавшие до сих пор гальванические аппараты могли привести кого угодно в отчаяние».²⁴

Хотя Якоби и ставил себе совершенно определенные практические задачи, предложения его, относящиеся к химическим источникам тока, свидетельствуют о глубоком понимании механизма их действия, в чем он значительно опередил своих современников. Наличие связи между возможностью получения электрического тока от гальванической цепи и протеканием в ней химической реакции было ясно многим. Впервые указал на нее Риттер, обратил на нее внимание и В. В. Петров, но особенно четко связь эта была сформулирована Фарадеем. Однако значительно меньшая ясность существовала в вопросе о том, каким образом должна быть составлена гальваническая цепь для того, чтобы эта химическая реакция была рационально использована. Соображения Якоби приведены в упоминавшемся «Руководстве по гальванопластике» (1840). Якоби разбирает сначала явления, происходящие в элементе, составленном из медной и цинковой пластинок, погруженных в серную кислоту. «Простая цинковая пластинка и без содействия меди растворяется в кислоте, и всем известно, что это приписывают процессу химическому. Здесь вода, которою кислота была разведена, разлагается посредством цинка на составные части — водород и кислород. Последний соединяется с цинком и заставляет его растворяться в серной кислоте, образуя с нею цинковый купорос. Однако водород делается свободным и может отделяться. То же самое происходит и при гальваническом действии, но с той разницей, что составные части появляются не вместе у одной и той же пластинки, а отдельно, таким образом, что кислород, как и в первом случае, поглощается цинковою пластинкою, а водород появляется на поверхности медной пластинки, и так как он с нею соединиться не может, то и отделяется в свободном состоянии».²⁵ Если цинковую пластинку амальгамировать, то прямое воздействие кислоты на нее прекращается и водород на ней не выделяется; однако, если такую «нартученную» пластинку погрузить вместе с медной пластинкой в кислоту, соединив их проволокой, то по

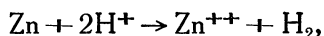
²³ Якоби пользуется термином «камерный столб» (Kammersäule) для обозначения медно-цинковой цепи, которая, в отличие от столба Вольты, была разделена пористой перегородкой на два отделения (камеры).

²⁴ См. настоящий сборник, стр. 35—40.

²⁵ См. там же, стр. 64.

проволоке потечет ток, на медной пластинке будет выделяться водород, а цинковая пластинка — растворяться в кислоте.

«Опытами доказано, что сила таковых действий (т. е. действий гальванического тока, — *А. Ф.*) находится в точнейшем отношении с количеством водорода, отделяющегося у медной пластинки. Количество же водорода, отделяющегося у цинка, нисколько не служит к увеличению гальванической силы; напротив того, оно еще некоторым образом ослабляет эту силу. Если в состав гальванического столба будет входить вместо нартученного цинка обыкновенный цинк, то здесь будет происходить сложное действие: цинк будет растворяться и помощью химического, и помощью гальванического процессов. Но сильное шипение и скорое растворение цинка, здесь происходящие, отнюдь не должны быть принимаемы за меру силы, ибо то только количество цинка соответствует произведенной гальванической силе, которое растворяется помощью соединения меди с цинком; количество же цинка, само по себе растворившееся, здесь никакого участия не принимает, а потому и может быть почитаемо совершенно потеряннным, по крайней мере относительно гальванического действия, которое произвести желают».²⁶ Тот факт, что непосредственно взаимодействие цинка с кислотой совершенно не нужно, приводит Якоби к важному выводу о возможности замены кислоты, соприкасающейся с цинком, нейтральным раствором: «...если вместо кислот будут взяты растворы солей, например поваренной, глауберовой соли, нашатыря и т. п., то в таком случае цинковая пластинка, хотя бы и ненартученная, сама по себе не претерпевает никакого изменения и может иметь потерю в весе тогда только, когда будет соединена с медною пластинкою. И эта потеря в весе будет находиться в прямом содержании с количеством водорода, отделяющегося у медной пластинки, или с произведенною гальваническою силой».²⁷ Использование нейтрального электролита позволяет, таким образом, отказаться от амальгамирования цинкового электрода. Рассуждения Якоби в соответствии с современными представлениями можно изложить следующим образом. При обычном химическом процессе растворения цинка на его поверхности идет реакция

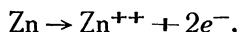


при которой цинк переходит в состояние ионов, а ионы водорода отдают свои положительные заряды цинку и, разряжаясь, переходят в молекулярный водород. В замкнутой гальванической цепи указанная реакция пространственно разделена на два

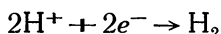
²⁶ См. настоящий сборник, стр. 64.

²⁷ См. там же, стр. 65.

процесса. На отрицательном электроде происходит ионизация цинка с образованием свободных отрицательных зарядов



а на положительном — разряд ионов водорода с поглощением отрицательных зарядов



(в некотором масштабе наряду с этим процессом идет и восстановление кислорода или окислов меди).

Во внешней цепи происходит передача зарядов от одного полюса к другому.²⁸ Скорость протекания последнего процесса весьма зависит от природы металла, в частности на поверхности меди он идет значительно легче, чем на поверхности амальгмированного цинка. Это обстоятельство не было известно во времена Якоби, и потому роль медного электрода в цепи, составленной из цинка, меди и кислоты, остается у него не совсем ясной. Однако из рассуждений Якоби с полной определенностью следует, что раствор у отрицательного полюса может и не быть кислотой, так как выделение водорода у данного электрода не только бесполезно, но и вредно. Этот важный вывод Якоби применил к медно-цинковому элементу с двумя электролитами. Причины, заставившие его перейти к таким элементам, указаны в его руководстве: «...гальванические снаряды, о которых говорим, состоящие из цинка, меди и кислоты, не могут быть с пользою употреблены для технических или многих ученых предназначений, потому что они в действии своем весьма непостоянны, и именно сила их после кратковременного употребления уже значительно ослабевает. Чтобы устранить это неудобство, употребляют в новейшее время такие гальванические снаряды, у которых оба разнородных металла находятся погруженными не в одной, но в разных жидкостях, отделенных одна от другой скважистыми перегородками, пропускающими сквозь себя электрический ток...»²⁹ В одном отделении, наполненном слабо кисло-

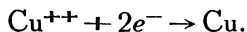
²⁸ Как известно, химическая реакция, написанная выше, также может быть разложена на два одновременно протекающих электрохимических процесса. Поскольку, однако, они идут на том же электроде, они не сопровождаются появлением тока во внешней цепи. Если поверхность электрода не вполне однородна, как это имеет место особенно в случае неамальгмированного цинка, то процессы ионизации цинка и разряда ионов водорода также локализируются на различных ее участках. На поверхности электрода в этом случае возникают так называемые местные или локальные коротко замкнутые элементы.

²⁹ В своих первых опытах Якоби применял в качестве перегородки бычачий пузырь, вскоре он перешел к перегородкам из слабо обожженной глины.

тою или соляным раствором, помещена цинковая пластинка; в другое отделение, где находится медная пластинка, наливается раствор медного купороса или какой-нибудь другой медной соли. Обе пластинки соединяются проводником и в таком виде образуют гальваническую цепь.

«В начале этой статьи было замечено, что в обыкновенных снарядах, коль скоро цепь будет замкнута, у медной пластинки отделяется водородный газ, а цинк растворяется в кислоте. Растворение цинка происходит и в новых снарядах; но водородный газ здесь не освобождается, а служит для восстановления меди из ее раствора в металлическое состояние и для осаждения ее на поверхности медной пластинки. Устроенные таким образом снаряды имеют то великое преимущество, что они гораздо постояннее обыкновенных снарядов и могут целые дни и даже недели находиться в непрерывном постоянном действии».³⁰

Представление Якоби о том, что выделение меди на положительном полюсе происходит вследствие восстановления медной соли водородом, неправильно, хотя и было почти общепринятым в то время.³¹ Подобным же образом растворение цинка на отрицательном полюсе рассматривалось как соединение с кислородом воды. В действительности, как мы уже говорили, на отрицательном полюсе металлический цинк переходит в ионы цинка, а на положительном полюсе нового «гальванического снаряда» происходит не выделение водорода с последующим химическим восстановлением меди, а разряд ионов меди с присоединением отрицательных зарядов и выделением металлической меди:



Последняя реакция идет значительно легче, чем образование молекулярного водорода, в чем и заключается преимущество применения растворов медных солей в качестве электролита, соприкасающегося с положительным электродом.

Даниель, который несколько раньше Якоби начал заниматься медно-цинковым элементом (первая публикация Даниеля по этому вопросу относится к 1836 г., Якоби — к 1837 г.), не дошел до правильного понимания механизма его действия. Как

³⁰ См. настоящий сборник, стр. 76.

³¹ В отличие от большинства ученых первой половины XIX в. правильную точку зрения о первичном выделении металлов при электролизе защищал Ф. Гротгус (*Ann. de Chimie et de Physique*, 1806, t. 58, pp. 54—74).

указывает В. Оствальд: «Даниелю не удалось сделать последний решительный шаг,³² несмотря на то что он был очень близок к этому. Даниель заметил, что его элемент может в течение долгого времени работать с одним и тем же количеством серной кислоты. Но последний вывод, что никакой серной кислоты вообще не нужно, не был им сделан».³³ Якоби, разрабатывавший эту проблему независимо от Даниеля и впервые правильно объяснивший значение разделения электролитов в медно-цинковом элементе, предложивший применять в качестве электролита на серную кислоту, а растворы хлористого аммония, и давший устройство элемента, обеспечивавшее снижение его внутреннего сопротивления, справедливо должен считаться соавтором в создании цепи, которая в настоящее время именуется элементом Даниеля—Якоби.

В поисках источника тока, который мог быть использован в его опытах, Якоби, однако, не остановился на медно-цинковом элементе. В 1839 г. Грове³⁴ предложил новую цепь из платины, концентрированной азотной кислоты, разбавленной серной кислотой и цинка. Якоби подверг эту цепь тщательному исследованию и нашел, что ее электродвижущая сила значительно превосходит электродвижущую силу медно-цинковой цепи, а внутреннее сопротивление значительно меньше. Большой интерес представляет выбор тех условий, в которых Якоби считает правильным проводить сравнение обеих цепей. Ученый выводит сначала формулу, связывающую с помощью закона Ома силу тока C с параметрами, характеризующими цепь. Обозначим через s общую поверхность электродов батареи, в которой все элементы включены последовательно, через z — число элементов, через λ — внутреннее сопротивление элемента на единицу поверхности, через L — внешнее сопротивление в цепи и через A — э. д. с. элемента. Тогда внутреннее сопротивление каждого элемента равно

$$\frac{\lambda}{sz}$$

и, следовательно,

$$C = \frac{zA}{\frac{\lambda z}{s/z} + L} = \frac{Azs}{z^2\lambda + Ls}.$$

³² Т. е. заменить серную кислоту, в которую был погружен цинк, нейтральным электролитом.

³³ В. Оствальд. История электрохимии. СПб., 1911, пер. с нем. Г. А. Котляр, стр. 122.

³⁴ О нем см. настоящий сборник, прим. 2 на стр. 194.

Выведенное уравнение не учитывает отдельно поляризации электродов при прохождении тока, она включается в величину внутреннего сопротивления.³⁵

Из этого уравнения вытекает, что сила тока максимальна, когда $\frac{z^2\lambda}{s} = L$, т. е. внутреннее сопротивление батареи равно

внешнему. Отсюда $z = \sqrt{\frac{Ls}{\lambda}}$; мы получаем таким образом соотношение, указывающее, как выгоднее всего выбрать число элементов в батарее, чтобы ток при заданной общей поверхности электродов и внешнем сопротивлении имел максимальную величину. Величина эта равна

$$C_{\max.} = \frac{A}{2} \sqrt{\frac{s}{\lambda L}};$$

отношение максимальных токов, которые могут быть получены с двумя разными цепями при одинаковом z , позволяет сравнить их эффективность. Способ сравнения, избранный Якоби, непосредственно отражает практическую целеустремленность его подхода. Якоби приходит к выводу, что 6 кв. футов платины могут заменить в гальванической цепи 100 кв. футов меди. Это указывает на большое превосходство платины как материала анода.

Последнее утверждение Якоби вызвало возражения Беккереля. В возникшей полемике частично рассматривались те же спорные вопросы, с которыми мы уже встретились в связи с обсуждением кислотно-щелочной цепи Беккереля. По Беккерелю, высокая эффективность цепи Грове зависит не от использования платины, а от химического действия крепкой азотной кислоты на разбавленную серную. В ответе Якоби указывает, что «гальванический ток существует не потому, а несмотря на то, что имеется химическое действие».³⁶

Это утверждение кажется на первый взгляд непонятным, но нужно иметь в виду, что здесь речь идет не о химической реакции, происходящей при прохождении тока, а о самопроизвольно развивающихся химических процессах на отдельных по-

³⁵ В последующем сообщении (Bull. scient., 1842, t. X, col. 257—267. Eine Methode die Constanten der Voltaschen Ketten zu bestimmen) Якоби оговаривает, что этот вывод теряет свою силу из-за поляризационных явлений, если во внешней цепи имеется электролитическая ячейка (вольтметр). Работа Э. Х. Ленца «О законах выделения тепла гальваническим током», пролившая свет на взаимоотношения между явлениями поляризации и сопротивления току, была сообщена Академии несколько позже, а именно в декабре 1842 г. (см.: Э. Х. Ленц. Избранные труды. Изд. АН СССР, М.—Л., 1950).

³⁶ См. настоящий сборник, стр. 103.

верхностях раздела, вредность которых уже раньше подчеркивалась Якоби. Заметим, что в том же томе «*Annalen der Physik und Chemie*», в котором напечатана работа Якоби, в статье Пфаффа³⁷ цепь, состоящая из платины, азотной кислоты, насыщенного раствора сернокислого цинка и цинка, приводится в качестве примера цепи, в которой совершенно отсутствуют какие-либо химические процессы. В действительности, конечно, это относится лишь к разомкнутой цепи; при замыкании ее происходит растворение цинка с одновременным восстановлением азотной кислоты.

Батареи из элементов Грове были использованы Якоби для его знаменитых опытов движения шлюпки с помощью электродвигателя. В письме к М. Фарадею Якоби сообщает: «Опыты прошлого года в соединении с последними усовершенствованиями батареи дают такой результат, что для получения одной лошадиной силы (как ее считают для паровой машины) необходимо батарея с 20 кв. футами платины, распределенными соответствующим образом, однако я надеюсь, что мне удастся получить те же результаты с 8—10 кв. футами платины».³⁸ В 1841 г. Р. Бунзен и Купер показали, что платину в элементе Грове можно заменить ретортным углем или коксом.

Наиболее общая постановка проблемы гальванических элементов содержится в сообщении Якоби «О моих работах по электромагнетизму в 1841 г.» (доложено Академии наук 7 января 1842 г.).³⁹ Якоби ставит вопрос о полезном действии гальванической батареи и электромагнитной машины: Какое максимальное количество механической работы можно получить при электролитическом растворении заданного количества цинка? Он считает, что в случае паровой машины этот верхний предел может быть точно определен (приводимый им расчет дает величину работы, которая может быть получена в случае испарения воды при 100°), и указывает, что «иметь возможность численно выразить такой предел или хотя бы с уверенностью знать о его существовании является неоценимым выигрышем для такого рода исследований, которые без этого повисли бы в воздухе и были бы лишены почвы... В ходе явлений, в которых тепло делается источником механической работы, нет ни одного разрыва, не появляется ничего мистического... Совершенно иначе обстоит дело с электромагнитными машинами;

³⁷ Пфафф был горячим сторонником контактной теории Вольты, отрицавшей связь между возникновением тока и протеканием химической реакции.

³⁸ См. настоящий сборник, стр. 53.

³⁹ Über meine elektromagnetischen Arbeiten im Jahre 1841. Bull. scient., 1842, t. X, col. 71—79.

форма явлений в этом случае проста, но агент, с которым имеешь дело, покрыт густым мраком. Ведь мы же не знаем, что является при гальваническом действии причиной или следствием? Является ли растворение этого атома цинка необходимостью или же мешающим обстоятельством? Тепло говорит с нами разнообразнейшими способами, мы видим, чувствуем и измеряем, как и с какой силой оно приводит в движение молекулы тел; но молчаливо и неподвижно, как могила, магнитное железо». ⁴⁰

При попытках найти механическую работу, которую можно получить при растворении данного количества цинка, Якоби приходит к выводу, что определения эти не имеют абсолютного значения — «факт, который особенно удивит наших коллег химиков». ⁴¹ А именно «тот же атом цинка может производить различное количество механической работы, в зависимости от того, растворяется ли он в цинково-медной или цинково-платиновой батарее. В последнем случае, например, работа эта почти в $1\frac{3}{4}$ раза больше, чем в первом; вообще же она изменяется так же, как электродвижущая сила металлов, применяемых в батарее. Большинство до сих пор известных проявлений гальванического тока пропорциональны ему, здесь имеется первое исключение. Мне кажется, что именно этот факт должен принести решение в важном, но еще спорном вопросе о правильности химической или контактной теории в пользу последней». ⁴² Здесь Якоби делает из верного рассуждения в конечном счете неверный вывод. Максимальная работа, которую можно получить от гальванического элемента, определяется химической реакцией, происходящей при прохождении тока в элементе в целом.

Реакции эти различны в случае платиново-цинковой батареи, в которой происходит восстановление азотной кислоты цинком, и медно-цинковой батареи, в которой цинком восстанавливается ион меди, хотя в обоих случаях цинк переходит в ионы цинка; поэтому должны быть различными и соответствующие работы. По-видимому, Якоби и в этом случае хотел подчеркнуть отсутствие параллелизма между электродвижущей силой и химическими реакциями, самопроизвольно (т. е. при отсутствии прохождения тока) протекающими на одном из электродов. В этом смысле следует понять и утверждение, что «гальванический ток существует не потому, а несмотря на то, что имеет место химическое действие».

⁴⁰ Там же.

⁴¹ Там же.

⁴² Там же.

Рассуждение Якоби замечательно как постановка вопроса о величине максимальной работы, которую можно получить от химического источника тока. Известно, что полное решение этой задачи удалось найти лишь значительно позже Гиббсу и Гельмгольцу.

В статье имеется ряд предположений Якоби о путях снижения стоимости электроэнергии, получаемой с помощью гальванической батареи. Так, Якоби предлагает использовать образующиеся цинковые соли для мокрой оцинковки железа и рассматривает возможность замены цинка железом. Он указывает, что ежегодно получается 16 000—18 000 пудов меди цементацией железом. Если этот процесс производить электрохимическим путем, т. е. в гальванических элементах с отрицательным полюсом из железа и положительным из меди, то, как указывает Якоби, можно было бы получить значительное количество «движущей силы». Осаждение меди можно было бы одновременно использовать для гальванопластических целей. Статья заканчивается характерной для Якоби фразой: «...нужно прочно держаться одного фундамента — это фундамент научного развития. Дайте нам только время; к сожалению, если астрономы имеют возможность создавать себе научные памятники для отдаленного будущего, настоящее с жадностью ожидает наших детей, чтобы поглотить их, как только они выйдут из материнского чрева».

Одно из последующих наблюдений Якоби сыграло роль при дальнейшем развитии теории электродных потенциалов. Ученый показал, что обычный знак э. д. с. в цепи, состоящей из серебра и меди и даже из серебра и цинка, может быть изменен на обратный, если серебро поместить не в раствор азотнокислого серебра, а в раствор цианистого калия. Иначе говоря, металлы, более благородные в присутствии цианистых солей, делаются как бы менее благородными. Изменение порядка расположения металлов в ряду напряжений в присутствии цианистых солей и других комплексобразующих электролитов было использовано в качестве доказательства правильности установленного В. Нернстом соотношения между величиной электродного потенциала и концентрацией ионов металла в растворе.

Со временем Якоби начал сомневаться в возможности практического использования сочетания из первичного элемента и электродвигателя. В связи с применением магнитоэлектрической машины, приводимой в движение паровой машиной, к гальваническому осаждению (1846) Якоби говорит: «Мною были затрачены многолетние усилия на использование гальванических и электромагнитных сил для движения машин. Что было резуль-

татом этих усилий? То, что они перешли в свою противоположность. Паровая машина не вытесняется гальванической батареей, а эта последняя вытесняется паровой машиной». ⁴³

Последние работы Якоби по химическим источникам тока относились уже не к первичным, а ко вторичным элементам — аккумуляторам. Он считал, что вторичные элементы практически гораздо удобнее использовать для приведения в действие электродвигателя, чем первичные элементы, хотя и указывает, что это не может привести к выигрышу работы: «...при превращении тепла в механическую работу механический эквивалент тепла не может быть превзойден ни при каких обстоятельствах, что строго установлено с помощью различных опытов. Если предположить, что при превращении химических процессов батареи в теплоту и механическую энергию существует аналогичный эквивалент, правда не строго установленный, то при применении вторичной батареи нельзя получить большего полезного действия, чем при непосредственном применении первичной батареи». ⁴⁴

Как известно, сочетание из вторичных элементов (аккумуляторов) и электродвигателя оказалось жизненным и находит себе широкое применение и в настоящее время. Заряджение вторичных элементов производится при этом, однако, не с помощью первичных, как это хотел делать Якоби, а с помощью «магнито-электрической» машины, т. е. в конечном счете за счет энергии топлива, воды или ветра.

Необходимо особенно отметить, что Якоби принадлежит приоритет в попытке использовать вторичные источники тока в практических целях, как это подчеркивается им в сообщении Академии наук в 1870 г.: «25 лет тому назад я сделал Академии сообщение о применении контрбатарей, возникающей в результате поляризации, для телеграфных проводов, изолированных либо слишком хорошо, либо недостаточно». ⁴⁵ Контрбатарея Якоби имела, однако, платиновые электроды, на которых можно накопить лишь ничтожное количество электричества. В опытах 1870 г. Якоби, «по предложению г-на Планте из Парижа, выбрал свинцовые пластины, погруженные в крепкую серную кислоту уд. в. 1.3...». В отличие от платины, в случае свинца электрохимический процесс затрагивает массу электрода, а не только его поверхность, что и обуславливает большую емкость свинцового аккумулятора по сравнению с контрбатареей Якоби.

⁴³ См. настоящий сборник, стр. 163.

⁴⁴ См. там же, стр. 191.

⁴⁵ См. там же, стр. 189.

Со свойственной ему объективностью Якоби указывает, что важное предложение о замене платины свинцовыми пластинами принадлежало Планте. Как это следует, однако, уже из заголовка первого сообщения Планте «О замене электродов из платины, предложенных Якоби для электрических телеграфов, электродами из свинца»,⁴⁶ именно знакомство с работой Якоби по контрбатареям дало толчок исследованиям Планте. Вторичным источником тока была посвящена и последняя, оставшаяся незаконченной, работа Якоби, о которой сохранилась следующая запись в протоколах заседаний физико-математического отделения Академии наук.

«Читано донесение академика Б. С. Якоби следующего содержания: „С удовольствием имею честь сообщить Академии, что болезнь не вполне помешала мне заниматься предметом, над которым я трудился и прежде и который имеет особое значение в области электричества и магнетизма. Я разумею поляризацию и индукцию, уже нашедшие себе в разных случаях применение и развитие. Должно вспомнить о влиянии, которое выказывают индукционные токи, возбуждаемые при действии электромагнитных батарей, а также контрбатарей, помощью которых мне удалось, 25 лет тому назад, устранить в телеграфах поляризационные токи, являющиеся вследствие недостаточного изолирования проводников, и которым мы обязаны телеграфическою связью, соединяющей в настоящее время все части света. Наконец, напомним о поляризационных батареях, которым была посвящена записка, читанная в заседании Отделения 27 октября (8 ноября) 1870 г., и помощью которых я надеялся достичь полезных применений к электрическим двигателям. Я старался придать этим батареям наиболее удобную форму, что имеет большую важность, хотя и представляет особые трудности. В отношении машин, как было объяснено в упомянутой записке, эти батареи могут получить многостороннее применение, будут ли они действовать вдвойне или в своей простейшей форме. Действительно, мой сочлен, академик Г. И. Вильд, с пользою применил такие батареи к устройству самоотмечающих метеорологических инструментов, которые скоро будут изготовлены, так что мы предполагаем в ближайшем заседании Отделения представить чертежи и описание таких приборов“».⁴⁷

Работы Якоби по источникам тока дали толчок развитию этой области электрохимии в России и привели к появлению ряда оригинальных исследований других авторов. Так, П. Баг-

⁴⁶ Comptes Rendus, 1860, t. 50, p. 600.

⁴⁷ Зап. АН, 1874, т. 23, стр. 278.

ратион, племянник героя Отечественной войны 1812 г., предложил загущение электролита путем засыпки его порошкообразной массой. Влияние Якоби, несомненно, сказалось и на работах П. Н. Яблочкова — выдающегося электротехника и изобретателя. Яблочков прошел курс обучения в Техническом гальваническом заведении, возникшем на основе особой «Гальванической команды» инженерного ведомства, учрежденной в результате работы «Комитета о подводных опытах», одним из основных участников которого был Якоби.

Третья группа электрохимических работ Якоби связана с развитием методов измерения количества электричества, электродвижущей силы и внутреннего сопротивления гальванических элементов. Как уже указывалось, эти работы вытекали из необходимости более точного определения величин, от которых зависела возможность практического использования гальванических элементов.

Якоби обнаружил источник ошибки в вольтамetre,⁴⁸ в котором количество электричества определялось по объему выделяющегося гремучего газа, связанной с обратной реакцией образования воды на поверхности платиновых электродов (ресорбцией, по терминологии Якоби). Ученый указывает, что активность платиновых электродов зависит от чистоты металлической поверхности, увеличивается при платинировке электродов и исчезает, если кислород и водород выделяются не одновременно, а порознь с помощью вспомогательного электрода. Вопрос о зависимости каталитической активности платиновых электродов по отношению к гремучему газу от условий поляризации подвергался изучению в работах ряда советских исследователей; однако наблюдения Якоби, по-видимому, никогда не были подвергнуты систематической проверке с применением современных физико-химических методов, что представило бы бесспорный интерес. В связи с неточностью указанного объемного метода Якоби впервые предложил использовать для определения количества электричества реакцию электроосаждения металла (меди из раствора CuSO_4).

Для определения электродвижущей силы и внутреннего сопротивления гальванических элементов Якоби построил специальный прибор — вольтаметр, усовершенствованный Ленцем и Нернандером.⁴⁹ Вольтаметр представлял собою переменное сопротивление из тщательно прокалиброванной платиновой проволоки, намотанной на мраморный цилиндр. Один конец проволоки был присоединен к латунной оси цилиндра, которая

⁴⁸ См. настоящий сборник, стр. 174.

⁴⁹ См. там же, прим. 2 на стр. 200.

соединялась с одним из полюсов исследуемого источника тока; провод от другого полюса источника тока подводился к подвижному контакту в виде колесика, скользящего по проволоке при вращении цилиндра. Положение колесика, а следовательно, и величина сопротивления, включенного в цепь, могли быть определены с большой точностью. Принцип использования вольтаметра заключался в следующем. Обозначим через A э. д. с. гальванического элемента,⁵⁰ внутреннее сопротивление через λ , сопротивление измерительного прибора, проводов и включенной части вольтаметра через l . Предположим, что параллельно измерительной цепи элемент замкнут еще через некоторое сопротивление L , а отклонение магнитной стрелки равно α . Сила тока в измерительной цепи равна некоторой (точно неизвестной) функции $\varphi(\alpha)$. Как легко показать⁵¹

$$\varphi(\alpha) = \frac{AL}{\lambda(l+L) + lL}.$$

Если вторая цепь разомкнута, то для получения той же силы тока и, следовательно, того же отклонения стрелки нужно с помощью агометра изменить сопротивление в измерительной цепи на величину x . Очевидно

$$\varphi(\alpha) = \frac{A}{\lambda + l + x},$$

откуда

$$\lambda = \frac{xL}{l}.$$

Производя аналогичные измерения с другим источником тока, находим

$$\lambda' = \frac{x'L}{l'}$$

и

$$A : A' = (\lambda + l + x) : (\lambda' + l' + x'),$$

где штрихом обозначены величины, относящиеся ко второму источнику тока. Метод Якоби не требовал знания зависимости

⁵⁰ Предполагалось, что A не зависит от силы тока.

⁵¹ Действительно, обозначим через i_1 силу тока в измерительной цепи [$i_1 = \varphi(\alpha)$], через i_2 — силу тока в проводнике L . Тогда $i_1 l + (i_1 + i_2)\lambda = A$, $i_2 L + (i_1 + i_2)\lambda = A$.

Исключая из этих уравнений величину i_2 , получаем приведенное в тексте соотношение.

величины отклонения магнитной стрелки от силы тока, что было весьма важно при существовавших в то время измерительных приборах. Якоби указывает на сходство между схемой вольтметра и схемой мостика, предложенной Уитстоном. Впоследствии Якоби предложил более точный прибор — ртутный вольтметр,⁵² где переменное сопротивление состояло из двух платиновых проволочек, концы которых могли быть погружены на различную глубину в наполненные ртутью трубки.

Открытие гальванопластики, исследование химических источников тока и разработка методов измерения электрохимических величин ставят Б. С. Якоби на одно из первых мест в электрохимической науке XIX в. В наше время работы его остаются замечательным образцом глубокого научного анализа важнейших технических проблем.

⁵² Pogg. Ann., 1849, Bd. 78, S. 173.

ТЕКСТЫ

О ПРОСТОЙ КИСЛОРОДНОЙ ЦЕПИ БЕККЕРЕЛЯ ¹

В первом выпуске 39-го тома этого журнала помещена статья г-на д-ра Фридриха Мора из Кобленца; ² в ней он полностью отрицает существование простой цепи, о которой Беккерель ³ докладывал на заседании Парижской Академии 9 декабря 1835 г. Еще летом прошлого года, вскоре после того как я получил 135-й номер «L'Institut», я поставил некоторые опыты с прекрасно действующей цепью Беккереля, которую любезно сконструировал профессор Гебель, ⁴ используя для этого совершенно чистые вещества. Некоторые интересные данные об этих опытах приведены в новом «Repertorium der Physik» (стр. 195) и в одном мемуаре, переданном Петербургской Академии, который трактует и другие вопросы. Между тем в то время не было еще исследовано основное, что имеет значение, а именно, является ли выделяющийся газ чистым кислородом. Отсутствие запаха и цвета газа, так же как и яркое горение без взрыва древесной стружки (скорее всего можно было бы предположить, что это смесь с водородом), не дают никаких оснований сомневаться в природе газа. Упомянутая статья д-ра Мора, несмотря на то, что она, независимо от выпадов против Беккереля и поспешную публикацию, имеет небольшое научное значение, заставила меня все же попросить проф. Гебеля с величайшей точностью повторить опыт в химической лаборатории, а именно подвергнуть выделяющийся газ эвдиометрическому исследованию. Я позволю себе несколько подробнее изложить примененный метод, так как существуют некоторые обстоятельства, которые надо знать для того, чтобы опыт полностью удался [см. рис.]: *A* — стаканчик, закрытый сверху бумажной крышечкой; *B* — стеклянная трубка, открытая сверху и снизу, шириной в 5 линий [парижских], закрытая снизу глиняной пробкой *C*.

заполнялась до краев свежее приготовленным очень концентрированным раствором калиевой щелочи, затем вдавливалась пробка *d*, так что газоотводная трубка *E* целиком заполнялась жидкостью. В сосуд *A* была налита очень чистая, свободная от азотистой кислоты, концентрированная азотная кислота, имеющая при 14° удельный вес 1.315, и цепь замыкалась. Выделение газа было сильное; после того как жидкость была целиком вытеснена из трубки, появились пузырьки газа, которым давали выделяться до тех пор, пока по прошествии примерно часа газ не начинали улавливать. Ниже дается сводка полученных результатов.

1. Отклонение стрелки составляло уже с самого начала 36° и было постоянным, без малейшего колебания, до тех пор, пока примерно через 24 часа опыт не был прерван. Когда ранее применялась пробка из асбеста, отклонение было хотя и более заметно, но гораздо менее постоянно. То же имело место, когда газ собирали над ртутью; дело в том, что давление выделяющегося газа ускоряло соединение щелочи с кислотой, вытесняя щелочь. Так как проф. Мозер⁶ обычно пользуется очень чувствительным гальванометром, то меня удивляет, что он получил хотя и определенное, но очень слабое отклонение (Repert. d. Phys. [1836], стр. 195).

2. Ни на платиновой пластине, которая висела в кислоте, а также ни на внутренней или на внешней стороне глиняной пробки не было заметно никаких следов выделения газа. Однако кислота в течение опыта выделяла азотистую кислоту, на что указывает также и Беккерель.

3. Важна концентрация щелочи; разбавленная калиевая щелочь дает более слабое выделение газа и более умеренное отклонение. Точно то же происходит с кислотой.

4. Цепь Беккереля разлагает иодистый калий.

5. Раствор соли меди между платиновыми проволоками не разлагался, по крайней мере после действия в течение четверти часа не было заметно никаких следов покраснения проволоки. Возможно, что длительность опыта была недостаточна.

6. Согласно направлению отклонения стрелки, а также по выделению иода платина в щелочи ведет себя, как цинк, а платина в кислоте, как медь.

7. Включенная в цепь медная проволока в 800 футов длиной и $\frac{3}{4}$ линии толщиной не влияет заметно на величину отклонения; сопротивление проволоки такой длины должно быть исчезающе малым по сравнению с сопротивлением остальной части.

8. Несмотря на то, что с помощью этой длинной спирали из проволоки цепь была замкнута на железный сердечник, не было

искры ни при замыкании, ни при размыкании. Не было искры и при употреблении короткой проволоки.

9. Если с помощью платиновых проволок включался в цепь в качестве шунта язык, то при наличии спирали при размыкании чувствуется очень слабый, но определенный удар, а при замыкании — нет. Если замкнуть цепь только на проволоку мультипликатора, то ничего не ощущалось, даже если прикладывать проволоки к ранке на губе. Указанная заметка в «*Repertorium*», где говорится об отсутствии всяких ощущений, должна быть, таким образом, исправлена; здесь нет ошибки, так как многие случайно присутствовавшие лица повторяли опыт с тем же результатом.

10. Выделение газа было настолько сильным, что за 5 часов оно составило 0.6 куб. дюйма. Газ был совершенно лишен запаха, вкуса и цвета и поглощался без малейшего остатка нагретым до начала плавления фосфором при ярком пламени, обычном для кислорода. Этот опыт часто повторялся и каждый раз выделяемый газ вел себя, как химически чистый кислород.

Вряд ли требуется другое специальное опровержение статьи Мора.

Хотя эти опыты несомненно и подтверждают явление цепи Беккереля, но не разъясняют природы его. В основном нельзя ничего возразить против электрического тока, возникающего при соединении кислоты и щелочи, кроме противоположных указаний Фарадея, которые безусловно имеют очень большое значение. Однако, возможно, в другой раз я покажу, что его опровергающие опыты и следствия, которые он из них выводит, не вполне свободны от возражений. Простой опыт состоит в следующем. Проф. Гебель поместил в стакан с раствором калиевой щелочи свернутую спиралью платиновую проволоку, конец которой был соединен с гальванометром, вторая же платиновая проволока также была лишь слегка погружена в тот же раствор и соединена с гальванометром. Как только в стакан начали капать азотную кислоту, стрелка отклонилась на 90° , но сейчас же вернулась назад. Раствор калиевой щелочи содержал немного уголекислоты, и возникло слабое вскипание, но разложение раствора калиевой щелочи, содержащей уголекислоту, конечно, никто не примет за электролитическое разложение. Опыты эти будут продолжены.

Возможно, что следующие рассуждения приблизят цепь Беккереля к обычным гидроцепям. Дело в том, что когда электрический ток получается вследствие соединения кислоты и щелочи, то действие настолько незначительно по количеству и интенсивности, что можно простить Фарадею, от восприятия ко-

торого ускользнул, конечно, еще несравненно более слабый ток, получающийся в обычной цинково-медной цепи при соединении окиси цинка с кислотой. Надо не обманываться обильным выделением газа в цепи Беккереля, а руководствоваться количественными определениями, которые нам дал Фарадей. Общий эффект от нашей цепи — 0,6 куб. дюйма кислорода за 5 часов, что соответствует окислению за это время 1,3 грана цинка. Согласно моим опытам (*Mémoires sur l'application*, p. 40) на отрицательной пластинке пары цинк—серебро, заряженной серной кислотой уд. веса 1,25, при площади цинковой пластинки в 1,5 кв. дюйма за 50 секунд выделяется 1 куб. дюйм водорода. Таким образом, количество электричества, циркулировавшее в этой цепи, было в 300 раз больше, чем в нашей цепи Беккереля.

Опыт с медной проволокой дает еще другой способ сравнения. Мы будем считать, что благодаря меди отклонение уменьшается на $0,5^\circ$, то есть снижается до $35,5^\circ$. Далее можно принять, поскольку здесь это не имеет особого значения, что силы относятся, как тангенсы углов отклонения, т. е. как 73 : 71. Если теперь воспользоваться коэффициентами, которые я определил для сопротивления проводников на стр. 24,⁷ то путем простого счета можно найти следующее. Возьмем цепь с цинком, имеющим поверхность в $\frac{1}{160}$ кв. дюйма или около 1 кв. линии, находящимся в медном сосуде шириной в $\frac{3}{4}$ дюйма, наполненном серной кислотой (10 частей концентрированной кислоты на 100 частей воды). Я думаю, если замкнуть подобную микроцепь на мультпликатор длиной в 35 футов, то цепь будет ослаблена в той же степени, что и цепь Беккереля, а именно в отношении 73 : 71, если включить проволоку длиной в 800 футов. В 22-м выпуске «*Bulletin scientifique*» (1836, стр. 169) академик Ленц приводит некоторые интересные указания о цепи Беккереля, действие которой он приписывает модифицирующему влиянию кислоты и щелочи на платиновые пластины.

Это не относится к опыту, который был поставлен проф. Мозером (*Repertorium*, стр. 195) для развития теории Беккереля. Приведенное там соединение можно представить в виде схемы: $\frac{zfp}{a}, \frac{pfk}{b}$; ⁸ оно, вообще говоря, не действительно, так как платина отрицательна по отношению к меди. Возможно, в опыте, благодаря большому несоответствию размеров или слабому окислению меди, разность напряжений между p и k изменила знак на обратный. Если f в a — азотная кислота, а f в b — серная кислота, то опыт может скорее удастся, но, однако, согласно указанию Фарадея, его обязательно следует рассматри-

вать только как один из случаев разложения с помощью простых цепей.

В заключение я позволю себе следующее замечание. Нельзя считать совершенно исключенным, что явление цепи Беккереля сможет дать объяснение не менее загадочному факту — более положительной природе амальгмированного цинка. Действительно, здесь все находится в очень благоприятном положении для накопления тока, так как непосредственно на проводящей собирающей поверхности ртути идет окисление и соединение окиси с кислотой, а то и другое производит соответствующий ток.

ВЫДЕРЖКА ИЗ ПИСЬМА ПРОФЕССОРА ДЕРПТСКОГО УНИВЕРСИТЕТА г. ЯКОБИ К г. ЛЕНЦУ¹

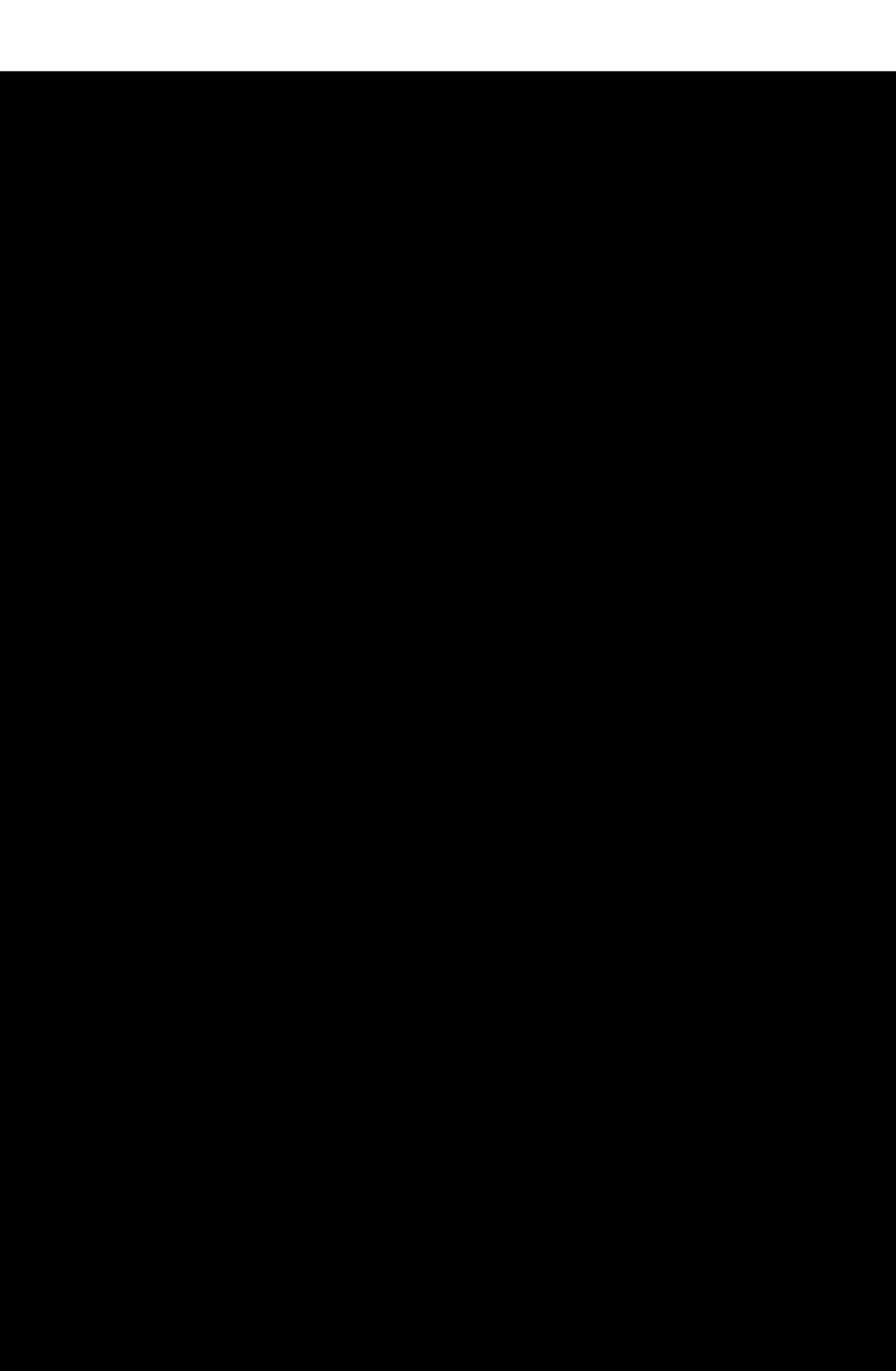
Читано в собрании Академии наук 3 февраля 1837 г.

Настоящим я беру на себя смелость сделать сообщение, имеющее для вас некоторый интерес, так как оно относится к области исследований, которыми, как я вижу из помещенной в 22-м номере «Bulletin» интересной статьи, вы занимаетесь в настоящее время.² Это сообщение касается как раз гальванической цепи, этой нерешенной проблемы, на которую было уже потрачено так много труда и работы. Для успеха моих усилий привести электромагнетизм к практическому использованию гальваническая цепь является, конечно, жизненным вопросом. Теперь он, как мне кажется, успешно разрешен; во всяком случае постольку, поскольку проблема из области теории перешла в область технического осуществления. Глубокие исследования гальванической цепи Фарадеем хотя и не решили задачи, однако они указали тот верный путь, по которому следовало идти, чтобы достичь хороших результатов. Было бы излишним подробно останавливаться на том, что одновременно с моими усилиями в этом отношении совпала найденная мною в «Institut» заметка по поводу представленного Даниелем Королевскому институту нового гальванического прибора.³ Принцип прибора следующий: берутся две разделенные мембраной жидкости, каждая в соответствии с особенностями погруженного в нее металла. Однако поставленные мною этим летом опыты оказались неудачными, равно как и опыты на приборе, сконструированном по указанию Мюлинса в «Philos. Mag.».⁴ Я относился с предубеждением к мембранам, считая, что они слишком ослабляли цепь, и

к тому же я мало верил в их непроницаемость, в особенности если жидкость оказывала некоторое давление. Устройство, изображенное на приложенных при сем чертежах [см. рис.], превзошло все мои ожидания; оно соединяет в себе легкость употребления со всеми прочими условиями, которые желательно получить от вольтаического прибора. При этом прибор обладает силой, какую только можно требовать при данных размерах. *A* — медный сосуд диаметром в $7\frac{1}{4}$ дюйма, со стенками высотой в 3 дюйма; *B* — припаянный сосуд, который отделен от *A* решеткой; *C* — деревянный обод шириной в $\frac{1}{4}$ дюйма, вышиной $\frac{1}{2}$ дюйма (или лучше в 1 дюйм) и $6-6\frac{1}{3}$ дюйма диаметром; он обтянут животным пузырем *F* (лучше всего бычачьим пузырем) и покоится на двух стеклянных палочках *x, x* высотой в 1 линию, так что расстояние пузыря от меди составляет всего 1 линию. Две стеклянные палочки *y, y*, также высотой в 1 линию, укреплены в раме, а на них покоится цинковая пластинка *Z* диаметром в 6 дюймов. Пластинка покрыта сверху сургучным лаком, и на ней припаян сосуд со ртутью *D*. Пространство между пузырем и цинковой пластинкой наполняется раствором нашатыря (1 часть концентрированного раствора, 20—25 частей воды), а пространство между животным пузырем и медью — возможно более концентрированным раствором медного купороса. Для поддержания концентрации раствора сосуд *B* наполняется измельченным в порошок медным купоросом. *E* — трубочка, через которую выпускается жидкость, для чего достаточно снять трубку с крючка *G* и нагнуть ее вниз, что возможно благодаря резиновому соединению. Этот кран прост, его легко изготовить, и он в высшей степени удобен. Это изобретение мне кажется очень любопытным, так как оно вызвано необходимостью. С помощью этого прибора я произвел много опытов. Гальванометром была простая буссоль на трех установочных винтах, которая отклонялась посредством простой проволоки толщиной в $1\frac{1}{4}$ линии. Стрелка вращалась на острии.

I серия

Цепь была замкнута проволокой длиной около 2 футов, толщиной $1\frac{1}{2}$ линии. Жидкость состояла из 1 части концентрированного раствора нашатыря и 8—9 частей воды. Вся операция заключалась только в добавлении время от времени небольшого количества медного купороса. Цинковая пластинка была амальгамирована.



25 декабря

В 3 ч. 10 м.	отклонение =	37°.5
3 ч. 25 м.	»	= 39
3 ч. 03 м.	»	= 40
4 ч.	»	= 42.25
4 ч. 55 м.	»	= 42

Цинковая пластинка была сильно покрыта илом. Она была вычищена и был налит свежий раствор нашатыря, равно как и свежий, очень концентрированный медный раствор. После этого в 5 ч. 10 м. отклонение было 46°.

Цинковая пластинка опять быстро загрязнилась. Она была вновь вычищена, и отклонение достигло:

В 5 ч. 35 м.	. . .	45°
5 ч. 55 м.	. . .	47
6 ч. 5 м.	. . .	48.25

Возрастание отклонения должно быть приписано увеличивающейся концентрации раствора и, может быть, тому обстоятельству, что медный сосуд не был целиком чисто металлическим. Во всяком случае интересно иметь также цепь, отклонение в которой за 3 часа возрастает на 11°. Я не думаю, чтобы этого можно было бы достичь с какой-либо другой гидроцепью.

Затем я должен был предоставить прибор самому себе; в 11 ч. вечера отклонение было около 5—6°, но жидкость была прозрачна, как вода. Вся медь опустилась вниз. Причины, которых я коснусь позднее, побудили меня произвести замыкание с помощью более длинной проволоки. Все прочие обстоятельства были те же, что и в первой серии.

II серия. 26 декабря

Замыкание с помощью проволоки длиной около 20 футов и толщиной в $\frac{1}{2}$ линии:

В 9 ч. 15 м.	. . .	35°45
10 ч. 45 м.	. . .	35.40

Добавил свежие медные кристаллы: ⁵

10 ч. 45 м.	. . .	35°40
11 ч. 18 м.	. . .	35.45
12 ч.		35.40
12 ч. 50 м.	. . .	35.25

Новый медный раствор и новые кристаллы:

1 ч. 5 м.		36°5
-----------	-----------	------

На растворе нашатыря образовалась пленка; он был возобновлен, а сильно покрытая илом цинковая пластинка вычищена. Стрелка снова поднялась:

1 ч. 15 м.	36°5
2 ч. 5 м.	35.75
2 ч. 40 м.	35.20
3 ч. 40 м.	33.20

Добавлен концентрированный раствор:

3 ч. 45 м.	35°25
4 ч. 5 м.	34.30
5 ч. 10 м.	33
5 ч. 17 м.	34
5 ч. 35 м.	33°00
5 ч. 43 м.	33.75
5 ч. 53 м.	34.50
6 ч. 20 м.	34.50

Там, где перед замером раствор был несколько освежен, имело место увеличение действия. В этих опытах в качестве мембраны был использован тонкий свиной пузырь, который допускал смешение жидкостей. В последующих опытах применялся бычачий пузырь.

III серия. 6 января 1837 г. (1 часть нашатырного раствора, 20—25 частей воды)

12 ч. 23 м.	25°75
2 ч. 15 м.	28.6
2 ч. 33 м.	28.75

Цинковая пластинка, сильно покрытая илом, была вычищена:

2 ч. 45 м.	28°75
3 ч. 45 м.	28.3
5 ч. 25 м.	28.1

Новый медный раствор:

5 ч. 30 м.	28°75
7 ч. 10 м.	28.2

Количество медного купороса в сосуде было увеличено, и жидкости перемешивались друг с другом:

7 ч. 25 м.	29°2
9 ч. 24 м.	28.3

Цинковая пластинка, сильно покрытая илом, была заменена совершенно новой, никогда еще

не употреблявшейся, и, к удивлению, никакой разницы не получилось:

9 ч. 31 м.	28°5
11 ч.	27
11 ч. 12 м.	29.5
1 ч. 5 м.	25
1 ч. 12 м.	27.5
1 ч. 20 м.	29.2
7 ч. 45 м.	17.5

Новый медный раствор:

8 ч.	30°75
9 ч.	30.5
10 ч. 18 м.	29.8
11 ч.	29.7
12 ч.	29.5
12 ч. 28 м.	29.5

Вы согласитесь со мной, что эти опыты были в достаточной степени удачными. С помощью некоторых небольших изменений я надеюсь еще больше облегчить их проведение. Можно будет также, несколько поразмыслив, найти удобную и занимающую небольшой объем комбинацию из нескольких элементов. Преимущества этих цепей, мне кажется, заключаются в следующем.

1. Действие цепи может сохраняться на постоянном уровне, если будет обеспечено поддержание раствора медного купороса в надлежащей концентрации. Хорошо время от времени (через каждые 5—6 часов) возобновлять этот раствор, потому что он смешивается с цинковым раствором; цинковую пластинку можно оставить так, как она есть, и только было бы хорошо через каждые 8 или 10 часов возобновлять также и раствор нашатыря. Так как раствор этот сильно разбавленный, то расходы будут незначительны. Через каждые 12 часов я рекомендовал бы брать новую мембрану и высушивать старую. Смешение жидкостей тогда не будет происходить с такой легкостью. Можно иметь несколько таких обтянутых ободов, которые легко менять. Хотя некоторый надзор при этом все же необходим, но преимущество заключается главным образом в том, что можно сохранять постоянство цепи, чего нельзя было достичь до сих пор, несмотря на все усилия, на всех других сколько-нибудь мощных приборах. Я не знаю, чего бы только ни сделал, чтобы достичь этой важной цели.

Но все имело свои пределы, перейдя которые нельзя было получить восстановления мощности. В самом деле, существовавшие до сих пор гальванические аппараты могли привести кого угодно в отчаяние.

2. Цинк почти целиком растворяется гальваническим путем, и постороннее (химическое) воздействие незначительно; оно было бы совершенно аннулировано, если бы пузырь не пропускал медного купороса; устранение этого воздействия, принятие большей предосторожности уменьшит незначительное самостоятельное действие амальгамированного цинка, хотя оно никогда не может быть совершенно устранено. Во всяком случае эта непроизводительная затрата не может сравниться с затратой тепла, которое бесполезно улетает в дымовую трубу. Впрочем, замечательно, что ил, которым покрывается цинковая пластинка, ни в коем случае не мешает ее действию, само собой разумеется, если слой ила не будет слишком толстым. Хотя я его еще не исследовал, но металлическая природа его кажется несомненной. Это паразитное явление найдет, конечно, свое объяснение в ваших исследованиях переходного сопротивления; в ходе этих исследований я очень заинтересован.

Если в сосуде *ab* вашего чертежа находится концентрированный раствор медного купороса и если *LP* — медные пластинки, то весьма возможно, что переходное сопротивление будет очень незначительным и даже, что, может быть, промежуточные пластинки будут иметь только незначительное тормозящее влияние. Этим, может быть, объясняется также и то, почему в моих последних аппаратах, сконструированных по данным Фарадея, действие было чрезвычайно ослабленным в том случае, когда проводящая жидкость содержала медь, что является почти неизбежным, так как эти приборы целиком основаны на действии промежуточных пластинок. Что касается местных цепей (*Partialketten*), которые образуются благодаря осаждению меди на цинке, то возможно, что значение их не столь велико, во-первых, из-за слабости раствора нашатыря, а также потому, что отсутствует замыкание, так как каждая частичка меди окружена жидкой оболочкой. Следует заметить, впрочем, что в последних двух сериях опытов медь отделилась в совершенно твердом состоянии и совершенно равномерно осела на дно сосуда *A*. Но если бы цепь была замкнута с помощью короткой проволоки, то медь осела бы в виде порошка. По-видимому, оседает в этом случае и цинк. Вообще следует избегать слишком энергичного действия, потому что тогда манипуляции затрудняются. Однако практика многое здесь изменит и улучшит. Потребление медного купороса значительно, но зато мы получаем цинковый купорос и металлическую медь.

3. К преимуществам этой цепи я причисляю также то, что она действует до полного истощения цинка. Известно, как сильно теряется энергия цинка, бывшего в употреблении. Но что собственно значит «бывший в употреблении цинк»? Я знаю

только, что при применении азотной кислоты на пластинке осаждается из азотнокислой жидкости черный, сильно липкий осадок, и если, к несчастью, этот осадок высохнет, то никакая человеческая сила, больше того — никакая судомойка не будут в состоянии восстановить цинковую пластинку, и ее придется стругать. Это обстоятельство очень важно с точки зрения экономного использования цепи. Можно провести здесь аналогию и отнести все это к категории топлива в паровых машинах. Раньше с цинком было то же самое, что было бы и с каменным углем, если бы мы могли сжигать только $\frac{1}{10}$ часть его, а остальные $\frac{9}{10}$ принуждены были бы отсылать обратно в Нью-Кэстль.

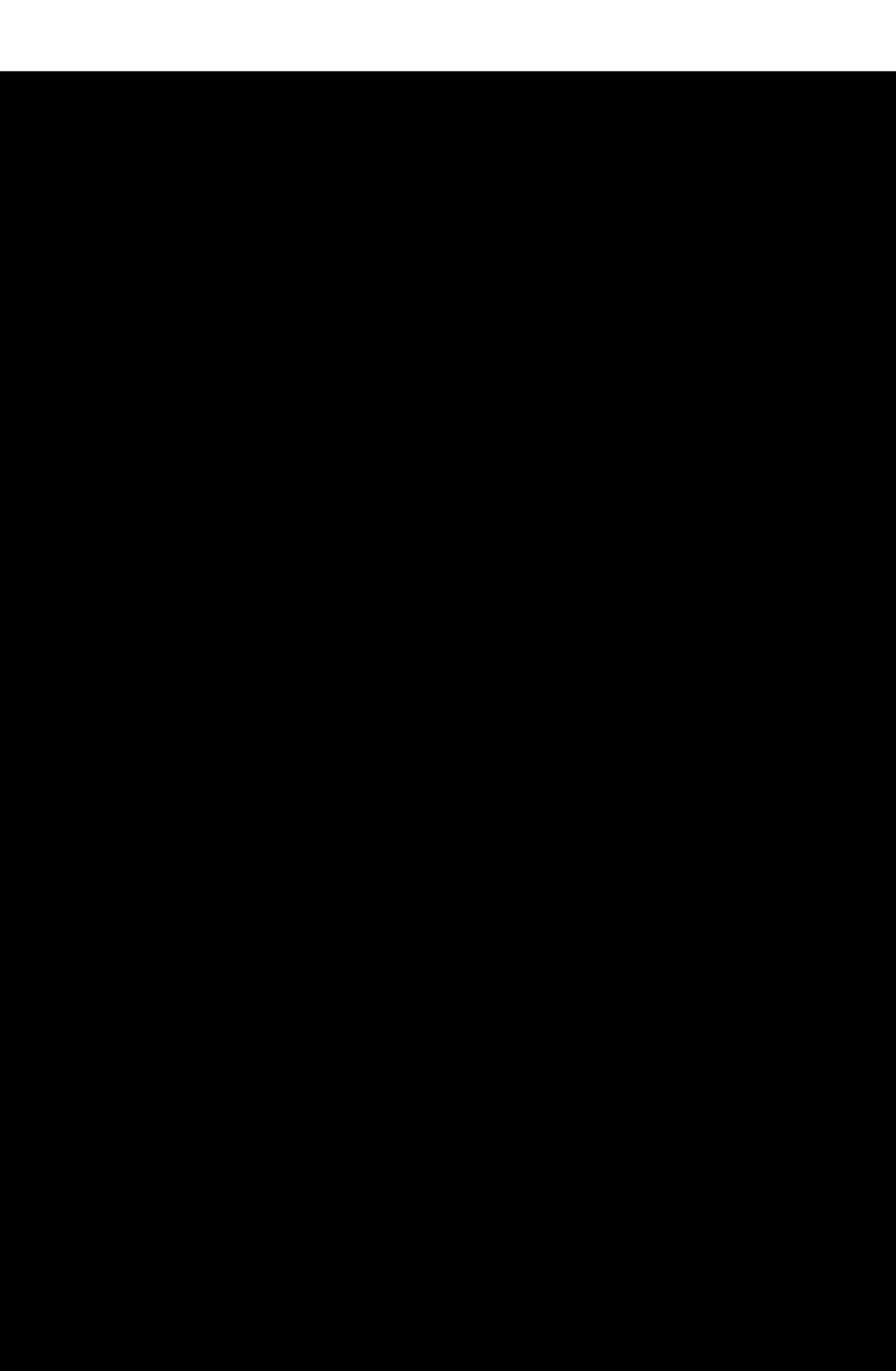
**СООБЩЕНИЕ Б. С. ЯКОБИ НЕПРЕМЕННОМУ
СЕКРЕТАРЮ АКАДЕМИИ НАУК П. Н. ФУССУ
О СДЕЛАННОМ ИМ ОТКРЫТИИ¹**

4 октября 1838 г., Петербург

Ваше превосходительство!

Позволяю себе передать вам при сем гальваническое произведение искусства с покорнейшей просьбой, чтобы вы соблаговолили преподнести его Академии в качестве доказательства того, что гальанизм не только способен приводить в движение машины,² но имеет также свою эстетическую или, вернее, артистическую сторону. Чего не могли добиться многочисленные усилия граверов, а именно: получить рельефную гравировку на металлической пластинке, то сумела выполнить с величайшим совершенством сила природы в ее спокойном могуществе.

К этому предмету, который очень далек от моих прочих занятий, меня, конечно, мог привести лишь случай. Гальванические аппараты, которыми я в настоящее время пользуюсь, основаны на принципе, подробнее мною описанном в письме, которое я позволил себе послать еще из Дерпта академику Ленцу³ и которое напечатано в «Bulletin de l'Académie». Эти гальванические цепи обладают, как известно, той особенностью, что водород, выделяющийся в других вольтаических приборах на отрицательной,⁴ т. е. медной пластинке, здесь применяется для восстановления насыщенного раствора медного купороса. Агрегатное состояние, в котором выделяется эта медь, зависит от силы гальванического тока; если последний слаб и действие происходит постепенно, то ее можно получить в форме вполне связной, в более или менее плотном виде, если же ток силен



и восстановление происходит быстро, то она получается в виде беспорядочно сгруппированных зерен, строение которых указывает на стремление к кристаллизации. При особых обстоятельствах можно, однако, как показал Беккерель, получить вполне развитые, правильные кристаллы. Эти явления имеют нечто общее с давно известным восстановлением металла, но их не следует с ним смешивать. При чистке гальванических приборов я замечал нередко, что медь, восстановленная на медной пластинке, способна отделиться в виде вполне связанных листов, подобных тому, который я позволил себе приложить здесь в качестве образца; в то же время я заметил, что на такой восстановленной медной пластинке передаются в обратном виде все случайные неровности, следы от удара молотком, бороздки от напильника и т. п. Это было, конечно, весьма замечательно, ибо указывало на большое спокойствие и постоянство данного молекулярного действия. Отсюда, естественно, возникла мысль испытать, как будет вести себя гравированная медная пластинка, если включить ее вместо обыкновенной в гальваническую цепь. Результат, как и следовало ожидать, оказался благоприятным в смысле резкости и точности воспроизводимых черт, но неблагоприятным в том смысле, что не удалось полностью отделить восстановленную медь от гравированной медной пластинки. Удавалось всегда получить лишь отдельные обломки, причем к тому же и гравированная медная пластинка оказывалась испорченной. Я позволил себе также приложить и такую испорченную медную пластинку, так как возможно, что эта пластинка представляет еще больший научный интерес, чем иная удавшаяся художественная пластинка, вставленная в изящную рамку.⁵ Действительно, на ней восстановленная медь так тесно соединилась с медной пластинкой, что невозможно ее отделить, и кажется, что они обе слиты таким совершенным образом, как это достигается обычно лишь путем плавки. Это, по-видимому, указывает на мощное, проникающее на большую глубину, молекулярное действие, способное распространиться и на готовый индивидуум, вполне замкнутый в самом себе и давно ушедший от *status nascendi* (состояния зарождения). Здесь не может быть речи о каком-либо химическом воздействии, которое испытывала бы отрицательная пластинка, на ней нет никакого следа изменения, но электричество контакта столь мощно, что может вызывать подобное, как я называю, пластическое молекулярное действие. Как ни отлично это образование от обыкновенной кристаллической формации, которая требует величайшего покоя, чтобы проявиться во всей красоте, все же гальваническое действие так определено в своей направленности, что даже самые неправильные

Обе пластинки соединены более или менее длинным проводом *D*, в который при желании можно включить мультипликатор. В отделение *Z* наливается вода с незначительным прибавлением серной кислоты или нашатыря, а в другое *K* — раствор медного купороса, который следует все время поддерживать в состоянии насыщения. Далее все это предоставляется самому себе, и через несколько дней можно отделить готовую пластинку от пластинки *K*. Предлагаемый экземпляр получен приблизительно за два с половиной дня. Следует заметить, что оригинальная пластинка не должна быть совершенно чистой и гладкой, она должна быть покрыта чрезвычайно тонким, подобным следу от дыхания, налетом жира или масла.

Прилагаемые экземпляры прошу при случае мне возвратить, причем я позднее позволю себе преподнести их Академии в той же самой или иной форме для одной из ее коллекций.

Прошу ваше превосходительство принять уверения в моем совершеннейшем почтении, с каковым имею честь пребывать

вашего превосходительства
покорнейший слуга
профессор д-р Якоби.

С.-Петербург
4 октября 1838 г.

О СПОСОБЕ ПРОИЗВОДСТВА КОПИЙ С НАГРАВИРОВАННЫХ МЕДНЫХ ПЛАСТИНОК ПРИ ПОМОЩИ ВОЛЬТАИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ; О ПОЛУЧЕНИИ СМЕШАННЫХ ГАЗОВ ДЛЯ ДРУММОНДОВА СВЕТА ПРИ ПОМОЩИ ЭЛЕКТРОЛИЗА; О ПРИМЕНЕНИИ ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМА В КАЧЕСТВЕ ДВИЖУЩЕЙ СИЛЫ В НАВИГАЦИИ И ОБ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ТОКАХ¹

Из письма д-ра Якоби к г-ну Фарадею

Несколько времени тому назад, работая над электромагнитными явлениями, я нашел благодаря счастливому случаю, что при помощи вольтаического действия можно получить рельефную копию с награвированной медной пластины и что с полученной рельефной копии можно получить новую обратную копию тем же самым процессом, так что создалась возможность размножения медных копий в любом количестве. При помощи этого вольтаического способа можно воспроизвести самые тонкие и даже микроскопические штрихи, и полученные копии в такой мере тождественны с оригиналом, что самое тщательное рассмотрение не может обнаружить никакой разницы. Я посылаю вам отдельным пакетом два образца таких пластин, которые, я надеюсь, вы примете благосклонно. Рельефная пластина является копией оригинала, выгравированного при помощи резца; вторая пластина представляет собой копию рельефной пластины и, следовательно, вполне идентична с оригиналом. Третья пластина представляет собой оригинал, но покрытый слоем восстановленной меди. Я предполагал изготовить и вто-

рую копию, но, к сожалению, иногда пластины прилипают одна к другой так сильно, что их невозможно разъединить. Я не могу сейчас указать причину этого прилипания, которое наблюдается время от времени; можно только сказать, что это явление наступает тогда, когда медь на восстанавливаемой поверхности отличается хрупкостью и, следовательно, имеет пластинчатый и пористый характер. Я не буду подробно описывать применяемый мною аппарат. Это простая voltaическая пара с перегородкой, в которой награвированная пластина играет роль обыкновенной медной пластины и погружается в раствор медного купороса. Я нашел необходимым включать в цепь гальванометр с короткими проволоками, так что всегда можно было иметь представление о силе тока и таким образом управлять процессом; это управление осуществлялось при помощи большего или меньшего раздвигания электродвижущих пластин, или путем изменения длины соединительного провода, или, наконец, при помощи более или менее сильного уменьшения проводимости раствора на цинковой стороне; для успеха всей операции чрезвычайно важно, чтобы медный раствор всегда находился в состоянии насыщения. Далее, действие не должно быть слишком быстрым: в течение 24 часов нужно осадить на квадратный дюйм не больше 50—60 гран меди. Прилагаемые пластины были изготовлены: одна — в два дня, а другая — в один день, и это является основной причиной, почему их агрегатное состояние не так плотно и крепко, как агрегатное состояние изделя № 4, которое было получено при более медленном процессе.

Само собой понятно, что раствор медного купороса можно разложить, пропуская через него ток одной voltaической пары через посредство двух медных электродов; по мере того как анод растворяется, катод покрывается слоем восстановленной меди; в этом случае можно обойтись без добавки концентрированного раствора. Теоретически можно было бы ожидать, что на катоде будет осаждено точно такое же количество меди, какое растворяется на аноде. Мои опыты всегда указывали на существование большей или меньшей разницы между этими двумя количествами, а именно: анод теряет больше, чем получает катод. Разность остается почти постоянной, так как опыт показал, что она не увеличивается с течением времени. Сильно концентрированный раствор медного купороса не может быть разложен с помощью электродов из того же металла, даже если применить батарею, состоящую из трех или четырех элементов. Правда, стрелка гальванометра испытывает сильное отклонение, как только замыкается цепь, однако отклонение быстро уменьшается и стрелка очень скоро возвращается почти к нулю.

Если раствор разбавить водой, к которой было прибавлено несколько капель серной кислоты, то возникает очень сильный и постоянный ток, разложение идет равномерно и гравированный катод покрывается слоем меди красивого розово-красного цвета. Если заменить раствор медного купороса чистой водой, подкисленной серной кислотой, то произойдет сильное разложение воды, даже когда ток получается от одной voltaической пары. Анод окисляется, а на катоде выделяется водород. Вначале разложение меди не происходит; оно начинается только тогда, когда жидкость окрашивается в синий цвет, однако слой осажденной меди получается рыхлый.

Я продолжал эти опыты в течение трех дней, пока анод почти окончательно не растворился; цвет раствора становился все более и более глубоким, однако выделение водорода хотя и уменьшилось количественно, но не прекратилось. Я думаю, что из этого опыта можно сделать такой вывод, что вторичные voltaические действия не отличаются той одновременностью эффекта и той однозначностью получения определенных соединений или разложения последних, которыми отличаются первичные электролитические процессы.

Я наблюдал очень много таких аномальных вторичных процессов во время моих опытов; было бы очень затруднительно описать их в этом письме; тут существует какой-то провал, который очень трудно заполнить, ибо в этих процессах очень большую роль играют молекулярные силы, в настоящее время совершенно нам неизвестные.

Что касается технического значения этих voltaических копий, я хочу отметить, что мы можем применять гравированные катоды не только из металлов более отрицательных, чем медь, но также из положительных металлов и их сплавов (за исключением латуни), несмотря на то что эти металлы чрезвычайно энергично производят разложение медных солей. Можно, например, изготовить стереотипы из меди в любом количестве копий. Я в ближайшем будущем буду иметь честь послать вам барельеф из меди, оригинал которого был изготовлен из пластической массы, легко поддающейся художественной обработке. Благодаря этому способу все тончайшие штрихи, которые являются главным достоинством и красотой таких произведений и которые обычно пропадают при отливке, могут быть сохранены; отливка же не в состоянии передать все детали в их чистоте. Художники будут чрезвычайно благодарны гальванизму, который открыл перед ними новую дорогу.

Последнюю зиму я часто освещал свой зал, имеющий значительные размеры, друммондовым светом.² Необходимую смесь газов я получал в достаточном количестве, т. е. 3—4 куб. фута

в час, путем разложения разбавленной серной кислоты (удельный вес 1.33) между платиновыми электродами при помощи батареи специальной конструкции. Я пропускал газ через стеклянную трубку, наполненную хлористым кальцием; в моей системе не было газометра и никакого другого устройства для измерения газа. Как только вольтаический ток включался, горелку можно было зажечь; пламя отличалось спокойным характером и постоянной интенсивностью в течение продолжительного времени. Конструкция и обслуживание батареи, хотя она была и очень совершенна, все же представляла некоторые затруднения. В настоящее время батарея с аппаратом для разложения, производительностью от 3 до 4 куб. футов электролитического газа в час, занимает лишь немного больше места, чем страница моего письма (10×8 дюймов) и имеет в высоту 9 дюймов.

Какое прекрасное применение вольтаической батареи! Неправда ли?

Основным затруднением для применения электромагнетизма к движению машин являлось трудное обслуживание батареи. Это затруднение больше не существует. Прошлую осень я произвел, как вы, может быть, знаете из газет, первые опыты плавания по Неве на 10-весельной шлюпке, снабженной колесом, вращающимся при помощи электромагнитной машины.³ Хотя мы плавали целыми днями, обычно с 10—12 пассажирами, я не был удовлетворен первым опытом, ибо обнаружил много ошибок в конструкции машин, плохую их изоляцию, равно как и батарей; я не мог их (эти ошибки, — *Ред.*) устранить на месте, что вызывало у меня ужасную досаду. В настоящее время я произвел все необходимые улучшения и в ближайшем будущем возобновлю свои опыты. Опыты прошлого года в соединении с последними усовершенствованиями батареи дают такой результат, что для получения одной лошадиной силы (как ее считают для паровой машины) необходима батарея с 20 кв. футами платины, распределенными соответствующим образом, однако я надеюсь, что мне удастся получить те же результаты и с 8—10 кв. футами платины. Если небо сохранит мое здоровье, которое несколько пошатнулось от постоянной работы, я надеюсь, что не дольше, чем через год, мне удастся построить электромагнитное судно с машиной мощностью от 40 до 50 лошадиных сил.

В моей работе «О применении» и т. д. я говорил о влиянии магнитоэлектрических токов, существование которых вы открыли совсем недавно, на развитие электромагнитных машин. Эти токи являются причиной того, что надежды, которые мы возлагали на эти машины, еще до сих пор не осуществились.

Однако, если присмотреться к магнитоэлектрическим токам несколько ближе, то окажется, что они вовсе не так вредны, как предполагалось раньше. Опыты, которые я производил, включая в цепь гальванометр, показали мне, что во время работы машины электролитическое действие батарей сильно уменьшается и в некоторые моменты равно лишь половине того, что имеет место, когда машина стоит, причем ток все же проходит по катушкам, окружающим железные стержни. Таким образом, если, с одной стороны, магнитоэлектрические токи уменьшают силу машин, то, с другой стороны, электролитическое разложение цинка, которое составляет наибольшую часть расходов, значительно уменьшается.

Мне еще не удалось установить точное взаимоотношение токов до того, как машина пущена в ход, и во время работы машины.

Я беру на себя смелость послать вам несколько выпусков «Bulletin scientifique». Результат нашей совместной работы — моей и господина Ленца — таков: притяжение электромагнитов пропорционально квадрату силы токов или квадрату электролитического действия батарей. Этот важный закон как будто бы может быть применен и для машин, находящихся в движении; по крайней мере опыты, которые я проделал в этом направлении, дают результаты, отклоняющиеся от данного закона не больше, чем допускает обычная ошибка при экспериментировании.

Остаюсь и т. д.
М. Г. Якоби.

С.-Петербург
21 июня 1839 г.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ДЕЙСТВИЯ ДВУХ ВОЛЬТАИЧЕСКИХ ПАР: МЕДЬ—ЦИНК И ПЛАТИНА—ЦИНК ¹

Доложено в собрании Академии наук 31 января 1840 г.

Я имею честь доложить императорской Академии наук результат моих сравнительных опытов, касающихся силы двух различных гальванических пар, снабженных перегородкой. Одна из них — пара медь—цинк, заряженная сернокислой медью и серной кислотой, шестикратно разбавленной водой; другая пара — платина—цинк, заряженная, по совету г. Грове,² концентрированной азотной кислотой и той же разведенной серной кислотой. Поверхность первой пары медь—цинк была равна 38 кв. футам, поверхность пары платина—цинк была равна лишь 2.5 кв. футам. Для измерения силы тока я пользовался электромагнитными весами г. Беккереля.³ Этот инструмент представляет большую ценность для точных измерений в том случае, если винты расположены так, чтобы удовлетворить условиям устойчивого равновесия, которое, естественно, должно быть выполнено у весов. Это достигается тем, что между магнитами и соленоидами дают действовать только отталкиванию. С этой целью один из соленоидов должен быть помещен под, а другой — над упомянутыми магнитами. Через последний соленоид проходит провод, на котором магнит подвешен к коромыслу весов. Кроме того, требуется, чтобы в токи, измеряемые весами, была внесена поправка. Эта поправка, необходимость которой была доказана другими одновременными работами, пропорциональна квадрату силы тока. Действительно, если K' — истинный ток, а K — ток, измеренный с помощью весов, то мы имеем уравнение $K = K' - yK'^2$, откуда следует

$$K' = \frac{1}{2y} (1 - \sqrt{1 - 4Ky}).$$

Для моих весов я нашел с помощью целой серии наблюдений, что $y = 0.00004228$ (Bulletin scient., t. V, col. 375).

Следующая таблица содержит результаты опытов с гальваническими парами, о которых идет речь. Первый столбец заключает сопротивления L соленоидов, которые служат в качестве соединительного провода, и сопротивления, которые были получены из других опытов; два других столбца содержат силу эффективных токов или токов, измеренных в граммах и исправленных по формуле, приведенной выше.

L	Сила пары медь—цинк	Сила пары платина—цинк
35.3	0.380	0.395
23.1	0.097	0.135

Пусть A , A' — электродвижущие силы; λ , λ' — сопротивления самой пары. Тогда на основании формулы г. Ома получаются следующие уравнения:

$$\frac{A}{\lambda + 23.1} = 380;$$

$$\frac{A}{\lambda + 135.3} = 97;$$

$$\frac{A'}{\lambda' + 23.1} = 395;$$

$$\frac{A'}{\lambda' + 135.3} = 135,$$

откуда получается, что $A = 14\,610$, $\lambda = 15.35$, $A' = 23\,000$, $\lambda' = 35$, или, относя λ' к единице поверхности, которая в этом случае равна 36 кв. футам,⁴ $\lambda' = \frac{35 \times 2.5}{36} = 2.4$.

Если s — полная поверхность одной батареи, z — число пар, C — сила тока, L — некоторое сопротивление, то мы имеем

$$C = \frac{zAs}{z^2\lambda + Ls}.$$

Из этого уравнения следует, что максимум силы получается, когда батарея соединена так, чтобы $\frac{z^2 \lambda}{s} = L$, т. е. чтобы полное (внутреннее, — *Ред.*) сопротивление батареи равнялось сопротивлению любого проводника, включенного в цепь и не принадлежащего батарее. Так как для других способов соединения, которые не соответствуют максимуму эффекта, не существует постоянного соотношения между различными вольтаическими сочетаниями, их можно сравнивать и судить об их относительном преимуществе только основываясь на этом максимуме действия. Исключая z , получаем уравнение

$$C_{\max.} = \frac{A \sqrt{s}}{2 \sqrt{\lambda L}} = \frac{A' \sqrt{s'}}{2 \sqrt{\lambda' L}};$$

откуда, подставляя численные значения, найденные выше для A , A' , λ , λ' , находим $s' = s \cdot 0.06$, а по числу пар $z' = z \cdot 0.6$.⁵

Иначе говоря, требуется только одна батарея в 6 кв. футов платины для замены батареи в 100 кв. футов меди, а, что касается числа пар, — 6 пар из платины, каждая с поверхностью в 1 кв. фут, дадут тот же эффект, что 10 пар из меди, каждая из которых имеет поверхность в 10 кв. футов. Это выдающееся превосходство платины подтвердилось большим числом опытов, осуществленных в широком масштабе.

ГАЛЬВАНОПЛАСТИКА, ИЛИ СПОСОБ ПО ДАННЫМ ОБРАЗЦАМ ПРОИЗВОДИТЬ МЕДНЫЕ ИЗДЕЛИЯ ИЗ МЕДНЫХ РАСТВОРОВ ПОМОЩЬЮ ГАЛЬВАНИЗМА ¹

ПРЕДИСЛОВИЕ

Сочинение, предлагаемое здесь вам, гг. читатели, содержит в себе описание нового применения гальванической силы, которое как в техническом, так в художественном и ученом отношениях может иметь весьма большую важность и отчасти уже имеет ее. Это применение было следствием особого явления, обнаружившегося при гальванических исследованиях, производимых мною совершенно для другой цели еще в феврале 1837 года, в бытность мою в Дерпте. Тщательное наблюдение и постоянное преследование этого явления скоро убедили меня, что здесь предстоит совершенно новая польза, которую можно извлечь из гальванической силы; но не вдруг, а только исподволь мог я достигнуть до узнания тех простых условий, от которых зависят самые результаты.

В конце того года вследствие предложения его высокопревосходительства г. министра народного просвещения я был вызван в С.-Петербург, где по высочайшему повелению возложенные на меня занятия ² хотя и делали этот предмет совершенно побочным, но за всем тем доставляли мне возможность производить некоторые наблюдения и опыты, которые впоследствии могли быть употреблены в пользу в этом отношении. Наконец, когда я совершенно убедился в несомненном успехе моего способа и когда мне удалось устранить многие препятствия, при нем встречавшиеся, я сообщил о нем императорской Академии наук, приложив при том хорошо удавшийся образец гальвани-

ческого произведения, мною полученного. Записка моя об этом предмете, поданная непременно секретарю императорской Академии наук г. действительному статскому советнику Фуссу, была читана в заседании Академии 5 октября 1838 года³ и напечатана в первый раз в «Bulletin scientifique», № 95, а потом в виде извлечения в «С.-Петербургских немецких ведомостях» от 30 октября. Его высокопревосходительство г. министр народного просвещения и президент императорской Академии наук поднес е. в. государю императору первое гальванопластическое изделие, представленное мною в Академию, и приказал напечатать в «С.-Петербургских русских ведомостях» 24 декабря 1838 г. известие о моем способе. В «С.-Петербургских немецких ведомостях» от 29 декабря помещен был перевод этого известия, которое, как и прежде напечатанные, быстро распространилось и, будучи переведено на многие иностранные языки, скоро появилось во многих иностранных, в особенности английских, газетах и в разных ученых и технических журналах. Я нарочно ссылаюсь здесь на эти печатные официальные документы, затем чтобы не иметь надобности упоминать о тех опытах, которые в других местах произведены были вследствие полученных сведений о существовании моего открытия. Гальванопластика исключительно принадлежит России; здесь она получила свое начало и свое образование.⁴ Великодушие нашего правительства, всегда заботящегося о распространении полезных сведений, дало возможность для всеобщей пользы сделать этот способ вполне известным и тем самым подарило его и остальной Европе.⁵

Гальванизм есть тот разнообразно могучий действитель, который, будучи открыт в начале нынешнего столетия, занимает теперь весь образованный свет в техническом и ученом отношении. До сих пор его только лелеяли или в укройной келье ученого, или в лаборатории физика и химика. Теперь в первый раз вступает он в обширный круг техники и передается в руки художников и фабрикантов. Господа читатели! Вы познаете теперь новую силу, которой явления хотя вообще и были вам знакомы, но которой законы и применения казались вам более или менее чуждыми. Поэтому я счел необходимым сделать наперед общее и ясное изложение этих законов. Необходимо, чтобы вы наперед с ними познакомились, дабы все необыкновенное и чуждое было устранено и дабы вы были в состоянии господствовать над всеми случайностями, которые неразлучны со всяким техническим производством в большом виде, случайностями, устранение которых больше ничего не требует, как только некоторой смысленности, и которые перечислять было бы и затруднительно, и утомительно. Я сам испы-

тал, что люди без малейшего ученого образования и воспитания, получив от меня некоторые наставления, весьма скоро приобрели навык как в обращении с гальваническими снарядами, так и в самом производстве гальванопластики. Если представим себе, как знаком теперь всякий с рычагом, винтом и другими механическими средствами; как всякий знает теперь явления тяжести и давления воды и воздуха и может объяснять их; сколь всеобщим сделалось теперь употребление огня и теплоты и упругости паров в самых сложных машинах; с какою легкостью производятся теперь самые запутанные химические операции в разных отраслях промышленности обыкновенными простыми работниками; если представим себе, что все эти силы и снаряды в начале выхода их из недр науки казались не менее чуждыми и таинственными, то легко убедимся в том, что уже настало время и гальванические силы предоставить промышленной публике для полезного употребления и не отнимать у нее более тех выгод, какие от этого произтекать могут. Таким образом, гальанизм будет служить новым примером и подкреплением в том все более и более распространяющемся мнении, что науки и практика должны взаимно поддерживать и совершенствовать друг друга; что взаимное их действие друг на друга всегда будет иметь полезные следствия; что недоверчивость, отдалявшая до сих пор людей практических от людей ученых, теперь не может более иметь места и должна совершенно уничтожиться; что одни другим не должны отказывать в справедливом уважении и, наконец, что и самое малейшее зерно, посаженное наукою, рано или поздно, но непременно принесет плоды.

— Выпуская в свет это сочинение, я не могу, однако, скрыть некоторого рода опасения. Предметы, которыми мы беспрестанно занимаемся, наконец так нами усвоятся, что мы уже почитаем их делом самым легким и совершенно забываем те бесчисленные труды, посредством которых только удалось нам достигнуть до результата. Но мое желание состоит в том, чтобы предложить вам мой способ как нечто готовое и целое, и в то же время познакомить вас со всеми обстоятельствами, при этом деле встречающимися, дабы вам не было надобности, как говорится, проходить всю школу от начала до конца. Поэтому я старался сколь возможно проще и яснее излагать как законы, на которых основан мой способ, так и самое описание его. Но если бы это мне не совсем удалось, в таком случае я прошу вас, гг. читатели, обратиться ко мне лично; я сам буду показывать вам снаряды и объяснять их действие еще подробнее, и познакомлю вас со всеми ручными приемами, которые невозможно изложить на бумаге с надлежащею ясностью, и вообще буду стараться помогать вам и словом и делом, дабы вы с большой

удобностью и легкостью могли сами заняться производством этого нового технического искусства и от применения его получить существенную пользу. Для того я намерен впоследствии публиковать в «Ведомостях» о назначении особых дней, в которые я или у себя дома, или в каком-либо другом месте буду принимать всякого, без различия, для суждения по означенным предметам.

Я почитаю себя счастливым, что могу при этом случае открыто изъявить мою признательность высоким государственным особам за то участие, с которым они покровительствовали трудам моим, и за то постоянное одобрение, которым они подкрепляли их.

30 марта 1840 г.

1

Если в сосуд, наполненный водою, смешанною с какой-нибудь слабою кислотою, напр. серною или соляною, опустить цинковую пластинку, то она будет более или менее растворяться и притом с отделением водородного газа, который, не будучи совершенно чист, издает особенный неприятный, отчасти, едкий запах. Если цинковую пластинку вынуть и налить на нее несколько капель ртути, то ртуть покроет всю пластинку цинка или, как говорят, нартутит ее. Пластинка от этого получает блеск, подобный серебру. Если ее потом погрузить в вышеозначенный сосуд с разведенной кислотою, то кислота на нее почти совсем не действует, и она может довольно долго оставаться в ней без приметного уменьшения в весе.

Когда с нартученною цинковою пластинкою опустить в тот же сосуд пластинку медную, то в состоянии первой пластинки не произойдет никакой перемены. Но коль скоро обе пластинки под жидкостью или вне оной будут одна с другою приведены в соприкосновение или просто соединены каким-нибудь металлическим проводником, напр. проволокою или полоскою из меди, латуни или свинца или другого какого-либо металла, то тотчас можно заметить отделение пузырьков водородного газа у медной пластинки. У цинковой же пластинки, если она хорошо нартучена, отделения газа не происходит; но, несмотря на то, она подвергается действию кислоты и мало-помалу растворяется. Эти и подобные им явления, обнаружившиеся тогда только, когда два разнородных металла, в пример которых я здесь привожу цинк и медь, при содействии жидкости будут приведены в прикосновение или сообщение, происходят от действия особенной силы, которую мы называем гальванизмом.

Выше было замечено, что простая цинковая пластинка и без содействия меди растворяется в кислоте, и всем известно, что это приписывают процессу химическому. Здесь вода, кóторою кислота была разведена, разлагается посредством цинка на составные свои части — водород и кислород. Последний соединяется с цинком и заставляет его растворяться в серной кислоте, образуя с ней цинковый купорос. Но первый, т. е. водород, делается свободным и может отделяться. То же самое происходит и при гальваническом действии, но с тою разницею, что составные части воды появляются не вместе у одной и той же пластинки, но отдельно, таким образом, что кислород, как и в первом случае, поглощается цинковою пластинкою, а водород появляется на поверхности медной пластинки, и так как он с нею соединиться не может, то и отделяется в свободном состоянии. Такой снаряд [см. фиг. 1] называется простою или одинаковою гальваническою цепью. Здесь *C* — медная пластинка, *Z* — цинковая пластинка, *CVZ* — проволока или полоска, служащая для соединения пластинок, *abcd* — сосуд, куда наливается разведенная кислота. Мы должны здесь заметить, что этот снаряд весьма редко употребляется для приготовления раствора цинкового купороса, что, как мы объяснили выше, может быть произведено гораздо проще. Напротив того, соединительная проволока показывает нам другие особенные действия, о которых мы и будем говорить, ибо они для нас составляют особенную важность.

Опытами дознано, что сила таковых действий находится в точнейшем отношении с количеством водорода, отделяющегося у медной пластинки. Количество же водорода, отделяющегося у цинка, нисколько не служит к увеличению гальванической силы; напротив того, оно еще некоторым образом ослабляет эту силу. Если в состав гальванического столба будет входить вместо нартученного цинка обыкновенный цинк, то здесь будет происходить сложное действие: цинк будет растворяться и помощью химического и помощью гальванического процессов. Но сильное шипение и скорое растворение цинка, здесь происходящие, отнюдь не должны быть принимаемы за меру силы, ибо то только количество цинка соответствует произведенной гальванической силе, которое растворяется помощью соединения меди с цинком; количество же цинка, само по себе растворившееся, здесь никакого участия не принимает, а потому и может быть почитаемо совершенно потерянным, по крайней мере относительно гальванического действия, которое произвести желают. Отсюда следует, что мы можем измерять гальваническую силу, собирая отделяющийся у медной пластинки водородный газ в сосуды известной вместимости. Можно

бы также взвесить цинковую пластинку и узнать, сколько весу лишилась она в продолжении известного времени. Но такое измерение потому не может быть совершенно точно, что цинковая пластинка, хотя и нартученная, может все еще, хотя в малом количестве, растворяться в разведенной кислоте. Но если вместо кислот будут взяты растворы солей, напр. поваренной, глауберовой соли, нашатыря и т. п., то в таком случае цинковая пластинка, хотя бы и не нартученная, сама по себе не претерпевает никакого изменения и может иметь потерю в весе тогда только, когда будет соединена с медной пластинкой. И эта потеря в весе будет находиться в прямом содержании с количеством водорода, отделяющегося у медной пластинки, или с произведенною гальваническою силою.

2

Выше было сказано, что медь и цинк приведены здесь только для примера. И в самом деле, из всех разнородных металлов можно составлять такие гальванические соединения, которые, впрочем, будут производить силы более или менее. Опытами найдено, что при этом металлы соблюдают особенный порядок, который можно видеть из следующего ряда, составленного из самых употребительных металлов:

Платина
Золото
Серебро
Ртуть
Медь
Свинец
Олово
Железо
Цинк

При этом каждый последующий металл относится к предыдущему, как цинк к меди, но только в рассуждении образа действия, а отнюдь не силы его, ибо тут встречаются большие изменения. Чем далее металлы в вышеозначенном ряду отстоят один от другого, тем более гальваническая сила, ими производимая. Поэтому гальваническая цепь из платины и цинка гораздо сильнее, нежели такая же цепь из меди и цинка, а эта опять сильнее цепи из свинца и цинка, и т. д. Но здесь число промежуточных членов не имеет особого влияния, ибо мы знаем, что цепь из платины и железа слабее цепи из меди и цинка, несмотря на то что в первом случае, между платиной и железом, находятся шесть промежуточных членов или металлов, а во втором случае, между медью и цинком, — только три. Платина и золото, золото и серебро или медь и серебро, соединенные в цепи,

производят весьма слабое действие. Кроме того, должно еще заметить, что при употреблении различных жидкостей и взаимное отношение разнородных металлов иногда изменяется; впрочем, это только частности, на которые не следует обращать особенного внимания.

Кроме вышеупомянутых металлов, находятся еще другие вещества, замечательные по гальваническим своим отношениям. Из них самую большую практическую важность представляют уголь и графит, который, впрочем, сам по себе не что иное, как тот же уголь, но только особенных свойств, содержащий иногда несколько железа. Эти два вещества стоят в ряду еще выше платины, так что столб, составленный из графита и цинка, принадлежит к самым сильнейшим из всех известных доселе.

При этом случае я обращаюсь с просьбою к тем из моих читателей, которые принадлежат к классу людей промышленных. Содержание этой статьи показывает, что наука в состоянии оказать им значительные услуги и что она желает это самым бескорыстным образом; но, с другой стороны, наука ожидает и от них, что они не пропустят ни одного случая, чтобы в свою очередь и ей быть полезным. Я сейчас упоминал о превосходных свойствах графита в гальваническом отношении, но весьма трудно найти вещество это в больших массах или плитках и вообще получить его искусственным образом. Между тем мы знаем, что графит образуется при выплавке чугуна в доменных печах и находится вкрапленным в чугуне, который также есть соединение железа и углерода, но в другой пропорции. Некоторые испытания, однако же, подают повод думать, что есть возможность получить такой чугун, в котором бы находилось гораздо большее количество углерода против обыкновенного чугуна, и что это количество углерода могло бы ему придать свойства, которые бы в гальваническом отношении делали его подобным платине.

Конечно, такой чугун был бы, может быть, по причине большого количества углерода, негоден ко многим употреблением, но для гальванических снарядов он будет хорош, ибо тут не требуется особенной крепости; довольно ему иметь столько связи в частях, чтобы можно было отливать из него плитки или цилиндрические сосуды. В особенности должен бы он иметь такое свойство, чтобы крепкая или слабая серная и азотная кислоты на него, так же как и на графит, не действовали. Нет ли возможности достигнуть этой цели, цементируя или сплавляя обыкновенный чугун с угольным порошком в закрытых сосудах? Для физика или химика было бы чрезвычайно затруднительно предпринимать такие опыты в лаборатории, но на железных заводах, где все средства под руками, это было бы гораздо

удобнее. А потому, если бы кто-либо из наших металлургов занялся этим предметом и если бы кому удалось приготовить смесь из железа и углерода, годную для гальванического производства, то мне весьма бы приятно было иметь образцы такого вещества, дабы и я в свою очередь мог подвергнуть его надлежащим испытаниям.

Что касается до металлических смесей или сплавов в гальваническом отношении, то невозможно теперь вывести никаких общих правил потому, что до сих пор еще весьма мало было сделано опытов по этому предмету. Впрочем, здесь должно заметить, что сплавы не всегда занимают место между металлами, из которых они составлены, но часто стоят в ряду или выше, или ниже их, так, напр., латунь, которая в гальваническом ряду составляет столь же хорошее, а иногда и лучшее звено, как медь. С другой стороны, опять соединение цинка с ртутью или цинковая амальгама гораздо лучше, нежели цинк, несмотря на то что ртуть так высоко стоит в гальваническом ряду. Еще лучшим нашел я соединение, состоящее из 38 частей ртути, 22 ч[астей] олова и 12 ч[астей] цинка, но, впрочем, все такие соединения, в составе которых много находится ртути, имеют опять то неудобство, что слишком хрупки и мало имеют связи в частях своих.

3

К существеннейшим обстоятельствам, имеющим влияние на силу гальванических цепей, принадлежат:

- 1) величина и поверхность пластинок;
- 2) расстояние, на которое они в жидкости удалены друг от друга;
- 3) крепость и качество употребляемых кислот или соляных растворов;
- 4) качество, длина и толщина проводника, которым медная и цинковая пластинки соединяются между собою;
- 5) число пар, соединенных в одну целую батарею.

Но прежде, нежели мы будем рассматривать все эти обстоятельства порознь, скажем несколько слов о различных явлениях, которыми обнаруживается гальваническая сила. Из всего прежде сказанного мы знаем только, что гальванический процесс обнаруживается тем, что вода той жидкости, в которую погружены пластинки обоих разнородных металлов, разлагается таким образом, что водородный газ отделяется у медной или другой какой-либо ее заменяющей пластинки, а цинковая или другая заменяющая ее пластинка растворяется; но что действие это происходит тогда только, когда обе пластинки соединены

между собою или непосредственно, или помощью какого-нибудь металлического проводника, который обыкновенно называется соединительною проволокою, и что если это соединение в каком-либо месте будет прервано, тогда и всякое действие прекращается. Так как непрерывность проводника, соединяющего обе пластинки, есть первое условие гальванического действия, то необходимо сказать несколько слов об этом предмете. Наперед мы условимся в том, чтобы проводник этот был сплошь металлический. В таком случае он может состоять из проволок или полосок, имеющих разные измерения; проволоки же или полоски могут состоять из разных металлов, лишь бы они были только тесно и металлически соединены между собою.

Это может быть произведено чрез спаивание или, как часто бывает, чрез скручивание концов, предварительно хорошо полированных, или чрез соединение их в обхват. Если хотят соединения сделать так, чтобы их удобно было разнимать, тогда употребляют тиски или маленькие сосуды со ртутью, куда погружают концы проволок, которые желают соединить между собою. Эти сосуды могут иметь произвольную величину и вид и могут быть сделаны из твердого дерева, стекла и даже папки; если хотят их иметь металлические, то для того должно употреблять медь или железо. Латунь со временем от ртути портится, свинец и олово скоро разрушаются, почему и медные и железные сосуды отнюдь не должны быть спаяны оловом. Фиг. 2 есть сосуд с ртутью, который можно непосредственно привинтить к проволоке, припаянной к пластинке гальванического снаряда. Эта фигура не требует дальнейших пояснений, равно как и фиг. 3, 4, 5 и 6, где фиг. 3 представляет одинаковые, к проволоке припаянные тиски, а прочие фиг[уры] представляют двойные тиски. Для широких полосок (лент) можно рекомендовать гиски, изображенные в фиг. 7; здесь *ab* — латунная или медная пластинка, имеющая в середине стержень с нарезанным на нем винтовым ходом. Полоски *e*, *f* насаживаются на него своими отверстиями или вырезками и потом нажимаются гайками. Этих вещей всегда должно иметь в запасе; что же касается до тисков, то должно иметь их несколько с отверстиями разной величины, дабы можно было зажимать ими проволоки разной толщины. Также винты должны иметь зазубренные или рантовые головки, но не вырезки, дабы не было надобности употреблять отвертки для их завинчивания и развинчивания. Впрочем, все фигуры изображают вещи эти в настоящей их величине. Ссылаясь на фиг. 1, представляющую одинаковую замкнутую гальваническую цепь, я при этом должен заметить, что мы представляем себе гальваническое действие в виде непрерывного течения электричества, исходящего из цинковой пластинки,

проходящего от нее через жидкость к медной пластинке и оттуда возвращающегося через проводник опять к цинковой пластинке. Маленькие стрелки, на рисунке показанные, означают направление течения. Впоследствии мы будем часто употреблять выражения: гальванический или электрический ток.

В этой замкнутой цепи мы до сих пор видели только то, что у медной пластинки происходит отделение газа, что цинковая пластинка растворяется без шипения и что всякое действие мгновенно прекращается, лишь только цепь будет прервана или если конец одной из проволок будет вынут из сосуда со ртутью. Но мы можем, кроме того, в этой замкнутой цепи заметить еще и другие любопытные явления.

Большей части из моих читателей известно, что магнитная стрелка, положенная на острие или повешенная на нитке, всегда обращается одним концом к северу, а другим к югу. Представив себе теперь, что проволока фиг. 8, соединяющая цинковую и медную пластинки, будет натянута по направлению магнитной стрелки, мы увидим, что, лишь только цепь будет замкнута, магнитная стрелка тотчас отклонится от первоначального своего направления; но, когда цепь опять будет открыта или разобщена, стрелка придет в прежнее положение. Направление отклонения стрелки бывает различно, смотря по тому, над проволокою или под нею находится стрелка; также и потому, как будет идти ток: с севера на юг или обратно. Фиг. 9, 10, 11 и 12 достаточно объясняют образ отклонения и здесь остается только заметить, что в фиг. 9 и 10 проволока находится над стрелкою, а в фиг. 11 и 12 — под нею.

Чем сильнее действует гальваническая сила или чем более сила тока, тем более и сила, заставляющая стрелку отклоняться от своего первоначального положения. Она прямо пропорциональна количеству водорода, получаемому в данное время, или количеству цинка, в данное время растворяющемуся.

Поэтому магнитная стрелка есть превосходное орудие, помощью которого с одного взгляда можно удостовериться в гальванической деятельности цепи.

Второе явление, замечаемое нами при соединительной проволоке или проводнике, есть нагревание, обнаруживающееся тогда, когда проволока вступает в круг гальванической деятельности. Нагревание это тем сильнее, чем сильнее ток; но в то же время зависит оно от самой проволоки и металла, из которого она состоит.

Обстоятельства, имеющие преимущественно здесь место, довольно сложны, и мы можем только заметить, что из обыкновенных металлов платиновая проволока всего более нагревается и если она не слишком длинна и толста, то всего легче прихо-

дит в раскаленное состояние и даже расплавляется. Поэтому, если цепь будет замкнута платиновой проволокою, то по степени ее каления можно заключить о большем или меньшем действии цепи. Но, однако, не с такой точностью, как то бывает при магнитной стрелке. Фиг. 13 представляет такое устройство. Она не требует особенных пояснений; скажем только, что здесь две толстые, бумагою или шелком обвитые медные проволоки соединены весьма тонкою платиною проволокою, длиною около $\frac{1}{2}$ дюйма. Если хотят употребить это как пробную проволоку, то полированные концы *x*, *y* должно каким-либо образом или непосредственно, или посредством проводников соединить с пластинками гальванического снаряда. Здесь должен я заметить, что весьма полезно иметь в запасе несколько таких пробных проволок различной длины и толщины, из которых каждая приноровлена к известной какой-либо величине батареи. Проволока посредством каления своего сейчас покажет, производит ли батарея надлежащее действие.

Гальванический ток может еще производить и химическое действие. Об этом мы впоследствии распространимся подробнее, ибо на нем основано то полезное применение, которое составляет предмет этой статьи.

4

Мы представили себе гальваническое действие в виде тока, идущего непрерывным кругом от цинка через жидкость к меди и оттуда через соединительную проволоку опять к цинку. Сила, приводящая в движение этот ток, зависит от свойств действующих металлов, из которых цепь составлена, и бывает тем более, чем дальше (как мы видели выше, § 2) металлы отстоят друг от друга в гальваническом ряду. Эта сила на своем пути встречает известные сопротивления, ослабляющие силу тока. Если мы будем следить за током на пути его, то заметим, что ток получает первое сопротивление там, где он переходит из цинковой пластинки в жидкость; второе сопротивление представляет ему самая жидкость; третье сопротивление претерпевает он при переходе из жидкости к медной пластинке и, наконец, четвертое — при проходе через соединительную проволоку. Все эти сопротивления можно, сложив, соединить в одно общее, откуда мы получаем главный закон, выведенный из многих опытов и наблюдений, а именно, что сила тока находится в обратном содержании с суммою всех сопротивлений. Так, например, если сумма эта будет удвоена, то действие будет только в половину, и, наоборот, если сумма будет уменьшена до половины, то действие будет вдвое более. Определение всех сопротивлений порознь весьма затруднительно; впрочем,

в практическом отношении достаточно знать об этом столько, чтобы иметь общий обзор.

Из сделанных до сих пор опытов выведены следующие правила:

1) Оба сопротивления перехода в такой мере уменьшаются, в какой поверхность пластинок увеличивается.

2) Сопротивление проводящей жидкости бывает тем более, чем далее отстоят пластинки одна от другой, и тем менее, чем более поперечный разрез жидкости. Сопротивление также зависит от свойства проводящей жидкости и вообще бывает тем меньше, чем крепче растворы употребленных кислот или солей.

3) Сопротивление соединительной проволоки зависит также от качества металла, из которого проволока сделана. Оно находится в прямом содержании с длиной и в обратном с поперечным разрезом проволоки или полоски.

Итак, мы видим, что сила одной пары может быть увеличена тем, если сопротивления будут уменьшены, а до этого можно достигнуть тогда только, когда соединительная проволока при той же длине будет иметь толщину гораздо большую, когда пластинки будут увеличены и поставлены ближе одна к другой и, наконец, когда жидкости будут взяты более крепкие. Но последние два способа имеют опять свои границы, ибо пластинки отнюдь не должны в жидкости прикасаться друг к другу, даже, по некоторым причинам, невыгодно уменьшать расстояние между ними более $\frac{1}{4}$ дюйма. Точно так же и слишком крепкие растворы представляют разные неудобства; например, если соляные растворы слишком насыщены, то соли легко кристаллизуются, отчего действие ослабевает; если же употребить крепкую серную кислоту, то не происходит почти никакого действия; самое же сильное действие получается, когда одна часть крепкой серной кислоты будет разведена 4 или 5 частями воды по объему, и т. д. Самое лучшее средство увеличить силу есть увеличение пластинок в таком случае, когда сопротивление соединительной или проводящей проволоки слишком велико. Для большего пояснения всего вышесказанного мы приведем пример. Положим, что одна пара, состоящая из меди и цинка, производит силу, приводящую ток в движение, которую мы выразим числом 1; положим, что сопротивления в самой паре будут равны сопротивлению медной проволоки длиной в 4000 футов и толщиной в $\frac{1}{10}$ дюйма; сверх того положим, что эта простая цепь замкнута соединительной проволокой в 1000 футов длины и также в $\frac{1}{10}$ дюйма толщины. Сила такой пары будет поэтому сохраняться, как дробь $\frac{1}{4000 + 1000} = \frac{1}{5000}$. Теперь положим, что для увеличения силы длина проволоки будет уменьшена до

1 фута, тогда получим $\frac{1}{4001}$, а если длину проволоки уменьшить еще более или совсем ее даже уничтожить, а цинковую и медную пластинки непосредственно спаять в одном месте, тогда получим, наконец, дробь равную $\frac{1}{4000}$. Итак, в этом случае чрез уменьшение длины соединительной проволоки сила может быть увеличена от $\frac{1}{5000}$ до $\frac{1}{4000}$, или на одну четвертую часть.

Если увеличить пары и взять пластинки в 10 дюймов длины и ширины или во 100 кв. дюймов поверхности, то сила получилась бы $\frac{1}{40 + 1000} = \frac{1}{1040}$. Если взять пластинки в 20 дюймов или в 400 кв. дюймов поверхности, тогда получится $\frac{1}{1100}$; при пластинках в 80 дюймов длины и ширины или 6400 кв. дюймов поверхности получилось бы $\frac{1}{1000 + \frac{5}{8}}$ или почти $\frac{1}{1000}$. Отсюда мы видим, что чрез увеличение поверхности сила может быть увеличена только до $\frac{1}{1000}$, или в 5 раз. Поэтому, дабы увеличить силу тока, должно не только увеличить поверхность пары, но также уменьшить длину проволоки. Таким образом, можно было бы получить ток в 100 крат сильнейший, употребляя пластинки в 10 дюймов длины и ширины и проволоку длиной в 10 футов, ток в 400 крат можно получить при пластинках в 20 дюймов длины и ширины и при проволоке в $2\frac{1}{2}$ фута. Если, наконец, проволока будет взята самая короткая, то сила будет возрастать прямо пропорционально возрастанию поверхности пластинок. Поэтому не должно удивляться, если при длинной и тонкой соединительной проволоке невозможно почти нисколько увеличить действие посредством увеличения поверхности пластинок. Но если бы по каким-либо обстоятельствам нужно было иметь проволоку в 1000 футов длины и $\frac{1}{10}$ дюйма в диаметре, то увеличения силы, например в 100 раз, можно было бы достигнуть, замкнув цепь посредством 100 таких проволок, расположенных друг подле друга, или посредством одной проволоки в 1000 футов длины и 1 дюйм в диаметре.

5

Если имеется несколько пар пластинок, то их можно соединить между собою различными способами. Прежде всего должно заметить, что если все одноименные пластинки, следовательно все пластинки цинка, с одной стороны, и все пластинки меди, с другой стороны, будут соединены между собою, то действие

будет точно то же, если бы была только одна пара, но такой поверхности, какую имеют все пары, вместе взятые. Совсем другое действие получится, если медную пластинку первой пары соединить с цинковой пластинкой второй пары, медную второй пары соединить с цинковой третьей и т. д. и, наконец, оставшуюся цинковую пластинку первой пары соединить проволокой с оставшейся медной пластинкой последней пары. Фиг. 14 показывает соединение первого рода, или соединение друг возле друга, а фиг. 15 — соединение второго рода, или друг за другом. Фиг. 15 до 18 представлены здесь, чтобы показать пример над 12 парами, соединяя их между собою еще и другим образом, а именно:

фиг. 14 есть соединение, которое можно принять за 1 пару с 12-кратною поверхностью,

фиг. 15 — 2 пары с 6,

фиг. 16 — 3 » » 4,

фиг. 17 — 4 » » 3,

фиг. 18 — 6 » » 2,

фиг. 19 — 12 » » 1.

Действие таковых различных соединений будет основано на следующем законе: с числом отдельных пар сила, приводящая в движение ток, а с тем вместе и сопротивление в пластинках, умножается. Поэтому, придерживаясь вышеозначенного примера, мы получим следующие действия:

$$\text{фиг. 14: } \frac{1}{\frac{4000}{12} + 1000} = \frac{1}{1333};$$

$$\text{фиг. 15: } \frac{1}{2 \cdot \frac{4000}{6} + 1000} = \frac{1}{1667};$$

$$\text{фиг. 16: } \frac{3}{3 \cdot \frac{4000}{4} + 1000} = \frac{1}{1333};$$

$$\text{фиг. 17: } \frac{4}{4 \cdot \frac{4000}{3} + 1000} = \frac{1}{1583};$$

$$\text{фиг. 18: } \frac{6}{6 \cdot \frac{4000}{2} + 1000} = \frac{1}{2000};$$

$$\text{фиг. 19: } \frac{12}{12 \cdot 4000 + 1000} = \frac{1}{4083}.$$

Из этого мы видим, что при соединительной проволоке длиной в 1000 футов наисильнейшее действие можно получить тогда, когда пластинки будут соединены в 6 пар друг возле друга или если две пары, каждая в 6 кв. дюйм[ов], будут соединены друг за другом. Для различной длины проволоки и образ соединения должен быть различный. Например, для соединительной проволоки в 12 000 футов длины наисильнейшее действие получилось бы при фиг. 18, где 6 пар с двукратной поверхностью соединены друг с другом. Соединения, доставлявшие наибольшее действие, обыкновенно определяются только из опытов. Если определять их вычислениями, то можно принять при этом, что те соединения будут наилучшие, у которых сопротивление батареи равно, если не совсем, то хотя приблизительно, сопротивлению соединительной проволоки. Из этого можно вывести следующее практическое правило: если хотят иметь батарею для различных употреблений, то должно брать такое число пар, которое бы могло делиться без остатка наибольшим числом делителей. Например, если имеют 72 пары, то из них можно составить 12 различных батарей, которые и в действии своем будут весьма различны друг от друга.

Хотя аппараты, употребляемые для гальванопластики, и не требуют длинных соединительных проволок, но мы должны здесь заметить, что так как сопротивление проволок прямо пропорционально их длине и обратно их толщине, то все те проволоки или полоски будут иметь на силу гальванического тока равное влияние, у которых получаются равные числа, разделив их длину на их толщину, или, что все равно, если длины их между собою умножить и разделить на вес проволоки. Так, например, если хотят, не увеличивая батареи, получить то же действие при двойной длине проволоки, то для этого нужно употребить проволоки по весу в четыре раза более.

Выше было указано, что свойства металлов также имеют при этом влияние. Это происходит оттого, что различные металлы оказывают различное сопротивление прохождению электричества чрез массу их. В следующей таблице показаны числа, выражающие сопротивление металлов, наиболее употребительных. Эти числа выведены из превосходных исследований, произведенных г. академиком Ленцем.

Серебро	9
Медь	12
Золото	15
Олово	36
Латунь	40
Железо	66
Свинец	80
Платина	84

Поэтому, если нужно сравнить между собою проволоки различных металлов, то должно длину их помножить на число, выражающее их сопротивление, и произведение разделить на площадь их сечения. Таким образом, выходит, что медные и железные полоски при равной длине и ширине тогда только оказывают одинаковое влияние на силу тока, когда последние будут в $5\frac{1}{2}$ раз толще первых. Но здесь должно заметить, что так как при нашем деле никогда не требуется иметь соединительную проволоку слишком длинную, то поэтому почти все равно, какой бы металл ни употребить для этого. Если нет меди, то можно взять или латунь, или свинец, или олово; железа брать не следует, потому что оно легко ржавеет и, кроме того, оказывает еще и другие неудобства.

6

Гальванопластика основывается на известном и весьма замечательном свойстве электрических токов разлагать почти все сложные вещества на их составные части, в особенности же осаждать или восстанавливать металлы из растворов или каких-либо соединений. Это свойство было уже известно в начале нынешнего столетия, но, несмотря на то что отсюда произошли многие весьма важные для наук результаты, весьма мало обращено было внимания на вид и сложение, которые принимали восстановленные металлы. Обыкновенно металлы получались в виде порошка, более или менее мелких кристаллов, в виде листочков и, при самых благоприятных обстоятельствах, в виде шишек или бородавок, сросшихся вместе. Здесь случай играл всегда важную роль или, лучше сказать, тогда еще не довольно известны были сложные законы этих образований. И ныне предмет этот хотя еще не довольно обработан, но по крайней мере доведен до того, что известны условия, при которых медь из раствора осаждается в виде плотных правильных пластин или в таких формах, какие желают иметь.

Предварительно должен я заметить, что гальванические снаряды, о которых говорим, состоящие из цинка, меди и кислоты, не могут быть с пользою употреблены для технических или многих ученых предназначений, потому что они в действии своем весьма непостоянны, и именно сила их после кратковременного употребления уже значительно ослабевает. Чтобы устранить это неудобство, употребляют в новейшее время такие гальванические снаряды, у которых оба разнородных металла находятся погруженными не в одной, но в разных жидкостях, отделенных одна от другой скважистыми перегородками, пропускающими сквозь себя электрический ток. Устройство такого снаряда

можно видеть в фиг. 20, где *abcd* — ящик, разделенный скважиною перегородкою *ef* на два отделения. В одном отделении, наполненном слабою кислотою или соляным раствором, помещена цинковая пластинка *Z*, в другое отделение, где находится медная пластинка *K*, наливается раствор медного купороса или какой-нибудь другой медной соли. Обе пластинки соединяются проводником и в таком виде образуют гальваническую цепь.

В начале этой статьи было замечено, что в обыкновенных снарядах, коль скоро цепь будет замкнута, у медной пластинки отделяется водородный газ, а цинк растворяется в кислоте. Растворение цинка происходит и в новых снарядах; но водородный газ здесь не освобождается, а служит для восстановления меди из ее раствора в металлическое состояние и для осаждения ее на поверхности медной пластинки. Устроенные таким образом снаряды имеют то великое преимущество, что они гораздо постоянное обыкновенных снарядов и могут целые дни и даже недели находиться в непрерывном постоянном действии. Впрочем, и эти снаряды подчинены тем же законам, о которых мы говорили прежде. Еще в 1837 г., находясь в Дерпте, я производил опыты помощью снаряда, устроенного на подобных основаниях, над силою и постоянством гальванических токов, производимых этим снарядом в продолжении нескольких дней. Вместо медной пластинки я употреблял медный цилиндр, обтянутый пузырем, затем, чтобы отделить одну жидкость от другой. Но так как пузырь при употреблении скоро портился и часто должно было его переменять, то это послужило поводом к исследованию состояния и вида восстановленной меди. При этом найдено, что медь восстанавлилась на поверхности цилиндра и внутри пузыря частью в виде порошка, частью в виде зерен большей или меньшей величины с кристаллическим сложением, которые, однако же, не имели между собою ни малейшей связи.

При отделении этих зерен, для которых иногда нужно было употребить довольно большое усилие, оказалось, что медный цилиндр покрыт был слоем восстановленной меди, которая, к удивлению моему, могла отделяться довольно большими кусками, имевшими значительную крепость. О таком правильном образовании восстановленной меди еще нигде и ничего не было сказано, тем более, что уже одно образование металлических зерен почиталось весьма любопытным явлением. Впоследствии я еще более был удивлен, заметив, что несколько весьма тонких черт от пилы и вмятин от молотка, находившихся на поверхности медного цилиндра, с величайшею точностью изображены были на отделенном от цилиндра листочке восстановленной меди. Так как восстановленные листочки имели довольно

большую связь в частях своих и довольно большую плотность, то это позволяло надеяться, что помощью приличных приемов означенные свойства могут быть доведены до большого совершенства, и, наконец, можно было иметь в виду еще и то, что если образовавшиеся из раствора медные листочки могут быть удобно отделены от цилиндра, то восстановление меди помощью гальванического действия приведет к весьма важным последствиям для практики.

7

Итак, теперь дело идет о том, чтобы получать совершенно плотную медь из растворов, непосредственно помощью гальванического тока. Для этого должно употребить прибор, подобный прежде описанному, изображенный в фиг. 21, где *abcd* — деревянный ящик, который должен быть сделан как можно плотнее и нисколько не пропускать воды и сверх того должен быть защищен от действия кислот асфальтовым цементом. В пазы, находящиеся в боковых стенках и на дне ящика, вдвигается на цементе глиняная или фарфоровая тоненькая дощечка, слабо обожженная и не муравленая. Она должна быть вдвинута так плотно, чтобы оба отделения ящика не имели между собою ни малейшего сообщения. Свойства этой перегородки должны быть таковы, чтобы она могла давать свободный проход электрическому току, но чтобы обе жидкости, ею разделенные, могли соединяться только исподволь; также должно иметь в виду и то, чтоб жидкости не могли ее растворять или разрушать каким бы то ни было образом. Сначала мне большого труда стоило получать дощечки такого качества, но теперь они, равно как и другие глиняные вещи, о которых впоследствии будет сказано, готовятся как нельзя лучше на фаянсовом заводе г. Гинтера. При этом я должен заметить, что некоторые опыты показали мне, что вместо глиняных перегородок можно употреблять перегородки из липового или другого подобного ему мягкого дерева; но как я на этот счет не довольно произвел опытов, то и не могу утвердительно сказать, чтобы не было при употреблении дерева каких-либо других неудобств или препятствий. Дерево прежде употребления я варил всегда около часу в воде, к которой прибавлял несколько сернистой кислоты. Для жидкости в медное отделение я употребляю обыкновенно раствор медного купороса, который должен быть насыщен сколь возможно более, а потому для приготовления его берется вода горячая. Но так как по прошествии некоторого времени медь из этого раствора осаждается, а следовательно, и раствор становится слабее, то необходимо нужно для поддержания совер-

шенного насыщения, что весьма важно, прибавлять достаточное количество медного купороса в порошок, чтобы снова заменить осажденную из раствора медь. Для этого можно употреблять небольшой ящик *gh*, сделанный из тонких деревянных дощечек, стенки и дно которого продырявлены и который проникается верхними, следовательно слабейшими, слоями раствора медного купороса. Этот-то ящик и должен быть всегда наполнен порошком запасного медного купороса. Для жидкости в цинковое отделение употребляется слабая серная кислота или растворы нашатыря, поваренной соли, глауберовой соли и др. Во всяком случае полезно нартучивать цинковую пластинку, хотя оно и менее необходимо при употреблении средних солей. Жидкость эта по временам должна быть возобновляема или по крайней мере разводима водою; иначе она от растворяющегося в ней цинка будет делаться слишком насыщенной, так что будут в ней образовываться кристаллы солей. *ikl* и *mno* суть две трубки, служащие для спуска жидкости. Они снабжены каучуковыми рукавами для гибкости и весьма удобны при употреблении.

Величина ящика зависит главнейше от величины пластинок; впрочем, должно соблюдать, чтобы отделения не были слишком узки, ибо при большей массе жидкости и действие бывает равномернее и постояннее. Большая длина ящика также имеет преимущество, потому что тогда можно свободнее удалять пластинки одну от другой и таким образом лучше уравнивать самое действие. Мы видели выше, что сила гальванического тока измеряется количеством водородного газа, отделяющегося при медной пластинке. При настоящем устройстве от силы тока зависит количество или вес меди, которая похищается из жидкости и восстанавливается у медной пластинки. Но так как жидкость, дабы быть уверенным в лучшем успехе, должна находиться всегда в совершенном насыщении, то из этого следует, что меди не должно восстанавливаться более, нежели сколько в то же время может ее раствориться из запасного медного купороса или, другими словами, что сила тока, сообразуясь с поверхностью пластинок, всегда должна находиться в постоянном отношении с растворимостью медной соли. Весьма верным признаком надлежащей правильности в процессе восстановления может служить светло-красный мясной цвет восстановленной меди, в котором нельзя ошибиться, видев его хотя один только раз. Коль скоро цвет этот становится темнее или начнет переходить в нечистый буровато-красный, то это служит доказательством, что медный раствор находится не в надлежащей степени насыщения. В таком случае ток должно несколько ослабить, чего можно достигнуть, как мы видели выше, или удлинением соединитель-

ной проволоки, или, взяв проволоку той же длины, но меньшего диаметра, удалением друг от друга пластинок и, наконец, разведением цинковой жидкости водою. В отношении тока все равно, какое бы из предложенных средств употреблено не было, но в отношении к постоянству действия выгодно употреблять большие массы жидкостей и удалять пластинки одна от другой. Ослаблять ток посредством разведения цинковой жидкости всего лучше потому, что вместе с тем и собственное растворение цинка уменьшается и даже совершенно может быть уничтожено. Хотя осажденная медь бывает тем плотнее и тягучее, чем медленнее происходит восстановление ее, но, наконец, бывает и такая сила тока, при которой не происходит никакого восстановления; сверх того, само собою разумеется, что здесь должно иметь в виду тоже и практическую цель, для которой опять желательно, чтобы процесс шел как можно скорее; на это нет другого средства, как только делать ящик для запасного купороса как можно более, именно — сколько местность позволяет, кристаллы купороса измельчать до надлежащей степени и для скорейшего их растворения употреблять в пособие теплоту. Вместо деревянного ящика лучше иметь стеклянный или фарфоровый; употребление металлических ящиков хотя и возможно, но при этом должны быть соблюдаемы особенные предосторожности и вообще рекомендовать их нельзя.

Вместо того чтобы деревянный ящик разделять плотною перегородкою на два отделения, можно употреблять глиняные сосуды, которые, смотря по обстоятельствам, могут быть круглые или четырехугольные. В последнем случае можно иметь, таким образом, три отделения и поместить в них или одну цинковую и две медные пластинки, или одну медную и две цинковые пластинки. Фиг. 22 объясняет такое устройство, где *abcd* — резервуар, *efgh* — глиняный ящик, *Z* и *K* — цинковые и медные пластинки. Я должен заметить, что приготовление глиняных ящиков требует некоторого старания, но теперь они под моим надзором готовятся весьма хорошо; они обжигаются под муфелем.⁶ Вместо того чтобы пластинки ставить вертикально, можно их употреблять и в горизонтальном положении, как видно в фиг. 23. Здесь *abcd* — резервуар, *efgh* — ящик со скважинистым дном, в резервуар вставляющийся, *K* — медная, *Z* — цинковая пластинка. Можно также сделать устройство это наоборот, поместив цинковую пластинку внизу, а медную вверх. Впрочем, все устройство такого рода неудобно в практике.

Вместо того чтобы разделять жидкости глиняными или деревянными перегородками, можно для этого употреблять и другие вещества, например пузырь, серую английскую бумагу, кожу, пергамент, плотные ткани и пр. Весьма важно иметь

всегда средство к определению степени действия снаряда. Для этого соединяю я снаряд с гальванометрическим компасом, отклонение стрелки которого показывает силу тока, а вместе с тем и соответственное ей восстановление меди в данное время. Этот инструмент может быть всегда проще устроен так, как показывает фиг. 24. Здесь *ab* — деревянный круг, снабженный тремя винтами для постановки его в горизонтальное положение; в середине находится стальное острие *C*, на котором держится магнитная стрелка. Под кругом укреплена в середине медная проволока толщиной от 1 до 2 линий, имеющая на концах своих медные чашечки *d* и *e*, наполненные ртутью; поверхность круга разделена на градусы. Проволока должна быть расположена так, чтобы прямо совпадала с магнитным меридианом или с линией, проходящею на круге через 0 деления, когда инструмент будет поставлен так, что стрелка будет показывать 0 градусов. Если концы проволок, идущих от гальванической цепи, погрузить в чашечки с ртутью *d* и *e*, то стрелка тотчас получит отклонение и после многих качаний установится на каком-либо числе градусов, которое и будет показывать силу тока. Уменьшение этого отклонения означает, что и сила сделалась слабее. Тогда для увеличения ее должно или возобновить жидкости, или прибавить кристаллов медного купороса, или устранить какое-либо, иногда случайно встретившееся препятствие. Часто сила уменьшается оттого, что скважины перегородок засоряются; тогда должно перегородки или совсем переменить, или выщелочить. О силе действия снаряда, особенно если он имеет значительную величину, можно удостовериться в том, если при отпирании или заперании цепи получается искра или если вставленная платиновая проволока будет раскаливаться. Впрочем, эти признаки гораздо менее точны, нежели показания компаса.

8

Из предыдущего видно, что способ приготовления гальванических медных пластинок сам по себе довольно прост, но что он требует в то же время довольно большого внимания. Рассматривая этот предмет внимательнее, и в особенности занимаясь им практически, можно заметить, что здесь встречаются еще разные препятствия, устранение которых было бы весьма желательно. Во-первых, сила тока, а следовательно, и время, в которое можно приготовить восстановленные пластинки, тесно связаны со степенью насыщения медного раствора. Большая плотность и тягучесть меди, получаемые при медленнейшем действии, суть свойства, до которых должно всегда стараться достигнуть; но свойства эти часто играют роль второстепенную там, где дело идет о приготовлении каких-либо предметов по



части изящных искусств и об ускорении самого приготовления. Если от какой-либо ошибки осадок получился буровато-красного цвета и рыхлый, то хотя впоследствии медный раствор будет очень совершенно насыщен, но все же новый слой осадка не будет иметь надлежащего цвета и плотности, разве тогда только, когда буровато-красный слой будет или соскоблен или смыт разведенною азотною кислотою. Важнейшее неудобство состоит в том, что при описанном способе производитель весьма стеснен в отношении к фигуре и величине производимых пластинок, а именно: между цинком и оригиналом должна всегда находиться перегородка такого вида, который бы соответствовал форме самого предмета; перегородка должна разделять обе жидкости, и хотя она должна быть скважиста, но только в такой степени, чтобы фильтрация происходила как можно медленнее. При малых предметах этого достигнуть удобно, но при больших встречаются такие затруднения, которых при вышеизложенном способе и преодолеть невозможно. Итак, довольствуясь одним этим способом, гальванопластика имела бы весьма ограниченное употребление, но я с самого начала обратил все мои старания на распространение этого дела, и счастливый успех открыл ему столь большую практическую важность, какой сначала и ожидать бы не можно.

Чтобы лучше видеть, на чем основан этот второй способ, скажем несколько слов о химических действиях гальванического тока. Мы видели выше, что в кругу сомкнутой цепи, именно в отделениях, где помещены возбудительные пластинки, обнаруживается химическое действие. Но это действие не ограничивается одним только этим местом. Напротив того, оно может быть перенесено в какое-нибудь другое вместилище, вставленное в круг гальванического действия. Это вместилище должно быть наполнено какою-нибудь проводящею жидкостью, через которую посредством металлических пластинок можно пропускать гальванический ток. Следовательно, здесь больше ничего не нужно, как только то, чтобы металлический проводник, идущий от одного полюса батареи к другому, в каком-либо месте был прерван жидкостью. Если мы предположим, что металлические пластинки, в нее погруженные, будут однородны, так что они сами по себе не в состоянии произвести гальванического тока, то при этом обнаруживается следующий закон, а именно, что водород жидкости или составная часть, заступающая его место, отделяется при той металлической пластинке, которая соединена с цинковым полюсом, а кислород или вещество, его заменяющее, переходит к пластинке, соединенной с медным полюсом батареи. Знаменитый английский

ский физик Фарадей называет вообще эти пластинки, между которыми разлагается жидкость, электродами, а из них ту пластинку, которая соединена с цинковым полюсом, он называет катодом, а ту, которая соединена с медным полюсом, — анодом. И мы также для большей краткости будем употреблять эти названия. Пусть в фиг. 25 AB будет гальваническая батарея, CD — резервуар с разведенною серною кислотою, C и A — два платиновых электрода, то из них A будет анод, C — катод. Если ток достаточно силен, то у C будет отделяться водородный газ, у A — кислородный. Но если в резервуаре CD вместо разведенной серной кислоты будет находиться раствор медного купороса, то при A будет также освобождаться кислород, а C покроется слоем металлической меди, потому что, как мы видели выше, водород будет служить здесь для восстановления меди. Если вместо платиновых электродов будут взяты два медных электрода, а в резервуар налита разведенная серная кислота, то у анода или вовсе не будет происходить отделения кислородного газа, или весьма мало, потому что медь будет здесь соединяться с кислородом, а происшедшая окись растворяться в серной кислоте. У катода будет сначала отделяться водородный газ; но мало-помалу отделение это становится слабее, и вместо того на поверхности катода будет образовываться слой восстановленной меди в рыхлом состоянии, буровато-красного цвета. Самая жидкость, бывшая сначала бесцветною, получает впоследствии синий цвет медного купороса. Несмотря на то, что я продолжал этот опыт несколько дней сряду, у катода все еще заметно было небольшое отделение водородного газа — доказательство, что при этом снаряде восстановление меди происходит несовершенно. Медный осадок также никогда не был ни плотен, ни даже зернист, вероятно по причине отделявшихся пузырьков водородного газа, препятствовавших тесному соединению частиц меди между собою. Совсем другое происходит, если вместо разведенной серной кислоты употребить насыщенный раствор медного купороса. Здесь анод также растворяется, но катод покрывается слоем меди светло-красного цвета, совершенно плотным. Раствор меди остается при этом всегда в насыщенном состоянии, потому что по мере того, как происходит восстановление, медь, осажденная из раствора, заменяется таким же количеством меди, растворяющейся от анода. Сравнивая потом вес обеих пластинок, оказывается, что катод приобретает столько меди, сколько анод теряет ее. Иногда заметно бывает в этом некоторое различие, но оно ничтожно и в практике в расчет не принимается.

Отделив таким образом от батареи снаряд, в котором происходит образование медных пластинок, самое дело чрезвычайно

упрощается и получается необыкновенная точность и ясность гальванических копий в отношении к их оригиналам. Время, в которое производится операция, может быть также значительно сокращено, ибо в день можно получить слой меди, толщиной в $\frac{1}{6}$ линии и $\frac{1}{16}$ дюйма, что в некоторых случаях бывает достаточно, потому что эта толщина равняется толщине карточной бумаги. Слишком ускорять восстановление не должно, потому что плотность меди от этого много терпит. Если ток столь силен, то в течение 24 часов может осадить из раствора 2 золотника меди на поверхности 1 кв. дюйма, то продукт получается рыхлый. Впрочем, это относится до восстановления меди из раствора медного купороса; может быть, другие медные соли окажут и другие результаты. Одно из самых благоприятных обстоятельств при разложении медных растворов между медными электродами есть то, что батарея может быть составлена из одной только пары. Можно, впрочем, употребить и большее число пар для ускорения действия, но при этом истребление цинка будет увеличиваться по мере увеличения числа пар. Медный раствор, находящийся между медными электродами, должен быть до известной степени разжижен, что всего лучше определяется из опыта. Если тотчас при самом начале употребить раствор совершенно насыщенный, то можно заметить, что после сомкнутия цепи магнитная стрелка, включенная в круг гальванического действия, раньше или позже значительно уклоняется назад или, по крайней мере, начинает весьма сильно колебаться. Если встретится такое обстоятельство и колебание стрелки происходит не от какой-нибудь неправильности в самой батарее, то раствор должно до тех пор разбавлять водою, пока отклонение стрелки не сделается более постоянным. Анод, или та медная пластинка, которая растворяется, обыкновенно покрывается черноватым или буровато-красным порошком, который, если попадет на катод, то производит ломкость и хрупкость в восстановленной меди. Это неудобство можно устранить, располагая между ними холстину, фланель и т. п. Хотя употребление таковых снарядов не представляет никаких дальнейших трудностей, потому что они могут быть устроены многоразличными способами и вообще состоят из резервуара, наполненного раствором медного купороса, в котором две медные пластинки, имеющие какую-либо произвольную форму и соединенные с гальваническою батареею, противопоставлены друг другу, но за всем тем я намерен показать в фиг. 26 чертеж такого снаряда, в котором пластинки расположены горизонтально. Здесь *abcd* — резервуар, наполненный раствором медного купороса, снабженный выпускною трубкою. Он может быть сделан из стекла, фарфора или дерева, но в по-

следнем случае он должен быть внутри облит асфальтовым цементом. Можно также сделать его из свинца или меди, но при этом должно его внутри или обложить стеклом или вымазать также асфальтовым цементом. *ef* есть катод, служащий оригиналом, поверхность которого должна покрыться осаждающейся медью. Посредством проводника *fgh* он соединен с цинковым полюсом батареи, которая, как сказано выше, может состоять из одной только пары большей или меньшей величины; *ik* — деревянная рама, обтянутая фланелью или холстом, на которой помещается медная пластинка *lm*, соединенная с медным полюсом батареи проводником *no*. Вместо цельной медной пластинки можно употребить для этого какие-нибудь медные обломки, которые, впрочем, должно укладывать так, чтобы они все взаимно друг к другу прикасались; *y* — компас, включенный в круг гальванического действия. Должно также заметить, что расстояние между пластинками не годится иметь менее $1\frac{1}{2}$ или 2 дюймов. Если размеры их значительны, например от $1\frac{1}{2}$ до 2 футов в квадрате, то расстояние от 3 до 4 дюймов не будет велико.

Употребление компаса при этом необходимо, если гальванопластику хотят производить с пользой. Поэтому надо сперва наготовить себе достаточное число этих простых инструментов. Если несколько снарядов совершенно или приблизительно одинаковой величины и столько же батарей будут друг за другом соединены в один гальванический круг, то достаточно иметь один компас. Фиг. 27 представляет тому образец. При таком устройстве на всех пластинках в одно и то же время осадет одно и то же количество меди. Это имеет место и тогда, когда пластинки будут употреблены неравные, причем толщины слоев осажденной меди будут находиться между собою в обратном содержании с поверхностью их. Но так как вследствие вышеприведенного закона меньшие снаряды представляют большее сопротивление проводимости, то они, будучи соединены с снарядами большей величины, ослабляют силу тока и замедляют восстановление меди. Соединять несколько снарядов друг возле друга с одною и тою же батареею, как показано на фиг. 28, невыгодно, потому что выгодно иметь в своей власти совершенно равномерное распределение действия, которое здесь слишком много зависит от случайных обстоятельств. Гальванические батареи, которые хотят употребить при этом втором способе, для произведения постоянного действия должны устраиваться на основании, изложенном в § 6, дабы их можно было заряжать двумя вышеозначенными жидкостями, разделенными помощью перегородок. Многоразличные способы устройств, придуманных мною в продолжение множества опытов, которые

я производил над употреблением гальванизма, отчасти и для других потребностей, я постараюсь описать в другое время, а теперь предложу только чертеж батареи, которая весьма проста и совершенно соответствует своему назначению (фиг. 29). Здесь *abcd* — четырехугольный ящик из меди или свинца; *efgh* — цилиндр, также из свинца или листовой меди, прикасающийся к трем стенкам ящика. Всего лучше, если он не будет спаян или накрепко соединен, дабы его можно было легко разгибать для отделения от него восстановившейся меди, к нему приставшей; *ik* — глиняный цилиндр, *lm* — пустой или сплошной цинковый цилиндр, *no* — свинцовый или медный ящичек с продырявленными стенками и дном, для запасного купороса. Для спуска жидкости можно употребить каучковую трубку, подобную описанной выше, но я обыкновенно употребляю для этого предмета другое устройство — фиг. 30, основанное на устройстве сифона, и которое я потому намерен описать здесь, что оно может быть употреблено с пользою во многих других случаях и, как мне кажется, в этом виде есть вещь совершенно новая. *abcd* — ящик с выпускною трубкою *ef*, которая проходит чрез дно и которой верхний конец находится на одном горизонте с жидкостью. *gh* — трубка, сверху закрытая, а внизу снабженная вырезками, которую я называю наставкою; она снимается в то время, когда снаряд находится в действии. дабы медный раствор, менее насыщенный, мог сам собою стекать сверху. Если имеется снаряд без запасного ящичка, тогда насыщенный раствор купороса должно приливать посредством длиннорылой воронки, дабы он мог стекать снизу, а раствор, менее насыщенный, стекать сверху. Если жидкость должна быть совершенно выпущена, тогда надевают наставку, приливают еще жидкости так, чтобы она поднялась выше отверстия трубки *e*, которая, наполнившись ею, образует сифон, по которому жидкость стечет до высоты вырезок. Почти не стоит и упоминать о том, что вредное пространство, находящееся между верхним отверстием выпускной трубки *ef* и наставкою *gh*, не должно быть уменьшаемо более того, сколько позволяет свободный сток жидкости. Если все соразмерено надлежащим образом, то прилитие жидкости выше горизонта верхнего отверстия почти не нужно, потому что несколько движений трубки *gh* вверх и вниз достаточно, чтобы наполнить трубку *ef* и привести сифон в действие. Это устройство весьма удобно для выпуска жидкости вдруг из многих сосудов. Тогда все наставки прикрепляются к одной общей раме, дабы их можно было все опустить за один раз. Выпускная трубка *ef* не должна быть слишком широка, для того чтобы она удобно могла наполняться сама собою. Так как цинковая жидкость становится

более и более насыщенную, то ее по временам должно возобновлять или, по крайней мере, разводить водою; в последнем случае должно употреблять длинногорлую воронку, дабы менее насыщенная жидкость, притекая снизу, могла лучше соединяться с жидкостью более насыщенной. Если жидкость нужно совершенно выпустить, то должно вынуть глиняный сосуд и вылить из него жидкость. Фиг. 31 представляет подобный прорванный сифон для цинковой жидкости. Дно медного сосуда *abcd* снабжено небольшою трубкой, в которую вмазана такая же трубка, приделанная к дну глиняного цилиндра *efgh*. В отверстие последней трубки вмазана опять стеклянная трубка *iklm*, верхний конец которой доходит до горизонта жидкости. Наставная трубка *porq* (всего лучше стеклянная), вверху открытая, а внизу снабженная вырезками, каким бы то ни было образом укрепленная, остается всегда надетою, дабы во время прилития свежей жидкости сверху жидкость, более насыщенная, могла стекать по направлению, означенному стрелками. Если нужно выпустить всю жидкость, тогда эта трубка отнимается прочь и вместо нее наставляется другая, сделанная точно так же, как трубка, показанная в фиг. 30, отчего стекание жидкости происходит так же, как и прежде. Если место позволяет, то трубка *efgh* (фиг. 31) может быть так широка, чтобы вторая наставная трубка, сверху закрытая, удобно в нее проходила. Прежде употреблял я другого рода устройство, которое при случае будет мною описано, но которое в простоте и удобстве должно уступить устройству, здесь описанному. Впрочем, это устройство неудобно тем, что при нем нельзя переменять глиняных сосудов, не прекращая действие снаряда; а между тем весьма полезно переменять по временам глиняные сосуды, бывшие в употреблении, и выщелачивать их водою, дабы скважины опять были очищены. Смотри по обстоятельствам, это может быть производимо через каждые 5 и 6 дней; впрочем, мне случалось довольно часто держать батареи в течение двух и трех недель в непрерывном и столь постоянном действии, что небольшие изменения, появлявшиеся иногда в направлении магнитной стрелки, можно было приписать переменам температуры жидкостей.

Величина описанных снарядов стесняется тем, что весьма трудно бывает доставать глиняные цилиндры больших размеров и с тонкими стенками. Толстые же стены представляют более сопротивления для тока и действуют хуже. Поэтому лучше совокуплять большое число малых снарядов для одного общего действия и соединять между собою все медные и цинковые цилиндры. Фиг. 32 представляет в плане снаряд, где 9 элементов помещены в одном общем резервуаре и посредством тисков или

другим каким-либо удобным способом могут быть соединены между собою, почему образ соединения их на чертеже не показан. Такого рода снаряды, конечно, требуют много жидкости, но зато они постоянное и сильнее действуют.

Теперь намерен я сказать несколько слов об издержках, потребных для производства способа приготовления медных изделий из раствора медного купороса. И здесь, как во всяком другом производстве, издержки будут тем менее, чем в большем размере оно существовать будет. Вообще главнейшими материалами при этом должны почитаться медь, цинк и серная кислота; медный же купорос может быть приготовлен в самом заведении, если оно будет довольно обширно. Употребленная медь получится опять до последнего золотника в виде досок, листов или каких-либо других изделий, соответствующих данному оригиналу; цинк, напротив того, растворяется в серной кислоте, образуя с нею цинковый купорос, такой продукт, который в разных других производствах имеет свое употребление и обыкновенно нарочно готовится в химических заведениях. Издержки можно довольно легко определить по следующим данным: для получения 40 фунтов меди в плотном виде нужно употребить круглым числом 41 фунт цинка, 51 фунт крепкой серной кислоты и достаточное количество воды, что все вместе даст около 184 фунтов кристаллического цинкового купороса. Считая пуд цинка по 12 руб. и пуд серной кислоты по 8 руб., выходит, что 184 фунта цинкового купороса будут стоить 22 руб. 50 коп. Итак, из всего этого следует, что если пуд цинкового купороса, который теперь продается по 10 и 12 руб., продавать только по 5 руб., то все издержки совершенно будут покрыты. Что же касается до издержек на оригиналы и модели, то определить их с точностью невозможно, потому что здесь имеет большое влияние художественное их достоинство. Издержки же собственно на работу здесь почти ничтожны, потому что один работник, имеющий хотя немного навыка в этом деле, может устанавливать множество таких снарядов и наблюдать за ними.

9

Что касается до употребления гальванопластики, то оно может иметь, как мы увидим ниже, чрезвычайно обширное и многообразное применение. Из всех известных способов приготовления копии посредством отливки или отпечатывания до сих пор ни один не представляет такой верности и точности, как этот. Он несколько не уступает чеканке стальными штемпелями, напротив того, еще превосходит ее. Если взять, например, золотую, серебряную или медную пластинку или доску с самою высокою политурою и употребить ее вместо катода для осажде-

ния на нее меди из раствора, то копия не только будет представлять ту же самую политуру, но даже и те микроскопические черточки, которые полировальный порошок произвел на самом оригинале. Если предварительно дотронуться пальцем до полированной поверхности оригинала, то на ней останется пятно, представляющее отпечаток пор, находящихся на коже, и это пятно также будет находиться на гальванической копии, которая вообще относительно форм или рисунка, даже при тщательнейшем исследовании посредством микроскопа, не обнаруживает никакого различия против оригинала. Поэтому при гальванических копиях отстраняются все последовательные работы, как например, очистка, опиловка, прохождение грабштихом и пр., которые влекут за собою множество издержек и, кроме того, более или менее ослабляют точность копии. Если хотя бы произвести значительное число медных досок с вогнутою гравировкою, то сперва должно сделать копию выпуклую, с которой потом уже можно снять сколько [угодно] вогнутых копий, совершенно подобных оригиналу. Эти копии дают превосходные оттиски, так как бы они были сделаны *avant la lettre*. Но при этом я должен обратить внимание на некоторые обстоятельства, относящиеся до отделения копии от оригинала. Оно с большою удобностью происходит тогда, когда восстановленная пластинка или доска достигнет надлежащей толщины, когда медь самого оригинала будет достаточно плотна, не скважиста, не листовата и без ноздринок или царапин; наконец, когда изображения будут гравированы не слишком круто и в особенности не подработаны, а потому при гравировании оригиналов должно иметь в виду все эти обстоятельства. Если гальваническая медь будет осаждена медленно, с надлежащею осторожностью, то она сама весьма способна к производству на ней гравирования, и медные доски, на эту медь осажденные, уже весьма удобно отделяются. Нет никакого затруднения приготовить гальванические доски нарочно для гравирования, причем имеется еще и та выгода, что трудная и продолжительная работа полирования в этом случае совершенно уничтожается; стоит только иметь одну доску надлежащих качеств для оригинала. К тому же такие доски имеют столь равномерное сложение, какого не представляет самая лучшая медь, обращающаяся в продаже. При обыкновенной меди часто случается, что доска, на нее осажденная, если не во всех, то, по крайней мере, в некоторых частях, так плотно пристаёт к оригиналу, что иначе не может быть отделена от него, как с большим усилием и с порчею самого оригинала. Иногда самый тончайший слой масла или жиру, которым покрывают оригинал, весьма облегчает отделение копии. Если на поверхность оригинала налить слой расплавленного стеарина, то по остывании он

снимается весьма удобно, оставляя на оригинале ровный слой жиру такой именно толщины, какая для этого нужна бывает. Более толстое покрытие оригинала слоями воска, лака и пр. может только тогда иметь место, когда не требуется изображения большой тонкости и чистоты. С посеребренных или позолоченных оригиналов копии снимаются всегда удобно, но при этом кажется, что позолоте, произведенной мокрым путем, должно отдать преимущество перед позолотою, сделанною чрез амальгаму. Можно также поверхность оригинала покрывать золотыми листочками или так называемую золотою пеною, если не требуется большой чистоты в изображениях. Впрочем, все эти предосторожности делаются излишними тогда, когда медь оригинала будет иметь хорошие качества. Коль скоро восстановленная доска или пластинка достигает надлежащей толщины, то она после опилки выдающихся краев почти сама собою отделяется от оригинала. Подобно гравированным медным доскам могут также служить оригиналами разные вещи, выбитые из меди, если они только не будут иметь частей, отдельно выдававшихся, или мест, глубоко подработанных.

10

До сих пор мы говорили о восстановлении меди только на медь, что бы весьма ограничивало применение гальванопластики; но так как оригиналами могут служить и другие металлы, то употребление ее может быть распространено гораздо более. Сюда принадлежат все те металлы, которые сами по себе не разлагают медных солей, т. е. если их просто погрузить в медный раствор, то они сами в нем не растворяются и не покрываются медным осадком; таковы иридий, платина, золото, серебро, ртуть, мышьяк, висмут и сурьма. Напротив того, свинец, олово, железо и цинк уже сами по себе разлагают медные растворы; что касается до свинца, то должно заметить, что металл этот представляет совершенно различные свойства, смотря по тому, в каком состоянии он находится: в полированном или тусклом. В первом случае он сам по себе восстанавливает медь, а во втором — почти нисколько, так что свинец в тусклом состоянии только при содействии гальванического тока может осаждать из раствора медь. Да и чистый свинец, хотя сначала сам собою растворяется и покрывается слоем меди, но впоследствии, будучи защищен этим слоем от дальнейшего влияния медного раствора, уже более не претерпевает никакого изменения. Основываясь на этом, можно размножать гравировальные медные доски таким образом, что сперва помощью сильного пресса, из двух вальков состоящего, перевести изображения на свинцовые доски, а на

них уже осаждают потом гальванические копии. Я видал медные доски, таким образом приготовленные, которые в чистоте и верности изображений нисколько не уступали оригиналам, приготовленным с помощью рельефной машины.

На чистое олово медные соли гораздо сильнее действуют, нежели на свинец, а потому оно и не может быть употреблено для приготовления таких изображений, где требуется чистота и точность; но там, где этого не требуется, олово употреблено быть может, потому что растворение его прекращается в то время, когда оно химическим или гальваническим путем покрывается слоем меди. Сплавы олова с металлами, не восстанавливающими медь, включая туда и свинец, употреблять можно, лишь бы только олово не находилось в избытке. Пропорция смешения, какую при этом наблюдать должно, всего удобнее определена быть может помощью нескольких предварительных опытов. Типографический металл и всем известный легкоплавкий дарсетов сплав также для этого дела весьма пригодны.

Известно, что железо совершенно разлагает медные соли и что образовавшаяся на нем оболочка меди нисколько не препятствует его растворению. Если медный раствор насыщен и содержит свободную кислоту, то медь осаждается в порошкообразном состоянии. Чем жиже раствор и, следовательно, чем медленнее происходит восстановление, тем плотнее бывает осажденная медь, так что она иногда образует довольно плотные массы, соответствующие виду железных кусков, в медный раствор погруженных. Медь, полученная чрез восстановление ее с помощью железа, называется цементной медью и отличается большею чистотою против меди, выплавленной из руд. Во многих местах, где находятся в значительном количестве воды, содержащие в растворе медный купорос (цементные воды), медь из них извлекается в большом виде. Так, напр., в Шмельнице, в Венгрии, ежегодно добывается из цементных вод от 7 до 8000 пудов меди, причем для осаждения ее употребляются куски чугуна. Здесь должно заметить, что этот способ химического восстановления отличается от восстановления гальванического точно так же, как химическое растворение цинка отличается от гальванического, о чем мы упоминали в § 1.

Цинк не только сам по себе не может быть употреблен для гальванического восстановления, но даже, входя в состав сплавов с другими металлами, делает их для этого негодными. Так, напр., бывает с латунию, которая при содействии гальванического тока хотя и скоро покрывается превосходным слоем меди, но за всем тем весьма трудно и почти невозможно бывает отделить потом этот слой, как бы он толст ни был; а если это и

удастся после большого усилия, то сейчас можно заметить, что оторванные куски восстановленной меди покрыты бывают тоненьким слоем латуни.

Между телами неметаллическими в отношении к их практическому употреблению всего больше заслуживает внимания уголь, в особенности в виде графита. Вещества эти от влияния на них медных солей не претерпевают никакого изменения и относительно места, занимаемого ими в гальваническом ряду, могут быть еще лучше платины употреблены вместо катодов, для разложения медных солей гальваническим способом. Но так как трудно бывает их обделать в правильные или искусственные формы, то и употребление их, как мы сейчас увидим, должно быть произведено иным образом, причем они представляют значительные выгоды.

Мы сказали выше, что при гальваническом действии все зависит более от величины приведенных в деятельность металлических поверхностей и весьма мало от толщины их. Если поэтому взять какое-нибудь неметаллическое вещество, разумеется такое, на которое жидкость не действует, покрыть его тонким слоем металла или графита и соединить приличным образом с проводником, то можно употребить его вместо катода, причем на поверхности его будет осаждаться из раствора медь. Таким образом можно готовить медные копии с предметов неметаллических. Для этого могут быть употреблены: неглазурованная глина и фарфор, шифер, гипс, воск, сера, стеарин, сургуч, дерево и пр., из которых можно приготовить доски или вообще какие-либо оригиналы или модели. Они предварительно покрываются или металлическими листочками, или фольгой, или самотончайшим металлическим, графитовым или угольным порошком, которого слой, дабы не повредить чистоте изображений, должен быть неизмеримо тонок. Само собою разумеется, что фольга и порошок должны быть из таких металлов, которые сами по себе не разлагают медных солей. Такого рода порошки можно найти в продаже или можно весьма удобно и самому их приготовить, как напр[имер], медный порошок, чрезвычайно тонкий, получается чрез осаждение меди помощью железа из раствора ее в азотной кислоте. Но тончайший порошок графита, полученный чрез отмучивание, должен быть предпочтен порошкам металлическим, потому что он весьма равномерно разделяется по поверхности оригинала и лучше на ней держится. Такой порошок растворяют в воде до состояния довольно густого теста, покрывают им поверхность модели, а когда все просохнет, то стирают излишек кистью или мягкой щеткой. Часто графитовый порошок весьма хорошо удерживается на модели и без предварительного растирания его с водою,

а именно, если его намазать помощью кисти, смоченной немного маслом.

Если модель сделана из гипса, то ее должно приготовить так, чтобы она могла противостоять влиянию на нее раствора; для сего модель напитывается горячей смесью стеарина с воском, такую, из которой делаются свечи, и напитывание продолжается до тех пор, пока не будет более отделяться воздушных пузырьков из модели. От этого гипс получает большую твердость, а черты несколько не теряют.

Я сейчас упоминал о стеарине, как о таком веществе, которое, будучи покрыто металлическою или графитовою поверхностью, с большою пользою может быть употреблено в гальванопластике. Из этого вещества, если с ним только обходиться с надлежащею осторожностью, можно отливать какие угодно изображения, которые в чистоте, точности и нежности не только не уступают гипсовым, но еще далеко превосходят их.

На это вещество обратил мое внимание граф А. Бобринский,⁷ которого познаниям и предприимчивости отечественная промышленность весьма много обязана. Кроме того, стеарин весьма удобно можно строгать, обтачивать и, как кажется, гравировать на нем; все это такие свойства, которые придают этому материалу как в нашем, так и в других производствах, значительную важность.

При веществах неметаллических соединении с проводником, идущим от них к цинковому полюсу, требует некоторой осторожности, потому что тончайший слой металла или графита сам по себе есть худой проводник и восстановление происходит обыкновенно от тех пунктов, где металлический проводник, от батареи идущий, находится в тесном прикосновении с означенным слоем; следовательно, чем более будет увеличено число таких точек прикосновения, тем скорее восстанавливающая поверхность будет покрываться восстановленной медью. Для этого я обыкновенно окружаю модель тонкою свинцовою или медною полоскою, которая плотно прикасается к металлическому или графитовому слою. Еще должно заметить, что восстановление происходит равномернее тогда, когда оригинал будет находиться в горизонтальном положении, что в особенности должно наблюдать при оригиналах большой величины и с значительным рельефом. Все те части, которые не должны покрываться медью, как например, проводники изнанки моделей и пр., могут быть вымазаны настолько, насколько они погружаются в раствор, воском или каким-либо другим веществом не проводящим, потому что та медь, которая будет осаждена на эти части, должна почитаться похищенною из того количества, которое должно составлять производимое медное изображение. Впрочем, там, где не

требуется особенной плотности и ковкости меди, можно увеличивать толщину приготовляемой вещи тем, если насыпать на нее медных опилок или зерен в то время, когда она совершенно покрывается первою гальваническою оболочкою; зерно и опилки потом весьма плотно прирастают к ней.

11

Разнообразие предметов, для которых может быть употреблена гальванопластика, открывает необозримое поле для этой новой отрасли в технике — касательно ее полезного применения не только в художественном, но и во многих других практических отношениях, как такого искусства, которое есть, так сказать, не что иное, как холодная металлическая отливка. Я намерен здесь исчислить несколько примеров, где это искусство с пользою может быть употреблено; в возможности же исполнения я большей частью убедился на самом деле. О копировании гравировальных медных досок я уже говорил прежде. Не менее того можно производить копии с медалей или других каких-либо предметов, сделанных из меди или металлов, более драгоценных. Точно так же можно готовить медные матки для одинаковых литер или для цельных стереотипных досок, чрез непосредственное осаждение меди на типографический набор. Эти матки могут быть употреблены или для отливания в них типографического металла или для приготовления на них самого набора из гальванической меди. При этом должно удостовериться опытом еще и в том, не большее ли число хороших оттисков могут давать стереотипные доски, приготовленные из меди, чем доски, сделанные из обыкновенного металла. Штемпели для заглавных литер или для других типографических орнаментов или таких, какие употребляются переплетными мастерами, на будущее время могут быть прямо резаны только на твердом дереве, потому что с дерева можно непосредственно получать гальваническим путем медные матки, а с них опять тем же путем готовить самые типы из меди. Вообще всякая резьба на дереве может быть размножена на копиях с большою точностью и чистотою, нежели как то делается теперь. Формы для печатания обоев, ситцев и пр[очего] также легко можно готовить помощью гальванопластики. В новейшее время начинают вводить в большое употребление рельефные географические карты и также планы городов. Потребные для этого формы и контрформы можно делать из гальванической меди, непосредственно с самых моделей, в такой толщине, какую они должны иметь при употреблении их для тиснения. Барельефы и другие подобные им предметы можно готовить из меди

прямо без всякой последовательной работы или отделки и при том с такой чистотой и точностью, с какой первая модель вышла из рук художника; для этого стоит только помощью гальванопластики приготовить непосредственно с модели форму, а с формы можно делать тем же путем самые вещи в количестве неограниченном. Что сперва полученные формы могут служить и для гипсовых отливок, это разумеется само собою. Приготовление металлических форм для произведения глиняных каких-либо вещей с выпуклыми изображениями также может иметь место. Далее, гальванопластика дает нам средства на будущее время украшать наши здания внутри и снаружи множеством дешевых и вместе с тем изящных бронзовых орнаментов, подобных древним, и, таким образом, открывает новое обширное поле для изящных искусств. Здесь следует упомянуть еще и о том, что предметы, менее важные как для защиты их от непогоды, так и для многих других причин, можно покрывать тонким слоем восстановленной меди, но так как при этом настоящее изображение обращено к оригиналу, то мы будем иметь одну изнанку с ее обыкновенною шероховатою зернистою поверхностью, которая в таком случае может быть довольно гладкою и соответствующею чертам оригинала, когда восстановительный процесс будет происходить медленно и слой меди будет не слишком толст. Такие предметы, где не требуется большой отчетливости и нет притязания на изящность, представляются, особенно издали, в довольно красивом виде. Впрочем, если нужно, то медный слой можно сделать гораздо толще и потом наружность вещи довести до надлежащей чистоты окончательною отделкою, так, как это делается в вещах, отлитых из расплавленного металла.

До сих пор говорено было только о простых копиях, легко отделяющихся от оригиналов или форм, на которые они осажжены были; что же касается до приготовления цельных фигур или таких предметов, которые требуют сложных, из многих частей составленных форм, то исполнение этого хотя весьма трудно, впрочем не невозможно.

С воскового бюста, сделанного в высоком рельефе, я приготовил, хотя не без некоторых пороков, но, впрочем, все еще довольно хорошую копию следующим образом. Оригинал после наведения на него графитовой восстанавливающей поверхности и по соединении его с проводником подвергнут был гальваническому процессу. Когда он покрылся слоем меди, но весьма тонким, тогда воск, находящийся во внутренности медной оболочки, был вытоплен, причем получилась медная форма, которая, будучи внутри вычищена совершенно скипидаром, употреблена была как катод для произведения во внутренности ее восстановления

меди из раствора. После того как восстановленная медь достигла надлежащей толщины, тонкая наружная медная оболочка, служащая формою, была отделена по частям, что в иных местах происходило с некоторым усилием. Таким образом, получилась настоящая копия, совершенно сходная с оригиналом, которая в некоторых только местах имела повреждения, происшедшие от неосторожности. Естественно, что при этом как оригинал, так и первоначально образовавшаяся медная форма должны уничтожиться; но, впрочем, есть надежда, что при более распространившемся и надлежащем употреблении гальванопластики еще многим усовершенствованиям предназначено выйти из мастерских ремесленников и художников.

ПИСЬМО Б. С. ЯКОБИ М. ФАРАДЕЮ¹*Петербург, 1840 г.*

Милостивый государь!

Выражая вам свою глубокую признательность за «Experimental Researches»,² которые вы столь любезно мне преподнесли, я не могу скрыть от вас своего желания скорее ознакомиться с остальными сериями, которыми вы с тех пор обогатили науку.³ Если бы вы нашли возможным послать один экземпляр их, вы бесконечно меня обязали бы. У меня самого нет «Philosophical Transactions»,⁴ а я хорошо знаю по опыту, что без ваших исследований нельзя обойтись при изучении электричества и гальванизма. «Researches» всегда находятся у меня на столе и я еще не позволяю им покониться среди прочих книг моей библиотеки.

Я прочел в «Proceedings», что вы открыли настоящую кампанию против теории контакта;⁵ я сознаюсь, что еще не стал решительно ни на ту, ни на другую сторону, вообще же я держусь того взгляда и того мнения, какие высказаны вами в 8-й серии;⁶ но, правду сказать, не потому, что они кажутся мне более неуязвимыми, а потому, что они действительно более плодотворны и притом больше содействовали успехам науки и открытию значительно большего числа важных фактов. То же относится и к столь плодотворной теории Ома, расширенной профессором Фехнером из Лейпцига⁷ и примененной им к гидро-электрическим элементам, но, к сожалению, недостаточно известной в Англии.⁸ Я не думаю, чтобы принцип, из которого она вытекает, был свободен от всяких возражений, но я знаю, что простые формулы, которыми она пользуется, объясняют все явления гальванизма, — даже те, которые сначала кажутся наиболее странными.

Я был поражен, когда нашел в «Proceedings» ваше логическое возражение против теории контакта, возражение, которое я сам часто делал моим друзьям, держащимся противоположной точки зрения.⁹ Действительно, если бы эта теория была правильной, то ею легко можно было бы соблазниться и предпринять бесполезную работу по изобретению электромагнитного *perpetuum mobile*, т. е. силы, поддержание которой не требует затрат.

В одной из моих работ, озаглавленной «Über die chemische und magnetische Galvanometer»¹⁰, которую я позволил себе вам послать, я пытался доказать на опытах, что химические действия гальванизма не дают права устанавливать различие между количеством и интенсивностью электричества. При одном и том же отклонении стрелки получается одинаковое разложение воды, применять ли две пластинки или батарею из любого числа пластинок, в которой ток ослабляется введением какого-либо плохого проводника, пока отклонение не станет тем же самым; то же и в случае применения магнитоэлектрических токов. Я был бы весьма счастлив, если бы мои доказательства были настолько убедительными, что вы почтили бы их своим одобрением. С тех пор мой коллега по Академии г. Ленц доказал, что особые явления, которые г. Делярив приписывал токам от различных источников, отнюдь не имеют места.

Имею честь приложить при сем записку по поводу некоторых измерений, произведенных мною в отношении элемента г. Грове; я прошу вас, милостивый государь, передать этому ученому мой привет. В связи с этим я не могу не сделать замечания, что «*trials*» (испытания), которыми сейчас повсюду занимаются, дали бы гораздо более плодотворные результаты для науки и для ее приложений, если бы они сопровождались точными измерениями, которые можно было бы вычислить по формулам г. Ома. В 1836 г. я сделал несколько исследований с помощью элемента Беккереля,¹¹ и меня немало удивило, что я получил более значительные действия, когда заменил погруженную в раствор поташа платиновую пластинку цинковой, к сожалению я не измерил эффекта; всем известно, что платина лучше меди, но я не удивился также, когда прочел первую записку, где шла речь об элементе Грове, так как этот ученый не привел [неразб.] данных, которые дали бы возможность сделать сравнение с другими вольтаическими комбинациями. Не придется удивляться и в том случае, если кто-нибудь сделает открытие, что для разложения дистиллированной воды между тонкими платиновыми проволоками элемент г. Грове действует лишь наполовину сильнее, чем элемент Даниеля, и т. п. Но я думаю, что мы, по справедливости, были поражены тем, что из вычисления получается огромное преимущество в пользу г. Грове; опыты в боль-

ших масштабах отнюдь не опровергли этого результата, и это дало мне право приступить к конструкции элемента, упомянутого в прилагаемой статье. Я добавляю, что в отношении термического расхода цинка элемент Грове тратит лишь 60% по сравнению с элементом Даниеля. Однако применение азотной кислоты сопряжено с другими затратами и существенными неудобствами, от которых нелегко будет избавиться. Комбинация, которую предложил г. Сми,¹² хотя и гораздо более слабая, чем у Грове, вполне подошла бы, если бы давала постоянную силу [тока].

Примите благосклонно брошюру, озаглавленную «Die Galvanoplastik», которую я при сем прилагаю; она содержит общедоступное объяснение моих способов изготовления оттисков из гальванической меди. Гальанизм впервые [находит путь] в мастерские производителей, которые, я полагаю, широко им воспользуются, и возможно, что отсюда произтекут и некоторые преимущества для конструкции батареи, которой я очень заинтересован. Я не мог опубликовать это описание ранее, ибо практические и технические занятия меня очень утомляли и отнимали у меня драгоценное время.

Вы легко поверите, что я с негодованием узнал о поведении некоего г. Спенсера, который имел наглость приписать себе мое открытие, и меня удивляет, что он нашел столько благодарных слушателей среди своих соотечественников.¹³ Я вынужден назвать это поведение *piracy* (грабежом, — *Ред.*) и обратиться к общественному мнению, которое только и сможет осудить это покушение на мои права. Хотя я вовсе не любитель споров такого рода и хотя я до сих пор молчал, желая верить, что в вашей стране есть достаточно благородных людей, способных отнестись ко мне справедливо,¹⁴ но я не откажусь ни в какой мере от права приоритета, на которое я претендую для себя и для моей родины. Это право для меня тем более дорого, что и т. д. . .

Мое открытие было сделано в Дерпте в феврале 1837. Первая заметка, сопровождаемая копией. . .¹⁵

Две статьи были перепечатаны во многих английских журналах, между прочим в «Ann. of Electricity» за март 1839 — в письме Джулиана Гуггворта (Julian Guggsworth) от 5 февр.[аля],¹⁶ далее, письмо, которое я взял на себя смелость послать вам и которое было напечатано в «Philosophical Magazine» за сентябрь 1839,¹⁷ содержит также некоторые относящиеся к этому сведения, и, как вам известно, гальванические копии, которые вы благоволили представить British Association.¹⁸ Только после этого появился г. Спенсер со своими претензиями, и нетрудно себе представить, что истекших с того времени 6 или 7 месяцев ему

было совершенно достаточно, чтобы вторично изобрести мои процессы. Мне кажется, что вы вполне убеждены в моей правоте; я поэтому не колеблюсь передать мои права в ваши руки и просить вас сообщить знаменитым членам Королевского института¹⁹ о заявлениях, которые я делаю в этом отношении. Вообще в каждом споре о приоритете решающими являются официальные напечатанные материалы. Я прошу у вас прощения, что вынужден беспокоить вас всеми этими вещами, имеющими мало отношения к науке, но, по счастью, я нахожусь в подобном же положении относительно вас. Некоторое время тому назад я получил письмо от г. Франческо Зантедески из Венеции,²⁰ который счел себя весьма обиженным одной фразой из моего написанного вам письма, где я говорил об открытых вами магнитоэлектрических токах. Я не знал даже приблизительно, что г. Зантедески претендует на это замечательное открытие, и у меня еще не было времени рассмотреть многочисленные статьи из итальянских журналов и книг, на которые он ссылагается. Притом я не помню, чтобы в немецких журналах упоминалось о работах этого итальянского ученого в области магнитоэлектричества, которые он будто бы написал. Но если бы даже там и было что-либо к этому относящееся, то все это меркнет перед глубиной и точностью ваших двух первых серий, которые так исчерпали вопрос, что уже никто другой не может внести сюда ничего существенного. К тому же я не очень доволен, что существуют магнитоэлектрические (индукционные, — *Ред.*) токи. Без них природа дала бы в наши руки огромную движущую силу в виде электромагнетизма. Впрочем, ничего не поделаешь. .

**О ЗАМЕЧАНИЯХ г-на БЕККЕРЕЛЯ ПО ПОВОДУ
МОИХ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ
ДВУХ ВОЛЬТАИЧЕСКИХ ПАР: МЕДЬ—
ЦИНК И ПЛАТИНА—ЦИНК¹**

Доложено в Собрании Академии наук 29 января 1841 г.

На заседании от 13 января прошлого года я предложил Академии заметку о сравнительном измерении действия двух вольтаических пар: медь—цинк и платина—цинк.² Эта заметка дала повод для замечаний, которые г-н Беккерель сделал на заседании Парижской Академии наук 4 января,³ где он выразился следующим образом:

«На основании этого заключения можно было думать, что вообще в гальванических элементах платина имеет большое превосходство над медью, позволяя передавать более значительные количества электричества. Но это превосходство действия обусловлено в настоящем случае только обстоятельством, о котором г-н Якоби вообще не упоминает и которое, однако, имеет большое влияние на действие батареи. Значение этого обстоятельства иногда не учитывается экспериментаторами».

Г-н Беккерель приписывает это превосходство тому, что при действии концентрированной азотной кислоты на подкисленную воду возникает ток, гораздо более значительный, чем ток, происходящий от растворения серноокислой меди в той же подкисленной воде.⁴ Г-н Беккерель прибавляет: «Я считаю себя вынужденным представить эти замечания, которые, впрочем, не являются новыми, для того чтобы экспериментаторы не были введены в заблуждение относительно эффектов, полученных Якоби».

На основании этого утверждения можно было подумать, что в моей заметке имелось достаточно важное упущение, которое Беккерель счел нужным исправить. Вычисления, проведенные на основании моих наблюдений, были сделаны по формуле господина Ома, так что результаты достаточно ясно указывают на причину эффектов; но я должен был присоединить к этой формуле выражение для максимума действия, так как именно это выражение, которое до сих пор не учитывалось, позволяет нам правильным образом сравнить различные вольтаические сочетания. Я с удовольствием воспользовался этим случаем для того, чтобы высказаться по поводу теории г-на Ома, которую, как мне кажется, можно рассматривать как один из самых замечательных успехов в этой области физики. Она собирает большое число фактов под одним углом зрения; она объясняет очень хорошо все явления, относящиеся к силе гальванического тока; наконец, эта теория была подтверждена и расширена наиболее выдающимися физиками. Закон Ома, известный в Германии в течение тринадцати лет, начинает распространяться в Англии и даст, как я надеюсь, новое направление ревностным экспериментаторам этой страны. Во Франции этот самый закон через 10 лет после его опубликования объявляется новым открытием и принимается как таковое.⁵

Что касается настоящего случая, то, поскольку я совершенно не знал, каким образом подвергнуть вычислению химическую реакцию, о которой говорит г-н Беккерель, я удовлетворился тем, что в соответствии с наблюдениями приписал превосходство цепи г-на Грове:

1) потому что при одинаковом поперечном сечении сопротивление этой цепи относится к сопротивлению пары медь—цинк, как 2,4 к 15,35;

2) потому что в описанных условиях электродвижущая сила пары платина—цинк относится к электродвижущей силе пары медь—цинк, как 23 000 к 14 610.

Эти числа, полученные для отношений сопротивлений, не представляют ничего необыкновенного, так как уже давно известно, что концентрированная азотная кислота является одним из лучших проводников и что вообще переходное сопротивление меньше, если металлы погружены в крепкие кислоты.

Что же касается электродвижущей силы, возникающей преимущественно при контакте двух разнородных металлов, то в нее бесспорно отчасти входит сила, возникающая при контакте двух разнородных жидкостей или, если хотите, вследствие их взаимной химической реакции. Существование такого эффекта долго отрицалось, и только недавно проведенные опыты заставили перестать в нем сомневаться. Но это не то, что, по-видимому, имел

в виду г-н Беккерель, ибо, как мы увидим, этот последний эффект настолько незначителен, что превосходство платины может быть скорее приписано любой другой причине, чем указанной. Может показаться, что противоположное мнение г-на Беккереля подтверждается цепью, изобретенной им и носящей его имя. Эта цепь, как известно, состоит из двух платиновых пластинок, из которых одна погружена в концентрированную азотную кислоту, другая — в раствор едкого кали. В этом случае имеются два, по виду тождественных, металла и условия являются наиболее благоприятными для химической реакции, которая происходит между азотной кислотой и щелочью. Эта реакция является, без сомнения, более сильной, чем реакция той же кислоты с водой, подкисленной серной кислотой. Тем не менее г-н Фехнер доказал с помощью очень тщательных опытов, поставленных без предвзятого мнения и со строгостью и сноровкой, характеризующими все работы этого ученого, что если выразить полную силу цепи такой конструкции числом 8.140, то часть этой силы, происходящая от реакции щелочи с кислотой, составляет только 0.140, или приблизительно одну шестидесятую часть. Нет сомнения, что это численное соотношение слишком неблагоприятно для того, чтобы допустить объяснение г-на Беккереля, и оно еще более неблагоприятно в настоящем случае, когда платина, погруженная в щелочь, заменяется цинком, погруженным в подкисленную воду. Надо надеяться, что г-н Фехнер, который имеет опыт в подобных исследованиях, а также необходимые приборы, разрешит эту задачу.

Мне кажется, что на основании современного состояния наших знаний едва ли можно предположить, что химическое действие является единственным источником вольтаических явлений, хотя оно и играет в них большую роль. Я позволю себе изложить сводку некоторых хорошо установленных фактов: они, как мне кажется, могут объяснить, в чем заключается это действие.

1. Гальванический ток может существовать только благодаря контакту разнородных металлов или, в общем случае, благодаря контакту различных веществ.

2. Остановливаясь на металлах, дающих наиболее ясно выраженные эффекты, можно сказать, что однородные металлы — это только те, которые, будучи погружены в одну и ту же жидкость, не дают гальванического тока. Если чувствительный гальванометр показывает ток, то, следовательно, однородности нет.

3. Металлы становятся разнородными при малейшем изменении их поверхности. Это изменение может быть механическим, оно может быть вызвано химическими действиями, в такой мере слабыми, что они ускользают от реактивов химика; наконец, это

изменение может быть вызвано теми силами, которые г-н Берцелиус⁶ называет каталитическими. Гальванометр, будучи реактивом чрезвычайной чувствительности, учитывает любую неоднородность. В этом смысле все однородные металлы, погруженные в различные растворы, уже не могут считаться тождественными. Платина, находящаяся в азотной кислоте, в отношении своего гальванического действия является другим металлом, чем платина, погруженная в щелочь. Это поверхностное изменение, произведенное любым способом и часто в течение бесконечно малого промежутка времени, иногда увеличивает или повышает соотношение естественных электродвижущих сил металлов, иногда понижает его или даже уничтожает совершенно. Ток, возникающий в результате контакта, обычно, а может быть, и обязательно, сопровождается химическим разложением, продукты которого производят определенное действие на поверхность металлов, на которых они выделяются. Укажу, что это влияние всегда стремится аннулировать или компенсировать разности электродвижущих сил металлов, ослабить ток и уничтожить гальваническое действие, если предоставить цепь самой себе. В цепях с перегородками, великолепном открытии последнего времени, можно поддерживать или сохранять ток постоянной силы, не позволяя выделяться вредным веществам; в обычных цепях с одной жидкостью, известных до сих пор, это не представляется возможным.

4. Вообще говоря, наблюдается некоторая связь между проводимостью жидкостей и их химическим состоянием, но до сих пор еще не сумели уточнить эти представления.

5. Из многочисленных данных, по-видимому, следует, что химическое действие уменьшает переходное сопротивление.

На основании изложенного видно, насколько значительно влияние, оказываемое химическим действием на явления гальванического тока. Но это явление всего лишь вторичное, оно не является первичной причиной, и в большинстве случаев факты производят впечатление, заставляющее утверждать, что гальванический ток существует не потому, а несмотря на то, что имеет место химическое действие. В замкнутой цепи электролитические и термические явления и электромагнитная поляризация существуют одновременно, на равных правах и в одинаковом соотношении. Если когда-нибудь сумеют выразить все эти столь различные эффекты в одних и тех же единицах, то, может быть, удастся установить, что вызванная и поддерживаемая контактом сила является такой же постоянной величиной, как живая сила системы материальных точек, находящихся в движении. Тогда бы дело свелось только к тому, чтобы по возможности перевести эти разнообразные проявления тока в полезное действие, подобно тому, как в машиностроении стараются, насколько это воз-

можно, понизить часть живой силы, затрачиваемой на преодоление сопротивлений или на действия, не связанные с полезным эффектом.

Я позволю себе еще представить Академии следующие опыты, найденные мною в моей рабочей тетради и являющиеся продолжением опытов, сообщенных в моей упомянутой заметке. После того как я завершил эти испытания, использованные элементы были оставлены заряженными, но разомкнутыми в течение приблизительно 14 часов. После этого я повторил измерения и нашел числа, отмеченные в следующей таблице:

Сопротивле- ние обмотки	Сила пары медь—цинк	Сила пары пла- тина—цинк
23.1	385	595
135.3	92	135

Я обращаю внимание на то, что имевшие место колебания силы не дали возможности сделать измерения с наибольшей точностью.

При расчете на основании известных формул находим:

	Медь—цинк	Платина—цинк
Электродвижущая сила .	13552	22515
Сопротивление . . .	12.1	33.9

Пара медь—цинк имела поверхность в 36 кв. дюймов, пара платина—цинк — всего лишь в 2.5 кв. дюйма, из чего следует, что сопротивление, которое, как известно, обратно пропорционально площади сечения, для поверхности платины, равной также 36 кв. дюймам, будет равно всего лишь

$$\frac{33.9 \times 2.5}{36} = 2.3.$$

Если обозначить через s , s' суммарные поверхности медной батареи и платиновой батареи, а через z , z' числа пластин, которые соответствуют максимуму эффекта, то

$$s' = s \cdot 0.07,$$

$$z' = z \cdot 0.6,$$

что мало отличается от значений, полученных раньше.

Отчасти для подтверждения этих результатов я составил цепь из этих двух различных пар по следующей схеме, так,

чтобы токи проходили через катушку, сопротивление которой было равно 23.1, в противоположных направлениях

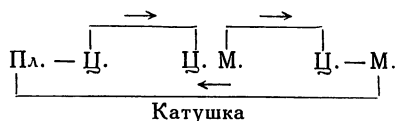


Сила этого сочетания составляла 0.1335 г с преобладанием платины. Если произвести расчет, получаем

$$\frac{22515 - 13552}{23.1 + 12.1 + 33.9} = 0.1297 \text{ г},$$

что отличается от наблюдаемого на 0.0048 г.

После этого я составил следующую цепь:



в которой две пары медь—цинк, включенные последовательно, были противопоставлены паре платина—цинк.

Ток имел направление, обратное первому и в сторону этих двух пар. Я не измерял электродвижущей силы новой прибавленной пары, кроме того колебания силы были настолько часты, что точное измерение было невозможно; тем не менее я уловил момент, в течение которого я получил для тока величину 0.43 г. Предполагая, что обе пары медь—цинк одинаковы, получаем с помощью вычисления

$$\frac{2.13552 - 22515}{23.1 + 2 \times 12.1 + 33.9} = 0.56 \text{ г},$$

что достаточно сильно отличается от наблюдаемого значения. Тем не менее этот опыт показывает, в подтверждение полученных ранее результатов, что превосходство пары платина—цинк недостаточно велико для того, чтобы уравновесить ток, возникающий от двух пар медь—цинк, соединенных последовательно. Увеличение поверхности платины не имело бы значения, так как изменилась бы только величина знаменателя в формуле. Знак числителя при этом остался бы неизменным.

ДОКЛАД О ГАЛЬВАНОГРАФИИ¹

Доложено в Собрании Академии наук 21 января 1842 г.

Академия наук помнит первые хорошо удавшиеся гальванографические образцы, которые я имел честь представить на заседании 7 августа 1840 г. от имени е. и. в. герцога Лейхтенбергского.²

Е. и. в. выполнил ряд рисунков различного вида, частью на полированной меди, частью на посеребренных пластинах, и пользовался для этого раствором дамаровой смолы в терпентине. Гальванопластическая копия этих пластин представляет готовую непосредственно для оттиска гравировальную доску оригинального рисунка. Это прекрасное и важное применение гальванопластики открыло для изобразительных искусств широкое и новое поле, ибо действительно возникла своеобразная техника искусства, о которой е. и. в. в более позднем письме ко мне выражался следующим образом: «Многочисленные мною поставленные опыты доказали мне быстро, что этим путем можно создать художественные произведения, отличающиеся от гравюр на меди и дереве. Они больше всего приближаются к английской, выполненной тушью манере и вполне с нею сравнимы. При всех этих опытах я считал наиболее пригодным выполнять рисунки на металлической пластинке тушью. Многие такие рисунки я выполнял штриховкой, и тогда оттиск действительно не уступал лучшим деревянным доскам». В дальнейшем е. и. в. пользовался вместо дамаровой смолы обычным английским лаком, который наносился на необработанные металлические пластины с помощью пера. Таким путем возникли имеющиеся здесь быстро набросанные надписи и рисунки, которые показывают, что воспроизводиться могут также и все тонкости. Кроме технического и художественного интереса к гальванографии, внимание е. и. в. привлекло физическое явление, сопровождающее гальванографию и заключающееся в том, что и непроводящие части поверхности постепенно и с совершенной правильностью также покрываются медью. Это явление и то, как оно происходит, не так легко

объяснимо, как могло казаться сначала, так как нельзя было и думать о том, что может иметь место постепенное зарастание непроводящих выступающих частей снизу. Наблюдения, которые е. и. в. сделал во время опытов, привели к следующим объяснительным замечаниям.

«Не было никакой необходимости покрывать непроводящий рисунок проводящим покрытием или металлическим налетом, ибо гальваническое осаждение происходило и без этой арматуры, причем в течение первых 24, 48 или 72 часов гладкая пластина быстро покрывалась осадком, утолщалась, и когда толщина несколько превышала уровень отдельных рельефных частей, то на них также последовательно начинало происходить осаждение. Таким образом, при образовании моих гальванических пластинок можно точно различать три фазы. Сначала одновременное покрытие гладкой пластинки во всех проводящих точках — прерывистое осаждение (*interstitial praecipitation*). Во второй фазе — постепенное зарастание непроводящего рисунка, причем наиболее слабо выступающие рельефные части покрываются сначала, а более высокие рельефы зарастают последними. Только в третьей фазе рост происходит одновременно и равномерно во всех точках, так как гальванический ток вступает везде в металл — одновременное осаждение (*praecipitation simultanée*)».

На самом деле гальванографические пластины представляют собой поразительный и отличный от обычных гальванопластических оттисков вид. У этих последних, если оригинал состоит из металлических или проводящих поверхностей, на обратной стороне видны даже при значительной толщине возвышения и углубления, точно соответствующие оригиналу и представляющие собой контрформы лицевой стороны. В случае гальванографических пластин, которые я имел честь представить секции, на обратной стороне очертания лицевой стороны видны, но в том же порядке и, следовательно, обратно оригинальному рисунку. Возвышения от чернил дают соответственные углубления не только на лицевой стороне, но и на задней стороне гальванопластических копий.

Я сообщаю Академии еще один интересный опыт, поставленный е. и. в. прошлым летом в Царском Селе. Вместо того чтобы использовать в качестве катода блестящую металлическую пластинку, на которой был нанесен рисунок или надпись, е. и. в. связал катод с медным полюсом батареи так, что он заменил собой анод. Этим путем вся остальная пластина была гальванически разъедена, и только зарисованные части сохранились и образовали такой выпуклый рисунок, который, подобно резанному на дереве, мог быть оттиснут на печатном станке. Этим самым дается еще один гальванографический способ, который в даль-

нейшем может быть усовершенствован и может служить для некоторых целей как промежуточный. Вряд ли требуется прибавить, что гальванической силе безразлично, каким образом ей свойственным закономерным способом заявлять о своей деятельности — наброском рисунка или надписью, произведением ли искусства или каллиграфии. Я замечу еще, что е. и. в. прибавил на последней пластине дату — год 1841, но только уже после того, как процесс был в действии в течение двух дней и поверхность приобрела муарообразный вид. Само действие продолжалось после этого в течение еще только нескольких часов.

Поскольку этим путем уже раньше был дан толчок к изучению гальванографии, то умелые рисовальщики и художники разнообразных специальностей не замедлили заняться усовершенствованием по мере возможности этого нового искусства и постарались им овладеть. Мне представляется в связи с этим очень приятным, что я могу представить Академии, проявившей к развитию гальваноластики с самого начала такой живой интерес, гальванографические образцы, которые вполне оправдывают ожидания, возникшие после первых удачных опытов.

Предложенные листы, которыми я обязан любезности королевского посла Дании при здешнем дворе господина графа Ранцау, представляют собой оттиски с медных пластин, приготовленные полковником королевской датской артиллерии господином Гофманом по описанному методу; что касается точности и чистоты рисунка, они вполне удовлетворяют всем требованиям, могущим быть предъявленными к штриховому рисунку, сделанному пером, или к литографии. Чернила, которыми пользовался господин Гофман и от которых очень многое зависит, до сих пор неизвестны, хотя из оттисков видно, что они должны обладать некоторыми специальными качествами; ими не обладают до сих пор выбранные материалы, отвечающие больше манере писать тушью. Господин Гофман прибавляет при этом, что ему удалось последней весной после многих опытов найти вещество, которое прекрасно течет в перо и с помощью которого можно рисовать и писать так же изящно, как и тушью на бумаге. Изобретатель указывает следующие преимущества этого способа по сравнению с обычной гравировкой на меди, а также литографией.

1. То, что на металлической пластинке не надо ни писать, ни рисовать обратного изображения, так что, следовательно, любой рисовальщик может быть использован для этого; ясно, что он превзойдет гравера на меди в той степени, в какой он является более ловким рисовальщиком и каллиграфом, ибо оттиски представляют совершенную картину его работы.

2. Что перенос на медь происходит несравненно скорее и, очевидно, при значительно меньших затратах.

3. Что всякая ошибка рисунка может быть исправлена с большой легкостью без того, чтобы от этого пострадала пластина; это, естественно, оказывает благоприятное влияние на настроение рисовальщика во время его работы.

Судя по объектам, к которым господин Гофман применял свой гальванографический метод, последний представляется особенно пригодным для каллиграфических, топографических и архитектонических работ.

На основании этих замечаний и признания, которое изобретатель этих особых гальванографических чернил получил в своей стране, представляется маловероятным, чтобы при изготовлении предложенных пластин была бы дополнительно использована помощь резца (грабштихеля). Кроме того, можно предположить, что не требуется никакой особой ловкости, кроме как при рисовании, а также не требуется никаких особых приготовлений, которые были бы нужны для применения этого способа. Хотя для произведения высокого искусства резец (грабштихель) не может быть легко заменен, но как раз указанная область применения является наиболее распространенной и требует затраты значительных сил. Наша Академия также живо заинтересована в гальванографии,³ так как в будущем она не должна будет при издании произведений, снабженных подобными картами и рисунками, бояться огромной стоимости медных гравюр. Я хочу только напомнить об изображениях инструментов Пулковской обсерватории, которые с помощью этого метода могут быть воспроизведены, без сомнения, дешевле, чем до сих пор, и так же хорошо. Мне представляется, что востоковеды нашей Академии без того вынуждены сдавать в печать более чистые и правильные рукописи, чем это обычно делаем мы, прочие. Возможно, что в будущем им будет достаточно писать на меди для того, чтобы приобрести гравированные пластины по цене, лишь ненамного превышающей стоимость материала. В ведомстве Министерства народного просвещения, как мне кажется, также выполняются многие работы, которые требуют применения резца и которые могли быть частично заменены методом господина Гофмана. Все эти основания заставляют меня покорнейше предложить:

1. Чтобы другие секции были поставлены в известность об этом предмете.

2. Представить его превосходительству министру народного просвещения и президенту Академии наук настоящие образцы в сопровождении выписок из протоколов.

3. Предпринять необходимые шаги для того, чтобы достигнуть как можно скорее ознакомления с этим новым гальванографическим методом и его использования.

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОСТОЯННЫХ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ¹

Читано в Отделении физико-математических наук 1 апреля 1842 г.

Известно, что постоянные гальванических цепей, а именно электродвижущая сила и сопротивление, могут быть легко выведены из двух наблюдений силы тока. Тем не менее нам до сих пор недостает инструмента, который соответствовал бы всем требованиям, возникающим при подобных измерениях. Тангенс-буссоль Нервандера, часто применявшаяся мною и Ленцем, конструкция которой до сих пор не была описана,² заслуживала бы предпочтения перед всеми, если бы она до сих пор не страдала некоторыми недостатками. Надо надеяться, что эти недостатки будут устранены, если, следуя своему обещанию, господин Нервандер даст теорию своего инструмента, а также установит правила, следуя которым соотношения частей могли бы быть установлены так, чтобы, не теряя слишком много на чувствительности, сохранить закон тангенса также и при отклонениях, больших чем на $30-40^\circ$. Отягчающим обстоятельством является, впрочем, то, что слишком многое зависит от распределения магнетизма в стрелке, влияние которого по природе вещей трудно будет исключить.

Синус-буссоль меньше подвержена этой неопределенности закона и может быть использована и для сильных токов, если мультипликатор устроен соответственным образом; однако измерения с синус-буссолью очень скучны, так как за иглой всегда нужно следить с помощью мультипликатора, в силу чего измерения требуют большего времени, чем измерения с тангенс-буссолью. Для некоторых работ я считаю ее даже неприменимой; например, если речь идет о том, чтобы измерять ток во время хода

электромагнитной машины. Весы Беккереля³ могут служить только в определенных случаях, и в конце концов было бы действительно выгодно определить значения градусов хорошо сконструированной буссоли эмпирическим путем с помощью одновременных электролитических разложений, если бы только исходная работа, когда она сопровождается соответствующими большей точности предосторожностями, не была бы в такой мере трудна.

При этих обстоятельствах было бы выгодно иметь возможность определить постоянные независимо от определений силы тока, с помощью любой буссоли, законы которой даже неизвестны. В двух недавно опубликованных статьях г. Поггендорф⁴ и предложил два метода для определения простым путем некоторых соотношений между постоянными гальванических пар. Эти методы были бы очень плодотворны, если бы они не покоились на неправильном принципе, в чем сейчас же убедился и сам автор. А именно ни в коем случае недостаточно предпринимать алгебраические преобразования с физико-математической формулой и давать результатам наиболее удобное толкование, если формула не в такой степени всеобъемлюща, что она несет в себе поправку для всех случаев и для всех переменных элементов. Если мы обозначим электродвижущие силы гальванических пар через A и A' , то по природе вещей выражение $A - A'$ вообще не имеет реального смысла, так как вместе с количественным различием, относительным противопоставлением, которое должно таким образом обозначиться, одновременно выступает качественное различие, или абсолютное противопоставление. А именно $+A'$ обозначает электродвижущую силу обычной цепи, на положительном полюсе которой выделяется кислород, а на отрицательном водород. Цепь, обозначенная $-A'$, по этой причине имеет совершенно другое значение, чем предыдущая, так как ее электролитические соотношения уже не нормальны, а прямо противоположны. Водород выделяется на цинке, а медь окисляется. Хотя такое специфическое поведение возникает, как известно, и в случае простых цепей и, как кажется, подготавливается с помощью постепенно развивающегося количественно обратного хода, тем не менее Фехнер⁵ доказал, что изменения электродвижущей силы, которые мы в настоящее время называем поляризацией или приписываем последней, проявляются скачкообразно; и хотя экспериментальные доказательства, приведенные последним, не могут быть названы ни исчерпывающими, ни удовлетворительными, тем не менее имеется большая вероятность, что это именно так. Действительно, все качественные изменения физической и химической природы мы привыкли видеть происходящими именно таким образом. В самом начале моих здешних работ мною были поставлены опыты для доказательства правиль-

ности точки зрения о преимуществе цепи платина—цинк перед цепью медь—цинк в обычной разведенной серной кислоте путем соединения обеих цепей в противоположных направлениях. Но колебания силы тока и даже изменение направления тока, которые при этом происходили, не дали мне возможности достигнуть каких-либо результатов. Я не опубликовал также этих опытов, так как метод выявил себя как ошибочный и истолкование того, почему он был ошибочным, представлялось понятным.

В докладе, который я представил Академии в заседании 3 сентября прошлого года,⁶ я предложил метод для того, чтобы с помощью обыкновенной буссоли, для которой неизвестен закон зависимости отклонения иглы от силы тока, определять отношения электродвижущих сил различных гальванических пар, применяя мой регулятор сопротивлений. На прошлом заседании нашего отделения мною были представлены новое описание и рисунок этого инструмента,⁷ названного вольтагометром, конструкция которого была значительно усовершенствована Ленцем и Нервандером. Примененный ранее и упомянутый метод служил для определения электродвижущих сил, но не для определения сопротивлений. Эта величина (и ее изменение) не менее важна и существенна, чем другая, хотя она и находится больше в нашей власти. Мой способ, так же как способ Ома, требует прежде всего точных и раз навсегда установленных определений постоянных сопротивлений проводников, находящихся в цепи Вольта, например мультипликатора, подводящих ток проволок и т. д.; кроме того, определения одной или нескольких вспомогательных проволок. Все это, само собою понятно, выражается в витках вольтагометра. Если A — электродвижущая сила, λ — сопротивление пары пластин, а e обозначает суммы сопротивлений мультипликатора, подводящих ток проволок и числа витков агометра, которые следует прибавить для сохранения определенного угла отклонения иглы; далее, если обозначить через L вспомогательную проволоку, которая непосредственно замыкает цепь в качестве шунта, то часть тока, идущая через мультипликатор, составляет

$$\frac{AL}{\lambda(e + L) + eL} = \varphi(\alpha). \quad (I)$$

Если снять параллельное включение и с помощью вращения агометра, который также находится в цепи, ввести еще такое сопротивление, чтобы игла показала то же самое отклонение, то получим

$$\frac{A}{\lambda + e + x} = \varphi(\alpha), \quad (II)$$

откуда

$$\lambda = \frac{xL}{e}. \quad (\text{III})$$

Если в случае другой цепи мы придадим тем же буквам то же значение, то получим

$$\lambda' = \frac{x'L}{e'} \quad (\text{IV})$$

и далее

$$A : A' = \lambda + e + x : \lambda' + e' + x', \quad (\text{V})$$

что и дает отношение электродвижущих сил. Следует помнить, что x и x' представляют собой не отсчитанные, а прибавленные витки агометра. Если с помощью вращения агометра получить такое отклонение, чтобы игла находилась как раз против деления, то можно достигнуть гораздо большей точности наблюдения; в случае 5—6-дюймовых кругов можно поручиться за точность до одной минуты, если острие указателя на игле достаточно тонко. Измерения, производимые подобным образом, требуют мало времени, в особенности если помощник вращает агометр и делает отсчеты.

Для предварительного испытания этого метода я взял платино-цинковую цепь Грове и медно-цинковую цепь Даниеля, после чего соединил их последовательно и сравнил между собою. Отклонение составляло около 20° , серная кислота, взятая для заряжения, была удельного веса 1.17, сопротивление шунта было равно 2.367, а сопротивление мультипликатора и проволок, подводящих ток до нуля агометра, равно 10.840.

Из вычисления получилось бы

$$\lambda + \lambda' = \lambda'' = 1.719,$$

из наблюдения, однако, $\lambda'' = 1.515$;

$$A + A' = A'' = 56.423,$$

из наблюдения, однако, $A'' = 55.389$.

Возможно, что эти уже сами по себе незначительные различия допускают дальнейшее уменьшение, принимая во внимание поправки на витки, указанные в моем предыдущем докладе; однако и здесь выявляется то, что мною было отмечено в большом числе случаев, а именно, что в одних и тех же цепях возрастание или убывание одной из величин выше известного предела связано с возрастанием или убыванием другой величины. Эти со-

Медно-цинковая цепь Даниеля

№ опыта	e	x	$\lambda = \frac{Lx}{e}$	$\lambda + e + x$
I	13.768	6.251	1.075	21.044
II	13.731	6.244	1.076	21.051
III	13.722	6.228	1.074	21.024
VI	13.687	6.233	1.078	20.988
Среднее из 4 наблюдений			1.076	21.042

Платино-цинковая цепь Грове

№ опыта	e'	x'	$\lambda' = \frac{Lx'}{e'}$	$\lambda' + e' + x'$
I	27.205	7.425	0.646	35.277
II	27.187	7.392	0.644	35.223
III	27.162	7.370	0.642	35.174
IV	27.148	7.340	0.640	35.138
Среднее из 4 наблюдений			0.643	35.201

Платина—цинк медь—цинк

№ опыта	e''	x''	$\lambda'' = \frac{Lx}{e''}$	$\lambda'' + e'' + x''$
I	32.716	21.303	1.541	55.560
II	32.928	20.988	1.509	55.417
III	32.921	20.869	1.505	55.295
IV	32.867	20.824	1.505	55.196
Среднее из 4 наблюдений			1.515	55.329

отношения нарушаются лишь очень редко и только на более поздних стадиях работы цепей.

В докладе «Сравнительное измерение действия гальванических пар», который был мною сделан в заседании от 31 января 1840 г.,⁸ я показал, каким единственным способом могут быть извлечены практические следствия из определения постоянных цепи. Несмотря на важность этого предмета, мне представлялось достаточным дать на него только указание. Однако у меня есть

повод для того, чтобы прибавить еще несколько слов. В совместно нами составленном труде, доложенном 6 июня 1838 г., г-н Ленц и я исследовали различные обстоятельства, которые возникают при электромагнитизации мягкого железа, и вывели формулу для такой схемы, которая соответствует максимуму действия.⁹ Условие это выполняется, если сопротивление батареи равно сопротивлению обмотки из замыкающей проволоки, что было снова высказано позднее господином В. Вебером.¹⁰ Понятно, что в данном случае вопрос шел не только об алгебраической обработке формулы Ома. Как видно из нашего сообщения, должны были быть выполнены многие другие определения, давшие очень простые результаты, впоследствии воспринятые так, как если бы они были сами по себе понятны. Максимумы электромагнитных эффектов могут быть, следовательно, выражены с помощью вышеописанного простого выражения; однако если бы мы хотели таким же образом вычислить максимумы электролитических эффектов, полученных в вольтамetre (Pogg. Ann. Phys., 1842, янв., стр. 47),¹¹ и составить цепь в соответствии с этим, то полученный результат был бы физически ошибочным, хотя в алгебраическом расчете и не было погрешностей. В работе «О химическом и магнитном гальванометре» мною было показано (Bull. scient. St. Pbg. от 19 апреля 1839 г.), что вольтаметр не может быть сравнен с проволокою постоянного сопротивления ввиду того, что эквивалентность между твердыми и жидкими проводниками не абсолютна, а зависит от силы тока. Дальнейшие опыты, приведенные в той же работе, полностью подтверждали эти выводы. Так как я много занимался в то время разложением воды, для меня было бы очень желательно знать определенный закон целесообразного расположения батарей и вольтаметров. Однако поляризация электродов позволила достигнуть в этом направлении только некоторых эмпирических результатов.

Если хотят сравнить между собой действие гальванических пар, то это можно сделать только так: необходимо представить себе их заданные общие поверхности s , s' разрезанными на z , z' пар пластинок так, чтобы их сопротивление было равно другому, находящемуся в цепи и обуславливающему эффект сопротивлению L , иначе говоря, чтобы

$$\frac{z^2 \lambda}{s} = \frac{z'^2}{s'} \lambda' = L.$$

В этом случае мы имеем для максимальных значений силы тока C_m и C_m' :

$$C_m = \frac{A \sqrt{s}}{2 \sqrt{\lambda L}} \quad \text{и} \quad C_m' = \frac{A' \sqrt{s'}}{2 \sqrt{\lambda' L}}$$

или

$$C_m = \frac{Az}{2L} \quad \text{и} \quad C'_m = \frac{A'z'}{2L},$$

откуда можно найти полные величины поверхностей, требующиеся для получения одинаковых эффектов, а также число элементов, на которые поверхность должна быть разрезана для того, чтобы соответствовать максимуму эффекта.

Отношение числа пар пластин, таким образом, всегда обратно отношению электродвижущих сил, и из этого далее следует, что потребление цинка во всей цепи (и в общем случае электролитические действия) относится, как число пластин или, что то же, обратно электродвижущим силам. Следовательно, как это уже мною указано для электромагнитных машин и для других объектов, в экономическом отношении всегда теоретически более выгодно выбирать гальванические сочетания, в которых возбудители, возможно, сильно отличаются по своему положению в ряду напряжений.

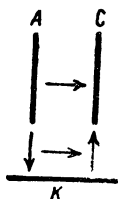
ДОПОЛНЕНИЕ

Уже будучи занятым корректурой вышеприведенной статьи, я получил благодаря доброте г-на Поггендорфа статью, находящуюся в 15-м томе его «Анналов»: «Об улучшенном устройстве вольтметра...». ¹² На стр. 290 этой статьи я нашел указание на то, что г-н Форсельман де Геер ¹³ и я уже ранее будто бы дали формулу, согласно которой ток батареи Вольта с постоянной поверхностью пластин выявляет максимум своего химического действия тогда, когда сопротивление в ячейке разложения равно остальному сопротивлению батареи. В отношении г-на Форсельмана де Геера я оставляю вопрос открытым, что же касается меня, то я этой формулировки не только никогда не высказывал, но, кроме того, как это следует из вышеизложенного, еще показал, что ее и нельзя высказать. ¹⁴

Названный доклад г-на Поггендорфа в связи с предложением окружить электроды, служащие для выделения разделенных газов проволочными сетками, заставляет меня вспомнить о некоторых ранее проведенных опытах, о которых я хочу рассказать, хотя они и стоят лишь в отдаленной связи с данным вопросом.

Во время моих первых гальванопластических опытов я часто пользовался медными коробочками с продырявленным дном и стенками для того, чтобы подвесить в жидкости некоторый запас кристаллов CuS . ¹⁵ Эти коробочки, которые нигде не были включены в цепь, оказывались обычно через некоторое время разъеденными и растворенными, местами же были покрыты вос-

становившейся медью. Я не мог сразу объяснить указанного явления и предал его забвению. Когда я начал продолжать свои опыты в большом масштабе, мною были заказаны большие сосуды из меди или свинцовых пластин для того, чтобы производить в них восстановление. Здесь также систематически через несколько дней дно и боковые стенки разъедались, местами же покрывались восстановленной медью, причем граница была резко выражена. Были приняты необходимые предосторожности для того, чтобы раствор CuS держать строго нейтральным, а также для избежания соприкосновения электродов с ящиком. Однако более подробное исследование показало, что окисленные места находились всегда вблизи катода, а восстановленные — вблизи анода, и тем самым было дано объяснение этого явления. Из приведенной схемы, где А и С — электроды, а К обозначает нейтральную медную пластинку, видно, что часть тока улавливается этой последней и проводится дальше. Там, куда попадает направление тока, следовательно, острие стрелки, происходит восстановление; там же, где ток выходит из пластины, имеет место окисление.



Таким образом, присутствие металлов или других проводников в электролизируемых жидкостях ни в каком случае не безразлично. С этим явлением можно связать некоторые интересные наблюдения. Например, медная пластинка, которая помещена в раствор медного купороса между электродами, представляет собой в известном смысле органический индивидум, так как она подвержена непрерывному изменению вещества и тем не менее остается всегда той же самой. Вряд ли можно указать на сходный пример в неорганической природе.

Я хочу рассказать еще об одном случае, который, возможно, также относится к изложенному и о котором я с удовольствием вспоминаю, ибо он дал мне повод ввести графит в гальванопластику для замены с его помощью металлических поверхностей. Я заставил построить мощную батарею Даниеля из более чем 400 пластин. Для экономии места я пользовался, что мне не кажется теперь целесообразным, очень узкими четырехугольными медными коробками, в которых находились еще более узкие ячейки, склеенные из двух пористых глиняных пластин. При экспериментировании с этой батареей выяснилось, что ее действие было очень неодинаковым, и более подробное исследование показало, что многие из этих глиняных пластин были обожжены слишком сильно и из-за этого ток встречал слишком значительное сопротивление. По этой причине пришлось испытывать каждую коробку в отдельности, и я поручил моему помощнику от-

метить пригодные глиняные коробки буквой G, а негодные — буквой S с помощью карандаша. Таким путем я собрал действительно очень хорошую, исключительную батарею, с которой я был в состоянии работать. Через некоторое время выяснилось, что у некоторых из этих глиняных коробок G было совершенно покрыто медью, что было действительно счастливой случайностью, так как привело меня к упомянутому практически важному результату, относящемуся к графиту.

Поскольку эти и похожие явления объяснили мне значение промежуточных пластин, а также другие происходящие при электролитическом разложении обстоятельства, то я должен склониться к тому, чтобы рассматривать предложенные сетки так же, как и частичные промежуточные пластины, которые, оставая в стороне ослабление тока, через них пропускаемого, имеют еще и другие недостатки. А именно на стенках этих сеток против катода должен выделяться кислород, смотря по обстоятельствам, в больших или меньших количествах. От этого происходит загрязнение газов и измерения делаются неточными. Если употреблять для таких сеток окисляющиеся металлы, то они бы очень скоро разрушились. От нас недолго будет скрыто, в какой мере опыты Поггендорфа являются подтверждением или опровержением этой точки зрения. Если такие сетки являются для точности измерений по меньшей мере опасными, то я думаю, что они дали бы больше, если бы были сделаны из тонкой платиновой проволоки и ими пользовались как электродами. Вероятно, поляризация наступила бы у них в гораздо меньшей степени, чем у цельной пластины, о чем можно заключить по аналогии с батареями, сделанными из сетки. Эти последние были введены в последнее время в Англии, если я не ошибаюсь, по предложению Грове, и обнаруживают, в чем мне пришлось самому убедиться, поистине удивительное постоянство.

ДОКЛАД О РАЗВИТИИ ГАЛЬВАНОПЛАСТИКИ ¹

*Доложено в Отделении физико-математических наук Академии наук
23 сентября 1842 г.*

На заседании 5 октября 1838 г. г-н непременный секретарь любезно предложил Академии мою первую, полностью удавшуюся гальванопластическую работу ² и гравированную медную пластинку, еще и теперь находящуюся в собственности господина министра народного просвещения. Хотя значение, которое могло бы иметь для определенных целей применение гальванических сил, и не умалялось, но все же никто не представлял себе такого быстрого развития, какое оно получило, — развития, все более переходящего тесные границы, и сейчас уже ищущего своего удовлетворения в наиболее высоких задачах скульптурной пластики. Со времени моего вступления в Академию я имел честь представлять ей время от времени доказательства этого развития, частично исходившие от лиц, проявивших по отношению к этому предмету необычайное для любителей серьезное отношение, частично же от тех, кто уже сделал гальванопластику предметом производства.

Сегодня, спустя почти четыре года, я считаю себя счастливым, что могу выполнить поручение е. и. в. герцога Лейхтенбергского и представить Академии несколько предметов, отличающихся от всего, что, по моим сведениям, делается в области гальванопластики как здесь, так и в других странах, с одной стороны — чистотой отделки, с другой — сложностью формы или значительными размерами. Эти предметы вышли из лаборатории, которую е. и. в. основал для себя и где он исследует с характерной настойчивостью и научным пониманием особые условия, определяющие столь различное агрегатное состояние метал-

лов, выделяемых гальваническим способом, и где собственные опыты позволяют ему быть в курсе того, что происходит в этой отрасли в других странах, или же где он подвергал строгому испытанию те или другие предложенные методы или способы применения гальванопластики. Если разрешение задачи, поставленной е. и. в., требовало лишь простого материала, надо еще выше оценить удачное сочетание не только технической, но и эстетической точки зрения, что дало возможность таким путем решительно продвинуть оба важных направления гальванопластики.

Предметы, представляемые мною Академии от имени е. и. в., перечислены ниже.

1. Стол, украшенный исключительно богатым скульптурным орнаментом на античные мотивы; его столешница образует круглый щит, в середине которого находится голова медузы. Диаметр верха 2 фута 6 дюймов, высота 2 фута 10 дюймов. Он покоится на трех ножках, образованных крылатыми сфинксами, и имеет ствол, украшенный арабесками. Он сделан весь из гальванической меди, без других заполнений, и вес его составляет два пуда.

2. Статуэтка мальчика, несущего раковину, высотой в 11.5 дюйма, подвергшаяся последующей бронзировке, сделанная по помпеянской модели.

3. Два гальванически скопированных экземпляра знаменитой статуэтки Марочетти, изображающей Наполеона на лошади, высотой в 19 дюймов, на основании в 11 дюймов длиной и 6 дюймов шириной. Одна из этих статуэток хорошо бронзирована, другая совсем не тронута и оставлена такой, как она получилась при гальванопластической операции.

4. Несколько предметов меньших размеров, среди которых императорский двуглавый орел и позолоченный бюст покойного отца е. и. в.

Оба метода создания гальванического тока для гальванопластики в соответствии с тем, как я их разъяснял в моей работе, получают уже техническое выражение, понятное для работников гальванопластики, так что каждый знает, что это значит: работать с гальваническим элементом или с анодом. До сих пор еще не установлено определенное преимущество того или другого метода, оправдывающее исключительное применение одного из них. Следует целиком руководствоваться обстоятельствами, удобством и различными особенностями формы; так, оба первых из числа представленных предметов были выполнены частично одним, частично другим способом.

Гораздо более существенное различие в осуществлении гальванопластических предметов состоит в следующем. Вскоре после

открытия гальванопластики предметы из гипса или другого материала, сделанные непроницаемыми для воды путем погружения в воск или стеарин, соответственно подготовленные сильным натиранием графитом, а также предметы, отлитые из свинца или других подходящих сплавов, начали покрывать тонким или толстым слоем меди, чтобы придать им вид настоящей бронзы. Эти покрытия, особенно в тех случаях, когда требовалось придать им большую толщину, оказывались кристаллическими и шероховатыми, главным образом на выступающих частях образовывались более или менее заметные бородавчатые прорастания меди. Чтобы придать им должный вид, эти предметы приходилось дополнительно обрабатывать или целиком цизилировать³, что приводило к значительным расходам и обычно вызывало искажения, так что такое медное покрытие вообще должно было в большей или меньшей степени нарушать художественную форму. Я рассматривал вначале этот способ как нечто умаляющее истинную ценность гальванопластики, которую я видел в строгом и абсолютном воспроизведении оригинала. Однако с тех пор благодаря упорным трудам он достиг неожиданного совершенства и уже приобрел известную техническую значимость. Если проводить опыт с должной чистотой и аккуратностью, применять анод в соответствии с формой предмета и, наконец, регулировать ток так, чтобы он никогда не превышал определенную величину и процесс не ускорялся бы чрезмерно, то медь отлагается совершенно гладко и с величайшей равномерностью. Можно добиться значительной толщины без того, чтобы это привело к искажению формы, заметному хотя бы для самого острого глаза, или к закрытию тончайших очертаний и резьбы. Я, признаюсь, был весьма удивлен этим явлением, которое вряд ли можно было заранее предсказать. Обе статуэтки Наполеона, стоящие перед вами, изготовлены таким способом и притом, как это имело бы место и при бронзовом литье, из отдельных свинченых частей. Полый стержень состоит из сплава свинца, олова и сурьмы, на котором лучше всего отлагается медь. Как уже сказано, одна статуэтка оставлена точно в том виде, в каком она вынута из жидкости, чтобы можно было убедиться, что нигде не применили доработки. Орел и маленький бюст также были только покрыты, но позднее сплав был выплавлен, чтобы показать, что покрытие обладает значительной толщиной, позволяющей обойтись без стержня. В случае многих архитектурных конструкций, плафонов и т. д., легкость в сочетании с прочностью орнамента является весьма важным условием; оно, как видите, может быть легко удовлетворено указанным способом. Хотя этот способ дал такую прекрасную продукцию и даже приобрел коммерческое значение в связи с распространением в магазинах подобных предметов

как товара, тем не менее он уступает связанному с трудностями, но более оправданному искусством способу, позволяющему точно воспроизводить форму предмета. При применении последнего предметы восстанавливаются в соответствующих полых формах, из которых они при целесообразной обработке выходят в таком виде, что приходится дополнительно обрабатывать только слабые швы. При этом можно наращивать предмет до любой толщины, отвечающей требованиям прочности и долговечности, или, если это находят целесообразным, заполнять образовавшиеся в формах пустоты каким-нибудь другим материалом.

Таким путем получают предмет из прочной меди, могущий быть поставленным наравне с настоящей бронзой и обладающий преимуществами, к которым так стремятся и которым так завидуют литейщики, заключающимися в большой экономии металла и в возможности полностью обходиться без работы цизилировщика. Этим способом частично в гипсе, частично в металлических формах был изготовлен в лаборатории е. и. в. стоящий перед вами стол со всеми его мельчайшими деталями. Е. и. в. оставил ему его природный цвет и тот вид, в каком он вышел из формы, чтобы убедить вас и позволить проверить, что нигде не требовалась последующая помощь резца цизилировщика. Если бы захотели отлить это произведение искусства из бронзы, то резец цизилировщика должен был бы произвести утомительную, почти невыполнимую работу. Мальчик с раковиной был изготовлен точно таким путем, а именно в свинцовой форме, и составлен аккуратно из двух половин. Для покрытия мест спайки весь предмет был позднее опущен еще раз в раствор медного купороса и подвергнут на совсем короткое время гальваническому процессу. Многие случайные обстоятельства не позволили мне последовать милостивому предложению е. и. в. просмотреть самый процесс, работу, конструкцию форм, которые употреблялись для стола, расположение аппаратов и т. д., но я знаю, что эта работа была очень трудной, длительной, требующей в равной степени остроумия и терпения и в то же время исключительно поучительной и образцовой, так как можно предполагать, что не все сразу удавалось и что в ходе работы многие улучшения были достигнуты только после неудач.

Е. и. в. поручил мне почтительно упомянуть в докладе Академии о том, что в этой длительной борьбе он получил усердную помощь со стороны Фридриха Хуртера, швейцарца по рождению, который поселился здесь несколько лет тому назад. Мне тем приятнее исполнить эту обязанность, поскольку, как я неоднократно имел случай убедиться, Хуртер при полнейшем знании всех условий гальванопластических операций обладает одновременно выдающейся ручной сноровкой, позволяющей ему дости-

гать в этой области совершенно исключительных результатов. В качестве доказательства я привожу статуэтку, изготовленную по первому из упомянутых выше способов, которая по чистоте выполнения не оставляет желать ничего лучшего. Я хочу еще упомянуть, что Хуртер умеет с не менее замечательной красотой производить художественную бронзу, которую раньше так великолепно изготавливали только в Париже, придавая гальванопластическим предметам красивую, желаемую и подходящую окраску.

Если возможность представить Академии эту прекрасную продукцию, а также уверенность в том, что гальванопластика процветает под защитой члена нашего великого императорского дома, доставляет большое удовлетворение, то с неменьшим удовлетворением нами должен рассматриваться институт, о котором уже упоминали публичные издания и о котором я, пользуясь случаем, сообщаю сейчас Академии. Едва ли существует другая научная корпорация, кроме нашей Академии, которая имела бы больше оснований заметить, что господин министр финансов граф Канкрин не упускает ни одного случая способствовать развитию наук энергичным содействием и поддержкой, независимо от того, носит ли это развитие чисто научный характер или стоит в более близкой либо отдаленной связи с практической жизнью или с удовлетворением запросов промышленности. В соответствии с этим его сиятельство с самого начала проявлял заботу о гальванопластике и, восприняв идею английского государственного деятеля,⁴ согласно которому знание составляет мощь народа, приказал, чтобы при распространении полезных знаний в ремесленном сословии заняла надлежащее место также и эта новая техника. Помещение находящейся совсем близко от нас публичной Художественной школы,⁵ которая с большой пользой для состояния ремесел находится уже в течение нескольких лет под управлением действительного статского советника Рейссига, было выбрано для того, чтобы связать это учреждение с гальванопластическим отделением. Преподавание проводится чисто практическим путем; весьма целесообразно установлены самого различного рода аппараты для изучения метода на всех его этапах, созданы все удобства для работы и установки, требуемые этой техникой, наконец дана возможность копировать прекраснейшие модели и воспроизводить их в меди. Каждый участвует в деле своими руками и только после того, как достигнут соответствующий навык в подготовительных работах, переходит к дальнейшим операциям. Действительно, здесь с большой тщательностью соединено все, что соответствует потребностям, которые господин директор учреждения узнал благодаря своему многолетнему опыту в этой области.

Господин Фердинанд Вернер, чья прекрасная гальванопластическая продукция уже ранее обеспечила ему успех в Академии,⁶ добровольно принял на себя руководство преподаванием, имея в виду общественно полезные цели заведения, и поддерживается в этом господином Газенбергом, которому Академия ранее уже имела случай присудить поощрительную премию.⁷ Господин директор заведения позволил мне пригласить моих коллег, интересующихся этим предметом, и я сделаю это охотно, так как энергичная и осмысленная деятельность, господствующая там, действительно поражает и радует.

ДОКЛАД О ГАЛЬВАНИЧЕСКОМ ЗОЛОЧЕНИИ¹

*Доложено в Отделении физико-математических наук Академии наук
23 сентября 1842 г.*

Академия, наверно, помнит, что мы, мой коллега г-н Ленц и я, представили на заседании 12 августа² от имени г-на Бриана, здешнего зубного врача, значительное число предметов, частью крупных, позолоченных гальваническим путем. Мы все восхищались равномерностью и красотой этого золочения, так же как теплотой окраски и тона, и никто не постеснялся сравнить это гальваническое золочение с самыми красивыми бронзовыми предметами, которые могли бы быть получены с помощью принятого до сих пор огневого ртутного золочения.

Если оставить в стороне опыты г-на де ла Рива,³ как не имевшие правильных научных основ, а также практического успеха, то оказывается, что искусство нанесения тонких металлических покрытий из других металлов, кроме меди, гальваническим путем существует всего короткое время. И тем не менее это значительное и интересное применение гальванопластики, которым мы обязаны г-ну Элькингтону,⁴ уже заняло большое место в прикладных ремеслах и искусствах.

Заслуга Элькингтона заключается главным образом в применении цианистых соединений и других двойных солей, которые не разлагаются химическим путем более положительными металлами.⁵ Эти соединения хотя и не были неизвестны химикам, но оставались все же без значительного технического применения. В учебниках химии обычно приводится как характерный признак то, что отрицательные металлы осаждаются из всех их растворов более положительными металлами, так что эти последние могут в известной мере рассматриваться как реактивы

на отрицательные металлы. Поэтому многие цианистые соединения и другие двойные соли должны в будущем рассматриваться как исключения из общего правила.

Согласно основному принципу гальванопластики металл, служащий катодом, не должен вступать во взаимодействие с раствором восстанавливаемого металла химическим путем, и разложение может иметь место только под влиянием гальванического тока путем электролиза. Поэтому представляются два пути, по которым должно пойти исследование для того, чтобы достигнуть цели. Первый путь заключается в том, что более положительные металлы пробуют перевести в состояние более отрицательное, чем состояние, им вообще свойственное. Примером может служить пассивное железо, которое не может разлагать ни нитрата меди, ни нитрата серебра. Сам я во время моих электрометаллургических исследований пользовался железом вместо платины для электролитического разложения нитрата серебра. Серебро восстанавливалось на поверхности железа в прекраснейшем кристаллическом состоянии. Не менее удачно было покрытие стали, предварительно пассивированной по методу профессора Шенбейна,⁶ медью, образовавшей слой значительной толщины и совершенного сцепления. Другой путь заключается в том, чтобы попытаться приготовить растворы металлов, стойкие относительно более положительных металлов, в известной мере в противоречие существующим воззрениям. Этот путь был избран г-ном Элькингтоном, который достиг прекрасных результатов. Способ г-на де ла Рива должен рассматриваться в известной мере как смешанный на том основании, что медь и серебро покрываются более или менее прочным слоем золота независимо от гальванического действия, совершенно так, как при более старом способе золочения мокрым путем Элькингтона, перед которым способ де ла Рива не имеет никаких преимуществ.

Так как наблюдение за развитием гальванопластики в различных направлениях является в известной мере моим призванием, то я не постеснялся воспроизвести ряд способов золочения, приведенных в известном сообщении г-на Дюма.⁷ Ввиду того что результаты не дали ничего существенно нового, я только вскользь дал об этом отчет Академии. Однако предметы, которые я сам позолотил или которые мне были показаны другими любителями, занимавшимися золочением, а также образцы, привезенные из Парижа и показанные представителем г-на Рульца⁸ для распространения его метода, показались мне значительно уступающими тем, которые были мною представлены Академии от имени г-на Бриана. В ответ на мой вопрос, является ли его способ оригинальным и в чем заключается его сущность, г-н Бриан с величайшей готовностью дал мне

не только описание своего способа, но для устранения некоторых сомнений, выраженных мною, провел в моем присутствии ряд опытов.

Способ г-на Бриана заключается в том, что он: 1) растворяет не сухое хлористое золото, а окись золота в железисто-синеродистом калии и прибавляет потом к этому последнему еще щелочь и 2) использует для разложения не многопластинчатую батарею, а только простую пару Даниеля, т. е. только очень слабый ток. Интересующимся этим предметом будет очень приятно узнать точные подробности указанных г-ном Брианом правил, для того чтобы с них самих был снят труд, связанный с многократными пробами в различных направлениях для получения правильных соотношений.

1. 8 золотников золота растворяются обычным способом в царской водке и переводятся с помощью упарки кислоты в сухое хлористое золото, по возможности свободное от кислоты. Его растворяют в 10 фунтах горячей воды и прибавляют к нему $\frac{1}{2}$ фунта тщательно просеянной магнезии, такой, как она встречается в продаже; если всю эту смесь слабо нагревать в течение некоторого времени, то окись золота осаждается в соединении с магнезией.

2. Осадок, получающийся таким образом, фильтруется или, смотря по обстоятельствам, декантируется и хорошо промывается водой. Потом это соединение настаивается некоторое время с разведенной азотной кислотой ($\frac{3}{4}$ фунта азотной кислоты и 10 фунтов воды) для извлечения магнезии. В осадке содержится чистый гидрат окиси золота, который переносится на фильтр и промывается до тех пор, пока не прекращается покраснение лакмусовой бумажки.

3. Раствор готовится из 1 фунта железисто-синеродистого калия (желтая кровяная соль), 24 золотников едкого кали и 10 фунтов воды; к этому раствору прибавляют полученную окись золота вместе с фильтром и кипятят примерно в течение 20 минут. При этом окись золота растворяется и часть окиси железа выпадает на дно; жидкость светло-золотистого цвета охлаждается и фильтруется, чтобы перевести на фильтр окись железа, содержащую очень мало золота, после чего жидкость готова к употреблению.

4. Промывные воды, полученные при приготовлении окиси золота, содержат еще немного растворенного золота, которое осаждается обычным путем с помощью железного купороса.

5. Предназначенные для золочения предметы должны быть тщательно очищены и соединены с цинком обычной пары пластин. С медным полюсом соединяется платиновая жезь, которая подвешена в жидкости и служит анодом.

Г-н Бриан работает как с подогревом, так и при обыкновенной температуре. В первом случае операция происходит быстрее, но с меньшей уверенностью в успехе. При массовом производстве более медленная операция имеет преимущества, поскольку предмет во время работы не требует внимания и дает возможность заниматься другими предметами. Количество осажденного золота можно предварительно считать пропорциональным времени операции. Слабый золотой налет, уже придающий предметам вид золотых, получается довольно скоро. Для получения прочного гальванического золочения, похожего на огневое, требуются, однако, многие часы. Если жидкость истощилась, то в ней надо опять растворить свежую окись золота. Оказывается, что часть окиси железа снова осаждается, так что жидкость, бывшая в употреблении, по мнению г-на Бриана, делается все лучше.

Предметы, золоченные гальваническим золочением по методу г-на Бриана, не требуют дальнейшей обработки. Однако их можно чистить обычным путем, с помощью щетки, мыла и горячей воды, после чего блеск и цвет не оставляют желать ничего лучшего.

Хорошее гальваническое золочение полностью переносит полировку сталью и операции, применяемые для создания матовой поверхности или для получения цвета раковистого золота (*muschel gold*), бархатистого золота или другой красноватой окраски в случае огневого золочения. Придание столь излюбленной матовости бронзовым предметам относится, как известно, к труднейшим задачам этого производства. Несмотря на то, что методы и манипуляции всего производства вполне известны, тем не менее до сих пор только парижские рабочие могли осуществить его наиболее красивым образом. Почти на всех крупных фабриках как у нас, так и за границей бронзировкой заняты только французские мастера. Кроме этих трудностей, имеет место еще значительная потеря золота, так как получение матовой поверхности связано с некоторым травлением, происходящим вследствие слабого выделения хлора, возникающего при взаимодействии различных солей. Однако по методу г-на Бриана можно создать чисто гальваническим путем такую матировку, которая не уступает лучшей парижской и для которой, так же как и при огневом золочении, не требуется никаких последующих операций. А именно эта матировка возникает сама по себе, как только слой восстановленного золота достигает требуемой толщины, и особенно красива, если восстановление происходит без помощи нагревания при комнатной температуре. Кроме того, г-на Бриан пользуется некоторым искусственным приемом в конце операции, заключающимся в том, что он разбавляет

раствор золота более или менее сильно водой, вследствие чего матовая окраска или переходит в красноватую или приобретает большую белизну и нежность. Это последнее обстоятельство во всяком случае поразительно и может иметь разнообразные объяснения, так как не исключена возможность, что тот же самый результат может быть достигнут вместо разбавления жидкости ослаблением силы тока к концу операции. Предмет нашего изучения настолько нов, что точка зрения на все происходящее здесь еще не может быть установлена. По этому поводу следует еще сказать: если подлежащие золочению предметы полированы и блестящи, то и гальваническое покрытие получается блестящим, и для получения матовой поверхности требуется большее время и большая толщина покрытия. Поэтому для создания матовой поверхности, а также для экономии золота было бы большим облегчением, если бы на образцах, предназначенных для золочения, матовая поверхность была бы уже заранее создана с помощью обжига или протравы, как это принято при огневом золочении. То же самое может быть, вероятно, достигнуто, если предметы, предназначенные для золочения, покрыть предварительно гальваническим путем тонким слоем меди, которая, как известно, дает при тщательной обработке исключительно красивое матовое зерно. В обоих случаях совершенно необходимо очень тщательно удалить всю поглощенную кислоту путем многократного промывания водой, к которой вначале прибавлено немного поташа. Если предметы для золочения подготовлены тем или иным способом, то уже в начальной стадии позолоты будет иметь матовый вид. Ввиду того, что жидкости для золочения имеют щелочную реакцию, следует быть осторожным в выборе вещества, которым покрываются места, не подлежащие золочению, а выключаемые. Г-н Бриан пользуется для этого гипсовым покрытием, которое он после просушки пропитывает спиртовым раствором шеллака.

Пока нельзя еще ничего сказать с определенностью по поводу экономии благородного металла, которая может быть достигнута при гальваническом золочении. При огневом золочении, как известно, даже при тщательной работе имеют место значительные потери. Г-н Шопен, директор одной из самых больших здешних бронзовых фабрик, знакомый очень детально с методом Бриана, высказал мнение, не совпадающее с моим, что введением этого метода можно будет достигнуть экономии золота на 20—25%. В остальном прочность гальванического золочения, наверно, не уступит прочности огневого золочения, причем первое в известной степени можно рассматривать как плакировку тонким слоем золота. Доктор Петцольд⁹ в Дрездене произвел интересный опыт, растворив в азотной кислоте позолоченную с обеих сторон

серебряную полосу, после чего остались два очень тонких куска золотой жести, которые можно было бы еще расплющить молотком. При огневом золочении для достижения нужного покрытия всегда необходимо значительное количество золота, что в известной мере вынуждает фабриканта к некоторой солидности. Гальваническое золочение, напротив, допускает нанесение бесконечно тонких слоев и тем самым одновременно легко вводит публику в заблуждение. Поэтому неизбежно, что с этой стороны всеобщему введению гальванического золочения сначала будут противостоять некоторые трудности, преодоление которых облегчится полицейским надзором, необходимым для наблюдения за здоровьем рабочих.

Должен оговориться, что я не сомневаюсь в возможности и другим путем, с помощью других химических сочетаний достигнуть таких же хороших результатов, какие были уже реально получены г-ном Брианом. Но если бы даже нашли, что при совершенно одинаковых химических свойствах жидкостей, приготовленных различными способами, тот или иной способ приготовления имел бы преимущества в смысле полученных результатов, то не следовало бы удивляться или рассматривать это явление как аномальное. Скорее следовало бы рассматривать его как своего рода изомерию, для которой чувствительным реактивом является расположение молекул, проявляющееся с помощью окраски или зерна и т. д., или же агрегатное состояние, или другие физические свойства. Тогда в нашем случае это явление, например, выражалось бы следующим образом: металл, восстановленный гальванически из раствора цианистого золота, имеет различный вид, различное агрегатное состояние, в зависимости от того, каким способом был приготовлен раствор. Похожее явление, например, наблюдается, как известно, при приготовлении золотого пурпура. Обычно, когда наука считает необходимым серьезно заняться предметом, она рано или поздно разъясняет такие различия и подтверждает их. До тех пор не должно вызывать подозрений, если останавливаются на том или другом методе, который был признан выгодным. Я присоединил это замечание, чтобы в известной мере оправдать подробности, которые я приводил в настоящем докладе.

Метод г-на Бриана может быть, по моему мнению, применен и в самом большом масштабе, потому что, с одной стороны, все рассчитано так, чтобы уменьшить побочные потери золота, а с другой — потому, что при этом не происходят вредные для здоровья химические процессы и не используются вредные вещества. Нельзя сказать того же самого о применении предлагаемого г-ном Рульдем сернистого золота, приготовление которого происходит частью в трудных, частью во вредных условиях. Подобным

же образом применение предложенного Элькингтоном цианистого калия страдает тем недостатком, что цианистый калий легко разлагается на воздухе и при действии света и что его не так легко получить в продаже, как примененную Брианом желтую кровяную соль. Принимая во внимание экономию благородного металла, которую вносит гальваническое золочение, а еще в большей мере сокращение числа человеческих жертв, которых требует ежегодно роскошь или необходимость огневого золочения, я имею, пожалуй, право обратиться в Академию с просьбой выразить г-ну Бриану благодарность от имени Академии за сообщение о его превосходном способе, а также просить сообщить копию этого доклада господам министрам финансов и внутренних дел, последнему особенно в целях полицейской санитарии, а также господину главному начальнику общественных построек, который имеет много случаев для применения этого способа.¹⁰

ЦЕПЬ КНЯЗЯ П. БАГРАТИОНА ¹ ПОСТОЯННОГО ДЕЙСТВИЯ ²

*Доложено в Отделении физико-математических наук Академии наук
29 сентября 1843 г.*

Поскольку применение цепи Вольта получило за последнее время большое распространение, я считаю своей обязанностью сообщить Академии об одном улучшении, придающем этому драгоценному аппарату самую простую форму, благодаря чему он сможет быть очень полезен в практическом отношении.

Все знают, что нет ничего проще получения гальванического тока. Возьмите кусок цинка и кусок меди, соединенные металлической проволокой, погрузите их в подкисленную или соленую воду, и вы получите этот замечательный ток, проявляющийся как химическими, так и тепловыми и магнитными явлениями.

Однако известны также и те трудности, которые нужно преодолеть, если желательно получить этим способом постоянные и стойкие эффекты.

Трудности, которые вызывает быстрое снижение силы тока, начинающее сказываться с момента замыкания цепи, эти трудности, повторяю, в течение почти полувека задерживали развитие науки и мешали практическим применениям, возможность которых не оставалась незамеченной.

Г-ну Даниелю мы обязаны замечательным открытием цепи с постоянным действием, давшим совершенно новый толчок развитию гальванизма. Я не буду здесь говорить о многочисленных изменениях и улучшениях, сделанных с тех пор в этих батареях; я лишь замечу, что к большим преимуществам, которые представляют все эти аппараты с конструкцией, основан-

ной на тех же принципах, присоединяются многие неудобства, наиболее значительные из которых следующие.

Употребление двух жидкостей, отделенных друг от друга пористой перегородкой, делает работу с этими аппаратами тем более неудобной, чем больше число элементов. Во время действия цепи и в особенности в случае, если это действие должно быть прервано на некоторое время, дают себя знать явления эндосмоса, вызывающие смешение двух жидкостей сквозь диафрагму. Жидкости должны поддерживаться на определенном уровне концентрации или разведения, что особенно трудно достигнуть, если пользоваться азотной кислотой. Наконец, поры диафрагмы часто заполняются кристаллами, которые мешают прохождению тока и делают необходимой замену или достаточно частое промывание этих перегородок.

Все, кто часто пользуются цепями, без сомнения, предпочли бы употреблять менее энергичные элементы, но больших размеров и в большем числе, если бы таким образом можно было получить более постоянную цепь, обращение с которой было бы более простым или, лучше сказать, цепь, которая, будучи однажды собрана, не требовала бы никакого ухода.

Вот условия, при которых получается эта цепь.

Надо взять цветочный горшок или любой другой сосуд, непроницаемый для воды, наполнить его землей, насыщенной достаточно концентрированным раствором солянокислого аммиака или нашатыря, затем поместить в нем на некотором расстоянии друг от друга медную и цинковую пластинки, и получится гальваническая пара, действие которой через короткий промежуток времени станет совершенно постоянным и которая сможет поддерживаться в этом состоянии в течение целых месяцев и, по-видимому, даже в течение ряда лет, если время от времени увлажнять землю и, в случае необходимости, заменять цинковую пластину. Последняя, как это само собой понятно, начнет растворяться, как только цепь будет замкнута, но очень медленно и в соответствии с силой получаемого тока.

Перед тем как воткнуть в землю медную пластинку, полезно поместить ее на несколько минут в раствор нашатыря, а затем высушить так, чтобы на ее поверхности образовался зеленоватый слой. Эта операция ускоряет получение эффекта от батареи, и мне даже кажется, что в этом отношении латунь, возможно, будет предпочтительнее меди.

Теория этой цепи не установлена точно и определенно, но кажется, что постоянство ее действия происходит от того, что водород, который должен был бы выделяться на поверхности меди, затрачивается на восстановление слоя двойной соли этого металла, образующейся при химическом воздействии нашатыря

на медь, так что постоянство действия может рассматриваться как результат своего рода равновесия между этим химическим действием и гальванической реакцией. Земля при этом действует, по-видимому, только как очень пористая диафрагма, мешающая восстановлению соли цинка на поверхности меди под влиянием гальванического тока и одновременно препятствующая цинку вступать в химическую реакцию с солью меди. Добавим, что земля точно так же, возможно, как все пористые тела, поглощает пузырьки водорода, которые в обычных цепях покрывают медную пластину и, как известно, вызывают уменьшение электродвижущей силы.

Будет правильным не помещать обе пластины чересчур близко друг от друга и оставлять между ними слой земли достаточной толщины. Пластины не должны быть также очень малы, так как земля представляет большое сопротивление для прохождения тока. У меня еще не было времени для того, чтобы выразить в точных числах постоянные таких цепей или войти более глубоко в подробности такого сочетания; последнее, как надо надеяться, подвергнется еще многократным улучшениям как в силу усердия изобретателя, так и в связи с более широким применением.

Поскольку сейчас повсюду прилагаются большие усилия для расширения применения гальванизма, опубликование данного изобретения не должно больше задерживаться на длительное время. Как я уже сказал, эта цепь может иметь много применений, и ее полезность в основном проявляется в тех случаях, когда речь идет не столько об очень сильных эффектах, сколько о постоянном и длительном действии, как например при восстановлении металлов, при химических разложениях и т. д.

Я не вижу никакого неудобства в том, чтобы поместить в погреб или на чердаке сотни таких сосудов или цветочных горшков. Они явились бы постоянным источником электричества, которым можно распоряжаться по своему усмотрению. Я сам установил у себя подобную батарею из 24 элементов, которая действует в течение почти шести недель без необходимости внесения за все это время каких-либо малейших изменений. Излишне добавлять, что сосуды должны быть очень хорошо изолированы, в особенности при употреблении батарей из большого числа последовательно соединенных элементов. Поскольку в самой цепи имеется большое сопротивление, потери, происходящие вследствие дефектной изоляции, будут более значительны, чем в цепях Даниеля.

Изобретателем этой цепи является князь Петр Багратион, лейтенант саперных частей конной гвардии, адъютант генерала Витовтова, начальника инженеров гвардии. Поскольку я не ко-

леблюсь признать это изобретение очень остроумным, я охотно последовал желанию изобретателя, который просил меня быть его представителем перед Академией и предложить Отделению настоящий образец, чтобы передать его в руки наших ученых химиков. Ученые смогли бы его использовать для получения с наибольшей легкостью чистого кислорода или гремучего газа для паяльных трубок.

Я считаю нужным сделать еще одно замечание. Некоторое время тому назад я поместил в землю (по уровень воды) две довольно большие пластины из меди и цинка и таким путем получил пару с совершенно постоянной силой и достаточно энергичную для разложения многих растворов металлических солей и среди них раствора, применяемого для золочения гальваническим путем. Но это простое средство не могло бы быть применимо, если бы нужно было получить большую электродвижущую силу, которую, как общеизвестно, можно получить только последовательным соединением нескольких пар. Хотя в обоих случаях используется земля, однако очевидно, что способ, который я употребил, не следует смешивать с цепью князя Багратиона, способной давать гораздо большую энергию.

О ГАЛЬВАНИЧЕСКОМ ПОКРЫТИИ ЛАТУНЬЮ¹

*Доложено в Отделении физико-математических наук Академии наук
19 января 1844 г.*

Некоторое время тому назад г. Рульц сообщил Парижской Академии о способе нанесения гальванического покрытия бронзой других металлов.² Способ состоит в том, что цианистую медь и окись олова растворяют в определенных отношениях в цианистом калии и действуют на этот раствор постоянным током от батареи. Поскольку этот способ имеет некоторые практические неудобства, в особенности потому, что жидкость, когда она истощается, нужно почти целиком обновлять, я уже в течение длительного времени пользуюсь следующим способом, при котором вместо сплава меди с оловом получают сплав меди с цинком или обыкновенную латунь. Для этого я беру довольно концентрированный раствор цианистого калия, анод из меди и катод из любого другого металла и пропускаю ток от батареи, состоящей не менее чем из двух элементов Даниеля. По мере разложения жидкости медь постепенно превращается в цианистую медь и растворяется в цианистом калии. В растворе, таким образом, появляется медь, и как только содержание ее становится достаточным, она начинает выделяться в виде металла на поверхности катода. Как только замечают первые следы такого выделения, процесс прерывают и вместо медной пластины вешают в жидкость в качестве анода цинковую пластину. И теперь продолжает выделяться медь, которая, однако, постепенно из красновато-коричневой становится латунно-желтой. При достижении желаемого цвета латуни можно удалить цинковый анод и взять анод из обыкновенной латуни. Катод, который служил только для предварительной пробы, также удаляется и за-

меняется предметом, подлежащим покрытию латунию. Полученный таким образом чисто гальваническим путем латунный щелок, как я хочу его назвать, может служить неопределенное время, и нужно только иногда добавлять немного цианистого калия. Безразлично, брать ли сначала медный анод, а затем цинковый или наоборот. Я часто пользовался также латунным анодом, но только редко получал сразу желаемый цвет; либо медь, либо цинк выделялись в избытке. Если предмет блестящий и полированный, то первое покрытие получается таким же; только когда оно становится толще, оно приобретает матовость, характерную для большинства гальванических покрытий. Приготовление вышеуказанного щелока идет тем скорее, чем более концентрирован раствор цианистого калия. В случае более разбавленных растворов как в начале процесса, так и при позднейшем восстановлении необходимо пользоваться более сильной батареей — из четырех и даже более пар пластин. Можно по желанию менять цвет латуни и получать очень красивое, похожее на томпак покрытие, если одновременно с латунным анодом применять медный с большей или меньшей поверхностью. Вышеописанный способ, который, насколько я знаю, еще не был известен, можно успешно применять, чтобы покрыть гальванически выделенную медь еще слоем латуни. Благодаря этому легче придать гальванопластическим предметам бронзировку, подобную античной патине, как известно, лишь с трудом получаемой на чистой меди. Однако этот способ становится особенно целесообразен, если желательно покрыть латунию железные предметы роскоши или обихода, что прежде обычно осуществлялось с помощью особого рода плакирования тонким слоем латуни, являющимся при несколько сложной форме очень трудоемким и дорогим.

Известно, что из электролитических жидкостей, в которых одновременно растворено несколько кислородсодержащих солей металлических оснований, как например сернокислая медь, более отрицательные металлы выделяются гораздо легче и гораздо обильнее, чем более положительные. Из растворов медного купороса, сильно загрязненных цинком или железом, при употреблении слабой батареи можно выделить медь почти до последнего атома без обнаружения посторонних примесей. Мне кажется бесспорным, что в случае смеси цианистых солей различных металлов получается обратное явление, так что, например, цинк, хотя он является более положительным металлом, выделяется несравненно легче, чем медь. Поэтому для того, чтобы латунное покрытие имело красноватый цвет, всегда необходим большой избыток меди и должно применяться более длительное действие, чем в обратном случае. Поскольку еще не проведено

точное исследование различных обстоятельств, имеющих здесь место, то достаточно этого предварительного сообщения, которое может быть полезно для практического применения описанного способа.

Г-н Беккерель защищал свой приоритет перед господином Руольцем в отношении гальванического покрытия сплавами в определенных пропорциях и с этой целью приводит опыт, который, в сущности говоря, ничего не доказывает. Мне кажется, что не следует предвосхищать изобретение, которое было бы очень важным для теории и практики в этой области, но должно быть еще сделано. Рационально было бы рассматривать выделенные тем или иным способом металлические сплавы лишь как до известной степени однородные смеси, каковыми, в сущности говоря, в большинстве случаев являются и сплавы, полученные путем плавления. В случае последних, однако, можно в гораздо большей мере по своему усмотрению устанавливать определенные соотношения составных частей, нежели в случае гальванических сплавов, законы образования которых еще далеко не изучены.

При восстановлении золота и серебра я в течение длительного времени применяю такой же метод, т. е. не przygotowляю себе химического раствора золота или серебра, а, наоборот, получаю последний гальваническим путем, применяя цианистый калий и используя в качестве анода эти металлы. Сплавы золота и меди, подобные вышеописанному латунному сплаву, можно получить путем применения медных анодов в растворе цианистого золота или, наоборот, золотых анодов в растворе цианистой меди. При одновременном применении раствора цианистого золота и цианистого серебра, как это уже неоднократно было испытано на опыте, имеет место весьма удивительное явление. Даже при крайне низком содержании серебра и большом избытке золота серебро, хотя оно и является более положительным металлом, восстанавливается значительно легче и, пока оно полностью не исчерпается, придает золоту заметно бледно-желтую, иногда переходящую в зеленоватую окраску. Подобным же образом, как упомянуто выше, ведет себя как будто и цинк.

Представленные при этом Академии предметы частично отлиты из олова, частично изготовлены из железа и снабжены толстыми латунными покрытиями, различные оттенки окраски которых, придаваемые им при выделении, указывают на различное соотношение металлов, входящих в состав сплава.

ПИСЬМО Б. С. ЯКОБИ К БЕККЕРЕЛЮ ¹

*Читано в Отделении физико-математических наук Академии наук
20 февраля 1846 г.*

Письмо, которое вы сделали мне честь направить в мой адрес 20 ноября прошлого года и которое я получил только в январе текущего года, было мне тем более приятно, что оно представляет случай исправить распространенное заблуждение в отношении моего изобретения гальванопластики — заблуждение, которого можно было бы избежать, если бы обратиться к датам всем известных печатных документов или же к датам документов, менее известных, но которые легко можно было бы достать.

Если я молчал до настоящего времени, если я не предьявлял никаких требований, то только потому, что рассчитывал на силу времени, которое исправляет слишком преждевременные суждения и уничтожает стремления, возбужденные самолюбивым или честолюбивым желанием заставить говорить о себе. Я ограничусь здесь только изложением истории моего открытия.*

Это было летом 1836 г., когда, будучи еще профессором имп. университета в Дерпте, я произвел первые опыты с батареями покойного г. Даниеля. Сначала я пользовался конструкцией, похожей на конструкцию, рекомендованную г-ном Мюллинсом, диаграмма которой при сем присовокупляется. Но этот аппарат совершенно не отвечал поставленной мною цели, и я велел построить другой, описанный в «Bulletin scientifique de l'Asa-

* Я не буду распространяться здесь об обстоятельствах, вынудивших меня сегодня прервать молчание, свято хранимое в течение более двадцати лет. Впрочем, понятно, что то блестящее развитие, которое получила гальванопластика, безусловно обязывает меня заняться окончательным установлением моих авторских прав и защитой их против всякого посяательства на полное или частичное присвоение их.

démie Impériale des Sciences de St. Pbg.», т. II, р. 60, где находится также и письмо, адресованное г. Ленцу (читанное в заседании 3 февраля 1837 г.), в котором я сообщал этому ученому серию опытов, выполненных с помощью этого аппарата.²

В этом письме есть одно место, которое имеет отношение к моему открытию, и в связи с этим я препровождаю приложение «А».*

Через несколько дней после того, как было послано это письмо, намереваясь произвести другой опыт, я взял медный цилиндр из аппарата Мюллинса. Этот цилиндр, наружная поверхность которого была покрыта кристаллическими и порошкообразными зернами меди, нужно было вычистить и покрыть новым бычачьим пузырем. Производя над цилиндром эту операцию, мой служитель отделил от него несколько кусочков меди, достаточно больших, но тонких и хрупких; вначале я был далек от мысли приписать им гальваническое происхождение. Меня занимали элементы с перегородками, и среди многочисленных вопросов, которые эти интересные аппараты возбуждают в науке, я был занят только одним — сделать их возможно устойчивыми и достаточно легко приспособляемыми к движению электромагнитных машин.

Движимый первым побуждением, я призвал служителя и велел ему сказать мне правду, упрекая его в том, что он мне плохо служит. Его горячий протест навел меня на мысль решить вопрос о происхождении этих кусочков, сравнивая их внутреннюю поверхность с внешнею поверхностью цилиндра. Начав это исследование, я тотчас же увидел несколько почти микроскопических царапин напильника на обеих поверхностях, точно соответствующих друг другу: вогнутые на поверхности цилиндра и рельефные на поверхности отделенного листка.

Гальванопластика явилась следствием этого тщательного исследования.

Что же я обнаружил в результате наблюдения?

1. Что медь обладает способностью восстанавливаться в виде плотных листов, которые могут быть отделены от той пластинки, на которой они были осаждены.

2. Что молекулы меди группируются чрезвычайно правильно, но и то, что они достаточно малы для того, чтобы заполнить мельчайшие углубления, случайно находящиеся на медной пластинке, служащей отрицательным полюсом.

* Письмо к г-ну Беккерелю сопровождалось приложениями, частью рукописными, частью печатными. Что касается этих последних, то читателю нетрудно будет их достать. В настоящей публикации я считаю своим долгом опустить их, чтобы не обременять страницы.

Оставалось еще установить условия, при которых имело место это явление; может быть, оно было только игрой случая, и его трудно было воспроизвести? Восстановлением металлов начали заниматься с 1802 г. Перечитывая работы физиков по этому поводу (которые как раз имелись в моей библиотеке), я не мог нигде найти какого-либо аналогичного наблюдения. Может быть, это явление ускользнуло от их внимания? Мое наблюдение показалось мне интересным, как могущее дать некоторое освещение молекулярного соединения металлов, а также как могущее, может быть, в дальнейшем стать базой для некоторых полезных методов.

Я еще храню цилиндр и кусочки меди, объекты моего первого наблюдения, но я не отметил день февраля 1837 г., когда оно было сделано.

В моем дневнике я нахожу, что 28 марта 1837 г. я произвел серию опытов для того, чтобы констатировать известный закон Фарадея относительно равновесия атомов и определенных действий гальванического тока.³

В этом случае я пользовался в качестве положительного полюса дистиллированным цинком, и, желая одним выстрелом убить двух зайцев, я взял в качестве отрицательного полюса вместо обычного медного листка гравированную дощечку, служащую для печатания моих визитных карточек. В течение двух с половиной дней восстановился 291 гран меди и растворилось 305 гран цинка. Таким образом, при употреблении дистиллированного цинка получалась потеря только в размере 3% по сравнению с расчетом.

Этот опыт, удавшийся с одной стороны, оказался неудачным с другой стороны. Мне не удалось хорошо отделить от гравированной дощечки листок, который отложился на ней, и я с трудом получил только кусочки этого листка, самый большой из которых тем не менее имел совершенно ясные рельефные отпечатки моего имени.

Этот кусочек я намеревался в 1837 г. представить вам и уполномочил генерала корпуса инженеров Базэна, вашего соотечественника, в конце того же года возвращавшегося во Францию для восстановления своего здоровья, вручить вам названный кусочек совместно с моим письмом. Полагаю, что вы не получили ни того, ни другого. Я думаю, что генералу Базэну, немедленно отправившемуся на юг Франции, помешала выполнить мое поручение болезнь, от которой он вскоре после этого умер. Хотя я и не сохранил копии письма, которое имел смелость адресовать вам, тем не менее припоминаю, что я писал, что было бы излишним описывать вам подробности способа, при помощи которого я получил этот кусочек, и что для того, чтобы воспро-

известии подобные отпечатки, такому ученому, как вы, достаточно знать, что они могут быть получены гальваническим путем.

Совсем недавно я еще вспомнил, что другой ваш соотечественник, состоящий в течение долгого времени на русской службе, занимающий в инженерном ведомстве одно из наиболее высоких мест и пользующийся доверием нашего августейшего монарха в отношении всего того, что касается строительства, я припоминаю, — говорю я, — что мой просвещенный коллега генерал-лейтенант Дестрем⁴ присутствовал, когда я вручал г-ну Базэну предметы, о которых говорил выше.

По моей просьбе г-н Дестрем написал мне письмо, которое я имею смелость препроводить вам в подлиннике. Впрочем, возможно, что г-жа Базэн, которая живет в Париже, как и многие из ваших коллег по Академии, знает, вероятно, также о посылке, которую я направил вам при посредстве ее мужа. Я назову еще как свидетелей первых результатов, полученных мною в 1837 г. в Дерпте, некоторых из старых своих коллег, а именно: г-на Клауса, профессора Казанского университета, известного своим недавним открытием нового металла, названного рутением, и г-на профессора Гофмана, ныне полковника корпуса горных инженеров.⁵

Специальное направление, которое было дано моим научным исследованиям,⁶ и мои занятия по должности профессора Дерптского университета не позволяли мне продолжать с надлежащей энергией мои первые наблюдения по гальванопластике.

Хотя я скоро понял полезную сторону моего открытия, тем не менее я боялся, как бы трудные исследования, которые оно, вероятно, потребовало бы, чтобы быть доведенным до некоторой степени совершенства, не отклонили меня от главной цели. Затем, я не хотел делать заявку о моем открытии для установления его даты, пока я не получу более отчетливые и ощутительные результаты. Прибавьте к этому, что по приказу е. в. государя императора мне пришлось в сентябре 1837 г. переехать из Дерпта в С.-Петербург.⁷ Эта перемена местожительства, практические работы (по электромагнитным машинам), которым я отдался, и научные исследования, которые должны были предшествовать этим работам, не благоприятствовали дальнейшему усовершенствованию моего открытия. В настоящее время я хорошо знаю, что нужно было немного трудов для того, чтобы ускорить это усовершенствование. Но, что поделаешь! Признаюсь, что не только важные обстоятельства, о которых я сказал, но, может быть, еще и менее значительные обстоятельства, некоторые, я сказал бы, теоретические взгляды, которые были мне известны, помешали мне получить раньше совершенно удов-

летворительные результаты. И только в сентябре 1838 г. я получил хорошую гальваническую копию медной гравированной дощечки, которая имела около 5 дюймов в длину и 3.5 дюйма в ширину. Эта дощечка — первая копия гравированной резцом дощечки и была представлена непременно секретарем имп. Академии наук г-ном Фуссом Академии наук в заседании 5/17 октября 1837 г.⁸

Приложение «С» содержит заметку, напечатанную в «Bulletin scientifique», t. IV, p. 368, относительно моего открытия.

Эта заметка была перепечатана в «С.-Петербургской немецкой газете» 30 октября (11 ноября 1838 г.).⁹

Г-н Уваров,¹⁰ министр народного образования и президент Академии наук, поняв тотчас же значение моего способа, милостиво принял поднесенную ему вышеупомянутую дощечку и поспешил совместно с объяснительной запиской представить ее государю.

Позднее г. министр приказал составить более подробную и более общедоступную статью, которая была напечатана на русском языке в русской «С.-Петербургской газете» 24 декабря 1838 г. (5 января 1839 г.). Перевод этой статьи напечатан в «С.-Петербургской немецкой газете» 29 декабря 1838 г. (10 января 1839 г.).¹¹ Выдержки, более или менее понятные, из этих двух статей были напечатаны в немецких, английских и французских газетах (Débats, 11 II 1839) с быстротой распространения, которая характеризует наш век.

Вы согласитесь, милостивый государь, что, читая подлинники этих статей, нельзя найти в них ничего темного или непонятного для тех, кто хотя бы немного был приобщен к теории или практике гальванизма, и что даже только этих статей достаточно для того, чтобы дать возможность читателю воспроизвести мои опыты. Если, тем не менее, г-н Бокильон¹² считает, что эти статьи совершенно непонятны для него и если в различных местах «Mechanics Magazine», где дискуссировалось изобретение гальванопластики, почти совершенно без упоминания моего имени, считают, что мои публикации в это время не были «exacts statements» (точные утверждения; англ., — *Ред.*), а только «vagues announcements» (неопределенные заявки; англ., — *Ред.*), вы согласитесь, милостивый государь, что это не моя вина, а скорее этих господ, которые должны были или прибегнуть к источнику, или же пройти сначала какой-нибудь элементарный курс гальванизма для того, чтобы почерпнуть там необходимые сведения для всякого практического применения.

Обычно принято считать, и ваша Академия не раз высказывалась за то, что единственно только дата публикации или представления дает автору право на приоритет, на открытие или

изобретение. Поскольку установлен такой принцип, мне нельзя говорить о 1837 г., как времени моего открытия. Приходится подчиниться досадным последствиям и довольствоваться только датой 5/17 октября 1838 г.

Итак, мои права установлены по крайней мере совершенно легально по сравнению с правами тех, кто претендует на изобретение гальванопластики более раннее, чем мое, или же одновременное, и не может обосновать свои притязания такими же вескими документами, как я, т. е. доказать, что какой-либо документ, касающийся изобретения гальванопластики, был опубликован до 5/17 октября 1838 г. или же зарегистрирован до этого числа каким-либо ученым обществом или какой-либо другой официальной организацией, пользующейся общественным влиянием. Я добавлю, что пользуясь термином «гальванопластика», я подразумеваю под этим способ или искусство воспроизводить с помощью гальванизма металлические предметы, совершенно, до самых мельчайших черточек, сходные и представляющие точную обратную копию форм, служащих им оригиналами. Одним словом, гальванопластика может быть определена как искусство холодного литья посредством гальванизма.

Исходя из вышеизложенного, я всецело полагаюсь на знаменитого ученого, которому я направляю мою рекламу, и несколько не сомневаюсь, что он не замедлит придать ей надлежащую гласность с тем, чтобы через соответствующий промежуток времени, если это будет уместно, можно было бы сделать опровержения и на основе их большей или меньшей ценности окончательно обсудить мое право на приоритет.

Я воздержусь от высказывания каких-либо соображений по поводу претензий на это изобретение, предъявленных г-ном Спенсером.¹³ Семь месяцев, на которые я опередил его, более убедительны, чем красноречие самого лучшего оратора.

После того как мои первые опыты увенчались успехом, я поспешил возможно скорее внести дальнейшие усовершенствования в мой способ. Для этого нужно было только заняться решением естественно возникающих вопросов, так как от этого зависел тот объем практического применения, которого могла достигнуть гальванопластика. В нескольких словах я сообщу об успехах, которых я достиг в первые месяцы 1839 г.

1. До тех пор в качестве форм служила медь, равно как и многие отрицательные металлы, а именно платина, золото и серебро. Теперь была также установлена возможность употребления свинца и многих других плавких веществ.

При употреблении латуни в качестве формы было установлено сильное приставание к ней гальванических пластинок, не дающее возможности отделить их от нее.

2. Введение положительного электрода, которое было вызвано тем соображением, что на практике может представиться много случаев, когда употребление цинковой пластинки, погружаемой в пузырь, наполненный подкисленной водой, будет вызывать ряд неудобств.

3. Употребление в качестве форм непроводящих веществ, как воск, стеарин, гипс, самшит, бумага и т. п. Я сначала пользовался различными металлическими порошками, которые можно было найти в продаже; я покрывал ими формы для того, чтобы получить таким образом проводящий слой, предварительно привязав к этим формам металлический провод. Однако металлические порошки не давали удовлетворительных результатов в тех случаях, когда требовалось воспроизвести тонкие предметы. Счастливый случай привел меня к обнаружению лучшего средства — графита (см. *Bull. scient. St. Pbg.*, t. X, p. 256), и мне кажется, что именно в этом заключаются главные пункты и, так сказать, основания гальванопластики, рассматриваемой как прикладное искусство, которые были установлены в начале 1839 г. То, что было добавлено после этого, ограничивается мелкими деталями применения на практике моего способа и такого рода усовершенствованиями, являющимися естественным следствием практических применений, которые были сделаны с тех пор и, в частности применений, сделанных в очень большом масштабе. Об этих применениях, столь же интересных, как и плодотворных по своим результатам, я не буду говорить здесь. Однако отмечу одно обстоятельство, которое не могло не содействовать расширению пределов гальванопластики и в то же время привлекло к ней внимание нашего просвещенного правительства. С начала 1839 г. гальванопластика могла уже оказывать громадные услуги при изготовлении банковых билетов и других печатных бумаг.

Намереваясь опубликовать элементарный труд по гальванопластике, появившийся в марте 1840 г., труд, который был признан достойным того, чтобы быть переведенным на многие языки, я не сделал предварительно никакой публикации, оставляя себе возможность дать в настоящей работе подробное изложение всего развития этого дела. Единственное письмо* от

* Насколько мне помнится, к этому письму, которое сопровождалось приложением многих образцов гальванических медалей и пр., я присоединил, между прочим, в качестве курьеза, гравированную дощечку, к которой осадок гальванической меди пристал так крепко, что не было возможности разделить обе дощечки, которые, казалось, как будто были сплавлены друг с другом. На дискуссии, имевшей место в 1840 г. в Глазго, на съезде Британской ассоциации, я был вынужден отметить недобросовестность, с которой г. Спенсер пытался воспользоваться этим любопытным фактом во вред моему праву на приоритет.

июня 1839 г., адресованное г-ну Фарадею, появилось в «Philosophical Magazine»,¹⁴ и это письмо было опубликовано только на английском языке. Но, имея, по крайней мере, копию немецкого текста, я мог убедиться, что английские и французские переводы не содержат в себе никаких искажений.

Если же вы найдете, милостивый государь, что в этом письме, в том месте, которое относится к применению положительного электрода, имеется некоторая неясность, то я должен с вами согласиться. Эта неясность состоит, как мне кажется, в том, что я не сказал, что форма или оригинал, с которого надлежит сделать копию, заменяет отрицательный электрод и должна быть присоединена, как это обычно делают, к цинку батарей. Может быть, цель, с которой было написано это письмо, послужит мне оправданием. Дело шло не о том, чтобы составить патентную спецификацию. Это письмо было адресовано знаменитому ученому, со стороны которого нечего было опасаться какого-либо недопонимания, какой-либо интерпретации, которая при отсутствии точности была бы вынужденной. Впрочем, употребление положительного электрода достаточно полно объяснено в моей «Гальванопластике» 1840 г.,¹⁵ экземпляр которой я беру на себя смелость предложить вам, как только представится случай послать его вам.

Что же касается моих других работ, касающихся электрометаллургии, то мне не представилось еще возможности подробно опубликовать их. Скажу все же, что с 1840 г. мне удалось получить пластинки и медали из чистого золота, пользуясь раствором хлористого золота как жидкостью и платиной или золотом как отрицательным электродом и золотом или сплавом золота и серебра в качестве положительного электрода. Значительное количество прекрасного гальванического золота, полученного этим способом, является вкладом в коллекции имп. С.-Петербургского монетного двора; кроме того, я преподнес медаль из гальванического золота Химической секции Британской ассоциации, которая заседала в Глазго в 1840 г. По случаю посещения С.-Петербурга е. в. королем прусским в 1842 г. Академия преподнесла этому августейшему монарху дощечку из чистого золота, полученную также с помощью гальванопластики.

Что же касается серебра, то восстановление его в плотное и ковкое состояние мне удалось только в одном случае, когда я употребил раствор хлористого серебра в аммиаке, пользуясь для разложения этой жидкости чрезвычайно замедленным действием. Я не продолжал исследования этого способа, который к тому же, как мне казалось, представлял некоторую опасность вследствие одновременно образующегося хлористого азота.

Кроме того, способ этот потерял интерес вследствие введения цианистых соединений, которые спустя некоторое время явились тем чрезвычайно счастливым открытием, в значительной мере расширившим пределы гальванопластики. В приложении «Е» вы найдете несколько слов о четырехугольной гальванической серебряной дощечке 13 дюймов длиной и 9 дюймов шириной, весящей $3\frac{1}{4}$ фунта, дощечке, которую Академия преподнесла своему знаменитому президенту по случаю 25-летия его деятельности. Потребовалось около 9 дней, чтобы осадить эту значительную массу серебра с помощью положительного электрода из того же металла.

Хотя я и сказал, что мне тяжело вступать в дискуссию о приоритете, тем не менее я думал, что мне следовало в этом письме в достаточной степени высказаться, чтобы, наконец, добиться определенного приговора по этому вопросу. По правде сказать, в подобных спорах, в которых затрагивается самолюбие, имеется всегда опасность скомпрометировать себя. Но разве могу я отказаться от почетных прав, которые связаны с этими достижениями, и лишить мою страну этих прав, видя их с кем-нибудь поделенными? Правительство содействовало в большой степени расширению области практического применения гальванизма, и им была предоставлена возможность не только гальванопластикой, но и другими работами содействовать проникновению в промышленность замечательных сил, которые ранее были замкнуты в стенах лабораторий и кабинетов ученых. Наиболее дорогим правом, на которое я претендую, является признание того, что я ознакомил ремесленников и художников с пользой практического применения гальванических сил.

ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ОПЫТЫ

*Доложено в Отделении физико-математических наук Академии наук
16 марта 1846 г.*

О НЕКОТОРЫХ НОВЫХ ВОЛЬТАИЧЕСКИХ СОЧЕТАНИЯХ ¹**§ 49**

На заседании 21 августа 1844 г. я сделал Отделению краткое сообщение о некоторых новых вольтаических сочетаниях,² которые представляют не только научный, но также и практический интерес. Это сообщение я позволю себе сейчас дополнить.

Известно, что металлы показывают различное электромоторное поведение в зависимости от того, в какую жидкость они погружены, и что в отношении гидрогальванизма металлы не могут быть расположены в абсолютный ряд. Точно так же известно уже в течение длительного времени, что два металла, которые стояли далеко друг от друга в отношении одной жидкости, могут показывать в другой жидкости даже обратное соотношение, причем обычно приводят в качестве примера железо или цинк и медь в растворе серной печени, где первые металлы ведут себя отрицательно по отношению к меди, которая здесь проявляет себя резко положительно. Химическая теория гальванизма в споре с контактной теорией³ черпала свои главные доводы в этом своеобразном поведении металлов в жидкостях. Но, как я уже говорил по другому поводу, нужно рассматривать предмет так, как если бы различные жидкости вызывали определенные мгновенные изменения на поверхности металлов, о которой собственно только и идет речь в большинстве явлений Вольта. Обычные химические реакции слишком грубы для этих изменений, их можно обнаружить только с помощью гальвано-

метра. Платина в щелочных жидкостях в отношении явления Вольта должна рассматриваться как совершенно другой металл, по сравнению с платиной, погруженной, например, в концентрированную азотную кислоту. Едва ли стоило труда разбирать в отдельности многочисленные, порою очень остроумные опыты Фарадея и Даниеля, поставленные в подтверждение химической теории, и не опровергать их, а истолковывать согласно контактной теории. Ни один из этих опытов не противоречит такому толкованию. Однако это не приводит к какому-либо выигрышу, спор ни в какой степени не разрешен, так как каждый может считать себя правым в своей области.

§ 50

Я хочу здесь упомянуть лишь о следующих гальванических цепях, которые приобрели в последнее время особый интерес, так как в них применяется лишь один металл, дающий, благодаря различным жидкостям, заметное электромоторное различие.

- + Платина, раствор едкого кали | концентрированная азотная кислота, платина —
- + Золото, соляная кислота | концентрированная азотная кислота, золото →
- + Железо, серная кислота | концентрированная азотная кислота, железо —

Целесообразное использование этих свойств металлов служит средством частью для образования новых замечательных сочетаний Вольта, а частью для проведения известных электрохимических процессов.

§ 51

Летом 1844 г. с целями, сюда не относящимися, я поставил следующий опыт. Пористый глиняный сосуд, наполненный раствором азотнокислого серебра, был вставлен в сосуд, содержащий также разбавленный раствор цианистой калиево-серебряной соли; в этот последний раствор была погружена медная пластина, а в глиняный сосуд — серебряная. Цинк одного из элементов Даниеля был соединен с медной пластиной, а медь этого элемента — с серебряной. Таким образом, эту последнюю пластину следует рассматривать как анод, а первую — как катод. Включенная в цепь буссоль, снабженная только ordinарной проволокой, т. е. только половинной обмоткой, показывала отклонение при таком соединении с одним простым элементом всего от 1 до 2°. Два элемента Даниеля, соединенные по схеме такой цепи, дали вначале 11°, но действие их вскоре уменьшилось до 7¹/₂°. При хорошей проводимости жидкости, находя-

щейся в аппарате для разложения, такая незначительная сила тока поистине удивительна.

После 20-часового действия отклонение составляло всего только 6° . При отключении батареи аппарат для разложения, замкнутый на себя, дал отклонение в 10° в противоположном направлении, так что серебро в растворе азотнокислого серебра было отрицательно по отношению к посеребренной медной пластине, находящейся в щелочном растворе соли серебра. На медной пластине в продолжение вышеуказанного времени было восстановлено 137 долей серебра; с серебряной пластины растворилось 122 доли. Но на внутренней стенке пористого глиняного сосуда выделились отдельные кристаллы серебра, которые не могли быть хорошо взвешены, поскольку они частично вросли в глиняный сосуд.

§ 52

Опыт, подобный предыдущему, в котором, однако, был взят больший медный катод и также больший серебряный анод, дал аналогичные результаты. С двумя элементами Даниеля получилось отклонение в 10° ; после трехдневного действия, причем отклонение упало почти до нуля, можно было получить с четырьмя свежезаряженными элементами отклонение всего в $6-7^\circ$. Внутренняя сторона пористого глиняного сосуда была сплошь покрыта кристаллами серебра. Небольшое отклонение, получающееся несмотря на такую сильную батарею, указывает на значительную поляризацию электродов. Действительно, аппарат для разложения, замкнутый на себя, дал сейчас же отклонение в $35\frac{1}{2}^\circ$ в противоположном направлении, которое не только не давало быстрого снижения, как это обычно бывает при поляризации, например, платиновых пластин в кислотах, но даже постепенно увеличивалось, поскольку отклонение примерно через час повысилось до 38° . Одновременно с этой поляризацией происходит сильное восстановление серебра на серебряной пластине, находящейся в растворе нитрата серебра. После 4—5 часов отклонение уменьшилось до 20° . После того как была снова приключена батарея из четырех пластин, получилось отклонение в 21° в прежнем направлении, заданном батареей, но это отклонение уменьшилось через 24 часа до 3° . Напротив, отклонение, вызванное поляризацией, составило $28\frac{1}{3}^\circ$.

§ 53

Для того чтобы увидеть, не происходило ли вышеуказанное значительное действие от наступившего со временем изменения электродов или от своеобразного действия жидкостей, были

взяты две новые тщательно очищенные серебряные пластинки, имевшие, однако, меньшие размеры, чем прежние электроды. С этими новыми пластинами было получено отклонение в 15° . На электроде, находящемся в нитрате серебра, шло восстановление; пластина же, находящаяся в щелочном растворе соли серебра, растворялась. Таким образом, мы здесь имеем очень активную цепь, которую можно представить следующим образом:

+ Серебро, калиево-серебряная цианистая соль | нитрат серебра, серебро —

Здесь также применяется только один металл и притом из числа так называемых благородных, который растворяется в щелочной жидкости и восстанавливается до металла в другой.

Если вместо серебра на отрицательном конце взять платину, то отклонение вместо 15° доходит до $20\frac{1}{2}^\circ$ и, несмотря на то, что платина сразу покрывается серебром, увеличивается до 24° .

Эта цепь усиливается, если вместо калиево-серебряной цианистой соли взять довольно концентрированный раствор цианистого калия, однако электродвижущая сила и вместе с ней сила тока уменьшается по мере того, как жидкость растворяет больше серебра.

§ 54

Вторая очень интересная цепь имеет такой вид:

+ Серебро, цианистый калий | медный купорос, медь —

Таким образом, здесь происходит обращение обычных электромоторных соотношений, согласно которым серебро отрицательнее меди. Для того чтобы этот опыт удался и тем самым представил практический интерес, требуются, однако, некоторые предосторожности. А именно, благодаря эндосмосу происходит смешение медного купороса с цианистым калием через пористый глиняный сосуд, вследствие чего частью на внутренней стенке, частью на поверхности стакана образуются нерастворимые соединения меди, которые препятствуют прохождению тока и вскоре вызывают уменьшение его действия. Поэтому глиняный стакан с медным купоросом и с медной или платиновой пластиной нужно вставлять в другой пористый глиняный стакан, наполненный раствором поваренной или другой хорошо проводящей нейтральной соли, которая не вызывает химического разложения ни в медном купоросе, ни в цианистом калии. Затем все это следует поместить в сосуд, в котором находится раствор цианистого калия и растворяющаяся серебряная пластина. Схема этой цепи выглядит так:

+ Серебро, цианистый калий | раствор поваренной соли | медный купорос,
 медь — I II III

§ 55

Для более подробного описания действия этой цепи служат следующие данные: в I находился раствор 24 золотников цианистого калия в 16 унциях воды, в II — умеренно концентрированный раствор поваренной соли, в III — совершенно насыщенный раствор медного купороса с маленьким сосудом, в котором содержался запас кристаллов медного купороса. Медная пластина в III весила 3 золотника 14 долей, а серебряная в I — 12 золотников 66 долей. Начальное отклонение включенной в цепь ранее упомянутой буссоли составляет $25\frac{1}{2}^\circ$. Примерно после 8 часов непрерывного действия это отклонение уменьшилось до 19° . После прибавления к медному купоросу некоторого количества свободной серной кислоты отклонение, однако, снова увеличилось до 24° . Еще через 3 часа, так что цепь работала всего 11 часов, отклонение составляло всего $15\frac{1}{2}^\circ$. За это время выделилось 177 долей меди и растворилось 627 долей серебра. Но по расчету 627 долей серебра соответствуют 184 долям меди, что очень хорошо сходится с опытом, поскольку расхождение составляет всего 7 долей. Впрочем, медь не имела обычного красивого красно-розового цвета меди, восстановленной из сульфата или нитрата, а была темно-красно-коричневой и хрупкой, как медь, которая получается из растворов почти всех других солей меди, за исключением двух вышеуказанных.

§ 56

Употреблявшийся в предыдущем опыте раствор цианистого калия, который уже связал 6 золотников 51 долю серебра, был применен в новом опыте, отличающемся тем, что вместо меди и медного купороса были взяты платина и концентрированная азотная кислота. Схема этой цепи такова:

+ Серебро, цианистый калий | поваренная соль | концентрированная азотная кислота, платина —

Следует отметить, что при употреблении концентрированной азотной кислоты и удалении промежуточной жидкости здесь также проявляется вышеупомянутое вредное действие эндосмоса. Оно уменьшается при разбавлении азотной кислоты, но при этом имеет место такое неблагоприятное явление, что одновременно с разбавлением наступает уменьшение отрицательной поляризации платины и в связи с этим уменьшение силы тока.

Вместо серебряного, целиком еще не растворившегося анода, употребленного в предыдущем опыте (§ 55), была взята сильно покрытая серебром платиновая пластина, которая весила 25 золотников 66 долей. Начальная сила тока в этой цепи была исключительно велика, так как отклонение буссоли составляло около 40° . Через два часа отклонение упало, однако, до 28° . За это время растворилось 2 золотника 66 долей серебра. На другое утро, т. е. примерно через 11 часов, отклонение составляло всего 2° . Серебряный анод потерял всего 4 золотника 66 долей и сплошь покрылся кристаллами двойной цианистой соли серебра и калия, легко растворяющимися в теплой воде, присутствию которых следует частично приписать вышеуказанное значительное уменьшение действия. Как известно, нечто подобное происходит и при обычных гальванопластических процессах. Если раствор медного купороса недостаточно разбавлен, то обычно только анод, но никогда не катод, покрывается кристаллами медного купороса, которые препятствуют прохождению тока и таким образом ослабляют действие. После того как в результате чистки серебряной пластины и перемешивания жидкости отклонение было снова доведено почти до 10° , аппарат был оставлен включенным еще примерно на 24 часа, после чего отклонение уменьшилось до нуля. Всего растворилось 6 золотников 40 долей серебра. Если добавить к этому 6 золотников 51 долю серебра, растворившихся в предыдущем опыте (§ 55), то на 24 золотника цианистого калия, имевшихся в растворе, растворилось 12 золотников 91 доля серебра, т. е. больше половины по весу, что является важным для практики результатом.

§ 57

Во втором опыте, поставленном по предыдущей схеме, где также были взяты платина и азотная кислота, но вместо раствора цианистого калия, содержащего серебро, был взят свежий раствор его, приготовленный согласно раньше указанным (§ 55) соотношениям, за 4 часа растворилось 9 золотников 19 долей серебра. Отклонение буссоли вначале составляло 43° и снизилось за указанное время до 35° . В этом, как и в предыдущих опытах, серебряная пластина покрылась черноватым порошком, который от времени до времени удалялся кисточкой, так как он уменьшал равномерность и силу тока.

§ 58

Не подлежит сомнению, что вышеприведенные цепи Вольта, в особенности последняя, если применять их осмотрительно и со знанием дела, с успехом могут быть использованы в больших

известно, что при обычном способе обработки на катоде восстанавливается больше серебра, чем растворяется на аноде, так что вскоре серебро в растворе исчерпывается и должно быть заменено новым. Я составил поэтому аппарат так, как он изображен на рисунке.

ABCD — стеклянный сосуд, наполненный разбавленным раствором цианистого серебра; *efgh* и *iklm* — пористые глиняные стаканы, из коих первый наполнен раствором поваренной соли, второй — раствором медного купороса или азотной кислотой. В первом случае можно взять в качестве катода C^1 медную пластину, а во втором случае необходимо пользоваться платиновой пластиной. *KZ* — батарея Даниеля, составленная, как обычно, из одного или двух элементов, *S*, S^1 — серебряные пластины, *C* — медная форма, на которой должно выделяться серебро. В подобном аппарате не только легко растворяются серебряные аноды *S*, S^1 , но на катоде *C*, который в некоторых случаях состоял из платины, а в других — из меди, выделялся примерно за 14 часов слой серебра в 10 золотников, такой красивый и гибкий, что он ни в чем не уступал прокатанному серебру. К сожалению, в силу случайных обстоятельств, в этом опыте нельзя было сделать никаких других количественных определений. Можно упростить этот аппарат, если брать вместо двух только один серебряный анод. В этом случае C^1 соединяют непосредственно с *S*, как показывает пунктирная линия. Я хочу еще упомянуть, что в этой схеме, как и в ранее приведенной (§ 54), в глиняном стакане *iklm* вместо медного купороса можно с успехом употреблять раствор азотнокислой меди. В этом случае сила тока как будто несколько увеличивается.

§ 60

Для того чтобы выяснить, как ведет себя серебро в растворе цианистого калия по отношению к цинку, я поставил несколько опытов, которые можно представить такими сочетаниями:

№ 1

— Серебро, цианистый калий | поваренная соль | цинковый купорос, цинк +

№ 2

— Серебро, цианистый калий | поваренная соль | разбавленная серная кислота, цинк +

№ 3

+ Серебро, цианистый калий | поваренная соль | разбавленная азотная кислота, цинк —

Сила тока как в №№ 1 и 2, так и в № 3 была исключительно мала, поскольку отклонение в том и другом направлении составляло 2—3°, а в № 1 — около 1/2°. При повышении концентрации азотной кислоты, которая сначала была сильно разбавленной, отрицательные свойства цинка хотя и усиливаются, но он в то же время начинает быстро растворяться. Сочетание из серебра и цинка, отвечающее вышеприведенным схемам, находится поэтому, по-видимому, в известной степени на пределе, так что даже слабые колебания электродвижущей силы или поляризации того или другого металла могут прекратить ток или изменить его направление. Амальгамированный цинк и в таких цепях несколько положительнее неамальгамированного.

§ 61

Интересна также следующая цепь:

+ Медь, цианистый калий | раствор поваренной соли | медный купорос, медь —

И здесь, как и в случае серебра, один и тот же металл растворяется на одной стороне и выделяется на другой. При применении раствора 12 золотников цианистого калия в 8 унциях воды действие сначала было очень сильным, поскольку буссоль показала отклонение в 27°, которое через 20 минут дошло до 33°. Но, начиная с этого времени, сила тока уменьшалась так значительно, что примерно после 18 часов упала до нуля. На катоде выделилось 100 долей меди; медный же анод стал легче на 190 долей, т. е. потерял почти вдвое больше. Но часть этой меди в виде коричневой закиси частично упала на дно, а частично покрыла анод в виде шлама. Вне всякого сомнения, это большое различие в окислении на одной стороне и восстановлении на другой надо приписать главным образом самопроизвольному растворению меди в растворе цианистого калия. Хотя при этом опыте и вспоминаются отклонения от закона Фарадея, которые, как он полагает, обнаружил Джеймс Непир (Archives. d'Electricité, № 17, т. V, стр. 159), но можно согласиться с мнением об этом де ла Рива, согласно которому электрохимическое растворение металла, образующего положительный электрод, до известной степени способствует более легкому растворению этого металла в цианистом калии.⁴ Возможно, что в этом отношении гальванический ток действует так же, как теплота, и, как последняя, облегчает растворение металла.

Можно получить еще более сильную цепь, если в качестве отрицательной составной части применять платину в концентри-

рованной азотной кислоте. Подобная цепь прекрасно применима для приготовления раствора меди в цианистом калии, который с успехом может служить для гальванопластического покрытия слоем меди железа, стали или цинка.

Очень рекомендуется всегда включать во все эти цепи буссоль, поскольку при этом можно лучше следить за ходом всей операции. Если, например, в более поздних стадиях процесса замечается уменьшение действия, то можно перемешиванием жидкости или очисткой анода, или добавлением цианистого калия, или, наконец, присоединением одного либо двух элементов Даниеля восстановить прежнюю силу тока и, таким образом, получать всегда равномерное действие. Следует заметить, как я уже отмечал раньше, что позитивизирующее влияние цианистого калия на металлы уменьшается по мере того, как раствор все больше и больше насыщается металлом. Исключительно полезно, если включенная буссоль одновременно проградуирована по определенному электролитическому действию. При этом можно было бы выражать ток не только как количество, измеренное в условных единицах, но было бы и легче всего заметить каждое отклонение от закона Фарадея, проследить причину его, таким образом способствовать развитию электрохимии и иметь возможность дать этой молодой науке широкое и прочное основание. Сконструировать буссоль, применимую для практических целей, — это пожелание, на выполнение которого было уже затрачено немалое количество труда и заботы.

§ 63

При употреблении в цианистом калии вместо серебряного золотого анода, в особенности если брать в качестве отрицательного элемента платину в азотной кислоте, также получается сильная цепь, соответствующая следующей схеме:

+ Золото, цианистый калий | раствор поваренной соли | азотная кислота, платина —

Спад действия этой цепи, однако, очень значителен. В одном из поставленных мною опытов уже через несколько минут отклонение от 35° уменьшилось до 11° . После добавления одного элемента Даниеля отклонение снова поднялось до 35° и уменьшалось очень постепенно, так что примерно через 7 часов оно составило 25° . За это время в растворе из 24 золотников цианистого калия в 16 унциях воды растворилось 5 золотников 29 долей золота. При действии в течение 12 часов эта жидкость растворила под конец еще только 1 золотник 8 долей золота. Но, начиная с этого момента, растворение золота совершенно

прекратилось, хотя цепь оставалась замкнутой еще 30 часов, а отклонение иглы постепенно уменьшалось от 26 до 10°. С самого начала раствор цианистого калия стал темно-коричневым до полной непрозрачности и, в особенности в более поздних стадиях действия, обильно выпал порошок, имевший после просушивания темно-коричневый цвет, частично осевший на дно, а частично оставшийся на аноде. Поскольку этот порошок целиком растворяется в концентрированной серной кислоте и выпадает при добавлении воды, то, без сомнения, его можно считать парацианом. Впрочем, получение этого удивительного вещества электрохимическим путем химикам до сих пор не было известно.

Я хочу еще отметить, что раствор золота, приготовленный указанным выше способом, не пригоден для гальванического золочения, поскольку опыты, поставленные с ним, дали только очень неудовлетворительные результаты.

§ 64

Не подлежит сомнению, что, идя по указанному пути, можно составить большое количество других сочетаний и из других металлов, которые я еще не исследовал. Вообще говоря, можно во многих случаях заранее предвидеть успех подобных цепей в отношении их электромоторного поведения. С одной стороны, можно взять в помощь ряд, по которому Поггендорф (Pogg. Ann., т. 66, стр. 598) расположил металлы в цианистом калии, с другой же стороны — данные опытов, согласно которым цинк в кислотах и разбавленных растворах нейтральных солей ведет себя примерно так же, как серебро в цианистом калии. Для большей наглядности была составлена следующая таблица, в клетках которой знаки относятся к металлам в цианистом калии. Незаполненные клетки соответствуют случаям, в которых электромоторное поведение еще должно быть определено специальными опытами. Если вместо азотной кислоты употреблять более слабые кислоты или разбавленные растворы нейтральных солей, то происходят некоторые изменения, которые, впрочем, в особенности в отношении наиболее употребительных металлов, помещенных на краях таблицы, чаще относятся к величине электродвижущих сил, а не к их направлению. В остальном пользование этой таблицей не требует дальнейших пояснений.

Не представляло бы большой трудности заполнить клетки таблицы вместо знаков цифрами, выражающими величину электродвижущих сил, но эти цифры, за малым исключением, не представляли бы особого научного или практического интереса.

А именно, как раз в этих цепях электродвижущие силы настолько меняются благодаря вторичным химическим продуктам, образование которых вызывается гальваническим током, что по-

Цианистый калий

Азотная кислота		Zn	Cu	Cd	Sn	Ag	Ni	Sb	Pl ⁵	Hg	Pd	Bi	Fe	Pt	Fe+C*	C
	Zh	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Cu	+	+	+	+	+										
	Cd	+	+	+	+	+										
	Sn	+	+	+	+	+										
	Ag	+	+	+	+	+										
	Ni	+	+	+	+	+	+									
	Sb	+	+	+	+	+	+	+								
	Pl ⁵	+	+	+	+	+	+	+	+							
	Hg	+	+	+	+	+	+	+	+	+						
	Pd	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
	Bi	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
	Fe	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Pt	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Fe+C*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Примечание. Знаки относятся к металлам, находящимся в цианистом калии.
*Fe + C обозначает чугуны.

добные числа могли бы иметь некоторое значение разве только для первого момента действия замкнутой цепи. Вообще же пока отсутствует предварительная работа по этим побочным продуктам и влиянию, которое они оказывают.

§ 65

ДОПОЛНЕНИЕ

Из своей тетради наблюдений от августа 1842 г. я беру еще следующий отдельный опыт, который я тогда часто повторял, так что не может быть речи о какой-либо ошибке. Этот опыт здесь уместен, так как он является удивительным примером поляризации.

Этот опыт состоял в том, что при действии слабо заряженной пары Даниеля золото медленно восстанавливалось на двух узких платиновых электродах из разбавленного раствора хлорного золота. Ход операций наблюдался и контролировался с помощью включенной в цепь очень чувствительной буссоли, мультипликатор которой состоял из значительного количества витков толстой проволоки. Начальное отклонение составляло 48° и падало исключительно медленно, так что через 24 часа оно составило 45° . За это время на катоде успело отложиться 40 долей плотного золота красивого светло-желтого матового цвета. После взвешивания катод был снова подвешен в жидкости, батарея Даниеля была отключена и произведено соединение одних электродов с мультипликатором. Платиновая пластина, покрытая золотом, оказалась очень положительной по сравнению с чистой платиновой пластиной, так что отклонение, противоположное предыдущему, составило 36° . Это отклонение было довольно постоянным и через 10 часов равнялось еще 21° . Таким образом, мы имели здесь сильную цепь, видимое действие которой ограничивалось только отклонением стрелки, так как после всего 10-часового действия на платиновой пластине не было заметно никаких следов восстановленного золота, и точно так же платиновая пластина, покрытая золотом, несколько не потеряла в весе. Таким образом, возникший здесь сильный ток совершенно не вызывал разложения хлорного золота. После того как цепь соединили с парой Даниеля таким образом, что покрытая золотом платиновая пластина служила анодом, отклонение увеличилось до 55° и одновременно происходило восстановление на катоде и растворение на аноде. После того как обращением тока золото было растворено с катода при сохранении в цепи батареи Даниеля, снова устанавливалось прежнее направление, но благодаря включенному сопротивлению ток так уменьшался, что мультипликатор показывал всего 16° . Несмотря на слабый ток, катод мгновенно покрылся слоем золота. Этот опыт был поставлен для того, чтобы опровергнуть объяснение, согласно которому ток в 31° по моему мультипликатору слишком слаб, чтобы вообще вызвать

разложение хлорного золота. Более правильное объяснение могло бы состоять в том, что этот сильный поляризационный ток возникал, с одной стороны, благодаря водороду, собравшемуся на золотой пластине, с другой стороны — благодаря хлору, сгущенному на платиновой пластине. Если электроды замкнуть на себя, то на положительной золотой пластине выделяется хлор, который соединяется с водородом, а на отрицательной платиновой пластине — водород, который соединяется с хлором.⁶ Здесь существует аналогия с тем, что происходит при поляризационном токе на платиновых электродах, которые употребляются для разложения в воде, подкисленной серной кислотой. Только приходится удивляться, что в нашем случае ток был так силен и продолжителен. Обычная прокатанная золотая жесть против чистой платиновой пластины в том же растворе хлорного золота давала отклонение всего в $1\frac{1}{2}^\circ$ такого знака, что золото было $+$, а платина $-$.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ СООБЩЕНИЕ О ГАЛЬВАНОПЛАСТИЧЕСКОМ ВОССТАНОВЛЕНИИ С ПОМОЩЬЮ МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ¹

*Доложено в Отделении физико-математических наук Академии наук
12 июня 1846 г.*

Я имею честь представить Академии две медные медали и медную пластинку, гальваническое восстановление которых было осуществлено не с помощью гальванической батареи, а с помощью магнитоэлектрической машины, о которой я говорил на заседании 6-го февраля этого года.² Произведенный тогда расчет выявил, что эта машина была бы слишком сильна для восстановления медного купороса в одной ячейке для разложения, поэтому мною сразу были поставлены последовательно две ячейки, но и для них машина была слишком сильной; медь начала отлагаться в виде коричнево-красноватого осадка, и я вынужден был присоединить еще одну ячейку для разложения, вследствие чего происходило одновременное восстановление трех помещенных друг за другом предметов. Я мог бы вполне прибавить еще четвертую ячейку для разложения, так как хрупкость восстановленной меди и наблюдающаяся еще на краях слабая коричнево-красная окраска указывали на то, что ток все же слишком силен для размера медалей, диаметр которых составлял $2\frac{1}{2}$ дюйма, и для их числа при последовательном соединении друг за другом. Через 18 часов, в течение которых машина, судя по повторным измерениям, вращалась очень равномерно со скоростью 143 оборота в минуту или с 31 переменной в секунду, в каждом сосуде было восстановлено 5 золотников 14 долей

меди, всего, следовательно, 15 золотников 42 доли, что составляет для 24 часов 20 золотников 56 долей.*

Каждый знает, что для того, чтобы высадить с помощью элемента Даниеля в течение 24 часов такое количество меди, поверхность батареи должна быть довольно значительна и заряд очень сильным. Если столь энергичное действие машины, сконструированной для совершенно других целей и по своему устройству относительно мало приспособленной для гальванопластики, далеко превзошло мои ожидания, то можно ожидать, что магнитоэлектрические машины скоро заменят применяемые до сих пор гальванические батареи для гальванопластики и других электрохимических восстановлений в большом масштабе, в особенности в тех случаях, когда в распоряжении имеются движущие силы. Однако хорошие результаты, которые можно ожидать от этих машин, всецело зависят от целесообразности их устройства. Для использования в большом масштабе нужно провести еще многие опыты; желательно, чтобы они были разумно поставлены для быстрого достижения цели. Я надеюсь на ближайших заседаниях сделать некоторые сообщения, которые будут способствовать, поскольку позволят мои скромные средства, лучшему ознакомлению с такими машинами.

Я позволю себе прибавить к этому еще небольшое, так сказать, философское рассуждение. Мною были затрачены многолетние усилия на использование гальванических и электромагнитных сил для движения машин. Что было результатом этих усилий? То, что они перешли в свою противоположность. Паровая машина не вытесняется гальванической батареей, а эта последняя вытесняется паровой машиной. Та самая физическая реакция, которая обуздывает электромагнитное движение и регулирует его, которая ограничивала движение моей лодки, с помощью этой самой физической реакции можно теперь пользоваться для того, чтобы сооружать устойчивые памятники, колоссальные статуи.

* На одном аноде было растворено 5 золотников 25 долей, на другом 5 золотников 34 доли, третий анод не был взвешен. Здесь, следовательно, также было растворено меди больше, чем восстановлено.

ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ОПЫТЫ

О РЕСОРБЦИИ ГАЗА В ВОЛЬТАМЕТРЕ ¹

*Доложено в Отделении физико-математических наук Академии наук
11 декабря 1846 г.*

На заседании 23 октября этого года я сделал предварительное сообщение ² об одном явлении, которое до сих пор ускользало от внимания физиков, занимающихся гальваническими исследованиями. Уже 4—5 лет, в особенности при постановке сравнительных наблюдений на телеграфных линиях, я пользуюсь *U*-образным вольтметром, предложенным Фарадеем в его «Experimental Researches», art. 710, fig. 65, ³ особенно полезным при подобных исследованиях вследствие его портативности и удобства обращения. У меня есть много экземпляров с большими и меньшими платиновыми пластинами. Для слабых токов я пользуюсь вольтметром с платиновыми проволоками. Упомянутый удивительный факт состоит в том, что если в вольтметре остается смесь газов, то она уменьшается в объеме и, наконец, целиком исчезает. Часто, однако, остается маленький пузырек, который уже не ресорбируется.

120

Здесь нарисован вольтметр, которым я пользовался в первом опыте. Размер трубки 0.63 дюйма. Длина вертикального колена 12.5 и наклонного — 14 дюймов. Впаянные платиновые пластинки имеют 0.75 дюйма в длину и 0.5 дюйма в ширину.

Позднее поставленные опыты дали менее благоприятный, хотя почти постоянный результат; в течение 5—6 дней было ресорбировано 1.5 куб. дюйма смеси газов, и остался небольшой остаток, о котором было упомянуто в § 119. Ни заполнением вольтметра более сильной или более слабой кислотой, ни применением более сильного или более слабого, или такого некоммутированного электромагнитного тока, при котором на каждом из электродов одновременно выделяется смесь газов, не удалось ни усилить ресорбционную способность пластин, ни достигнуть снова уровня первых наблюдений.

Наиболее правдоподобным объяснением этого явления, ставящего под вопрос или ограничивающего известными условиями значение вольтметра как измерительного прибора, по-видимому, является то, что смесь газов постепенно абсорбируется разбавленной кислотой, растворяется или распределяется в ней и далее, согласно явлению Деберейнера,⁴ снова уплотняется в воду. Согласно этому взгляду все условия, которые увеличивают абсорбционную способность жидкостей по отношению к газам, должны были бы ускорить ресорбцию смешанных газов. Между тем ни кипячение жидкости, ни сильное встряхивание ее, ни увеличение площади соприкосновения газа с жидкостью, которого легко достигнуть при наклонном положении вольтметра, не оказывали здесь никакого влияния. Для того чтобы использовать абсорбционную способность жидкости только по отношению к смеси газов, находящейся в закрытом колене, сейчас же после кипячения жидкость, находящаяся в открытом конце трубки, была изолирована от атмосферного воздуха слоем масла. Но это также не оказало действия.

Напротив, существенное значение для этого явления ресорбции имеет совершенное металлическое состояние поверхности платиновых электродов, а также химическая чистота жидкости для разложения. Известно, насколько трудно выполнить первое условие. Через открытый конец вольтметра была опущена до дна толстая платиновая проволока, соединенная с цинковым полюсом трехэлементной батареи Грове, после чего оба платиновых электрода были соединены с платиновым полюсом батареи. Таким путем в течение часа на обоих электро-

дах выделялся кислород; но ни применение концентрированного раствора едкого кали в качестве жидкости для разложения, ни химически чистой азотной или серной кислот не дало возможности достигнуть прежней ресорбционной способности платинок.

125

Лучший успех дало платинирование электродов. При применении довольно концентрированного раствора для платинирования и слабого тока удалось так проплатинировать оба соединенных между собой электрода, что их поверхность покрылась матово-белой металлической платиной. После того как вольтметр был несколько раз промыт дистиллированной водой, он был наполнен химически чистой разбавленной азотной кислотой с удельным весом 1.085 и был получен гремучий газ с помощью электромагнитной машины, снабженной коммутатором. Ниже следующая серия наблюдений показывает, как шла ресорбция.

Вторая серия наблюдений

Время	Количество газа в в англ. куб. дюймах	Ресорбция за один час, вычисленная в англ. куб. дюймах
0 ч.	1.6875	—
1 ч. 21 м. . . .	1.4750	0.157
3 ч. 18 м. . . .	1.1250	0.180
5 ч. 38 м. . . .	0.6250	0.214
7 ч. 45 м. . . .	0.1500	0.224

Из этой таблицы видно, что ресорбция все же еще слабее, чем приведенная в § 121. Вместе с тем числа третьего столбца показывают поразительное обстоятельство, что ресорбция здесь в более поздний период усиливалась. Во всех других сериях наблюдений, которые я произвел и которых я здесь не привожу, во всех без исключения случаях в более поздний период всегда происходило уменьшение интенсивности ресорбции.

126

В дальнейшем наиболее благоприятный результат дало гальваническое восстановление платиновой черни на поверхности электродов. При этом применялась батарея из трех элементов Грове и очень разбавленный раствор для платинирования, к которому для повышения электропроводности была добавлена химически чистая серная кислота. Положительным электродом служила упомянутая выше толстая платиновая проволока, опу-

щенная в открытый конец трубки. Обе платиновые пластинки, впаянные в вольтметр, были соединены с цинковым полюсом батареи.

127

Я привожу здесь только две серии наблюдений, которые были проведены не сразу одна после другой, а за период в несколько недель. В обоих случаях вольтметр был заряжен разбавленной химически чистой серной кислотой удельного веса 1.175.

Время	Количество газа в в англ. куб. дюймах	Ресорбция за один час, вычисленная в англ. куб. дюймах
-------	--	--

Третья серия наблюдений

0 ч.	2	—
0 ч. 18 м. . . .	1.7875	0.708
0 ч. 48 м. . . .	1.5000	0.557
1 ч.	1.4000	0.500
2 ч.	1	0.400
2 ч. 51 м. . . .	0.7750	0.324
7 ч. 3 м. . . .	0.1250	0.143

Четвертая серия наблюдений

0 ч.	1.5000	—
0 ч. 30 м. . . .	1.1875	0.625
1 ч.	0.8750	0.625
2 ч.	0.3750	0.500
3 ч. 30 м. . . .	0.1500	0.150
4 ч.	0.1250	0.050

128

Водород или кислород, выделенные в вольтметре отдельно, не ресорбируются. Кроме того, одностороннее выделение одного из этих газов вообще как будто ослабляет ресорбционную способность платиновых электродов. После окончания последней серии наблюдений было получено 1.35 куб. дюйма водорода только на одном электроде вольтметра, обозначенном через Н. После того как через 2.5 часа ничего не было ресорбировано, газ был удален из вольтметра и вместо него было получено 1.25 куб. дюйма кислорода на электроде, обозначенном через О. И этот газ был через 3 часа выпущен, так как и в этом случае

не было ни малейшей ресорбции. Наконец, в вольтамetre было снова получено 1.625 куб. дюйма гремучего газа, из которого, однако, за первый час было ресорбировано всего 0.08 куб. дюйма. Более поздние опыты показали более сильную способность к ресорбции, но прежние результаты были достигнуты только после того, как электроды были заново покрыты платиновой чернью.

129

Я хочу еще сообщить о следующем опыте. В запаянную сверху трубку длиной в $\frac{3}{4}$ дюйма и наполовину заполненную гремучим газом, изолированным снизу водой, была вставлена платиновая пластинка, покрытая платиновой чернью таким образом, чтобы она не пришла в соприкосновение с газом. В этом случае не было никакой ресорбции, и только по прошествии многих месяцев можно было заметить незначительное уменьшение количества газа, которое происходило бы и без наличия платины, согласно известным явлениям абсорбции.

130

Все другие вольтаметры, бывшие в моем распоряжении, имели более или менее сильную способность к ресорбции, которую я не усиливал путем платинирования, чтобы намеренно не повредить применению этого вольтаметра в качестве измерительного инструмента.

131

Если некоммутированный электромагнитный ток не дает газа в вольтамetre, то это, по-видимому, является признаком того, что электроды обладают способностью к ресорбции. Объяснение здесь просто, поскольку чистая поверхность платины наиболее способна сразу снова соединять газы, смесь которых получена на ее поверхности.

132

Другим признаком способности к ресорбции является то, что электроды не дают газа сейчас же по замыкании цепи. В моем вольтамetre проходит теперь в зависимости от силы тока 20—30 секунд, прежде чем выделение газа начнется полным ходом. И тогда всегда значительно раньше появляется кислород, чем водород. Исходя из этого, трудно думать, что

пузырек газа, о котором упоминалось в конце § 119, представляет собой случайно попавший атмосферный воздух; более вероятно, что этот пузырек состоит из избыточного кислорода. Как я вспоминаю, в более ранних опытах также и над ртутью никогда не получалось вспышки всего гремучего газа в эвдиометре.

133

Вольтметры, имеющие электроды с различной способностью к ресорбции, включенные в одну и ту же цепь, дают более или менее различное количество выделенного газа, которое теоретически должно было быть совершенно одинаково. Зачерненные пластины давали всегда меньше газа. Это следует частично приписать упомянутому выше начальному замедлению в выделении газа, а частично во время выделения могла происходить ресорбция.

134

Явление ресорбции как будто никак не связано или слабо связано с поляризацией электродов. Если сейчас же после отключения батареи замкнуть электроды на себя через гальванометр, то появится поляризационный ток, который, как известно, быстро уменьшается и вскоре совершенно исчезает, в то время как ресорбция продолжает идти неизменным ходом. Электроды могут быть соединены через короткую толстую проволоку или открыты, никакого изменения в интенсивности ресорбции при этом не происходит. Впрочем, уже опыт, приведенный в § 128, говорит против влияния поляризации на ресорбцию, так как при выделении 1.35 куб. дюйма водорода электрод Н, очевидно, сильно положительно поляризовался и, как можно было бы ожидать, позднее выделенный кислород должен был бы реагировать с водородом, прилипшим к поверхности электрода, однако этого не произошло.

135

Как известно, простой элемент Даниеля не в состоянии разложить подкисленную воду между платиновыми электродами. Причина этого — поляризация электродов, наступающая сейчас же после замыкания цепи. Если после выделения в вольтметре гремучего газа присоединить элемент Даниеля таким образом, чтобы анод вольтметра был соединен с медью, а катод — с цинком, то можно до некоторой степени держать электроды

в состоянии поляризации. Если бы только при этих условиях имела место ресорбция, то легко можно было бы это объяснить тем, что газы, скрыто находящиеся на поверхности электродов, соединяются с элементами гремучего газа, имеющимися в воде, и образуют воду. Поскольку поставленный опыт, однако, не дает никакого ускорения процесса ресорбции, то отсюда можно установить, в какой мере образование воды зависит от самой металлической природы электродов, а в какой мере — от их поляризации.

136

Непонятно, каким образом в тщательных опытах Фарадея о конденсационной силе платиновых пластин и о применении вольтметра им не было замечено явление ресорбции. Между тем другие физики, употреблявшие такие же вольтметры, или постоянно находили это явление, или же только в том случае, когда вольтметр вместо разбавленной серной кислоты заряжался разбавленной соляной кислотой. Причиной того, что явление ресорбции не было замечено раньше, может служить то обстоятельство, что впаянные платиновые электроды редко имеют требуемую степень чистоты и вообще вольтметры такой формы употребляются не часто. С соляной кислотой в качестве электролитической жидкости дело обстоит иначе. Вообще имеет место сильная ресорбция. В одном опыте, который я провел с обычной продажной соляной кислотой, было ресорбировано за первый час 0.44 куб. дюйма, затем ресорбция уменьшилась и сократилась, когда наступил вечер и стало темно, а на утро началась снова. Когда мне пришел на ум известный опыт, показывающий, что хлор и водород соединяются под действием света, я был рад, что случайно поставил опыт зимой, а не на ярком солнечном свету.

137

Когда я ставил первые опыты с гладкими незачерненными платиновыми пластинками (§ 121), я исходил из того, что в основном процесс ресорбции начинается под действием газов, прилипших к электродам; мне не казалось, таким образом, невозможным, что катод может действовать на кислород атмосферного воздуха, некоторое количество которого было изолировано в вольтметре. 0.675 куб. дюйма гремучего газа, не ресорбированного в первой серии опытов, было поэтому удалено из вольтметра и вместо него впущено 0.975 куб. дюйма атмосферного воздуха, из которого в течение трех дней было аб-

сорбировано 0.3625 куб. дюйма. Поскольку 0.975 куб. дюйма воздуха содержат всего 0.2047 кислорода, то был частично абсорбирован азот, вероятно с образованием азотной кислоты, иначе расчеты не могут сойтись.⁵ В качестве проверочного опыта в градуированной трубке было изолировано над разбавленной серной кислотой определенное количество воздуха, которое в течение почти недели не претерпело заметного изменения объема.

138

Во втором опыте с зачерненными электродами в вольтамetre в течение двух дней было абсорбировано из 1.025 куб. дюйма атмосферного воздуха 0.225 куб. дюйма, что лучше сходится с вычисленным содержанием кислорода.

139

Наконец, в третьем опыте из 1.1125 куб. дюйма атмосферного воздуха было абсорбировано за 24 часа 0.4625 куб. дюйма, что значительно превосходит содержание чистого кислорода — 0.2336 и, вероятно, лишь случайно соответствует составу окиси азота, имеющей равные объемы азота и кислорода. Я хочу здесь еще отметить, что в этих опытах наблюдалось максимальное уменьшение объема, которое было получено с атмосферным воздухом, изолированным в вольтамetre.

140

Если ресорбция гремучего газа поддается соответствующему, хотя и не вполне убедительному, объяснению, то для приведенного выше явления оно не находит применения, тем более, что из опытов моего умершего друга Эд. Тэрнера⁶ (Poggendorff, т. 2, стр. 214) следует, что атмосферный воздух не изменял объема ни при действии нагретого шарика из платиновой черни и трубочной глины,⁷ ни благодаря очень сильно нагретой платине. Вероятно, можно было бы получить объяснение этому крайне удивительному процессу, если каждый раз подвергать анализу оставшееся количество воздуха. Поскольку у меня не было под рукой необходимых для этого аппаратов, а вольтамetre должен для этой цели иметь другое устройство, то подобное исследование должно быть отложено до другого случая.

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ЗАМЕТКА ОБ ИЗМЕРЕНИИ
ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ТОКА РАЗЛОЖЕНИЕМ
СУЛЬФАТА МЕДИ¹**

*Доложено в Отделении физико-математических наук Академии наук
29 ноября 1850 г.*

В представленном на последнем заседании Отделения ме-
муаре «О теории электромагнитных машин»² мною было ука-
зано в § 13, что по дуге градусного круга гальванометра можно
отсчитывать теоретический расход, необходимый для работы
электромагнитной машины в течение заданного времени. Выска-
зываясь таким образом, я исходил из обычно принимаемого
предположения о строгой доказанности замечательного закона
Фарадея, требующего пропорциональности между силой тока и
электролитическим действием в батарее. При включении галь-
ванометра в гальваническую цепь, в моем понимании, необхо-
димо в первую очередь, чтобы закон действия этого гальвано-
метра или соотношение, которое существует между отклоне-
ниями стрелки и силой тока, были точно известны. Я не буду
распространяться здесь о различных способах измерения токов
с помощью магнитного гальванометра. Известно, что для этой
цели пользуются синус-буссолью или тангенс-буссолью, что
в некоторых случаях можно пользоваться также весами
г-на Беккереля и, наконец, что с помощью способа г-на Нер-
вандера и г-на Поггендорфа можно найти эмпирический закон
для выражения искомого соотношения с достаточной точ-
ностью. После того как созданы условия для точных измерений,
нужно сделать еще один дальнейший шаг для того, чтобы
обеспечить гальванометру всю практическую полезность, на ко-
торую он способен, и определить для одного или нескольких от-

клонений соответствующее им электролитическое действие. Закон Фарадея дал бы нам тогда возможность либо вычислить таблицу, содержащую отклонения и электролитические действия, либо непосредственно разделить дугу круга делений гальванометра на части, соответствующие кратным некоторого электролитического разложения, выбранного за единицу. В этом случае стрелка гальванометра непосредственно показывала бы количество цинка, окисленного электролитически в каждой паре батареи в течение 24 часов, или какой-нибудь другой аналогичный эффект. Однако проверка закона Фарадея встречает огромные трудности, как только дело доходит до точных измерений. Перечисление всех этих трудностей и обсуждение всех их причин завело бы нас слишком далеко. Несмотря на то что соотношение между химическим и магнитным гальванометрами было предметом многочисленных исследований, оно, по моему мнению, никогда не было установлено с той точностью, какой удалось добиться в измерениях тока с помощью магнитной стрелки.

Вольтметр с платиновыми пластинками не мог рассматриваться иначе, как с недоверием, с тех пор, как мною было обнаружено обратное поглощение гремучего газа, которое имеет место в этом приборе (*Bulletin de la classe physico-mathématique*, т. VII, стр. 101), и я счел возможным прибегнуть к разложению сульфата меди для того, чтобы установить единицу тока. Несмотря на то что это вещество не подвергается первичному разложению в том смысле, как это понимает г-н Фарадей, предварительные опыты дали достаточно удовлетворительные результаты. Однако, не желая ограничиться этими результатами, я счел необходимым начать рассмотрение с наиболее простого случая. Взяв стеклянную ванну, достаточно широкую и наполненную сульфатом меди, растворенным в 3,5 части воды, я погрузил в этот раствор два медных электрода, предварительно взвешенные на очень чувствительных весах; электроды были включены в одну цепь с гальванометром большой чувствительности, агометром с платиновой нитью и с парой Даниеля. После того как ток поддерживался с помощью агометра в течение 4 часов при постоянном отклонении, равном 35° , были получены в различных опытах ниже приведенные результаты.

Рассматривая четыре первых наблюдения, можно сразу заметить, что эффекты разложения, вместо того чтобы совпадать в узких пределах, непрерывно возрастали, причем расхождения были гораздо больше тех, которые могли бы быть приписаны ошибкам наблюдения. Все обстоятельства опыта оставались неизменными, и это несоответствие могло возникнуть только в результате повышения концентрации раствора сульфата меди, которое происходило от самопроизвольного испарения воды;

Дата проведения опыта	Потеря в весе анода, в г	Увеличение веса катода, в г
10 августа 1846 г.	1.4986	1.4190
12 "	1.4998	1.4241
15 "	1.5028	1.4362
16 "	1.5085	1.4525
17 "	1.4865	1.4425

этому испарению способствовала высокая температура лета, а также то обстоятельство, что сосуд, в котором содержалась жидкость, был покрыт в течение всего времени опыта только листом бумаги. В действительности, когда раствор был вновь разбавлен некоторым количеством воды, опыт от 17 августа, отмеченный звездочкой, тотчас же показал уменьшение электролитических эффектов. Я не мог продолжить эти опыты, которые я собираюсь возобновить в благоприятный момент, распространив одновременно мои исследования на влияние, которое могли бы иметь на разложение сульфата меди размеры и форма электродов, расстояние между ними, температура раствора и т. д. Что бы то ни было, полученные мною результаты заставили меня пока отказаться от намерения использовать разложение сульфата меди для определения единицы тока, сохраняя за собой право вернуться к нему в тех случаях, когда не требуется самая большая точность. Так как наибольшая разница в цифрах второго столбца в таблице наблюдений составляла всего лишь 1.5%, в то время как эта же разница поднималась до 2.4% для чисел третьего столбца, то для измерения тока следует использовать скорее потери веса анода при электроокислении, чем веса меди, восстановленной на поверхности катода. Складывая веса меди, исчезнувшей с одной стороны и восстановленной с другой, получаем в сумме 7.4962 г для исчезнувшей меди и 7.1743 г для восстановленной меди, что дает разницу в 4.5%. Несоответствие этих двух эффектов давно известно и не осталось незамеченным занимавшимися гальванопластикой; однако, поскольку эти все опыты производились с продажным сульфатом меди, содержащим в большинстве случаев свободную кислоту, пристающую к кристаллам, не представляется возможным дать объяснение этой аномалии до тех пор, пока не будут произведены точные опыты с химически чистым сульфатом меди.

ЗАМЕТКА О ПРИМЕНЕНИИ ПЛАТИНОВОЙ КОНТРБАТАРЕИ НА ЭЛЕКТРОТЕЛЕГРАФНЫХ ЛИНИЯХ ¹

Доложено в Парижской Академии наук 30 октября 1859 г.

Известно, что передача депеш по телеграфным проводам встречает трудности в двух совершенно различных случаях. Первый — это случай несовершенной изоляции проводов. Именно в данном случае часть первичного тока отклоняется от своего пути, теряясь в почве; кроме того, благодаря самому прохождению тока в проводах возникает некоторая поляризация, похожая на поляризацию платиновых электродов, служащих для разложения подкисленной воды. Эта поляризация является причиной возникновения вторичного тока, часто очень энергичного, направление которого совпадает с направлением первоначального тока батареи и который продолжает существовать еще долго после перерыва или выключения первоначального тока. Вторичный ток, предоставленный самому себе, уменьшается со временем, но очень редко он исчезает совершенно — лишь в случае, когда ему противопоставляется ток той же интенсивности в обратном направлении. В начальном периоде электрической телеграфии, когда были только плохо изолированные провода, я изучал феноменологию этих токов поляризации на подземных проводах, установленных в окрестностях Санкт-Петербурга и в самом Санкт-Петербурге.

Бюллетень имп. Академии наук содержит серию мемуаров, опубликованных на эту тему. Усовершенствования, сделанные в электропроводке с тех пор, существенно понизили значение этих исследований, тем не менее я хочу напомнить как о любопытном обстоятельстве о том, что неоднократно удавалось раз-

ложить растворы азотнокислого серебра на двух концах подземной проводки длиной в 25 км без фактического участия первичного тока, единственно с помощью вторичного тока, получавшегося длительное время после того, как батарея, состоящая из восьми больших элементов Даниеля, действовала на проводку. Часто случается также, что в телеграфных приборах арматура электромагнитов или совсем не притягивается, или притягивается так сильно, что оттягивающие пружины не в состоянии вернуть арматуру в нормальное положение. В заметке,² прочитанной в имп. Академии наук в Санкт-Петербурге двенадцать лет тому назад, я указал на способ, с помощью которого мне удалось победить возникшие трудности, считавшиеся до тех пор непреодолимыми. Необходимо было выполнить желание монарха и продолжать передачу депеш по подземным проводам, изоляция которых сделалась настолько плохой, что я уже много раз хотел сложить оружие и совершенно отказаться от использования этих проводов. Упомянутый способ, как известно, заключается в применении одной или нескольких пар больших платиновых электродов, погруженных в сосуд, наполненный серной кислотой, разведенной водой, и включенных в цепь вблизи принимающего электромагнита. Очевидно, что так как под действием первичного тока батареи электроды поляризуются в том же направлении, что и провод, то после выключения тока на отправляющей станции они порождают в обмотке электромагнита ток, по своему направлению противоположный току, протекающему от поляризации подземных проводов. Можно легко разобраться в этих эффектах, если сделать чертеж упомянутой схемы, сила действия которой совершенно оправдала мои предположения; действительно, передача телеграмм сделалась возможной только при использовании платиновых электродов или платиновой контрбатареи. Если же батарея выводилась из действия, приемка сигналов внезапно прекращалась из-за постоянного притяжения арматуры электромагнитом. Интересно наблюдать эффекты этих токов поляризации противоположных направлений, заменяя электромагнит мультипликатором не слишком большой чувствительности. Если прервать ток на отправляющей станции, то можно видеть, что стрелка внезапно движется к состоянию своего равновесия, через которое она проходит для того, чтобы получить отклонение в другую сторону; однако поляризация платиновых электродов, хотя и более сильная, чем поляризация проводов, имеет меньшую продолжительность, чем эта последняя. Поэтому поляризация проводов снова берет верх и возвращает стрелку в сторону ее первоначального отклонения. Эта смена токов противоположных направлений создает возможность отъединить арматуру от

электромагнита. Сопротивление, которое контрбатарея прибавляет к сопротивлению основной проводки, можно не учитывать. Если только жидкость, которую употребляют, является хорошим проводником и электроды не слишком узки, это сопротивление не играет роли, когда речь идет о телеграфном проводе некоторой протяженности.

Я позволю себе дать Академии отчет о некоторых опытах, поставленных позднее с проводом в 300 км длиной, входящем в подземную линию Петербург—Москва, изоляция которого была выполнена с предельным совершенством. Такая совершенная изоляция создает второй случай, когда возникают трудности для передачи депеш. Как известно, хорошо изолированные подземные линии можно рассматривать как огромные лейденские банки, заряды которых, медленно стекая после выключения первичного тока, приводят к возникновению вторичных токов другого рода, известных, как мне кажется, под названием «токов возврата», продолжающих действовать на телеграфные аппараты после размыкания цепи. Явления, связанные с подземными проводами с совершенной изоляцией, обнаруживают поразительное сходство с явлениями, возникающими на неисправных линиях, о которых мы только что говорили. Эта аналогия, вероятно, приводила часто к неправильным толкованиям и к путанице в определении причин, которым нужно приписывать задержку при передаче сигналов.

Желая испытать электрохимический телеграф особой конструкции на упомянутой подземной линии в 300 км, изоляция которой, как уже было сказано, была возможно совершенной, я был крайне удивлен, когда получил на полосе бумаги вместо телеграфных знаков одну единственную совершенно непрерывную окрашенную линию. Хотя этот случай был совершенно отличным и в некоторых отношениях прямо противоположным тому, в котором я использовал платиновые электроды, я тем не менее прибегнул к тому же средству, т. е. к контрбатарее, состоящей из трех пар электродов. Действительно, на бумажной ленте мгновенно появились отчетливые и удобочитаемые сигналы отправляющей станции вместо непрерывной прямой линии. Область применения контрбатареи получила, следовательно, расширение, возможность которого я едва мог предположить. В качестве доказательства от обратного, я выключил контрбатарею, после чего увидел, что знаки опять слились и образовали непрерывную линию. С помощью этого средства я мог передавать быстро сменяющиеся электрохимические сигналы, пользуясь при этом небольшой индукционной катушкой, питаемой лишь одним элементом Даниеля. Применяя магнитоэлектрическую машину, снабженную двумя магнитами, делающую 12 оборотов в се-

кунду, также удавалось получить на бумажной ленте противоположной станции 24 цветных знака в секунду, вполне удобочитаемых и хорошо отделенных друг от друга. Электрохимический телеграф не получил до сих пор того применения, которое он несомненно заслуживает ввиду его простоты и чувствительности. Оставляя в стороне некоторые затруднения чисто технического характера, которые исчезнут, как только ими серьезно займутся, электрохимический телеграф не может иметь никаких шансов на успех, если к нему не присоединить незаменимых контрбатарей из платины; только тогда он сумеет успешно бороться с телеграфами любой другой конструкции.

Поскольку воздушные линии получили в настоящее время значительные усовершенствования, можно возразить, что применение контрбатарей не подвинет ни в чем передачу депеш, скорость которых, учитывая условия приема, быть может, сейчас уже почти достигла своего предела. До сих пор у меня еще не было случая для проведения опытов с контрбатареями на линиях некоторой протяженности для того, чтобы изучить воздействия атмосферных возмущений, которым эти линии время от времени подвергаются и к которым недавно присоединились воздействия, приписываемые северному сиянию, до сих пор еще окруженные некоторой тайной. Все заставляет меня надеяться, что с помощью указанного средства удастся преодолеть и эти трудности и прекратить задержки при передаче депеш, часто вызываемые этими воздушными пертурбациями.

Так как я нашел, что Управление телеграфных линий во Франции прекрасно организовано, руководится с совершенным знанием нужд телеграфа, использует все усовершенствования в этой области с правильным выбором и с беспристрастием готово перейти от всякой рутины к прогрессу, я лишь себя надеждой на то, что опыты, о которых я говорил и которые давно имел в виду, будут в скором времени проведены на одной из телеграфных линий Франции. Эти опыты представляют большой интерес, независимо от того, каков будет в конце концов их результат.

ЗАМЕТКА О ПОЛУЧЕНИИ ОТЛОЖЕНИЙ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ЖЕЛЕЗА ¹

*Доложено в Отделении физико-математических наук Академии наук
5 марта 1868 г.*

Я имею честь представить Академии несколько образцов изделий из гальванического железа, полученных в лаборатории гальванопластики Экспедиции заготовления государственных бумаг ² горным инженером Евг. Клейном. ³ Эти образцы представляют из себя пластинки, медали и медальоны и, что особенно важно, страницу подвижного стереотипного набора из железа и клише очень тонкой гильошировки, предназначенного для получения тиражей типографским путем. Этот новый успех гальванопластики не мог бы иметь места без преодоления многих трудностей. С момента первых опытов по гальваническому восстановлению железа, проделанных с некоторым успехом в 1846 г., прошло двадцатилетие, пока добились окончательного разрешения этой проблемы. Однако важность этого успеха несомненна. С того момента, как промышленность им овладеет, его использование породит неожиданные применения. Уже сегодня применение отложений гальванического железа в типографии и возможность получения репродукций гравированных медных пластин на твердом железе находится вне сомнения. Клише из гальванической меди уже оказали огромные услуги печатанию и всем многочисленным зависимым от него отраслям. Можно с уверенностью сказать, что без этих клише было бы невозможно дать те многочисленные иллюстрированные издания, отпечатанные в сотнях тысяч экземпляров, распространенные во всех частях мира, доступные обладателям самых скромных средств, которые так способствовали интеллектуальному раз-

витию и пропаганде полезных знаний. Кроме того, без спсобов, даваемых гальванопластикой, как можно было бы заменить прежнюю систему взимания почтовых расходов почтовыми марками и удовлетворить огромную потребность в последних, увеличивающуюся со дня на день и достигающую в некоторых странах миллиардов? В будущем железные клише, заменив медные, еще больше облегчат всякого рода публикации и издания и в особенности изготовление ценных бумаг, рисунки и набор которых выполняются с наибольшим совершенством и тонкостью для того, чтобы защитить их от подделки. Именно в данной области, которая представляет наибольшие трудности, для типографского искусства, гальванопластика на железе призвана оказать большие услуги. Действительно, клише из гальванического железа почти не разрушаются; они не только выдерживают почти неограниченные тиражи, но вследствие большей твердости дольше медных противостоят неизбежным случайностям, приводящим в отчаяние печатников, вынужденных выбрасывать свои самые красивые клише, поврежденные какой-нибудь крупинкой песка или маленьким узелком, случайно оказавшимся в бумаге. Эти затруднения сказываются не только на затратах, вызванных обновлением клише, но еще более в перерыве и запоздании зачастую очень срочных работ.

Начальник Экспедиции заготовления государственных бумаг часто говорил мне об этих досадных обстоятельствах; надо надеяться, что впредь железные клише заставят их исчезнуть. Уместно напомнить, что первые серьезные применения гальванопластики были сделаны г-ном Клейном-отцом уже почти тридцать лет тому назад в этом учреждении, где они с тех пор укоренились как необходимая часть производства. Теперешний начальник, который сумел поддерживать свое учреждение на высоте всех усовершенствований, сделанных в этой области, испытает, несомненно, живое удовлетворение, видя, что опыты и пробы, сделанные под его просвещенным руководством, увенчались успехом.

Однако применение отложений гальванического железа не ограничивается этим. Образцы, которые я имел честь показать вам, дают право надеяться, что изящные искусства, поскольку наша эпоха призывает их способствовать декоративности и украшению промышленной продукции, не откажутся использовать эти отложения, которые благодаря их прочности и красивому цвету пригодны для самого различного применения.

В письме, адресованном мне г-ном Клейном, которое я имею честь предложить опубликовать в «Bulletin» и «Записках Академии», он детально описывает методы, посредством которых он получил такие прекрасные результаты.⁴

Наилучшие отложения железа, которые я видел до сих пор, были выставлены в прошлом году г-ном Фекьером (Feuquières)⁵ во Дворце выставки. Но можно легко убедиться, что они значительно уступают образцам г-на Клейна. Кроме того, г-н Фекьер не пожелал ничего сообщить о применяемом им методе, о котором он говорит только с самой большой сдержанностью. В статье, опубликованной совсем недавно г-ном проф. Варрен-трапом⁶ из Брауншвейга о гальванопластике железа, этот ученый указывает на методы и ванны, которыми он пользуется, отличающиеся от таковых нашего инженера. Работы последнего тем более смогут считаться самостоятельными, что они проводились на рациональной и научной основе. Желательно упомянуть, что г-н Клейн с целью увеличения растворимости железного анода с полным успехом применял сочетание, аналогичное тому, которым пользовался я сам в 1846 г. для электрохимического разложения серебряных ванн (см. Bull. phys.-math. St. Pbg., t. 5, col. 216, § 59).

Действительно, хорошее качество осадков железа зависит в основном от возможности большой растворимости анода; поскольку увеличение его поверхности не дало желаемого результата, г-ну Клейну пришла мысль соединить этот железный анод с другим анодом из меди. Я испытал такое соединение, заменив медь ретортным углем, что дало более энергичную местную пару. Вот как можно разобраться в результатах такого сочетания: отрицательный металл, соединенный с железом в самой ванне, играет двойную роль — он функционирует как катод по отношению к железу и как анод благодаря своему сочетанию с полюсом из меди, т. е. с положительным полюсом цепи, дающей главный ток. Следовательно, на поверхности этого электрода выделяются одновременно водород и кислород, которые в момент выделения соединяются в отношениях, соответствующих элементам воды. Избыток водорода свободно выделяется или производит поляризацию электрода; если в избытке кислород и если электрод состоит из неокисляющегося вещества, как ретортный уголь, то тоже произойдет выделение газа и слабая поляризация; но если электрод способен окисляться, как например медь, он окислится и растворится. Действительно, поместив в цепь гальванометр, я видел постепенное уменьшение отклонения стрелки, когда ток был очень слаб, потом отклонение становилось совершенно постоянным, после того как сила тока достигла определенного предела; наконец, когда этот предел был превзойден, я увидел, что отклонение стало снова непостоянным. С помощью гальванометра легко регулировать ток таким образом, чтобы на катоде не выделялся ни кислород, ни водород.⁷

О ПОГЛОЩЕНИИ ВОДОРОДА ГАЛЬВАНИЧЕСКИМ ЖЕЛЕЗОМ ¹

*Доложено в Отделении физико-математических наук Академии наук
20 мая 1869 г.*

Я имею честь сообщить Отделению, что некоторое время тому назад мною предпринято определение удельного веса гальванического железа, восстановленного из содержащей железозжидкости. Это железо мелкозернисто, бархатистого вида, серебристо-коричневого цвета, так твердо, что царапает стекло, но вместе с тем исключительно хрупко. Его уд. вес оказался 7.675, принимая за единицу уд. вес воды при 15°.

После того как это железо осторожно нагревалось в платиновом тигле до красного каления, его цвет становился темнее, но одновременно настолько уменьшились твердость и хрупкость, что оно стало совершенно ковким. Его уд. вес оказался 7.811, т. е. выше, чем у кованого железа, уд. вес которого обычно принимается равным 7.788.

Тот факт, что плотность гальванического железа увеличивается при прокаливании, сразу заставил меня предположить присутствие в нем летучих составных частей. Я поэтому попросил г-на проф. Р. Ленца,² который, как я знал, располагает насосом Шпренгеля, поставить с этим железом несколько относящихся к указанному вопросу опытов. Он пишет мне только что об этом следующее:

«Сегодня мне удалось доказать наличие в гальванопластически осажденном железе значительного количества поглощенных газов. Из железа, которое вы были так добры мне прислать, я использовал 9.730 г; я поместил их в фарфоровую трубку, соединенную с насосом Шпренгеля. При эвакуировании трубки из же-

леза не выделилось заметных количеств водорода даже и тогда, когда трубку нагревали парами кипящей воды. При температуре, которая была лишь немного выше, чем у кипящей воды, уже началось незначительное выделение газа, которое увеличилось, когда температура была повышена до красного каления. Вначале нагревание производилось при помощи светильного газа, и при этом было выделено всего 15.1 объема газа (по отношению к железу). Затем я заменил газовое пламя раскаленными угольями, которые сильно раздувались, и получил благодаря этому наивысшее красное, почти белое каление. При этом снова началось выделение газа и окончательно выделилось 17.76 объема газа. Анализ газа еще не сделан, но из предварительных опытов я уже нашел, что газ состоит преимущественно из водорода.

«Я позволю себе напомнить вам, что Грэм³ нашел в железе только 0.5 объема водорода; в метеоритном железе — неполных 3 объема.

Р. Ленц».

Я добавляю к этому сообщению, что при гальваническом восстановлении железа всегда имеет место видимое, хотя и очень слабое выделение газа на катоде, которое до сих пор еще не удалось полностью устранить. При этом сила тока не очень значительна и при употреблении одного элемента Сми соответствует восстановлению от 10 до 12 г за 24 часа. Теперь будет в высшей степени интересно исследовать, имеет ли место поглощение водорода гальваническим железом также и в том случае, если восстановление производится в вакууме или в разреженном воздушном пространстве.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ СООБЩЕНИЕ О ПРИМЕНЕНИИ ВТОРИЧНЫХ, ИЛИ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ, БАТАРЕЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ МОТОРОВ ¹

*Доложено в Отделении физико-математических наук Академии наук
27 октября 1870 г.*

Я позволю себе сообщить Академии о том, что вот уже примерно полтора года, как я вновь направил свое внимание на устройство электромагнитных моторов. В опубликованном уже 20 лет тому назад «Mémoire sur théorie des machines électromagnétiques» ² мною были установлены общие условия, которым подчиняются эти моторы, а также точки зрения, являющиеся для них определяющими. В качестве одного из наиболее важных полученных тогда теоретических результатов следует отметить, что в том случае, когда в этих моторах сопротивление и скорость устанавливаются в соответствии с получением максимальной работы, последняя не зависит от использованных количеств проволоки и железа, а также от специального механического устройства мотора. Она пропорциональна химическому действию в батарее, т. е. обычно растворению цинка, умноженному на электродвижущую силу элементов. Применение больших или меньших масс металла имеет здесь лишь значение, которое в механике имеют устройства, применяемые для изменения соотношения обоих факторов — силы и скорости, — причем произведение их существенно не затрагивается. Поскольку, с одной стороны, в результате одного лишь использования более или менее остроумной механической комбинации от этих моторов можно было ожидать только немногого или даже ничего, а, с другой стороны, из-за высокой стоимости применявшихся в гальванических батареях материалов их экономическое полезное действие выявилося как

несоизмеримо малое, временное прекращение мною работы с этими моторами было вполне оправдано, хотя я никогда не испытывал недостатка в поддержке.

К возобновлению этих работ меня побудили новые точки зрения, возникшие у меня с тех пор. Я отнюдь не стану утверждать, что последние окончательно разрешат проблему, но они тем не менее заслуживают быть подвергнутыми более подробному испытанию и обсуждению.

Во время моих более ранних работ я часто производил опыт, о котором не помню, упоминал ли я где-нибудь. А именно, я ориентировал такой электромотор в плоскости магнитного меридиана, для того чтобы получить механическим путем, с помощью вращения аппарата, магнитоэлектрический ток. Я также часто пропускал гальванический ток через электромагниты только одной из систем, закрепленной или подвижной, для того чтобы возбудить магнитоэлектрический ток в катушках другой системы. У меня было тем меньше побуждений для продолжения этих опытов, что результаты их не давали мне ничего нового и что вообще возникающие в случае электромагнитных моторов токи противоположного направления если и не наносят прямого ущерба экономическому эффекту, тем не менее препятствуют полному использованию батареи. Понятно, что я должен был быть больше заинтересован в том, чтобы устранять эти токи, чем в том, чтобы увеличивать их энергию.

Хотя я и разобрал в упомянутом мемуаре (§ 20) причины, по которым я тогда поставил мало измерительных опытов или совсем не поставил их, но уже самый поверхностный обзор показал, что так называемая коэрцитивная сила, или, скорее, остаточный магнетизм железных масс, оказывает значительное влияние на полезное действие этих моторов, замедляя быструю смену полюсов; одновременно было также видно, что этот остаточный магнетизм не только растет несоответственно с массой железа, но обуславливается также его геометрической формой. Так, например, предложенная г. Джоулем³ в Манчестере остроумная форма электромагнита не могла быть принятой во внимание в моих исследованиях ввиду исключительно большого остаточного магнетизма этих электромагнитов, хотя применение их сделало бы возможным ряд упрощений в конструкции моторов и представило бы многочисленные удобства. Уже в течение последнего периода моих прежних исследований для меня сделалось основным принципом придавать электромагниту лишь самые простые формы и избегать всех тех частей, которые не подвергаются непосредственному влиянию намагничивающих катушек и испытывают индуцирующее действие только от намагниченных железных сердечников. Отклонение от этого правила разрешается

в том случае, когда не требуется динамических эффектов и дело сводится к тому, чтобы сконструировать электромагниты большой подъемной силы; в этом случае применение ненагруженных масс железа особой формы бесспорно оказывается полезным.

Поскольку я напоминаю в своем мемуаре (§ 5) о том, что каждая электромагнитная машина является одновременно и магнитоэлектрической и что обратное также имеет место, то при конструкции аппаратов для получения магнитоэлектрических токов вышеизложенные правила также сохраняют свое значение. Поэтому совершенно справедливо рассматривать магнитоэлектрические аппараты, часто колоссальных размеров, построенные сначала г. Уайльдом⁴ в Манчестере, позднее г. Уитстоном,⁵ Лэддом⁶ и Сименсом,⁷ которыми я неоднократно занимал внимание Академии, как аппараты, построенные в известной мере против правил; они давали бы лишь совершенно недостаточные эффекты, если бы их использовали в качестве моторов с помощью гальванических батарей. Сразу после первого ознакомления с этими изобретениями было очевидно, что остаточный магнетизм в этих случаях является неизбежным. Поэтому нельзя было удивляться, что электромагнитные моторы, приведенные в движение механическими средствами, давали тем меньше таких возрастающих магнитоэлектрических токов, чем рациональнее эти моторы были сконструированы, подобно вышеупомянутым аппаратам. Если же действительно с помощью этих аппаратов можно производить удивительные эффекты и получать токи, превосходящие по силе все, что до сих пор было достигнуто с помощью гальванических батарей, то да будет мне позволено заметить, что подобные успехи сделались возможными только вследствие несоизмеримой затраты механической работы, применяемой для приведения таких аппаратов в действие. Если обсудить вопрос о том, используется ли эта работа, помимо трения и других механических препятствий, только на производство таких токов, то на него приходится ответить отрицательно и указать на происходящее в этих аппаратах очень большое выделение тепла. Последнее приводит легко к сгоранию материалов, применяемых для изоляции катушек, и вызывает расстройство и заземление трудящихся частей, что является значительным препятствием для применения этих аппаратов.

Хотя эти препятствия могли бы быть отчасти устранены с помощью таких искусственных приемов, как перенос развивающегося тепла на другие тела, например на постоянно сменяющиеся массы воды, но, очевидно, что этим путем нельзя ничего выиграть для разрешения поставленной задачи. Согласно неизменным законам сохранения живой силы затраченная работа точно равна сумме механических эквивалентов произведенного

тепла и произведенных единиц тока. Чем больше первое слагаемое, тем меньше последнее, и обратно. Так как в электромагнитных моторах гальваническая работа претерпевает схожее эквивалентное расщепление на тепло и механическую работу, то для обеих категорий аппаратов точно указано направление, которого нужно держаться, если желательно достигнуть каких-либо усовершенствований в этих аппаратах. В обоих случаях надо стремиться к уменьшению получаемого эквивалента тепла, чтобы увеличить в одном случае эквивалент тока, в другом — эквивалент механической работы.

Первое впечатление при рассмотрении этой области явлений сводится, пожалуй, к тому, что, как известно, благодаря нарушению магнитного равновесия идиомагнитных масс могут быть вызваны электродинамические токи; что эти токи потребляют известную механическую работу и развивают соответственный эквивалент тепла, причем и та и другая величины зависят не только от удельной магнитной коэрцитивной силы упомянутых масс, но также от их геометрической формы; наконец, что наблюдаемый после магнитных нарушений остаточный магнетизм дает в известной мере выражение необходимой для этих нарушений большей или меньшей механической работы и развивающегося при этом большего или меньшего эквивалента тепла. Здесь открывается широкая и важная, но трудная область исследования, для которой в качестве материала пока имеются лишь немногие предварительные работы.

Практическим результатом этих рассуждений является вывод, что относительно большого коэффициента полезного действия можно ожидать от таких электромагнитных моторов, у которых имеет место большее ограничение использованных для отдельных электромагнитов количеств железа. Я заставил сконструировать такой аппарат уже в прошлом году. Он состоит из железных стержней 9 мм в сечении и 54 мм в длину, обмотанных проволокой толщиной в 0.45 мм. таким образом, что сечение обмоток берется вдвое большим, чем сечение железных сердечников. До сих пор я не был еще в состоянии измерить работу, производимую с помощью этого аппарата; мне не хотелось делать это поверхностно с помощью подъема какой-либо тяжести или с помощью сконструированного для этой цели динамометра Прони, в непригодности которого для измерения небольших механических работ я убедился во время моих более ранних опытов. Но я намереваюсь предпринять такие измерения после окончания других приготовлений, с помощью термодинамического аппарата, уже спроектированного с этой целью, в котором суммарная работа,

произведенная в течение определенного времени, поглощается с помощью трения и используется для нагревания окружающей жидкости. Я имею тем большее доверие к успеху этого метода измерений, что требующиеся для этого аппараты были спроектированы еще задолго до того, как знаменитый создатель новой механической теории тепла предложил ту же самую идею естествоиспытателям, собравшимся в Инсбруке в прошлом году.

Для практического использования моторов является жизненным вопросом, какого рода гальванические батареи должны быть к ним применены. Прежде всего такая батарея должна быть возможно более постоянной и обладать возможно большой электродвижущей силой; кроме того, применяемая нами обмотка из тонкой проволоки требует, чтобы батарея состояла из многочисленных элементов, соединенных последовательно. Те, кто пользовались этими аппаратами, делающимися все более незаменимыми, безусловно не недооценили трудностей, связанных с подходящим для нашей цели выбором. Мне кажется, что я пошел по оригинальному пути для решения моей задачи, и если бы этот путь сразу не представился мне как ведущий к цели, я, вероятно, вообще не возобновил бы работы с этими моторами.

Примерно 25 лет тому назад я сделал Академии сообщение о применении контрбатареи, возникающей в результате поляризации, для телеграфных проводов, изолированных либо слишком хорошо, либо недостаточно — два крайних случая, создающих, как известно, главные трудности при передаче телеграфных знаков. Такую вторичную или поляризационную батарею я применял уже с успехом в моих предварительных опытах. Она не состоит, подобно моей прежней контрбатареи, из платины, а по предложению г. Плантэ⁸ из Парижа, я выбрал для нее свинцовые пластины, погруженные в крепкую серную кислоту удельного веса 1.3. Для этой поляризационной батареи я в настоящее время конструирую 50 элементов с действующей поверхностью в 900 кв. см и занимающих, тем не менее, очень мало места. Они помещаются в небольших гуттаперчевых сосудах, всего лишь 6.3 см ширины и 13.6 см высоты. Из этих 50 элементов собираются две батареи, каждая по 25 элементов, устроенных таким образом, чтобы в то время, когда 25 элементов одной батареи, соединенных так, чтобы образовать поверхность, равную $2\frac{1}{4}$ кв. м, заряжаются, элементы другой, соединенные последовательно, действуют на мотор. Спустя некоторое, определяемое опытным путем время сразу производится переключение: первая батарея, соединенная последовательно, приводится в действие, в то время как вторая батарея заряжается всей своей поверхностью. Я нашел нецелесообразным предложенный г. Томсеном

из Копенгагена⁹ метод попеременного заряжения каждого элемента в отдельности и предпочел выбрать для осуществления различных соединений систему, примыкающую по своему принципу к известному переключателю Поггендорфа, хотя при таком большом числе элементов нелегко было достигнуть цели удобным и надежным путем. Переключение, естественно, должно происходить автоматически; в моих предварительных опытах оно производилось с помощью электромагнитного приспособления, которое меня мало удовлетворяло; батарея, которая конструируется в настоящее время, будет снабжена родом гидравлического очень простого механизма, который одновременно допускает точную регулировку периодов переключений. Я пользовался для заряжения сначала двумя элементами Бунзена с большими пластинами, которые я заменяю равным количеством элементов Грове или, что еще более вероятно, четырьмя элементами Даниеля с большими пластинами, для того чтобы освободиться от обременительного, трудно устранимого выделения паров азотистой кислоты, которое сопровождает работу первых двух видов батарей. Если имеется несколько сосудов, в которых осуществляется гальванопластическое восстановление меди с помощью так называемого простого аппарата,¹⁰ то эти сосуды могут заменить батареи Даниеля с тем преимуществом, что при этом одновременно получают гальванопластические отливки, вместо более или менее неравномерных осадков меди. При этом надо указать еще и на то преимущество, что в этом случае можно включить, смотря по обстоятельствам, больше чем 4 элемента в цепь, без того чтобы сказался экономический убыток от относительно большого растворения цинка.

Поляризация свинцовых пластин в основном зависит от образования слоя перекиси свинца, возникающего на аноде. Элементы обладают большей электродвижущей силой, чем хорошо заряженные элементы Бунзена или Грове. Внутреннее сопротивление свинцовых элементов мало ввиду большой поверхности, которой они обладают, хорошей проводимости используемой серной кислоты удельного веса 1.3 и, наконец, ввиду незначительного расстояния между пластинами, не превышающего 3 мм. Наблюдаемый вообще у вторичных батарей очень быстрый спад электродвижущей силы менее заметен в случае свинцовых батарей, особенно если включенное внешнее сопротивление не слишком мало. Длительность ее сохранения зависит, кроме того, от длительности зарядки; время, в течение которого последняя достигает своего максимума, будет определено. Превышать этот максимум было бы невыгодным, так как это отразилось бы на величине коэффициента полезного действия мотора, зависящего от электродвижущей силы.

Здесь также имеется широкое поле для исследований, еще очень далеких от завершения. Дело сводится в первую очередь к тому, чтобы найти отношение первичной батареи ко вторичной, соответствующее максимуму эффекта, причем легко может случиться, что дальнейшие исследования будут способствовать скорее уменьшению, чем увеличению поверхности вторичного элемента, что, впрочем, легко может быть достигнуто меньшим наполнением маленьких сосудов; кроме того, вполне возможно, что могут быть найдены и другие вторичные сочетания, которые, хотя и не дадут большой электродвижущей силы, могут дать большее время действия.

Я бы хотел тут же обеспечить себя против неправильного истолкования моих взглядов. Если твердо установлено, что при переходе тепла в механическую работу найденный довольно точно с помощью ряда опытов механический эквивалент тепла не может быть превзойден, если, как я допускаю, что, вероятно, при всех обстоятельствах подобный, хотя еще и не строго установленный, эквивалент проявляется при превращении химических процессов батареи в тепло и механическую работу, то посредством моей вторичной батареи я не могу получить большего полезного действия, чем то, которое было бы получено при непосредственном применении первичной батареи к мотору. Я исходил из практических соображений, согласно которым гораздо удобнее использовать вместо 35 элементов Грове или Бунзена или 60 элементов Даниеля только 2 элемента первого или 5 элементов второго рода с большой поверхностью и, кроме того, 50 вторичных элементов, которые не требуют постоянно возобновляющейся зарядки и тщательности при обращении с ними. Всегда является более выигрышным ограничить свое внимание небольшим числом предметов, чем направлять его на большее число этих последних.

ПРИМЕЧАНИЯ К РАБОТАМ Б. С. ЯКОБИ*

1. О ПРОСТОЙ КИСЛОРОДНОЙ ЦЕПИ БЕККЕРЕЛЯ

¹ *Über Becquerels einfache Sauerstoffkette. Pogg. Ann., 1837, Bd. 40, SS. 67—73.* Статья написана Якоби еще до переезда в Петербург, когда он жил в г. Дерпте (Тарту).

² Мора, Карл-Фридрих (Mohr, Carl Friedrich, 1806—1879), профессор Боннского университета, до этого аптекарь в Кобленце Упоминаемая Якоби статья Мора озаглавлена: «*Über Becquerel's einfachen galvanischen Apparat, der zu Zersetzungen dienlich seyen soll*». Von Dr. Friedrich Mohr zu Coblenz. Pogg. Ann., 1836, Bd. 39, SS. 129—136; датирована: Кобленц, 27 июля 1836 г.

³ Беккерель, Антуан-Сезар (Becquerel, Antoine Cesar, 1788—1878), французский физик и электрохимик, родоначальник ряда поколений французских физиков. Известными учеными были: его сын Александр-Эдмунд (1840—1891), внук Антуан-Анри (1852—1908; открыл радиоактивность урана) и правнук Жан (р. 1878)

Доклад Беккереля, на который ссылается Якоби, был прочитан 7 декабря 1835 г. и напечатан под названием «*Appareil électro-chimique destiné à opérer des décompositions, comme la pile de Volta*». Comptes Rendus, 1836, pp. 455—457; краткое содержание доклада напечатано в: L'Institut, 1835, т. III, № 135, стр. 395.

⁴ Гебель, Карл (1794—1851), профессор химии Дерптского университета; кафедру занимал с 1828 г. до смерти (см.: Императорский Юрьевский, бывший Дерптский, университет за сто лет его существования (1802—1902). Т. I. Первый и второй периоды (1802—1865). Исторический очерк Е. В. Петухова, Юрьев, 1902, стр. 407).

⁵ Нобили, Леопольдо (Nobili, Leopoldo, 1784—1835), итальянский физик.

⁶ Мозер, Людвиг-Фердинанд (Moser, Ludwig Ferdinand, 1805—1880), немецкий физик, профессор Кенигсбергского университета.

⁷ Страница «*Mémoires*», указанная Б. С. Якоби.

⁸ z — цинк, p — платина, k — медь.

2. ВЫДЕРЖКА ИЗ ПИСЬМА... г. ЯКОБИ К г. ЛЕНЦУ

¹ Extrait d'une lettre de M. le prof. Jacobi á Dorpat á M. Lenz. Bull. scient., 1837, t. II, col. 60—64. Письмо Якоби представляет интерес во многих отношениях. На него он ссылался, когда речь шла о работах, приведших к открытию гальванопластики (см. стр. 140 настоящего сборника).

² Речь идет о сделанном 11 ноября 1836 г. Э. Х. Ленцем сообщении

* Примечания составлены М. И. Радовским, за исключением отмеченных А. Ф. (Ред.).

в Академии наук: «Замечания относительно некоторых начал учения о гальванизме» (Bull. scient., 1836, t. I, N 22, col. 169—173).

³ Даниель, Джон-Фредерик (Daniel, John Frederic, 1790—1845), английский физик и химик. Член Королевского общества (1813). Полное описание элемента Даниеля содержится в трех его письмах к М. Фарадею от 23 января, 6 апреля 1836 г. и 15 июня 1837 г.; они опубликованы в печатном органе Королевского общества под названием: «On voltaic combinations. In a Letter addressed to Michel Faraday... By J. Frederic Daniel, FRS, Prof. Chem. in King's College, London». Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 1836, стр. 107—129; 1837, стр. 141—160. Заметка в «L'Institut», о которой упоминает Якоби, напечатана в 1836 г., в т. IV, стр. 150—151; см. также стр. 262.

⁴ The London and Edinburgh Philosophical Magazine and Journal of science, 1836, т. IX, стр. 283—286; здесь напечатана статья W. Mullins «Observations on the construction of Voltaic Batteries with a Description of a Battery exhibited at the Royal Institution of Great Britain. June 3, 1836, in which an uniform and powerful current is sustained for any period required; см. еще: Proceedings of the Royal Society, т. III, стр. 410.

⁵ Очевидно, кристаллы медного купороса.

3. СООБЩЕНИЕ Б. С. ЯКОБИ НЕПРЕМЕННОМУ СЕКРЕТАРЮ П. Н. ФУССУ О СДЕЛАННОМ ИМ ОТКРЫТИИ

¹ Письмо Якоби, написанное по-немецки, было доложено П. Н. Фуссом 5 октября 1833 г. Академии наук. Полностью в переводе сына Б. С. Якоби Николая Борисовича (1839—1902) напечатано в журнале «Записки Русского технического общества» в 1889 г., когда праздновалось 50-летие открытия гальванопластики (Зап. Русск. техн. общ., т. 23, 1889, апрель, стр. 9—12). Здесь документ приводится в переводе Т. Н. Кладов, извлечение из этого письма напечатано в: Bull. scient., 1838, t. IV, col. 368; A. Petersb. Zeitung, 1838, 30 октября (11 November), № 246, стр. 1101—1102.

В том же 1838 г. в «Санкт-Петербургских ведомостях» (24 октября, № 291, стр. 1319) была помещена заметка: «О новом открытии, сделанном профессором Якоби». См. наст. сб., стр. 282.

² Фусс Павел Николаевич (1798—1855), академик-математик с 1826 г. до конца жизни, непреходящий секретарь Петербургской Академии наук; правнук Л. Эйлера и сын Н. И. Фусса, непреходящего секретаря Академии. Особенно близко сошелся с Якоби во время деятельности Комиссии, учрежденной для производства опытов относительно приложения электромагнетизма к движению машин (1837—1842), членом которой Фусс состоял в течение всего времени ее существования.

³ См. предыдущую статью, стр. 35.

⁴ Якоби называет медный электрод отрицательным в соответствии с тем, что он по сравнению с цинковым заряжает жидкость более отрицательно. Такой способ обозначения был в то время общепринят. В мировой электрохимической литературе в этом вопросе до сих пор не существует единства обозначений. В СССР и в большинстве западноевропейских стран в настоящее время принято считать медный электрод в медно-цинковой цепи положительным, а цинковый — отрицательным, основываясь на значениях потенциалов, приобретаемых металлами в соприкосновении с жидкостью [А. Ф.].

⁵ Образец своего изделия Якоби передал в 1839 г. для хранения в Эрмитаж. Это была репродукция барельефа Ф. Толстого «Пир женихов в доме Одиссея». См. стр. 241 настоящего сборника.

4. О СПОСОБЕ ПРОИЗВОДСТВА КОПИЙ С НАГРАВИРОВАННЫХ МЕДНЫХ ПЛАСТИНОК...

¹ On the Method of producing copies of engraved Copperplates by voltaic action; on the supply of mixed gases for Drummond light by electrolysis; on the application of electromagnetism as a motive power in navigation and on electromagnetic currents. The London and Edinburgh Philosophical Magazine and Journal of science. 1839, т. XV, стр. 161—165. Русский перевод, приведенный здесь, с небольшими редакционными поправками напечатан в книге «Электродвигатель в его историческом развитии», стр. 331—334.

На послание Якоби Фарадей ответил 17 августа того же года письмом (см. Архив АН СССР, ф. 187, оп. 1, № 1, л. 140), опубликованным в переводе на русский язык впервые в журнале «Записки Русского технического общества», 1889, апрель, стр. 11—12. Сын Б. С. Якоби, Николай Борисович, снабдил письмо примечанием, в котором отметил, что к письму Якоби приложил «гальванические снимки с выгравированной карточки „Faraday from Jacobi with his compliments“» (Фарадею с приветом от Якоби).

² Друммондов свет назван так по имени Томаса Друммонда (Drummond, Thomas, 1797—1840), предложившего способ освещения, основанный на накаливании тугоплавких окислов в пламени гремучего газа.

³ Первый опыт плавания электромагнитного бота Якоби состоялся 13 сентября 1838 г.

5. СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ДЕЙСТВИЯ ДВУХ ВОЛЬТАИЧЕСКИХ ПАР: МЕДЬ—ЦИНК И ПЛАТИНА—ЦИНК

¹ Mesure comparative de l'action de deux couples voltaïques: l'un cuivre — zinc, l'autre platine — zinc. Bull. scient., 1840, t. VI, 369—371. Сообщение Якоби было оглашено непрямым секретарем Академии П. Н. Фуссом (см. протоколы Академии наук, 1840, 31 января, § 77). Участвовать в заседаниях Академии и выступать с докладами имели право только действительные ее члены; ими считались адъюнкты, экстраординарные и обычные академики. Якоби был избран адъюнктом 29 ноября 1839 г., а утвержден в этом звании в январе 1840 г. (там же, § 87); впервые Якоби присутствовал на заседании Академии 7 февраля 1840 г. (там же, § 85).

² Грове, Вильям-Роберт (Grove, William Robert, 1811—1896), английский физик, известен предложенным им гальваническим элементом (элемент Грове). Якоби познакомился с Грове в 1840 г. во время пребывания в Англии на съезде Британской ассоциации.

³ Электромагнитные весы Беккереля (о нем см. настоящий сборник, стр. 192) — измерительный прибор, описанный в его сочинении «Description et usage de la Balance électromagnétique et de la Pile à courants constants». Comptes Rendus, 1837, t. IV, pp. 35—41 и в «Traité expérimental de l'Électricité et du magnétisme», t. V, part. 1, 1837, pp. 209—215; здесь впервые опубликована схема прибора Беккереля.

⁴ Якоби пересчитывает значение λ' для платино-цинковой пары, поверхность которой была равна 2.5 кв. фута, на поверхность медно-цинковой пары, равную 36 кв. футам. Отнесенные, таким образом, к одной и той же величине поверхности значения $\gamma = 15.35$ и $\gamma' = 2.4$ могли быть использованы для расчета, приведенного в конце статьи [А. Ф.].

⁵ Действительно,
$$\frac{z'}{z} = \sqrt{\frac{s'}{\lambda'}} \sqrt{\frac{s}{\lambda}} = A : A' = 0.6. [А. Ф.]$$

6. ГАЛЬВАНОПЛАСТИКА, ИЛИ СПОСОБ ПО ДАННЫМ ОБРАЗАМ ПРОИЗВОДИТЬ МЕДНЫЕ ИЗДЕЛИЯ... ПОМОЩЬЮ ГАЛЬВАНИЗМА

¹ Издано в Петербурге в 1840 г. одновременно на русском и немецком языках.

² Речь идет о Комиссии для приложения электромагнетизма к движению машин по способу проф. Якоби.

³ См. настоящий сборник, стр. 43.

⁴ См. М. И. Радовский. Пионер технической физики в России. К 150-летию со дня рождения академика Б. С. Якоби. Журнал технической физики, 1951, т. XXI, вып. 10, стр. 1272 и сл.

⁵ За открытие гальванопластики Якоби получил от правительства награду в 25 000 руб. и обязался не патентовать своего изобретения, сделав его таким образом всеобщим достоянием. Это было тотчас же отмечено зарубежной печатью. Во Франции, например, писали: «То, что Дагерр сделал для рисунка, г. Якоби сумел сделать для скульптуры. Чтобы быть справедливым, мы должны признать вместе со всем миром, что Россия, гордясь изобретением г. Якоби, стала распространять его с гораздо большей быстротой и бескорыстием, чем это делала Франция, подарив Европе дагерротип. При этом дагерротипу предшествовали во всей Европе различные, взятые заранее патенты на изобретение, так что каждое государство внесло свою часть в изобретение, подаренное ему нами. Г-н Якоби проявил в этом смысле больше щедрости. Он распространил свой секрет во всем объеме». (Журнал технической физики, 1951, т. XXI, вып. 10, стр. 1272 и сл.).

Якоби получил еще другую награду. В 1840 г. Академия наук присудила ему полную Демидовскую премию в 5000 руб., от которых он отказался, пожелав, чтобы эта сумма была использована для финансирования опытов по электромагнетизму и его практическому применению (см. настоящий сборник, стр. 256).

⁶ Муфель — аппарат для обжигания, употребляемый в металлургической и химической промышленности.

⁷ Бобринский, Алексей Алексеевич (1800—1868), видный деятель министерства финансов, основатель сахарозаводской промышленности на юге России.

7. ПИСЬМО Б. С. ЯКОБИ М. ФАРАДЕЮ

¹ Печатается по черновику; на французском языке (Архив АН СССР, ф. 187, оп. 1, № 1, лл. 284—285).

² Речь идет о т. I «Experimental Researches in Electricity», напечатанном в 1839 г. (русс. пер. Е. А. Чернышевой и Я. Р. Чернышевой-Шмидт, под ред. и с комментариями члена-корр. АН СССР Т. П. Кравца, издан в 1947 г. в серии «Классики науки», выпускаемой Академией наук СССР). Экземпляр «Experimental Researches» был послан Фарадеем Якоби при письме к нему, датированном 19 августа 1839 г. (русский перевод этого письма, выполненный сыном Б. С. Якоби Николаем Борисовичем, напечатан в 1889 г. в журнале «Записки Русского технического общества», т. XXIII, № 4, стр. 8).

³ В названном томе содержатся первые четырнадцать серий (1831—1838). Начиная с открытия электромагнитной индукции, описанию которого посвящена первая серия «Экспериментальных исследований», Фарадей публиковал свои труды в области электричества сериями; все они имеют об-

щую рубрикацию — пункты. К тому времени, когда Якоби писал публикуемое письмо, Фарадей сделал уже достоянием ученого мира семнадцатую серию «Экспериментальных исследований» (см. прим. 5).

⁴ «Philosophical Transactions» (издается с 1665 г.) — печатный орган Королевского общества (английской Академии наук; полное название: «The Royal society of London for the promotion of natural knowledge» основано в 1660 г.). В этом журнале печатались труды Фарадея, они появлялись и отдельными оттисками; комплект их с дарственной надписью Петербургской Академии хранится в Библиотеке Академии наук в Ленинграде (сектор редких и ценных изданий, № 2291).

⁵ Речь идет о выступлении Фарадея 26 марта 1840 г. на заседании Королевского общества с заключительной частью XVII серии «Экспериментальных исследований». (См.: Abstracts of the Papers printed in the Philosophical Transactions of the Royal Society of London, from 1837 to 1843 inclusive. London. 1843, vol. IV, pp. 213—215). Вот что содержится в протокольной записи:

«Было возобновлено и закончено чтение статьи, озаглавленной „Исследование по электричеству, семнадцатая серия: об источнике силы в гальваническом элементе, Михаила Фарадея, эскв., члена Кор. общ.“.

«В этой серии автор продолжает свои экспериментальные исследования о происхождении „электрической силы“ в гальваническом элементе...». «Рассматривается, — записано в протоколе, — влияние тепла и концентрации жидкости на элемент, причем были отмечены и объяснены некоторые своеобразные явления, которые оказались несовместимыми с какой-либо теорией происхождения электродвижущей силы от контакта. В работе рассматриваются весьма многочисленные случаи, когда гальванический ток возбуждается без какого-либо металлического контакта, под влиянием одного только химического действия, и устанавливается, что химическое действие практически возбуждает электричество. Фарадей считает, что все наблюдаемые им явления самым лучшим образом согласуются с химической теорией возбуждения». В заключение в протокольной записи говорится.

«Некоторые ученые рассматривают явления термоэлектричества как утвердительные доказательства того, что чисто металлический контакт возбуждает электрический ток. Поэтому автор рассматривает указанные явления в отношении такого действия и приходит к заключению, что они, на самом деле, говорят против существования такой силы. В случае термоэлектричества металлы располагаются в порядке, который в такой мере отличен от порядка, присущего им в любом электролите, что никоим образом нельзя рассматривать их последовательность как обусловленную каким-либо взаимодействием металлов друг с другом, общим для обоих способов возбуждения.

«Последний раздел этой серии говорит о том, что существование такой силы, какую предполагает теория контакта, неправдоподобно. Он считает противоречащим всякой естественной аналогии и правдоподобно, чтобы две частицы, которые, будучи приведены в соприкосновение, приобрели благодаря своему взаимодействию противоположные электрические состояния, были способны передать друг другу эти состояния путем разряда и в то же время остаться в том же состоянии, в каком они были сначала, т. е. невероятно, чтобы то, что предварительно имело место, могло оставить их неизменными во всех отношениях. Иными словами, сила, которая дала возможность двум частицам достичь путем взаимодействия определенного состояния, не должна быть достаточной для того, чтобы они сохранили это состояние. Допущение таких явлений было бы, с его точки зрения, равносильно отрицанию того, что действие равно противодействию. Теория контакта, по его мнению, предполагает, что сила, способная преодолеть мощное

сопротивление как химическое, так и механическое, может возникнуть из ничего; что без каких-либо изменений в действующей материи или затраты какой-либо иной силы можно получить электрический ток, который будет продолжаться вечно, вопреки постоянному сопротивлению, или сможет быть остановлен, как в гальваническом приборе, обломками, нагроможденными его собственным действием. Это, как полагает автор, было бы сотворением силы, какого не бывает в природе, и, поскольку не представляет никакой трудности превратить электрическую силу в механическую через посредство магнетизма, мы сразу получили бы вечный двигатель. Этот вывод автор считает убедительным и решающим доказательством того, что теория контакта основана на заблуждении.

«В постскрипуме автор указывает, что позднее он нашел в курсе гальванизма д-ра Роже, в „Library of useful knowledge“, опубликованном в 1829 г., слова, где приводится тот же аргумент о ненаучной природе теории контакта».

⁶ Восьмая серия «Экспериментальных исследований» озаглавлена: «Об электричестве гальванического элемента; его источник, количество, направление и основные свойства его».

⁷ Фехнер, Густав Теодор (Fechner, Gustav Theodor, 1801—1887), немецкий физик, психолог и философ. До занятия психологией и философией работал над вопросами электричества и опубликовал целый ряд трудов; из них наиболее известна монография: «Измерения гальванической цепи» (Massbestimmungen über die galvanische Kette. Leipzig, 1831). В этом труде Фехнер описывает свои работы, которые подтвердили выводы Ома.

⁸ В Англии не только работы Фехнера, но и само его имя было мало известно: в записи о присуждении Ому медали Коплея Фехнер назван Фишнером.

⁹ Здесь Якоби имеет в виду Э. Х. Ленца.

¹⁰ Работа Якоби «О химическом и магнитном гальванометрах» была доложена 19 апреля 1839 г. в Петербургской Академии наук и в том же году опубликована в ее печатном органе (Bull. scient., t. V, col. 353—377).

¹¹ Речь идет о сообщении Якоби в Академии наук (31 января 1840 г.); см. стр. 55.

¹² Сми, Альфред (Smee, Alfred, 1818—1877), английский электрофизиолог. Элементы Сми описаны им в статье «On the galvanic properties with a description of a new chemicomechanical Battery», помещенной в «Philosophical Magazine», 1840, vol. XVI, pp. 422—425.

¹³ После того как в журнале «Athenaeum» (1839, № 624, октябрь) было перепечатано письмо к Фарадею (см. стр. 50). Т. Спенсер прислал в редакцию письмо, по поводу которого в «Athenaeum» (№ 626) появилось следующее сообщение:

«Недавно (в № 624) мы опубликовали письмо м-ра Якоби к м-ру Фарадею, в котором он описывает свои опыты по получению копий с медных пластинок посредством гальванического электричества. После этого мы получили письмо от м-ра Томаса Спенсера из Ливерпуля, из которого, по-видимому, следует, что он некоторое время назад занимался независимо тем же самым вопросом и ему не только удалось сделать все, что сделал м-р Якоби, но и успешно преодолеть трудности, задерживавшие дальнейший ход работ последнего».

¹⁴ Притязания Т. Спенсера не прекращались на протяжении свыше четверти века, несмотря на то, что в самой Англии он подвергался осмеянию в печати. Так, Г. Диркс, посылая Якоби напечатанную против Спенсера статью («Mechanical Magazine», 1844, vol. XC), писал русскому ученому: «Мистер Спенсер — грубый и упрямый человек и, кажется, решил стать гением, хотя природа, очевидно, предназначила ему быть только механиком» (Записки Русского технического общества, 1889, № 4, стр. 15). Диркс со-

общал еще Якоби: «Я снесся с д-рами Фарадеем, Юром и Брендом на этот счет, и, по-видимому, они были довольны моими разъяснениями». Якоби особенно дорожил мнением Фарадея, который исключительно высоко оценил сделанное в России открытие. Вот что писал 17 августа 1839 г. Фарадей Якоби в ответ на сообщение последнего о своих работах и достигнутых результатах: «Ваше письмо было для меня честью и любезностью, которых я не мог ожидать, и я самым искренним образом благодарю за него. Мне только хотелось бы, отвечая на него, иметь возможность сообщить вам столь же хорошие новости, как ваши, но мое письмо в сравнении с вашим будет весьма скромным, ибо последнее время я не имел достаточно сил для работы и в настоящий момент ничего не могу сказать. Я был так заинтересован вашим письмом и теми большими результатами, о которых вы столь любезно поставили меня в известность, что перевел его и послал почти целиком издателю „Philosophical Magazine“» (там же).

¹⁵ Еще за год до этого Якоби пришлось неоднократно касаться истории своего открытия (в письмах к С. Уварову, Г. Волконскому, В. Одоевскому и др., см. настоящий сборник, стр. 250 и сл.). В данном случае, составляя черновик письма, Якоби не стал повторять того, что уже излагал не раз.

¹⁶ См. vol. III, pp. 507—508. Отклики на открытие гальванопластики, в частности в Англии, см. в названном в прим. Библиографическом указателе, стр. 111 и сл.

¹⁷ См. настоящий сборник, стр. 50.

¹⁸ Британская ассоциация для содействия развитию наук (British Association for the Advancement of science; осн. в 1831 г.) собиралась каждый год в разных городах Англии. В данном случае Якоби имеет в виду съезд 1839 г., где Фарадей демонстрировал присланную ему Якоби пластинку.

¹⁹ Королевский институт Великобритании (Royal Institution of Great Britain, осн. в 1799 г. В. Румфордом) — естественнонаучное учреждение, руководителем которого (директором лаборатории) в то время был Фарадей.

²⁰ Зантедески, Франческо (Zantedeschi, Francesco, 1797—1873), аббат, впоследствии профессор физики Падуанского университета. Письмо, о котором сообщает Якоби, хранится в бумагах последнего (ф. 187, оп. 1, № 52, л. 54).

²¹ На этом рукопись обрывается. Вскоре (в сентябре 1840 г.) Якоби поехал в Англию для участия в собравшемся в Глазго съезде Британской ассоциации, где встретился с Фарадеем; ему он нанес свой первый визит — на второй день после прибытия в Лондон.

8. О ЗАМЕЧАНИЯХ Г-НА БЕККЕРЕЛЯ...

¹ Sur les remarques de M. Becquerel relatives à ma mesure comparative de l'action de deux couples voltaïques: l'un cuivre—zinc. l'autre platine—zinc. Bull. scient., 1841, t. VIII, col. 261—264.

² См. настоящий сборник, стр. 55.

³ Полностью они изложены в: Comptes Rendus, 1841, т. XII, стр. 20—21; в сокращенном виде замечания Беккереля (их цитирует Якоби) напечатаны в: L'Institut, 1841, т. IX, стр. 1—2. Поводом к выступлению Беккереля послужило переданное Якоби через А. Н. Демидова сообщение Парижской Академии наук о докладе в Петербургской Академии.

⁴ Беккерель предполагал, что основную роль при возникновении цепи играет соприкосновение обоих растворов [А. Ф.].

⁵ Ом, Георг-Симон (Ohm, Georg Simon, 1789—1854), немецкий физик. Его труды были встречены враждебно и долгое время не признавались в ученом мире. Лишь спустя почти пятнадцать лет после выхода в свет знаменитого трактата Ома «Die galvanische Kette. mathematisch bearbeitet»

(Математическое исследование гальванической цепи, 1827), когда французский физик К. М. Пулье (1791—1863) в результате самостоятельно принятых изысканий пришел к аналогичным выводам. Он был удостоен акта официального признания, получив в 1841 г. от Лондонского Королевского общества медаль Коплея (см. прим. 7 к письму Якоби к М. Фарадею. — «Вопросы истории естествознания и техники», 1956, № 1, стр. 256—257). Якоби же еще в 1835 г. писал: «Теория, предложенная Омом, . . . так проста и настолько согласуется со всеми явлениями, происходящими в гальваническом элементе, что я не поколебался принять ее и положил ее в основу моих работ по конструированию моего магнитного аппарата» (Электродвигатель в его историческом развитии, стр. 159). При присуждении ему названной медали подчеркивалось, что выводы немецкого ученого признали и ими пользовались Гаусс, Ленц и Якоби (см.: К. К. Баумгарт. Работы Э. Х. Ленца и Б. С. Якоби по электромагнетизму. В кн. «Вопросы истории отечественной науки». Изд. АН СССР, М.—Л., 1949, стр. 186. — См. также *Öffentliche Anerkennung der Ohmschen Theorie in England*. Pogg. Ann., 1842, Bd. 5, SS. 178—180).

⁶ Берцелиус. Иенс-Якоб (Berzelius, Jöns Jacob, 1779—1848), шведский химик и электрохимик.

9. ДОКЛАД О ГАЛЬВАНОГРАФИИ

¹ Rapport sur la galvanographie. Bull. scient., 1842, t. X, № 6, col. 91—95. В протоколе (§ 33) записано: «Г. адъюнкт Якоби представил несколько гальванографических образцов его светлости герцога Лейхтенбергского и г. Гофмана, капитана артиллерии датской службы, и огласил заметку, относящуюся к этому новому роду искусства. После этого сообщения г. Якоби предложил Отделению: 1) представить эти образцы вниманию г. министра и президента (обе должности занимал С. С. Уваров, — Ред.), 2) доложить об этом сообщении другим отделениям Академии и 3) сделать об этом публичный доклад. Отделение согласилось с этим предложением и постановило напечатать заметку г. Якоби в „Bulletin Scientifique“».

² Максимилиан Лейхтенбергский (1817—1852), сын Евгения Богарне, пасынка Наполеона I. В 1839 г. женился на дочери Николая I Марии; почетный член Академии наук с 1843 г., президент Академии художеств, основатель крупного гальванопластического производства. В протоколе (§ 40¹) имеется следующая запись о выступлении Якоби: «Г-н адъюнкт Якоби представил от имени е. и. в. герцога Максимилиана Лейхтенбергского, почетного члена, работу под заглавием „Несколько новых опытов по гальванопластике“ и огласил ее, показав одновременно несколько интересных примеров одного из методов, изобретенных и описанных автором».

³ Принцип «гальванографического» метода заключается в следующем. Если нанести на металлическую поверхность краской или лаком рисунок, после чего нарастить на поверхность гальваническую медь, то те места пластинки, на которых нет краски или слой ее тонок, покроются сильнее, а на рисунке, поскольку осаждение происходит только через поры краски, слой меди получится менее высоким. После меднения такая металлическая пластинка подобна резанной для гравюры поверхности, в нее набивают краску и печатают. Второй способ получения доски для печатания заключается в анодном растворении не покрытой рисунком части доски и получении таким путем выпуклого рисунка. Якоби еще раз вернулся к вопросу о гальванографии в 1845 г.; в заметке, напечатанной в «St. Pbg. Zeitung», № 9, он указывает на последние работы в этой области [А. Ф.].

10. МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОСТОЯННЫХ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

¹ Eine Methode die Constanten der voltaschen Ketten zu bestimmen, Bull. scient., 1842, t. X, col. 257—267. Это сообщение в Протоколе (§ 106) названо «Новый метод определения постоянных гальванических цепей».

² Нервандер, Иоганн-Якоб (Nervander, Johann Jacob, 1805—1848), профессор Гельсингфорского университета, член-корреспондент Петербургской Академии наук. Работы Нервандера по электрическим измерениям изложены им в статье «Mémoire sur un Galvanomètre à châssis cylindrique par lequel on obtient immédiatement et sans calcul la mesure de l'intensité du courant électrique qui produit la déviation de l'aiguille aimantée». (О гальванометре в цилиндрической раме, по отклонению магнитной стрелки которого можно сразу, без подсчетов, определить величину силы электрического тока). Ann. de Chimie et de Physique, 1833, t. LV, стр. 156—184. Описание конструкции гальванометра, о которой упоминает Якоби, было сделано Э. Х. Ленцем в его работе «О законах выделения тепла гальваническим током» (см.: Э. Х. Ленц. Избранные труды, стр. 361 и сл.). Отношения Якоби с Нервандером — см. Вестник АН СССР, 1955, № 3. — Из переписки финского ученого Нервандера с Б. С. Якоби.

³ См. настоящий сборник, прим. 3 на стр. 192.

⁴ Поггендорф, Иоганн-Христиан (Poggendorf, Johann Christian, 1796—1877), немецкий физик. Якоби имеет в виду следующие работы Поггендорфа: «Methode zur quantitativen Bestimmungen der electromotorischen Kraft in constanter galvanischer Ketten» (Pogg Ann., 1841, t. LIV, стр. 161—191) и «Ueber eine Methode, die relativen Maxima der Stromstärken zweier voltaschen Ketten zu bestimmen» (I, 1842, t. LV, стр. 43—62).

⁵ Якоби имеет в виду монографию «Massbestimmungen über die galvanische Kette» (Leipzig, 1831, S. 260). О Фехнере см. настоящий сборник, стр. 197.

⁶ Доклад этот под названием «О некоторых электромагнитных аппаратах» напечатан в «Bull. scient.», 1842, t. IX, col. 173—187).

⁷ Речь идет о сделанном Якоби 18 марта 1842 г. в Академии сообщении «Описание усовершенствованного гальванометра» (см. Протоколы АН, 1842, § 93); напечатано в «Bull. scient.», 1842, t. X, col. 285—288.

⁸ См. Bull. Scient., 1840, t. VI, стр. 369—371.

⁹ Якоби имеет в виду совместную работу с Ленцем «О законах электромагнитов» (см.: Э. Х. Ленц. Избранные труды, стр. 293 и сл.).

¹⁰ Вебер, Вильгельм-Эдуард (Weber, Wilhelm Eduard, 1804—1891), немецкий физик, чл.-корр. Петербургской Академии наук (1853); вместе с К.-Ф. Гауссом (1777—1855) разработал абсолютную систему электрических измерений. Изготовленным Якоби эталоном Вебер пользовался при определении абсолютной единицы сопротивления. В связи с работами над измерениями между Якоби и Вебером завязалась переписка (письма Вебера хранятся в Архиве АН СССР). В данном случае Якоби имеет в виду статью Вебера «Bemerkungen über die Wirkungen eines Magnets in der Ferne» (Pogg. Ann., 1842, Bd. LV, SS. 33—42).

¹¹ Якоби имеет в виду статью Поггендорфа, упомянутую в прим. 4.

¹² См. статью Поггендорфа: «Verbesserte Einrichtung des Voltameters zur getrennten Auffangung beider Bestandteile des Wassers» (Pogg. Ann. 1842, Bd. LV, SS. 277—301).

¹³ Форсельман де Геер, Петер-Отто-Конрад (Vorselman de Heer, Pieter Otto Soenread, 1809—1841), голландский физик.

¹⁴ Якоби заостряет внимание на том, что ячейку, в которой происходит электролиз, из-за явлений поляризации нельзя рассматривать как проводник, подчиняющийся закону Ома, и что нельзя отождествлять электродвижущую силу вольтаической цепи при ее нормальной работе и при пропускании

тока в обратном направлении. Однако в предложенном Якоби методе определения э. д. с. источников тока не учитывается, что поляризация, зависящая от силы тока, наступает и при нормальном функционировании батареи, вследствие чего величины A в приведенных выше формулах нельзя считать постоянными. В этом случае Якоби фактически включает поляризацию в падение напряжения, связанное с внутренним сопротивлением источника тока, что, однако, незаконно, так как поляризация электродов источника тока не пропорциональна силе тока, проходящего через систему [A Ф.].

¹⁵ Медный купорос CuSO_4 . В тексте старинное изображение, где эквивалент соединения с кислородом обозначен точками над символами химических элементов [A Ф.].

11. ДОКЛАД О РАЗВИТИИ ГАЛЬВАНОПЛАСТИКИ

¹ Bericht über die Entwicklung der Galvanoplastik. Bull. phys-math, 1843, t. I, col. 65—71.

² См. настоящий сборник, стр. 43.

³ Подвергать исправлениям резчика.

⁴ Речь идет о знаменитом изречении Фрэнсиса Бэкона (1561—1626): «Знание — сила».

⁵ См. статью И. Г. Спасского в настоящем сборнике.

⁶ Об этом в протоколе от 24 апреля 1840 г. (§ 229) записано: «Г-н адъюнкт Якоби демонстрировал четыре гелиографические картины, выполненные при помощи упрощенного метода банкиром г. Вернером. Одна из этих картин представляет вид нового Адмиралтейства с набережной Васильевского острова при морозе в 15° и по красоте и по отчетливости изображения превосходит все, что имеется в этом роде в С.-Петербурге. То же относится к трем остальным картинам, из которых одна представляет Исаакиевский собор, снятый с натуры, а две другие являются копиями гравированных эстампов. Упрощение способа, придуманное г. Вернером, относится главным образом к подготовке пластинок и, в частности, к их обработке иодом — операции, которая продолжается всего $1\frac{1}{4}$ минуты и производится или сухим путем, или с применением иодного раствора. Следует еще заметить, что зимний пейзаж был получен при полном дневном свете и без применения темной камеры, что весьма существенно, хотя нужно еще доказать на опыте, можно ли будет работать среди дня также и при ярком солнце. Г-н Вернер представляет эту картину в распоряжение Академии. Постановлено передать ее в физический кабинет и поручить г. Якоби поблагодарить г. Вернера от имени Академии».

Ф. Вернер издал в 1840 г. в Петербурге «Указатель золочения и серебрения гальваническим путем».

О способе гелиографии см. Техническая энциклопедия, т. 19, 1933, стр. 674. Обработка иодом производится для создания светочувствительного слоя на фотографической пластинке (образование AgI), с которой изображение переносится затем на хромо-желатиновый слой. При освещении этого слоя желатина делается нерастворимой. Вымывание насыщенной желатины из хромо-желатинового слоя создает рельефное изображение, которое может быть использовано для дальнейших операций.

Вопросу об изготовлении копий дагерротипов путем гальванопластики посвящена заметка Якоби в «Bull. phys-math.», 1851, t. IX, col. 131—132.

⁷ Об этом в протоколе от 23 апреля 1841 г. (§ 225) записано: «Г-н Якоби демонстрировал Академии бюст в натуральную величину покойного короля Пруссии, исполненный из меди по гальванопластическому способу художником-медальером г. Газенбергером. Так как этот бюст является первой попыткой применения гальванопластики к получению фи-

гур таких размеров, г. Якоби предложил поощрить г. Газенбергера суммой в 150 р. серебром из остатка Демидовской премии, которая в прошлом году была присуждена г. Якоби и которую он пожертвовал (см. настоящий сборник, стр. 261) на гальванические и электромагнитные исследования. Одобрено».

12. ДОКЛАД О ГАЛЬВАНИЧЕСКОМ ЗОЛОЧЕНИИ

¹ Bericht über die Galvanische Vergoldung. Bull. phys.-math., 1843, t. I, col. 72—78.

² См. протоколы 1842 г. Отделения физико-математических наук, § 216.

³ Де ла Рив, Август-Артур (De la Rive, Auguste Arthur, 1801—1873), швейцарский физик, автор теории местных (локальных) элементов.

⁴ Элькингтон, Джордж-Ричард (Elkington, George Richard, 1801—1865), основатель электрохимической промышленности в Англии (см.: Rapport sur les nouveaux procédés introduits dans l'art du doreur par MM. Elkington et de Roulz. Comptes Rendus, 1841, t. XIII, pp. 499—1021, 1165. Processes introduced in the Art of Gilding. By Elkington and de Roulz. The annals of electricity, magnetism and chemistry and guardian of experimental science, conducted by William Sturgeon, 1842, t. VIII, pp. 125—130).

⁵ О смысле терминов «положительный» и «отрицательный» у Якоби см. настоящий сборник, прим. 4 на стр. 193. [А. Ф.].

⁶ Шенбейн, Христиан-Фридрих (Schönbein, Christian Friedrich, 1799—1868), немецкий химик.

⁷ Дюма, Жан-Баптист (Dumas, Jean Baptiste, 1800—1884), французский химик.

⁸ Рульц, Франсуа-Альберт-Генри-Фердинанд (Roulz, Francois Albert Henri Ferdinand), французский инженер.

⁹ Петцольд, Георг-Пауль-Александр (Petzold, Georg Paul Alexandre, 1810—1889), с 1846 г. профессор сельского хозяйства и технологии Дерптского университета.

¹⁰ Якоби еще раз вернулся к вопросу о преимуществах и недостатках гальванического золочения в связи с посещением в 1867 г. Всемирной выставки в Париже. В своем отчете он указал, что «гальваническое золочение вполне заменило золочение через огонь» и «что еще не достигнуто гальваническим золочением, так это лишь изящество и тонкость матовой позолоты прошедшего столетия». «Смешивая надлежащим образом щелока серебра или золота и меди и употребляя аноды из сплава металлов, мы в состоянии достигнуть огромного разнообразия зеленых или красных золотых оттенков, что дает возможность произвести такие оттенки, которые художники получают при помощи плавления и цизилировки различных сплавов из драгоценных металлов». [А. Ф.].

13. ЦЕПЬ КНЯЗЯ П. БАГРАТИОНА ПОСТОЯННОГО ДЕЙСТВИЯ

¹ Багратион, Петр Романович (1818—1876), генерал-лейтенант, племянник прославленного полководца, героя Отечественной войны 1812 г. Первоначально деятельность П. Р. Багратиона протекала в инженерных войсках; 22 лет он был назначен адъютантом начальника инженеров гвардейского корпуса инженер-генерала П. А. Витовтова (1797—1868). Багратион известен еще исследованиями в области металлургии (см.: И. Н. П л а к с и н, чл.-корр. АН СССР. Зарождение основ металлургии благородных

металлов. В кн. «Русские ученые в цветной металлургии». Госметаллургиздат, М., 1948, стр. 92—108).

² Sur la pile à effect constant du prince P. Bagration. Bull. phys.-math., 1844, t. II, col. 188—192.

В Протоколе (§ 244) отмечено: «Г-н экстраординарный академик (экстраординарным академиком Якоби был избран в 1842 г., см. Протоколы, §§ 51, 100 и 178, — Ред.) Якоби представил и огласил заметку кн. П. Багратиона. Он (Якоби) затем предложил Отделению заказать для кн. Багратиона гальванометр и вольтметр, чтобы дать ему возможность продолжать исследования и чтобы проверить действие его элементов точными измерениями. Расходы могли бы быть отнесены за счет остатков суммы от Демидовской премии, которую г. Якоби предназначил для опытов по электромагнетизму. Отделение на это согласилось и поручило г. Якоби заказать приборы, а затем доложить Отделению, когда приборы будут готовы».

14. О ГАЛЬВАНИЧЕСКОМ ПОКРЫТИИ ЛАТУНЬЮ

¹ Über galvanische Messing-Reduction. Bull. phys.-math., 1844, t. II, col. 296—300. В Протоколе (§ 15) значится: «Г-н экстраординарный академик Якоби представил и огласил заметку „О гальваническом покрытии латуни“ и демонстрировал несколько предметов, покрытых латунию гальваническим способом».

² См. Comptes Rendus, 1842, t. XV, pp. 280—283.

15. ПИСЬМО Б. С. ЯКОБИ К БЕККЕРЕЛЮ

¹ Lettre adressée à M. Becquerel par M. Jacobi. Ann. de Chimie et de Physique, 1867, t. XI, pp. 238—248. Письмо Якоби к Беккерелю опубликовано лишь спустя двадцать с лишним лет после того, как оно было оглашено в Академии наук. Письмо было напечатано в связи с пребыванием Якоби во Франции во время Всемирной выставки в Париже (1867 г.). О выступлении Якоби в Академии наук в Протоколе от 20 февраля 1846 г. (§ 59) записано: «Г-н экстраординарный академик Якоби сообщил Отделению [физико-математических наук] письмо, в котором Беккерель в Париже просит у него исторических указаний относительно открытия гальванопластики, и огласил за этим свой ответ г. Беккерелю, копию которого он просит Отделение сохранить в делах. Принято». Копия эта, сделанная рукою самого Якоби, хранится в Архиве АН СССР, ф. 187, оп. 1, № 1, л. 580.

Напечатанный в «Ann. de Chimie et de Physique» текст отличается от первоначального прибавлениями, содержащимися в примечаниях, которыми Якоби снабдил свое письмо при его опубликовании.

² См. настоящий сборник, стр. 35.

³ Запись эта приведена в кн.: А. А. Ильин. Борис Семенович Якоби. Исторический очерк изобретения гальванопластики. СПб., 1889, стр. 30.

⁴ Дестрем, Морис Гугонович (Destréme, 1787—1855), инженер-генерал; работал на транспорте, занимался также и литературной деятельностью; известен, в частности, переводами басен И. А. Крылова на французский язык.

⁵ Свидетельства Н. Э. Клауса (1796—1864) и Э. Н. Гофмана (1801—1840) опубликованы в журнале «Записки Русского технического общества», 1889, апрель, стр. 8.

⁶ Речь идет о работах Якоби над электродвигателем.

⁷ Для участия в работе Комиссии для приложения электромагнетизма к движению машин по способу проф. Якоби.

⁸ См. настоящий сборник, стр. 49.

⁹ См. там же, прим. 1 на стр. 193.

¹⁰ Уваров Сергей Семенович (1786—1855), президент Петербургской Академии наук с 1818 г. до смерти; с 1838 по 1849 г. — министр просвещения.

¹¹ См. настоящий сборник, стр. 193.

¹² См. там же, прим. 2 на стр. 276.

¹³ См. «Записки Русского технического общества», 1889, стр. 14 и сл.

¹⁴ См. настоящий сборник, стр. 96.

¹⁵ См. там же, стр. 58.

16. О НЕКОТОРЫХ НОВЫХ ВОЛЬТАИЧЕСКИХ СОЧЕТАНИЯХ

¹ Galvanische und electromagnetische Versuche. Dritte Reihe, erste Abteilung. Über einige neue voltasche Combinationen. Bull. phys.-math., 1847, t. V, col. 209—224.

² В Протоколе (§ 203) записано: «Г-н экстраординарный академик Якоби доложил Отделению, что электрохимические исследования привели его к гальваническому сочетанию, которое не только представляет выдающийся интерес, но может иметь и техническое применение. Если в элементе Даниеля заменить серную кислоту достаточно крепким раствором цианистого калия, а цинк серебром, то получается довольно сильный ток, под действием которого серебро быстро разлагается, а медь восстанавливается. Таким путем можно легко получить весьма насыщенные и вполне чистые растворы серебра. Следует заметить, что в этом опыте была использована азотнокислая медь и что за 2 часа растворилось $1\frac{3}{4}$ золотника серебра. Вместо меди и медной соли можно также взять уголь или платину и азотную кислоту. Г-н Якоби имеет в виду попробовать и другие сочетания металлов и держать Отделение в курсе тех результатов, которые у него получатся. Далее он демонстрировал Отделению серебряную пластинку, весьма ковкую, восстановленную действием очень сильных токов, тогда как ранее ему удавалось получить металл такого качества лишь в результате весьма медленного процесса. Он добавил, что пока еще не в состоянии дать более определенные сведения о причинах этого явления».

³ О борьбе сторонников химической и контактной теорий см.: Т. П. Кравец. М. Фарадей и его экспериментальные исследования по электричеству в кн.: М. Фарадей. Экспериментальные исследования по электричеству, т. II, изд. АН СССР, 1950, стр. 411 и сл. Современное состояние вопроса освещено в статье М. И. Темкина «Проблема Вольта в электрохимии» (Изв. АН СССР, серия химическая, 1946, стр. 235). — См. также: А. Н. Фрумкин, В. С. Багоцкий, Э. А. Иоффе и Б. Н. Кабанов. Кинетика электродных процессов. Изд. МГУ, 1952, стр. 32.

⁴ Во многих случаях электрохимическое растворение металлов, вызывающее разрушение пассивирующей пленки, действительно ускоряет его самопроизвольное растворение с выделением водорода (так называемый отрицательный разностный эффект) [А. Ф.].

⁵ Рl — свинец (Pb).

⁶ Растворенные или абсорбированные газы не могли дать столь длительных эффектов. Опыт заслуживал бы повторения и проверки. [А. Ф.].

17. ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ СООБЩЕНИЕ О ГАЛЬВАНОПЛАСТИЧЕСКОМ ВОССТАНОВЛЕНИИ

¹ Vorläufige Notiz über galvanoplastische Reduction mittelst einer magneto-electrischen Maschine. Bull. phys.-math., 1847, t. V, col. 318—320.

В Протоколе (§ 81) значится: «Г-н экстраординарный академик Якоби демонстрировал Отделению несколько образцов гальванического восстановления с помощью магнитоэлектрической машины и огласил предварительное сообщение об этом способе, которое он просит напечатать в „Bulletin“.

Принято».
² Этот доклад (Über magneto-electrische Maschinen. Bull. phys.-math., t. V, col. 97—113) в русском переводе опубликован в кн.: «Динамомашин в ее историческом развитии», стр. 112—126.

18. О РЕСОРБЦИИ ГАЗА В ВОЛЬТАМЕТРЕ

¹ Galvanische und electromagnetische Versuche. Fünfte Reihe, erste Abteilung. Von der Resorption der Gase im Voltmeter. Bull. phys.-math., 1849, t. VII, col. 161—170.

Под «ресорбцией» Якоби подразумевает обратное поглощение выделившихся при электролизе газов.

² Сообщение касалось исследований магнитоэлектрической машины (см. Протоколы ОФМН, § 279).

³ Русский перевод см. в кн.: М. Фарадей. Экспериментальные исследования по электричеству, т. I, под ред. Т. П. Кравца. Изд. АН СССР, М.—Л., 1947, стр. 282.

⁴ Деберейнер, Иоганн-Вольфганг (Döbereiner, Johann Wolfgang, 1780—1849), немецкий химик, обнаруживший, что под действием платины в мелкораздробленном состоянии (платиновая губка) водород и кислород гремучего газа вступают между собою в реакцию с сильным выделением тепла, что приводит к саморазогреванию платины (огниво Деберейнера).

В работе Якоби впервые исследовано соединение водорода с кислородом на поверхности платины в присутствии раствора электролита. Эта реакция и в настоящее время привлекает внимание исследователей, ею занимались Л. В. Писаржевский, С. Д. Левина и др. Для течения реакции в первую очередь имеет значение степень чистоты и активности поверхности металла. Во время протекания реакции возможно как возрастание активности вследствие некоторого разрыхления поверхности, так и спад ее, вызываемый адсорбцией посторонних примесей из раствора, что находится в соответствии с наблюдениями Якоби. Существенное значение имеет также предшествующая электрохимическая обработка поверхности. Более точное исследование обнаруживает зависимость каталитической активности платины от наложенной поляризации и состава раствора [А. Ф.].

⁵ Предположение Якоби об участии в реакции атмосферного азота ошибочно [А. Ф.].

⁶ Тэрнер, Эдуард (Turner, Eduard, 1796—1837), английский химик; опыты, на которые ссылается Якоби, опубликованы под названием «Experiments on the applications of Prof. Döbereiner's recent discovery to Eudiometry». The Edinburgh philosoph. Journ., 1824, т. XI, стр. 99—113.

Якоби называет Тэрнера своим другом, так как учился вместе с ним в Геттингенском университете (1821—1824).

⁷ Применение таких шариков для каталитического соединения водорода и кислорода было предложено Деберейнером [А. Ф.].

19. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ЗАМЕТКА ОБ ИЗМЕРЕНИИ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ТОКА РАЗЛОЖЕНИЯ СУЛЬФАТА МЕДИ

¹ Note préliminaire sur la mesure du courant galvanique par la décomposition du sulfate de cuivre. Bull. phys.-math., 1851, t. IX, col. 333—335.

² См. там же, стр. 289—310; упоминаемый Якоби мемуар был сообщен им Отделению физико-математических наук 15 ноября 1850 г.

20. ЗАМЕТКА О ПРИМЕНЕНИИ ПЛАТИНОВОЙ КОНТРБАТАРЕИ НА ЭЛЕКТРОТЕЛЕГРАФНЫХ ЛИНИЯХ

¹ Note sur l'emploi d'une contrebatterie de platine aux lignes électrotélégraphiques. Comptes Rendus, 1859, t. 49, pp. 610—614. Заметка была оглашена в заседании Парижской Академии наук 31 октября 1859 г.

² См. настоящий сборник, стр. 164.

21. ЗАМЕТКА О ПОЛУЧЕНИИ ОТЛОЖЕНИЙ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ЖЕЛЕЗА

¹ Note sur la production des dépôts de fer galvanique. Bull. de l'Acad. Sci. St. Pbg., 1869, т. XIII, стр. 40—43.

² Экспедиция заготовления государственных бумаг — учреждение, занимавшееся производством денежных знаков и других ценных бумаг (основана в конце XVIII в.); здесь впервые была применена гальванопластика в широких масштабах.

³ Об изобретенном Клейном электролитическом способе получения железа см. его выступление в Техническом обществе: «Об осаждении железа в сплошном виде гальваническим путем» (Записки Русского технического общества, 1869, вып. 4 и 5, стр. 65—70) и статью «Производство железных осадков посредством гальванизма» (Типографский журнал, 1869, №№ 19 и 20, стр. 74).

⁴ См. названный в примечании 3 номер «Типографского журнала».

⁵ См. там же.

⁶ Варрентрап, Франц (Varrentrapp, Franz, 1815—1877). Якоби имеет в виду следующую работу Варрентрапа: «Über galvanische Niederschläge für die Buchdruckerei (Polytechnisches Journal, hrsg. von Dingler, 1865, т. CLXXV, стр. 122—133).

⁷ Ванны, применявшиеся Е. И. Клейном, состояли из концентрированных растворов сернокислого железа и сернокислого аммония. Во время работы они подкислялись, что неблагоприятно отражалось на качестве осадков железа. Е. И. Клейн связывает это подкисление с недостаточным растворением железных анодов, что указывало бы на их частичную пассивацию. Присоединение меди или ретортного угля может усилить растворение железного анода, создавая дополнительную пару; в этом случае, однако, на меди или угле должно происходить выделение водорода. Если отрегулировать распределение тока таким образом, чтобы выделение водорода прекратилось, как это указывает Якоби, то присоединение угля будет, очевидно, бесполезным [А. Ф.].

22. О ПОГЛОЩЕНИИ ВОДОРОДА ГАЛЬВАНИЧЕСКИМ ЖЕЛЕЗОМ

¹ Notiz über die Wasserstoffabsorption des galvanischen Eisens. Bull. de l'Acad. Sci. Pbg., 1870, т. XIV, стр. 252—253.

² Ленц, Роберт Эмильевич (1833—1903), сын академика Э. Х. Ленца, профессор Петербургского университета и Технологического института, член-корреспондент Академии наук; с 1869 г. управляющий Экспедицией заготовления государственных бумаг. Известен своими работами по электропроводности растворов. Р. Э. Ленц ввел в науку понятие об эквивалентной электропроводности растворов электролитов; работы его имели большое значение для создания теории электролитической диссоциации [А. Ф.].

³ Грэм, Томас (Graham, Thomas, 1805—1869), английский химик.

23. ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ СООБЩЕНИЕ О ПРИМЕНЕНИИ ВТОРИЧНЫХ, ИЛИ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ, БАТАРЕЙ...

¹ Vorläufige Notiz über die Anwendung Secundärer oder Polarisationsbatterien auf electromagnetische Motoren. Bull. de l'Acad. Sci. St. Pbg., 1871, т. XV, стр. 510—517.

² Bull. phys.-math., 1851, т. 9, р. 260.

³ Джоуль, Джеймс-Прескотт (Joule, James Prescott, 1818—1889), английский физик. Работа Джоуля в области электромагнетизма завершилась созданием электромагнитной машины; описание ее см.: Электродвигатель в его историческом развитии, стр. 281 и сл.

⁴ Г Уайльд (Wilde). О машине Г. Уайльда см.: Динамомашин в ее историческом развитии, стр. 166 и 252.

⁵ Уитстон, Чарльз (Wheatstone, Charles, 1802—1875), английский физик и электротехник. Описание машины Уитстона с самовозбуждением см. там же, стр. 187 и сл.

⁶ Лэдд (Ladd) один из первых построил динамомашину, после открытия принципа самовозбуждения (см. там же, стр. 210 и сл.).

⁷ Сименс, Эрнст-Вернер (Siemens, Ernst Werner, 1816—1892), немецкий электротехник и предприниматель; о его роли в открытии принципа самовозбуждения и, следовательно, в изобретении динамомашин см. там же, стр. 175.

⁸ Плантэ, Раймонд-Луи-Гастон (Planté, Raimond Louis Gaston, 1834—1889), французский физик, изобретатель свинцового аккумулятора.

⁹ Томсен, Ганс-Петер-Йорген-Юлиус (Thomsen, Hans Peter Jörgen Julius, 1826—1909), датский химик; его метод, о котором говорит Якоби, описан в статье: «Die Polarisationsbatterie, ein neuer Apparat zur Entwicklung continuilicher Stromstärke mittelst eines einfachen galvanischen Elements», von Prof. Julius Thomsen in Kopenhagen (Pogg. Ann., 1865, т. CXXXIV, стр. 498—500).

¹⁰ Т. е. аппарата, в котором гальванопластическое отложение меди производилось без помощи внешнего источника тока и который, таким образом, сам использовался одновременно в качестве источника тока и гальванической ванны [А. Ф.].

ПРИЛОЖЕНИЯ

И. Г. СПАСКИЙ

ПЕРВЫЕ ГОДЫ ГАЛЬВАНОПЛАСТИКИ В РОССИИ

Первые отзывы о гальванопластике появились в русской печати в 1839 г. Они показывают, что для большинства современников, искренне восхищавшихся замечательным открытием, возможности его применения представлялись ограниченными в основном областью художественного ремесла. Однако в ближайшие же годы, а отчасти даже еще до опубликования книги Б. С. Якоби,¹ гальванопластика проложила путь в ряд производств и сделала чрезвычайно быстрые успехи, которые для многих были полной неожиданностью. Составленный в начале 1842 г. доклад министра финансов Е. Ф. Канкрин «на высочайшее имя» прямо и начинается с заявления об этом. «Неожиданно быстрое развитие гальванопластики и многообразное применение оной в художествах, фабриках и ремеслах» побудили министерство озаботиться организацией подготовки специалистов по этой отрасли техники.²

Уже с начала 1840-х годов довольно широкий круг лиц в Петербурге, а отчасти и в Москве, занимался разработкой вопросов различного технического применения гальванопластики. Наибольшее внимание в первые годы уделялось гальванопластическим покрытиям, главным образом золочению и серебрению, разработке и усовершенствованию технологии копирования «круглой» скульптуры и применению гальванопластики в области полиграфии и художественной печати.

¹ М. Г. Якоби. Гальванопластика, или способ по данным образцам производить медные изделия из медных растворов помощью гальванизма. СПб., 1840; также в Жуанале мануфактур и торговли, 1840, кн. II. См. настоящий сборник, стр. 58 и сл.

² Центральный государственный исторический архив г. Ленинграда (ЦГИАЛ), ф. 560, оп. 4, № 1114, л. 1.

За три года — с 1842 по 1844 г. — в Петербурге и Москве вышло около десятка книг и серьезных специальных статей о гальванопластике, которые позволяют установить, какие области ее применения вызывали в то время наибольший интерес. Журналы и газеты первого пятилетия сороковых годов постоянно публиковали отечественные материалы о гальванопластике, сообщения из заграницы и помещали обстоятельные рецензии на выходящую литературу о ней.

Издатель «Библиотеки для чтения» О. И. Сенковский после неудачного выпада против Б. С. Якоби в 1839 г., когда он пытался поднять на щит как истинного «изобретателя» гальванопластики василеостровского ремесленника И. Гамбургера³ (которого в действительности обучил сам Якоби, готовя себе технического помощника), старался по мере своих сил «отменить» гальванопластику и усвоил в отношении ее особый издевательский тон. «Гальванопластика и гальваническое золочение, — пишет он в одной рецензии 1844 г., — сделались нынче такого же рода ветвью книжной промышленности, как поварские книги, стряпухи, хозяйки, самоучители, сонники, песенники».⁴ Против своей воли Сенковский лишь подтверждал замечательный успех открытия Б. С. Якоби.

В распространении практических знаний и в подготовке специалистов по гальванопластике, помимо ряда руководств, появившихся начиная с 1840 г., особенно заметная роль принадлежала первому в своем роде учебному заведению — гальванопластическому классу при Рисовальной школе для вольноприходящих в Петербурге.

Сама школа была открыта по инициативе министра финансов Е. Ф. Канкринна Департаментом мануфактур и внутренней торговли Министерства финансов еще в начале 1840 г. Задачей ее было обучение «лиц ремесленного класса», занятых в художественной промышленности. Обучение было бесплатное, а наиболее нуждавшихся слушателей школа даже обеспечивала необходимыми материалами и пособиями. Учащимися были фабричные подмастерья и ученики, ремесленники, мещане, дворовые, кантонисты, мелкие чиновники. Допускались в школу, наравне со взрослыми, и дети.

Две с половиной сотни «непременных слушателей» занимались два, а иногда и три раза в неделю по вечерам, по два часа, хотя нередко уроки продолжались вдвое дольше. Кроме того, около тридцати человек составляли «воскресную» группу, зани-

³ Библиотека для чтения, 1839, т. 36, отд. VII, стр. 69—70 («Гамбургеротип») См. настоящий сборник, стр. 286—288.

⁴ Библиотека для чтения, 1844, т. 64, отд. VII, стр. 62.

мавшуюся только в воскресенья и другие праздничные дни.⁵ В 1842 г. открылось еще и особое отделение школы для девочек, девушек и замужних женщин, количество учащихся в котором очень быстро возрастало.⁶

Все места в школе были постоянно заняты, и внесенные в специальные списки «кандидаты» иногда по году ожидали своей очереди переступить порог школы, помещавшейся в здании Таможни на Васильевском острове (между Кунсткамерой и зданием Биржи). Попечителем (руководителем) школы был К. Х. Рейссиг,⁷ которому была подчинена и вторая (только воскресная) Рисовальная школа при Технологическом институте, на 120 мест.⁸

Гальванопластический класс при Рисовальной школе был основан в начале 1842 г. также по инициативе Е. Ф. Канкрин, который одним из первых имел возможность с конца 1839 г. в связи с успешным применением гальванопластики в производстве Экспедиции заготовления государственных бумаг на деле убедиться в огромных ее перспективах. Хорошо оборудованная лаборатория для практических занятий была устроена в двух комнатах в том же здании Таможни. Все материалы, необходимые для занятий, вплоть до платины, золота и серебра, представлялись школой безвозмездно.⁹

Для нового отделения школа получила дополнительные штатные единицы: профессора моделирования и формования, учителя гальванопластики, технического помощника, надзирателя и сторожа.¹⁰ Должность профессора осталась незамещен-

⁵ ЦГИАЛ, ф. 560, оп. 4, дело № 1032, 1839 г.; ф. 18, оп. 2, дела №№ 1900—1903 с 1840 г.; отчеты школы за 1840—1845 гг., ф. 18, оп. 2, дела №№ 1883—1887; также Мануфактурные и горнозаводские известия, 1840, № 19; газ. «Посредник», 1840, стр. 112; 1841, стр. 143.

⁶ ЦГИАЛ, ф. 560, оп. 4, дело № 1121, 1842 г.; ф. 18, оп. 2, дело № 1909 и отчеты школы. Социальный состав учащихся женского отделения, сперва не отличавшийся существенно от состава всей школы, затем начал быстро изменяться за счет все возрастающего притока в школу девушек и женщин из интеллигентных семей.

⁷ ЦГИАЛ, ф. 560, оп. 4, дело № 1088, 1841 г.

⁸ Закрыта в 1846 г. ЦГИАЛ, ф. 560, оп. 4, дело № 1237, 1846 г. Рисовальная школа в Таможне существовала до 60-х гг., когда была передана в ведение Общества поощрения художеств. См. Ф. Ф. Львов. (Из воспоминаний). Общество поощрения художеств. Русская старина, т. II, 1870.

⁹ ЦГИАЛ, ф. 560, оп. 4, дело № 1114, 1842 г., лл. 1—3; ф. 18, оп. 2, дело № 1908, лл. 1—16, 43, 80; дело № 1906; также Архив АН СССР, ф. 187, оп. 1, № 20, л. 81; Журнал мануфактур и торговли, 1842, кн. II, стр. 22; Bull. phys.-math., 1842, t. I, col. 9 и 70—71; В. Штейн. Изобретение гальванопластики. Журнал «Печатное искусство», 1901, ноябрь.

¹⁰ ЦГИАЛ, ф. 560, оп. 4, дело № 1114, л. 3; ф. 18, оп. 2, дело № 1908, л. 4.

ной, хотя приглашенный Рейссигом известный скульптор П. К. Клодт сразу же прислал письмо с выражением полной готовности проводить занятия.¹¹ Однако занятия получили в классе чисто практическое направление.

Гальванопластический класс объединил вокруг себя ряд активных деятелей Петербурга в области гальванопластики. Сам Якоби прислал для гальванопластического класса 25 экземпляров своей книги и предложил свою помощь школе,¹² а вскоре после открытия класса прочел в ней курс гальванопластики. На 12 его лекциях, которые «соответствовали практическим занятиям гальванопластического класса и имели весьма полезное влияние на слушателей», присутствовало в общей сложности 1700 человек,¹³ что является наиболее ярким показателем интереса к гальванопластике и дает представление и о количестве учащихся школы, но не гальванопластического класса. В последнем одновременно обучалось только 10—15 учеников. Занятия с такой группой укладывались обычно в срок около двух месяцев, после чего из «кандидатов» комплектовалась новая группа. Но некоторым учащимся удавалось оставаться на «повторный курс» (сверх официального комплекта в 10—12 человек).

Только занятия первого «курса», начавшиеся 12 августа 1842 г. затянулись на более долгий срок в связи с тем, что руководителям класса долго не удавалось наладить регулярную работу аппаратуры. Б. С. Якоби активно помогал устроителям лаборатории.¹⁴

Заведующим классом стал привлеченный, по-видимому по рекомендации Б. С. Якоби, Федор (Фердинанд) Карлович Вернер, автор двух учебных руководств, на которых мы остановимся ниже.¹⁵ Следует отметить, что именуясь то руководителем,

¹¹ ЦГИАЛ, ф. 18, оп. 2, дело № 1906, л. 6.

¹² Там же, л. 12. (Письмо Б. С. Якоби).

¹³ Там же, л. 138; см. также Архив АН СССР, ф. 187, оп. 1, № 1, л. 425. О других публичных лекциях Якоби в 1841 г. см. Москвитянин, 1846, № 2, стр. 616. В дневнике Якоби упоминается, кроме того, чтение им лекций в 1846 г. «в крепости», т. е. на Монетном дворе, где ставились его опыты по электрохимии платины и золота.

¹⁴ ЦГИАЛ, ф. 18, оп. 2, дело № 1908, л. 68.

¹⁵ Там же, дело № 1907, л. 81. Ф. К. Вернер умер в марте 1847 г., будучи заведующим гальванопластическим классом. Начиная с ноября 1839 г. имя купца Ф. Вернера постоянно упоминается в ранних дневниках Якоби, сохранившихся лишь по 1841 г. (Архив АН СССР, ф. 187, оп. 1, № 1. Рукописный перевод на русский язык сохранившихся частей дневника Б. С. Якоби был предоставлен мне Комиссией по истории физико-математических наук АН СССР. Все дальнейшие упоминания дневника имеют в виду этот текст). В Протоколах Академии последнее упоминание о Вернере — в 1844 г. В адрес-календаре на 1844 г. назван бирже-

то преподавателем класса и систематически работая в нем, Вернер жалованья не получал и трудился безвозмездно, если не считать награждений бриллиантовым перстнем в 300 руб. серебром за составление учебника в 1842 г. и орденом Станислава третьей степени, полученным в 1843 г.¹⁶

К проведению практических занятий в гальванопластическом классе был привлечен на должность «преподавателя гальванопластики и технических искусств» с годовым жалованьем в 340 руб. серебром также хорошо известный Б. С. Якоби скульптор В. Газенбергер¹⁷ — один из пионеров гальванопластики в Петербурге. Еще в сентябре 1840 г. Академия художеств объявила ему «похвалу» за гальванопластические опыты. В начале 1841 г. его работы упоминаются в дневнике Якоби и в Протоколах Академии наук, а редактор и издатель «Художественной газеты» А. Н. Струговщиков писал в ней о выполненном Газенбергером бюсте крупного размера. В январе 1842 г. по представлению Б. С. Якоби Газенбергер получил поощрительную денежную премию от Академии наук.¹⁸

О серьезной постановке обучения в классе может свидетельствовать тот факт, что один из слушателей, чиновник Департа-

вой маклер, он же купец 3-й гильдии Фердинанд Карлович Вернер (Набережная Б. Невы, Василеостровской части, 17 линия, дом Лауцари. К. Н и с т р е м. Адрес-календарь Санкт-Петербургских жителей, составленный по официальным документам и сведениям, ч. III, СПб., 1844, стр. 88 и 195). В этом и в других городских справочниках 40-х годов какой-либо магазин Вернера не отмечен. Но впервые (в 1839 г.) Якоби записал в дневнике, что покупал и рассматривал в лавке Вернера дагерротипы и гравюры, а в дальнейшем неоднократно бывал у него дома (один раз вместе с Бобринским) и принимал его у себя как гостя. Несколько раз упоминается просмотр у Вернера очень понравившихся Якоби «световых картин». В феврале 1840 г. Б. С. Якоби, Ф. К. Вернер, К. А. Шильдер и другие лица сообща проводили в лаборатории Якоби опыты по дагерротипии. 24 апреля 1840 г. Ф. Вернер, названный на этот раз банкиром, упоминается в Протоколах Академии как автор представленных Б. С. Якоби «гелиографических картин» (дагерротипных снимков; Протоколы 1840 г., § 229). 15 апреля 1841 г. Якоби демонстрировал на заседании в Академии гальванопластический рельеф работы Вернера, а в докладе 23 сентября 1842 г. Ф. Вернер упомянут как автор ряда отличных гальванопластических изделий и как руководитель гальванопластического класса Художественной школы для вольноприходящих. (Bull. phys-math., 1842, t. I, col 70 и сл.; см. также статьи Якоби в «St. Pbg. Zeitung», 1844, № 131; 1845, № 9).

¹⁶ ЦГИАЛ, ф. 18, оп. 2, дело № 1908, лл. 132, 136.

¹⁷ Там же, лл. 3, 5, 68; дело № 1906, лл. 128 и 135.

¹⁸ С. Кондаков. Список русских художников к юбилейному справочнику ИАХ, СПб., 1914; П. Н. Петров. Сборник материалов для истории имп. С.-Петербургской Академии художеств, ч. II, стр. 274 и 406; Архив АН СССР. Дневник Якоби, 15 и 22 апреля 1841 г.; Протоколы АН 1841 г., 23 апреля, § 224; Художественная газета, 1841, № 16, статья А. Струговщикова «Гальванопластика»; Bull. phys-math., t. I, col. 71.

мента мануфактур и внутренней торговли Федор Засс выпустил в 1844 г. под инициалами Ф. З. составленное со знанием дела руководство по гальванопластике, указав в предисловии, что приобрел познания, занимаясь в классе с момента его открытия.¹⁹

В лаборатории гальванопластического класса обычно производились демонстрации и испытания предлагавшихся Министерству финансов разными лицами новых способов золочения и т. п.

Гальванопластический класс Рисовальной школы существовал тринадцать лет, произвел всего 37 выпусков, обучив в общей сложности около 500 человек. Последний выпуск закончил занятия в декабре 1854 г., и, несмотря на наличие «кандидатов», Отделение было закрыто (с 1 января 1855 г.).²⁰ Сохранившийся в делах школы документ свидетельствует, что в 40-х годах подобного рода форма обучения и подготовки специалистов существовала и в Москве в ведении Московского отделения Мануфактурного совета.²¹

В программе гальванопластического класса школы для вольноприходящих видное место отводилось гальваническому золочению и серебрению. Они представляли существенный интерес для весьма многочисленных в то время мастерских и небольших фабрик серебряных и бронзовых изделий художественного характера, выпускавших всевозможные вещи комнатного убранства, церковную утварь, предметы офицерского и воинского снаряжения, бронзовые детали для мебели, экипажей и т. п. Новый способ золочения был выгоднее по значительно меньшей

¹⁹ [Ф. Засс]. Практический курс гальванопластики, составленный Ф. З., СПб., Тип. Департамента внешней торговли, 1844, 124 стр. Без указания инициалов авторз — в Журнале мануфактур и торговли, 1844, кн. II, стр. 184—269, 465—503. Рецензии: Литературная газета, 1845, № 10, стр. 183; Финский вестник, 1845, т. II, отд. 5, стр. 26—27.

Среди слушателей класса первых лет инициалы Ф. З. имел только Федор Засс; первый выпуск (декабрь 1842 г.) — типографщик Р. Нипперт, архитектор С. Ган, серебряники В. Бернард и Н. Чекалин, золотых дел мастер И. Меллер, бронзовщики И. Серебряников и С. Веле, скульпторы И. Шмальгаузен и И. Адт, ламповый мастер Л. Бах; второй выпуск (февраль 1843 г.) — токарь Р. Бах, механик Е. Беляев, «производитель металлических работ» А. Лаврентьев, архитектор П. Малинин, гравер Д. Денюшкин, часовщики де ля Порт и Н. Прейс, бронзовщики Ф. Поагет и В. Юпанов, скульпторы П. Свинцов и Н. Устинов и чиновник Федор Засс (ЦГИАЛ, ф. 18, оп. 2, дело № 1908, лл. 66, 68, 69, 85, 99—100).

²⁰ ЦГИАЛ, ф. 18, оп. 2, дело № 1914. Указание Ф. Ф. Львова о том, что Отделение закрыто в 1845 г. (вскоре после смерти Е. Ф. Канкрин), неверно (Русская старина, 1870, т. II, стр. 649).

²¹ ЦГИАЛ, ф. 18, оп. 2, дело № 1907, л. 57 (посещение занятий гальванопластического класса в 1845 г. «наставником отделения гальванопластики» химиком Кибером).

затрате драгоценного металла и к тому же безвреднее для здоровья рабочих, по сравнению с ртутным золочением через огонь.

Утвержденное в 1842 г. «Положение о Гальванопластическом классе» предполагало «по удобствам» показывать учащимся «приемы для золочения посредством гальванической струи»,²² однако интерес к гальваническим покрытиям был таков, что начиная с первого же «курса» программа обучения всегда завершалась занятиями, которые проводили два добровольных преподавателя: зубной врач Бриан — по золочению, и майор М. Г. Евреинов — по серебрению.²³

Зубной врач Бриан²⁴ в Протоколах 1842 г. назван штатным хирургом города. Бриан упоминается в дневнике Б. С. Якоби в первый раз еще 22 ноября 1839 г. В августе и сентябре 1842 г. физико-математическое отделение Академии дважды рассматривало представленные Брианом через Б. С. Якоби образцы гальванического золочения, получившие одобрение.²⁵ Как указывают и Якоби и Вернер, Бриан с большой готовностью знакомил со своим методом всех интересовавшихся им. Впрочем, в одном документе, в целом весьма далеком от беспристрастности, указывалось, что «желающие золотить по способу Бриана должны были обращаться к нему и платить 250 руб. ассигнациями».²⁶ Это сообщение во всяком случае преподавательской деятельности Бриана в школе не касается. Имеется косвенное указание, что Бриан получил за свое изобретение награду в 2 или 4 тысячи рублей серебром.²⁷

Майор корпуса инженеров путей сообщения Михаил Григорьевич Евреинов²⁸ — автор многих статей, печатавшихся

²² ЦГИАЛ, ф. 560, оп. 4, дело № 1114, л. 2.

²³ ЦГИАЛ, ф. 18, оп. 2, дело № 1908, лл. 65, 66, 68, 69.

²⁴ Рекламное «изъявление благодарности» пациента Бриану в №№ 94, 96, 98 «СПб. Ведомостей» 1842 г. В адресной книге 1849 г. Бриан среди врачей не назван (Н. Цылов. Городской указатель, или адресная книга врачей, художников, ремесленников, торговых мест, ремесленных заведений и т. д. на 1849 г. СПб., 1849). Биографических сведений о Бриане не найдено.

²⁵ [Якоби]. Bericht über galvanische Vergoldung. Bull. phys.-maht., 1842, t. I, № 5, col 72—73; также Journ. de St. Pbg., 1842, № 21; Протоколы АН, § 262; Отечественные записки, 1843, т. 26, отд. VIII, стр. 5—8; также т. 35, 1844; отд. V, стр. 10.

²⁶ ЦГИАЛ, ф. 18, оп. 2, дело № 1134 (о награде за изобретение П. Р. Багратюна), л. 15.

²⁷ Там же, л. 41.

²⁸ М. Г. Евреинов родился в 1805 г., умер в 1871 г. в Петергофе, имея чин генерал-лейтенанта. В последние годы жизни был начальником Петергофского дворцового управления. После смерти Монферрана Евреинов в чине инжеенео-полковника руководил работами по окончанию памятника Николаю I в Петербурге (см. К. Н и с т р е м. Книга адресов 1837 г. СПб.,

в «Бюллетене» Академии наук и в «Горном журнале». В последнем он поместил в 1843 г. статью о гальваническом золочении,²⁹ в которой критиковал способ Бриана и предлагал собственный. В дневнике Б. С. Якоби еще 6 мая 1840 г. записано о посещении его инженер-капитаном, «который много занимается электромагнетизмом», — по-видимому Евреиновым. 18 июля того же года — беглая и не очень лестная для Евреинова заметка, которая, во всяком случае, уже свидетельствует о личном знакомстве. В октябре 1842 г. Академия наук рассматривала исследование Евреинова по гальваническому серебрению, а в 1844 г. в печати упоминаются работы подполковника Евреинова над золотыми растворами.³⁰

Уже вскоре после начала занятий гальванопластического класса Ф. Вернер выпустил в качестве руководства для учащихся брошюру на немецком языке, специально посвященную только гальваническому золочению и серебрению, которая была отпечатана в типографии Экспедиции заготовления государственных бумаг.³¹ В брошюре, помимо рецептуры самого Вернера, с согласия авторов изложены способ золочения, разработанный Брианом, и способ серебрения — М. Г. Евреинова. Автор изданного в Берлине в 1843 г. руководства по золочению и серебрению Л. Эльснер особенно подробно останавливается на способе Бриана.³²

Вопросами гальванического золочения серьезно занимался в Петербурге еще один любитель гальванопластики — адъютант

1837; Н. Соколов. Описание моделей Музеума института корпуса инженеров путей сообщения. СПб., 1862, стр. 163; Петербургский некрополь, т. II, стр. 115; Гальванопластика. Объяснительный каталог коллекции РГО в Музее прикладных знаний. СПб., тип. Замысловского, 1873, стр. 9; Bull. phys.-math., t. I, col. 159—161; t. II, col. 289—296.

²⁹ М. Г. Евреинов, майор. О золочении гальваническим путем. Горный журнал, 1843, ч. II, стр. 161—168.

³⁰ Отечественные записки, 1844, т. 33, отд. VI, стр. 151, 152; т. 35, отд. V, стр. 10.

³¹ F. Werner. Anweisung zur Vergoldung und Versilberung auf galvanischen Wege. Zum Gebrauch für galvanoplastische Abteilung der Zeichen Schule für freie Schüler in St. Pbg. 1842. Тип. ЭЗГБ, 17 стр., 1 таблица. Посвящение министру финансов Е. Ф. Канкрину.

³² Dr. L. Elsner. Die galvanische Vergoldung und Versilberung. Bei Amel. in Berlin, 1843. Руководство Эльснера было переведено на русский язык и издано в 1844 г. в Москве. (Эльснер, профессор химии и минералогии в Берлинском ремесленном институте. Полное руководство к гальваническому как матовому, так и блестящему золочению и серебрению, равно и покрыванию металлических предметов медью, свинцом, цинком, никелем, кобальтом, также платинированию, бронзированию, лужению и пр. С присовокуплением способа отливания медалей и снимков гравюр посредством гальванопластики. Пер. с нем. М., 1844, 331 стр.) Переводчик не назван. Рецензия: Современник, 1844, т. 35, стр. 211—212.

начальника инженеров Гвардейского корпуса князь Петр Романович Багратион,³³ поручик лейб-гвардии Конно-пионерного (т. е. саперного) эскадрона. Известны его работы по усовершенствованию гальванической батареи и по золотильным растворам.³⁴ Первое испытание обоих его изобретений (золотильного раствора и новой «земляной» батареи) происходило в лаборатории Гальванопластического класса 10 октября 1843 г. в присутствии Б. С. Якоби, Ф. К. Вернера и М. Г. Евреинова.³⁵

П. Р. Багратион получил за свое изобретение поощрительную награду в 2000 руб. серебром. Однако его начальство возбудило вопрос о пересмотре оценки важности изобретения, пытаясь доказать, что батарея и раствор Багратиона по своему научному значению не уступают вкладу в науку самого Б. С. Якоби, почему для Багратиона и испрашивалась награда, равная полученной ранее самим Б. С. Якоби (25 тысяч руб. серебром).³⁶ Новый министр финансов (с 1844 г.) Ф. П. Вронченко был вынужден в очень осторожной форме доказывать несуразность выдвигаемых требований и, укрепляя сердце, предложил добавить две тысячи. Дело «полюбовно» решил Николай I, приказавший выплатить П. Р. Багратиону дополнительно 8000 руб. серебром.³⁷

Техник Козицкий с Монетного двора работал над способом гальванического покрытия палладием.³⁸

Есть упоминание о занятиях гальваническим золочением еще ряда лиц: в Петербурге — врача Г. Крузелля, который был одним из пионеров электролечения в России,³⁹ и студента Петербургского университета Н. И. Черухина⁴⁰ и в Москве — П. Веретенникова.⁴¹ В «Посреднике» в 1841—1844 гг. было помещено несколько писем из провинции, из которых видно, что их авторы,

³³ Русский биографический словарь (РБС), т. II, СПб., 1900, стр. 398—399.

³⁴ Протоколы АН 1843 г., §§ 232, 244; Отечественные записки, 1844, т. 32, отд. VII, стр. 65; т. 33, отд. VII, стр. 151; т. 34, отд. V, стр. 10; Bull. phys.-math., t. II. 1843, №№ 9, 12.

³⁵ ЦГИАЛ, ф. 18, оп. 2, дело № 1908, лл. 78—82.

³⁶ Там же, дело № 1134 (1843—1844 гг.), лл. 37—41.

³⁷ Там же, лл. 40—41 и сл.

³⁸ Протоколы АН 1841 г., § 175.

³⁹ Протоколы АН 1843 г., § 256 (Золочение хирургических инструментов). В 1841 г. Крузель устроил в Обуховской больнице отделение «для наблюдений над действием гальванизма при некоторых местных заболеваниях» (там же, 1841, § 129) и в том же году выпустил книгу с изложением своих наблюдений. (D-r G. C. Kruessel. Ueber den Galvanismus als chemisches Heilmittel gegen örtliche Krankheiten. СПб., 1841, 64 стр. Рецензия: Отечественные записки, 1841, т. 17, отд. IV, стр. 25).

⁴⁰ Отечественные записки, т. 35, отд. VIII, стр. 41.

⁴¹ С.-Петербургские ведомости, 1842, № 156.

жившие в Галиче, Кологриве и Курске, руководствуясь выходившей специальной литературой и журнальными сообщениями, занимались гальванопластикой и пытались овладеть и способами золочения и серебрения.⁴²

Первая изданная в Москве книга о гальванопластике (1842 г.) также посвящена в основном наиболее интересовавшему в то время практиков гальваническому золочению и серебрению, хотя попутно затрагивает как общие вопросы гальванопластики, так и только что ставшую известной гальванографию — новый способ художественной печати.⁴³ Автором книги был Алексей Федорович Греков, который в ближайшие годы выпустил еще по крайней мере три сочинения, посвященных гальванопластике. Первая книга свидетельствует об основательном знакомстве автора с литературой и о собственных его практических занятиях.

А. Ф. Греков получил образование в Петербурге, закончив в 1822 г. 2-й кадетский корпус,⁴⁴ но недолго оставался военным и, выйдя в отставку, служил сперва землемером. Греков проявлял большой интерес к печатному делу и хорошо знал его. Переселившись в Москву, он служил в Университетской типографии.⁴⁵ Еще в 1834 г. он издал брошюру под псевдонимом, представлявшим обратное написание его имени и фамилии, об изготовлении металлографических клише на меди и даже на листах жести посредством составленных им чернил.⁴⁶ Технически близкая к литографии, металлография тогда была еще новинкой.

⁴² Посредник, 1841, стр. 409, 1843, стр. 77; 1844, стр. 161.

⁴³ А. Г.—в. Теоретическое и практическое руководство к золочению, серебрению, платинированию, лужению и т. п. по вновь открытому способу, введенному уже во Франции вместо обыкновенного золочения через огонь, как дешевле и безопаснее, с присовокуплением способа отливания медалей и других изображений посредством гальванопластики и гальванографии. Книга сия составлена с опытов и заключающиеся в ней предметы изложены так просто и ясно, что их может понять каждый; самые же снаряды объяснены чертежами; кроме того, в ней любители физических знаний найдут изложение совершенно новых и еще не описанных гальванических деталей. М., в Университетской типографии, 1842, 94 стр., 13 чертежей.

⁴⁴ [Н. А. Ломан]. Историческое обозрение 2-го кадетского корпуса. СПб., 1862. Именной список, стр. XLV.

⁴⁵ С. Морозов. Новое об изобретателе Алексее Грекове. Техника молодежи, 1951, № 10, стр. 31—32. (Библиография).

⁴⁶ Описание металлографии и вновь изобретенного способа печатать всякого рода металлическими досками (как-то медными, цинковыми, жестяными и т. п.) различные рисунки и рукописи, не гравирова на сих досках резцом или крепкою водкой, а просто написав на них желаемое обыкновенным пером некоторого рода тушью; также переводить написанное с бумаги и притом снимать до 3000 оттисков и более. Сочинение В. Окергискеда с приложением рисунка. СПб., 1834.

В ней применялись вместо литографского камня в то время довольно дорогие полированные цинковые пластины. В брошюре А. Ф. Грекова описан более дешевый способ изготовления клише и приложен образец печати с жести. (Состав чернил в брошюре не указан; их предлагалось приобретать в книжном магазине Смирдина).

После опубликования открытия Дагерра А. Ф. Греков увлекся дагерротипией и много работал над ней. Некоторые опыты его обсуждались в 1840 г. в Парижской Академии наук.⁴⁷ В 1841 г. он издал в Москве брошюру о фотографировании, являющуюся одним из первых русских изданий в этой области.⁴⁸ Гальванопластика также увлекла Грекова.

В 1843 г. в «Отечественных записках» была помещена статья А. Ф. Грекова о золочении. В ней он пропагандировал особый способ электрохимического золочения — без батарей, посредством слабого тока, самовозникающего в сосуде с раствором.⁴⁹

Редакция журнала неосновательно назвала этот способ изобретением самого Грекова, в действительности же как возможность вести процесс без внешнего источника тока, так и способ золочения в таких условиях уже были известны. Над ними работали до Грекова и в России и за границей. Так, например, об опытах зрителя физического кабинета Дерптского университета Решеля по осаждению меди из раствора без применения батарей в печати сообщалось еще в 1840 г.⁵⁰ В дневнике Б. С. Якоби 10 апреля 1840 г. также имеется об этом запись: «В газетах напечатана статья, в которой Паррот⁵¹ в Дерпте рекомендует способ своего помощника погружать одновременно цинк и медь в медный купорос. Возражение расстроило меня на весь день».

В 1841 г. «Посредник» сообщал, по-видимому о подобных же, еще секретных опытах, осуществленных в Вюрцбурге Г. В. Озан-

⁴⁷ Comptes Rendus, 1840, 16, t. XI; газ. «Посредник», 1840, стр. 345 (и 1841, стр. 206).

⁴⁸ [А. Ф. Греков] Живописец без кисти и без красок, снимающий всякие изображения, портреты, ландшафты и пр. в настоящем их цвете и со всеми оттенками в несколько минут. М., тип. Степанова, 1841, 14 сто. Помещенная в «Отечественных записках» рецензия (1841, кн. 17, отд. VI, стр. 77) неправильно определяет содержание брошюры, как описание устройства камеры-обскуры; см. А. М. Лавров. Указатель русской литературы по фотографии с 1836 по 1903 г., СПб., 1903, стр. 4.

⁴⁹ А. Греков. (в оглавлении А. Ф. Греков). О золочении и серебрении металлов путем электрохимическим, но без посредства гальванической батареи. Отечественные записки, 1843, т. 29, отд. IV, стр. 8—14.

⁵⁰ Русский инвалид, 1840, 26 апреля, № 91, стр. 367.

⁵¹ Иоганн Якоб Фридрих Вильгельм Паррот занимал кафедру физики в Дерптском университете с 1826 по 1841 г. (год смерти). См. РБС, Павел—Петр, СПб., 1902, стр. 322—323.

ном.⁵² Наконец, к 1842 г. относятся опыты Франкенштейна⁵³ по «соприкосновенному» золочению и серебрению указанным выше способом. В 1843 г. неосновательно претендовал на роль изобретателя этого способа отставной полковник Н. Доманович, опыты которого по золочению серебра, меди, железа и стали и серебрению меди и железа «без гальванических столбов» рассматривала 16 мая 1843 г. в лаборатории гальванопластического класса комиссия в составе Б. С. Якоби, К. Х. Рейссига, М. Г. Евреинова, Ф. К. Вернера и Бриана.⁵⁴

Серьезного практического значения способ «соприкосновенного» гальванического покрытия не имел, так как позолота и серебро садились на металл очень непрочно.

В 1842 г. владелец довольно крупной бронзовой фабрики в Петербурге Шопен одним из первых ввел в производство на своей фабрике гальванический способ золочения по методу Бриана.⁵⁵ Эльснер упоминает о превосходных образцах гальванического золочения, показанных ему осенью 1842 г. в Берлине не названным по имени петербургским бронзовщиком, который хотел продать за крупную сумму свой секрет, но, не сговорившись, уехал в Париж.⁵⁶

Через несколько лет на «Бронзовой фабрике» герцога Максимилиана Лейхтенбергского⁵⁷ близ Нарвских ворот в Петербурге успешно проводились крупного масштаба работы по гальваническому золочению медных листов для кровли строившегося в Москве храма Христа-спасителя. Предприятие это сыграло заметную роль в развитии гальванопластического производства в России. Как «С.-Петербургское гальванопластическое и художественной бронзы заведение» оно было основано в конце 1844 г.,⁵⁸ но в ближайшие же годы в связи с быстрым расширением на заводе чугунолитейного, а затем и механического отделений название предприятия дважды изменялось: «С.-Петербургское гальванопластическое и литейное...» и, наконец, «... гальванопластическое, литейное и механическое заведение», а гальванопластика занимала на заводе относительно и абсо-

⁵² Посредник, 1841, стр. 118.

⁵³ Л. Эльснер, ук. соч., стр. 2 и 123.

⁵⁴ ЦГИАЛ, ф. 18, оп. 2, дело № 1908, лл. 76, 77.

⁵⁵ Bull. phys.-math., 1843, t. I, col. 77; Отечественные записки, 1843, т. 26, отд. VIII, стр. 8; Архив АН СССР, ф. 187, оп. 1, № 26, л. 81. У Цылова названо два бронзовых заведения Шопена (1849, стр. 47).

⁵⁶ Л. Эльснер, ук. соч., стр. 198.

⁵⁷ Герцог Максимилиан Лейхтенбергский (1817—1852) в 1839 г. женился на дочери Николая I и поселился в России. С 1839 г. почетный член Академии наук, с 1843 — президент Академии художеств (РБС, Лабзина—Лященко, СПб., 1914, стр. 176—178).

⁵⁸ ЦГИАЛ, ф. 18, оп. 2, дело № 1162; Посредник, 1845, стр. 57.

лютно все более скромное место, так как в основном он стал заниматься паровозо- и вагоностроением, выполняя крупные долгосрочные заказы для государственных железных дорог.⁵⁹

Называемое некоторыми авторами количество рабочих (2500 человек), будто бы занятых только гальванопластическим производством, в действительности относится ко всему заводу.

«Цель этого заведения, — указывал его устроитель, — та, чтобы изобретение гальванопластики, сделанное в России..., употребить сначала в ее Отечестве, в большом виде и довести до полного художественного совершенства».⁶⁰ Открытию производства предшествовали основательные занятия гальванопластикой самого М. Лейхтенбергского и его помощника (до 1842 г.) Ф. Гуртера.⁶¹ Уже во время организации производства на заводе была проведена работа по усовершенствованию батарей для питания гальванического процесса в крупных масштабах. М. Лейхтенбергский учел опыты в этой области М. Г. Евреинова, П. Р. Багратиона и Бриана и создал новый, более экономичный тип батарей.

М. Лейхтенбергский одним из первых серьезно заинтересовался опытами Б. С. Якоби. В начале 1840 г. им, при участии Б. С. Якоби, была устроена в Зимнем дворце хорошо оснащенная гальванопластическая лаборатория, позже перенесенная в Штаб гвардии. В летние месяцы лаборатория переводилась в Царское Село. Уже в 1840 г. в ней проводились успешные опыты по осаждению меди внутри замкнутых форм (воспроизведение «круглой» скульптуры). Осенью 1842 г. Б. С. Якоби продемонстрировал в Академии наук ряд отлично выполненных сложных и отчасти крупных по размеру гальванопластических изделий, вышедших из лаборатории М. Лейхтенбергского.

Б. С. Якоби, которому в 1840 г. не удалось осуществить предполагавшиеся опыты гальванопластики в «крупном масштабе» («Флорентинские врата» для Исаакиевского собора), с большим интересом следил за работой гальванопластического предприятия М. Лейхтенбергского и нередко был консультантом принимаемых в нем крупных работ.

⁵⁹ ЦГИАЛ, ф. 18, оп. 2, дело № 1162.

⁶⁰ Посредник, 1845, стр. 57.

⁶¹ В 1842 г. «за усовершенствование в области гальванопластики» Гуртер был награжден, по представлению герцга, золотой медалью (ЦГИАЛ, ф. 18, оп. 2, дело № 1117). Рейссиг указывал в одном рапорте, что Гуртер требовал со школы (все в том же 1842 г.) 20 000 руб. ассигнациями за производственный секрет, связанный с медными покрытиями, с чем в конце концов самостоятельно справился Вернер. (ЦГИАЛ, ф. 18, оп. 2, дело № 1906, л. 132). Возможно, что петербургским бронзовщиком, торговавшим гальванопластическими «секретами» в Берлине осенью 1842 г., и был Гуртер, выехавший из России в 1842 г.

С завода М. Лейхтенбергского вышло большое число монументальных декоративных скульптур и барельефов, донные украшающих Ленинград. Они сохранились в архитектурном убранстве Зимнего дворца, Исаакиевского собора, Главного штаба и других зданий. Таковы, например, две парадные двери здания Главного штаба. Ряд работ был выполнен для строительства храма Христа-спасителя в Москве.⁶²

В 50-х годах XIX в. после смерти М. Лейхтенбергского завод его перешел к Главному обществу Российских железных дорог, а оборудование гальванопластического отделения было продано с торгов. Еще долго после этого завод сохранял название «Бронзовая фабрика».⁶³

Гальванопластика быстро сделалась достоянием прикладного искусства, где она успешно и выгодно заменяла в ряде случаев литье или чеканку. Во второй половине 40-х годов в Петербурге было уже около десятка специальных гальванопластических заведений.

Еще до 1842 г. одним из первых, если не первым, завел собственную довольно крупную мастерскую и успешно занялся копированием крупной скульптуры упомянутый выше И. Гамбургер, которого в 1839 г. хотел сделать своим помощником Б. С. Якоби. В феврале 1842 г. при поддержке Академии художеств Гамбургер получил в Министерстве финансов ссуду в 10 000 руб. серебром с рассрочкой возврата на 10 лет «на расширение заведения» в связи с передачей ему заказа на изготовление некоторых частей памятника царю Михаилу Федоровичу и Ивану Сусанину для города Костромы.⁶⁴

Покровителям Гамбургера не удалось в 1839 г. выдать его за изобретателя гальванопластики; пришлось ограничиться ролью «усовершенствователя». Так он назван и в Словнике

⁶² Н. П. Никитин. Огюст Монферран. Проектирование и строительство Исаакиевского собора и Александровской колонны. Л., 1939, стр. 168, 171 и 322. (В книге указывается, что гальванопластическая мастерская, выполнявшая заказы строительства Исаакиевского собора, была и на известном заводе Бегла (стр. 171); см. также: В. Штейн. Изобретение гальванопластики. Журнал «Печатное искусство», 1901, ноябрь.

⁶³ Bull. phys.-math., tt. IV. V; Посредник, 1845, стр. 57, 162; [Цылов]. Городской указатель... на 1850 г., стр. 67; Альманах «Северное сияние», т. I, СПб., 1862, стр. 380; А. Владимирский. Очерк истории гальванопластики (Речь на торжественном акте в Московском техническом училище), М., 1869; А. А. Ильин. Борис Семенович Якоби. Исторический очерк гальванопластики. СПб., 1889, стр. 38; Записки ИРТО, 1889 (год XXIII), кн. IV (апрель); Гальванопластическая выставка в память 50-летия открытия гальванопластики. Речь М. М. Дешевова, стр. 7; Отчет Академии наук за 1852 г., речь Б. С. Якоби о герцоге Лейхтенбергском, Архив АН СССР, ф. 187, оп. 1, № 26, л. 86.

⁶⁴ ЦГИАЛ, ф. 560, оп. 5, дело № 155.

«Русского биографического словаря».⁶⁵ По справедливости нужно признать, что Гамбургер был чрезвычайно одаренным человеком. Не имея никакого образования, он, сперва подсматривая тайком в лаборатории Б. С. Якоби, а затем уже, пользуясь в течение очень недолгого времени его советами, в самый короткий срок добился замечательных успехов в гальванопластическом воспроизведении крупной объемной скульптуры.

В 1848—1849 гг., кроме мастерской Гамбургера, в Петербурге были гальванопластические заведения Цапетина, Гошера, Карловица, Г. Иохима, хорошо известного, как хозяина одной из лучших каретных мастерских Петербурга, и др.⁶⁶ Позже Иохим выступил с предложением гальванопластического способа изготовления типографского шрифта.⁶⁷

Гальванопластику быстро оценили по заслугам медалиеры, получившие точный и надежный способ переводить в металл восковые и иные макеты медалей, что стало особенно важным, когда вошли в употребление копировальные машины, для которых необходимы копии из твердого материала.

После блестящих опытов 1839 г. самого Б. С. Якоби систематическое применение в медальерном искусстве гальванопластика получила в работах известного медальера, вице-президента Академии художеств графа Ф. П. Толстого. Учителем Толстого стал Гамбургер еще тогда, когда он допускался в лабораторию Б. С. Якоби. Встречаясь в то время с Ф. П. Толстым как исполнитель различных его заказов, Гамбургер имел смелость выдать себя за изобретателя нового способа воспроизводить барельефы — гальванопластики, чему Толстой и поверил, увидев в руках Гамбургера гальванопластические копии своих барельефов, выполненные в действительности Б. С. Якоби. Последнему же без ведома художника Гамбургер доставил для опытов свинцовые слепки с двух барельефов Толстого (один барельеф был не вполне закончен Толстым и еще не опубликован).

После того как ничего не подозревавший о своих моделях Якоби демонстрировал в числе различных своих образцов две гальванопластические копии барельефов Толстого царю в Пул-

⁶⁵ Сборник имп. Русского исторического общества, т. 60, стр. 131.

⁶⁶ Н. Цылов. Городской указатель, или адресная книга врачей, художников, ремесленников, торговых мест, ремесленных заведений и т. д. на 1849 г., СПб., 1849, стр. 107; [Н. Цылов]. Городской указатель, или адресная книга... на 1850 г., СПб., 1849, стр. 97. Каретник Иохим в 1840 г. выполнял заказы Якоби во время его неудавшегося опыта по устройству экипажа с электрическим двигателем. (Дневник Якоби 1840 г., 29 марта, 2 и 30 апреля, 6, 7, 12 мая и 21 июня).

⁶⁷ Архив АН СССР, ф. 187, оп. 1, № 1, л. 167.

кове в день открытия Обсерватории,⁶⁸ возмущенный этим и обманутый Гамбургером Толстой начал кампанию против Якоби, объединившись с О. И. Сенковским и рядом других лиц.

Попытка Б. С. Якоби объясниться с Толстым и покончить с возникшим недоразумением оказалась безрезультатной. Призванный к ответу после появления статьи Сенковского, Гамбургер должен был печатно отказаться от своих претензий и от приписанного ему Сенковским авторства в изобретении,⁶⁹ а сам Сенковский имел неприятные объяснения в Цензурном комитете. Однако и после этого ослепленный обидой Ф. П. Толстой упорно, но безуспешно добивался в различных инстанциях разрешения опубликовать свою статью, в которой доказывал, что Якоби «присвоил» не только «изобретение» Гамбургера, но и его, Толстого, «художественную собственность».⁷⁰

Конфликт между Якоби и Толстым имел очень острый характер и надолго отравил существование обоим.

При содействии Гамбургера Ф. П. Толстой одним из первых в Петербурге обзавелся гальванопластической лабораторией.⁷¹ Известен ряд выполненных лично им копий его барельефов.

Экспедиция заготовления государственных бумаг первой освоила технику гальванопластического копирования и размножения клише для печати. Созданное в конце 1839 г. Гальванопластическое отделение Экспедиции (ныне фабрика «Гознак») является старейшим производством подобного рода. По словам самого Б. С. Якоби, именно здесь гальванопластика имела свое первое промышленное применение.⁷² В Экспедиции в конце 1839 г. была устроена первая в мире производственная гальванопластическая мастерская для размножения стереотипов. Внедрение гальванопластики в производство происходило не в масштабе скромного опыта, а в огромном, можно сказать в государственном, масштабе. В последние месяцы 1839 г. производство шло полным ходом, и 2 января 1840 г. были выпущены в обращение новые депозитные билеты (рис. 1), печатавшиеся при помощи этих стереотипов.

«Депозитки» 1840 г. выпускались как промежуточная, условно полноценная ступень между подлежащими изъятию

⁶⁸ С.-Петербургские ведомости, 1839, 8 октября, № 230; Северная пчела, 1839, 10 октября, № 228.

⁶⁹ Северная пчела, 1839, 19 октября, № 29, см. стр. 292.

⁷⁰ Цензура в царствование императора Николая I (Материалы, собранные комиссией под председательством М. А. Корфа. Русская старина, т. СХIV, 1903, апрель, стр. 166—169).

⁷¹ Художественная газета, 1841, № 16 «Гальванопластика»; см. также: Русская старина, т. VII, 1873, стр. 520.

⁷² Б. С. Якоби. Отчет о гальванопластике на Парижской всемирной выставке 1867 г. Записки АН, т. XV, кн. 1, СПб., 1869, стр. 20; см. стр. 244.

прежними обесцененными ассигнациями и полноценными кредитными билетами 1843 г., опиравшимися на серебряный рубль.⁷³ В успешном проведении денежной реформы Канкрин изобретению Б. С. Якоби принадлежала большая заслуга. Применение гальванопластики для печатания денежных знаков долго было окружено тайной. Даже в дневнике Якоби этого времени нет никаких записей о работах, в которых он участвовал. Имеется лишь несколько глухих упоминаний о его встречах с техническим руководителем производства Я. Я. Рейхелем.⁷⁴

Поскольку бумажные знаки являются произведением художественной графики, то к приведенным выше словам Б. С. Якоби следует добавить, что в 1839 г. гальванопластика впервые была применена и в этой области, при непосредственном участии самого Б. С. Якоби.

Гальванопластическое отделение Экспедиции заготовления государственных бумаг не ограничивалось применением гальванопластики в полиграфии. В течение многих лет здесь изготовлялись и многочисленные художественные изделия, как по заказам, так и по инициативе самого предприятия.⁷⁵

Почти одновременно с Экспедицией заготовления государственных бумаг обращается к гальванопластике картографическое (Военно-топографическое) депо Главного штаба. Еще в ноябре 1839 г. по просьбе начальника Депо генерал-лейтенанта Ф. Ф. Шуберта под наблюдением Якоби был изготовлен аппарат для постановки опытов применения в Депо гальванопластики для печатания карт.⁷⁶

Большой интерес вызвала гальванопластика и у специалистов по художественной печати. Граверов заинтересовала возможность точного копирования гравированных досок. В Петербурге одним из первых занялся этим почетный вольный общник Академии художеств живописец-любитель А. П. Сапожников, служивший в Инженерном корпусе. В сентябре 1840 г. он представил в Академию художеств описание примененного им способа

⁷³ И. И. Кауфман. Из истории бумажных денег в России. СПб., 1909, стр. 124 и сл.; С. И. Чижев. Русские бумажные денежные знаки и первые кредитные билеты. Нумизматический сборник, т. III, М., 1915, стр. 128.

⁷⁴ Автором образцов депозитных билетов был Я. Я. Рейхель. См.: В. И. Михайловский. Экспедиция заготовления государственных бумаг. Иллюстрированный очерк, СПб., 1900 (для Всемирной выставки 1900 г. в Париже), стр. 47 и сл.

⁷⁵ См.: В. И. Михайловский, ук. соч.; также С. В. Вознесенский. Сто лет Экспедиции заготовления государственных бумаг (1818—1918). Историческая памятка. Пгр., 1918; Русская старина, т. XLII, 1884, стр. 621—623.

⁷⁶ Архив АН СССР, ф. 187, оп. 1, № 1, л. 200.

и образец гальванопластической копии гравированной доски.⁷⁷ А. П. Сапожников был также автором предложения покрывать подводную часть кораблей гальванической медью вместо листовой; Академия наук обсуждала этот проект в том же 1840 г.⁷⁸ «Художественная газета» упоминает в 1841 г. об устроенном Сапожниковым усовершенствованном гальванопластическом аппарате, в котором можно было вести осаждение металла одновременно на нескольких формах.⁷⁹

Наряду со способом копирования гравированных досок в 1840 г. появился совершенно новый и ранее невозможный способ изготовления клише для печатных изображений, получивший название «гальваногравии». Одновременно предпринимался ряд попыток по линии модернизации уже существовавшей техники — офорта и гравюры на дереве.

Способ гальваногравии разработан в 1840 г. на основе открытия Б. С. Якоби профессором Мюнхенского университета Ф. Кобелом, издавшим в 1842 г. свое руководство.⁸⁰ Известен ряд мюнхенских граверов, носивших эту фамилию; среди них дед изобретателя и брат. Последний (Э. Кобел) вместе с художниками Гейдеком и А. Шлейхом участвовал в приговлении рисунков для иллюстрации книги Ф. Кобела (рис. 2, 3).

В гальваногравии медное клише получалось путем осаждения металла на соединенную с катодом висеребренную медную доску, непосредственно на которой особого рода тушью рисовали кистью оригинальное изображение. Ф. Кобел работал исключительно над тоновыми изображениями. Для получения в оригинальном рисунке оттенков требовалась разная толщина слоя туши, соответственно передававшаяся, как большая или меньшая глубина печатающей поверхности клише. Слой серебра устранял опасность возникновения спаек на незащищенных тушью местах. Медь осаждается прежде всего на них, постепенно распространяясь и на покрытые слоем туши части.

Состав туши был наиболее ответственной и уязвимой стороной способа при печатании тоновых изображений, поскольку

⁷⁷ П. Н. Петров, ук. соч., т. 2, стр. 405; см. также заметку в «Москвитяине», 1842, № 2, стр. 663.

⁷⁸ Протоколы АН 1840 г., § 362; Художественная газета, 1841, № 3, стр. 5.

⁷⁹ Художественная газета, 1841, № 3.

⁸⁰ F. v. Kobell. Die Galvanographie. Eine methode gemalte Tuschbilder durch galvanische Kupferplatten im Drucke zu vervielfältigen. Mit Abbildungen des galvanischen Apparats und Abdrücken von ach galvanographischen Platten auf 7 Tafeln. München, b. Gotta, 1842, 18 стр. Первые сообщения об опытах Кобела в Münchner gelehrter Anzeiger №№ 88, 89 за 1840 г. и в Erdmann's Journal für praktischen Chemie, т. 20, 1840, стр. 151—191; см. также Отечественные записки, 1841, т. 14, отд. VII, стр. 105.

имено от него зависела «зернистость» печатающейся поверхности, обеспечивающая переходы тона. В числе преимуществ гальваногравии называли то, что она прямо повторяет оригинальный рисунок, не требуя никаких ухищрений со стороны художника, а также позволяет делать любые поправки при изготовлении рисунка.⁸¹

Ф. Кобел переписывался с Б. С. Якоби.⁸² Их знакомство состоялось при посредстве герцога М. Лейхтенбергского, который первым в России занялся гальваногравией. Еще в августе 1840 г. Якоби демонстрировал в Академии наук его пробные оттиски.⁸³

Б. С. Якоби следил за успехами гальванопластики и часто докладывал в Академии о новинках, касавшихся его открытия. 24 января 1842 г. он сделал сообщение о гальваногравии с демонстрацией полученных через посланника Дании в Петербурге гальваногравических гравюр работы датского офицера Гофмана.⁸⁴ Последний, как видно из сообщения, стремился получить способом гальваногравии штриховые клише типа гравюры на металле или офорта и разработал рецептуру туши, дававшей на металле особенно тонкий штрих, не уступавший, по словам Якоби, штриху обыкновенной туши на бумаге.

20 июня 1843 г. Якоби делал очередное сообщение и представил «несколько гальваногравических оттисков, выполненных бароном Гессом по методу капитана Гофмана в Копенгагене и проф. Кобелом в Мюнхене».⁸⁵ В Протоколах Академии отмечалось, что «интересное приложение гальванопластики, с которым Академия уже имела дело неоднократно, может в значительной мере усовершенствоваться и что трудности, которые представлялись вначале, вероятно, будут преодолены».⁸⁶

«Труднее всего было сделать в отношении теней, воздуха и зернистости, тот оттиск, который вытиснен по методу, известному среди художников под названием aqua-tinta».⁸⁷ Кроме этих оттисков, г. Якоби демонстрировал еще один с гравюры на де-

⁸¹ M. Jacobi. Sur la galvanographie. Bull. scient., t. X, 1842, № 6, col. 91—94. Перевод статьи в газ. «Посредник», 1842 г., № 77, стр. 77—79 (см. стр. 116 настоящего сборника).

⁸² Статья Кобела в «St. Pbg. Zeitung», 1845. № 11; там же, № 9 — о нем статья Якоби. Архив АН СССР, ф. 187, оп. 1, № 1, л. 663 (Якоби в Мюнхене); Протоколы АН 1845 г., № 15 (Якоби демонстрирует полученные из Мюнхена гравюры).

⁸³ Bull. scient., t. X, col. 91; Посредник, 1842, стр. 77; Отечественные записки, 1842, т. 21, отд. VIII, стр. 80.

⁸⁴ Bull. scient., t. X, 1842, col. 94; Посредник, 1842, стр. 77—79.

⁸⁵ Протоколы АН 1843 г., § 167.

⁸⁶ Там же.

⁸⁷ Особый род наиболее живописной по манере тоновой гравюры.

реве, выполненной тем же художником (т. е. Гессом, — И. С.) по способу, который еще держится в секрете и которым он надеется достичь того, чтобы каждый рисовальщик мог при помощи гальванопластики делать гравюры на дереве, как бы мало он ни был опытен в этом трудном искусстве».⁸⁸

Засекреченное изобретение Гесса для Б. С. Якоби уже не было тайной. Гравюра на дереве отличается, как известно, тем, что в ней краска накатывается на нетронутую резцом поверхность доски, а ее углубленные части в печатании не участвуют и оставляют при тиснении светлые места. Якоби своевременно отметил царскосельские опыты М. Лейхтенбергского, принципиально решившего еще летом 1841 г. задачу, которую поставил себе Гесс.⁸⁹ Медная доска с нанесенными на ней рисунками или надписями соединялась в аппарате с положительным полюсом. При этом оказалось, что записанная часть поверхности доски сохраняется нетронутой, тогда как вокруг нее металл равномерно разъедается и делается тоньше. Вытравленная таким способом доска давала оттиски подобно гравюре на дереве. Таким образом, удалось получить полезную работу тока на аноде гальванического аппарата.

Тоновая гальваногRAFия в конце концов не оправдала возлагавшихся на нее надежд. Все попытки усовершенствования не смогли преодолеть ее основного недостатка: клише давало оттиски, иногда и очень удачные, но лишь более или менее подобные оригиналу. Структура слоя туши порой придавала клише неожиданные особенности, предвидеть которые художник был не в состоянии. ЛитогRAFия в этом отношении оставалась на большей высоте. Уже в 50-х гг. Б. С. Якоби не мог назвать ни одного гальванографа в Петербурге.⁹⁰

Первые успехи, достигнутые «электротипией», как назывались в то время любые новые способы печати, связанные с применением электрического тока, имели значение главным образом в том отношении, что привлекли внимание полиграфистов-художников к электрохимии и обогатили их опытом для создания в будущем гораздо более совершенных способов, связанных с гальванопластикой.

⁸⁸ Протоколы АН 1843 г., § 167. Еще одно сообщение Якоби об успехах гальваногRAFии 27 октября 1843 г. — см. там же, § 271.

⁸⁹ Bull. scient., t. X, 1842, № 6, col. 93; Отечественные записки, 1842, т. 21 (февраль), отд. VIII, стр. 80; Посредник, 1842, стр. 77—79.

⁹⁰ Дневник Якоби, 1853, 16 октября: «Фритцше спрашивал... нет ли здесь кого-либо, кто занимался бы гальваногRAFией? Я, к сожалению, должен был ответить „нет“».

Более перспективным и жизненным оказался способ, получивший позже название «гальванокаустика».⁹¹ Его автором был профессор Вюрцбургского университета Г. В. Озанн (умер в 1866 г.), научные интересы которого сложились в юношеские годы под непосредственным влиянием И. В. Гете. С 1823 по 1828 г., до переезда в Вюрцбург, Озанн был профессором химии и фармакологии в Дерптском университете.⁹²

Проводя опыты по гальванопластике, Озанн в 1842 г., подобно М. Лейхтенбергскому, обратил внимание на возможность электрохимического травления на аноде и решил применить последнее в технике офорта, вместо травления кислотой.

Если Гофман старался получить штриховые клише путем осаждения металла на выпуклость рисунка, то способ гальванокаустики давал травленое клише для штрихового изображения, подобно офорту, но вместо кислоты работу выполнял электрический ток. Рисунок гравировался иглой на слое изоляционного лака, нанесенного на полированную медную доску. На время гальванического процесса она соединялась с положительным полюсом и под действием тока теряла частицы металла только в обнаженных гравировкой местах. При печатании вытравленные вглубь металла штрихи принимали в себя краску и оставляли на бумаге зеркальный штриховой оттиск изображения, а нетравленные места доски в печатании не участвовали, оставляя бумагу чистой (см. рис. 4 и 6).

Как и техника офорта, гальванокаустика допускает возможность регулирования процесса травления посредством перекрытия лаком достаточно протравленных частей доски или же усиления определенных участков катода, за счет навески на него дополнительных пластинок меди. По сравнению с травлением кислотой гальванокаустика представляет некоторое преимущество, так как при ней совершенно не имеет места так называемое «подтачивание» — разъедание металла под лаком в стороны от штриха.⁹³

Первая изданная в России гальванокаустическая гравюра выполнена Т. Г. Шевченко в сотрудничестве с не назвавшим себя переводчиком «Гальванографии» Кобела, вышедшей в Петербурге в начале 1843 г.⁹⁴ Взамен большого числа хороших

⁹¹ Термин, появившийся в 40-х годах XIX столетия в медицине и первоначально означавший прижигание с помощью проволоки, накаливаемой электрическим (гальваническим) током.

⁹² РБС. Обезьянинов-Очкин, СПб., 1905, стр. 177—178.

⁹³ М. Д. Рудометов. Опыт систематического курса по графическим искусствам, I. СПб., 1897, стр. 216.

⁹⁴ Франц фон Кобелль, доктор философии, профессор минералогии при Людвиг-Максимилиановском университете в Мюнхене. Гальванография или

гальванографий мюнхенского издания в ней помещены только три оригинальных листа, выполненных в России: две весьма посредственных в художественном отношении гальванографии — «Вид в Киевских пещерах» и «Ландшафт», исполнители которых не обозначены, и травленная электрохимическим способом отличная гравюра «Король Лир», подписанная Т. Шевченко (рис. 4).

Гравюра «Король Лир» не соответствует содержанию сочинения Кобела, так как она не является образцом гальванографии, подобно двум другим листам. Сам переводчик особо выделил это в тексте и объяснил ее помещение в следующих словах от себя, которыми заканчивается книга: «Здесь прилагаемые тушеванные (две, — И. С.) картинки получены с гальванографических досок. Гравюра, представляющая короля Лира, вытравлена посредством гальванизма в полчаса. Не в продолжительном времени выйдет в особой брошюрке описание этого полезного изобретения, теперь же картинка приложена для опыта».⁹⁵

«Король Лир» является наиболее ранней из дошедших до нас и известных гравюр Т. Шевченко. Подпись цензора на книге датирована 10 февраля 1843 г. Поэтому исполнение иллюстраций и изготовление печатных досок для книги с полной вероятностью должно быть отнесено ко второй половине 1842 г.

Шевченко в своей гравюре применил подцветку бумаги под оттиск доски желтоватым тоном. На выступающей из-под оттиска кроме этого тона процарапано название гравюры «Король Лир». Изображение построено в традиционном духе иллюстраций к Шекспиру. Сцена, когда бурной ночью Лир стремительно идет в сопровождении шута, постоянно встречается в них.⁹⁶ Гравюре «Король Лир» настолько присущи характерные стилистические черты западного романтизма, совершенно не свойственного реалистической манере Шевченко-художника, что признать последнего автором, а не только лишь исполнителем гравюры затруднительно.

Установить использованный Шевченко оригинал не удалось, но, вероятно, он копировал гравюру какого-либо близкого ему по времени мастера, скорее всего немецкой школы. Едва ли мог начинающий гравер выступать с оригинальным произведением

способ производить гальванические медные доски для печатания кистью работанных рисунков. СПб., тип. Иоганнсона, 1843, 54 стр., 3 гравюры. Рецензии: Северная пчела, 1843, № 154, стр. 614; Отечественные записки, 1843, т. 29, отд. VI, стр. 20. Рецензенты указывали на довольно дурной перевод, но не заметили того нового, что внес от себя переводчик.

⁹⁵ Ф. Кобел, ук. соч., стр. 54.

⁹⁶ См.: M. C. Salmon. Shakespeare in pictorial art. The Studio, 1916.

в первом, или во всяком случае в одном из первых своих опытов, да еще подвергая его риску при совершенно новой, незнакомой технике. К тому же из высказываний Шевченко в его «Дневнике» видно, что он в гравюре ценил прежде всего техническое средство, способное размножить и тем самым делать доступным народным массам произведения искусства.

Т. Г. Шевченко был, по всей вероятности, лишь исполнителем, которого издатель привлек как специалиста-художника. Однако Шевченко, проявлявший, как известно, особенно горячее влечение к гравюре, не мог ограничиться только гравированием и не принять то или иное участие в травлении, тем более что, судя по тональной контрастности гравюры, процесс травления известным образом регулировался,⁹⁷ а для этого присутствие художника было необходимо.

С. Е. Раевский неверно называет в своей книге гравюру «Король Лир» гальванографией,⁹⁸ хотя в издании 1842 г. сказано, что она «вытравлена посредством гальванизма». Предположение же Раевского о том, что Шевченко овладел техникой гальванографии в мастерской К. П. Брюллова безосновательно. Нет никаких сведений о занятиях Брюллова гальванопластикой или чем-нибудь подобным; такой факт никак не мог бы ускользнуть от внимания писавших в «Художественной газете» о гальванопластике А. Н. Струговщикова и близкого друга Брюллова — Н. В. Кукольника.⁹⁹

Установление автора и издателя перевода «Гальванопластики» представляет интерес не только для истории гальванопластики в России, но и для биографии Т. Г. Шевченко, поскольку расширило бы представления о круге лиц, с которыми он общался в Петербурге. Переводчик в книге не назван, однако можно не сомневаться, что перевод и маленькое, но существенное дополнение к тексту сделал упомянутый выше автор

⁹⁷ Ср. гравюру Шевченко с прилагаемой здесь второй гальванокаустической гравюрой (рис. 6).

⁹⁸ С. Е. Раевский. Художник Тарас Шевченко. Изд. «Мисцетство», 1939, стр. 56—57.

⁹⁹ Художественная газета, 1840, № 8; 1841, № 16. После 1843 г. гравюра «Король Лир» впервые воспроизведена (в сильном уменьшении) Д. А. Ровинским, который считал ее офортом, а начало занятий Шевченко гравированием относил к 1844 г. (Д. А. Ровинский. Подробный словарь русских граверов XVI—XIX вв., т. II, СПб., 1895, стр. 1171—1176). А. П. Новицкий указал на неточность Ровинского, но при этом сам впал в ошибку, написав, что «Король Лир» вовсе не офорт, а гальванография (без ссылки на источник). (О. Новицкий. Т. Шевченко як художник. Київ, 1930, стр. 25). Ошибка Новицкого, не усвоившего смысл замечания переводчика относительно гравюры «Король Лир», повторяется и другими шевченковедами.

ряда в большинстве своем анонимных или полуанонимных книг, брошюр и статей А. Ф. Греков.

Гальванопластика, как показано выше, с первых же своих дней захватила А. Ф. Грекова. Еще в изданной в 1842 г. в Москве книге он кратко изложил приемы гальванографии по Кобелю. Есть все основания признать именно Грекова, переселившегося из Москвы в Петербург в 40-х годах¹⁰⁰ и в равной мере проявлявшего интерес к гальванопластике и к вопросам печатного дела, переводчиком петербургского издания хорошо знакомой ему книги Кобела. В этом особенно убеждает то новое, что переводчик внес от себя. Обещанную издателем «Гальванографии» брошюру разыскать не удалось, вероятно она не была издана вовсе. Однако способ электрохимического травления все же был вскоре изложен в особой главе новой книги о гальванопластике, вышедшей в Петербурге в 1844 г. с инициалами А. Г. вместо имени автора.¹⁰¹ Нет никакого сомнения, что эта книга также составлена Грековым.

А. Ф. Греков редко подписывал свои публикации, ограничиваясь, в лучшем случае, инициалами, а в конце 1844 г. еще и затемнил вопрос об авторстве, упомянув в тексте о себе самом в третьем лице. Но за его авторство говорит также то обстоятельство, что указанное упоминание касается способа «соприкосновенных» золочения и серебрения без батарей. Как и в упомянутом выше редакционном примечании «Отечественных записок», Греков представлен здесь автором этого способа.¹⁰²

Относительно электрохимического травления следует отметить, что Греков не мог не знать об упоминавшихся выше опы-

¹⁰⁰ С. Морозов. Новое об изобретателе Алексее Грекове. Техника молодежи, 1951, № 10, стр. 32.

¹⁰¹ А. Г. Полное изложение гальванопластики, гальванической позолоты и серебрения, составленное по новейшим источникам. С приложением способа золочения и серебрения электрохимически, без посредства гальванической батареи. СПб., 1844, 122 стр. — Рецензии: Отечественные записки, 1844, т. 34, отд. VI, стр. 30—31; отд. V, стр. 15; Маяк, 1844, т. 16, кн. 31, стр. 13—14; Библиотека для чтения, ч. 64, отд. VII, стр. 52 (Сенковского; написана в принятом им по отношению к гальванопластике язвительном тоне).

Рецензент «Отечественных записок», отозвавшись, в общем, положительно о книге, отметил, что изложение далеко не полно. Действительно, «Полное изложение» уступает первой книге Грекова о гальванопластике, что, вероятно, обусловлено неприятностями и денежными затруднениями, преследовавшими Грекова в Петербурге. (См.: С. Морозов, ук. соч.).

¹⁰² Стр. 90; «... г. Греков, упражняясь с давнего времени в химических приготовлениях и производя по этому новому открытию множество опытов, нашел способ приготовить растворы как для позолоты, так и для серебрения электрохимическим путем, гораздо простейший и удобоисполнительный для всякого; сверх того, он совершенно устранил употребление гальванического снаряда или батареи...».

тах герцога М. Лейхтенбергского, освещавшихся в русской печати в том же 1842 г., когда Греков, несомненно, уже занимался переводом и подготовкой к изданию книги Кобела. Решавшие задачу принципиально опыты М. Лейхтенбергского должны были заинтересовать Грекова в первую очередь как автора «Металлографии», если бы он даже ничего не знал об опытах Озанна. Идея последнего попала на вполне подготовленную почву. Во всяком случае есть все основания считать, что способ электрохимического травления досок для гравюр Греков освоил и проверил совместно с Т. Г. Шевченко еще в 1842 г.¹⁰³

Справочная литература, хорошо знающая историю открытия Ф. Кобелом гальваногравии, обычно не сообщает ни времени открытия, ни имени изобретателя гальванокаустики — Г. Озанна. Сам Якоби сообщил о ней в Академии наук как о новинке лишь в конце 1844 г., но сведения на этот раз он получил не из первых рук.

Сообщение Якоби касалось уже упомянутого выше Ф. К. Вернера, который после изданной им в 1842 г. для учащихся гальванопластического класса брошюры о «гальваническом» золочении и серебрении, в 1844 г. двумя повторными изданиями выпустил краткое и общедоступно изложенное руководство по техническому применению гальванопластики, в основном в области художественной деятельности, тоже на немецком языке.¹⁰⁴ Книга была написана и подготовлена к изданию еще в 1843 г.¹⁰⁵ В ней, между прочим, излагаются приемы осаждения металла внутри полых форм, а не только в формах барельефов. Выпуская свои пособия на немецком языке, Вернер, несомненно, имел в виду прежде всего своих соотечественников, ремесленников-немцев, весьма многочисленных в те годы в Петербурге.

Особенно обстоятельно изложены в руководстве Вернера способы воспроизведения стальных и медных гравированных печатных досок и гальваногравических и гальванокаустических клише.

¹⁰³ Допустимо предположение, что упомянутый выше перевод руководства Л. Эльснера, изданный в Москве в 1844 г., был также делом А. Ф. Грекова. В пользу этого предположения говорит значительное пополнение текста материалами, не имеющими прямого отношения к теме самого сочинения.

¹⁰⁴ F. Werner. Ritter der St. Stanislaus Ordens. Die Galvanoplastik in ihrer technischen Anwendung. Mit 12 Kupfertafeln, St. Pbg. 1844, Тип. ЭЗГБ, 84 стр. Посвящение К. Х. Рейсигу. Второе издание от первого отличается лишь пометкой: «Второе издание без изменений». — Рецензии: Отечественные записки, 1844, т. 33, отд. IV (апрель), стр. 25, т. 35, отд. VI, 30—31, V (июль) 1—10.

¹⁰⁵ Цензорское разрешение подписано 13 января 1844 г.

К книге приложен ряд образцов, отлично выполненных в Экспедиции заготовления государственных бумаг: оттиск гальванически редуцированной гравюры на стали, такая же редукция гравюры на меди рядом с оттиском оригинальной доски и др.

Особенно любопытна в подлиннике отпечатанная коричневатым тоном гальваногравия в манере рисунка сепией, изображающая сцену в гальванопластической мастерской — извлечение довольно крупного клише из ванны (рис. 5). В правом нижнем углу гравюры — едва различимые через лупу инициалы *Е. Ф.*¹⁰⁶ Изображенная на гравюре сцена, вероятно, происходила в одной из комнат лаборатории гальванопластического класса в доме Таможни. Окна верхнего этажа этого здания имеют точно такие же переплеты и по размеру примерно соответствуют окну, изображенному на гравюре; а через окно виднеется, как можно думать, часть здания Биржи, хотя и не очень точно вырисованная.

Способ гальванокаустики иллюстрирован штриховой гравюрой, представляющей не то бедуина, не то какого-то европейского путешественника по странам Востока в бурнуса и с ружьем. Вытравлена она, по-видимому, в один прием, без регулирования тональности (рис. 6). Последняя гравюра и описание способа ее изготовления в книге Вернера и привлекли особое внимание Б. С. Якоби, представившего 13 сентября 1844 г. в Академию наук эту книгу. Была отмечена «новизна способа, называемого гальванокаустикой (*galvanographie en caustique*), образец которой он прилагает. Чтобы показать, что этот способ применим также и к эстампам значительных размеров, г. Вернер представил Академии один такой эстамп, имеющий 19½ д[юйма] длины и 14 д[юймов] ширины».¹⁰⁷

Указанные размеры отдельно представленного Вернером образца гальванокаустической гравюры приблизительно соответствуют величине доски, которая находится в руках сидящего на стуле перед лоханью пожилого человека, изображенного на гальваногравии из книги Вернера. Только что вынутая доска, с которой еще стекают капли раствора, позволяет рассмотреть на ней вполне четкое изображение, к которому и приковано внимание обоих персонажей гравюры. Но такой вид и могла иметь только гальванокаустическая доска, травление которой производится с поверхности, тогда как вынимаемое из ванны

¹⁰⁶ В просмотренном экземпляре второго издания этой гравюры не оказалось. Раскрыть инициалы художника не удалось.

¹⁰⁷ Протоколы АН 1844 г., § 242. В поступившей в Отдел графики Эрмитажа в 1941 г. части фонда гравюр из Библиотеки Академии наук упоминавшихся выше экземпляров гравюр обнаружить не удалось.

гальванографическое клише мы видели бы с его тыльной стороны.¹⁰⁸

Приведенное выше сообщение Б. С. Якоби показывает, что гальванокаустическая гравюра Т. Г. Шевченко и русская книга, в которой она была помещена, остались неизвестными Якоби, иначе он не мог бы говорить о новизне способа, годом раньше примененного в России А. Ф. Грековым и Т. Г. Шевченко. Знакомство с Грековым или с его книгой Вернером не отмечено.

Следует упомянуть еще об одной области, где гальванопластика вызвала особенно большой интерес. До усовершенствования и распространения фотографии гальванопластика сослужила большую службу собирателям и исследователям монет и медалей, глиптики и тому подобных произведений малой скульптуры. Крайне несовершенные возможности репродукции — гравюра на меди, литография или, в лучшем случае, дорогой механический способ Бета, дававший штриховые, приближающиеся к тоновым изображения, — очень затрудняли издание и изучение памятников. Гальванопластика, помимо того что давала безупречные копии недостающих в коллекции редких вещей, открыла и некоторые издательские возможности. Упомянутый выше руководитель Картографического депо Ф. Ф. Шуберт занимался гальванопластикой, будучи обладателем одной из наиболее крупных и известных коллекций русских монет. В связи с многолетней подготовкой издания каталога русских монет Шуберт гальванопластическим способом заготовил для таблиц многочисленные клише, на которых все репродуцируемые монеты представляли род матриц, вследствие чего на соответственно окрашенной бумаге получались рельефные оттиски.¹⁰⁹

В дневниках Б. С. Якоби имеются записи о занятиях Шуберта гальванопластикой еще в декабре 1839 г., а в 1840 г. — о работе самого Якоби над «Schubertsplatte».¹¹⁰ Здесь, несомненно, имеется в виду копирование принадлежавшей Шуберту

¹⁰⁸ Приведенные соображения дают основания высказать предположение, что на гальванографической гравюре в книге Вернера (скорее в виде пожилого человека в очках, чем в виде элегантного господина, пришедшего в лабораторию с тростью и в цилиндре) запечатлен сам Вернер и что, следовательно, и изображение второго лица также имеет портретный характер. Вернер, умерший в 1847 г., вероятно, был не молод и во всяком случае значительно старше Газенбергера, закончившего учение в Академии художеств в 1827 г. и умершего в 1865 г. Поскольку «хозяевами» изображенной на гравюре лаборатории были оба, не исключена возможность, что вторым изображенным на гравюре лицом был В. Газенбергер.

¹⁰⁹ Monnaies russes des derniers trois siècles, depuis le czar Joan Wasiliewicz Grosnyi, jusqu'à l'empereur Alexandre II, 1547—1855. Par le général F. T. de Schubert, avec un Atlas. Leipzig, 1857, стр. 2.

¹¹⁰ А. А. Ильин, ук. соч., стр. 57.

очень редкой медной рублевой монеты — «платы» (плиты) 1725 г. Екатеринбургского монетного двора. В Отделе нумизматики Эрмитажа имеется гальванопластическая копия шубертовской «платы».¹¹¹

Воспоминанием об увлечении гальванопластикой в 40-х годах служат сохранившиеся кое-где старинные монетные шкафы и «камейники», дверцы которых украшены гальванопластическими пластинами, представляющими собою композиции из множества монет или камей (рис. 8). Формы для осаждения металла изготовлялись посредством подлинных вещей, оттискиваемых в формовочной массе.

Вскоре гальванопластика привлекла внимание предприимчивых фальсификаторов редких монет, эксплуатировавших коллекционерскую страсть и недостаточную опытность собирателей. Встречаются замечательно выполненные подделки, с тщательно замаскированным швом, в которых передаются все признаки оригинала, вплоть до точного веса, за исключением только звона. Особенно часто встречаются подделки античных монет, в которых толщина монетного кружка, округлость рельефа и особенности техники часто лишают монету звонкости. Такие подделки порой с трудом отличаются от подлинных монет.

На 1844 г. падает наибольшее количество изданий по гальванопластике. Кроме уже названных выше книг Ф. Засса, А. Ф. Грекова и перевода руководства Эльснера, вышла объемистая компилятивная работа В. Ф. Одоевского под псевдонимом К. О. . (Князь Одоевский) и с чрезвычайно длинным названием.¹¹² В воспоминаниях современников Одоевского встречаются опи-

¹¹¹ В собрании русских монет действительного члена Академии медицинских наук СССР профессора В. Г. Гаршина тоже находится приобретенная им несколько лет назад в Ленинграде гальванопластическая копия шубертовской «платы», воспроизводимая нами (рис. 7), а в 1953 г. такая же копия предлагалась для приобретения Эрмитажу. Историю копий проследить не удалось.

¹¹² Гальванизм в техническом применении, или искусство гальваническим путем производить типы, покрывать медью жизненные припасы и разные вещи для сохранения их; также делать медные доски для гравирования; изготовлять гравюры; травить посредством гальванизма; золотить, серебрить, платинировать, меднить, бронзировать; осажать цинк, бронзу, олово, свинец и пр. мокрым и гальваническим способом; освещать посредством гальванизма; взрывать скалы тем же способом; составлять электромагнитные машины и проч.; с объяснением необходимых предварительных понятий о химии и физике и 89 чертежами в тексте. Для любителей природы и для технического употребления составил из опытов разных ученых и своих собственных К. О. ., ч. I, 223 стр.; ч. II, 224 + 20 стр. Тип. «Journal de St. Pbg.», СПб., 1844. — Рецензии: Отечественные записки, 1844, т. 35, отд. V, стр. 15; Библиотека для чтения, 1844, т. 64, отд. VI, стр. 36—38.

сания его жилища, превращенного в лабораторию, и постоянно упоминаются его разносторонние увлечения. Особенно достается обедам Одоевского с какими-то «химическими» соусами его изобретения.

Книга начинается историческим очерком изучения электричества и изобретения гальванопластики. Многие упомянутые во многообещающем заглавии разделы являются пересказом всевозможных журнальных и газетных сообщений без указания источников. В тексте книги — крупные включения из сочинения Бунзена, Беккереля и др. Достоинством книги является довольно полный обзор иностранной литературы.

Сенковский посвятил книге Одоевского ядовитую рецензию, в которой упрекает «гальванопофила» в заимствованиях из своего журнала, а в заключение объявляет книгу вообще совершенно ненужной, так как гальванопластика уже устарела и должна быть заменена в ближайшее время хорошо известным рецензенту новым, гораздо более легким и дешевым способом, с полным устранением «гальванизма». Но гальванопластика оказалась сильнее: позже, отойдя от непосредственного руководства своим журналом, Сенковский и сам занялся ею.¹¹³

В начале 40-х годов гальванопластика явилась поразившим умы ярким проявлением могущества электричества. За интересом к гальванопластике, отчасти носившим характер раздуваемого печатью модного увлечения, стояли насущные интересы и потребности техники. Возможности самой гальванопластики для того времени более или менее определились в течение двух-трех лет после ее открытия. Большое число книг по гальванопластике, вышедших в 1844 г., было несколько запоздалой «отметкой» максимума интереса к гальванопластике, падающего на 1842—1843 гг.

«У нас в Петербурге первоначально все с жадностью бросились на гальванопластические опыты; а теперь много ли осталось охотников? Впрочем, на все есть мода».¹¹⁴ Правильность этого замечания «Отечественных записок», относящегося к 1844 г., подтверждается тем, что после 1844 г. в течение почти десятилетия не появилось ни одной новой книги о гальванопластике и упоминания о ней исчезли со страниц газет и журналов. Но, растеряв своих случайных сторонников, гальванопластика прочно заняла место в производстве.

¹¹³ А. В. Старчевский. Воспоминания старого литератора. Исторический вестник, 1891, т. XLV, стр. 325

¹¹⁴ Отечественные записки, 1844, т. 35, отд. V, стр. 9.

МАТЕРИАЛЫ К ИСТОРИИ ОТКРЫТИЯ И ВНЕДРЕНИЯ ГАЛЬВАНОПЛАСТИКИ

ПУБЛИКАЦИЯ И ПРИМЕЧАНИЯ М. И. РАДОВСКОГО

В богатом научно-прикладном творчестве Б. С. Якоби его работы по электроосаждению металлов были особенно плодотворными. Открытая им гальванопластика была воспринята во всем научно-техническом мире как одно из самых значительных достижений в области практического применения электричества. Изобретение способа покрывать металлы металлами при помощи электрического тока и возможность получать при этом рельефные изображения ставились современниками рядом с такими завоеваниями, как изобретение фотографии и даже книгопечатания.¹

Как и о других сторонах деятельности Якоби, об открытии гальванопластики сохранилось очень много материалов. Кроме его рукописного наследия, их имеется немало и в протокольных бумагах Петербургской Академии наук, бывшей первой научной корпорацией, которой Якоби сообщил о своем открытии. Часть этих материалов (в русском переводе) увидела свет в 1889 г., когда в нашей стране отмечалось 50-летие гальванопластики.² Это были главным образом полученные Якоби письма от Фарадея, Гумбольдта, Берцелиуса, Эрстеда и др.

При всей ценности опубликованных документов они составляют лишь небольшую часть рукописного наследия, которое в совокупности воскрешает замечательную страницу из истории научно-прикладных знаний.

Публикуемые материалы (в них, за редким исключением, не помещены те документы, которые уже были напечатаны) охватывают период до 1840 г., т. е. до времени, когда гальванопластика была внедрена в практику. Кроме официальных бумаг, привлечены материалы из его личной переписки. Содержащиеся здесь известия заметно расширяют наши знания об истории электротехники и проливают дополнительный свет на взаимоотношения Якоби с его современниками — русскими и зарубежными учеными.

Подлинники документы написаны на разных языках; перевод иноязычных текстов выполнен Т. Н. Кладом. Приведенные вслед за документами примечания составлены автором этих строк.

¹ См. Записки Русского технического общества, 1889, № 4, стр. 16 и сл.

² Там же.

1

Из протокола заседания Конференции Академии наук¹

5 октября 1838 г. Петербург

[Оглашено] письмо на имя неперменного секретаря, в котором г. профессор Якоби сообщает об открытии, сделанном им случайно, но могущем со временем приобрести важное значение для гравировального искусства. Гальванический элемент, которым пользуется г. Якоби в своих теперешних работах, имеет ту замечательную особенность, что водородный газ, который в обыкновенных voltaических приборах развивается на отрицательной, или медной, пластинке, здесь применяется для восстановления насыщенного раствора сернокислой меди. Состояние связности, в котором представляется эта восстановленная медь, зависит от силы гальванического тока. Если ток слаб и действие медленно, то медь восстанавливается в совершенно связной форме и приобретает большую или меньшую плотность; более сильный ток вызывает более быстрое восстановление, и тогда медь осаждается в виде зерен, сгруппированных без определенного порядка и представляющих вид кристаллического образования. Якоби заметил при чистке гальванических аппаратов, что восстановленная медь могла быть отделена в виде вполне связных пластинок и что все случайные неровности, имевшиеся на оригинальной пластинке, воспроизводились на этих медных пластинках с совершеннейшей точностью. Опыт с гравированным оригиналом, покрытым очень тонким слоем растительного масла, дал восстановленную медную пластинку, на которой все самые слабые черточки, гравированные на оригинальной пластинке, были воспроизведены рельефным образом с совершеннейшей четкостью. Секретарь демонстрировал ту пластинку.

¹ Архив АН СССР, ф. 1, оп. 1а, № 58 (1838), п. 465; перевод с французского.

2

Сообщение академика В. Я. Струве в Академии наук о работе Б. С. Якоби. (Из протокола заседания Конференции)¹

12 апреля 1839 г. Петербург

Академик Струве² демонстрировал Конференции медную пластинку, скопированную по методу г. Якоби с гравюры на дереве, а также оттиск с этой пластинки, который в отношении чистоты линий не оставляет желать ничего лучшего. Г. Струве поручено поблагодарить г. Якоби за это сообщение и предложить ему продолжить свои интересные опыты, от которых

можно ожидать результатов, весьма полезных для практических целей.

¹ Архив АН СССР, ф. 1, оп. 1а (1839), № 60, § 222; перевод с французского.

² Струве Василий Яковлевич (1793—1864), астроном, ординарный академик (1832). Струве был знаком с Якоби еще до переезда последнего в Россию.

3

Сообщение Э. Х. Ленца в Академии наук о работах Б. С. Якоби по гальванопластике. (Из протокола заседания Конференции)¹

23 августа 1839 г. Петербург

Г. академик Ленц предъявил несколько выпуклых медных медальонов, сделанных по гальваническому способу, изобретенному г. Якоби. Существенное усовершенствование, которое г. Якоби внес в свой способ, состоит в том, что ныне ему достаточно только воскового слепка с выпуклого изображения, которое он намерен снять, и этот слепок служит ему образцовой доскою, на которой медь осаждается с такою же чистотою, как на металлической доске. Образцы, предъявленные г. Ленцем, возбудили удивление Академии.

¹ Архив АН СССР, ф. 1, оп. 1а (1839), № 60, § 471. Запись опубликована в «Журнале Министерства народного просвещения», 1839, часть XXIII, отд. III, стр. 28.

4

Сообщение Б. С. Якоби С. С. Уварову о своей работе¹

5 сентября 1839 г. Петербург

Нижеподписавшийся прилагает здесь составленный им медный барельеф, вызолоченный для лучшего сохранения. Способ составления оного открыт им в 1836 году и впоследствии времени весьма усовершенствован. Оный способ состоит в управлении гальванического действия по определенным и свойственным оному правилам, по которым медь, без содействия огня растворенная в кислотах, превращается снова в крепкую и прочную массу самого лучшего качества (доброты). Сей раствор из меди, оседая на другом каком-либо металле или металлических составах, принимает все виды, изображенные на сих последних, с резкою и удивительною точностью и при рачительном соблюдении всех правил, к составлению массы относящихся. Оный может быть удобно отделен от оригинала, так что получается точная, но превратная копия оного. Из сей образовавшейся

гальванической копии можно составить множество других медных копий по вышеупомянутому способу приготовления. Приложенный здесь барельеф взят из сцены гомеровой Одиссеи, сочиненной графом Федором Толстым.² Модель сего барельефа сделана была первоначально в виде воскового отпечатка, масса коего, смешанная наперед с известковым металлическим порошком, весьма удобно приспособлена была к гальваническому действию. При образовании сего рельефа до известной толщины должно было производить гальваническое действие непрерывно в течение 6 дней. При таковом способе составления не требуется ничего более, как только подливать всякое утро и всякий вечер свежего раствора медного купороса; все же прочее представляется действию самой природы.

Сей новый способ приготовления копий всех родов по содействию гальванического произведения может быть распространен и применен ко всякого рода художествам и ремеслам. Но как легко может случиться, что источник сего изобретения впоследствии может уничтожиться, то нижеподписавшийся желал бы, дабы сие гальваническое произведение сохранено было, как историческое доказательство, что сие открытие последовало в 1836 г., а в 1839 г. достигло высшей степени совершенства, как только может быть при практическом употреблении. Сие изобретение принадлежит исключительно России и не может быть оспоримо никаким другим изобретением вне оной.

Профессор Мориц Герман Якоби.

¹ Архив АН СССР, ф. 187, оп. 1, № 1, лл. 136—137; копия. Пометка рукою Н. Якоби: «Это тот самый барельеф, из которого возник спор отца с графом Федором Толстым и взамен которого был представлен государю Николаю I барельеф св. Екатерины». Утверждение Н. Якоби неверно. Упоминаемый Б. С. Якоби барельеф не заменялся (см.: И. Спасский «Б. С. Якоби и Ф. П. Толстой», рукопись).

Записка Якоби впервые опубликована А. А. Ильиным (Исторический очерк изобретения гальванопластики, СПб., 1889, стр. 38).

² Толстой, Федор Петрович (1783—1873), художник, вице-президент Академии художеств.

5

Сообщение Б. С. Якоби Академии наук о своей работе ¹

25 октября 1839 г. Петербург

Общая заметка о способе получения гальванических отливок.
(Гальванопластика)

С тех пор как его превосходительство неприменный секретарь Академии г. ф. Фусс в заседаниях 5 октября с. г. был столь любезен представить Академии рельефную пластинку, получен-

ную гальваническим способом, это замечательное приложение гальванизма получило такое распространение, которое я хотя и предвидел, но тогда еще не смел указать его пределы. Столь скорым развитием этого метода я обязан тем работам, которыми я занимаюсь здесь по высочайшему повелению. Уже теперь метод достиг такой степени совершенства, что может быть использован в мастерских ремесленника и художника и допускает разнообразнейшие применения. Я при этом должен особенно подчеркнуть, что для усовершенствования этого способа не нужно прибегать к каким-либо новым значительным научным открытиям, а для него может служить материалом запас сведений, накопленных до сих пор наукой. Если это открытие не было сделано ранее, то это нужно приписать тому обстоятельству, что его трудно было сделать без постоянных батарей. Эти последние стали известны лишь в последние годы, и моя теперешняя работа заставила меня заниматься этим вопросом более, чем кого-либо другого. Из практических приложений этого метода возникнут опять-таки научные результаты. Я указал это в заметке, которую буду иметь честь представить Академии в ближайшем заседании. Первый шаг к усовершенствованию гальванопластики состоял в том, что я избрал более кропотливый способ. Гравированная медная пластинка, или оригинал, была до сих пор одним из электродов самой вольтаической пары. Это имело следующие недостатки.

1) Размеры копий ограничиваются вследствие трудности получить пористые перегородки значительной величины.

2) Скорость, с которой происходит восстановление, также ограничивается в соответствии с известными законами гальванической цепи.

3) Этот способ требует значительно большего и постоянного внимания. Раствор медного купороса должен поддерживаться в состоянии наивысшей степени насыщения, поэтому необходимо, чтобы сила тока находилась в определенном соотношении с растворимостью имеющегося в запасе медного купороса. Обычно я был вынужден значительно ослаблять ночью силу тока включением большого сопротивления. Поэтому я взял оригинальную пластинку за катод прибора, в котором раствор медного купороса разлагается между двумя медными электродами. Гальванический аппарат, вызывавший разложение, был помещен совершенно отдельно и мог иметь любую конструкцию. При этом возникают некоторые замечательные обстоятельства, о которых я упомяну в другом месте; нужно также принимать некоторые меры предосторожности, которые, однако, не существенны и состоят лишь в том, что посредством фланели, полотна или пропускной бумаги нужно воспрепятствовать соприкосновению

окиси, отделившейся от анода, с катодом. При этом скорость восстановления может быть еще значительно увеличена. Все же, мне кажется, это не может быть достигнуто в той мере, в какой этого можно ожидать согласно законам гальванической цепи.

Для практических приложений гальванопластики существенно, чтобы вместо меди можно было применять в качестве катода свинец, олово или легкоплавкие сплавы. Она приобретает благодаря этому чрезвычайно большие технические преимущества. Я сделал первый опыт со свинцовой пластинкой, на которой очень глубоко выгравировал имя. Я предназначал эту пластинку г. барону ф. Гумбольдту,² но она случайно не попала в его руки и вернулась ко мне. Она при сем прилагается. Позднее я велел отлить барельеф из свинцового сплава, состав которого безразличен. С него я получил полную форму из меди, а с нее опять рельеф. Применение таких сплавов крайне важно и для изготовления стереотипических матриц. В работах Министерства финансов этим способом уже пользуются. Я прилагаю одну матрицу, полученную на обычной, а другую — на специально изготовленной форме гальваническим способом. Последней можно пользоваться для изготовления гальванической пластинки для стереотипа, в первом способе это было бы затруднительно, так как обычные литеры часто подрезываются.

Последним и важнейшим усовершенствованием, введенным всего несколько месяцев назад, является то, которое основано на сильной электроотрицательности графита. Я не мог получить массивных графитных пластинок, чтобы включить их в цепь вместо платины, согласно известной комбинации Грове.³ Обыкновенный карандаш без деревянной оправы не дал определенных признаков действия. Но, когда он был погружен в медный купорос и подвергнут гальваническому току, он быстро покрылся восстановленной медью. В маленькой пластинке из обожженной глины было просверлено отверстие, и в нем закреплена тонкая медная проволока. После того как она была тщательно натерта карандашом и погружена в качестве элемента цепи в медный купорос, она за несколько минут полностью покрылась медью, а через несколько часов с нее можно было отделить вполне цельную связную оболочку. Применение сплавов свинца для получения отливок или клише с оригиналов возможно лишь при малых масштабах. При этом имеет место еще то неудобство, что здесь все же приходится пользоваться в качестве посредствующего звена металлическим литьем, которое для некоторых предметов должна заменить гальванопластика. Ранее я велел изготовить себе восковую пластинку, окруженную металлическим краем. Я написал на ней тупым грифелем фразу «Гальваническая сила распространена повсюду», покрыл ее мелким, равно-

мерно распределенным медным порошком, подверг ее гальваническому процессу и получил на другое утро эту фразу в рельефном виде; эта пластинка прилагается. Я поручил одному из рабочих изготовить мне восковые отливки или восковые оттиски в большем масштабе, однако результаты получились очень несовершенными, ибо воск не передавал должным образом резкие черты, а если покрыть их медным порошком, то они делались еще менее резкими. Граф Бобринский⁴ обратил мое внимание на большие преимущества стеариновой кислоты и был столь добр, что сам изготовил мне отливки монет и медалей. Стеариновая кислота не только передает черты с величайшей резкостью, но ее можно весьма совершенным образом покрыть чрезвычайно ровным слоем мелкого графита, так что черты не только не притупляются, а наоборот, выступают еще резче. Размеры, в которых можно изготовлять такие отливки, причем надо соблюдать лишь некоторые правила предосторожности, уже довольно значительны, как показывает настоящий барельеф. Этот рельеф — копия одного оригинала, сделанного на меди рукой кавалера Бернини.⁵ По свидетельству знатоков, она имеет довольно большую ценность. Оригинал предоставлен мне по любезности г. полковника Соболевского,⁶ которому его привез г. Павел Демидов⁷ из Италии. Графит наносится сначала прочным и толстым слоем; когда он совсем высохнет, избыток снимают очень тонкой волосяной кисточкой и трут поверхность до тех пор, пока она не станет блестяще-черной. Блестящий глубоко черный цвет — необходимое условие удачи. Стеариновая отливка окружается тонким металлическим краем, к которому прикрепляют реофоры, и применяют ее затем в качестве катода. По-видимому, необходимо помещать ее горизонтально, поверхностью вверх. Если ее повесить вертикально, и тем более, если поверхность обращена вниз, т. е. к аноду, то процедура часто не удастся. На рамке, обтянутой фланелью, находится медная пластинка, служащая анодом. Прилагаемая пластинка образовалась за 8.5 дня, причем выделилось 3 ф.[унта] 57 золотников меди, т. е. за 24 часа восстановилось примерно 40 золотников. Взята была обыкновенная цепь с большими пластинками в 3 кв. фута по обеим сторонам цинковой пластинки; стрелка с обыкновенной короткой проволокой удерживалась на отклонении примерно 50—55°. Когда через короткое время после этого была взята обыкновенная платиновая пара, в которой стояли друг против друга только пластинки около $\frac{1}{3}$ кв. фута цинка— $\frac{1}{4}$ кв. фута платины, то получился несравненно более сильный эффект и постоянное отклонение примерно в 70°. Преимущества стеарина неисчислимы, я хочу указать только на то, что его хорошо можно резать и до известной степени на нем гравировать. Нужно на-

нести рисунок карандашом на матовую белую стеклянную дощечку, наложить на нее стеариновую пластинку, и мы получим на стеарине черты карандаша вполне резко и точно. Эти черты можно уже без труда углубить каким-либо острым инструментом. Таким образом, далее получится выпуклая медная пластинка, с нее опять углубленная, которая годится для оттисков. Стеарин можно также наливать на гипс или сырую глину, для этого необходимы некоторые предосторожности, и это я делал до сих пор лишь в малом масштабе. Гипс, сильно напитанный воском или стеарином, покрывается графитом и применяется непосредственно в качестве катода. Но и это я пока делал лишь в малом масштабе. Дерево, на котором нанесен графит, может быть также покрыто медью. Отсюда легко видеть, какое широкое распространение может получить этот метод, если идти дальше по этому пути. Что касается изготовления целых статуй, то мне кажется, что здесь нужна еще сильно усовершенствованная техника, особенно если они будут малы и сложны по своей конфигурации. Покрывать статуи из гипса, воска или свинца слоем меди — это не имеет художественной ценности и является своего рода варварством, которое может быть допустимо лишь для предметов второстепенного значения. Но если бы таким путем могли быть изготовлены целые статуи, то это было бы таким шагом вперед, на который я пока не смею рассчитывать (скорее удастся лить пушки).

Прошу Академию пока не предназначать эту заметку для печати, а лишь не отказать упомянуть о ней в протоколе; я также обращаюсь к г. академику Ленцу, которому хорошо известен мой метод, с просьбой помочь мне в том, что осталось еще неясным, и способствовать его объяснению.

Я был бы весьма счастлив, если бы это применение гальванизма встретило сочувствие и одобрение Академии.

Профессор д-р Якоби.

С. Петербург 25 октября
1839 [г.]

¹ Архив АН СССР, ф. 1, оп. 2 (1839), п. 612; подлинник на немецком языке.

² Гумбольдт, Александр-Фридрих-Вильгельм (Humboldt, Alexander Friedrich Wilhelm, 1769—1859), немецкий естествоиспытатель; почетный член Петербургской Академии наук (1818). Знакомство Якоби с Гумбольдтом, длившееся на протяжении десятилетий, началось в 1834 г., когда Якоби жил еще в Кенигсберге; Гумбольдт присутствовал на первых демонстрациях Якоби изобретенного им электродвигателя.

³ О Грове см. стр. 194 настоящего сборника.

⁴ Бобринский, Алексей Алексеевич (1800—1868), видный чиновник Министерства финансов и промышленник.

⁵ Бернини, Джiovани-Лоренцо (Bernini, Giovanni Lorenzo, 1598—1680), итальянский скульптор, художник и архитектор.

⁶ Соболевский, Петр Григорьевич (1781—1841), член-корреспондент Петербургской Академии наук, управляющий лабораторией Департамента горных и соляных дел. Соболевский был членом Комиссии для приложения электромагнетизма к движению машин.

⁷ Демидов, Павел Григорьевич (1738—1821), основатель Ярославского лицея, правнук Никиты Демидова, основателя Демидовских заводов на Урале.

6

Предварительное решение Академии наук о представлении труда Б. С. Якоби на Демидовскую премию. (Из протокола конференции)¹

25 октября 1839 г. Петербург

Непременный секретарь представил и огласил заметку о способе, изобретенном г. Якоби, для получения гальваническим путем оттисков на меди — способе, о котором неоднократно упоминалось на заседаниях Академии и которому изобретатель дал название «гальванопластика». Он показал затем различные образцы, представляющие, так сказать, различные ступени постепенного и быстрого усовершенствования этого замечательного искусства. Последний из этих образцов, который вызвал величайшее восхищение всех членов Академии, представляет рельефную копию с картины кавалера Бернини, изображающей мучения св. Екатерины; копия имеет $16\frac{3}{4}$ дюйма в длину и $11\frac{1}{2}$ дюйма в ширину. Оригинал, привезенный из Италии г. Павлом Демидовым, был передан г. Якоби полковником Соболевским; он также выполнен на меди, и поэтому очень трудно отличить его от копии, настолько она хорошо передает все, даже самые мелкие черты оригинала.

Конференция, учитывая громадную пользу этого открытия для искусств и ремесел, постановила благодарить г. Якоби за сообщение его метода и просить его опубликовать этот метод на русском языке,² чтобы дать возможность Академии публично выразить свое одобрение, представив его на ближайший Демидовский конкурс.³

¹ Архив АН СССР, ф. 1, оп. 1а (1839), п. 612.

² Об издании труда Якоби см. стр. 195.

³ Материалы, касающиеся присуждения Якоби Демидовской премии, см. стр. 253 и сл.

**Сообщение Б. С. Якоби С. С. Уварову сведений об
обстоятельствах, связанных с открытием гальванопластики¹**

27 октября 1839 г. Петербург

Г. граф!

Беру на себя смелость сообщить вашему сиятельству некоторые обстоятельства, связанные с открытием гальванопластики.

Это открытие было сделано только в 1837 г. Если оно получило столь быстрое развитие, то это благодаря тому, что в это же время производились мои работы, которые были мне доверены высочайшим повелением. Я не счел удобным окружать это открытие покрывалом таинственности. Ученые, с которыми я был знаком, лица высокого общественного положения, которые делали мне честь своими посещениями, всегда могли быть в курсе его постепенного совершенствования. Тем менее я мог делать из него секрет перед различными рабочими, которым я поручал выполнение необходимых приборов. Поскольку это открытие имело счастье привлечь высокое внимание е. в., я счел несовместимым с моим положением извлекать из него какую-либо пользу, взяв патенты в других государствах. Дела промышленного характера отвлекли бы меня от главной цели, которой е. в. соблаговолил лично посоветовать мне не пренебречь. Но, к величайшему моему огорчению, я не уверен, что в настоящее время низкие спекулянты, незаконно овладев моим открытием, не делают попыток продать его за другую цену и распространить его в других странах.² Дело идет здесь не о моих личных интересах, которым это могло бы повредить, но я прошу вас, г. граф, разрешить мне сделать одно замечание. В наше время народы и правительства гордятся научными и промышленными открытиями и предпринимаемыми ими просветительными мерами, пожалуй, больше, чем гордились когда-то выигранными сражениями и одержанными победами. Я не хотел бы ни за что на свете, чтобы честь этого открытия, которое через короткое время даст огромные преимущества искусства и ремеслам, была гнусным образом похищена из России, моей второй родины, с которой я чувствую себя связанным не только нравственным убеждением, но и кровными узами.³ По этой причине я прошу в. с. соблаговолить представить е. в. смиреннейшую просьбу с моей стороны, чтобы е. в. соизволил дать мне разрешение опубликовать под его высоким покровительством для общего использования точное и подробное описание всех моих гальванопластических методов. Это описание, которое я предварительно доложу императорской Академии наук,

должно быть напечатано сначала на русском языке, а затем сразу переведено на другие языки. Мне также кажется важным и спешным, чтобы соответствующим правительствам было сообщено дипломатическим путем о том, что открытие гальванопластики последовало в 1837 г. под покровительством Русского правительства и что е. в. император соизволил повелеть опубликовать его для общей пользы. Мне кажется, это было бы наиболее верным способом пресечь все незаконные попытки.

Примите, г. граф, выражения моего глубочайшего почтения, с какими имею честь оставаться

вашего сиятельства смиренный и покорнейший слуга

М. Г. Якоби.

¹ Архив АН СССР, ф. 187, оп. 1, № 1, лл. 180—181; копия с чернового письма. Рукою Н. Б. Якоби пометка: «Копия с чернового проекта письма Б. С. Якоби министру народного просвещения графу Уварову. Подлинник чернового дублета подарен секретарю имп. Русского технического общества В. И. Срезневскому в мае 1889».

² Так оно и получилось; см. переписку с А. Н. Демидовым, стр. 269 и сл.

³ Переехав в 1835 г. в Россию и заняв кафедру в Дерпте, Якоби женился на Анне Григорьевне Кохановской.

8

П. Н. Фусс — Б. С. Якоби ¹

31 октября 1839 г. С.-Петербург

Глубокоуважаемый г. профессор!

Весьма интересная заметка вашего высокоб[а]городия о гальванопластике вместе с прилагаемыми образцами, как доказательство постепенного усовершенствования вашего метода, доложена мною имп. Академии.² Копия рельефа Бернини вызвала как совершенное произведение искусства особое восхищение Академии, и мне было дано приятное поручение поблагодарить вас за ваше чрезвычайно интересное сообщение и в то же время предложить вам опубликовать ваш метод в русском описании, чтобы Академия таким образом получила возможность официально представить ваше замечательное открытие на Демидовский конкурс этого года, доказав тем самым, какую ценность она придает этому открытию и каким многообещающим оно ей представляется для искусств и для ремесла.

Любезно переданные мне образцы при сем препровождаю обратно.

¹ Архив АН СССР, ф. 1, оп. 2 (1839), § 612; копия, автограф на немецком языке.

² См. настоящий сборник, стр. 247.

Б. С. Якоби — С. С. Уварову¹

22 ноября 1839 г. Петербург

Г. министр!

Согласно вашему приказанию имею честь представить вашему превосходительству точный доклад по истории открытия мною гальванопластики.

С начала этого столетия многие выдающиеся ученые различных стран занимались химическими действиями voltaического элемента и восстановлением металлов с помощью гальванизма. Однако, так как они преследовали только теоретическое направление, от них совершенно ускользнуло, что получение металлов посредством этой силы может иметь какое-либо практическое значение и что при помощи соответствующих приспособлений можно заставить их, и в частности медь, подчиняться заданным формам, а связность и твердость этого металла могут достигнуть такого совершенства, что его можно будет применять для практических целей, именно — отливки меди холодным способом.

Мое открытие было сделано в Дерпте в феврале 1837 г. У меня еще сохранился прибор, который дал мне к этому толчок. Первое наблюдение было следствием одного совершенно незначительного факта, микроскопических следов, замеченных мною на медном листке, самое происхождение которых было для меня сомнительно. Я провидел в этом новое, совершенно неизвестное свойство гальванической силы. Наблюдения и опыты, которыми я занялся для выяснения ее законов, дали мне в то время лишь отдельные куски меди, хрупкие и ломкие, на которых имелись более или менее явственные рельефные буквы и рисунки.

По приказанию вашего превосходительства я в июне был вызван в С.-Петербург,² где затем я должен был пребывать более долгое время. Важные и серьезные работы, порученные мне по высочайшему повелению, не оставляли мне времени ни для каких иных занятий, кроме связанных непосредственно с поставленной целью. Но, к счастью, сами эти работы дали мне случай заняться исследованиями и опытами, которые могли позднее сообщить моему открытию все то развитие, какого оно заслуживало.

Когда у меня образовалось больше досуга и я ближе освоился с условиями, от которых зависит успех операций, мне

удалось, наконец, получить гальванический рельефный оттиск одной пластинки, гравированной резцом, размеры которой были уже довольно значительны. Этот первый удовлетворительный результат, полученный мною, был преподнесен императорской Академии в заседании 5 октября 1838 г.³ Через несколько дней ваше превосходительство были столь добры представить этот результат его величеству императору. Наш августейший монарх соизволил рассмотреть его с интересом и выразить свое удовлетворение. Заметка, которая сопровождала эту первую гальваническую гравюру, была напечатана в газетах Академии.⁴ Отсюда сведения о существовании моего открытия распространились более широко, отмечена дата и установлено мое право собственности.

В начале этого года я впервые применил свинец в качестве форм. Успех, который имело это усовершенствование, значительно расширил область [применений] моего открытия. Искусство печатания, стереотипия, изготовление банковых билетов и множество других ремесел могут извлекать из него пользу.

Несколько месяцев спустя я сделал весьма значительные изменения во всем процессе. Благодаря им не только сам он стал более простым, но и успех более прочным, время получения законченных результатов гораздо более коротким, и, что имеет первостепенное значение, теперь уже не существует никаких пределов для размеров оригиналов, подлежащих копированию.

Считая, что гальанизм действует лишь на поверхности и что толща не играет здесь никакой роли, я, наконец, достиг того, что получил искусственные металлические пластинки, покрывая различные вещества металлическими порошками или, что гораздо лучше, — графитом и свинцовой рудой. Таким образом, формы, с которых можно получать медные оттиски, могут быть из дерева, из гипса, из стеарина, из воска, из глины, из шифера и т. п. Многие из произведений ремесла, которые не требуют особой тонкости, и даже второстепенные предметы искусства могут быть только покрыты медью, а затем обработаны резцом или отполированы каким-либо способом.

Вот, г. министр, то быстрое развитие, которое приняло мое изобретение. Им самим и всеми теми усовершенствованиями, которые я в него внес, я не обязан никому в мире, они были почерпнуты в богатой сокровищнице, накопленной наукой, и в которую я сам имел счастье несколько раз вносить свой вклад.

В этом историческом обзоре не может быть речи ни вообще о предметах, которые можно копировать, ни, в частности, об оттисках, которые я сделал с некоторых барельефов графа Толстого и с восхитительного оригинала кавалера Бернини. Их

художественная ценность ничем не содействовала развитию моего открытия.

В настоящее время можно рассматривать гальванопластику как вполне совершенное техническое искусство. Все, что можно было желать вначале, теперь осуществилось. Я не думаю, чтобы в него можно было внести еще существенные усовершенствования. Искусства и ремесла могут использовать его сейчас же. Опасение, что для выполнения этих операций нужны будут ученые, не оправдалось. Человек без какого-либо образования послужил мне в этом смысле пробным камнем. Чтобы проверить, сделал ли я эти операции достаточно понятными, я сам обучил его всем подробностям моего процесса, и хотя он этим злоупотребляет, но я имею удовольствие видеть, что он выполняет их достаточно хорошо. Мне грустно сообщить, что этот человек, по имени Гамбургер, стекольщик-ламповщик по профессии, стал орудием интриги, которая хочет оспаривать мое открытие, плод трудов [неразб.]. Мне было бы стыдно вступать в объяснения по этому поводу, и я ограничиваюсь тем, что посылаю вашему сиятельству письмо, которое мне написал этот человек и которое характеризует его положение по отношению ко мне.⁵

Разрешите мне, г. министр, упомянуть теперь о том положении, которое создалось у меня в отношении моего собственного открытия. Нет двух мнений о его важности в смысле применений, почти неограниченных, которые оно представляет. И ученый, и художественный, и промышленный мир приняли те слабые намеки, которые до них дошли, с энтузиазмом, подобным тому, какой возбудило известие об интересном открытии фотографических изображений; остается только передать на использование наук и промышленности, а также во всеобщее пользование методы моей гальванопластики. Со многих сторон мне делались предложения эксплуатировать мое открытие, взяв привилегии как из России, так и из других стран, даже из Америки.⁶ Здесь, казалось, был прекрасный случай нажить себе состояние, но более веские соображения заставили меня противиться этим искушениям. Мое открытие получило неожиданное и почти беспримерное развитие. Я обязан этим быстрым развитием тому, что работа происходила одновременно с работами по приложению электромагнетизма к судоходству,⁷ которые мне были доверены по высочайшему повелению. Поэтому я считаю своим долгом полностью предоставить мое открытие гальванопластики милости его величества императора.

Я не могу, г. министр, избежать того, чтобы не затронуть один вопрос. Вашему сиятельству известно, что ни мое настоящее положение, ни перспектива быть избранным в Академию в качестве адъюнкта⁸ не обеспечивают мне в будущем существо-

вания, свободного от больших забот о поддержании моего семейства, забот, которые угрожают связать мои способности и мою деятельность. Я осмеливаюсь поэтому предать в руки вашего сиятельства мои личные интересы, интересы для меня священные, как для отца семейства.

Благоволите принять, г. министр, чувства моего глубочайшего уважения и безграничной преданности, с которыми имею честь оставаться

вашего сиятельства
смирнейшим и покорнейшим слугой

М. Г. Якоби.

С.-Петербург
22 ноября 1839 [г.]

¹ Архив АН СССР, ф. 187, оп. 1, № 1, лл. 197—198. Печатается по черновику; автограф на французском языке.

² В связи с учреждением Комиссии для приложения электромагнетизма к движению машин.

³ См. настоящий сборник, стр. 240.

⁴ В «С.-Петербургских ведомостях», 1838, 24 декабря, № 291, стр. 1319. («О новом открытии, сделанном профессором Якоби») и в «St. Pbg. Zeitung», 1838, 30 октября.

⁵ Письмо Гамбургера было опубликовано в газете «Северная пчела» (1839, 19 октября, № 236, стр. 943—946) в связи с появившейся в журнале «Библиотека для чтения» (1839, т. XXXVI, сентябрь, отд. VI, стр. 9—71) заметкой «Гамбургеротип». См. стр. 292.

⁶ См. Архив АН СССР, ф. 187, оп. 1, № 1, л. 152.

⁷ Перед Комиссией, главным деятелем которой был Якоби, была поставлена задача применить электродвигатель к движению судов.

⁸ По уставу 1836 г. оклад адъюнктов был вдвое меньше, чем содержащие ординарных академиков, получавших 5000 руб. в год.

10

Решение Академии наук представить труд Б. С. Якоби к награждению Демидовской премией¹

13 декабря 1839 г. Петербург

Секретарь, согласно желанию г. Якоби, представил на решение Конференции вопрос о том, не является ли избрание г. Якоби на звание адъюнкта препятствием для соискания Демидовской премии за изобретение гальванопластики. Он заметил в то же время, что Академия уже высказала свое суждение о важности этого изобретения в заседании 23 октября и предложила г. Якоби, чтобы иметь возможность присудить ему премию, выполнить простую формальность, напечатав описание своего метода на русском языке,² что при закрытии конкурса, 1 ноября, он был к нему допущен наряду с другими претендентами в предположении, что к сроку присуждения премии он

успеет выполнить условие, которое Академия должна была ему поставить, и что его избрание последовало лишь 29 ноября. Однако, поскольку, несмотря на это, мнения разделились, вопрос о том, следует ли рассматривать избрание г. Якоби как препятствие к награждению его открытия Демидовской премией, был поставлен на голосование и разрешен отрицательно 16-ю голосами при 19 голосовавших. Мнения, противоположные большинству, принадлежали гг. Ленцу, Бэру³ и Шмидту.⁴

¹ Архив АН СССР, ф. 1, оп. 1а (1839), № 60, п. 712; перевод с французского.

² См. настоящий сборник, стр. 58.

³ Бэр, Карл Максимович (1792—1876), академик-зоолог (1828).

⁴ Шмидт, Яков Иванович (1779—1847), академик-востоковед (1829).

11

Б. С. Якоби — В. Ф. Одоевскому¹

20 декабря 1839 г. Петербург

Князь!

Я получил записку от г. де Рейхеля,² который пишет мне, что вы желаете иметь некоторые сведения относительно открытой мною гальванопластики. Так как я имею удовольствие нередко видеть у себя лиц весьма высокого положения, интересующихся развитием науки, то я все время надеялся, что вы окажете мне честь вашим приятным посещением, чтобы вы могли лично убедиться в том, какое развитие получили мои работы. В ожидании этого я считаю своим долгом дать вам желаемые вами пояснения, но прошу вас не использовать их в вашем журнале,³ пользуясь всеобщим уважением, прежде чем буду иметь честь говорить с вами или написать вам по этому поводу. Эти сведения будут содержать лишь исторические справки, поскольку я в настоящее время занят составлением статьи, которая будет содержать подробное описание всех моих методов и относящихся к ним приборов. Я полагаю излишним указывать, что я даю вам эти сведения не с целью защищать мое открытие, которое, как вам известно, оспаривалось столь недостойным образом.⁴ Я придерживаюсь принципа — никогда не бороться против нелепостей и не заниматься геркулесовой работой, направленной на то, чтобы изменить и вернуть на истинный путь мнение людей злой воли и, может быть, злонамеренных, а во всяком случае предубежденных и ограниченных. Если они осмеливаются судить

о вещах, которые превосходят их понимание, то сражаться с ними — дело бесславное. Опыт показывает, что люди, предающиеся постыдным страстям, часто чувствуют себя спокойнее, когда их не тревожат светом истины. Они поэтому и не желали пойти прямым путем, чтобы дойти до того источника, из которого возникла гальванопластика, и почерпнуть в нем указания, которые моя искренность и бескорыстие сделали доступными всем, кто ими интересуется. То, каким образом мое открытие было взято здесь под сомнение, является, мне кажется, беспримерным в истории открытий и истории прикладных наук. Беспримерно также и то, что такая нелепость находит столько сторонников и ее не встретили тем глубоким презрением, какого она заслуживает. Все это очень легко можно объяснить различными предположениями, и самое снисходительное из них, к несчастью, плохо согласуется с законами вероятности. Но оставим это. Радость, которую мне доставило мое открытие, и то, как оно было принято компетентными судьями, легко победили ту досаду, которую мне причинило поведение некоторых мелких душ.

С начала этого века, вскоре после бессмертного открытия вольтова столба много знаменитых ученых различных стран занимались химическими действиями элемента и восстановлением металлов посредством гальванизма. Однако, поскольку они преследовали только одно теоретическое направление, от них совершенно ускользнуло, что получение металлов с помощью этой силы может иметь какую-либо практическую сторону, что посредством соответствующих приспособлений можно заставить некоторые металлы, например медь, принимать заданные формы, что вязность и твердость этого металла могут быть доведены до такой степени совершенства, что будут служить практическим целям. Перечитывая историю трудов, относящихся к восстановлению металлов, я нашел лишь один факт, имеющий некоторое отдаленное отношение к моему открытию. В 1824 г. г. Клеман⁵ получил от некоего г. Моллера, фабриканта древесного уксуса в Бургундии, медную массу, которая образовалась загадочным образом во время изготовления медного купороса; на ней были заметны несколько слабых отпечатков от древесных волокон, с которыми она соприкасалась. Но это наблюдение прошло незамеченным.

Мое открытие было сделано в Дерпте в феврале 1837 г. У меня еще сохранился прибор, который привел меня к этому открытию. Первое наблюдение было вызвано совершенно незначительным предметом: я заметил микроскопические следы на листке меди, самое происхождение которых было для меня сначала сомнительно. Я провидел в этом новое, абсолютно

неизвестное свойство гальванической силы, но я еще не знал, что возможно будет воспроизводить по своему желанию то, что казалось на первый взгляд чистой игрой случая. Мои наблюдения и опыты, которыми я занялся для выяснения законов этих таинственных образований, дали мне в это первое время лишь куски хрупкой и ломкой меди, на которых имелись, однако, рельефные черты и изображения, представлявшие точные оттиски оригиналов, гравированных резцом.

По приказу г. министра народного просвещения я в июне того же года был вызван сюда, в С.-Петербург, где мне предстояло впоследствии прожить более долгое время. Серьезные и важные работы, возложенные на меня по высочайшему повелению, не давали мне возможности заниматься ничем, что не относилось к поставленной цели, но, к счастью, именно эти работы дали мне случай провести исследования и наблюдения, которые затем помогли мне дать моему открытию всю ту широту, какой оно заслуживает. Всем известно, что практические усовершенствования, внесенные мною в связи с этим в конструкцию гальванических батарей и в способы их изменения, являются жизненным условием для осуществления гальванопластики. Ее бы не существовало без элементов постоянной силы или с перегородками, которые были и остаются предметом моих упорных трудов.

Примерно в сентябре прошлого (1838, — *Ред.*) года, когда у меня было больше свободного времени и когда я ближе ознакомился с условиями, от которых зависит успех операций гальванопластики, мне, наконец, удалось получить рельефный гальванический оттиск с медной пластинки, гравированной резцом и полученной мною из Дерпта через г. Луи де Медея, причем ее размеры были уже довольно значительны. Этот первый удовлетворительный результат, который мне удалось получить, был представлен мною императорской Академии наук в заседании 5 октября 1838 г. Через некоторое время его превосх[оди- тельство] граф Уваров соблаговолил его преподнести его величеству императору. Наш августейший монарх соизволил рассмотреть ее с интересом и выразить по поводу нее свое удовольствие. Заметка, сопровождавшая эту первую гальваническую гравюру, была затем напечатана в академических журналах. Отсюда известие о моем открытии распространилось более широко, была установлена его дата и мое право собственности на него.

Из фактов, установленных уже давно (это не новое открытие), следует, что восстановленная медь выделяется в сплошном виде не только на поверхности из того же металла, но и на поверхности серебра, золота, платины и т. п. Железо и цинк

непригодны для данной цели, ибо они разлагают медный купорос самопроизвольно, притом слишком быстро. На олово и свинец, в особенности на сплавы олова и свинца, весьма близкие к меди, купорос действует лишь очень слабо, так что из них можно изготавливать оригиналы или формы для гальванических копий. Если нужно сохранить чистоту контуров и контуры очень тонки, то следует предпочесть чистый свинец. В начале этого года я дал выгравировать буквы на свинцовой пластинке. Подвергнув ее гальваническому процессу, я получил вполне связанную медную пластинку, на которой имелось точное рельефное изображение оригинала. Я хотел послать эту пластинку г. Гумбольдту, но вследствие случайности она вернулась в мои руки. Вследствие успеха, выпавшего на долю этого усовершенствования, или, вернее, этого научного результата, область применения моего изобретения значительно расширилась. Искусство печатания, стереотипия, изготовление банковых билетов, множество других ремесел и даже изящных искусств могут извлекать из него пользу.

Примерно около же этого времени я был однажды у ламповщика Гамбургера, который с весны 1838 г. работал у меня по изготовлению сосудов для гальванических батарей. К моему удивлению, я видел у него признаки того, что он занимался описанными операциями, которые, как я полагал, еще не могли выйти за пределы моей мастерской. Победив первоначальное смущение, вызванное моим замечанием, он сознался, что, желая узнать мое изобретение, о котором он все слышал, он старался получить сведения о нем в моей лаборатории, куда имел доступ даже в моем отсутствии через одного механика, служившего у меня, и одного студента, часто меня посещавшего и которого он хорошо знал. Я заявил, что не переносу вообще системы шпионства за собою, которая, как я знаю по опыту, свойственна людям его класса, что ему не нужно было применять ее в отношении меня, ибо мое призвание — распространять знания и полезные навыки; что я с удовольствием буду содействовать развитию его природного таланта, ограниченного отсутствием образования, и что отныне он, хоть и простой рабочий, может обращаться непосредственно ко мне; что, наконец, мне будет только приятно, чтобы он усовершенствовался в этих методах, так как тогда я со временем смогу быть ему полезным, поручая ему относящиеся к ним работы. Поскольку в то время он имел лишь слабое представление о моих методах, я немедленно начал наставлять его на правильный путь и показывать ему, как нужно браться за дело. Я даже приносил ему доступные ему книги. Вскоре он принес гальванический отпечаток, который сделал с одного клише. Я выразил ему свое удовольствие по этому

поводу и показал эту вещь некоторым моим друзьям, в том числе г. Ленцу, прибавив, что это — работа ламповщика, сделавшего ее согласно моим указаниям, и она служит доказательством, что я смог сделать свой способ настолько доступным, что его может использовать простой рабочий без какой-либо научной подготовки. Вы видите, князь, что я помог этому типу и тем, кто благодаря моему открытию мог извлечь свои работы из глубокого забвения, в котором они пребывали более 20 лет. Мне не нужна их благодарность, что же до зависти — *habeant sibi*.

Очень часто невежды берутся за смелые предприятия, потому что не представляют себе трудностей, которые с ними связаны. И вот господин Гамбургер под влиянием и при участии лиц, которых ему удалось мистифицировать, задумал сделать гальваническую отливку одного бюста в натуральную величину. Он сделал его полую форму из свинца или олова, и хотя я никоим образом не мог одобрить его затеи, однако и не отказал ему в нужных ему советах относительно гальванических манипуляций и комбинаций, которые были выше его познаний, эта работа не дала никакого успеха. Бедняга, потратив зря столько времени и работы, был в отчаянии. В этом была, однако, та хорошая сторона, что я не откладывал более исследований, которые задумал для упрощения моего процесса и которые внесли в него коренные изменения. В комбинации, которой я пользовался до тех пор, предмет, с которого снималась копия, должен был представить собою элемент самой voltaической пары. Это имело многочисленные и существенные неудобства, на которых я здесь не буду останавливаться. Я занялся рядом наблюдений, относившихся к восстановлению меди в связанном состоянии при разложении раствора между электродами из того же металла, при одной voltaической паре; я, наконец, добился того, что мог полностью отделить прибор, в котором получается копия, от voltaической пары, в которой возникает действие. Вскоре после этого я сообщил некоторые детали своих опытов г. Фарадею из Королевского института, который поместил мое письмо в «*Philosophical Magazine*» за этот год.

Без усовершенствований, внесенных в результате этих опытов, гальванопластика не вышла бы из очень узких пределов; благодаря им не только сам процесс стал значительно более легким и успех более обеспеченным, но сильно сократилось и время изготовления произведения; самое же главное то, что теперь уже не существует границ в отношении величины и формы предметов, подлежащих копировке.

Вы видите, князь, что открытие гальванопластики, будучи однажды сделано и поддержано другими моими современ-

ными работами, могло уже черпать свое дальнейшее развитие из богатой сокровищницы, накопленной наукой, в которую и мне, к моему счастью, удалось сделать несколько вкладов. Я был готов к препятствиям, которые должны были встретиться на практике, и стремился их побеждать, или, вернее, прокладывая новые пути, что в свою очередь способствовало бы дальнейшему развитию гальванопластики. Таким образом, при каждом препятствии, которое затрудняло ламповщика, он прибегал к моей помощи, и я, верный своему обещанию и видя его усердие, не переставал предоставлять ему новые ресурсы и помогать ему своими советами. Мое снисхождение простиралось столь далеко, что я сам пристраивал для него приборы; часто я также поручал это упомянутому выше студенту.

Я не ставлю себе в особую заслугу, что обучил ламповщика или какого-либо ремесленника. Публичные лекции, которые я читал специально для этого класса, дали мне большой навык в этом отношении. Тем более жалким представляется мне донкихотство людей, которые делают вид, что защищают слабого от нападков сильного, что извлекали на свет божий скрытые таланты неизвестного гения. Они кричат хором: да здравствует гамбургеротипия. Он делает канделябры! Профессор их не делает! Да здравствует ламповщик! По правде сказать, эти восклицания, истинные мотивы которых нетрудно разгадать, могли только несколько омрачить удовольствие, испытанное мною, когда я видел, что те наставления, которые я давал от души и без лишних фраз, принесли свои плоды.

Полагая, что гальванизм действует лишь на поверхности и что толща здесь не затрагивается, я никогда не думал, что какие-либо предметы, соответствующим образом покрытые металлическим слоем, могут служить катодом в voltaическом приборе, где происходит восстановление. Я взял маленькую восковую дощечку и тушью написал на ней буквы, покрыл ее очень мелким медным порошком, подверг ее гальваническому процессу и получил через некоторое время связную медную пластинку, на которой выгравированные буквы получились в рельефном виде.

Мне вначале было бы достаточно этого опыта, но нужно было еще предпринять несколько изысканий, относящихся к искусственным металлическим поверхностям, образование которых было связано с различными затруднениями. К счастью, другие наблюдения, которые я делал около этого времени для выяснения электродвижущей способности графита, пришли мне на помощь и заставили меня предпочесть это замечательное вещество всем остальным, служившим для той же цели. Вязкость графита придает ему способность образовывать слои, бесконечно тонкие и в то же время сплошные.

Хотя это относится больше к искусству формовки, чем к самой гальванопластике, но я не могу обойти молчанием, что г. граф Бобринский указал мне на стеариновую кислоту, как на драгоценное вещество для отливки в формах; в настоящее время я пользуюсь почти исключительно этим веществом, которое следует предпочесть всем остальным, употребляемым для этой цели. Теперь гальванопластику можно рассматривать как столь совершенный технический процесс, что мастерские ремесленника и художника смогут им воспользоваться уже сейчас. Все, чего можно было желать вначале, осуществлено сейчас, и я сомневаюсь, чтобы здесь можно было сделать какие-либо существенные усовершенствования. Своим быстрым развитием гальванопластика обязана достижениям науки, которыми она воспользовалась; на этот раз ремесленный дух не внес в нее ничего.

Я не распространяю свои претензии на приложения гальванопластики, которые делаются и будут делаться, и потому хочу формулировать вполне точно то, на что я имею законное право, предоставляемое мне моим изобретением.

Оно заключается в получении связанной металлической меди путем гальванического разложения раствора того же металла, так что восстановленная медь равномерно выделяется на металлических поверхностях заданной формы; металлические поверхности я заменяю в случае нужды поверхностями, покрытыми графитом.

В этом историческом обзоре не могло быть речи ни вообще о тех предметах, с которых снимаются копии, ни, в частности, о тех оттисках, которые я снял с некоторых барельефов графа Толстого и одного восхитительного оригинала старого итальянского мастера. Их художественная ценность ничем не послужила к развитию моего открытия. Но так как эти несчастные оттиски с барельефов гр. Т[олстого] дали повод к злонамеренным предположениям и этот художник рассматривал их как серьезное покушение на его собственность — покушение, в котором я теперь с большим правом обвиняю его по отношению к моему открытию, то я не хочу пройти молчанием, что гальванические оттиски, которые я сделал в моей мастерской, не выходили из моих рук, за исключением одного — продолговатой формы, давно известного всем, а также еще одного — восьмиугольной формы, посланного мною самому художнику. Третий еще находился у меня, но остальные возвратились в ту стихию, из которой вышли. В результате своего рода метаспихоза они возродились в барельефе, изображающем мученицу Екатерину.

Заканчивая это письмо, или, вернее, эту статью, хочу еще заметить, что, по-моему, недостойно обманывать публику, уверяя ее, что уже удалось сделать целые статуи посредством гальванизма. Их будут делать со временем, но не нужно предвосхищать приложения. Эти целые статуэтки, которые я хорошо знаю, были только покрыты слоем гальванической меди, обработаны резцом и затем отполированы как-нибудь.* Эти вещи, не воспроизводящие оригинал, по-моему, не представляют никакой ценности с точки зрения искусства. В то же время они не дают должного гальванопластике, так как не обнаруживают никаких ее преимуществ перед другими уже известными способами. Предметы ремесла могут, конечно, обрабатываться таким путем, но я сомневаюсь, чтобы хоть один первоклассный художник мог приветствовать то, что шедевры скульптуры покрываются густым и зернистым гальваническим медным лаком, даже если лак получил высокую оценку со стороны некоторых из их коллег.

С. Петербург, 20 дек[абря]. 1839 [г.].

¹ Печатается по черновику; автограф на французском языке. Архив АН СССР, ф. 187, оп. 1, лл. 212—215.

Одоевский, Владимир Федорович (1804—1869), писатель и общественный деятель.

² Рейхель, Яков Яковлевич (1780—1856), медальер и нумизмат, в то время чиновник для особых поручений при Министерстве финансов, член-корреспондент Петербургской Академии наук (избран в 1839 г. по разряду восточной литературы и древностей). См. настоящий сборник, стр. 226.

³ В. Ф. Одоевский был редактором «Журнала Министерства внутренних дел».

⁴ См. настоящий сборник, стр. 252.

⁵ Клеман-Дезорм (Clement-Desorme, ум. в 1844 г.), профессор прикладной химии в Консерватории искусств и ремесел в Париже.

12

А. Н. Демидов — Б. С. Якоби ¹

28 декабря 1839 г. Париж

Милостивый государь!

Ваши полезные и ученые труды по справедливости занимают внимание научного мира всех стран, а для ваших соотечественников большое счастье, когда они, будучи за границей, являются свидетелями интереса, который проявляется к вашим открытиям. Среди многих из них, которыми вы обогатили науку, есть одно, самое последнее, которое занимает умы тем более, что оно связано с явлением, стоящим сейчас в по-

* Слово «как-нибудь» написано по-русски. (Ред.).

рядке дня физических исследований. Вы догадываетесь, милостивый государь, что дело идет об изобретенном вами любопытном способе получать при помощи электрических токов рельефное воспроизведение предметов, подверженных действию особых процедур.

Я получил сообщение об этом любопытном открытии через мою родственницу г-жу Алину де Дурново,² которая лично видела результаты, полученные изобретенным вами способом, и рассказала мне о той сенсации, которую вызывают эти результаты, перечислив даже предметы искусства, воспроизведение которых должно быть предпринято.

У меня был повод сообщить переданную мне новость некоторым членам Парижской Академии наук, и она показалась им столь поразительной, что г. Араго³ счел необходимым доложить об этом Академии в заседании от 16-го с. м.;⁴ но в промежутке, прошедшем между этим заседанием и 23-м числом,⁵ это ученое учреждение узнало, что Лондонское Королевское общество имело удовольствие получить от вас непосредственные сообщения и что оно даже располагает некоторыми выполненными вами предметами.⁶ Отсюда, милостивый государь, происходит то, что Академия наук доверила мне поручение получить от вас подобные же информации, и я не мог отказаться стать посредником в просьбе, самая спешность которой является лишь справедливой данью вашим заслугам.

Итак, милостивый государь, если вы сообразовали бы пойти навстречу этому желанию, за что я, с своей стороны, был бы вам искренно признателен, то будьте столь добры связаться с г-ном Феликсом Вейером, управляющим моим домом в С.-Петербурге, которому я с этой же самой почтой поручаю принять от вас все распоряжения по отправке мне всего, что вы найдете нужным, чтобы я мог доложить об этом Академии.

В ожидании вашего ответа имею честь просить вас, милостивый государь, принять уверения в моем совершенном уважении.

Демидов.

Р. S. Полагаю, что вам доставит удовольствие получить подлинный текст сообщения, сделанного г-ном Араго Академии в заседаниях 16-го и 23-го декабря.

Заседание 16 декабря 1839 [г.]

Г. Демидов сообщает выдержку из письма г-жи де Дурново, относящуюся к способу, посредством которого г-ну Якоби удалось применением электрического тока получить влажным путем металлические пластинки, которые, смотря по форме,

содержащей раствор, помощью которого действуют, принимают форму барельефов, бюстов и т. п.

Заседание 23 декабря 1839 [г.]

Г. Араго упоминает вновь о способе, примененном г-ном Якоби для получения влажным путем посредством электрических токов металлических пластинок, которые дают точный оттиск формы, служащей приемником раствору, посредством которого производится действие. Он напоминает, что этот способ, о котором г. Якоби лично сообщил г. Фарадею, был описан как во Франции, так и в Англии в различных научных сборниках, где упоминалось также об опытах подобного же рода, производимых г. Спенсером.

¹ Архив АН СССР, ф. 187, оп. 1, № 1, лл. 216—217. Печатается по подлиннику, автограф на французском языке.

² Напечатано в «Comptes Rendus», 1839, t. X, p. 375. Вот его содержание:

«Гальваническое электричество. Гравюры на бронзе. Г. Демидов сообщает письмо г-жи Алины Дурново, где имеется следующее место:

«В. С.-Петербурге много говорят об открытии, которое, несомненно, принадлежит к числу самых интересных и важных, вызванных к жизни идеей дагерротипа. Профессор Якоби недавно открыл новое свойство гальванического флюида, которое он применяет к воспроизведению предметов, как дагерротип применяет свет. При посредстве особого метода изображение воспроизводится или в выпуклом, или в вогнутом виде на специально изготовленных бронзовых пластинках. Точность прибора г. Якоби так велика, что его можно применять для самых больших поверхностей. Он выполняет их отдельными частями, но с такой аккуратностью, что при соединении частей путем сближения едва можно усмотреть нарушение непрерывности.

«Вся операция, не требующая никаких затрат, кроме металлической пластинки, требует, для полного завершения, времени в 24 часа; но по прошествии этого времени получается чудесная копия, совершенно законченная, не требующая никакой ретуши. Лица, которые имели возможность видеть этот замечательный результат, рассказывают об одном рельефном портрете, выполненном из двух соприкасающихся частей, причем точки соприкосновения, так сказать, совсем не ощущаются. Г. Якоби скопировал несколько барельефов, которые, говорят, удалась превосходно, и имеет теперь в виду не более не менее, как испытать свой метод на изумительной композиции дверей Флорентинской часовни».

³ Араго, Доминик-Франсуа-Жан (Arago, Dominique François Jean 1786—1853), французский физик и астроном; непременный секретарь Парижской Академии наук, почетный член Петербургской Академии наук (1829).

⁴ См.: Comptes Rendus, 1839, t. IX, p. 809.

⁵ См. там же, стр. 824.

⁶ Речь идет о послании Якоби Фарадею (см. настоящий сборник, стр. 50).

Б. С. Якоби — кн. П. Волконскому¹

4 января 1840 г. Петербург

Князь!

Спешу исполнить желание, выраженное вашим сиятельством, и сообщить вам некоторые сведения о моем изобретении — гальванопластике. Хотя я в настоящее время занят изданием книги, которая будет содержать точное описание моих методов и относящихся к ним приборов, но и предварительных данных достаточно, чтобы составить себе ясное понятие о них. Если, ваше сиятельство, не откажете послать эту заметку г. Анатолию Демидову, которому все благодарны за прекрасное применение имеющихся у него средств и, в частности, предназначение их на научные исследования, которые он недавно распространил на мало известные местности России, то попросите его от моего имени сообщить ее [заметку] Парижской Академии наук. Мне крайне желательно воспользоваться этим случаем, чтобы осведомить эту знаменитую ученую корпорацию о моем открытии, поскольку она уже столько раз поддерживала полезные приложения, вышедшие из недр науки. Я тем более заинтересован в этом, что право на приоритет, которого я добиваюсь для себя и своей страны, будет прочнее закреплено широкой гласностью. Это право мне дорого, ибо теперь гальванизм впервые уйдет из рук и из кабинетов физиков, чтобы войти в мастерские ремесленников и художников. Гальванопластика даст им случай впервые использовать и ближе узнать эту таинственную силу, которая в то же время будет служить им двигателем, даст им средства освещения и найдет еще множество различных применений, как только практические умы с нею освоятся. Введение нового агента в общественную жизнь представляет исторический факт. Гальвани или, вернее, Вольта будет Прометеем современности. . .

¹ Архив АН СССР, ф. 187, оп. 1, № 1, лл. 221—224. Печатается по черновику, автограф на французском языке.

Волконский, Петр Михайлович (1776—1852), министр двора, почетный член Петербургской Академии наук (1813).

Б. С. Якоби — А. Н. Демидову¹

11 января 1840 г.

Милостивый государь!

Я получил ваше любезное письмо от 28 декабря в момент, когда закончил заметку, которую П. Г. Фольк будет столь добр

направить вам с просьбой сообразоваться сообщить ее Парижской Академии наук. Она относится к гальваническому процессу, который я имел счастье открыть и который за короткое время приобрел техническое значение; правду сказать, я это предвидел вначале, но не думал, что развитие его пойдет столь быстро. Эта заметка, я полагаю, будет достаточно понятной, чтобы можно было делать приложения [метода] и во Франции, прежде чем будет опубликован полный труд, который будет содержать подробности. Согласно вашему любезному предложению, я позволяю себе приложить при сем следующие предметы, полученные гальваническим методом:

1. Гальваническая копия барельефа, изображающего великомученицу Екатерину. Оригинал, чеканенный из меди старинным итальянским мастером, был привезен из Италии вашим двоюродным братом Павлом Григорьевичем Демидовым, который подарил его г-ну полковнику Горного корпуса Соболевскому, передавшему его мне. Маленькие вогнутые места оригинала были наполнены замазкой, затем была сделана стеариновая форма, которая, будучи покрыта графитом и гальваническим проводником, могла служить катодом в аппарате для разложения; прилагаемая диаграмма изображает его устройство. Я не хотел ретушировать от руки мелкие недочеты, которые имеются в этом оттиске и зависят от дефектов формы, сделанной недостаточно тщательно, но это можно простить, поскольку здесь идет дело о гальванопластике, а не о художественной ценности. К тому же я имею в распоряжении один этот экземпляр, обозначенный № 5, в других экземплярах недостатков нет.

2. Две матрицы или оттиски медали, которую вы знаете и которая была выбита по случаю открытия П[улковской] обсерватории. Я замечу, что медь получилась здесь несколько ломкой, так как процесс был здесь немного слишком энергичным. Эти копии были сделаны за $1\frac{1}{2}$ дня.

3. Три другие гальванические пластинки, полученные в приборе № 2. Оригиналы представляли отрицательный электрод самого гальванического элемента. Медь этих пластинок обладает совершенной однородностью. Ее можно плющить холодным способом в листки, гораздо более тонкие, чем даст лучшая сибирская медь, причем края не разрываются. Пластинка, носящая имя барона Зеебаха, есть оттиск рельефной гальванической пластинки, которая в свою очередь представляет копию оригинала, выполненного помощью резца. Черты немного ретушированы, потому что я недостаточно тщательно удалил все типографские чернила, частично наполнявшие борозды оригинала.

Мне кажется, что этих оттисков достаточно, чтобы показать, в какой мере процесс уже усовершенствован. Все же я не могу

не выразить сожаления, что приложения не дали мне возможность подвинуть дальше те научные исследования, которые дали им начало. До сих пор почти не было обращено внимания на агрегатное состояние веществ, выделяемых гальваническим током. Связанные с этим явления пока еще освещены весьма слабо, как и явления, в которых идет дело о молекулярных притяжениях или отталкиваниях, которые благоприятствуют химическому сродству или его видоизменяют. Я не сомневаюсь, что если подвинуть эти исследования дальше и распространить их еще на другие вещества, то можно прийти к результатам, не менее плодотворным для науки, чем для металлургических процессов большого масштаба; я сам имею для этого достаточные данные. Гальванизм даст нам возможность извлекать металлы и обходиться без плавления руды и частично без плющения металлов. Мне будет очень печально, милостивый государь, если Академия подумает хоть на минуту, что я не отдаю должного энергичным усилиям французских ученых, проявляющимся как в исследованиях самого отвлеченного характера, так и в прикладных науках; мне служит извинением то, что развитие самого вопроса должно было замедлить редактирование доклада; к тому же я не могу не упомянуть о том, что я предполагал, что Академия уже о нем осведомлена через бар[она] де Баранта. Этот известный ученый доставил мне удовольствие, посетив мою лабораторию весной прошлого года; он видел метод, о котором идет речь, и я объяснил ему все детали. После его любезного посещения я велел сделать гравюру резцом на медной пластинке, сделал с нее рельефный гальванический отпечаток и с этого отпечатка оттиск для сравнения его с оригиналом. Эти три экземпляра, прилагаемую копию которых я сохранил, я в начале прошедшего июля преподнес названному знаменитому ученому, как члену Института.²

Пользуюсь настоящим приятным случаем, чтобы выразить вам, милостивый государь, чувства моего глубочайшего почтения. Мы привыкли видеть в вас покровителя наук и их полезных приложений. Вы лично способствовали распространению и расширению полезных сведений и человеческого познания, занимаясь исследованиями и предприятиями, которые делают честь столько же вашей стране, сколько и вашему имени.³ Именно поэтому я и прошу вас принять выражение моей искренней признательности за любезное посредничество, которое вы сооблаговолили мне предложить по отношению к Академии. Благоволите также передать о моем горячем стремлении войти в непосредственное общение с просвещенным ревнителем научных открытий нашего века г-ном Араго, глубокие знания и неустанная дея-

тельность которого содействуют непрерывному расширению области точных наук и их приложений.

С.-Петербург.
11/23 января 1840 [г.]

¹ Архив АН СССР, ф. 187, оп. 1, № 1, лл. 230—231. Печатается по черновику, автограф на французском языке.

² Институт (Institut de France) — учреждение, объединяющее пять академий: Французскую Академию, Академию наук, Академию художеств, Академию надписей и медалей и Академию нравственных и политических наук.

³ Речь идет об организованной в 1837 г. на средства А. Н. Демидова экспедиции для изучения южной России и Крыма — см.: — Путешествие в Южную Россию и Крым через Венгрию, Валахию и Молдавию, совершенное Анатолием Демидовым. М., 1853.

15

А. А. Бобринский — Б. С. Якоби ¹

16 января 1840 г. Петербург

Граф Панин ² и г. Демидов просили меня познакомить их с вами. Разрешите привезти их к вам сегодня между 8 и 9 часами вечера.

Прошение было зачитано в Совете департамента, оно произвело сенсацию. Было единогласно постановлено обратить особое внимание правительства на важность изобретения и предложить ему войти в соглашение с вами для обеспечения ваших прав и использовать открытие для применений в искусствах и в промышленности.

Вы видите, что, хотя мы иногда очень близки к Азии, мы все же умеем от времени до времени носить европейское платье.

Преданный вам

А. Бобринский.

¹ Архив АН СССР, ф. 187, оп. 1, № 1, л. 261; подлинник, автограф на французском языке.

² Панин, Виктор Никитич (1801—1874), в то время управляющий Министерства юстиции.

Б. С. Якоби — А. Я. Дружинину ¹

13 марта 1840 г. Петербург

Милостивый государь, получив официальное сообщение, которое ваше превосходительство были столь добры мне направить относительно вознаграждения в 25 тыс. рублей, предлагаемых мне правительством за мои права по привилегии, я беру на себя смелость доложить вашему превосходительству, что я не думаю, чтоб мне приличествовало ставить какие-либо условия, и какими бы дарами меня ни пожелали почтить, я всегда приму их с благодарностью. В то же время я осмеливаюсь еще раз обратиться ваше внимание на важное применение, которое может быть сделано из моего изобретения для Министерства финансов, и на вознаграждения, которые назначались за изобретения или даже усовершенствования, менее существенные, чем мое.

Опасаясь, однако, что мои последние соображения могут иметь видимость того, что я далеко не имею в виду, я выражаю здесь мое формальное согласие принять с благодарностью вышеуказанное предложение.

Честь имею пребывать с низжайшим почтением
ваш смиренный и покорный слуга

М. Г. Якоби.

13 марта.

¹ Архив АН СССР, ф. 187, оп. 1, № 1, л. 262; подлинник.

Сообщение Я. А. Дружинина А. А. Бобринскому о назначении
Б. С. Якоби вознаграждения за изобретение гальванопластики ¹

16 марта 1840 г. Петербург

Поспешаю уведомить ваше сиятельство и покорнейше прошу успокоить г. Якоби, что 15-го сего марта удостоена высочайшего утверждения записка г-на Министра финансов о вознаграждении его выдачею 25 тыс. руб. серебром за открытие, на которое он просил привилегии и которое будет обнародовано для пользы всей империи, а если угодно, и для пользы всего света.

С искренним почтением
ваш преданнейший
Я. Дружинин.

16 марта 1840 г.

¹ Архив АН СССР, ф. 187, оп. 1, № 1, л. 259; черновик, автограф на немецком языке.

Дружинин, Яков Александрович (1771—1841), директор Департамента мануфактур и внутренней торговли (1830—1848), почетный академик по разряду русской словесности.

18

Сообщение Министра финансов Е. Ф. Канкрин Б. С. Якоби о назначенном ему вознаграждении¹

20 марта 1840 г. Петербург

Господину надворному советнику профессору Якоби.

По просьбе вашей о выдаче вам привилегии на изобретенный вами способ производить металлические слепки посредством электромагнетизма Мануфактурный совет полагал полезным вместо выдачи привилегии назначить вам единовременное вознаграждение, а открытие ваше обнародовать и предоставить в пользу общую.

Находя сие заключение Мануфактурного совета основательным, я имел счастье доводить об оном до высочайшего сведения государя императора и испрашивать разрешения на выдачу вам двадцати пяти тысяч рублей серебром, каковым вознаграждением, по изъяснению вашему, вы будете совершенно удовлетворены, и на обнародование сделанного вами открытия с предоставлением оного во всеобщее употребление, на что в 15 день сего марта последовало высочайшее соизволение его императорского величества.

Сделав распоряжение о выдаче вам означенной суммы из Государственного коммерческого банка и для обнародования представленного вами описания, уведомляю вас о сем и предлагаю в дополнение к означенному описанию сообщать Департаменту мануфактур и внутренней торговли как о всех известных вам поныне применениях вашего изобретения, так и о всех приспособлениях, какие вами впоследствии будут делаемы, для обнародования.

Министр финансов

генерал-от-инфантерии гр. Канкрин,

Управляющий Я. Дружинин.

¹ Архив АН СССР, ф. 187, оп. 1, № 1, л. 263; подлинник на бланке Департамента мануфактур и внутренней торговли с датой 20 марта 1840 г., № 1358.

**Сообщение Б. С. Якоби П. Н. Фуссу об отказе от получения
Демидовской премии и желании обратить эту сумму
на исследования в области электричества¹**

3 апреля 1840 г. Петербург

Глубокоуважаемый коллега,

В письме, датированном 31-м октября прошлого года, ваше превосходительство сделало мне честь пригласить меня от имени Академии принять участие описанием моего изобретения гальванопластики на русском языке в соискании премии Демидова. Позже я обратился к вам с просьбой представить на решение Академии вопрос: не является ли для меня препятствием к участию в соискании то обстоятельство, что я принят в состав вашего славного общества. Согласно решению Академии, которое оказалось благоприятным и почти единогласным, я прошу вас представить сегодня Академии упомянутое описание, напечатанное под заглавием «Гальванопластика» и т. д.

Беру на себя смелость добавить следующие соображения. Ваше превосходительство и все мои коллеги знают, что с тех пор я получил от правительства в связи с изобретением гальванопластики возмещение расходов, которое, признаюсь, было столь великодушным, что я склонен рассматривать его отчасти как награду за мои труды. Хотя этим ничуть не затрагивается мое право притязать на Демидовскую премию, все же мне кажется, что этим создается некоторое моральное обязательство, меняющее положение дела. Вспоминаю мысль великодушного основателя этой премии, которая, как мне кажется, заключалась в следующем: вознаграждать, поощрять и двигать вперед русские научные труды. Так как первые два мотива ко мне неприменимы, то ко мне имеет отношение последний мотив, и я беру на себя смелость предоставить в распоряжение Академии премию, которая должна быть мне присуждена, предназначая, однако, всю сумму на опыты, могущие продвинуть вперед интересные отрасли физики, т. е. гальванизм и электромагнетизм, как в смысле научных принципов, так и в смысле практического применения.

Свидетельствуя вам свое глубокое уважение, имею честь быть вашим нижайшим слугой и коллегой.

М. Г. Якоби.

С.-Петербург, 3 апреля 1840 г.

¹ Архив АН СССР, ф. 2 оп 1 (1839), № 1, л. 202; подлинник на немецком языке.

Отзыв Э. Х. Ленца о работе Б. С. Якоби¹

Сообщение об изданной работе адъюнкта Академии г-на Якоби под заглавием «Гальванопластика», сделанное Конференции имп. Академии наук Э. Ленцем

Конференция возложила на меня поручение — сделать ей сообщение о брошюре нашего коллеги г-на Якоби, в которой он излагает для публики свой способ получения на меди точных оттисков с украшенных изображениями плиток; этому способу он дал название «гальванопластика».

Ввиду того, что Академия уже высказалась в том смысле, чтобы присудить прекрасному изобретению г-на Якоби Демидовскую премию, нет надобности еще раз обсуждать здесь значение этого изобретения, и я могу ограничиться разбором вопроса, соответствует ли своей цели самое описание, т. е. составлено ли оно настолько общепонятным образом, что всякий научный человек может получить ясное понятие об этом способе. Лучше всего это должно выясниться из краткого обзора содержания сочинения.

Обратив сначала внимание на разницу между обычным химическим растворением цинка и его растворением гальваническим путем, составитель переходит к объяснению значения выражения «гальванический ток». Он показывает большое преимущество амальгамированного цинка перед неамальгамированным при применении гальванизма, объясняет практическое применение двух действий тока — действия магнитного и теплового — для оценки силы тока. Затем он прослеживает главное, от чего зависит сила тока, кратко, но в достаточной степени вразумительно благодаря большому количеству примеров. Ознакомить читателя с этими простыми понятиями было во всяком случае крайне необходимо, так как благодаря этому оказалось возможным избавиться от труда устанавливать правила для бесчисленного множества отдельных случаев.

Автор говорит затем о химическом действии тока, показывает ослабляющее самый ток обратное действие разложения воды на силу тока, а также и то, как можно поддерживать эту силу в постоянных цепях, с которыми недавно познакомил нас Даниель.

Это, естественно, подводит его к собственной теме его сочинения — разложению раствора медного купороса в таких цепях, — подобно тому, как употребление таких же гальванических аппаратов привело его к открытию гальванопластики. Он показывает нам, какие условия необходимы для того, чтобы при

этом разложении медных солей получить медь, как однородную металлическую пластинку, образующую точнейший оттиск той пластинки, на которой она осаждается.

Сначала автор подробно описывает, постоянно поясняя свои описания рисунками, как получить эту пластинку с оттиском на негативной пластинке или катоде элемента Даниеля, где, таким образом, сама вторая пластинка используется в качестве катода. Затем он объясняет свой второй способ, при котором гальванопластический аппарат совершенно отделен от гальванического. Автор справедливо отдает этому способу, хотя он и кажется более сложным, предпочтение перед всеми другими, особенно в тех случаях, где дело идет о применении при отливке, так как: 1) только при этом возможны постоянный контроль тока и любая его модификация; 2) этот способ может быть применен к пластинкам любых размеров; 3) при этом одно условие, необходимое для получения вполне однородных пластинок, именно постоянное поддерживание раствора медного купороса в состоянии насыщенности, выполняется само собой, непрерывно и самым строгим образом.

Далее следует разъяснение этого метода для тех случаев, когда нужно получить гальванические оттиски с неметаллических пластинок, например гипсовых, стеариновых и т. д., благодаря чему изобретение получит соответствующее его истинному значению распространение.

Потом автор обращает свой взор на издержки, которых требует гальванопластика и которые при применении в больших масштабах и при такой конструкции аппаратов, какой требует автор (когда нет никаких бесполезных затрат), действительно являются очень незначительными. Наконец, автор показывает, какое разнообразное применение допускает его изобретение.

Все вышеупомянутое разъяснено обстоятельными рисунками. К этому добавлено множество практических правил, за которые следует особенно благодарить автора, так как они освобождают читателя, желающего испытать себя в гальванопластической практике, от многих затруднений, которые, правда, сами по себе незначительны, но все же отнимают и время и охоту.

На основании сказанного я думаю, что сочинение г-на Якоби вполне отвечает своей цели и что автор делает гальванопластику доступной каждому внимательному читателю.

Э. Ленц.

¹ Архив АН СССР, ф. 2, оп. 1 (1839), № 1, лл. 203—204; подлинник на немецком языке. Отзыв под названием «Разбср сочинений г. адъюнкта Академии наук Якоби „Гальванопластика“, составленный г. академиком Ленцем», опубликован на немецком языке в издании «Девятое присуждение учрежденных П. Н. Демидовым наград в 1840 г». (СПб., 1840, стр. 64—70).

**Указание П. Н. Фусса Комитету правления Академии наук
хранить в кассе Комитета присужденную Б. С. Якоби
Демидовскую премию¹**

23 апреля 1840 г. Петербург

В Комитет правления И. А. Н.

В бывшем 17 сего апреля 1840 г. чрезвычайном заседании Академии по случаю присуждения Демидовских наград назначены полные награды в 5000 рублей:

1. Адъюнкту Академии Якоби за изобретенный им способ производить медные снимки со всякого рода металлических вещей, названный им гальванопластикой и описанный в особом, изданном на русском языке сочинении. Награда сия присуждена г. Якоби за месяц до избрания его в адъюнкты Академии...

Присужденная г-ну Якоби награда по собственному его желанию имеет храниться в кассе Комитета для употребления по усмотрению Академии на дальнейшие исследования явлений и законов гальванизма и электромагнетизма.

¹ Архив АН СССР, ф. 2, оп. 1 (1839), № 1, л. 7; отпуск, рукою П. Н. Фусса.

Комитет правления — административно-хозяйственный орган, аналогичный нынешнему Управлению делами Академии наук.

22

Из отчета о девятом присуждении Демидовских премий¹

17 мая 1840 г. Петербург

III

Призванный сюда по высочайшему повелению дерптский профессор Якоби с 1837 года несколько раз представлял Академии образцы медных изделий, произведенных им помощью гальванизма из медного раствора. Искусство сие, названное им гальванопластикой, основывается, как всем известно, на замечательном свойстве электрических токов разлагать почти все сложные вещества на их составные части, в особенности же осаждать или восстанавливать металлы из растворов или каких-либо соединений. Г. Якоби удалось случайно при пособии усовершенствованных им для другой цели гальванических снарядов

дов, постоянно действующих, подчинить процесс осаждения меди из раствора медного купороса известным законам и производить посредством одного по данным выпуклым или углубленным медным образцам точные до последней подробности медные же снимки. Впоследствии он открыл, что образцы или матрицы могут быть и не медные, но медь осаждается с равною правильностью и на некоторых других металлах, особенно же на графите, и что помощью сего последнего, истертого в порошок, можно приготовить к действию в виде матриц и другие неметаллические вещества, как-то гипс, воск и стеарин. Конечно, большей части образованных людей известны не по одной наслышке простые приемы, употребляемые г. Якоби для производства гальванопластических его изделий. Он сам с редкою готовностью показывал всякому любопытствующему приборы свои, и множество изящных произведений нового искусства переходили из рук в руки и возбуждали в публике общее удивление. Академии же ближе, нежели кому-либо, известен весь ход сего изобретения: она следила за ним с первых грубых начал гальванопластического искусства, чрез все постепенные его усовершенствования до нынешней степени полного его развития. Мы не станем распространяться здесь ни о теории сего любопытного процесса, ни об усовершенствованных технических приемах, мало-помалу упростивших его до того, что ныне каждый эмпирик может с успехом заниматься сим делом, ни, наконец, о многочисленных применениях сего искусства к промышленности, а скажем только, что, когда г. Якоби в заседании Академии 25 октября минувшего года представил ей сделанную им гальванопластическую копию с превосходного изваяния кавалера Бернини, вывезенного из Италии П. Г. Демидовым и изображающего мучения св. Екатерины, и изложил в особой записке краткое историческое обозрение хода своего изобретения и употребляемые им ныне приемы, Академия, сообразив важность сего нового искусства и степень совершенства, до коей сам г. Якоби его довел, пригласила автора издать на русском языке подробное описание своего производства, дабы поставить Академию в возможность присуждением ему Демидовской премии явить пред публикою и ученым светом всю цену, которую она приписывает его открытию. Слишком месяц спустя после того, именно же 29 ноября, Академия избрала г. Якоби в адъюнкты по части прикладной механики, и тогда, естественно, должен был возродиться вопрос: должно ли определение г. Якоби в действительные члены Академии быть препятствием к допущению его к демидовскому конкурсу или нет? Вопрос сей по основательном и совестливом обсуждении был решен большинством голосов отрицательно, т. е. в пользу г. Якоби, ибо изобре-

тение его было уже не только допущено к конкурсу до избрания г. Якоби, но даже обсуждено и признано заслуживающим премии. Издание описания оного на русском языке требовалось только для удовлетворения принятой формы и по самому существу дела не могло никаким образом изменить определение Академии, которая уже знала, какое будет его содержание. Академия не считала себя вправе решить лишить г. Якоби присужденной ему премии и тогда, когда щедрое правительство наше, убежденное, с своей стороны, в пользе и важности гальванопластики в отношении к многим промышленным производствам, назначило ему в воздаяние трудов его истинно царскую награду; но нам приятно объявить, что сам г. Якоби, чувствуя в полной мере всю цену высочайшего к нему внимания, лично от принятия премии отказался, изъявив, впрочем, желание, чтобы присужденная ему сумма в 5000 руб. асс[игнациями] была употреблена на дальнейшие исследования и опыты по части электромагнетизма и на усовершенствования теории сих загадочных сил природы. Предложение г. Якоби Академией принято.

¹ «Общий отчет о девятом присуждении Демидовских наград, составленный непрерывным секретарем императорской Академии наук и читанный в Публичном собрании сей Академии 17 мая 1840 года». Напечатано в указанном на стр. 260 настоящего сборника издании и в «Журнале Министерства народного просвещения», 1840, ч. XXVI, отд. 3, стр. 40—42.

23

А. Н. Демидов — Б. С. Якоби ¹

20 июля 1840 г. Мон-д'Ор

Милостивый государь!

Считаю своим долгом поставить вас в известность о том, как обстоит дело в отношении вашего прекрасного и ценного открытия, и с этой целью посылаю вам прилагаемую статью, напечатанную в журнале «L'Artiste» ² вслед за отчетом о вашем методе. Если не обращать внимания на все то, что эта статья содержит слишком лестного для меня, или, вернее, если считать со всеми теми похвалами, которые по справедливости расточаются вам, то вы убедитесь, милостивый государь, какую сенсацию произвели ваши работы в этой стране. Я видел образцы г-на Бокильена, и они действительно удались замечательно. Вам и вашему благородному великодушному Европа

вскоре будет обязана новой и многообещающей отраслью промышленности.

Благоволите принять, милостивый государь, уверения в моих наилучших чувствах.

Демидов.

Г-ну профессору Якоби — Петербург.

¹ Архив АН СССР, ф. 187, оп. 1, № 1, л. 323; печатается по подлиннику, автограф на французском языке.

² Хранится в бумагах Якоби (см. там же, л. 330). Ниже приводится перевод этой статьи, напечатанной в отделе «Смесь» (по вырезке номера «L'Artiste», воскресенье 18 июля 1840 г.).

«Прекрасная статья, которую г. Анатолий Демидов был столь любезен прислать нам, относительно метода г. Якоби из С.-Петербурга, вызвала всеобщий интерес и среди художников и среди публики. В самом деле, невозможно было объяснить более четко, более полно и более понятно, путем каких трудов и исследований г. Якоби пришел к своему чудесному открытию, которое во всех отношениях может сравниться с открытием г. Дагерра. То, что Дагерр сделал для рисунка, г. Якоби сумел сделать для скульптуры. Мы должны отдать должную дань благодарности молодому ученому дворянину, впервые во Франции положившему много усилий на изобретение, которое по праву прославило его родину. Но, чтобы быть справедливыми, мы должны признать вместе со всем миром, что Россия, гордясь изобретением г. Якоби, стала распространять его с гораздо большей поспешностью и бескорыстием, чем это сделала Франция, подарив Европе дагерротип. Притом дагерротипу предшествовали во всей Европе различные взятые заранее патенты на изобретение, так что каждое государство, которое не хотело им пользоваться, внесло свою часть в даровое изобретение, подаренное ему нами. Г. Якоби проявил в этом смысле больше щедрости. Он распространил свой секрет во всем его объеме, и, более того, чтоб представить свое изобретение в его полном блеске, он доверил его одному из самых молодых и самых выдающихся ученых своей страны. И вот уже мы видим, что по чертежам, которые мы напечатали на прошлой неделе, начинают конструировать аппараты г. Якоби. Пусть работают французские умы, которые следят за всеми открытиями; эти открытия вскоре будут поняты и осуществлены. Случилось даже так, что один из самых талантливых людей, г-н Бокильон, библиотекарь хранилища искусств и ремесел, настолько хорошо усвоил первые же объяснения метода г. Якоби, что сразу взялся за дело и изготовил, с своей стороны, целый ряд всяческих медалей и барельефов; мы видели его результаты, как и результаты г. Якоби, и медали г. Бокильона представляются нам прекрасными. Само собою, г. Бокильон ни в какой мере не претендует на честь этого прекрасного изобретения и предоставляет ее полностью знаменитому петербургскому ученому. Г. Бокильон ставит себе в заслугу, и вполне по праву, только то, что он первый выполнил ряд этих опытов, представляющих еще пока значительную трудность, которые он сможет с большим искусством демонстрировать и которые вскоре будут производиться шутя, как производятся сейчас опыты, относящиеся к дагерротипу. Заметим в заключение, что в своей царской щедрости, по меньшей мере равной щедрости представителей нашей Палаты депутатов, его величество император всероссийский отпустил г. Якоби сто тысяч франков из своей казны».

А. Н. Демидов — Б. С. Якоби¹

28 июля 1840 г. Мон-д'Ор

Милостивый государь!

Со времени моего последнего письма от 20 с. м., которое я имел удовольствие вам написать, мне удалось выяснить, почему издатели «*Journal des Débats*» держали так долго мою статью о вашем прекрасном изобретении, посланную им мною, и вернули ее мне лишь с неохотой: г. Донне и г. Бокильон, в согласии между собой, пустили в ход гальванопластический метод с первых же слов, какие г. Араго произнес о нем в Академии наук, г. Бокильону удалось получить несколько очень хороших образцов, и они решили задушить мою статью, чтобы приписать себе честь и выгоды изобретения. Когда статья, появившаяся в «*Artiste*», которую я вам послал, предала гласности ваше открытие, эти господа начали кричать, что я их разоряю (ибо они прекрасно видели, что не могут более претендовать на приоритет и во всяком случае, что публика его за ними не признает). Между тем я только опубликовал вполне чистосердечно и бескорыстно, как и вы сами, методы, примененные для достижения прекрасных результатов гальванопластики. Было бы слишком несправедливо в отношении вас и слишком удобно для этих господ, если бы парижская чернь вас обвинила по поводу изобретения, которое им не принадлежит. Я в восторге от того, что, почти без своего ведома, создал противодействие возможности отнять у вас в глазах ученого мира заслугу, принадлежащую вам по всей справедливости.

Я подумал, что вам следует знать об этом обстоятельстве, которое объяснит вам запоздание в опубликовании вашего открытия. Если в дальнейшем вы сделаете в нем какие-либо усовершенствования или добавления, я буду очень обязан вам, если вы мне о них сообщите, и я приму все меры, чтобы без замедления распространить их в широких кругах, в том случае, конечно, если это согласуется с вашими желаниями.

Примите, милостивый государь, уверения в моем глубочайшем уважении.

Демидов.

¹ Архив АН СССР, ф. 187, оп. 1, № 1, лл. 333—334; подлинник на французском языке.

А. Н. Демидов — Б. С. Якоби¹

18 августа 1840 г. Париж

Милостивый государь!

Я имел честь до сих пор держать вас в курсе того, что происходило во Франции по отношению к вашему прекрасному открытию, поэтому считаю и сейчас своим долгом сообщить вам о новых инцидентах и спорах, которым дают повод приложения вашего остроумного метода, столь великодушно предоставленного вами опытам как ученых, так и тех, для кого наука ограничивается тесной областью материальной спекуляции.

Г. Бокильон, о котором я уже имел случай вам говорить, относится к числу последних. Пораженный сначала значительной выгодой, которую должно ему принести опубликование вашей работы, он не мог скрыть своей досады. Но, вернувшись затем к менее эгоистическим чувствам, он написал в «L'Artiste», в воскресном номере 26 января, письмо, которое я счел своим долгом послать вам.² Несмотря на вполне приемлемый стиль письма, чего не приходится отрицать, г. Бокильон пытается установить между строк, что, хотя его побудили к производству его опытов первые же слова, произнесенные в Академии наук, однако он нашел лишь весьма недостаточную помощь в описании ваших методов, когда я имел честь их опубликовать, служа Вам посредником. В общем, можно предоставить г. Бокильону это маленькое удовлетворение на момент, поскольку честь изобретения и слава изобретателя никем не оспариваются. Если бы он позволил себе такую непристойность, я не ждал бы ни одной минуты, чтобы вернуть его к истине.

Со времени письма г. Бокильона статья, в которой излагается ваше прекрасное открытие, была вновь напечатана в «Revue scientifique» — почтенном сборнике, который испросил у меня разрешения воспользоваться гравированными чертежами, в чем я не нашел причины отказать.

Я надеюсь, что мне не нужно повторять вам, милостивый государь, что я остаюсь всецело в вашем распоряжении для всяческих взаимоотношений, для которых вы пожелали бы иметь меня посредником, а также напоминать, с каким живейшим интересом я ожидаю продолжения ваших прекрасных работ.

Благоволите принять уверения в чувствах моего глубочайшего уважения.

Демидов.

¹ Архив АН СССР, ф. 187, оп. 1, № 1, л. 340. Печатается по подлиннику, автограф на французском языке.

² Хранится в бумагах Якоби (л. 392). В этом письме имеются такие строки: «Одному г. Якоби, без всякого сомнения, принадлежит та заслуга, что он первый открыл принципы, которые произведут переворот в искусствах и промышленности; ему одному принадлежит слава, что он обогатил науку новым фактом, уже пролившим яркий свет на многие вопросы минералогии».

26

Из письма Б. С. Якоби — А. Г. Якоби ¹

1/13 сентября 1840 г. Лондон

Дорогая Аннет, любимая моя жена!

...Я нахожусь еще в Лондоне и только во вторник или среду поеду в Глазго с нашим консулом ф. Бекгаузенем, который по поручению нашего посланника барона ф. Бруннова ² также едет туда. Чевкин ³ также здесь и также поедет в Глазго. Здешние ученые принимают меня с большим почетом, и мне здесь сделали визиты самые выдающиеся лица, прежде чем я посетил их. Однако большая часть таких лиц находится в отсутствии. Приглашений я получил мало, 2 раза к бар[ону] Бруннову, раз к лорду Аврикодо (английский посланник в С.-Петербурге).

...Жак и мама написали мне, что Гумбольдт вновь принял шаги перед королем, чтоб добыть мне орден; правда, я был бы не прочь его получить, но я в это что-то мало верю. Здесь очень много говорят о войне и мире. Скажи нашему другу Шильдеру. ⁴ Здесь один человек сделал изобретение, можно уничтожить в одно мгновение с большого расстояния целый флот. Газеты кричат о том, что правительство не желает купить этот секрет и таким образом упускает случай иметь большое превосходство. Однако большинство считает этот секрет за шарлатанство. Я пока еще не старался с ним ознакомиться и, пожалуй, и дальше не буду стараться. Когда увидишь Ленца, много раз поклонись ему от меня и сообщи ему следующее. Пока я еще не видел и не слышал здесь ничего нового и думаю, что мы и в теоретическом и в практическом отношении еще стоим на шаг впереди. Говоря без лишней гордости, нам

приходится скорее учить, чем учиться. Мы оба здесь в большом почете, наши работы распространяются здесь в оттисках. Электромагнитная машина с намагничиванием лишь одной системы (постоянной) считается здесь наилучшей; я видел, как она работает, и думаю действительно, что она обладает некоторыми преимуществами, может быть я привезу с собой модель, чтобы поставить основательные сравнительные опыты. В ней, конечно, нет ничего особенного, я предпочитаю мой коммутатор, ибо здешний имеет приспособление *va et vient* (движение в ту или другую сторону, — *Ред.*), чтобы легче заменять сгоревшие части. Сосуды для батарей как глиняные, так и из нового сорта фаянса очень хороши. Фарадей — исключительно приятная личность, Грове — джентльмен. . . Уитстон меня очень заинтересовал, мне кажется, именно он делает самые основательные опыты. Его новый телеграф очень изящен и остроумен, опыты, которые он производил в большом масштабе с проводом в 14 или 16 английских миль, дали очень любопытные результаты в отношении ответвлений. Для электромагнита с чрезвычайно тонкой проволокой, обмотанной в один ряд шелком, в большой мере сказывается гигрометрическое состояние воздуха. При сырой погоде он не притягивает даже с 50 парами пластинок, но стоит его нагреть, он даст свою работу даже при 5 парах. Он построил цепи с амальгамой кали, которые дают почти вдвое большую электродвижущую силу, чем при цинковой амальгаме. Он знает теорию Ома и вычисляет по ней, но, по-моему, неправильно. После того как он показал мне массу чисто практических вещей, он дошел, наконец, до своего новейшего прибора, относительно которого он утверждает, что это — вершина достижения и при его помощи можно с величайшей легкостью разрешить все реометрические вопросы. В конце концов он вытащил его, но с условием, что я не сделаю ничего из виденного достоянием гласности. Я, конечно, полон нетерпения, шкаф открывается, и (о, сюрприз!) появляется мой регулятор тока, лишь с той разницей, что деревянные и медные винты лежат не на одной оси, а рядом, что имеет много отрицательных сторон. Кроме того, там устроен счетчик, как это предлагал и имел в виду сделать Ленц, чтоб считать обороты. Какое-то наитие заставило меня взять с собой оттиск описания моего прибора и случайно сунуть его в карман. М-р Уитстон был немало смущен, когда я показал ему чертеж. Он, между прочим, рассказал мне, что ставил целый ряд опытов для сравнения электродвижущих сил различных металлов, поскольку эти силы относились между собой, как количества оборотов, необходимых, чтоб вызвать то же отклонение магнитной стрелки. Так, например, при

одной паре пластинок нужно 70 оборотов винта, чтоб уменьшить отклонение на 45° до 40° , стало быть при двух парах — 140, чтоб вызвать то же отклонение. Эта теория полностью подтвердилась опытами (!!!). Я, конечно, тотчас же обнаружил грубейшее заблуждение, но мне и до сих пор не удалось втолковать ему, что весь способ неправилен, ибо он случайно забыл LW (Leitungswiderstand — сопротивление проводов,—*Ред.*) мультипликатора. Вы, конечно, в невинности духа полагаете, что он брал мультипликатор с толстой проволокой, — напротив, у него был мультипликатор Гуржона с чрезвычайно тонкой проволокой. Я боюсь, что он проделал большую работу зря. Но это, в конце концов, не беда, хорошо и то, что здесь положено начало здравым наблюд[ениям]. Система пробных проволок для интерполяции устроена очень хорошо. А LW были не слишком велики, они взяты пропорциональными длинам, что практически вполне допустимо, поскольку эти проволоки служат для исследования телеграфных линий. В общем, Уитстон — очень талантливая голова, которая, однако, еще нуждается в известной школе, прежде чем он сможет позволить себе входить в тонкости реометрии. Мне хочется, чтоб здесь был построен вольтметр в большом масштабе, не знаю только, как это выполнить, и никто не может мне дать доброго совета по этому поводу. Я дал прокатать то небольшое количество платины, какое взял с собой, в очень тонкий листок, он кладется между двумя медными пластинками. В Глазго я встречу врагов, в частности Мора из Кобленца.

Теперь, дорогая Аннет, я хочу написать тебе, что в отношении моего отъезда отсюда я еще не могу сказать ничего определенного. Пока что я думаю, что лучше будет возвращаться сухим путем, чем пароходом. Мне было бы приятно иметь для этого сухопутного возвращения попутчика в Берлине. Я одновременно выиграл бы или проиграл бы тогда в том отношении, что мог бы навестить Жака в Кенигсберге. Но я предоставляю все судьбе или обстоятельствам и не предрешаю ничего заранее. Могу только сказать тебе, что я с нетерпением мечтаю вернуться к своим пенатам и домашнему очагу, который благодаря тебе стал для меня столь милым. Как мне хотелось бы скорее заключить в свои объятия тебя и детей. Ну, до свидания, моя любимая Аннет, сердечно поцелуй от меня детей и расскажи им побольше об их папе. У Николеньки еще не появились зубы? Ну, еще раз до свидания, всего наилучшего, дорогая Аннет, передай мой сердечный привет всем друзьям и знакомым и вспоминай с неизменной любовью твоего превыше всего тебя любящего, даже за пределами вечности

Морица.

¹ Архив АН СССР, ф. 187, оп. 1, № 352, лл. 1—4. Печатается по подлиннику, автограф на немецком языке.

² Чевкин, Константин Владимирович (1802—1875), чиновник министерства финансов, впоследствии министр путей сообщения.

³ Боуннов, Филипп Иванович (1797—1875), русский посол в Англии.

⁴ Шильдер, Карл Андреевич (1785—1853), инженер-генерал; возглавлял Комитет о подводных опытах, в котором принимал участие Б. С. Якоби.

ОТКЛИКИ В ПЕЧАТИ

1838—1840

1

О новом открытии, сделанном профессором Якоби

Гальванические снаряды, изобретенные и устроенные профессором Якоби для приведения в движение электромагнитных машин, послужили ныне поводом к открытию чрезвычайно замечательного и вместе с тем очень простого способа получать посредством гальванизма медные доски, на которых изображается выпукло то, что на оригинале выгравировано вглубь... Способ этот состоит в следующем.

Деревянный ящик, разделенный на две половины перегородкою из слабо пережженной глины, наполняется в одной половине водою с незначительною примесью серной кислоты, а в другой — раствором с нею медного купороса. В первую ставится цинковая доска, во вторую — медная, обращенная к цинку своей гравированной стороною. Коль скоро обе эти доски будут приведены в соединение посредством длинной винтообразной проволоки, то начинает развиваться гальваническое электричество, которое струею переходит от одной доски к другой. С тем вместе начинается химический процесс: цинк медленно и мало-помалу распускается в жидкости; напротив того, из медного купороса восстанавливается в металлическом виде медь, в нем содержащаяся. Ежели проволока слишком толста или слишком коротка, то медь получается в виде порошка или в грубых шариках, имеющих кристалловидную форму. Ежели же проволока имеет надлежащую длину, то гравированная медная доска покрывается осадком металлической меди, которая, наполняя собою все углубления, гравером сделанные, постепенно нарастает и может получить какую угодно толщину. Действие этого снаряда вовсе не требует надзора, нужно только прибавлять понемногу медного купороса через каждые 8 или 12 часов. Таинственная сила

природы, получив, таким образом, определенное направление, совершает это новое образование без всяких дальнейших усилий человека.

Вся трудность заключается в отделении вновь образовавшейся доски от гравированной; тут нужна величайшая осторожность как для того, чтобы не разломать первой, так и для того, чтобы не повредить второй. Часто, когда проводящая электричество проволока не имеет надлежащей пропорции, вновь образовавшийся осадок так плотно соединяется с гравированною доскою, что некоторыми частями или даже всю поверхность своею как бы срастается с нею и уже ничем отделен быть не может.

Не подлежит, как кажется, ни малейшему сомнению, что этот способ, доселе никем не знаемый, со временем принесет большую пользу в практическом или техническом применении. На первый случай довольно важно и то, что мы получаем теперь возможность делать с гравированной медной доски, ежели она не слишком велика, столько выпуклых снимков, сколько угодно, потому что она не подвергается никакому химическому повреждению. Очень вероятно также, что вместо медных досок с выпуклыми изображениями можно их делать и из благородных металлов.

(Санкт-Петербургские ведомости, 1838, 24 декабря, № 291, стр. 1319).

2

Нового рода живопись

Г. Боттигер (Bottiger) сообщает о весьма любопытном явлении, замеченном им при опытах над действием платины и цинка на раствор аммиаковисто-хлористой меди.* «Погрузивши две пластинки — платиновую и медную — в медный раствор, я, — говорит Боттигер, — не заметил никакого другого явления, кроме того, что часть восстановившейся меди осела на цинковую пластинку. Но, приведя оба металла в прикосновение, я тотчас увидел на платине постепенные оттенки цветов: желтого, зеленого, красного, коричневого и черного. Эти цвета можно сохранить на платине, стоит только вынуть ее из жидкости и высушить на воздухе». Известно, однако же, что знаменитый итальянский естествоиспытатель уже давно занимался подобными опытами, о которых мы в свое время сообщим нашим читателям некоторые любопытные сведения. Труды барона Шиллинга, Ленца, Якоби, наконец новое важное открытие, сде-

* Этот состав получается, если на медные опилки налить раствор нашатыря и оставить в прикосновении с воздухом.

ланное сим последним касательно превращения посредством гальванического процесса резных углубленных изображений на меди в выпуклые, показывают, сколь удачно соперничают с европейскими учеными наши русские ученые и сколько еще важных применений к промышленности хранится в сей отрасли физических наук, ныне образовавшейся в отдельную науку. Опыты над электричеством вообще, сделанные в России со времен Ломоносова, Франклинова соперника, заслуживали бы особенной истории, но нельзя вообразить, какого труда стоит отыскание для нее достоверных материалов; наши ученые, может быть по излишней скромности, любят держать свои наблюдения под спудом, а между тем иностранцы или попадают на ту же мысль, или изустные сообщения наводят их на какое-нибудь явление, уже замеченное в России; и русское открытие является на свет под чужеземною фирмою, как то недавно случилось с электрическим телеграфом барона Шиллинга! Мы долгом считаем обратить на этот предмет внимание русских ученых.

(Отечественные записки, учено-литературный журнал, 1839, т. 1, отд. VIII, Смесь, стр. 45—46).

3

Из статьи «Новые успехи на поприще электромагнитических опытов и радостные надежды на будущее»

... Теперь, когда мы рассмотрели гальанизм как механического деятеля, в успехах которого имели приятный случай убедиться собственными наблюдениями, должно еще упомянуть об удивительном действии этой чудесной силы в совершенно другом отношении. Профессор Якоби, растворяя медь в кислотах, например в купоросной, действуя на медь слабою гальваническою силою и вовсе не употребляя огня, дает меди новую твердость и прежнюю наружность, производя таким образом медь гальваническую, которая чистотою и ковкостью превосходит всякую, обыкновенным образом добываемую медь. Замечательнейшее обстоятельство здесь то, что для отделения гальванической меди потребно иметь другой кусок металла, на котором гальваническая медь ложится при преобразовании своем тонкими слоями, постепенно превращающимися в толстую кору. Такой покров, если он достиг надлежащей толщины и при надлежащей предосторожности, может быть снят с того металла, на котором ложился слоями. Если первоначальный металл имел форму плоской доски, то и гальваническая медь получает эту форму.

Профессор Якоби замечает при сем, что если на металлической доске случайно будут возвышения и углубления или черты, проведенные острым орудием, то сии черты являются в обратном виде на поверхности гальванической меди. Возвышенности обращаются в углубления, а углубления в возвышенности, и все это выходит с таким сходством и точностью, что всякое наблюдение в микроскоп становится бесполезным. Явление сие можно только сравнить с гравюрами *avant la lettre*. Профессор Якоби тотчас же принялся за наблюдение над столь важным явлением: он взял приготовленную для оттиска гравировальную медную доску и покрыл ее гальваническою медью. Изображение *en relief* вышло с величайшим совершенством. Наблюдая, таким образом, постепенно законы столь чудесного образования, он, наконец, достиг до полного изображения гальванических барельефов значительной величины. Мы и все посетители (2 сентября) имели случай дивиться их красоте. Гальваническое литье передает всякую черточку, всякую погрешность подлинника. Изображения являются в совершенной чистоте, в совершенном блеске, во всей первобытной красоте, сообщенной им художником. Чеканщик не посмеет прикоснуться к ним своим резцом; мы видим в них достижение того, к чему стремились художники с древнейших времен и чего никогда не были в состоянии достигнуть.

Вообразив, с каким трудом распространяют скульпторы экземпляры своих произведений в бронзе и как дороги сии предметы, мы не можем не почтить гальванического литья новою эпохою в искусствах, потому что для пластических искусств оно столь же важно, как гравирование для живописи. И не для одних изящных искусств, еще более для ремесла может быть полезно гальваническое литье, например для книгопечатания, именно для стереотипного, для гравирования карт, узоров на стенных обоях, на тканях и т. п. Этим новым изобретением могут развиваться совершенно новые отрасли промышленности, коими будет иметь право гордиться наше отечество, как место совершенства столь полезного открытия. Профессор Якоби говорил нам, что этот способ не менее важен и для всей металлургии, потому что допускает всякое применение в огромных размерах, и что рано или поздно его будут употреблять при производстве металлов. Он не сомневается также, что есть возможность достигнуть до гальванической методы литья платины, золота, серебра, железа. Над золотом он уже делал удачные опыты. Должно по справедливости сознаться, что уже этим одним открытием вознаградились все труды и жертвования на электромагнетические опыты, и профессор Якоби, доставив славу нашему отечеству, приобрел себе прочную славу и благодарность всех людей благомыслящих.

Квартира г. Якоби на Васильевском острове, в доме Парланда, № 30, на берегу Невы, между 16 и 17 линиями. Это точно жилище волшебника. Везде стоят машины и аппараты самого простого устройства, и по прикосновению его волшебного жезла вдруг все машины движутся, мечут искры, плавят металлы! От прикосновения другим концом жезла (сила положительная и отрицательная) все мертвеет. Любопытно и поучительно! В средние века фанатики сожгли бы г. Якоби, а поэты и сказочники выдумали об нем легенду, как о Фаусте. В наше время мы не сожжем его, а согреем чувством признательности за его полезные труды и вместо легенды скажем правду, а именно, что г. Якоби, сверх учености, отличный человек во всех отношениях и что науки вправе от него надеяться многого, потому что в нем нет педантизма, а истинная, пламенная страсть к наукам и столь же пламенное желание быть полезным гостеприимной и благодарной России.

(Северная пчела, газета политическая и литературная, 1839, 27 сентября, № 217, стр. 864).

4

Гамбургеротип

Между тем как благодаря напыщенной болтовне парижских журналов вся Европа, со включением Петербурга, занята совершенно бесполезною в искусстве оптического игрушки, прославленную под смешным именем «дагерротипа», не прискорбно ли подумать, что изобретение, сделанное с год тому назад здесь, в Петербурге, и истинно важное для художеств, не возбуждает ни восхищения, ни участия, ни даже любопытства жителей этой столицы, потому только, что оно петербургское, а не парижское? Мы говорим о чудесных медных бюстах, статуях, барельефах и формах для барельефов, отливаемых здешним ламповщиком Гамбургером при помощи весьма простого гальванического снаряда, по способу, предложенному в исходе прошедшего года дерптским архитектором доктором Якоби. О способе этом было сказано в февральской книжке «Б. для ч.». Он состоит в следующем: деревянный ящик, разделенный на две половины глиняною перегородкою, наливается в одной половине водою с незначительною примесью серной кислоты, а в другой — раствором синего медного купоросу; в воду ставится цинковая доска, а в раствор купоросу медная, изваянная вглубь, и обе доски приводятся в сообщение посредством длинной, свернутой винтообразно проволоки; как скоро гальваническое электри-

чество начинает развиваться, из купоросу растворенная медь мало-помалу отделяется в виде порошка, садится на изваянную поверхность и покрывает ее тонким слоем медного теста. Когда это тесто окрепнет и примет вид металла, стоит только оторвать его от изваянной доски, и вы получаете барельеф, выпуклый оттиск изображения, изваянного вглубь на меди художником. В таком виде представил публике свое изобретение господин Якоби: оно могло скорее назваться мыслию, поданною к изобретению, нежели настоящим и полным изобретением, потому что на той точке, на которой оставил его дерптский экстраординарный профессор гражданской архитектуры, оно немного приносило пользы искусству. Во-первых, слой медного теста, отделившегося из купоросу, с большим трудом отделялся у него от медной изваянной доски, а, во-вторых, с медных досок, изваянных вглубь художником, очень редко снимаются медные же оттиски барельефов; на это большею частию употребляется гипс. Художники, занимающиеся медальерным изваянием, сперва делают выпукло барельеф из воску, а потом уже по этой модели режут тот же самый барельеф вглубь на медной или на другой металлической доске, которая должна служить формою для будущих оттисков из гипсу. Эта работа для небольшого медалиона требует пяти или шести месяцев прилежного занятия. Следовательно, настоящее, полезное для искусства изобретение было бы то, которое доставило бы средство осаждать из купоросу медное тесто прямо на выпуклую восковую модель и в несколько суток без труда и хлопот давало нам медную доску, изваянную вглубь, т. е. металлическую форму для гипсовых оттисков, которой изготовление так мучительно и так медленно. Этого великого результата достиг с самым блистательным успехом здешний ламповый мастер Гамбургер. Познакомившись случайно со способом господина Якоби, он предался втайне гальваническим опытам, посреди ламп и кенкетов, и в июле месяце явился к вице-президенту императорской Академии художеств графу Ф. П. Толстому, отличному художнику по части медальерного искусства, с предложением отлить по этому способу с его восковых барельефов медные углубленные формы и даже медные выпуклые оттиски. Получив согласие художника и две из его моделей, в непродолжительное время он принес ему формы и оттиски из меди превосходной чистоты и точности в отделке, не повредив нисколько восковых моделей. Мы имели случай рассматривать в мастерской графа Ф. П. Толстого эти чудесные плоды гальванизма и изобретательности Гамбургера и не могли не разделять при виде их восторга и удивления знаменитого нашего художника и всех художников, которые тут находились. В воздаяние за такой

подвиг на пользу искусства и на зло хвастливым парижанам единогласно, par acclamation, всеми присутствовавшими прозван на вечные времена ящик г. Гамбургера — гамбургеротипом. Les Parisiens seront bien attrapés! [Парижане будут посрамлены]. Между тем как они не знают, что делать с своим дагерротипом или дагерреотипом, за который так дорого заплатили, как снег на голову невзначай упадет на них наш петербургский гамбургеротип. Преклоните колени, хвастуны, пред нашим северным изобретением. Вот истинно великое для искусства, истинно практическое и в полном смысле благотворительное изобретение! Сколько солнце выше земли, сколько звезды выше солнца, столько гамбургеротип выше дагерротипа. Этот — потешная игрушка праздного, а тот — благодетель художника. Гамбургеротип своею обширною и несомненною пользою в состоянии затмить сто дагерротипов. Он сокращает годы утомительных трудов для художника, он развязывает руки его воображению, открывает его творческую способность легким и свободным исполнением, позволяет ей создавать беспрестанно, неограниченно, потому что вся механическая ремесленная часть искусства отныне с него слагается: деревянный ящик, налитый водою и купоросом, берется сам воспроизводить на меди углубленно и выпукло все, что мысль художника прикажет послушному воску мгновенно выразить и осуществить. Этого мало: все бронзовые изделия, все, самые тонкие, самые нежные резные работы на меди могут быть изготавливаемы по этому способу, которого приложение к промышленности обещает также неисчислимые выгоды. Гамбургер делает медные формы и оттиски не с одних только восковых моделей, а и с деревянных, бумажных и вообще всяких, которых вещество неразстворимо в воде, не с одних только барельефов, а и с круглых изображений. На днях положил он венец своему искусству отлитием из медного теста по тому же способу полного большого бюста А. Н. Оленина и полной круглой статуи Венеры. Все черты, вся красота форм мраморной античной модели сохранены в этом металлическом слепке с точностью, с отчетливостью, которых один только тальванизм может достигнуть; и, что всего любопытнее: вся медная статуя Венеры, в четыре вершка вышиною, весит не больше четырех листов писчей бумаги. Vive l'hambourguérotipe! Honte aux daguerrtypes! [Да здравствует гамбургеротип! Долой дагерротип!].

(Библиотека для чтения, журнал словесности, наук, художеств, промышленности, новостей и мод. Издание книготорговца Александра Смирдина, 1839, т. XXXVI, ч. II, сентябрь, отд. VII, стр. 69—71).

Гальванопластика *

(Изобретение, сделанное в России профессором Якоби)

Не мелкие расчеты самолюбия и не журнальное совместничество заставляют нас приняться за перо, но любовь к истине и обязанность защитить правое дело и честь изобретения, принадлежащего ученому мужу, пред судом просвещенной публики.

Здесь не место доказывать редактору Библиотеки для чтения О. И. Сенковскому, как он ошибается насчет дагерротипа, самого г. Дагерра, настоящего положения и последствий его открытия, важного для искусств и наук во многих отношениях. Редактор Библиотеки для чтения уверяет своих читателей, что дагерротип есть бесполезная игрушка,** что первое открытие сделано в Англии господином Тальботом, что виды, снимаемые посредством дагерротипа, не имеют перспективы и т. п. А между тем петербургская публика видела на выставке Академии художеств перспективные виды, снятые посредством дагерротипа и может ежедневно видеть новые картины в магазине оптика и физико-механика г. Шедела (у Полицейского моста, в доме Котомина), где уже продаются дагерротипы. Англия вместо того, чтоб оспаривать у Дагерра его открытие, превозносит его;*** все европейские академии признали важность открытия Дагерра, и ученейшие мужи нашего времени: Араго, Александр Гумбольдт и Берцелиус, в разборе нового открытия отдали Дагерру полную справедливость, признав самое открытие чрезвычайно важным. В целой просвещенной Европе один только редактор Библиотеки для чтения восстает противу г-на Дагерра и его открытия! По счастью, редактор Библиотеки для чтения, в порывах своего негодования (за что?) противу Дагерра, обнаружил в полной мере слабость своих познаний в естественных науках, и все, имеющие некоторые в них сведения, сожалеют, что журнал, имеющий в России репутацию ученого, скомпрометировался до такой степени!

Но пусть бы редактор Библиотеки для чтения уничтожал открытие Дагерра: это дело нам чуждое; а вот он с тою самою

* Т. е. мнимый и небывалый гамбургеротип Библиотеки для чтения!!!

** Упуская из вида новые пути в естественных науках, указанные сим открытием, и пользу для художеств: ибо ныне уже гравируют в Париже по доскам дагерротипа. См.: «Journal des Débats» 16 октября 1839 г.

*** См. выписку из «Morningpost» в «Journal des Débats» 14 октября 1839 г.

ревностью приступает к помрачению другой ученой заслуги, кою слава принадлежит исключительно нашему отечеству. Читатели Северной пчелы знают уже, что профессор Якоби упражнялся в электромагнетических опытах и что, занимаясь этим делом с любовью и совершенным познанием его, он открыл способ готовить так названную им гальваническую медь, которая может принимать все пластические формы по модели. Почтенный Якоби не таился с своим открытием, показывал его всякому и, беспрестанно совершенствуя, дошел, наконец, до того, что имел счастье представить государю императору слепки с барельефа графа Ф. П. Толстого в самом совершенном виде.* И тогда как все истинные любители наук и художеств радуются новому открытию и прославляют изобретателя, редактор Библиотеки для чтения уверяет, в октябрьской книжке своего журнала, в отделении с м е с и, на стр. 51, что средство размножать барельефы и т. п. посредством снимков с моделей гальваническою медью изобрел не профессор Якоби, а петербургский ламповщик Гамбургер (!!), что Гамбургеру принадлежит вся честь изобретения и что это важное открытие отныне будет называться гамбургеротипом. Название сие дано редактором Библиотеки для чтения и всеми (??) присутствовавшими в мастерской художника при рассмотрении работ, принесенных туда ламповщиком Гамбургером, и, наконец, статья оканчивается восклицанием: «Vive L'hambourguerotype! Honte aux daguerrotypes!».**

Что это такое? — спрашивают нас весьма многие: шутка (известная страсть Библ. для чтения подшучивать), мистификация или в самом деле правда? Из уважения к самим себе и к званию литератора не станем распространяться о причинах этой шутки или фарса Б. для чтения; но, из опасения, чтоб в числе читателей русских журналов не нашлись неопытные люди, которые бы в самом деле приняли за правду слова Библ. для чтения, объясняем вполне дело, и в истине наших слов ссылаемся на всех совестных ученых, имеющих настоящее понятие о производстве ученых трудов, на всех свидетелей трудов г. Якоби и на самого г. Гамбургера, прославленного в Б. для чтения. Вот в чем дело.

Ученые, занимаясь опытами в своих кабинетах, должны иметь работников, т. е. мастеровых. Фультон, верно, не сам сделал модель парохода, и Франклин не сам ковал громовые

* Об этом сказано было в «Пчеле» при сообщении известия о посещении его величеством Пулковской обсерватории.

** Спрашивается: за что же honte aux daguerrotypes! Что он сделал постыдного? Чудно!

отводы. Так точно и почтенный Якоби для устройства многосложных своих машин имел надобность во многих ремесленниках, и в числе их работал для г. Якоби ламповщик Гамбургер, который, должно здесь добавить, не имеет ни малейшего понятия о химии и физике, а занимается просто жестяною работою и литьем фигур для ламп из металлов. Увидев у г. Якоби аппарат, употребляемый им для снятия гравюр посредством гальванической меди, Гамбургер просил г. Якоби растолковать ему весь процесс. Г. Якоби исполнил это тем охотнее, что, будучи одушевлен одною только любовью к науке, он на г. Гамбургере хотел испытать, могут ли простые ремесленники употреблять его открытие в дело, т. е. может ли это важное открытие сделаться общенародным, общеупотребительным. Ламповщик Гамбургер — человек в своем ремесле искусный, умный, понятливый, честный, и г. Якоби, по врожденному добродушию, находил наслаждение в том, чтоб, употребив его к распространению своего открытия, доставить ему выгоды. Показав Гамбургеру весь процесс и все устройства аппарата, г. Якоби сказал ему, что вместо меди можно употреблять свинец или сплав металлов, и, наконец, открыв, что вместо металлов можно даже употреблять другие вещества, удобопринимающие пластические формы, г. Якоби сообщил немедленно Гамбургеру свое открытие и поручил ему достать какие-нибудь модели для опытов. Гамбургер принес г. Якоби модели графа Ф. П. Толстого. Гамбургер стал делать опыты, но они не имели успеха, по невозможности дать восприимчивость веществу, в других случаях удобопринимающему пластические формы. Дело почти остановилось от неудачных попыток. Гамбургер не мог вовсе ничего сделать, а г. Якоби продолжал свои опыты некоторое время безуспешно. Наконец, г. Якоби дошел до того, что теперь может снимать превосходнейшие формы с величайшею точностью. При опытах г. Якоби присутствовали знаменитый баварский архитектор тайный советник Кленце и граф Бобринский и видели, как медленно дело продвигалось вперед, пока г. Якоби не попал на настоящую идею. Теперь дело открыто в полноте, и оно тем важнее для художеств, что простой работник, ремесленник может исполнять его в совершенстве. Получив от г-на Якоби наставление, Гамбургер покрыл гальваническою медью восковую бюст, и оттиск вышел очень изрядный. Обучившись у г. Якоби, Гамбургер может теперь исполнять все работы, т. е. делать все снимки посредством процесса, открытого г-ном Якоби.

Г. Якоби не литейщик, не скульптор и не имеет времени заниматься механическими работами. Другой на его месте скрывал бы свое изобретение, завел бы у себя мастерскую и обогащался бы производством работ под своим надзором. Г. Якоби

чужд всяких мелких расчетов. Надобно видеть, как он радуется, что каждый ремесленник может пользоваться его открытием и что оно признано великим и полезным даже его недоброжелателями! Не за привилегией гонялся г. Якоби, а стремился только к распространению своего открытия для общей пользы; и у этого благородного, бескорыстного мужа вздумали оспаривать честь изобретения.

Честный Гамбургер вовсе чужд маневрам Библиотеки для чтения. Узнав, что на него взвели небылицы в этом журнале и назвали изобретателем дела, при котором он был только исполнителем, почтенный Гамбургер поспешил явиться к господину Якоби, объявил ему, что статья Библиотеки для чтения напечатана без его ведома, что он против нее протестует, и просил принять письменное удостоверение в том, что он никогда не признавал и не признает себя изобретателем дела, изобретенного и впервые исполненного г-ном Якоби. Представляю это свидетельство Гамбургера в подлиннике и в переводе.*

Что после этого заключить о Библиотеке для чтения и что сказать ее редактору? Предоставляю это рассудить всякому любителю наук. Позволяю себе спросить, к кому относятся теперь слова Б. для ч., стр. 71: «Преклоните колени, хвастуны, пред нашим северным изобретением! Вот истинно великое для искусства, истинно практическое и в полном смысле слова благотворное изобретение; сколько солнце выше земли, сколько звезды выше солнца,** столько гамбургеротип выше дагерротипа. Этот — потешная игрушка, а тот — благодетель художника!»

* Ich gebe hiermit dem Herrn Professor Jacobi folgende Erklärung: Der Artikel in der Lesebibliothek vom 13 oktober d. J. ist ganz ohne mein Wissen und Willen bekannt gemacht worden, und ich muss die mir dort zuge dachte Ehre ablehnen, da sie dem Herrn Professor Jacobi gebührt. Der Herr Professor Jacobi, für den ich vielfach mit galvanischen Apparaten beschäftigt gewesen bin, hat die grosse Güte gehabt, mich in der Hauptsache des von ihm entdeckten Verfahrens galvanische Abgüsse zu machen zu unterrichten. Ich erkenne es für meine Pflicht ihm meinen Dank dafür abzustatten. St. Petersburg den 16 Oktober 1839, gezeichnet J. A. Hamburger.

Перевод. Сообщаю сим г-ну профессору Якоби следующее объяснение:

Статья в Библиотеке для чтения от 13 октября с. г. [когда появился в свет этот журнал] напечатана совершенно противу моей воли и без моего ведома, и я долгом поставлю отклонить от меня приписываемую мне в сем журнале честь, принадлежащую по праву профессору Якоби. Г. профессор Якоби, для которого я делал многие аппараты, был столь милостив, что научил меня важнейшему в открытом им способе гальванического отливания форм. Почитаю долгом моим засвидетельствовать ему за сие мою благодарность. С.-Петербург, 16 октября 1839. Подписано: И. А. Гамбургер.

NB. Подлинник находится у профессора Якоби и в редакции «Северной пчелы».

** Цветистость эта, не перевод ли с арабского? Изд.

Думал ли редактор Биб. для чт., когда писал эти строки на превознесение ламповщика Гамбургера, что все похвалы его обратятся именно на того, у кого он хотел оспорить честь изобретения? Так истина всегда торжествует, и ее невозможно затемнить никакими хитросплетениями ума! Не напиши нелепостей Б. для ч., торжество г. Якоби не было бы столь блистательно и очевидно. В самом деле, открытие г. Якоби важнее дагерротипа во всех отношениях, особенно же по части металлургии и горного производства, и оно сделает совершенный переворот в теории и практике. Когда Европа узнает об открытии г. Якоби, она, без сомнения, поставит его гораздо выше Дагерра. А мы, русские, должны гордиться тем, что это открытие произошло в нашем отечестве и что мы имеем г. Якоби! Что ж станет теперь с названием гамбургеротип,* которое, по словам редактора Биб. для чтения, дано этому изобретению всеми, видевшими работы Гамбургера и на злохвастливым парижанам? Это название погрузится в Лету и присоединится ко многим другим фарсам и мистификациям, которыми редактор Б. для чт. забавляет своих читателей, и оставит после себя следующие нравоучительные правила:

1. Не в мастерских художников оцениваются заслуги и открытия на поприще наук и не в мастерских даются названия ученым открытиям, а в сословиях мужей, преданных наукам и посвященных в их таинства!

2. Журналы должны быть глашатаями истины, защитниками заслуги и добросовестного труда, а не отголосками сплетен. Кто употребляет священный дар слова не на службу истине, тому, по закону предков наших, да будет стыдно!

В заключение позволяем себе спросить, какую степень доверенности заслуживает Библиотека для чтения после ее возгласов о дагерротипе и после суждения об открытии г. Якоби?

Ответ чист и ясен у каждого любителя науки!

(Северная пчела, газета политическая и литературная, 1839, 19 октября, № 236, стр. 943—944).

6

Газета «Северная пчела» о заимствовании Спенсером изобретения Б. С. Якоби

Изобретение профессора Якоби, галванопластики, нашло уже в Англии приложение практическое. Некто Спенсер употребляет гальванический процесс Якоби для воспроизведения

* Название вовсе нелепое, ведь изобретение г. Якоби не ящик, не машина какая, это гальванический процесс, породивший новое искусство, которому изобретатель, г. Якоби, дал название, приличное и характеристическое: галванопластика.

кубков, блюд и других металлических сосудов средних веков, сделанных во вкусе Рококо, который ныне в моде. Эти металлические сосуды доставили уже Спенсеру около 500 000 рублей барыша! Вот что значит уметь пользоваться чужим умом! Без сомнения, скоро к нам привезут на продажу, из Англии, эти гальванопластические изделия! Ведь из нашей русской юфти, из нашего льна привозят же нам товары; почему же не продавать нам нашего изобретения?

(Северная пчела, газета политическая и литературная, 1840, 5 февраля, № 28, стр. 110).

7

Рецензия на «Гальванопластику» Б. С. Якоби в журнале «Художественная газета», 1840, 15 мая, № 10, стр. 24—28

Мы жаловались на бедность нашей литературы по части теории художеств, но, как бы то ни было, готовы вспомнить о каждой, хотя несколько замечательной книге, если из нее можно что-нибудь извлечь в пользу служителей и почитателей изящных искусств. Пользуясь случаем, назовем и рассмотрим брошюрку, вышедшую под заглавием: «Гальванопластика, или способ по данным образцам производить медные изделия из медных растворов, помощью гальванизма». Соч. М. Г. Якоби, доктора философии, над. сов. и члена императорской Академии наук. С одним чертежом. С.-Петербург, 1840, в типографии Глазунова и комп., 66 стран. в 8 долю. — Сочинение посвящено августейшему имени государя императора.

Так названная гальванопластика наделала у нас в недавнем прошлом много шума; не имея возможности следовать за ходом физических наук во всей их обширности, мы не можем входить в историко-критический разбор открытия г. Якоби; считаем, однако же, обязанностью немедленно уведомить гг. художников о выходе вполне замечательной и для них в особенности полезной брошюры; в ней с удовлетворительною ясностью изложен новооткрытый способ, которому суждено много облегчить механическую часть образовательных художеств.

После предисловия, не составляющего для нас предмета особой занимательности, г. Якоби предварительно излагает начала проявления гальванической силы; качество и отношение металлов и других веществ, употребляемых в гальванических приборах вообще; различные обстоятельства, имеющие влияние на силу гальванических приборов, и, наконец, средства и за-

коны возвышения в них гальванической силы. Эти сведения изложены ясно, понятно и вразумительно даже для малосведущих в физике. За сим г. Якоби переходит к объяснению гальванопластики, основанной на свойстве гальванизма осаждать или восстанавливать металлы из растворов или каких-либо соединений. Мимоходом упоминает он, что это свойство и некоторые его применения были уже известны в начале нынешнего столетия. Описав гальванический аппарат с внутренним разделением, позволяющим наливать ящик двумя жидкостями, г. Якоби рассказывает в главных чертах ход открытия, на которое он был наведен тем, что на осадках меди около медного цилиндра с величайшей точностью отпечатались весьма тонкие черты от пилы и знаки от молотков, находившиеся на поверхности цилиндра. После этого случайного открытия усилиями и опытами г. Якоби гальванопластика доведена в приборах и снарядах, а равно в способах употребления их до значительной степени совершенства. Аппараты и способы описаны весьма удовлетворительно; приложенные чертежи достаточно их объясняют. «Разнообразие предметов, — пишет г. Якоби в 11 и последнем § своего сочинения, — для которых может быть употреблена гальванопластика, открывает необозримое поле для этой новой отрасли в технике, касательно ее полезного применения не только в художественном, но и во многих других практических отношениях». По словам г. Якоби, можно через посредство гальванопластики копировать гравировальные медные доски, медали и другие рельефные предметы; делать медные матки для одинаковых литер и для цельных стереотипных досок, штемпели и другие типографические орнаменты, формы для печатания обоев, ситцев, формы и контрформы для рельефных географических карт и планов, формы для глиняных вещей с выпуклыми изображениями и даже архитектурные украшения. Г. Якоби делал опыты с бюстом, и успех убедил его в возможности воспроизведения круглых фигур; в заключение своего сочинения г. Якоби изъявляет надежду, что посредством гальванопластических усовершенствований предназначено еще многим произведениям выйти из мастерских художников и ремесленников.

Столь важное открытие, конечно, не останется без особого расследования и опытов как со стороны ремесленников, так и со стороны художников и ученых, тем более, что механическое его производство не представляет никаких затруднений. Г. Якоби сам испытал, что люди без малейшего образования и воспитания, получив от него некоторые наставления, весьма скоро приобрели навык как в обращении с гальваническими снарядами, так и в самом производстве гальванопластики. Если

в числе таких людей были занимающиеся каким-либо ремеслом или художеством, то жаль, что г. Якоби не сообщил публике их имен; потому что тогда желающие заняться опытами по сей части могли бы непосредственно обратиться к ремесленникам и художникам, под руководством г. Якоби ознакомившимся с механизмом столь важного способа, а в особенности иногородние, находящиеся с ними в ближайших сношениях. Конечно, г. Якоби сугубо вознаградил сей пропуск снисходительною готовностью лично знакомить желающих с ручными приемами, которых нельзя изложить на бумаге, и даже назначил для того особые дни.

С жадностью прочитали и перечитали мы брошюрку г. Якоби и нетерпеливо ожидаем жатвы от столь плодотворного зерна, именно — самых изделий, этих осязаемых доказательств действительной применимости к художествам и ремеслам нового открытия. При этом случае нельзя не поблагодарить попечительного правительства, которое щедростию своею не допустило успехам науки оставаться привилегированною тайною, а подарило их всей Европе как пищу для дальнейших усовершенствований на пользу художеств и промышленности.

8

Заметка в журнале «Сын отечества» об успехах изобретателя Якоби за границы

Гальванопластика. Знаменитое открытие нашего соотечественника г-на Якоби сделало во Франции такие успехи, что теперь там отливают этим способом все, даже слонов, за что Сойе требует с городского Парижского совета только 200 000 франков, тогда как отлитие одного слона обыкновенным образом станет не менее 600 000 фр[анков].

Цветы, ветви, гирлянды, листья, плоды можно отливать с натуры, не говоря уже об игрушках, мебели, инструментах музыкальных (трубах, рогах и проч.) и многом другом, — все это делается из одного куска скоро, дешево и хорошо.

(Сын отечества, журнал словесности, истории и политики, 1840, т. V, отд. IX, Известия и смесь, стр. 377—378).

СПИСОК УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

Зап. АН	— Записки имп. Академии наук.
Bull. de l'Acad. Sci. St.-Pbg.	— Bulletin de l'Académie des Sciences de St.-Pétersbourg.
Bull. phys.-math.	— Bulletin de la Classe physico-mathématique de l'Académie des Sciences de St.-Pétersbourg.
Bull. scient.	— Bulletin scientifique de l'Académie des Sciences de St.-Pétersbourg.
Comptes Rendus	— Comptes Rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences. Institut de France.
L'Institut	L'Institut, journal général des sociétés et travaux scientifiques. C 1834 r. L'Institut, journal général des sociétés et travaux scientifiques de la France et de l'étranger. Première section. Sciences mathématiques, physiques et naturelles.
Pogg. Ann.	— Annalen der Physik und Chemie. Herausgegeben von J. C. Poggendorff.
St. Pbg. Zeitung	— St.-Petersburgische Zeitung.

УКАЗАТЕЛЬ ИМЕН

- Аврикодо, лорд — 267.
 Адт И. — 216.
 Александр II — 237.
 Араго Д.-Ф.-Ж. — 263, 264, 267, 279, 290.
 Багоцкий В. С. — 204.
 Багратион П. Р. — 23, 24, 132, 134, 135, 202, 203, 217, 219, 223.
 Базен — 141, 142.
 Баймаков Ю. В. — 9.
 Барант де — 267.
 Баумгарт К. К. — 199.
 Бах Л. — 216.
 Бах Р. — 216.
 Бекгаузен фон — 280.
 Беккерель А.-А. — 192.
 Беккерель А.-С. — 4, 9—12, 18, 29, 31—34, 47, 55, 97, 100—102, 111, 138—140, 173, 192, 194, 198, 203, 239.
 Беккерель А.-Э. — 192.
 Беккерель Ж. — 192.
 Беляев Е. — 216.
 Берд — 224.
 Бернард В. — 216.
 Бертини Д.-Л. — 246, 248, 250, 252, 275.
 Берцелиус И.-Я. — 103, 199, 267, 290.
 Бет — 237.
 Бобринский А. А. — 92, 195, 214, 246, 247, 261, 268, 269, 292.
 Богарнэ Е. — 199.
 Бокильон — 143, 276—279.
 Боттигер — 284.
 Бренд — 198.
 Бриан — 125—131, 217, 218, 222, 223.
 Бруннов фон — 280, 283.
 Брюллов К. П. — 233.
 Бунзен Р. — 19, 190, 191, 239.
 Бэкон Ф. — 201.
 Бэр К. М. — 255.
 Варрентрап Ф. — 182, 206.
 Вебер В.-Э. — 115, 200.
 Вейер Ф. — 263.
 Веле С. — 216.
 Веретенников П. — 219.
 Вернер Ф. К. — 123, 201, 214, 215, 217—219, 222, 223, 235—237.
 Виальд — 23.
 Витовтов П. А. — 134, 202.
 Владимирский А. — 224.
 Вознесенский С. В. — 227.
 Волконский Г. — 198.
 Волконский П. М. — 265, 272.
 Вольта А. — 13, 19, 112, 116, 132, 148, 149, 153, 204, 265.
 Вронченко Ф. П. — 219.
 Газенбергер В. — 124, 201, 202, 215, 237.
 Гальвани Л. — 265.
 Гамбургер И. — 211, 224—226, 253, 254, 258, 287—289, 291—294.
 Ган С. — 216.
 Гаршин В. Г. — 238.
 Гаусс К. Ф. — 199, 200.
 Гебель К. — 29, 32, 192.
 Гейдек — 228.
 Гельмгольц Г.-Л.-Ф. — 21.
 Гесс Г. И. — 229, 230.
 Гёте И.-В. — 231.
 Гиббс Д.-У. — 21.

- Глазунов — 294.
 Гофман Э. Н. — 108, 109, 142, 199, 203, 229, 230.
 Гошерио — 225.
 Греков А. Ф. — 10, 220, 221, 234, 235, 237, 238.
 Грове В.-Р. — 17—19, 55, 97, 98, 113, 118, 165—167, 190, 191, 194, 245, 281.
 Гроттус Ф. — 16.
 Грэм Т. — 184, 207.
 Гугсворт Дж. — 98.
 Гумбольдт А.-Ф.-В. — 240, 245, 247, 258, 280, 290.
 Гуржон — 282.
 Гуртер Ф. — 223.
 Дагер (Дажерр) Л.-Ж.-М. — 195, 220, 277, 290, 293.
 Даниэль Д.-Ф. — 16, 17, 35, 97, 98, 113, 114, 117, 127, 132, 134, 136, 139, 149, 150, 155, 157, 160, 163, 170, 174, 177, 178, 190—192, 204, 272, 273.
 Деберейнер И.-В. — 166, 205.
 Де ла Рив А.-А. — 97, 125, 126, 156, 202.
 Де ля Порт — 216.
 Демидов А. Н. — 198, 250, 262—265, 268, 276—280.
 Демидов Н. (Антуфьев Н. Д.) — 248.
 Демидов П. Г. — 246, 248, 266, 275.
 Демидов П. Н. — 271, 273.
 Деношкин Д. — 216.
 Дестрем М. Г. — 142, 203.
 Дешевов М. М. — 224.
 Джоуль Дж.-П. — 186, 207.
 Диркс Г. — 197.
 Домантович Н. — 222.
 Донне — 278.
 Дружинин Я. А. — 269, 270.
 Друммонд Т. — 50, 52, 193, 194.
 Дурново А. — 262—264.
 Дюма Ж.-Б. — 126, 202.
 Евреиннов М. Г. — 10, 217—219, 222, 223.
 Ефремов Д. В. — 6.
 Жак, см. Якоби К.-Г.-Я.
 Замоторин М. И. — 9.
 Замысловский — 218.
 Зантедески Фр. — 99, 198.
 Засс Ф. — 216, 238.
 Зеебах — 266.
 Иван IV Грозный — 237.
 Ильин А. А. — 203, 224, 237, 243.
 Иофа Э. А. — 204.
 Иохим Г. — 225.
 Кабанов Б. Н. — 204.
 Канкрин Е. Ф. — 123, 211—213, 216, 218, 229, 256, 270.
 Карловиц — 225.
 Кауфман И. И. — 227.
 Кибер — 216.
 Кладо Т. Н. — 193, 240.
 Клаус Н. Э. — 142, 203.
 Клейн Е. И. — 9—10, 180—182, 206.
 Клейн И. — 181.
 Клеман-Дезорм — 256, 262.
 Кленце — 292.
 Клодт П. К. — 214.
 Кобел Фр. — 228, 229, 231, 232, 234, 235.
 Кобел Э. — 228.
 Ковальский Я. И. — 193.
 Козицкий — 219.
 Кондаков С. — 215.
 Коплей — 197, 199.
 Корф М. А. — 226.
 Котляр Г. А. — 17.
 Котомин — 289.
 Кохановская А. Г., см. Якоби А. Г.
 Кравет Т. П. — 195, 204, 205.
 Крузель Г. — 219.
 Кукольник Н. В. — 233.
 Купер — 19.
 Лаврентьев А. — 216.
 Лавров А. М. — 222.
 Лауцари — 214.
 Левина С. Д. — 205.
 Лейхтенбергская М. — 199.
 Лейхтенбергский М. — 8, 106, 119, 199, 222—224, 229—231, 235.
 Ленц Р. Э. — 9, 183, 184, 207.
 Ленц Э. Х. — 11, 13, 18, 24, 33, 35, 43, 54, 74, 97, 110, 112, 115, 125, 140, 192, 194, 197, 199, 200, 207, 242, 247, 255, 259, 272, 273, 280, 281, 284.
 Ломан Н. А. — 220.
 Ломоносов М. В. — 284.
 Львов Ф. Ф. — 213, 216.
 Лэдд — 187, 207.
 Малинин П. — 216.
 Марочетти — 120.
 Медель Л. де — 257.

- Меллер И. — 216.
 Миткевич В. Ф. — 6.
 Михаил Павлович, вел. кн. — 218.
 Михаил Федорович, царь — 224.
 Михайловский В. И. — 227.
 Мозер Л.-Ф. — 31, 33, 192.
 Моллера — 256.
 Монферран О. — 217, 224.
 Мор К.-Ф. — 11, 12, 29, 32, 192, 282, 283.
 Морозов С. — 220, 234.
 Мюллинс — 35, 139, 140, 192.
 Наполеон I — 120, 121, 199.
 Немировский Е. Л. — 8.
 Непир Дж. — 156.
 Нервандер И.-Я. — 24, 110, 112, 173, 200.
 Нернст В. — 21.
 Никитин Н. П. — 224.
 Николай I — 199, 217, 219, 226, 243.
 Нипперт Р. — 216.
 Нистрем К. — 215, 217.
 Нобили Л. — 30, 192.
 Новицкий А. П. — 233.
 Ньютон И. — 6.
 Одноралов Н. — 8.
 Одоевский В. Ф. — 198, 238, 239, 255, 262, 269.
 Озанн Г. В. — 221, 222, 231, 235.
 Окергнескел В. — 220.
 Оленин А. Н. — 289.
 Ом Г.-С. — 96, 97, 101, 112, 115, 197—200, 280.
 Оствальд В. — 16, 17.
 Панин В. Н. — 268.
 Парланд — 287.
 Паррот И.-Я.-Ф. — 221.
 Петров В. В. — 13.
 Петров П. Н. — 215, 228.
 Петухов Е. В. — 192.
 Петцольд Г.-П.-А. — 129, 202.
 Писаржевский Л. В. — 205.
 Плаксин И. Н. — 202.
 Плантэ Р.-Л.-Г. — 22, 23, 189, 207.
 Поггендорф И.-Х. — 111, 116, 118, 158, 172, 173, 190, 200, 207.
 Прагет Ф. — 216.
 Прейс Н. — 216.
 Прони — 189.
 Пулье К. М. — 199.
 Пфафф — 19.
 Радовский М. И. — 6, 195.
 Раевский С. Е. — 233.
 Ранцау — 108.
 Рейсиг К. Х. — 123, 213, 214, 222, 235.
 Рейхель Я. Я. — 227, 255, 262, 269.
 Решель — 221.
 Риттер — 13.
 Ровинский Д. А. — 233.
 Роже — 197.
 Рудометов М. Д. — 231.
 Рульц Ф.-А.-Г.-Ф. — 126, 130, 136, 138, 202.
 Румфорд В. — 198.
 Саламон М. С. — 232.
 Сапожников А. П. — 10, 227, 228.
 Свинцов П. — 216.
 Сенковский О. И. — 212, 226, 234, 239, 290.
 Серебряников И. — 216.
 Сименс Э.-В. — 187, 207.
 Скамони Т. Н. — 10.
 Сми А. — 98, 185, 197.
 Смирдин А. — 289.
 Соболевский П. Г. — 246, 248, 266.
 Соколов Н. — 218.
 Спасский И. Г. — 8, 201, 243, 269.
 Спенсер Т. — 9, 98, 144, 145, 197, 264, 294, 295.
 Срезневский В. И. — 249.
 Старчевский А. В. — 239.
 Степанов — 222.
 Струве В. Я. — 241, 242.
 Струговщиков А. Н. — 215, 233.
 Сусанин Иван — 224.
 Тальбот — 290.
 Темкин М. И. — 204.
 Толстой Ф. П. — 193, 225, 226, 243, 252, 261, 288, 291, 292.
 Томсен Г.-П.-И.-Ю — 190, 207.
 Тэрнер Э. — 172, 205.
 Уайльд Г. — 187, 207.
 Уваров С. С. — 5, 143, 193, 198, 199, 204, 242, 249—251, 257.
 Уитстон Ч. — 26, 187, 207, 281, 282.
 Устинов Н. — 216.
 Фарадей М. — 9, 11, 13, 19, 32, 33, 35, 41, 50, 82, 96, 141, 146, 149, 156, 157, 164, 171, 173, 174, 192, 194—199, 204, 205, 240, 259, 264, 281.

Федоровский Ф. Г. — 10.
Фекьер — 9, 182.
Фехнер Г.-Т. — 96, 102, 111, 197, 200.
Фишнер, см. Фехнер.
Фольк П. Г. — 265.
Форсельман де Геер П.-О.-К. — 116, 200.
Франкенштейн — 222.
Франклин В. — 285, 291.
Фритцше — 230.
Фрумкин А. Н. — 3, 14, 204.
Фультон — 291.
Фусс Н. И. — 193.
Фусс П. Н. — 5, 43, 59, 143, 193, 194, 243, 250, 271, 274.

Хуртер Фр. — 122, 123.

Цапетин — 225.

Цылов Н. — 217, 222, 224, 225.

Чевкин К. В. — 280, 283.

Чекалин Н. — 216.

Чернышева Е. А. — 195.

Чернышева-Шмидт Я. Р. — 195.

Черухин Н. И. — 219.

Чижов С. И. — 227.

Шевченко Т. Г. — 231—233, 235, 237, 238.

Шедель — 290.

Шенбейн Х.-Ф. — 126, 202.

Шиллинг — 284, 285.

Шильдер К. А. — 215, 280, 283.

Шлейх А. — 228.

Шмальгаузен И. — 216.

Шмидт Я. И. — 255.

Шопен — 129, 222.

Шпренгель — 183.

Штейн — 224.

Шуберт Ф. Ф. — 227, 237.

Эйлер Л. — 193.

Элькингтон Д.-Р. — 8, 125, 126, 131, 202.

Эльмор — 10.

Эльснер Л. — 218, 222, 235, 238.

Эрстед — 240.

Юпанов В. — 216.

Юр — 198.

Яблочков П. Н. — 24.

Якоби А. Г. — 250, 280.

Якоби К.-Г.-Я. — 280, 282.

Якоби Н. Б. — 193—195, 243, 250, 282.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
А. Н. Фрумкин. Работы Б. С. Якоби в области электрохимии	3
Т е к с т ы	
1. О простой кислородной цепи Беккереля	29
2. Выдержка из письма профессора Дерптского университета г. Якоби к г. Ленцу	35
3. Сообщение Б. С. Якоби неперемному секретарю Академии наук П. Н. Фуссу о сделанном им открытии	43
4. О способе производства копий с награвированных медных пласти- нок при помощи вольтаического действия; о получении сме- шанных газов для друммондова света при помощи электролиза; о применении электромагнетизма в качестве движущей силы в навигации и об электромагнитных токах	50
5. Сравнительное измерение действия двух вольтаических пар: медь—цинк и платина—цинк	55
6. Гальванопластика, или способ по данным образцам производить медные изделия из медных растворов, помощью гальванизма	58
7. Письмо Б. С. Якоби М. Фарадею	96
8. О замечаниях г-на Беккереля по поводу моих сравнительных изме- рений двух вольтаических пар: медь—цинк и платина—цинк	100
9. Доклад о гальванографии	106
10. Метод определения постоянных гальванических цепей	110
11. Доклад о развитии гальванопластики	119
12. Доклад о гальваническом золочении	125
13. Цепь князя П. Багратиона постоянного действия	132
14. О гальваническом покрытии латунию	136
15. Письмо Б. С. Якоби к Беккерелю	139
16. Гальванические и электромагнитные опыты	148
17. Предварительное сообщение о гальванопластическом восстано- влении с помощью магнитоэлектрической машины	162
18. Гальванические и электромагнитные опыты	164
19. Предварительная заметка об измерении гальванического тока разложением сульфата меди	173
20. Заметка о применении платиновой контрбатареи на электро- телеграфных линиях	176
21. Заметка о получении отложений гальванического железа	180

22. О поглощении водорода гальваническим железом	183
23. Предварительное сообщение о применении вторичных, или поляризационных, батарей для электромагнитных моторов . . .	185
Примечания к работам Б. С. Якоби	192

Приложения

И. Г. Спасский. Первые годы гальванопластики в России . . .	211
Материалы к истории открытия и внедрения гальванопластики. (Публикация и примечания М. И. Радовского)	240
Список условных сокращений	298
Указатель имен	299

Б. С. ЯКОБИ. РАБОТЫ ПО ЭЛЕКТРОХИМИИ

Утверждено к печати

*Институтом истории естествознания и техники
Академии наук СССР*

*

Технический редактор *А. В. Смирнова*

Корректоры *К. Н. Евсеева, Г. А. Баре и К. Н. Феноменов*

*

РИСО АН СССР № 8—104В. Сдано в набор
14/IX 1957 г. Подписано к печати 18/XII 1957 г.
Формат бумаги $60 \times 92\frac{1}{16}$. Бум. л. $9\frac{1}{2}$. Печ.
л. $19 + 5$ вклеек. Уч.-изд. л. $17.91 + 5$ вкл.
(0.62 уч.-изд. л.). Изд. № 752. Тип. зак. № 305.
М-12692. Тираж 3000.

Цена 13 р. 15 к.

Ленинградское отделение издательства АН СССР.
Ленинград, В-164, Менделеевская линия, д. 1.

1-я типография Издательства Акад. наук СССР.
Ленинград, В-34, 9-я линия, д. 12.

ОПЕЧАТКИ И ИСПРАВЛЕНИЯ

Страница	Строка	Напечатано	Должно быть
5	3 снизу	³ См. там же, стр. 48.	³ См. там же, стр. 48. Здесь и далее во вводной статье некоторые цитаты из работ Якоби даны в другом переводе, чем в разделе текстов настоящего сборника.
16	5 „	стр. 76.	стр. 75—76.
33	2 „	удастся	удаться
53	5 „	„О применении“ и т. д. я	„О применении . . .“ я
104	7 „	через z , z^1	через z , z'
133	10—11 сверху	достигнуть	достигается
140	10 снизу	могут быть	могут быть
142	18 „	которые	которых
146	19 „	жидкостью и платиной	жидкостью, платиной
147	2—3 сверху	явились тем	явились

Б. С. Якоби. Работы по электрохимии.

Б.С.ЯКОБИ · РАБОТЫ ПО ЭЛЕКТРОХИМИИ

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

Б. С. Я К О Б И

РАБОТЫ
по
ЭЛЕКТРОХИМИИ



