

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУКИЗ ИСТОРИИ ФИЗИКИ

ИЗ ИСТОРИИ ОТКРЫТИЯ ЯВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРООСМОСА

Е. А. Шнейберг

Далеко не всем известно, что явление электроосмоса, нашедшее широкое применение в современной технике, впервые было открыто в Москве в 1807 г. профессором Московского университета Ф. Ф. Рейсом.

В связи с тем, что деятельность проф. Рейса не получила пока ещё освещения в нашей литературе, несмотря на то, что его работы представляют не только историко-технический, но и практический интерес, остановимся кратко на его работах и обстоятельствах открытия явления электроосмоса.

Фёдор Фёдорович Рейс (1778—1852) с 1804 г. занимал в Московском университете кафедру химии сначала в звании экстраординарного профессора.

В 1808 г. Рейс был утверждён в звании ординарного, а в 1830 г. — заслуженного профессора; кроме того, Рейс был удостоен звания академика и почётного члена Медико-хирургической академии. Многие учёные общества в России и за границей избрали Рейса в число своих членов. С 1804 г. Ф. Ф. Рейс являлся непременным секретарём, а с 1822 г. — президентом Физико-медицинского общества при Московском университете.

При участии Рейса была создана первая химическая лаборатория для физико-математического факультета университета¹. В течение 22 лет Рейс возглавлял кафедру химии и фармакографии в Московском отделении Медико-хирургической академии.

В Московском университете Ф. Ф. Рейс проработал в течение 28 лет — до 1832 г., когда был уволен в отставку с полной пенсией.

Научная деятельность Ф. Ф. Рейса была многообразной: помимо чтения лекций в университете и Медико-хирургической академии он проводил многочисленные научные исследования по различным вопросам химии, физики и медицины. Не вдаваясь

в рассмотрение всех работ Рейса, мы кратко остановимся на его работах по электрохимии.

Внимание Рейса было привлечено недавно открытым источником электрического тока — вольтовым столбом, и он был одним из первых учёных, занявшихся изучением явлений прохождения электрического тока через жидкости.

О результатах своих исследований Ф. Ф. Рейс докладывал на заседаниях Физико-медицинского общества. Небезынтересно указать названия тем докладов, сделанных Рейсом на заседаниях Общества в течение 1806—1807 гг.: «Новые опыты об изменении воды гальваническим электричеством» (ноябрь 1806 г.); «Описание химических действий гальванического электричества» (март 1807 г.); «Описание опыта, доказывающего образование газов действием гальванического электричества из воды в самой реке, часть которой на значительном даже пространстве служила проводником для соединения полюсов вольтова столба» (октябрь 1807 г.); «Извещения о новом, до того времени неизвестном действии гальванического электричества» (ноябрь 1807 г.). Некоторые из работ Ф. Ф. Рейса были опубликованы в Записках, издававшихся Физико-медицинским обществом: «*Commentationes Societatis Physico-Medicae...*», а также в трудах Московского общества испытателей природы: «*Mémoires de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou*».

В 1809 г. в Записках Московского общества испытателей природы³ была опубликована работа Ф. Ф. Рейса «О новом действии гальванического электричества», в которой он подробно описывает опыты, приведшие его к открытию нового, до того времени не известного явления, впоследствии получившего название электроосмоса.

В начале статьи Рейс отмечает, что первое сообщение об этом открытом им новом действии электричества он сделал на заседании Физико-медицинского общества ещё осенью 1807 г.³ (стр. 327).

Далее Рейс указывает, что им установлено, что «...действие источника электричества в отношении разложения межполюсной жидкости остаётся всегда одним и тем же...» даже при значительном расстоянии между электродами. К этому выводу он пришёл на основании своих опытов, произведённых им на Москва-реке: выделение кислорода и водорода на электродах происходило одинаково интенсивно как в случае, когда между электродами находился слой воды в двести шагов или пласт влажной земли «в десять, двадцать или более аршин», так и в случае, когда электроды были опущены в стакан с водой и находились на расстоянии 2,5 см друг от друга² (стр. 328—329). Затем Ф. Ф. Рейс переходит к описанию двух своих опытов, во время которых он наблюдал явления электроосмоса.

Первый опыт Рейса заключался в следующем: в хрустальную U-образную трубку диаметром около 1 см и длиной 18 см (рис. 1) были впаяны две небольшие платиновые проволоочки, которые присоединялись затем к полюсам вольтова столба, состоявшего из 92 серебряных и цинковых пластинок. Колено трубки между этими проволочками было заполнено растёртым в порошок камнем, а затем обе части трубки — *A* и *B* — залиты чистой водой.

Вскоре после замыкания цепи тока вода стала разлагаться, и около платиновых проволочек начали выделяться кислород и водород. Кроме того, обнаружилось совершенно новое, ранее никем не описанное явление: вода, в которую была опущена платиновая проволочка, соединённая с отрицательным полюсом источника тока (в трубке *B*), начала быстро подниматься и уже через 15—20 мин. после начала опыта поднялась более чем на 25 мм выше своего прежнего уровня; в то же время вода, заполнявшая

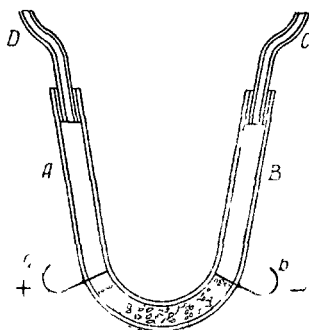


Рис. 1.

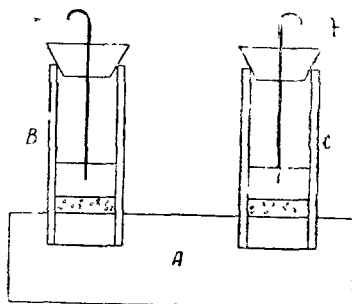


Рис. 2.

Трубку *A*, соответственно понижалась. Через 14 час. трубка *B*, а также и вся трубочка *C* были заполнены водой, тогда как в трубке *A* воды почти не оставалось. «Таким образом, — писал Рейс, — всё количество воды, находившейся в положительном рукаве трубки, выталкивалось из прибора через отверстие маленькой трубки отрицательного рукава»² (стр. 332). Когда на четвёртый день после начала испытаний цепь была разомкнута, вода в трубке *A* начала подниматься (а в трубке *B* соответственно опускаться) и через несколько минут установилась в обеих трубках на одном и том же уровне.

Второй опыт состоял в следующем: в параллелепипед *A* из мокрой глины были воткнуты на расстоянии около 12 см друг от друга два стеклянных цилиндра *B* и *C*, каждый высотой около 7 см и диаметром около 2,5 см (рис. 2). Цилиндры были погружены в глину на глубину около 1,2 см. В каждый из цилиндров был насыпан 7-мм слой хорошо промытого песка, а затем налит столбик воды высотой в 2,5 см. Цилиндры были неплотно

заткнуты пробками, через которые проходили проволоочки, соединявшиеся с полюсами вольтова столба, состоявшего из 72 серебряных и цинковых пластинок.

Вскоре после того, как была замкнута электрическая цепь и началось выделение газов около каждого из электродов, Рейс заметил интенсивное выделение жидкой глины сквозь слой песка в цилиндре *C* (с положительным электродом), а затем началось повышение уровня воды в цилиндре *B* (с отрицательным электродом).

Закончив описание опытов, Рейс делает следующие выводы: «Эти два испытания, к которым я не премину добавить ряд других, как только обстоятельства позволят мне это сделать, по-моему, доказывают довольно решительным образом:

1) что жидкость, которая находится между полюсами источника электричества, подвергается разложению; под влиянием полюсов или разноимённых электричеств она непрерывно проталкивается по направлению от положительного полюса к отрицательному (разрядка наша.—*Я. Ш.*);

2) что это перемещение становится видимым, как только какое-либо механическое препятствие станет противодействовать тому, чтобы жидкость под действием своего веса совершала противоположное движение;

3) что сила, от которой зависит это перемещение, достаточно велика, чтобы преодолеть не только сопротивление, оказываемое весом жидкости, но также и то, которое создаётся промежуточным веществом, непроницаемым в некоторой степени для жидкости;

4) что жидкость может переноситься при этом движении с одного места на другое, находящееся на значительном расстоянии, и сквозь пористые, но плотные тела» (разрядка наша.—*Я. Ш.*)² (стр. 337).

Таким образом, Ф. Ф. Рейсом впервые было открыто явление передвижения жидкости сквозь пористую перегородку под действием электрического тока.

Об открытии Ф. Ф. Рейсом явления электрического осмоса писали в своих трудах крупнейшие русские физики. Так, например, профессор Петербургского университета Ф. Ф. Петрушевский в своём «Курсе наблюдательной физики» (1872 г.) писал в главе «Электрические явления в жидкостях»: «Другого рода механическое явление, обнаруживающееся в замкнутой гальванической цепи, есть гальванический эндосмос... Это явление было открыто московским медиком Рейсом»³. О. Д. Хвольсон в «Курсе физики» отмечал, что «В замкнутой цепи наблюдается интересное, чисто механическое явление передвижения жидкостей через пористые перегородки, а также через тонкие трубки, и притом

почти всегда по тому направлению, которое мы приняли за направление самого электрического тока. Это явление было открыто Рейсом (1807 г.) в Москве...»⁴.

Говоря о работах Рейса в области электрохимии, проф. Б. Н. Меншуткин писал: «В этих своих оригинальных исследованиях Ф. Ф. Рейс в некоторых отношениях является предшественником (разрядка наша.—Я. Ш.) М. Фарадея и учёных, изучавших взаимоотношения веществ в коллоидальном состоянии и электрического тока. Ф. Ф. Рейсу принадлежит открытие явления, которое потом получило название катафореза»⁵.

Открытие Рейса получило высокую оценку в статье, помещённой в Биографическом словаре профессоров и преподавателей Московского университета, изданном в 1855 г. В статье, посвящённой Рейсу, указывается: «Проф. Рейс, первый заметивший движение воды, находящейся между полюсами вольтова столба, от одного полюса к другому, доказал многими, чрезвычайно остроумными опытами и действительное существование этого движения и значительную силу, с которой оно производится (эту силу Рейс назвал «водогонной».—Я. Ш.)... Желательно для пользы науки, чтобы эти интересные опыты Рейса над электричеством, вообще малоизвестные, особенно же заграничным учёным, были доведены до всеобщего сведения» (разрядка наша.—Я. Ш.)⁶.

Практическая ценность открытия Ф. Ф. Рейса была отмечена в 1901 г. известным русским электротехником В. А. Тюриным, который в журнале «Электричество» писал: «Рейс открыл в 1807 г. в Москве так называемый „электрический эндосмос“... и так как очень возможно—на это есть несомненные указания,—что „электрический эндосмос“... получит применение в технике (разрядка наша.—Я. Ш.) тем более, что вместе с жидкостью переносятся, при известных условиях, и различные взвешенные („суспендированные“) в ней частички, то я и хотел напомнить здесь о старинных и довольно мало известных работах Рейса»⁷.

Прогноз В. А. Тюрина подтвердился: электроосмос действительно нашёл большое применение в различных областях техники.

Открытие Ф. Ф. Рейса используется советскими учёными при решении новейших проблем науки и техники. Одной из таких проблем, выдвинутых перед учёными нашей страны Великими стройками коммунизма, явилось нахождение способа быстрого осушения намывных грунтов при производстве гидротехнических работ.

Решение этой проблемы было найдено в применении электроосмоса для дренирования намывных грунтов.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. В. Марковников, Исторический очерк химии в Московском университете, Ломоносовский сборник, Материалы для истории развития химии в России, Москва, 1901, стр. 48—49
 2. *Memoires de la Société Imperiale des Naturalistes de Moscou*, Москва, 1809, т. II, стр. 327—337.
 3. Ф. Ф. Петрушевский, Курс наблюдательной физики. СПб, 1872, т. II, стр. 251.
 4. О. Д. Хвольсон, Курс физики, 1923, т. IV, стр. 508.
 5. Б. Н. Меншуткин, Из прошлого русской химии. Московские химии 20-х годов XIX в. «Известия института физико-химического анализа», Ленинград, 1928, вып. 1, т. IV, стр. 1—7.
 6. Биографический словарь профессоров и преподавателей Московского университета, Москва, 1855, ч. II, стр. 337.
 7. В. А. Тюрин, Исследования Рейса, «Электричество», 1901, № 20, стр. 281 Материалы по истории работ русских в области электротехники
-