



Открытие лейденской банки

Ю.В. Черников

В 1745 г. Эвальд Георг фон Клейст (1700 – 1748) уже 24-й год занимал должность декана (старшего священника) собора в маленьком городке Каммин в Померании. До этого он получил образование в университетах Лейпцига и Лейдена (Голландия), где обучался юриспруденции. В Лейдене он под влиянием Виллема Якоба Гравезанда, профессора математики и астрономии, начал проявлять интерес к изучению электричества.

В свободное от служб в соборе время Клейст потихоньку ставил электрические опыты, используя в качестве источника электричества электростатическую машину. Однажды Клейст решил зарядить железный гвоздь. 11 октября 1745 г. он вставил его для изоляции в медицинскую склянку и поднес его к кондуктору работающей электростатической машины; спустя некоторое небольшое время гвоздь должен был зарядиться. Для того чтобы вытащить гвоздь из склянки, Клейст, держа склянку в одной руке, другой взялся за головку гвоздя и получил ощутимый электрический удар. Клейст наполнил склянку вначале спиртом, потом ртутью и повторил опыт. Удары усилились. Они приводили в содрогание всю руку и плечо. В этой первоначальной форме усилительной банки рука, очевидно, играла роль наружной обкладки, а жидкость – внутренней [1]. Клейст, убедившись в том, что он открыл новый способ накапливать электричество, сообщил об этом своему начальнику протодиакону в Данциг, а тот, в свою очередь, – бургомистру города профессору Даниэлю Гралату.

Тем временем в начале 1746 г. профессор философии и математики Лейденского университета Питер Ван Мушенбрек (1692 – 1761) заявил, что то же самое открытие было сделано совершенно самостоятельно в Голландии в прошлом, т.е. 1745 году. В январе 1746 г. Рене Антуан Реамюр, французский естествоиспытатель и член Парижской академии, получил в Париже

письмо на латинском языке из Лейдена от Мушенбрека, в котором излагалось следующее: «Хочу сообщить Вам новый и страшный опыт, который советую самим никак не повторять. Я делал некоторые исследования над электрической силою и для этой цели повесил на двух шнурах из голубого шелка железный ствол, получивший через сообщение электричество от стеклянного шара, который приводился в быстрое движение и натирался прикосновением рук. На другом конце свободно висела медная проволока, конец которой был погружен в круглый стеклянный сосуд, отчасти наполненный водой. В правой руке я держал этот сосуд, другою же рукою пробовал извлечь искры из наэлектризованного ствола. Вдруг моя правая рука была поражена с такой силой, что все тело содрогнулось, как от удара молнии. Одним словом, я думаю, что пришел конец... Ради короны Франции я не согласился бы еще раз подвергнуться такому ужасному сотрясению» [2].

Опыт Мушенбрека, получивший впоследствии название опыта с лейденской банкой (по месту его проведения в г. Лейден) произвел сенсацию, в то время, как доклад Клейста в Берлинской академии наук об его опыте с «медицинской банкой», сделанный еще в 1745 г., как-то ускользнул из поля зрения ученых.

Французский аббат Жан Антуан Нолле, физик-экспериментатор, член Парижской академии наук, в присутствии короля Франции провел электричество через цепь, состоявшую из 180 гвардейцев, взявшихся за руки, причем первый гвардеец держал в свободной руке банку, а последний – извлекал искру. Удар ощутили все одновременно.

В это же время Луи Гильом Лемонье (1717 – 1799), лейб-медик французского короля, профессор ботаники и член Парижской академии наук, занялся исследованием продолжительности сохранения электрических зарядов в лейденской банке [3]. В одной из гимназий

Парижа он заряжал банку от электростатической машины, а затем относил ее домой на хранение. По прошествии нескольких суток он проверял заряд на величину искры. Затем опыт повторялся, но увеличивался срок хранения. Лейденская банка в доме Лемонье сохраняла свой заряд достаточно долго.

В 1746 г. профессор физики Лейпцигского университета Иоганн Генрих Винклер с большим энтузиазмом принялся повторять опыт с лейденской банкой [4]. По окончании опыта он говорил, что у него были сильные конвульсии в теле и дважды кровотечения из носа, чего с ним прежде никогда не бывало. С его женой, тоже попробовавшей на себе действие зарядов лейденской банки, случилось то же самое.

Позднее Винклер решил проверить возможность получения сильного «электрического действия» без участия человеческого тела. С этой целью, обвив вокруг банки железную цепочку, он привел последнюю в соприкосновение с оловянной тарелкой, на которой был укреплен металлический кружок, и приблизил последний к кондуктору своей электростатической машины, связанному с гвоздем банки. С помощью такого разрядника он мог получать электрические разряды, не причинявшие боли. Защитив себя таким образом от действия сильных электрических разрядов, Винклер постарался получить еще более сильный электрический разряд. Для этого он устроил батарею из трех лейденских банок. Опустив их в подвешенном состоянии в воду реки Плейссе, он соединил медные стержни банок и одновременно их наэлектризовал. От этой электрической батареи получались искры, которые можно было видеть и слышать на расстоянии двухсот шагов.

Упомянувшийся выше профессор Гралат из Данцига (в период 1747 – 1756 гг. написал и издал историю электричества), в 1746 г. также проводил опыты с медицинской склянкой Клейста (лейденской банкой). Он заменил



склянку банкой більшої величини, замість гвоздя використав залізну провідку з шариком на кінці, а спирт (так же, як і Мушенбрек) замінив водою. Скласти батарею з кількох банок, він 20 квітня 1746 г. продемонстрував місцевому обществу естествоиспытателей електричний удар одночасно багатьом людям (до 20 чоловік), заставив їх взятися за руки, образуючи ланцюг, в якій один з кінців брав в руки банку, а інший – касався провідки з шариком [5].

В 1747 г. в Англії спроби з лейденської банкою проводив Уільям Уатсон, лікар, член Лондонського Королівського общества і хранитель його фізического кабінету [6]. Уатсон помітив, що удар лейденської банки відчувається тем сильніше, чим в більшій кількості точок прикасаються до її зовнішньої поверхності. Це наводило доктора Бевіса, помістивши Уатсону в його спробах, на думку обклашувати зовнішню поверхню банки внаслідок тонкими свинцевими обкладками, а потім листами станиола (оловянної фольгою). Наповняючи банку замість води дрібню, Бевіс отримував досить сильний розряд. Внаслідок цього Уатсон замінив незручну для роботи рідину внутрішньої обкладки з фольги, прикріпив на нижньому кінці металевий паличок невеличку металеву ланцюжок, доходившу до дна банки, і банка стала «сухою». Бевісу також належить установлення факта, що форма банки не грає ніякої ролі в її дії: він обклашував звичайний скляний лист з обох сторін свинцевими або станиольовими пластинками, не доводячи їх до одного дюйма до краю скла, і отримував таке ж діє, як від банок.

В 1747 г. американський вчений Бенджамін Франклін ознайомився з дією лейденської банки. О своїх спробах з нею (лейденської банкою) Франклін повідомив члену Лондонського Королівського общества Пітеру Коллінсону в своїх другому і третьому листах до нього від 11 липня і 1 вересня 1747 г.

Теорія лейденської банки (електричного конденсатора), розроблена Франкліном з використанням його унітарної теорії електричності [7], викладена ним в формі окремих, пов'язаних між собою положень, кожне з яких він зміг підтвердити відповідним досвідом, а саме [8]:

- електричне поле внутрішньої обкладки обмежено склом і не розповсюджується на деяку відстань, як у провідників банки;

- заряди на зовнішній і внутрішній обкладках протилежні за знаком і рівні за величиною; при заряді внутрішньої обкладки її заряд впливає через скло на електричність протилежної обкладки, відштовхуючи одноименное електричність в землю, внаслідок чого зовнішня заземлена обкладка виявляється зарядженою отрицательно [9];

- розрядити банку можна, з'єднавши обкладку провідником зовні банки або шляхом поступового переносу заряду від однієї обкладки до іншої, касаясь їх поочередно ізольованим провідником.

З теорії Франкліна випливає, що ролі обох обкладок рівноправні, що він не замедлив довести, заземлив внутрішню обкладку і зарядив зовнішню.

Далі Франклін зацікавився питанням: де ж, власне, знаходяться електричні заряди в лейденській банці [10]? Для отримання відповіді на це питання він зробив наступний досвід. Зарядив лейденську банку, Франклін витягнув з неї металевий стержень і вилив «наелектризовану» воду в інший посуд. Лейденський досвід з цим посудом не вийшов, але, наливши нову воду в першу лейденську банку, Франклін розрядив її через своє тіло, спробувавши при цьому електричний удар практично такою ж силою, як якщо б він вилив «наелектризовану» воду. Франклін зробив висновок, що заряди «сидять» в склі. Потім, щоб з'ясувати, чи є це властивістю власне скла банки або її форми, він взяв лист скла, поклав його на долоню, прикрив зверху пластинкою свинцю і наелектризував останню. Піднесши до неї палець, внаслідок чого відбувся розряд іскри. Таким чином, він визначив, що форма скляної банки не впливає на результат. В подальшому замість долоні експериментатор використовував свинцевий лист.

В 1749 г. Франклін розробив лейденську банку, розщеплену на частини [11]. Вона складалася з скляного кубка, вставленого між двома досить сильно стиснутими його металевими чашками. В подальшому ця банка широко використовувалася для демонстрації досвідів.

В 1922 г. англійський фізик Дж. Адденбрук опублікував в лондонському «Філософському журналі» статтю «Вивчення досвідів Франкліна з лейденської банкою», в якій показав помилковість його висновку про те, що заряди в

банці «сидять» в склі. Адденбрук зарядив розщеплену лейденську банку (вода в ній відсутствовала взагалі), а потім розібрав її і ввів в контактні металеві чашки. Якщо чашки були заряджені, то вони, звичайно, повинні були розрядитися. Адденбрук знову зібрав банку. Але (як і в досвіді Франкліна) банка виявилася зарядженою практично так же, як вперше. Адденбрук продовжив дослідження. Він зробив такий же досвід з парафиновим кубком замість скляного і отримав той же результат, протилежний результату Франкліна: відновлена банка була незарядженою, а заряди, як виявилось, «сиділи» на металевих чашках (до їх контактування). Адденбрук зробив висновок, що «ефект Франкліна» обумовлений водяною плівкою, якою в звичайних умовах завжди покрито скло. Ми це спостерігаємо по запотіванню вікон; крім того, ця плівка не завжди спостерігається візуально. Діло в тому, що заряди в стані рівноваги розподіляються на поверхні провідника, роллю якого грає водяна плівка. Якщо ретельно висохнути скло і провести досвід в сухій атмосфері, то «ефект Франкліна» не спостерігається.

Також, вкратце, історія відкриття лейденської банки.

Література:

1. Розенбергер Ф. *Історія фізики* // Пер. з нім. під ред. І. Сеченова. – М.-Л.: Державне техніко-теоретичне вид-во, 1933, с. 286 – 287.
2. Лебедев В. *Електричність, магнетизм і електротехніка в їх історичному розвитку. Дофарадеевський період.* – М.-Л.: Гостехиздат, 1937, с. 45 – 47.
3. Хасанов Б. *Лейб-медик, син математика. Connect. ru Мир зв'язи, 2002, № 2, с. 118–120.*
4. Там же, де 1, с. 287.
5. Там же, де 1, с. 288 – 289.
6. Там же, де 1, с. 289.
7. Радовський М.І. *Веніамін Франклін (1706 – 1790).* – М.-Л.: Наука, 1965, с. 134.
8. Там же, де 7, с. 136 – 137.
9. Кудрявцев П.С. *Історія фізики, т. 1. Від древності до Менделєєва.* – М.: Ученпедгиз, 1956, с. 302.
10. Крыжановський Л.Н. *Загадка лейденської банки.* – «Квант», 1991, № 1, с. 28 – 29.
11. *Leyden jar* – Wikipedia.en.wikipedia.org/wiki/Leyden_jar.