



*Анатичук Л.І.*

**Анатичук Л.І.**

Інститут термоелектрики НАН і МОН України,  
вул. Науки, 1, Чернівці, 58029, Україна

**ПРО ЖИТТЯ Й НАУКОВУ ДІЯЛЬНІСТЬ  
ЖАНА ШАРЛЯ АТАНАЗА ПЕЛЬТЬЄ  
(ЗА МАТЕРІАЛАМИ ФІЛЬМУ НА XVI МІЖНАРОДНОМУ  
ФОРУМІ З ТЕРМОЕЛЕКТРИКИ)**

---

Найбільше повно про життя Шарля Пельтьє довідаємося із книги, написаної його сином Фредеріком Пельтьє. У передмові книги він пише: «Відразу після смерті мого батька я розробив проект публікації розповіді про його життя. Перешкодити виконанню цієї роботи міг тільки сумний стан мого здоров'я».

Незважаючи на хворобу, книга про Пельтьє була написана й опублікована в Парижі в 1847 році.

Крім згаданої книги при підготовці цієї роботи були використано 63 наукових публікації Пельтьє [1-63], а також 32 статті й книги, де подаються відомості про Пельтьє [64-95].

Жан Шарль Пельтьє народився 22 лютого 1785 року на півночі Франції в невеликім містечку Ам, яке, розташоване в 130 км від Парижа. Батько Пельтьє був шевцем, мати – домогосподаркою. Вони віддали юного Пельтьє в школу до вчителя, який міг навчити його тільки читанню й письму.

Пельтьє не одержав класичної освіти. Він був талановитим самоучком. Ще у віці десяти років він демонтував, очистив і відремонтував годинник. Бачачи це, батько постановив допомогти синові стати годинникарем. Він улаштував свого сина учнем годинникаря в місті Сен-Кантен, майстра по імені Браун. Він був людиною не кращих якостей.

Атаназ був цікавим юнаком. Після роботи прагнув читати книги вечорами при свічі. Однак Браун заборонив йому це. Тоді Пельтьє приловчився читати при місячній світлі, чому остаточно розгнівив Брауна. Батько, довідавшись про це, забрав сина додому. 1802 році Пельтьє у віці 17 років став учнем годинникаря в знаменитій компанії Breguet. Годинник цієї компанії носила королева Франції Марія-Антуанетта, імператор Франції Наполеон Бонапарт і інші знаменитості.

Пельтьє працював з більшим ентузіазмом. Його старання були помічені: йому стали доручати виготовлення хронометрів – вище досягнення годинникаря.

Однак Пельтьє, як і раніше, тягло до наук. 1815 року, одержавши скромну спадщину, він залишає роботу й цілком віддається науці. Цим він повторив вчинок Зеебека, який також, одержавши невелику спадщину, залишив роботу, щоб повністю віддатися науковим



*Рис. 1. Жан Шарль Атаназ Пельтьє.*

дослідженням.

Таким чином, початок термоелектриці заклали більші ентузіасти, і це було незаперечною ознакою їх майбутніх успіхів.

Спочатку Пельтьє захопився літературою, навіть писав вірші. Потім зайнявся граматику, яка спонукала його до вивчення загадковостей мозку та впливу.

Так дивним шляхом Пельтьє прийшов до електрики. В 1827 році він купив електрофорную машину. Працюючи на ній, він зрозумів, що йому потрібно мати більш надійне джерело електрики.

У той час це був стовп Вольта (рис. 2). Спроби поліпшити його роботу, звичайно проводилися по шляху нарощування числа елементів стовпа. Наприклад, М. Донн збільшував число елементів  $N$  від 30 до 3000.

На практиці відбувалося не так. Струм  $I$  у зовнішньому колі швидко насичувався. При цьому велика кількість елементів знижувала стабільність роботи джерела.

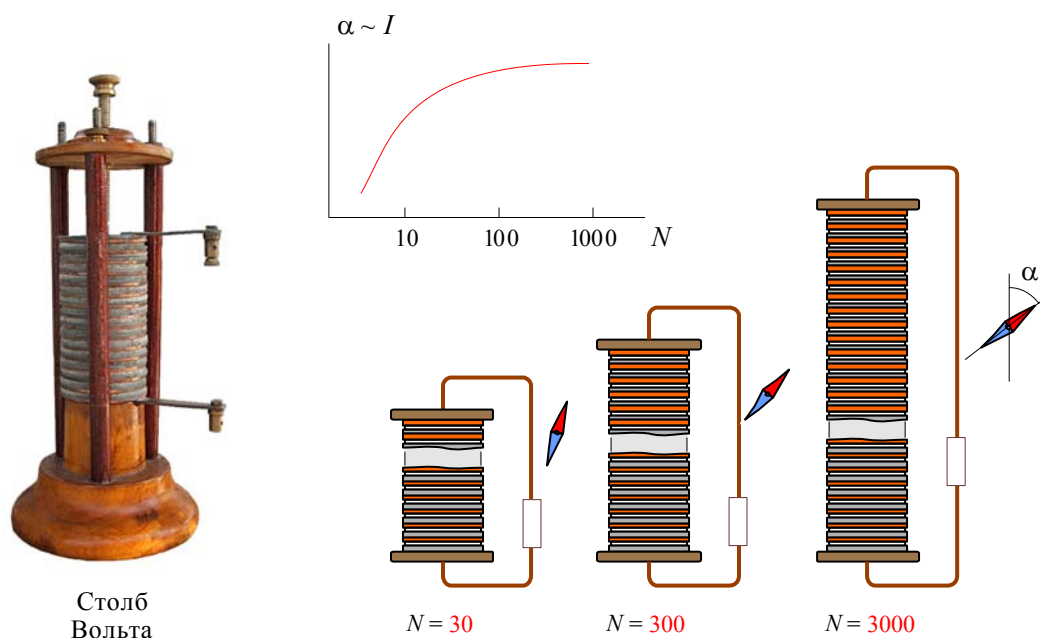


Рис. 2. Вплив числа елементів Вольта на величину струму в зовнішньому колі.

Пельтьє пішов іншим шляхом (рис. 3). Замість збільшення числа елементів він збільшив їхню площу до  $1-2 \text{ дм}^2$ . При цьому використовував усього 25-30 елементів і добився добрих результатів.

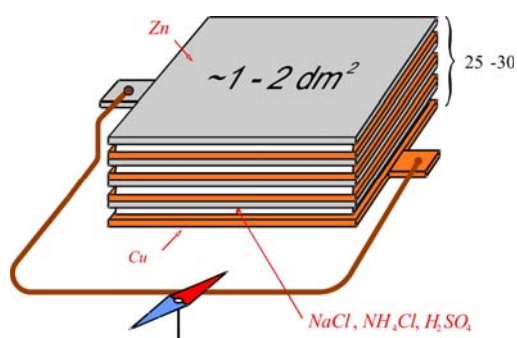


Рис. 3. Гальванічний елемент, який використовував Пельтьє

19 липня 1830 року із цими результатами Пельтьє вперше виступив у Французькій академії наук. Він використовував і термоелектричні джерела. Уперше таке джерело було створено Ерстедом і Фур'є, 1824 року. Пельтьє ретельно вивчив його властивості. Він установив залежність вироблюваного ім струму:

- від довжин віток термопар,



Рис. 4. Французька Академія Наук, де Пельтьє доповідав свої результати.

- від перерізу віток термопар,
- від числа послідовно включених термопар,
- від величини розігріву спаїв термопар.

Опираючись на ці дані, Пельтьє створював термоелектричні джерела струму для своїх експериментів.

Вважається, що вперше термогенератор використовував Ом 1826 року для підтвердження свого закону. Однак Пельтьє використовував таке джерело раніше, в 1824 році, для відкриття свого ефекту.

Пельтьє також добре розумів, що для своїх експериментів йому необхідні високочутливі й зручні в роботі вимірювачі електричного струму.



Рис. 5. Гальванометр Швейггера.

У той час таким приладом була намагнічена стрілка, що реагує на магнітне поле, збуджене електричним струмом. Цю ідею блискуче реалізував 1820 року німецький фізик Швейггер. Прилад складався із двох плоских котушок з магнітною стрілкою між ними й стрілкою для компенсації магнітного поля Землі.

Пельтьє був у захваті від цього приладу, однак розумів, що він дуже незручний для проведення експериментів. Тому Пельтьє створює свої гальванометри підвищеної чутливості й зручні в експлуатації. Головною частиною гальванометра була магнітна стрілка, насаджена на голку. Тертя між голкою й поглибленням у магнітній стрілці було основною причиною низької чутливості гальванометра.

Така ж вимога мінімального тертя між вісями і їх фіксаторами в годиннику була важливою умовою їх правильної роботи. Тому Пельтьє безсумнівно використовував свій досвід годинникарського майстра вищого класу для мінімізації тертя.

Для кіл з невеликим опором порушення магнітного поля в гальванометрі створювалося стрічковим провідником з одного витка. Для кіл зі збільшеним опором магнітне поле створювалося прямокутною котушкою з багатьма витками.

У своїх дослідженнях для вимірювання температури Пельтьє широко використовував термопар. Йому було відомо, що французький фізик Антуан Сезар Беккерель 1823 року виготовив термопару з міді й заліза, приєднав її до гальванометра Швейггера і в такий спосіб вимірював температуру в інтервалі 0 – 300 °С.

Пельтьє із властивою йому старанністю приступив до вивчення властивостей термопар.

По-перше, він установив, що показання температури сильно залежать від довжини і контакту провідників. Потрібно застосовувати короткі спаї.

По-друге, короткі спаї повинні мати розміри, близькі до діаметра провідників.

По-третє, неякісні контакти призводять до підвищення електричного опору спаїв, що також спотворює вимірювання температур.

По-четверте, Пельтьє встановив, що при вимірюванні температури рідин термопарами показання залежать від глибини їх занурення.

В-п'ятих, Пельтьє також установив, що показання температури термопар залежать від довжини провідників, що з'єднують їх з гальванометром.

Ці дослідження дали можливість Пельтьє створити дотепний і дивний по чутливості прилад, що зіграв вирішальну роль при відкритті їм свого ефекту. Це так званий термоскопічний затиск Пельтьє (рис. 6).

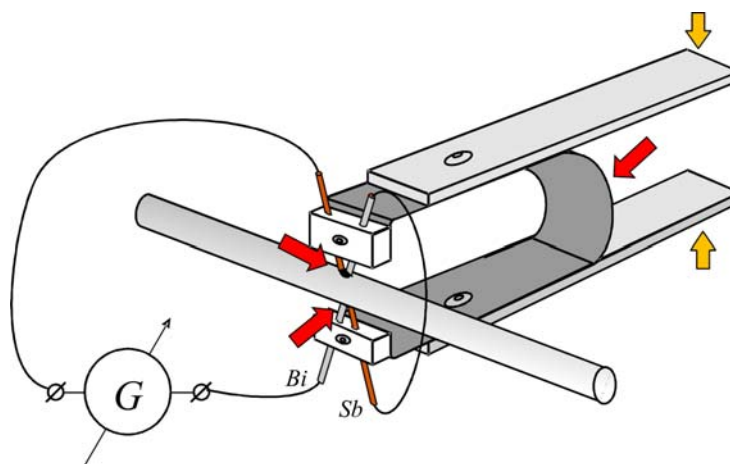


Рис. 6. Термоскопічний затиск Пельтьє.

На рисунку наведений варіант такого приладу. Він містив щелепи 1 із двох термопар, які пружно затискають об'єкт вимірювання температури 2 сталеву пластиную 3. В галузі термопар виготовлені з вісмуту й сурми. Великі значення коефіцієнтів термоЕРС цих матеріалів і застосування двох послідовно включених термопар робили цей прилад особливо чутливим.

Для узгодження електричних опорів термопар і гальванометра в ньому була використана спеціальна котушка, що містить 80 витків мідного дроту.

Створений Пельтьє прилад був фактично мультиплікатором, що складається із двох термопар. Ще 1830 року італійський фізик Нобілі створив мультиплікатор, що складається з 38

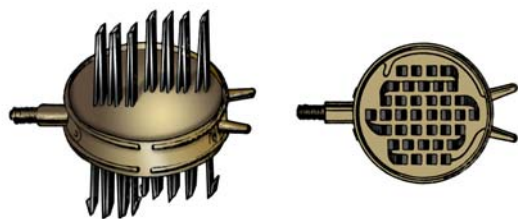


Рис. 7. Мультиплікатор Нобілі.

елементів *Bi-Sb* (рис. 7). Прилад був настільки чутливим, що реєстрував тепло людини в темній кімнаті на відстані 9 – 10 м. Фактично це був прообраз тепlopеленгатора. Тому Пельтьє при використанні свого приладу вживав спеціальних заходів до того, щоб різні зовнішні джерела тепла не вносили перешкоди у виміри.

Наведений вище арсенал експериментальних засобів дав можливість Пельтьє поставити експерименти, які привели його до відкриття свого ефекту.

Тоді модним було визначати питомий електричний опір металів. Пельтьє захопився цим. Він узявся за вимірювання опору вісмуту й сурми, тому що іншим це не вдавалося.

Пельтьє вдалося відлиту стрижні з вісмуту й сурми діаметром 0.5 мм і довжиною 45 мм. Джерелом струму була термопара. Гальванометр був низькоомний, що складається з одного витка мідного товстого провідника й магнітної стрілки. Відхилення магнітної стрілки під час використання в електричному колі стержня невідомого опору рівнялося з відхиленням стрілки при використанні прутка з відомим опором.

Так, Пельтьє зробив те, що не могли зробити інші. Він був азартним дослідником, який прагнув зробити те, що не вдавалося іншим.

Цей досвід не мав нічого особливого, крім стержня з вісмуту й сурми. Саме вони надалі відіграли найважливішу роль у відкритті ефекту Пельтьє.

До дослідів, які призвели Пельтьє до відкриття свого ефекту, його вела ідея, що за малих струмів повинні виникати нові теплові ефекти.

Пельтьє пише: «Дотепер теплові ефекти, викликувані електричним струмом, не були обмірювані за допомогою чутливих приладів, щоб ми могли насолодитися різноманітністю явищ, які наступають, коли струм володіє низькою інтенсивністю».

Тепер ми знаємо, що тепло Джоуля-Ленца пропорційне квадрату струму, а ефект Пельтьє – тільки першому степеню. Тому, зі зниженням величини струму тепло Джоуля-Ленца буде складатися швидше, давши можливість виявитися ефекту Пельтьє. Що й відбулося в досліді Пельтьє.

Але Пельтьє про це нічого не знав. Можна тільки дивуватися проникливістю Пельтьє, який очікував нових ефектів за малих струмів.

Схема експерименту, що призвів до виявлення ефекту Пельтьє, складалася з термогенератора, низькоомного гальванометра й виготовлених раніше стрижнів з вісмуту або сурми (рис. 8).

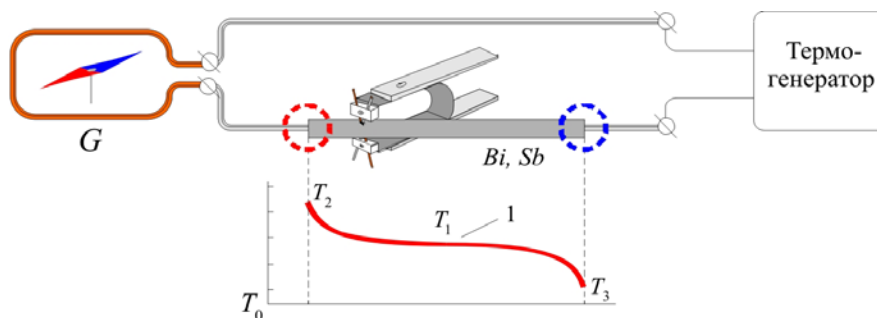


Рис. 8. Схема експерименту Пельтьє, яка призвела до відкриття його ефекту.  
1 – розподіл температури уздовж стрижня,  $T_2, T_3$  – аномалії температури.



Для вимірювання температури уздовж стрижня використовувався термоскоп.

Пельтьє пропускав через стрижень електричний струм і вимірював термоскопом розігрів стрижня. Як і припускав Пельтьє, у центральних частинах зразків спостерігалось рівномірне нагрівання струмом до температури  $T_1$ . Однак у місцях контактів зразків із провідниками з міді мали місце явно виражені аномалії температури – додаткове нагрівання до температури  $T_2$  на одному кінці зразка й охолодження до  $T_3$  на іншому. Зміна напрямку струму змінювала картину розподілу температури на зворотну.

У такий спосіб ефект Пельтьє полягав в аномальній виділенні й поглинанні тепла в місцях дотику двох різних провідників, якщо через них пропускати електричний струм.

Відкриття свого ефекту Пельтьє оприлюднив уперше 21 квітня 1834 року.

Пельтьє, звичайно, очікував, що його відкриття знайде якийсь відгук у наукових колах того часу. Однак цього не сталося. Відкриття Пельтьє не залучило особливої уваги наукової громадськості. На це було кілька причин.

По-перше, тому що від цього ефекту ніхто не бачив ніякої реальної користі. По-друге, тому що відкриття зробила малоосвічена людина, яка могла просто помилятися. По-третє, ефект не могли повторити в інших лабораторіях.

Останнє легко пояснювалося, оскільки в інших дослідників не було настільки чутливої апаратури, яку створив Пельтьє.

Щоб переконати в наявності ефекту, Пельтьє придумує винятково простий, витончений і, на його погляд, переконливий експеримент, який був названий «термохрестом».

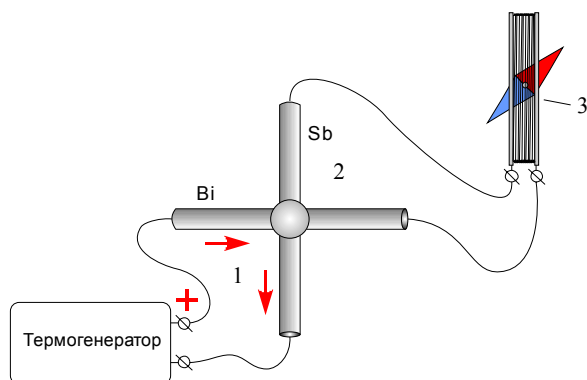


Рис. 9. Термохрест Пельтьє.

1, 2 – термопары з Bi і Sb, 3 – гальванометр.

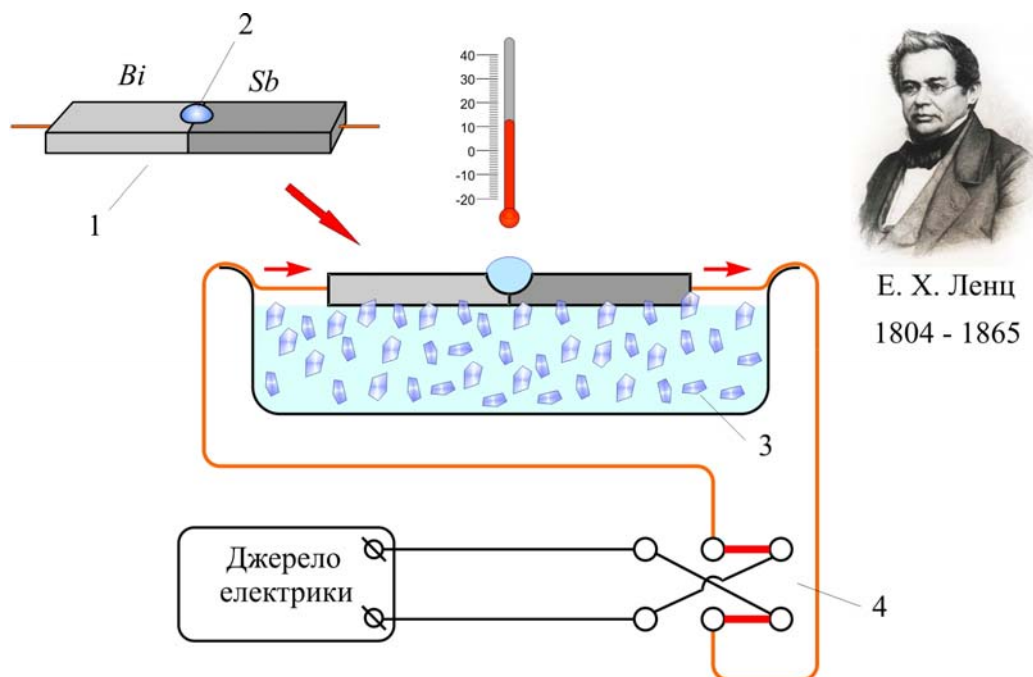
Прилад справді мав вигляд хреста із двох брусків, з'єднаних середніми областями. Один брусок був з вісмуту, інший із сурми. Такий «термохрест» утворював дві термопары, 1 і 2, з'єднані в місцях їх спаїв.

Експеримент полягав ось у чому. Через одну термопару пропускався електричний струм, що призводить до охолодження спаю через дію ефекту Пельтьє. Наявність такого охолодження фіксувалася другою термопарою.

Однак і цей експеримент не переконував скептиків.

Кінець сумнівам щодо того, чи є ефект Пельтьє, чи ні, поставив петербурзький вчений Ленц 1838 року.

Для цього він створив експериментальну установку (рис. 10), основною частиною якої були два спаєні впритул прямокутних стрижні з вісмуту й сурми. У місці спаю було зроблене поглиблення, у яке містилася крапля води.



Е. Х. Ленц  
1804 - 1865

Рис. 10. Схема експерименту Ленца.

1 – стрижень із Bi і Sb, 2 – поглиблення із краплею води,  
3 – лід, що тане, 4 – комутатор струму.

Стрижень був приведений у контакт із поверхнею води, де плавав лід, що тане. Кінці стрижня було приєднано до джерела електрики з комутатором струму. Комутатором провадилося зміна напрямку струму.

Під час протікання струму від вісмуту до сурми крапля води замерзала, а термометр реєстрував температуру  $-4.5^{\circ}\text{C}$ . При зміні напрямку струму крапля танула.

Так був реабілітований ефект Пельтьє, а Ленц прославився тим, що вперше від термоелектрики одержав лід.

Після підтвердження свого ефекту Пельтьє захопився іншими дослідженнями. Він вивчав вплив електрики на рослини. Він створив дуже чутливий вимірвач вологості, застосовувавши в ньому термобатарею; вивчав електричні потенціали між Землею й повітрям. Для цього він використовував дріт, один кінець якого розташовувався на висоті 25 м, а другий – у колодязі на глибині 12 м. У розрив дроту був вмонтований надчутливий гальванометр. Він встановив зв'язок між погодними умовами й показаннями приладу.

У цілому він зробив великий внесок у розвиток наукової бази метеорології.

Темп життя Пельтьє був дуже високий. Він працював на зношування. Він писав: «Я краще вмру на 10 років раніше й залишу після себе відкриття, які будуть нагадувати моє ім'я».

Цей життєвий план Пельтьє реалізувався. Він умер 27 жовтня 1845 року у віці 60 з половиною років. Ім'я його знає увесь освічений світ.

## Література

1. Observations sur le rapport presente par M, Becquerel au Tribunal de Commerce de Rouen dans l'affaire de la trombe de Monville, *Revue Scientifique* VIII, 219-225 (1846).
2. Nouvelles experiences sur la caloricite des courants electriques, *Annal. de Chimie* LVI, 371-386 (1834); *L'Institut* II, 133-134, 265-266 (1834).

3. Pluie de crapauds, *L'Institut* II, 346-347 (1834).
4. Experiences electro-magnetiques, *Annal. de Chimie* LX, 261-271 (1835).
5. Nouvelle observation meteorologique et electrique, *Paris, Bull. Soc. Sci. Nat.*, 90-91 (1835).
6. Observations microscopiques sur les animalcules, *Paris, Bull. Soc. Sci. Nat.*, 92-95 (1835).
7. Electricite comparee du sol et des nuages, *Paris, Comptes Rendus* I, 94-95 (1835).
8. Sur la conductibilite electrique, *Paris, Comptes Rendus* I, 203-204 (1835).
9. Sur une production d'electricite qui est due au simple contact de deux corps heterogenes, *Paris, Comptes Rendus* I, 360-361 (1835).
10. Lettre sur la puissance relative des divers metaux pour coercer l'electricite, *Paris, Comptes Rendus* I, 470-471 (1835).
11. Observations sur quelques causes d'erreur dans les mesures des tensions electriques, *Annal de Chimie* LXII, 422-432 (1836); *Paris, Soc. Philom. Proc. Verb.*, 41-44 (1836).
12. Definition des mots quantite et intensite electriques, tiree d'experiences directes, *Annal de Chimie* LXIII, 245-255 (1836); *Froriep, Notizen* XLVII, 177-179 (1836); *Paris, Comptes Rendus* II, 475-476 (1836).
13. Lettre sur les animaux microscopiques, *Paris, Comptes Rendus* II, 134-135 (1836).
14. Electricite des nuages, *Paris, Comptes Rendus* III., 145-148 (1836).
15. Explication de phenomene, *Paris, Comptes Rendus* III, 148-149 (1836).
16. Observations nouvelles sur quelques animaux microscopiques, principalement sur une Vorticelle, *Paris, Soc. Philom. Proc. Verb.*, 4-6 (1836).
17. Rhizopodes, *Paris, Soc. Philom. Proc. Verb.*, 30 (1836).
18. Sur les effets negatifs des courants electriques sur les vegetaux et les animaux, *Paris, Soc. Philom. Proc. Verb.*, 45-46 (1836).
19. Nouvelle espece de Floscularia, *Paris, Soc. Philom. Proc. Verb.*, 63-64 (1836).
20. Note sur un mode de propagation des Arcelles vulgaires et scutelliformes (*Arcellæ aculeatæ*, Erh.), *Paris, Soc. Philom. Proc. Verb.*, 64-66 (1836).
21. Recherches experimentales sur les divers phenomenes qui concourent a l'effet general des piles electriques, *Paris, Comptes Rendus* IV, 64-66 (1837); *Annal. de Chimie* LXVII, 422-444 (1838).
22. Sur l'electricite dynamique engendree par le frottement, *Paris, Comptes Rendus* IV, 172-173 (1837).
23. Sur une propriete assignee par M. De la Rive aux courants magneto-electriques, *Paris, Comptes Rendus* IV, 907-908 (1837); *Quetelet, Corresp. Math.* IX., 210-211 (1837).
24. Quelques observations sur la solubiliie et la dilution des corps, *Paris, Soc. Philom. Proc. Verb.*, 70-75 (1837).
25. Observations sur les courants magneto-electriques, *Paris, Soc. Philom. Proc. Verb.*, 94-95 (1837).
26. Solution de la theorie de la pile, *Paris, Soc. Philom. Proc. Verb.*, 103-105 (1837).
27. Observations sur la structure des muscles et experiences sur la contraction, *Ann. Sci. Nat.* IX. (*Zool.*), 89-96 (1838).
28. Observations sur une nouvelle espece de Floscularia, *Ann. Sci. Nat.* X. (*Zool.*), 41-46 (1838).
29. Evaluation comparative des electricite statique et dynamique, *Paris, Comptes Rendus* VI, 816-818 (1838).
30. Sur la difference de capacite electrique des differents corps, *Paris, Comptes Rendus* VII, 965-968 (1838); *Sturgeon, Ann. Electr.* III, 560-563 (1838-39).
31. Sur l'origine et le developpement des zoospermes de la Grenouille, *Paris, Soc. Philom. Proc. Verb.*, 43-44 (1838).



32. Memoire sur la formation des tables des rapports qu'il y a entre la force d'un coarant electrique et la deviation des aiguilles des multiplicateurs ; suivi de recherches sur les causes de perturbation des couples thermo- electriques et sur les moyens de s'en garantir dans leur emploi a la mesure des temperatures moyennes, *Annal. de Chimie* LXXI, 225-313 (1839).
33. Sur la constitution des nerfs qui se rendent aux organes de la sensation et sur ceux qui se rendent aux organes de la locomotion, *Paris, Soc. Philom. Proc. Verb.*, 20-23 (1839); *Ann. Sci. Nat XI. (Zool.)*, 313-316 (1839).
34. Observations sur le fait precedent, *Annal. de Chimie* LXXV, 330-333 (1840).
35. Note sur la reproduction du *Leucophrys vesiculosa*, *Paris, Soc. Philom. Proc Verb.*, 74-75 (1840).
36. Sur l'electricite atmosferique, *Paris, Soc. Philom. Proc. Verb.*, 104-106 (1840); Sturgeon, *Ann. Electr.* VI, 135-137 (1841).
37. Recherches sur la cause de l'electricite des nuages, Paris, *Comptes Rendus* XII, 307-309(1841) ; *Archives de l'Electr.* I, 258-261 (1841); *Bibl. Univ. Archives* I, 258-261(1841); Sturgeon, *Ann. Electr.* VII, 370-372 (1841).
38. Temperature de l'eau placee sur un corps incandescent, *Paris, Soc. Philom. Proc. Verb.*, 5-7 (1841).
39. Recherches sur la cause des phenomenes electriques de l'atmosphere et sur les moyens d'en recueillir la manifestation, *Annal. de Chimie* IV, 385-433 (1842); Sturgeon, *Ann. Electr.* X, 424-453 (1843); Taylor, *Scientif. Mem.* III, 377-415 (1843).
40. Sur la nature de l'electricite de l'air, Bruxelles, *Acad. Sci. Bull.* IX, 416- 422 (1842).
41. Sur les diverses especes de brouillards, Bruxelles, *Acad. Sci. Bull.* IX, (pte.2), 148-157, 496-500 (1842); *Annal. de Chimie* VI, 129-155 (1842); *Bibl Univ.* XLII, 368-393 (1842); Walker, *Electr. Mag.* I, 416-417 (1845).
42. Sur les courants electriques propres aux animaux, *Paris, Soc. Philom. Proc. Verb.*, 26-27 (1842).
43. Sur l'electricite atmosferique, Bruxelles, *Acad. Sci. Bull.* X, 201-207 (1843).
44. Sur le developement des l'electricite par un jet de vapeur, Bruxelles, *Acad. Sci. Bull.* X, 318-322 (1843); Walker, *Electr. Mag.* I, 450-453 (1845).
45. Meteorologie electrique, *Archives de l'Electr.* IV, 173-224 (1844).
46. Remarques sur quelques anomalies apparentes dans les phenomenes electriques produits par la foudre, *Archives de l'Electr.* IV, 580-583 (1844).
47. Essai de coordination des causes qui precedent, produisent et accompagnent les phenomenes electriques, Bruxelles, *Acad. Sci. Bull.* XI., (pte. 2), 31-34 (1844); Bruxelles, *Memoires Couronn.* XIX, (1845-46).
48. Sur l'electricite de la vapeur produite par les locomotives, Bruxelles, *Acad. Sci. Bull.* XI, (pie. 2), 34-39 (1844).
49. Sur la separation et l'individualisation des parties des animalcules au moyen de l'inanition, Paris, *Comptes Rendus* XVIII, 161-162 (1844).
50. Observation d'un double coup de foudre ascendante pendant l'orage du 9 Sep- tembre 1844, Paris, *Comptes Rendus*, XIX, 527 (1844).
51. Sur l'electricite des vapeurs provenant des bouilleurs a haute pression, Paris, *Soc. Philom. Proc. Verb.*, 58-62 (1844); *Archives de l'Electr.* IV, 474-479 (1844); Walker, *Electr. Mag.* I, 453-457 (1845).
52. Sur plusieurs causes d'erreur dans les observations de meteorologie electrique, Paris, *Soc Philom. Proc. Verb.*, 70-74 (1844).

53. Observations sur les trombes, *Paris, Soc Philom. Proc Verb.*, 80-82 (1844).
54. Recherches sur la cause des variations barometriques, *Bruxelles, Memoires Couronn.* XVIII, (1844-45); *Bruxelles, Acad. Sci. Bull* XII, 91-106 (1845); *Walker, Electr. Mag.* II, 147-153 (1846).
55. Sur les modifications eprouvees par les fils de metal qui ont servi longtemps de conducteurs electriques, *Archives de l'Electr.* V, 182-184 (1845).
56. De la cyanometrie et de la polarimetrie atmospherique, ou notice sur les additions et les changements faits au cyano-polariscope de M. Arago, *Bruxelles, Acad. Sci. Bull.* XII, 453-488 (1845).
57. Sur la cause des oscillations du niveau a bulle d'air, *Paris, Soc Philom. Proc. Verb.*, 47-50 (1845); *Grunert, Archiv* VII, 1-3 (1846).
58. Theorie de l'electricite atmospherique, *Ann. Met. de France*, 180-183 (1850).
59. Peltier, Athanase, et Auguste, Bravais, Observations faites dans les Alpes sur la temperature d'ebullition de l'eau, *Paris, Comptes Rendus* XVIII, 572-583 (1844).
60. *Météorologie. Observations et recherches expérimentales sur les causes qui concourent à la formation des trombes*, J. C. A. Peltier, Bruxelles: Société belge de Librairie, 444p. (1841).
61. *Mémoire sur les diverses espèces de brouillards*, M. Ath. Peltier, T. XV, 25 (1842).
62. *Observations sur les multiplicateurs et sur les piles thermo-électriques*, J. C. A. Peltier, Paris: Imprimerie de E.-J. Bailly, place Sorbonne, 2, 14 p. (1839).
63. *Notice des faits principaux et des instrumens nouveaux ajoutés à la science de l'électricité*, J. C. A. Peltier, Paris: Imprimerie de E.-J. Bailly, place Sorbonne, 2, 7p (1839).
64. Sur l'electricite dynamique engendree par le frottement, *Paris, Comptes Rendus* IV, 172-173 (1837).
65. Nouvel hygromètre, *Paris, Comptes Rendus* IV, 767 (1837).
66. Sur une propriete assignee par M. De la Rive aux courants magneto-electriques, *Paris, Comptes Rendus* IV, 907-908 (1837).
67. Bernard S.Finn, Thermoelectricity, Washington, *Electronics and Electron Physics* 50, 182-184 (1980).
68. *Thermoelectrics Handbook: Macro to Nano*, Ed. by D.M. Rowe, Taylor & Francis, 2006.
69. Courants determines dans des fils métalliques par l'oxidation de quelques points de leur continuite, Lettre de M. Peltier, *Paris, Comptes Rendus* III, 176 (1836).
70. Courants electro-chimiques produits par le mercure, Lettre de M. Peltier a M. Becquerel, *Paris, Comptes Rendus* VI, 303-304 (1838).
71. Polarite secondaire des courants electriques, Lettre de M. Peltier, *Paris, Comptes Rendus* VII, 763 (1838); *Bibl.Univ.* XVIII, 186-187 (1838).
72. Sur les circonstances qui ont accompagne la formation de la trombe par laquelle a ete ravagee, le 18 Juin 1839, la commune de Chatenay, Lettre de M. Peltier, *Paris, Comptes Rendus* IX, 112-115 (1839).
73. Sur les transports opere par la foudre, Lettre de M. Peltier, *Paris, Comptes Rendus* X, 202-204 (1840).
74. Recherches sur la cause qui maintient reunies les vapeurs dont se composent les nuages, Lettre de M. Peltier, *Paris, Comptes Rendus* X, 841-842 (1840).
75. Sur les circonstances qui determinent un degagement d'electricite quand de l'eau passe de l'etat liquide a l'etat de vapeur, Note de M. Peltier, *Paris, Comptes Rendus* XI, 908-910 (1840).
76. Sur le developpement des courants electriques par suite de la dissolution des gaz dans an liquide, Lettre de M. Peltier, *Paris, Comptes Rendus* XVI, 1006-1008 (1843).

77. Sur la nature électrique des trombes, Trombe de Cette, Lettre de M. Peltier, *Paris, Comptes Rendus XIX*, 1210-1212 (1844); *Palomba, Raccolta I*, 7-10 (1845); *Walker, Electr. Mag.* II, 7-11 (1846).
78. W. Thomson, The Bakerian Lecture, On the Electro-dynamic Qualities of Metals, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* **146**(3), 653-654 (1856).
79. Extension of Kelvin's Thermoelectric Theory, *Nature, Letters to editor* **68**(1752), 78-79 (1903).
80. D.D. Pollock, Thermoelectricity: theory, thermometry, tool (*ASTM*; 852), 2-6, 111-118, 244 (1985).
81. A.A. Buryak, N.B.Karpova, *Essays on Thermoelectricity Development*, Ed. by L.I.Anatychuk (Kyiv: Naukova Dumka, 1988), p. 8-10.
82. H.Kuhling, *Handbook on Physics*, Transl. from German, 2<sup>nd</sup> Ed. (Moscow: Mir, 1985), p. 374-375.
83. *Thermoelectric Materials and Converters*, Ed. by A.I.Karchevsky (Moscow: Mir, 1964), p. 11-23.
84. V.D.Gorbokonenko, N.Uchendu, Studies in the Field of Thermoelectricity, *Proc. of International Scientific Conference, November 20-22, 2012* (Ulyanovsk, State Technical University, 2012), p.97.
85. A.G.Samoilovich, *Thermoelectric and Thermomagnetic Energy Conversion Methods: Compendium of Lectures* (Chernivtsi: Ruta, 2006), p.72-73.
86. F.Rosenberg, *History of Physics*, Transl.from German, Ed.by I.Sechenov (Moscow, 1935), p. 201.
87. A.G.Samoilovich, L.L.Korenblit, Modern Status of Theory of Thermoelectric and Thermomagnetic Phenomena in Semiconductors, *Advances in Physical Sciences* 49(2), 244-246 (1953).
88. Peltier, Athanase, *The Brockhaus and Efron Encyclopedic Dictionary in 86 Volumes* (Saint-Petersburg, 1890—1907).
89. Yu.A.Khramov, *Peltier Jean Charles Athanase, Physicists: Biographical Guidebook*, Ed. by A.I.Ahieser, 2<sup>nd</sup> ed.(Moscow: Nauka, 1983), p.211, 400 p.
90. L.V.Sivukhin, *General Course of Physics, Vol.III, Electricity* (Moscow. Nauka, 1977).
91. B.M.Yavorsky, A.A.Detlaf, *Handbook on Physics: for Engineers and Students of Higher Educational Institutions, 4<sup>th</sup> ed.* (Nauka, Main Editorial Office for Physical and Mathematical Literature, 1968), p. 417.
92. L.D.Landau, O.M.Lifshits, *Theoretical Physics: Manual for Higher Educational Institutions in 10 Volumes, Vol.VIII, Electrodynamics of Continuous Media*, 4<sup>th</sup> Ed., 1982, 624 p.
93. A.I.Anسلم, *Introduction to Theory of Semiconductors, 2<sup>nd</sup> ed.* (Moscow: 1978).
94. B.M.Askerov, *Electron Transition Phenomena in Semiconductors* (Moscow: 1985).
95. S.R.de Groot, *Thermodynamics of Irreversible Processes* (Moscow: State Publishers of Technical and Theoretical Literature, 1956), p. 174-197.

Надійшла до редакції 12.02.2015