



Анатычук Л.И.

Анатычук Л.И.

*Институт термоэлектричества, ул. Науки, 1,
Черновцы, 58029, Украина*

**О ЖИЗНИ И НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ЖАНА ШАРЛЯ АТАНАЗА ПЕЛЬТЬЕ**

**(По материалам фильма
на XVI Международном Форуме по термоэлектричеству)**

Наиболее полно о жизни Шарля Пельтье узнаем из книги, написанной его сыном Фредериком Пельтье. В предисловии книги он пишет «Сразу после смерти моего отца я разработал проект публикации рассказа о его жизни. Помешать выполнению этой работы могло только печальное состояние моего здоровья».

Несмотря на болезнь, книга о Пельтье была написана и опубликована в Париже в 1847 году.

Кроме упомянутой книги при подготовке этой работы были использованы 63 научные публикации Пельтье [1-63], а также 32 статьи и книги, где приводятся сведения о Пельтье [64-95].

Жан Шарль Пельтье родился на севере Франции в небольшом городке Ам, который, находится в 130 км от Парижа. Пельтье родился 22 февраля 1785 года. Отец Пельтье был сапожником, мать – домохозяйкой. Они направили юного Пельтье в школу к учителю, который мог научить его только чтению и письму.

Пельтье не получил классического образования. Он был самоучкой.

Однако, Пельтье был талантлив. Еще в возрасте десяти лет он демонтировал, очистил и отремонтировал часы. Видя это, отец решил помочь сыну стать часовщиком. Он устроил своего сына учеником часовщика в городе Сен-Кантен к часовому мастеру по имени Браун. Тот был человеком не лучших качеств.

Пельтье рос любопытным юношей. После работы стремился читать книги вечерами при свече. Однако Браун запретил ему это. Тогда Пельтье приловчился читать при лунном свете, чем окончательно вывел из себя Брауна. Отец, узнав об этом, забрал сына домой.

В 1802 году Пельтье в возрасте 17 лет стал учеником часовщика в знаменитой компании Vreguet. Часы этой компании носила королева Франции Мария-Антуанетта, император Франции Наполеон Бонапарт и другие знаменитости.

Пельтье работал с большим энтузиазмом. Его старания были замечены: ему стали поручать изготовление хронометров – высшее достижение часовщика.

Однако Пельтье по прежнему тянуло к знаниям. В 1815 году, получив скромное наследство, он оставляет работу и полностью отдается науке.

Этим он повторил поступок Зеебека, который также, получив небольшое наследство, оставил работу, чтобы полностью отдаться научным исследованиям.



Рис. 1. Жан Шарль Атаназ Пельтье.

Таким образом, начало термоэлектричеству заложили большие энтузиасты, и это было верным признаком их будущих успехов.

Вначале Пельтье увлекся литературой, даже писал стихи. Потом занялся правилами грамматики, которые привели его к загадкам мозга и влиянию электричества на его работу.

Таким удивительным путем Пельтье пришел к электричеству. В 1827 году он купил электрофорную машину. Работая на ней, он понял, что ему необходим более надежный источник электричества.

В то время это был столб Вольта (рис. 2).

Попытки улучшить его работу обычно шли путем наращивания числа элементов столба. Так, например, М. Донн увеличивал число элементов N от 30 до 3000.

На практике происходило не так. Ток I во внешней цепи быстро насыщался. При этом большое число элементов снижало стабильность работы источника.

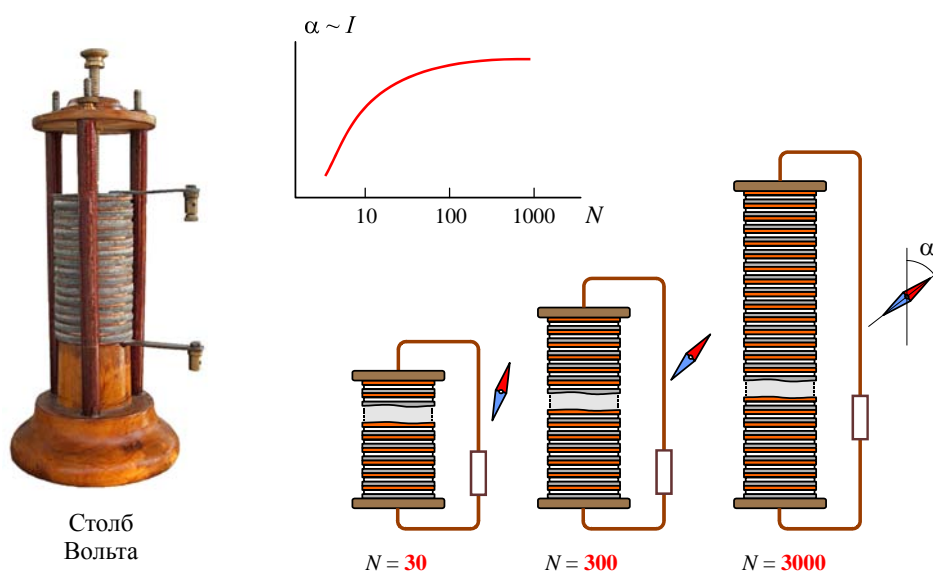


Рис. 2. Влияние числа элементов Вольта на величину тока во внешней цепи.

Пельтье пошел другим путем (рис. 3). Вместо увеличения числа элементов он увеличил их площадь до 1-2 дм². При этом использовал всего 25-30 элементов и добился хороших результатов.

С этими результатами 19 июля 1830 года Пельтье впервые выступил во Французской академии наук.

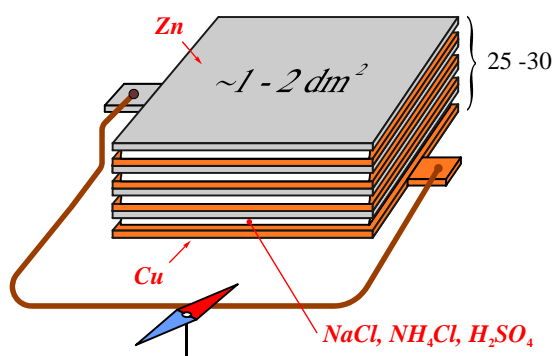


Рис. 3. Гальванический элемент, который использовал Пельтье.

Пельтье использовал и термоэлектрические источники. Впервые такой источник был создан Эрстедом и Фурье в 1824 году. Пельтье тщательно изучил его свойства. Он установил зависимость вырабатываемого им тока:

- от длин ветвей термопар;
- от сечения ветвей термопар;
- от числа последовательно включенных термопар;
- от величины разогрева спаев термопар.



Рис. 4. Французская Академия Наук, где Пельтье докладывал свои результаты.

Опираясь на эти данные, Пельтье создавал термоэлектрические источники тока для своих экспериментов.

Считается, что впервые термогенератор использовал Ом в 1826 году для подтверждения своего закона. Однако Пельтье использовал такой источник раньше, в 1824 году, для открытия своего эффекта.

Пельтье также хорошо понимал, что для своих экспериментов ему необходимы высокочувствительные и удобные в работе измерители электрического тока.

В то время таким прибором была намагниченная стрелка, реагирующая на магнитное поле, возбужденное электрическим током. Эту идею блестяще реализовал в 1820 году немецкий физик Швейггер. Прибор состоял из двух плоских катушек с магнитной стрелкой между ними и стрелкой для компенсации магнитного поля Земли.



Рис. 5. Гальванометр Швейггера.

Пельтье был в восторге от этого прибора, однако понимал, что он очень неудобен для проведения экспериментов. Поэтому Пельтье создает свои удобные в эксплуатации гальванометры повышенной чувствительности и. Главной частью гальванометра была насаженная на иглу магнитная стрелка. Трение между иглой и углублением в магнитной стрелке было основной причиной низкой чувствительности гальванометра. Такое же требование минимального трения между осями и их фиксаторами в часах было важным условием их правильной работы. Поэтому Пельтье несомненно использовал свой опыт часового мастера высшего класса для минимизации трения.

Для цепей с небольшим сопротивлением возбуждение магнитного поля в гальванометре создавалось одним витком проводника. Для цепей с большим сопротивлением – прямоугольной катушкой со многими витками.

В своих исследованиях для измерения температуры Пельтье широко использовал термопары. Ему было известно, что французский физик Антуан Сезар Беккерель в 1823 году изготовил термопару из меди и железа, присоединил её к гальванометру Швейгера, и таким образом измерял температуру в интервале 0 – 300 °С.

Пельтье с присущей ему тщательностью приступил к изучению свойств термопар.

Во-первых, он установил, что показания температуры сильно зависят от длины l контакта проводников. Поэтому нужно применять короткие спаи.

Во-вторых, короткие спаи должны иметь размеры, близкие к диаметру проводников.

В-третьих, некачественные контакты приводят к повышению электрического сопротивления спаев, что также искажает измерения температур.

В-четвертых, Пельтье установил, что при измерении температуры жидкостей термопары показания зависят от глубины их погружения.

В-пятых, Пельтье также установил, что показания температуры термопар зависят от длины проводников, соединяющих их с гальванометром.

Эти исследования позволили Пельтье создать остроумный и изумительный по чувствительности прибор, сыгравший решающую роль при открытии им своего эффекта. Это так называемый термоскопический зажим Пельтье (рис. 6).

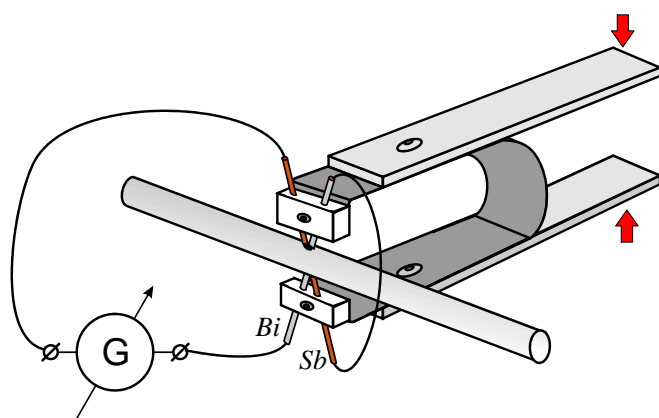


Рис. 6. Термоскопический зажим Пельтье.

На рисунке приведен вариант такого прибора. Он содержал челюсти 1 из двух термопар, которые упруго сжимают объект измерения температуры 2 стальной пластиной 3. Ветви термопар изготовлены из висмута и сурьмы. Большие значения коэффициентов термоЭДС этих материалов и применение двух последовательно включенных термопар делали этот прибор особенно чувствительным.

Для согласования электрических сопротивлений термопар и гальванометра в нем была использована специальная катушка, содержащая 80 витков медной проволоки.

Созданный Пельтье прибор был фактически мультипликатором, состоящим из двух термопар. Ещё в 1830 году итальянский физик Нобили создал мультипликатор, состоящий из 38 элементов $Bi-Sb$ (рис. 7). Прибор был настолько чувствительным, что регистрировал тепло человека в темной комнате на расстоянии 9 – 10 м. Фактически, это был прообраз тепlopеленгатора.

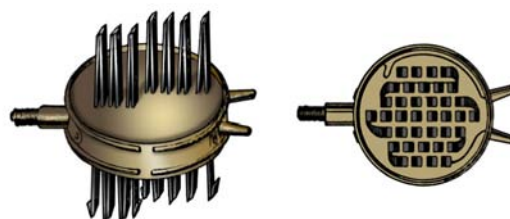


Рис. 7. Мультипликатор Нобили.

Поэтому Пельтье при использовании своего прибора принимал специальные меры к тому, чтобы различные внешние источники тепла не вносили помехи в измерения.

Приведенный выше арсенал экспериментальных средств дал возможность Пельтье поставить эксперименты, которые привели его к открытию своего эффекта.

В то время было модным определять удельное электрическое сопротивление металлов. Пельтье поддался этому увлечению. Он взялся за измерения сопротивления висмута и сурьмы, потому что другим это не удавалось.

Пельтье удалось отлить стержни из висмута и сурьмы диаметром 0.5 мм и длиной 45 мм. Источником тока была термопара. Гальванометр был низкоомный, состоящий из одного витка медного толстого провода и магнитной стрелки. Отклонение магнитной стрелки при использовании в электрической цепи образца неизвестного сопротивления сравнивалось с отклонением стрелки при использовании образца с известным сопротивлением.

Так Пельтье сделал то, что не могли сделать другие. Он был азартным исследователем, который стремился реализовать то, что не удавалось другим.

Этот опыт не содержал ничего особенного. Кроме образца из висмута и сурьмы. Именно они в дальнейшем сыграли важнейшую роль при открытии эффекта Пельтье.

К опытам, которые привели Пельтье к открытию своего эффекта, его вела идея, о том что при малых токах должны возникать новые тепловые эффекты.

Пельтье пишет: «До сих пор тепловые эффекты, вызываемые электрическим током, не были измерены с помощью чувствительных приборов, чтобы мы могли насладиться разнообразием явлений, которые наступают, при низкой интенсивности тока».

В настоящее время мы все знаем, что тепло Джоуля-Ленца пропорционально квадрату тока, а эффект Пельтье – только первой степени. Поэтому, при снижении величины тока тепло Джоуля-Ленца будет убывать быстрее, дав возможность проявиться эффекту Пельтье. Что и произошло в опытах Пельтье.

Но Пельтье об этом ничего не знал. Можно только изумляться проницательности Пельтье, который ожидал новых эффектов при малых токах.

Схема эксперимента, приведшего к обнаружению эффекта Пельтье, состояла из термогенератора, низкоомного гальванометра и изготовленных ранее стержней из висмута или сурьмы (рис. 8).

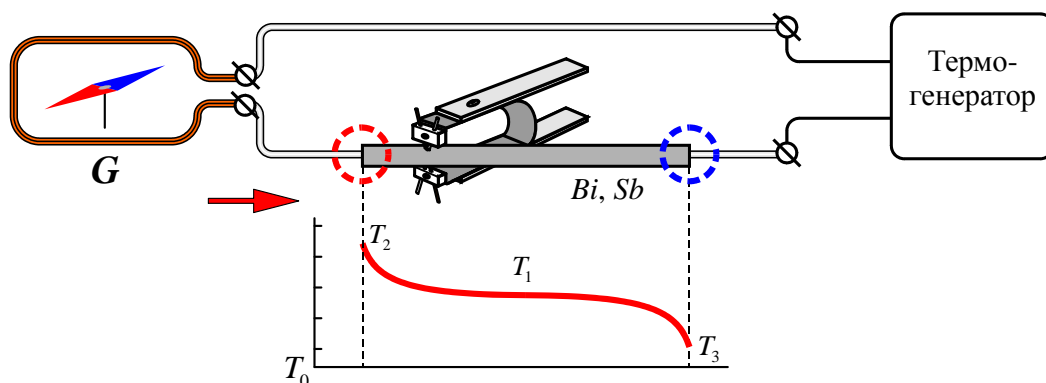


Рис. 8. Схема эксперимента Пельтье, которая привела к открытию его эффекта.
1 – распределение температуры вдоль стержня, T_2 , T_3 – аномалии температуры.

Для измерения температуры вдоль стержня использовался термоскоп.

Пельтье пропускал через стержень электрический ток и измерял термоскопом его разогрев. Как и предполагал Пельтье, в центральных частях образцов наблюдался равномерный на-

грев током до температуры T_1 . Однако в местах контактов образцов с проводниками из меди имели место явно выраженные аномалии температуры – дополнительный нагрев до температуры T_2 на одном конце образца и охлаждение до T_3 на другом. Изменение направления тока меняло картину распределения температуры на обратную.

Таким образом эффект Пельтье состоял в аномальном выделении и поглощении тепла в местах соединения двух разных проводников, если через них пропускать электрический ток.

Открытие своего эффекта Пельтье обнаружил впервые 21 апреля 1834 года.

Пельтье, конечно, ожидал, что его открытие найдет какой-то отклик в научных кругах того времени. Однако, этого не произошло. Открытие Пельтье не привлекло особого внимания научной общественности. На это было несколько причин.

Во-первых, потому что от этого эффекта никто не видел никакой реальной пользы. Во-вторых, потому что открытие сделал малообразованный человек, который мог просто ошибаться. В-третьих, эффект не могли повторить в других лабораториях.

Последнее легко объяснялось, поскольку у других исследователей не было столь чувствительной аппаратуры, подобной созданной Пельтье.

Чтобы убедить в наличии эффекта, Пельтье придумывает исключительно простой, изящный и, на его взгляд, убедительный эксперимент, который был назван «термокрестом».

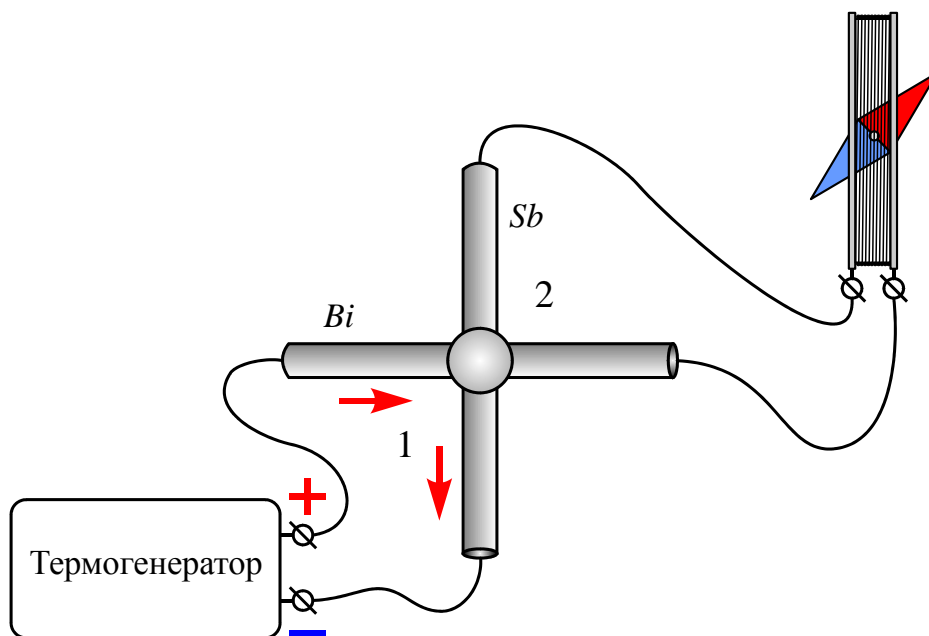


Рис. 9. Термокрест Пельтье.

1, 2 – термопары из Bi и Sb, 3 – гальванометр.

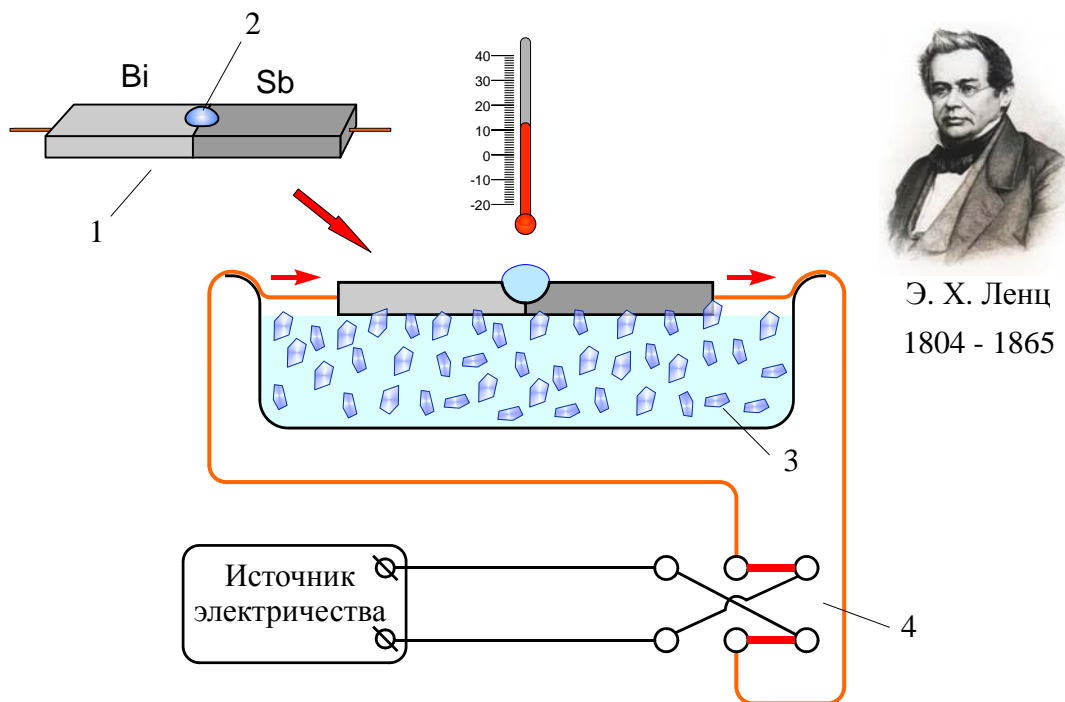
Прибор действительно имел вид креста из двух брусков, соединенных средними областями. Один брусок был из висмута, другой из сурьмы. Такой «термокрест» образовывал две термопары, 1 и 2, соединенные в местах их спаев.

Эксперимент состоял в следующем. Через одну термопару пропускался электрический ток, приводящий к охлаждению спая из-за действия эффекта Пельтье. Наличие такого охлаждения фиксировалось второй термопарой.

Однако и этот эксперимент не убеждал скептиков.

Конец сомнениям в существовании эффекта Пельтье поставил петербургский ученый Ленц в 1838 году.

Для этого он создал экспериментальную установку (рис. 10), основной частью которой были два спаянных встык прямоугольных стержня из висмута и сурьмы. В месте спая было сделано углубление, в которое помещалась капля воды.



Э. Х. Ленц
1804 - 1865

Рис. 10. Схема эксперимента Ленца.

1 – Стержень из Bi и Sb, 2 – углубление с каплей воды, 3 – тающий лед, 4 – коммутатор тока.

Стержень был приведен в контакт с поверхностью воды, где плавал тающий лед. Концы стержня были присоединены к источнику электричества с коммутатором тока. Коммутатором производилось изменение направления тока.

При протекании тока от висмута к сурьме капля воды замерзала, а термометр регистрировал температуру $-4.5\text{ }^{\circ}\text{C}$. При изменении направления тока капля оттаивала.

Так был реабилитирован эффект Пельтье, а Ленц прославился тем, что впервые с помощью термоэлектричества получил лед.

После подтверждения своего эффекта Пельтье увлекся другими исследованиями. Он изучал влияние электричества на растения.

Он создал очень чувствительный измеритель влажности, применив в нем термобатарею.

Пельтье изучал электрические потенциалы между Землей и воздухом. Для этого он использовал провод, один конец которого располагался на высоте 25 м, а второй – в колодце на глубине 12 м. В разрыв провода был вмонтирован сверхчувствительный гальванометр. Он установил связь между погодными условиями и показаниями прибора.

В целом, он внес большой вклад в развитие научной базы метеорологии.

Темп жизни Пельтье был очень высок. Он работал на износ. Ученый писал: «Я лучше умру на 10 лет раньше и оставлю после себя открытия, которые будут напоминать мое имя».

Этот жизненный план Пельтье реализовался. Он умер 27 октября 1845 года в возрасте 60 с половиной лет. Имя его знает весь образованный мир.

Литература

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., 1846, pp. 219-225.
2. Nouvelles experiences sur la caloricitе des courants electriques // *Annal. de Chimie*, LVI., 1834, pp. 371-386; *L'Institut*, II., 1834, pp. 133-134, 265-266.
3. Pluie de crapauds // *L'Institut*, II., 1834, pp. 346-347.
4. Experiences electro-magnetiques // *Annal. de Chimie*, LX., 1835, pp. 261-271.
5. Nouvelle observation meteorologique et electrique // *Paris, Bull. Soc. Sci. Nat.* 1835, pp. 90-91.
6. Observations microscopiques sur les animalcules // *Paris, Bull. Soc. Sci. Nat.* 1835, pp. 92-95.
7. Electricite comparee du sol et des nuages // *Paris, Comptes Rendus*, I., 1835, pp. 94-95.
8. Sur la conductibilite electrique // *Paris, Comptes Rendus*, I., 1835, pp. 203-204.
9. Sur une production d'electricite qui est due au simple contact de deux corps heterogenes // *Paris, Comptes Rendus*, I., 1835, pp. 360-361.
10. Lettre sur la puissance relative des divers metaux pour coercer l'electricite // *Paris, Comptes Rendus*, I., 1835, pp. 470-471.
11. Observations sur quelques causes d'erreur dans les mesures des tensions electriques // *Annal de Chimie*, LXII., 1836, pp. 422-432; *Paris, Soc. Philom. Proc. Verb.* 1836, pp. 41-44.
12. Definition des mots quantite et intensite electriques, tiree d'experiences directes // *Annal de Chimie*, LXIII, 1836, pp. 245-255; *Froiep, Notizen*, XLVII., 1836, pp. 177-179; *Paris, Comptes Rendus*, II, 1836, pp. 475- 476.
13. Lettre sur les animaux microscopiques // *Paris, Comptes Rendus*, II., 1836, pp. 134-135.
14. Electricite des nuages // *Paris, Comptes Rendus*, III., 1836, pp. 145-148.
15. Explication de phenomene // *Paris, Comptes Rendus*, III., 1836, pp. 148-149.
16. Observations nouvelles sur quelques animaux microscopiques, principalement sur une Vorticelle // *Paris, Soc. Philom. Proc. Verb.* 1836, pp. 4-6.
17. Rhizopodes // *Paris, Soc. Philom. Proc. Verb.* 1836, p. 30.
18. Sur les effets negatifs des courants electriques sur les vegetaux et les animaux // *Paris, Soc. Philom. Proc. Verb.* 1836, pp. 45-46.
19. Nouvelle espece de Floscularia // *Paris, Soc. Philom. Proc. Verb.* 1836, pp. 63-64.
20. Note sur un mode de propagation des Arcelles vulgaires et scutelliformes (*Arcellæ aculeatæ*, Erh.) // *Paris, Soc. Philom. Proc. Verb.* 1836, pp. 64-66.
21. Recherches experimentales sur les divers phenomenes qui concourent a l'effet general des piles electriques // *Paris, Comptes Rendus*, IV, 1837, pp. 64-66; *Annal. de Chimie*, LXVII., 1838, pp. 422-444.
22. Sur l'electricite dynamique engendree par le frottement // *Paris, Comptes Rendus*, IV., 1837, pp. 172-173.
23. Sur une propriete assignee par M. De la Rive aux courants magneto-electriques // *Paris, Comptes Rendus*, IV., 1837, pp. 907-908; *Quetelet, Corresp. Math.* IX., 1837, pp. 210-211.
24. Quelques observations sur la solubiliе et la dilution des corps // *Paris, Soc. Philom. Proc. Verb.* 1837, pp. 70-75.
25. Observations sur les courants magneto-electriques // *Paris, Soc. Philom. Proc. Verb.* 1837, pp. 94-95.
26. Solution de la theorie de la pile. *Paris, Soc. Philom. Proc. Verb.* 1837, pp. 103-105.
27. Observations sur la structure des muscles et experiences sur la contraction. *Ann. Sci, Nat.* IX. (Zool.), 1838, pp. 89-96.
28. Observations sur une nouvelle espece de Floscularia. *Ann. Sci. Nat.* X. (Zool.), 1838, pp. 41-46.

29. Evaluation comparative des electricite statiqueet dynamique Paris, Comptes Rendus, VI., 1838, pp. 816-818.
30. Sur la difference de capacite electricque des differents corps. Paris, Comptes Rendus, VII., 1838, pp. 965-968; Sturgeon, Ann. Electr. III., 1838-39, pp. 560-563.
31. Sur l'origine et le developpement des zoospermes de la Grenouille. Paris, Soc. Philom. Proc. Verb. 1838, pp. 43-44.
32. Memoire sur la formation des tables des rapports qu'il y a entre la force d'un coarant electricque et la deviation des aiguilles des multiplicateurs ; suivi de recherches sur les causes de perturbation des couples thermo- electricques et sur les moyens de s'en garantir dans leur emploi a la mesure des temperatures moyennes. Annal. de Chimie, LXXI., 1839, pp. 225-313.
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. 1839, pp. 20-23 ; Ann. Sci. Nat XI. (Zool.), 1839, pp. 313-316.
34. Observations sur le fait precedent. Annal. de Chimie, LXXV., 1840, pp. 330-333.
35. [Note sur la reproduction du Leucophrys vesiculosa.] Paris, Soc. Philom. Proc. Verb. 1840, pp. 74-75.
36. Sur l'electricite atmospherique. Paris, Soc. Philom. Proc. Verb. 1840, pp. 104-106; Sturgeon, Ann. Electr. VI., 1841, pp. 135-137.
37. Recherches sur la cause de l'electricite des nuages. Paris, Comptes Rendus, XII., 1841, pp. 307-309 ; Archives de l'Electr. I., 1841, pp. 258-261 ; Bibl. Univ. Archives, I., 1841, pp. 258-261 ; Sturgeon, Ann. Electr. VII., 1841, pp. 370-372.
38. Temperature de l'eau placee sur un corps incandescent. Paris, Soc. Philom. Proc. Verb. 1841, pp. 5-7.
39. Recherches sur la cause des phenomenes electricques de l'atmosphere et sur les moyens d'en recueillir la manifestation. Annal. de Chimie, IV., 1842, pp. 385-433; Sturgeon, Ann. Electr. X., 1843, pp. 424-453; Taylor, Scientif. Mem. III., 1843, pp. 377-415.
40. Sur la nature de l'electricite de l'air. Bruxelles, Acad. Sci. Bull. IX., 1842, pp. 416-422.
41. Sur les diverses especes de brouillards. Bruxelles, Acad. Sci. Bull. IX., 1842 (pte.2), pp. 148-157, 496-500; Annal. de Chimie, VI., 1842, pp. 129-155; Bibl Univ. XLII., 1842, pp. 368-393; Walker, Electr. Mag. I., 1845, pp. 416-417.
42. Sur les courants electricques propres aux animaux. Paris, Soc. Philom. Proc. Verb. 1842, pp. 26-27.
43. Sur l'electricite atmospherique. Bruxelles, Acad. Sci. Bull. X., 1843, pp. 201-207.
44. Sur le developpement des l'electricite par un jet de vapeur. Bruxelles, Acad. Sci. Bull. X., 1843, pp. 318-322; Walker, Electr. Mag. I., 1845, pp. 450-453.
45. Meteorologie electricque. Archives de l'Electr. IV., 1844, pp. 173-224.
46. Remarques sur quelques anomalies apparentes dans les phenomenes electricques produits par la foudre. Archives de l'Electr. IV., 1844, pp. 580-583.
47. Essai de coordination des causes qui precedent, produisent et accompagnent les phenomenes electricques. Bruxdles, Acad. Sci. Bull. XI., 1844 (pte. 2), pp. 31-34; Bruxelles, Memoires Couronn. XIX., 1845-46.
48. Sur l'electricite de la vapeur produite par les locomotives. Bruxelles, Acad. Sci. Bull. XI, 1844 (pie. 2), pp. 34-39.
49. [Sur la separation et l'individualisation des parties des animalcules au moyen de l'inanition.] Paris, Comptes Rendus, XVIII, 1844, pp. 161-162.
50. [Observation d'un double coup de foudre ascendante pendant l'orage du 9 Sep- tembre 1844.] Paris, Comptes Rendus, XIX., 1844, p. 527.
51. Sur l'electricite des vapeurs provenant des bouilleurs a naute pression. Paris, Soc. Philom. Proc.

- Verb. 1844 pp. 58-62 ; Archives de l'Electr. IV., 1844, pp. 474-479; Walker, Electr. Mag. I, 1845, pp. 453-457.
52. Sur plusieurs causes d'erreur dans les observations de meteorologie electrique. Paris, Soc Philom. Proc. Verb. 1844, pp. 70-74.
53. Observations sur les trombes. Paris, Soc Philom. Proc Verb. 1844, pp. 80-82.
54. Recherches sur la cause des variations barometriques. Bruxelles, Memoires Couronn. XVIII., 1844-45; Bruxelles, Acad. Sci. Bull XII, 1845, pp. 91-106; Walker, Electr. Mag. II., 1846, pp. 147-153.
55. Sur les modifications eprouvees par les fils de metal qui ont servi longtemps de conducteurs electriques. Archives de l'Electr. V., 1845, pp. 182-184.
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., 1845, pp. 453-488.
57. Sur la cause des oscillations du niveau a bulle d'air. Paris, Soc Philom. Proc. Verb. 1845, pp. 47-50 ; Grunert, Archiv, VII., 1846, pp. 1-3.
58. Theorie de l'electricite atmospherique. Ann. Met. de France, 1850, pp. 180-183.
59. Peltier, Athanase, et Auguste, Bravais. Observations faites dans les Alpes sur la temperature d'ebullition de l'eau. Paris, Comptes Rendus, XVIII., 1844, pp. 572-583.
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, 1841. – 444 p.
61. Mémoire sur les diverses espèces de brouillards / M. Ath. Peltier. - 1842. - T. XV. – 25 p.
62. Observations sur les multiplicateurs et sur les piles thermo-électriques / J. C. A. Peltier // Paris: Imprimerie de E.-J. Bailly, place Sorbonne, 2, 1839. – 14 p.
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, 1839.-7p.
64. Sur l'electricite dynamique engendree par le frottement // Paris, Comptes Rendus, T. IV., 1837. - P. 172-173.
65. Nouvel hygromètre // Paris, Comptes Rendus, T. IV., 1837. - P. 767.
66. Sur une propriete assignee par M. De la Rive aux courants magneto-electriques // Paris, Comptes Rendus, T. IV., 1837, pp. 907-908.
67. Thermoelectricity / Bernard S. Finn // Washington, Electronics and Electron Physics, T. 50, 1980. – P. 182-184.
68. Thermoelectrics Handbook: Macro to Nano / 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., 1836, p. 176.
70. Courants electro-chimiques produits par le mercure / Lettre de M. Peltier a M. Becquerel // Paris, Comptes Rendus, VI., 1838, pp. 303-304.
71. Polarite secondaire des courants electriques / Lettre de M. Peltier // Paris, Comptes Rendus, VII., 1838, p.763; Bibl.Univ. XVIII., 1838, pp. 186-187.
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., 1839, pp. 112-115.
73. Sur les transports opere par la foudre / Lettre de M. Peltier // Paris, Comptes Rendus, X., 1840, pp. 202-204.
74. Recherches sur la cause qui maintient reunies les vapeurs dont se composent les nuages / Lettre de M. Peltier // Paris, Comptes Rendus, X., 1840, pp. 841-842.

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., 1840, pp. 908-910.
76. Sur le developpement des courants electriques par suite de la dissolution des gaz dans un liquide / Lettre de M. Peltier // Paris, Comptes Rendus, XVI., 1843, pp. 1006-1008.
77. Sur la nature electrique des trombes. [Trombe de Cette.] / Lettre de M. Peltier // Paris, Comptes Rendus, XIX., 1844, pp. 1210-1212; Palomba, Raccolta, I, 1845, pp. 7-10 ; Walker, Electr. Mag. II., 1846, pp. 7-11.
78. W. Thomson. The Bakerian Lecture. – On the Electro-dynamic Qualities of Metals // Philosophical Transactions of the Royal Society of London. – 1856. – Vol. 146, № 3. – P. 653-654.
79. Extension of Kelvin's Thermoelectric Theory // Nature, Letters to editor. – 1903. – Vol. 68, № 1752. – P.78-79.
80. D.D. Pollock. Thermoelectricity: theory, thermometry, tool (ASTM; 852). – 1985, pp. 2-6, 111-118, 244.
81. А.А. Буряк, Н.Б. Карпова. Очерки развития термоэлектричества / Буряк А.А., Карпова Н.Б.; Отв. Ред.. Анатичук Л.И.; АН УССР. Ин-т физики. – К.: Наукова думка, 1988. – С. 8-10.
82. Кухлинг Х. Справочник по физике: пер. с нем. 2-е изд. – М.: Мир, 1985. – С. 374-375.
83. Термоэлектрические материалы и преобразователи / Под ред. А.И. Карчевского. – М.: «Мир», 1964. – С.11-23.
84. В.Д. Горбоконенко, Н. Ученду. Исследования в области термоэлектричества // Сборник статей межд. научной конференции, 20-22 ноября 2012 г. – Ульяновск: УЛГТУ, 2012. – С. 97.
85. А.Г. Самойлович. Термоэлектрические и термомагнитные методы превращения энергии: конспект лекций. – Черновцы: Рута, 2006. – С. 72-73.
86. Ф. Розенберг. История физики: пер. с нем. / под ред. Сеченова И. – М., 1935. – С. 201.
87. Самойлович А.Г., Коренблит Л.Л. Современное состояние теории термоэлектрических и термомагнитных явлений в полупроводниках // УФН. – 1953. – Т.49, № 2. – С. 244-246.
88. Пельтье, Атаназ // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона: В 86 томах (82 т. и 4 доп.). – СПб., 1890 – 1907.
89. Храмов Ю. А. Пельтье Жан Шарль Атаназ (Peltier Jean Charles Athanase) // Физики: Биографический справочник / Под ред. А. И. Ахиезера. – Изд. 2-е, испр. и дополн. – М.: Наука, 1983. – С. 211. – 400 с.
90. Сивухин Л. В. Общий курс физики. Том III. Электричество. – М.: Наука. – 1977. – 704 с.
91. Яворский Б. М., Детлаф А. А. Справочник по физике: для инженеров и студентов ВУЗов. – Изд. 4-е, перераб. – М.: Наука – Главная редакция Физико-математической литературы, 1968. – 417 с.
92. Ландау Л.Д., Ліфшиц О.М. Теоретична фізика: Учеб. пособ.: Для вузів. У 10. т. Т. VIII. Електродинаміка суцільних середовищ. – 4-е вид., Стереот.-му.: Фізматліт, 200 т. – 1982. – 624 с.
93. Ансельм А. И. Введение в теорию полупроводников, 2 изд., М., 1978. – 616 с.
94. Аскеров Б. М. Электронные явления переноса в полупроводниках, М., 1985. – 320 с.
95. Термодинамика необратимых процессов / С.Р. де Грот // Государственное издательство технико-теоретической литературы: М., 1956. – С. 174-197.

Поступила в редакцию 12.02.2015.