



Е. Г. Опарин

Физические основы бестопливной энергетики

Ограниченнность
второго начала
термодинамики



«Латон мне друг
по истине дороже»

Аристотель



URSS

Е. Г. Опарин

**ФИЗИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ
БЕСТОПЛИВНОЙ
ЭНЕРГЕТИКИ**

**ОГРАНИЧЕННОСТЬ
ВТОРОГО НАЧАЛА
ТЕРМОДИНАМИКИ**

Издание третье

МОСКВА



ББК 22.317

Опарин Евгений Григорьевич

Физические основы бестопливной энергетики: Ограничность второго начала термодинамики. Изд. 3-е. — М.: Издательство ЛКИ, 2007. — 136 с. (Relata Referto.)

Против абсолютизации второго начала термодинамики выступали многие известные ученые, такие как Й. Лошмидт, Л. Ж. Гуй, К. Э. Циолковский, Л. Сшиллард, П. К. Ощепков и многие другие. В книге показано, что кроме рассмотренной С. Карно и канонизированной классической физикой и термодинамикой модели неполного преобразования тепла в работу с частичной передачей тепла холодильнику природой вещей не запрещена модель полного преобразования тепла в любой другой вид энергии без передачи тепла холодильнику. Рассмотренные в книге как мысленные эксперименты, так и экспериментально проверенные и запатентованные опытные образцы нормально функционируют по модели полного преобразования тепла в другие виды энергии в среде с постоянной температурой вопреки принципу Карно и канонам классической физики и термодинамики, являясь, по существу, опытными образцами вечного двигателя второго рода. Из книги следует, что этот очевидный парадокс легко разрешим тем, что классическая физика и термодинамика совершенно необоснованно возвели в принцип и канонизировали выводы Карно, полученные для ограниченной модели неполного преобразования тепла в работу с частичной передачей тепла холодильнику.

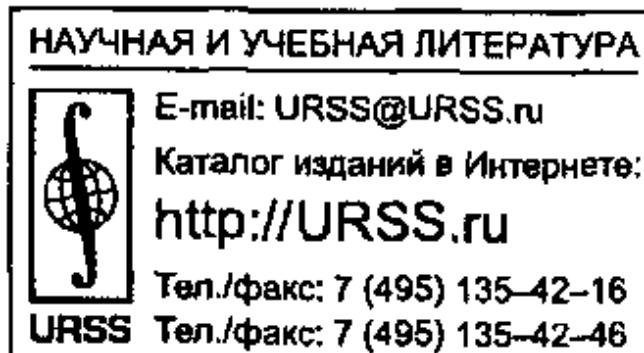
Книга предназначена для научных работников и инженеров, занимающихся разработкой нетрадиционных источников энергии, и вносит свою лепту в, казалось бы, разрешенный классической физикой и термодинамикой вечный спор о вечном двигателе.

Издательство ЛКИ, 117312, г. Москва, пр-т 60-летия Октября, 9.
Формат 60×90/16. Печ. л. 8,5. Зак. № 947.

Отпечатано в ООО «ЛЕНАНД», 117312, г. Москва, пр-т 60-летия Октября, д. 11А, стр. 11.

ISBN 978-5-382-00132-6

© Е. Г. Опарин, 2003, 2007
© Издательство ЛКИ, 2007



Все права защищены. Никакая часть настоящей книги не может быть воспроизведена или передана в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, будь то электронные или механические, включая фотокопирование и запись на магнитный носитель, а также размещение в Интернете, если на то нет письменного разрешения владельцев.

Оглавление

От издательства	4
Предисловие редактора	5
Глава 1. «Размышления...» Сади Карно — фундамент классической термодинамики	8
Глава 2. Принцип Клаузиуса. Введение понятия энтропия. Многозначность понятия энтропия	14
Глава 3. Аксиома Томсона и формулировка Оствальда	19
Глава 4. О необратимости тепловых процессов	23
Глава 5. Возведение второго начала термодинамики в ранг всеобщего физического принципа. «Всеобщее значение» энтропии. Множество тождественных формулировок второго начала термодинамики	26
Глава 6. Распространение второго начала термодинамики на Вселенную. Абсурдность теории тепловой смерти Вселенной	30
Глава 7. Демон Maxwell'a и идея Гуи	34
Глава 8. Возражения против демона Maxwell'a и идеи Гуи	38
Глава 9. О возражениях Смолуховского, Эйнштейна и Беннета	42
Глава 10. Открытие К.Э. Циолковского в области термодинамики	49
Глава 11. Антиэнтропийные процессы	57
Глава 12. О доказательстве теоремы Карно	63
Глава 13. О доказательстве второго начала термодинамики и невозможности вечного двигателя второго рода	71
Глава 14. Методологические основы термодинамики	81
Глава 15. Парадигма, становление новой парадигмы и принцип соответствия	98
Глава 16. «Жизнь и мечта» П.К. Ощепкова	104
Глава 17. Возражения приверженцев классической термодинамики против ограниченности второго начала и позиция АН СССР и РАН	108
Глава 18. Ошибки, парадоксы, заблуждения и догмы термодинамики	115
Глава 19. Основы монотермии — науки о полном преобразовании тепла в другие виды энергии. Логическая замкнутость монотермии	120
Вместо заключения	125
Литература	126

От издательства

Эта книга продолжает серию «Relata Refero» (дословный перевод — *рассказываю рассказанное*). Это изречение можно понимать и трактовать по-разному.

Кому-то может показаться, что, спрятавшись за гриф «Relata Refero», издательство хочет отмежеваться от публикуемых в этой серии текстов. Кто-то, наоборот, усмотрит в этом намерение ошараширить публику проблемными текстами и сорвать скандальные аплодисменты. Найдутся, возможно, и такие, которые вообще истолкуют эту серию как издевку над всем, что отклоняется от традиционного русла.

Нам же, однако, хотелось бы верить, что Читатель поймет настоящую причину, побудившую издательство взяться за выпуск этой серии. А подсказкой Читателю будет помещенное на обложке высказывание Аристотеля, для которого, как гласит предание, поиск истины оказался выше личной дружбы с Платоном.

Мы надеемся, что публикуемые в этой серии тексты внесут, несмотря на свое противостояние установившимся канонам, свой вклад в познание Истины.

Предисловие редактора

С тех пор как люди стали использовать простейшие машины, их не оставляла мечта о вечном и неограниченном источнике движения. Первые упоминания о вечных двигателях встречаются в индийских и арабских трактатах по математике и астрономии, относящихся к началу XII века. Больше всего описаний и проектов вечных двигателей приходится на XVII–XVIII века, период бурного развития естественных наук. С начала эры патентования (XVII век) до 1903 года изобретателям вечных двигателей было выдано 600 патентов. За последние три года XVIII века поступила 31 заявка на изобретение вечного двигателя, из них 10 от англичан, 8 от американцев, 5 от немцев, 3 от французов, 2 от австралийцев и по одной из Австрии, Бельгии и России [1]. Затем патентные бюро (не говоря о научных журналах) практически закрыли двери для изобретателей вечных двигателей, число энтузиастов, занимающихся этой проблемой, стало сокращаться, и в конце прошлого века на объявление Би-Би-Си откликнулось всего несколько человек, из которых только двое имели хоть какие-то проекты, причем один из них пытался опровергнуть условие равновесия на наклонной плоскости, открытное еще в XVI веке Симоном Стивином [1].

Вопреки распространенному мнению поисками вечного движения занимались не только люди малообразованные или мошенники. Наброски моделей вечных двигателей есть в записках Леонардо да Винчи, хотя он же одним из первых отрицал возможность реализации подобных проектов. Среди тех, кто посвятил какое-то время поискам решения проблемы вечного движения, такие известные ученые, как П. Перегрино, К. Дреббель, Р. Бойль, Д. Папен, У. Конгрейв, И. Бернулли.

Притягательная сила идеи вечного движения очень велика. Изобретение двигателя с неисчерпаемым источником энергии, который, к тому же, в отличие от атомных двигателей, безопасен и не приводит к загрязнению окружающей среды, позволило бы решить множество насущных задач, стоящих перед человечеством. Поэтому, наверное, энтузиасты, стремящиеся облагодетельствовать человечество и не останавливающиеся перед огромными затратами времени, ресурсов, здоровья в погоне за невозможным, никогда не исчезнут. Важно, на каком уровне проводят они свои изыскания.

Вряд ли кто-нибудь сейчас примет всерьез проект вечного двигателя первого рода (французская Академия наук отказалась рассматривать такие проекты еще в 1775 году). Другое дело — проект вечного двигателя второго рода. Найти ошибку в таком проекте иногда бывает довольно трудно, но в конце концов она всегда находится.

В предлагаемой Вашему вниманию небольшой книге действительного члена Международной академии энергетических инверсий им. П. К. Ощепкова, действительного члена Русского физического общества Е. Г. Опарина рассмотрено несколько моделей вечных двигателей второго рода и сходных устройств, некоторые из которых, по словам автора, действующие. Однако только описание подобных моделей было бы недостаточным основанием для публикации книги. Она представляет интерес еще и потому, что привлекает внимание к фундаментальным проблемам физики и теории информации, которые только с виду просты и очевидны, а на самом деле довольно сложны для понимания. В первую очередь речь идет о понятии энтропии и втором начале термодинамики.

Автор справедливо отмечает недостаточную логическую обоснованность многих общепринятых формулировок и высказываний в этой области. Его замечания могут представлять интерес как для преподавателей термодинамики, так и для студентов, желающих глубже разобраться в ее основах.

Читая предлагаемую книгу, необходимо иметь в виду следующее.

Физика, в отличие от большей части математики, представляет собой науку приближенную. Это значит, что она оперирует, в основном, со средними значениями измеряемых величин. В особенности это относится к термодинамике и статистической физике, где усреднение проводится по большому числу частиц и по большим интервалам времени. Абсолютизация любых формулировок, их буквальное понимание, в физике противопоказаны. Возможно, единственным абсолютным законом является закон сохранения энергии. Но и к этому закону можно относиться по-разному. Так, лауреат Нобелевской премии П. И. В. Дебай, выступая в 1925 году перед сотрудниками американского Бюро стандартов, заявил, что для согласования явления интерференции света с квантовой механикой необходимо допустить, что закон сохранения энергии верен только в статистическом смысле [1]. В еще большей мере это относится к энтропии и второму началу термодинамики.

Верховный судья в физике — эксперимент. Поэтому большой интерес представляют действующие вечные двигатели, описанные автором. Возможно, найдутся читатели, которые ими заинтересуются и возьмут на себя труд воспроизведения и тщательного анализа экспериментов. В любом случае, анализ описанных автором проектов и мысленных экспериментов представляет собой хорошее и полезное упражнение по теоретическим основам физики для студентов. Это — еще одно соображение в пользу публикации книги.

Некоторые из описанных в предлагаемой книжке проектов имеют свои прообразы в прошлом. Так, двигатель, в котором в качестве рабочего тела использован аммиак, претерпевающий фазовый переход, был рассчитан и предложен профессором Гемджи (Канзас, США) в 1880 году. Этот проект рассматривал президент США Дж. А. Гарфилд с несколькими министрами, поскольку в его реализации было заинтересовано воен-

но-морское ведомство. Однако двигатель Гемджи так никогда и не был построен. Несколько позже Ч. Триплер (Нью-Йорк) предложил двигатель, в котором использовался цикл с охлаждением и испарением воздуха. Но и этот двигатель никогда не заработал. Двигатель, в котором использовалось увеличение скорости жидкости при истечении из инжектора, был предложен примерно в то же время Дж. Гамильтоном (Нью-Йорк), но и этот двигатель оказался неработоспособным. Существовало также множество проектов, в которых использовались капиллярные явления. Обзоры разнообразных проектов вечных двигателей приведены в [1–4].

Развитие науки открыло перед изобретателями вечных двигателей новые возможности. Можно ожидать, что в будущем появятся проекты, основанные на новых принципах, а значит и новые задачи для любителей физики.

Литература

1. Орд-Хьюм А. Вечное движение. М.: Знание, 1980.
2. Перельман Я. И. Занимательная физика: Кн. 1. М.: Наука, 1979.
3. Angrist S. W. Perpetual motion machines // Scientific American. 1968. Vol. 218. P. 114–122.
4. Гильберт Л. Новая энергетика. Дрезден, 1912.

ГЛАВА 1

«Размышления...» Сади Карно — фундамент классической термодинамики

Теплота, работа и процессы их взаимного преобразования известны человечеству с древних пор. Еще на заре цивилизации человек научился превращать работу в теплоту. Обратный процесс превращения тепла в работу был также известен с незапамятных времен. Без сомнения, люди не могли не наблюдать преобразование тепла в работу при кипении воды в закрытых крышками сосудах: кастрюлях, котлах, чайниках и т. п. В древности было известно, что образующийся при кипении воды «воздух» занимает больший объем, чем вода и производит давление на крышки сосудов, с большой силой поднимая их, совершая при этом механическую работу. В те, отдаленные от нас времена, люди не только наблюдали, но и использовали превращение тепла в работу в различных игрушках. Так, Герон Александрийский привел описание таких игрушек — танцующего шарика и эолипила.

Попытки преобразования тепла в работу для привода машин предпринимались уже в XVI веке. В 1543 году капитан Браско де Гарай пытался преобразовать тепло топки в работу с помощью большого парового котла, пар из которого приводил в движение колеса корабля. В 1629 году итальянский инженер Джованни Бранка привел описание мельницы, приводимой в движение паром.

Однако, идея преобразования тепла в работу не получила в те времена дальнейшего развития, и производительные силы общества использовали для своих нужд в качестве источников энергии силу мышц людей и животных и природные силы — падающую воду и ветер. Потребность в новом универсальном источнике энергии вынудила реализовать давнюю идею преобразования тепла в работу.

Первой практически примененной «огненной машиной» был водяной насос французского физика и изобретателя Дени Папена, ученика и друга Р. Бойля. Джеймс Уатт получил патент на свою паровую машину почти 80 лет спустя, в 1769 году. Позднее Уатт значительно усовершенствовал конструкцию паровой машины и получил универсальную, удобную в эксплуатации, быстродействующую и экономичную для того времени тепловую машину.

В «отсталой» царской России идея преобразования тепла в работу неразрывно связана с именем Ивана Ивановича Ползунова. В апреле 1762 года И. И. Ползунов обратился с письмом к начальнику Колываново-Воскресенских заводов генерал-майору Поронину с просьбой отпустить

средства на постройку огненной машины. Об этом проекте Ползунова было доложено в Петербург Кабинету Ее Величества, и по указу Императрицы Екатерины II от 19 ноября 1763 года были выделены средства на постройку парового двигателя. 16 мая 1766 года Ползунов умер, а испытания его паровой машины состоялись 20 мая 1766 года. После успешных испытаний паровая машина мощностью около 40 л. с. в 1766 году была установлена на Колываново-Воскресенских заводах на Алтае.

Идея преобразования тепла в работу была успешно воплощена в металле. Медленно, но уверенно росла как температура (давление пара), так и мощность паровых двигателей. Если в 1800 году давление пара паровых машин составляло $0,35 \div 0,7$ МПа, то в 1823–1827 годах уже пытались работать с давлением пара до 5,6 МПа.

Быстро рос выпуск паровых машин. За период с 1785 по 1800 год завод Уатта и Болтона выпустил 79 машин с общей мощностью 1206 л. с., а через четверть века в одной Англии насчитывалось 1500 паровых машин с общей мощностью около 80 тыс. л. с.

Теплотехникам было очевидно, что без разности температур между паровым котлом и холодильником (окружающей средой), без горячей топки, без сжигания топлива паровая машина работать не может. Теплотехника этого периода эмпирически пришла к выводу, что для повышения эффективности паровых машин, для получения большей работы на единицу топлива, большего коэффициента полезного действия (КПД) необходимо увеличивать давление пара в кotle, следовательно, необходимо увеличивать температуру котла, т. е. разность температур между паровым котлом и холодильником. И успешно проходил переход от паровых машин низкого давления к паровым машинам высокого давления.

Более подробно история теплотехники этого периода рассмотрена в ряде работ [41, 63, 68, 71, 87, 88, 96, 175, 176].

На этом этапе развития теплотехники практика создания и эксплуатации паровых машин обходилась без теории паровых машин, т. е. без теории преобразования тепла в работу.

Заполнить этот пробел решил 28-летний военный инженер, лейтенант французского Генерального штаба Никола Ленар Сади Карно. В 1824 году он опубликовал свою единственную работу «Размышления о движущей силе огня и машинах, способных развивать эту силу» [179].

Современники не обратили внимания на эти «Размышления...» Карно. Лишь спустя десять лет после выхода в свет «Размышлений...» и через два года после смерти их автора на эту работу обратил внимание Бенуа Поль Клапейрон, который вывел уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева—Клапейрона) и применил его к анализу цикла Карно [1]. Но и после анализа Клапейрона «Размышления...» не были оценены по достоинству. В 1849 году «Размышления...» Карно рассмотрел В. Томсон (lord Кельвин) и представил Лондонскому Королевскому обществу доклад «О теории Карно о движущей силе теплоты с численными результатами, полученными из опытов Реньо над парами» [17]. Однако

и после этого доклада Томсона «Размышления...» Карно все еще не были оценены по достоинству.

Так, проф. Б. Брюн писал: «Можно привести очень много доказательств индифферентного отношения ученых к идеям Карно. Шово в день смерти Кельвина излагал в академии, как в 1855 году случайно узнал, что глаузовский профессор посвятил много лекций работам Карно, существование которого едва ли знали во Франции.

В 1867 году Desains, автор классической работы о лучистой теплоте, излагал успехи науки о теплоте во Франции с начала истекшего столетия и он нигде не вспоминает имени Карно» [45].

Лишь значительно позже Карно, по определению А. К. Сухонина, стал «отцом второго начала термодинамики» [199], а его «Размышления...» стали фундаментом для различных формулировок второго начала.

Прежде чем перейти к сути теории Карно, необходимо остановиться на состоянии науки в XVIII веке и в начале XIX века и на терминологии и аналогии, которыми пользовался Карно.

Философы древней Греции считали, что в основе всех тепловых явлений лежит гипотетическое вещество — неизменная субстанция, заполняющая все тела — теплород. Так объяснял тепловые явления Платон в IV веке до н. э. Вещественная (субстанционная) теория тепла просуществовала в науке со времен Платона до середины XIX века. В XVIII веке и в начале XIX века в науке господствовала философская концепция, в соответствии с которой следовало разработать единую всеобъемлющую систему знания. Считалось, что в основе всех наблюдаемых электрических, магнитных, химических и тепловых явлений лежат «простые субстанции», т. е. неизменные, не зависящие ни от чего вещества. «Простые субстанции» представлялись в виде гипотетических невесомых жидкостей, заполняющих все тела и переходящих во время явлений из одного тела в другое, определяя свойства тел. Так, в соответствии с этой концепцией, электрические явления определяла электрическая жидкость, магнитные явления — магнитная жидкость; горение определял флогистон, тепловые явления — теплород.

Однако, кроме господствовавшей тогда теории теплорода, в то же время и также со времен древнегреческих философов существовала и другая теория теплоты, основанная на молекулярно-кинетических представлениях о строении материи, которая наиболее полно объясняла природу тепловых явлений.

Еще задолго до «Размышлений...» Карно выдающиеся ученые указывали на несостоятельность субстанционной теории теплоты. Так, М. В. Ломоносов в 1744 году разработал корпускулярную теорию тепла и представил Академии наук диссертацию «Размышления о причине тепла и холода», в которой пришел к следующему выводу: «Из всего этого совершенно очевидно, что достаточное основание теплоты заключается в движении. А так как движение не может происходить без материи, то необходимо, чтобы достаточное основание теплоты заключалось в дви-

жении какой-то материи... очевидно, что теплота состоит во внутреннем движении материи» [115].

В 1798 году граф Р. Румфорд провел решающий эксперимент по определению теплоемкости образующихся металлических стружек и сплошной металлической болванки того же состава, добыв тем самым экспериментальный научный факт несостоятельности субстанционной теории тепла.

В 1799 году Гэмфри Дэви на опыте показал, что трение в вакууме двух кусков льда друг о друга вызывает их плавление. Поясняя результаты этого опыта, Дэви писал: «Для объяснения явления отталкивания не требуется допущения какой-либо особой упругой жидкости, т. е. калорик (теплород — *E.O.*) не существует» [56].

Тем не менее, в своих «Размышлениях...» в 1824 году Карно все еще пользовался субстанционной теорией тепла и переливал теплород с более высокого ничем не определенного уровня на также ничем не определенный более низкий уровень.

Карно, представляя теорию тепловых машин, рассматривал преобразование тепла в работу в общем виде:

«Часто поднимали вопрос: ограничена или бесконечна движущая сила тепла, существует ли граница, которую природа вещей мешает перешагнуть каким бы то ни было способом, или напротив возможны безграничные улучшения» [179].

Карно отмечал, что только обобщенный подход может внести существенный вклад в теорию тепловых машин:

«Чтобы рассмотреть принцип получения движения из тепла во всей его полноте, надо его изучить независимо от какого-либо механизма, какого-либо определенного агента; надо провести рассуждения, приложимые не только к паровым машинам, но и ко всем мыслимым тепловым машинам, каково бы ни было вещество, пущенное в дело, и каким бы образом на него не производилось воздействие» [179] (выделено мной — *E.O.*).

С этой целью Карно впервые ввел в рассмотрение идеальную тепловую машину, имеющую нагреватель, холодильник и неизменное по массе рабочее тело.

Температура тела в теории теплорода представляла собой некоторый уровень, на который поднята гипотетическая жидкость. Поэтому выравнивание температур во времена Карно означало «восстановление равновесия теплорода». Из теории теплорода следовала аналогия между уровнями воды в водяном двигателе (водяной мельнице) и уровнями теплорода в тепловой машине. Как однородная жидкость в сообщающихся сосудах стремится к одному уровню, так и теплород, находящийся в тепловом контакте тел стремится к «восстановлению равновесия». Как вода, падая в водяном двигателе с более высокого уровня на более низкий, совершает работу, так и теплород в тепловом двигателе «падает» от уровня температуры парового котла (нагревателя) до уровня температуры холодильника, совершая при этом работу.

Анализируя работу паровой машины с использованием такой аналогии, Карно отмечал: «Получение движущей силы в паровых машинах сопровождается одним обстоятельством, на которое мы должны обратить внимание. Это обстоятельство есть восстановление равновесия теплорода, т. е. переход теплорода от тела, температура которого более или менее высока, к другому, где она ниже» [179].

Карно считал, что это очевидное и необходимое условие для получения работы в паровых машинах следует применять для любых преобразований тепла в работу.

«Мы показали, — писал Карно, — что в паровых машинах движущая сила происходит благодаря восстановлению равновесия теплорода; это имеет место не только для паровых машин, но и для всех машин, где теплород является двигателем. Очевидно, теплота может быть причиной движения только тогда, когда заставляет изменять объем или форму; эти изменения происходят не от постоянства температуры, но именно вследствие переменного действия тепла и холода: чтобы нагреть какое-либо тело надо иметь более теплое тело, чтобы его охладить — более холодное.

Необходимо отнять теплород у первого из этих тел для передачи второму посредством промежуточного вещества. Это-то и означает восстановить или по крайней мере, стараться восстановить равновесие теплорода» [179].

Эти заключения позволили Карно сформулировать «принцип получения движения из тепла», носящий его имя: для преобразования тепла в работу («чтобы вызвать появление движущей силы») в любом тепловом двигателе обязательным условием является разность температур; при отсутствии разности температур, в системе, находящейся в термодинамическом равновесии (т. е. только за счет одного источника тепла) невозможно «вызвать появление движущей силы» (работы).

Этот категорический запрет Л. Бриллюэн пояснил следующим образом:

«Принцип Карно имеет очень важное следствие: невозможно превратить тепло в работу, если имеется только один резервуар тепла. Превращение тепла в работу означало бы для такого единственного резервуара тепла... уменьшение энтропии системы. Но это находится в противоречии с абсолютно непротиворечивым утверждением о том, что полная энтропия изолированной системы может только возрастать» [43].

О принципе Карно Марian Смолуховский писал: «Принцип Карно, интуитивно осознанный им, мы называем со временем Клаузиуса вторым началом термодинамики. В силу доверия к большим достижениям термодинамики этот принцип возведен в ранг абсолютной, точной и не знающей исключения догмы» [193].

Рассматривая работу тепловой машины, Карно пришел к выводу, заключающемуся в том, что КПД идеальной тепловой машины не зависит от «промежуточного вещества», т. е. от рабочего тела: «Максимум

движущей силы, получаемой употреблением пара, есть также максимум движущей силы, получаемой любым средством» [179].

Для доказательства этого утверждения Карно ввел понятие идеальной тепловой машины, т. е. машины, работающей без трения и тепловых потерь, и впервые рассмотрел рабочий цикл, совершающийся рабочим телом этой машины. Этот цикл, состоящий из четырех последовательно проводимых процессов: двух изотермических и двух адиабатических, носит название цикла Карно.

Анализируя работу идеальной тепловой машины, Карно сделал заключение: «Движущая сила не зависит от агентов, взятых для ее развития, ее количество исключительно определяется температурами тел, между которыми в конечном счете производится перенос теплорода», т. е. КПД идеальной тепловой машины не зависит от рабочего тела и «исключительно определяется температурами нагревателя и холодильника». Это и есть теорема Карно в его редакции.

Карно указал условие, при котором КПД тепловой машины будет максимальным. Это условие заключается в том, что «в телах, употребляемых для развития движущей силы не должно быть ни одного изменения температуры, происходящего не от изменения объема» [179], т. е. необходимо, чтобы все процессы были обратимыми. Вывод формулы для КПД цикла Карно тепловой машины, работающей на идеальном газе, приведен в ряде курсов (см., например, [81, 131, 171, 174, 178]).

Если работа идеальной тепловой машины равна A , а количество теплоты, полученное от нагревателя с температурой T_1 , равно Q_1 , то, как известно, значение КПД цикла Карно, равно:

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}, \quad (1.1)$$

где Q_2 — количество теплоты, переданное холодильнику с температурой T_2 .

Принцип Карно и теорема Карно стали основой теории преобразования тепла в работу и являются фундаментом классической термодинамики.

ГЛАВА 2

Принцип Клаузиуса. Введение понятия энтропия. Многозначность понятия энтропия

Хотя с помощью вещественной теории телла можно было объяснить некоторые тепловые явления, например, расширение тел при нагревании, тем не менее уже к середине XIX века была окончательно показана несостоятельность теории теплорода, теплород был ликвидирован за ненадобностью и были сформулированы молекулярно-кинетические представления о строении материи.

В 1850 году один из основоположников второго начала термодинамики Рудольф Клаузиус показал, что выводы Карно, полученные на основании теории теплорода в его «Размышлениях...» не противоречат новым взглядам на теплоту, основанным на молекулярно-кинетических представлениях о строении материи.

Р. Клаузиус в книге «Механическая теория теплоты» пришел к следующему выводу:

«Различные соображения, касающиеся природы и поведения теплоты, привели меня к убеждению, что проявляющееся при теплопроводности и обыкновенном излучении тепла стремление теплоты переходить от более теплых тел к более холодным, выравнивая таким образом существующие разницы температур, связано так тесно с самой ее сущностью, что оно должно иметь силу при всех обстоятельствах. Поэтому я выдвинул в качестве принципа следующее предложение: теплота не может переходить сама собой от более холодного тела к более теплому» [83].

Поясняя далее выражение «сама собой» Клаузиус писал: «...теплота никогда не может накапливаться с помощью теплопроводности или излучения в более теплом теле за счет более холодного» и, заменив выражение «сама собой» выражением «без компенсации», Клаузиус приводит следующий принцип: «Переход теплоты от более холодного к более теплому не может иметь места без компенсации» [83].

Это утверждение было выдвинуто Клаузиусом «в качестве принципа», который, по его мнению, должен «иметь силу при всех обстоятельствах» и известен как одна из основных формулировок второго начала термодинамики.

Многочисленные ряные последователи основоположников второго начала термодинамики лишь различным образом изменяли эту формулировку. Но Клаузиус не ограничился лишь словесной формулировкой

введенного им принципа и дал «алгебраическое выражение второго начала механической теории теплоты» [83].

Клаузиус исходил из тех же исходных предпосылок, что и Карно, т. е. рассматривал работу обратимой идеальной циклической тепловой машины с рабочим телом, состоящем из идеального газа с постоянной массой. На основании теоремы Карно Клаузиус пришел к выводу, что отношение количества тепла, взятого этой машиной от нагревателя к количеству тепла Q_2 , переданному холодильнику не зависит от рабочего тела и является функцией температур нагревателя T_1 и холодильника T_2 :

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \Phi(T_1, T_2). \quad (2.1)$$

На основании теоремы Карно Клаузиус утверждал: «То обстоятельство, что входящая в уравнение функция обеих температур не зависит от природы изменяющегося тела дает нам в руки средство определить эту функцию, ибо, как только форма этой функции найдена для какого-либо тела, она может рассматриваться как имеющая всеобщее значение» [83].

Эту функцию легко определить для идеального газа на основании известных для идеальной тепловой машины соотношений:

$$Q_2 = Q_1 - A = Q_1 - Q_1 \cdot \eta = Q_1 (1 - \eta), \quad (2.2)$$

где A — работа, производимая идеальной тепловой машиной, η — КПД идеальной тепловой машины.

Подставляя значение $\eta = 1 - (T_2/T_1)$ в соотношение (2.1), определим эту функцию:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{Q_1}{Q_1 (1 - \eta)} = \frac{1}{1 - \eta} = \frac{1}{1 - \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right)} = \frac{T_1}{T_2}, \quad (2.3)$$

или

$$\frac{Q_1}{T_1} - \frac{Q_2}{T_2} = 0.$$

Клаузиус преобразует соотношение (2.3), принимая теплоту Q_2 , переданную холодильнику положительной, а теплоту Q_1 , взятую от нагревателя — отрицательной. Тогда уравнение (2.3) представляется в виде:

$$\frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} = 0. \quad (2.4)$$

Аналогично, для обратимой идеальной циклической тепловой машины с циклом, состоящем только из нескольких изотерм и нескольких адиабат уравнение (2.4) будет иметь вид:

$$\sum_i \frac{Q_i}{T_i} = 0. \quad (2.5)$$

Если количество теплоты бесконечно мало, то его можно представить как дифференциал от Q , а знак суммы заменить знаком интеграла. Тогда уравнение (2.5) примет вид:

$$\int \frac{dQ}{T} = 0.$$

«Если интеграл $\int dQ/T$, — продолжал далее Клаузиус, — относящийся к любым последовательным изменениям тела, становится равным нулю каждый раз, когда тело вновь возвращается в свое начальное состояние, то стоящее под знаком интеграла выражение dQ/T должно иметь полный дифференциал некоторой величины, которая зависит только от данного состояния тела, а не от пути, которым тело в это состояние пришло. Если мы обозначим эту величину S , то можем положить: $dQ/T = dS$, или $dQ = TdS$.

Это уравнение дает еще одно выражение второго начала механической теории теплоты, очень удобное во многих исследованиях» [83].

Клаузиус предложил назвать эту величину энтропией, образуя название из двух слов: энергия (приставка «эн») и греческого слова τροπή — превращение. Таким образом, по определению Клаузиуса, величина энтропии должна характеризовать процесс превращения энергии.

В обратимом круговом процессе $\Delta S = \oint dQ/T = 0$, т. е. энтропия не изменяется. В случае необратимого теплового процесса, проходящего в замкнутой системе, приращение энтропии $\Delta S > 0$. В этом легко убедиться на примере теплообмена между двумя телами.

Действительно, пусть между двумя телами, одно из которых имеет температуру T_1 , а другое — T_2 ($T_1 > T_2$), происходит теплообмен, в результате которого от тела с температурой T_1 телу с температурой T_2 передано количество тепла ΔQ . Тогда энтропия тела с температурой T_2 увеличится на величину $\Delta S_2 = \Delta Q/T_2$, а энтропия тела с температурой T_1 уменьшится на величину $\Delta S_1 = -\Delta Q/T_1$. Поэтому сумма изменений энтропии системы, состоящей из двух тел, будет равна:

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T_2} - \frac{\Delta Q}{T_1}.$$

Так как $T_2 < T_1$, то

$$\frac{\Delta Q}{T_2} > \frac{\Delta Q}{T_1} \quad \text{и} \quad \Delta S = \frac{\Delta Q}{T_2} - \frac{\Delta Q}{T_1} > 0.$$

Таким образом, для любого реального процесса, происходящего в замкнутой системе, должно выполняться неравенство:

$$\int \frac{dQ}{T} \geq 0. \tag{2.6}$$

Это неравенство получило название неравенства Клаузиуса и явилось основанием для новой формулировки второго начала термодинамики: «Энтропия изолированной системы не может убывать; она остается

изменной при обратимых и растет при необратимых процессах, совершающихся в этой системе» [214].

Позднее Л. Д. Ландау, А. И. Ахиезер и Е. М. Лифшиц перефразировали эту формулировку следующим образом: «Закон определяющий направление тепловых процессов, можно сформулировать как закон **возрастания энтропии**: при всех происходящих в замкнутой системе тепловых процессах энтропия системы возрастает; максимальное возможное значение энтропии замкнутой системы достигается в тепловом равновесии. Это утверждение является более точной количественной формулировкой второго начала термодинамики» [106].

Макроскопическая система, состоящая из огромного числа молекул, может характеризоваться как с помощью макроскопических параметров: объема, давления, температуры и др., так и с помощью микроскопических величин, характеризующих состояние каждой молекулы: координаты, скорости и т. д. Состояние системы, определенное с помощью микроскопических параметров всех молекул системы называется микросостоянием. Одному и тому же макросостоянию системы соответствует большое число микросостояний системы. Число различных микросостояний системы, которыми может быть реализовано данное макросостояние называется термодинамической вероятностью макросостояния системы W .

В изолированной системе с различными давлением и температурой в различных частях системы самопроизвольно протекают процессы выравнивания этих макроскопических параметров, т. е. происходят изменения в сторону увеличения беспорядка системы. Беспорядочное хаотическое движение частиц в термодинамическом равновесии системы является более вероятным, чем упорядоченное организованное движение. Изолированная система в термодинамическом равновесии характеризуется максимумом энтропии.

Л. Больцман в 1872 году показал, что между энтропией S и логарифмом термодинамической вероятности W должна быть прямая зависимость. Позднее, в 1906 году, М. Планк показал, что коэффициентом пропорциональности является постоянная Больцмана k : $S = k \ln W$.

По существу, вероятностная энтропия, введенная Больцманом, не имеет ничего общего (кроме названия) с термодинамической энтропией, введенной Клаузиусом.

Позднее один из основателей математической теории информации Клод Элвуд Шеннон, рассматривая передачу сигналов по каналам связи при наличии помех, появляющихся с определенной вероятностью, ввел величину, о названии которой он писал: «Меня больше всего беспокоило как назвать эту величину. Я думал назвать ее „информацией“, но это слово слишком перегружено, поэтому я решил остановиться на „неопределенности“. Когда я обсуждал это с Джоном фон Нейманом, тот предложил лучшую идею. Фон Нейман сказал мне: „Вам следует назвать ее энтропией по двум причинам. Во-первых, ваша функция неопределенности использовалась в статистической механике под этим

названием, так что у нее уже есть имя. Во-вторых, и это важнее, никто не знает, что же такое эта энтропия на самом деле, поэтому в споре преимущество всегда будет на вашей стороне» [123].

Больцман назвал величину пропорциональную логарифму термодинамической вероятности энтропией. Это еще как-то можно понять. Больцман пытался пояснить следствие, вытекающее из абсолютного характера второго начала термодинамики, а именно, почему замкнутая термодинамическая система самопроизвольно стремится к термодинамическому равновесию, и показал, что замкнутая термодинамическая система стремится самопроизвольно перейти из менее вероятного состояния в наиболее вероятное, которое и характеризует термодинамическое равновесие.

Что же касается названия Шеноном энтропией функции неопределенности в области теории информации и связи, ничего общего не имеющей ни с тепловыми процессами, ни со вторым началом термодинамики и вытекающим из него следствием, то Шенон не только не пояснил это следствие, а напротив, после введения Шеноном энтропии стало ясно лишь одно: «...никто не знает, что же такое эта энтропия на самом деле».

ГЛАВА 3

Аксиома Томсона и формулировка Оствальда

Если Клаузиус в основу формулировки второго начала термодинамики положил постулат о невозможности перехода тепла от более холодного тела к более теплому и возвел этот постулат в ранг всеобщего физического принципа, то другой основоположник второго начала термодинамики Вильям Томсон (lord Кельвин) развел принцип Карно о невозможности получения работы при отсутствии разности температур и положил это в основу другой формулировки второго начала термодинамики.

В 1849 году начали выходить части его сочинения, объединенные общим названием: «Динамическая теория теплоты с численными выводами на основе джоулева эквивалента теплоты и наблюдений Реньо над водяными парами» [204].

Клаузиуса к выводу второго начала термодинамики привели субъективные наблюдения процессов теплопроводности и теплового излучения, т. е. «различные соображения, касающиеся природы поведения теплоты» и распространение их на все процессы, происходящие в замкнутой системе. Томсон же, вводя новую формулировку второго начала термодинамики, создал видимость объективности и доказательств. Он привел доказательство следующего утверждения: «Автоматическая машина без помощи внешнего воздействия со стороны не в состоянии передать теплоту от одного тела другому, находящемуся при более высокой температуре» [204]. Доказательство Томсона основано на введенной им аксиоме: «Невозможно при помощи неодушевленного материального деятеля получить от какой-либо массы вещества механическую работу путем охлаждения ее ниже температуры самого холодного из окружающих предметов» [204].

Эта аксиома Томсона является одной из основных формулировок второго начала термодинамики.

В 1892 году Анри Пуанкаре перефразировал аксиому Томсона и привел следующую формулировку второго начала термодинамики: «Невозможно привести в действие тепловую машину при помощи одного источника тепла» [12].

Макс Планк положил аксиому Томсона в основу учения о втором начале термодинамики. В 1925 году он писал: «Так как второе начало термодинамики, так же как и первое, выведено на основании опыта, то о доказательстве его можно говорить лишь постольку, поскольку все его содержание может быть выведено из одного опытного закона, обладаю-

щего убедительной несомненностью. Поэтому мы ставим во главу угла следующее положение, как непосредственно найденное опытным путем: невозможно построить периодически действующую машину вся деятельность которой сводится к поднятию тяжести и охлаждению теплового резервуара» [159].

В 1882 году немецкий ученый Герман Людвиг Фердинанд Гельмгольц ввел понятие «свободная энергия» и разделил внутреннюю энергию системы U на свободную, т. е. способную к превращениям энергию A , и несвободную, т. е. неспособную к превращениям энергию G : $U = A + G$. Свободная энергия системы A , т. е. энергия, способная превращаться в механическую работу, является одним из термодинамических потенциалов и называется энергией Гельмгольца.

Несвободная энергия G , т. е. энергия, которая в данных условиях не может быть превращена в работу, называется связанной, или покоящейся, энергией и равна произведению температуры T на энтропию S : $G = TS$, т. е. $A = U - TS$.

На основании такого разделения энергии известный ученый, физик и философ, профессор Лейпцигского университета Вильгельм Оствальд дал новую формулировку второго начала термодинамики.

По аналогии с невозможностью вечного двигателя, который был назван вечным двигателем первого рода, Оствальд ввел понятие о невозможности вечного двигателя второго рода, т. е. двигателя, преобразующего, вопреки принципу Карно, связанную или покоящуюся энергию окружающей среды. Невозможность получения работы из связанной энергии окружающей среды Оствальд пояснил следующим образом.

«Пусть нам дано известное пространство с однородной температурой. Тогда не произойдет изменения температуры ни в одном месте этой среды. Теплота останется в покое, и ни одно термическое явление не наступит.

Свойство, от равенства которого зависит покой соответствующих энергий, мы называем интенсивностью. Температура, следовательно, есть интенсивность энергии теплоты...

Мы можем формулировать общий закон явления следующим образом: для того, чтобы что-либо произошло в существующих энергиях, должны существовать различия в степени интенсивности.

Отсюда прежде всего ясно, что если таких различий в степени интенсивности нет, то ничего и не может произойти...

Другими словами, покоящаяся энергия не приходит самопроизвольно в движение.

Но она есть покоящаяся энергия, не доступная превращениям, а полезна только та энергия, которая может быть превращена в другие формы. Поэтому мы можем назвать всякое устройство, которым существующая покоящаяся энергия приводится в движение, *рергетум mobile* второго рода и второй основной принцип энергетики получает следующую форму: *рергетум mobile* второго рода невозможно, тогда как первый

основой принцип выражает невозможность *реретум mobile* первого рода, т. е. аппарата, творящего энергию.

Второй принцип есть такое же основанное на опыте положение, как и первый. Он также представляет только другую форму положения» [141]. «Принцип этот кажется чем-то, что само собою разумеется» [144]. Аналогичные выводы Оствальд привел в работах [142, 143, 145].

Если Томсон считал, что второе начало термодинамики следует доказывать и привел его доказательство, основываясь на введенной им аксиоме, то Оствальд счел доказательство излишним и предпочел сослаться на опыт и на ничем не обоснованное утверждение о невозможности вечного двигателя второго рода, считая, что это «само собою разумеется».

Уверенность в непогрешимости этого утверждения Оствальд, вероятно, получил из философии, которая, по его мнению, позволяет «достигнуть абсолютной достоверности», несмотря на то, что по его же мнению, в точных и естественных науках «пригодность метода проверяется непосредственными опытами».

Формулировка о невозможности вечного двигателя второго рода наиболее часто встречается на страницах учебников и рассматривается на лекциях. Так, например, Л. Д. Ландау в «Курсе лекций по физике» в 1949 году писал: «То обстоятельство, что с помощью тел, находящихся в тепловом равновесии друг с другом, нельзя произвести никакого процесса, или, как говорят короче, — нельзя произвести никакой работы, является весьма важным утверждением, которое носит название *второго начала термодинамики*.

...Нельзя построить двигатель, который совершал бы работу, имея источником энергии тела, находящиеся в тепловом равновесии. В таком смысле он являлся бы тоже своего рода вечным двигателем, потому что мы окружены все время энергией, находящейся в состоянии, близком к термодинамическому равновесию; такой двигатель был бы не хуже механического вечного двигателя. Для определенности такого рода вечный двигатель называется *перпетуум-мобиле* второго рода, в отличие от обычного вечного двигателя, который называется *перпетуум-мобиле* первого рода. Оба двигателя равно невозможны, однако второй несколько сложнее и поэтому с ним чаще встречаются на практике. В то время, как *перпетуум-мобиле* первого рода имеет хождение анекдотическое, так как только сумасшедшие изобретатели могут изобрести сейчас *перпетуум-мобиле* первого рода, *перпетуум-мобиле* второго рода может встречаться и в довольно серьезно выглядящих, но, конечно, ошибочных проектах» [105].

Аналогичные формулировки второго начала термодинамики встречаются в ряде учебных изданий [27, 57, 82, 130, 178]. Так, И. В. Савельев привел следующую формулировку: «Невозможен *перпетуум-мобиле* второго рода, т. е. такой периодически действующий двигатель, который получал бы тепло от одного резервуара и превращал это тепло в работу» [178].

И. Р. Кричевский назвал двигатель, преобразующий тепло от одного теплового резервуара, монотермическим [95]. С учетом этого названия

формулировка второго начала термодинамики будет предельно краткой: «Монотермический двигатель невозможен».

Томсон, вводя свою аксиому, отмечал: «Если бы мы не признали эту аксиому действительной при всех температурах, нам пришлось бы допустить, что можно ввести в действие автоматическую машину и получать путем охлаждения моря или земли механическую работу в любом количестве, вплоть до исчерпания всей теплоты суши и моря, или в конце концов, всего материального мира» [204].

Опасения Томсона относительно охлаждения вечным двигателем второго рода «всего материального мира», безусловно, напрасны. И. Р. Кричевский привел следующую оценку: «Если бы можно было создать монотермический двигатель, то температура Черного моря, использованного в качестве единственного источника теплоты, понизилась бы на один градус за год непрерывной работы двигателя мощностью в один миллиард лошадиных сил» [95]. Сходные подсчеты приведены в работах [60, 79, 131].

Авторы приведенных выше оценок не учитывают того обстоятельства, что полученная с помощью вечного двигателя второго рода энергия в конечном счете превратилась бы в тепло, нагревая землю, атмосферу и воду в том числе и рек, впадающих в Черное море и в мировой океан. Таким образом, в результате работы вечного двигателя второго рода нельзя получить охлаждения ни Черного моря, ни мирового океана даже на $0,01^{\circ}\text{C}$. На этот факт впервые обратил внимание П. К. Ощепков в книге «Жизнь и мечта», отмечая, что при работе монотермического двигателя был бы искусственный круговорот энергии в соответствии с законом сохранения энергии: «Земной шар охладить искусственно хотя бы на один градус можно только в том случае, если потребитель энергии будет находиться вне Земли, например, в Галактике, на другой планете, в межзвездном пространстве и т. д.

Никакой земной потребитель не может охладить земной шар, ибо любое количество энергии, отнятое от среды, туда же и вернется. Любая жилая комната, будучи нагретой за счет тепла окружающего пространства, обязательно охладится, и все тепло, содержащееся в ней, вернется туда же, откуда оно было взято.

Потери земной энергии могут происходить только при посылке радиоизлучений в мировое пространство и при полетах космических кораблей. Даже искусственные спутники Земли не могут изменить ее энергетического баланса» [148].

ГЛАВА 4

О необратимости тепловых процессов

Введенная Клаузиусом энтропия неразрывно связана с необратимостью тепловых процессов.

Обратимыми в термодинамике называются процессы перехода термодинамической системы из одного термодинамического состояния в другое, допускающие возможность возвращения системы в обратном направлении в первоначальное состояние так, чтобы в окружающей среде не осталось никаких изменений.

М. Планк, давая определение обратимым и необратимым процессам, установил связь необратимых процессов с невозможностью вечного двигателя второго рода: «Всякий естественный процесс, приводящий систему из одного определенного первоначального состояния в известное конечное состояние, обладает либо свойством полной обратимости, либо же полной необратимости на любом пути. Одно свойство исключает второе. В первом случае процесс называется обратимым, во втором — необратимым. На основании этого определения принцип невозможности перпетуум-мобиля второго рода можно выразить в виде следующего закона, который я считаю простейшим и точнейшим толкованием принципа: „Образование тепла путем трения необратимо“. Этим одновременно, как мы докажем, полностью исчерпывается содержание второго закона термодинамики» [157].

Обратимыми являются лишь равновесные процессы, при которых термодинамическая система переходит бесконечно медленно непрерывную последовательность равновесных состояний, бесконечно мало отличающихся друг от друга. Такие процессы называются квазистатическими: обратимость квазистатических процессов обусловлена тем, что любые промежуточные состояния термодинамической системы являются состоянием термодинамического равновесия. Поэтому безразлично, идет ли процесс в прямом или обратном направлении.

Обратимые процессы являются идеализацией реальных процессов, происходящих в природе и технике, которые происходят с конечной скоростью и неизбежно сопровождаются трением и переносом тепла.

Классическая термодинамика утверждает, что поскольку реальные процессы протекают с конечной скоростью и неизбежно сопровождаются трением и теплопроводностью, то в замкнутой системе это неизбежно приводит к нагреву, и, следовательно, к росту энтропии системы. Следовательно, все реальные тепловые процессы сопровождаются рассеянием энергии в окружающую среду и являются необратимыми.

Необратимые процессы протекают самопроизвольно только в одном направлении. Для возврата термодинамической системы в первоначальное состояние необходимо затратить определенную работу.

Понятия обратимости и необратимости тепловых процессов играют в термодинамике важную роль, так как неразрывно связаны со вторым началом термодинамики, а именно, с невозможностью вечного двигателя второго рода.

Количественной мерой необратимости является изменение энтропии системы, и в соответствии с неравенством Клаузиуса (2.6) энтропия изолированной системы остается неизменной для обратимых процессов и возрастает для необратимых процессов.

М. Планк подробно рассматривал различные аспекты обратимости и необратимости термодинамических процессов в ряде работ [120, 121, 152, 154, 156, 157, 159], особенно подчеркивая необратимость образования теплоты за счет трения. Рассматривая опыты Джоуля по определению механического эквивалента теплоты, он писал: «...если падающие грузы развивают теплоту вследствие трения в воде или ртути оси с лопастями, то невозможно придумать прием, который восстановил бы точно начальное состояние такого процесса во всей природе, т. е. снова поднял бы грузы на прежнюю высоту, соответственно охладил бы воду и не произвел бы при этом никаких других изменений. Что бы при этом не употреблялось из технических средств — вполне безразлично» [154].

Также необратимым Планк считал процесс теплопроводности и утверждал: «Теплопроводность — необратимый процесс или, как выражается Клаузиус, теплота не может без компенсации перейти от более холодного тела к более теплому» [159].

В докладе «Единство физической картины мира» Планк писал: «Первоначальное определение необратимости страдает, как мы видели, большим недостатком, что оно предполагает существование границ человеческого искусства, между тем как существование такой границы в действительности ничем не доказано. Наоборот, люди делают все возможные усилия, чтобы непрерывно расширять границы уже достигнутых успехов, и мы надеемся, что нам в будущем удастся сделать еще много такого, что быть может, в настоящее время кажется невозможным».

Не может ли поэтому когда-нибудь случиться, что какой-нибудь процесс, считавшийся до тех пор необратимым, окажется обратимыми благодаря какому-нибудь новому изобретению или открытию. Тогда все здание второго начала термодинамики должно неминуемо рушиться, потому что необратимость какого-либо процесса обуславливает собой, как легко можно доказать, необратимость всех прочих» [152].

Планк считал, что все реальные процессы, неизбежно сопровождающиеся трением и теплопроводностью, нельзя сделать обратимыми, как, вообще, невозможно обратить процессы, считавшиеся необратимыми: «...как только начинает играть роль трение, то обратимость становится, по меньшей мере, сомнительной. Существуют ли вообще обратимые

процессы, которые нельзя ни доказать с точки зрения чистой логики, что когда-нибудь будет найдено средство, при помощи которого можно будет обратить какой-нибудь процесс, считавшийся до ныне необратимым, например, процесс, в котором теплота получается или трением, или вследствие теплопроводности. Во всяком случае можно доказать, — и это доказательство будет приведено в следующей главе, что, если бы хоть один из процессов, приведенных в параграфах 109 и след. необратимым, в действительности оказался бы обратимым, то такими же необходимо должны были бы быть и все остальные. Следовательно, или все выше названные процессы необратимым, или ни один из них. Что-либо третье вполне исключается. В последнем случае рухнуло бы все здание второго начала; ни одно из многочисленных выведенных из него соотношений, сколь бы многие из них ни были подтверждены на опыте, не могли бы более считаться доказанными вообще, и вся теоретическая работа должна была бы начинаться сначала» [154, с. 73].

Таким образом, по мнению Планка, если бы был найден хотя бы один процесс обратимости тепла, то «все здание второго начала должно неминуемо рушиться», «...и вся теоретическая работа должна была бы начинаться сначала».

ГЛАВА 5

Возведение второго начала термодинамики в ранг всеобщего физического принципа. «Всеобщее значение» энтропии. Множество тождественных формулировок второго начала термодинамики

Принцип Карно был принят классической термодинамикой и теоретической физикой без изменений: обязательным условием при преобразовании тепла в работу является переход тепла от нагревателя через рабочее тело к холодильнику. Карно считал, что из нагревателя в холодильник переходит весь теплород как неизменная субстанция. Классическая термодинамика лишь уточнила, что из нагревателя через рабочее тело в холодильник обязательно безвозвратно переходит лишь часть тепла, взятого из нагревателя и заменила слово теплород словом тепло, по существу ничего не изменив, так как для Карно понятия теплород и тепло были тождественны. Он писал: «Мы считаем здесь излишним объяснять, что такое количество теплорода или количество тепла (мы употребляем оба выражения без различия)» [179].

Л. Д. Ландау считал, что при преобразовании тепла в работу из нагревателя через рабочее тело в холодильник переходит энергия и пояснял преобразование тепла в работу следующим образом: «Совершить реальную работу мы можем только в том случае, если имеем тела, не находящиеся друг с другом в тепловом равновесии. Например, если есть два тела с разной температурой, то с их помощью можно совершить работу». И далее: «Температура определяет из какого тела переходит энергия в другое тело при их соприкосновении. Ясно, что энергия всегда переходит от горячего тела к холодному. Это и есть определение более горячего тела и более холодного тела. Наоборот, когда температура одинаковая, мы можем считать, что тела находятся в тепловом равновесии. Энергия не переходит ни из одного тела, ни из другого тела» [105].

Позднее Л. Д. Ландау, А. И. Ахиезер и Е. М. Лифшиц пояснили: «Если привести в соприкосновение два тела, то атомы этих тел, сталкиваясь между собой, будут передавать друг другу энергию. Таким образом, при соприкосновении двух тел энергия переходит из одного тела к другому; тело, которое при этом теряет энергию, называют более нагретым, а тело, к которому энергия переходит, — менее нагретым. Такой переход энергии продолжается до тех пор, пока не установится некоторое определенное состояние — состояние теплового равновесия» [106].

А в состоянии теплового равновесия в соответствии с принципом Карно «энергия не переходит ни из одного тела, ни из другого тела», и, следовательно, ни о каком получении «движения из тепла» не может быть и речи.

Многочисленные приверженцы классической термодинамики, твердо уверенные в абсолютном характере второго начала термодинамики, закрепили за ним понятие принципа и не скучились на восхваление этого принципа, «всеобщее значение» которого в точной науке — физике — подразумевалось «само собой». Второе начало термодинамики получило название принципа возрастания энтропии или принципа деградации энергии, о чём Планк писал: «Таким образом, второе начало термодинамики со всеми следствиями из него обратилось в принцип возрастания энтропии» [152].

О границах применимости второго начала термодинамики Планк писал: «Нелепо было бы предполагать, что справедливость второго начала каким бы то ни было образом зависит от большего или меньшего совершенства физиков и химиков в наблюдательном или экспериментальном искусстве. Содержанию второго начала нет дела до экспериментирования, оно гласит *in se*: В природе существует величина, которая при всяких изменениях, происходящих в природе, изменяется в одном и том же направлении. Выраженная в таком общем смысле эта теорема или верна или неверна; но она остается тем, что она есть, независимо от того, существуют ли на земле мыслящие и измеряющие существа и, если они существуют, то умеют ли они контролировать подробности физических или химических процессов на один, два или сто десятичных знаков точнее, чем в настоящее время» [154].

За многие прошедшие с тех пор десятилетия сменилось много поколений блестящих плеяд бессмертных исследователей, но неизменной оставалась абсолютизация второго начала термодинамики, т. е. неизменным оставалось «всеобщее значение» энтропии.

Как отмечалось выше, Планк предлагал назвать второе начало термодинамики «принципом возрастания энтропии». Но заслуга возведения второго начала термодинамики в принцип, в абсолют, принадлежит, безусловно, не Планку. Каждый из основоположников второго начала термодинамики, начиная с Карно, вводил свой принцип, при этом не утруждая себя доказательствами и аргументами в пользу того, что этот принцип действительно является абсолютным, применимым ко всем без исключения процессам и явлениям. Отсутствие этих аргументов и доказательств заполнялось множеством голословных утверждений типа: «мы увидим, что этот принцип приложим ко всем машинам, приводимым в движение теплотой»; принцип «должен иметь силу при всех обстоятельствах», «может служить для анализа всех явлений», «содержанию второго начала термодинамики нет дела до экспериментирования», т. е. ему должен подчиняться «всякий происходящий в природе физический или химический процесс». Причем в справедливости этого принципа не сто-

ит сомневаться при любых условиях и обстоятельствах даже за сотым знаком после запятой, так как энтропия имеет «всеобщее значение».

Следует особо обратить внимание на тот факт с какой легкостью основоположниками второго начала термодинамики вводились принципы. Физические принципы, составляющие фундамент физики следовало бы вводить более осторожно, а именно, так, как считал Анри Пуанкаре: «Ученые поставили так называемые принципы выше законов. Когда известный закон получил достаточное опытное подтверждение, мы должны занять по отношению к нему одну из двух позиций: или предоставить его беспрерывным проверкам и пересмотрам (которые в конце концов покажут, что он является лишь приближенным); или же возвести его в ранг принципа, принимая при этом такие условия, чтобы предложение было несомненно истинным» [168].

Чтобы утвердить свою причастность к всеобщему принципу теоретиками было введено множество формулировок второго начала термодинамики. Так, К. А. Путилов приводил 18 основных формулировок этого принципа [170]. Но все приведенные Путиловым формулировки второго начала термодинамики (и сотни других формулировок) являются тождественными, т. е. вытекают одна из другой. Ни одну из этих формулировок нельзя доказать строго, не ссылаясь на одну из тождественных ей недоказанных формулировок. Таким образом, каждая из формулировок второго начала термодинамики является постулатом.

Соответствуют ли все эти недоказанные формулировки окружающей нас объективной реальности? Чтобы ответить на этот вопрос следует обратиться к истории установления принципов.

Хронологически принципы Клаузиуса, Томсона и Оствальда были сформулированы значительно позже «Размышлений...» Карно, когда уже господствовали молекулярно-кинетические представления о строении материи. Существует мнение, что Клаузиус, Томсон и Оствальд ввели формулировки второго начала термодинамики, которые они называли принципами, на основании молекулярно-кинетических представлений о строении материи. В действительности же Клаузиус, Томсон и Оствальд ввели свои принципы, совершенно не касаясь природы теплоты — введенные ими принципы не вытекали как следствия из молекулярно-кинетической теории, а были основаны на субъективных мнениях, являющихся следствием принципа Карно. Кроме того, последователи Карно исходили из тех же исходных предпосылок, что и Карно, и рассматривали ту же схему преобразования тепла в работу: нагреватель, рабочее тело постоянной массы, изменяющее объем при изменении температуры и холодильник, наличие которого является необходимым лишь для данной схемы преобразования тепла в работу. Эти принципы могли быть получены и на основании теории теплорода.

Действительно, как отмечалось выше, Клаузиуса к выводу принципа привели «различные соображения, касающиеся природы и поведения теплоты». Но эти соображения можно было иметь и на основании теории

теплорода. В аксиоме Томсона нет даже намека на то, что она следует из молекулярно-кинетической теории. С таким же успехом эта аксиома могла бы быть введена и во времена господства теории теплорода. Рассмотренную Томсоном в аксиоме машину, названную позднее Оствальдом вечным двигателем второго рода, также можно было назвать вечным двигателем второго рода совершенно независимо от того, господствовала ли в те времена теория теплорода или молекулярно-кинетическая теория.

Таким образом, введенные основоположниками второго начала термодинамики принципы не зависят от природы теплоты. И если очевидно, что принцип Карно основан на не соответствующей объективной реальности теории теплорода, то принципы Клаузиуса, Томсона и Оствальда, хотя и введенные во времена господства молекулярно-кинетической теории, не стали полнее и точнее соответствовать объективной реальности, чем принцип Карно.

Спрашивается, можно ли получить правильные выводы, соответствующие объективной реальности, если они получены на основании теории, явно не соответствующей этой самой объективной реальности? Ответ на этот вопрос читатель может найти в книге И. Радунской «Предчувствия и свершения»: «Поразительно, что Карно пришел к такому далеко идущему выводу путем простейших рассуждений, путем очень распространенного метода рассуждений от противного. Еще более поразительно то, что он сделал правильный вывод из неправильной посылки: Карно представлял тепло в виде жидкости, теплорода» [173]. Но, как утверждает И. Радунская в этой же книге: «Правильный результат может быть получен лишь из правильных посылок».

Безусловно, Карно был получен «правильный вывод» для тепловых машин, работающих по рассмотренной им схеме: нагреватель — рабочее тело с постоянной массой, изменяющее объем при изменении температуры, — холодильник. При этом происходит лишь частичное преобразование тепла в работу и частичная передача тепла холодильнику. Но этот «правильный вывод» Карно слишком спешно и наивно, совершенно не обоснованно распространил на все тепловые машины.

Для того, чтобы был получен правильный вывод для всех тепловых машин Карно следовало бы доказать, что рассмотренная им схема преобразования тепла в работу является единственной возможной, что другой схемы преобразования тепла в работу нет и быть не может. Но ни Карно, ни его многочисленные последователи, приверженцы классической термодинамики, почему-то этого не сделали, а превратили принцип Карно в догму в худшем смысле этого слова.

ГЛАВА 6

Распространение второго начала термодинамики на Вселенную. Абсурдность теории тепловой смерти Вселенной

Из теории теплорода следовало, что теплород самопроизвольно может переходить только от горячего тела к холодному, т. е. процесс перехода теплорода являлся необратимым, о чем Карно в своих «Размышлениях...» писал: «Восстановление равновесия теплорода без совершения при этом работы представляет собой потерю, компенсировать которую невозможно» [179]. Эту мысль Карно Томсон развил в 1852 году в работе «О проявляющейся в природе общей тенденции к рассеянию механической энергии», в которой он обращал внимание на процессы, приводящие к рассеянию механической энергии: «Когда теплота получается с помощью необратимого процесса (например, трения), происходит расточение механической энергии, и полное возвращение ее к первоначальному состоянию невозможно. Когда теплота рассеивается путем проводимости, происходит расточение механической энергии, и полное возвращение ее к первоначальному состоянию невозможно. Когда лучистая теплота или свет каким-либо образом поглощается, за исключением случая роста растений или химического действия, происходит расточение энергии, и полное возвращение ее к первоначальному состоянию невозможно».

Забыв об отмеченных им исключениях, наблюдавшихся при поглощении света в процессах «роста растений или химического действия», Томсон распространил выводы о необратимых процессах на все процессы, происходящие в материальном мире и сделал следующие выводы:

«1. В материальном мире существует в настоящее время общая тенденция к расточению механической энергии.

2. Восстановление механической энергии в ее прежнем количестве без рассеяния ее в более чем эквивалентном количестве не может быть осуществлено при помощи каких бы то ни было процессов с неодушевленными предметами и, вероятно, также никогда не осуществляется при помощи организованной материи, как наделенной растительной жизнью, так и подчиненной воле одушевленного существа.

3. В прошлом, отстоящем на конечный промежуток времени от настоящего момента, Земля находилась и спустя конечный промежуток времени она снова очутится в состоянии, непригодном для обитания человека; если только в прошлом не были проведены и в будущем не будут предприняты такие меры, которые являются неосуществимыми при на-

личии законов, регулирующих известные процессы, протекающие ныне в материальном мире» [205].

Клаузиус, так же как и Томсон, распространял действие второго начала термодинамики на Вселенную, заявляя: «...можно оба положения механической теории теплоты сформулировать как основные законы Вселенной в следующей простой форме:

1. Энергия мира постоянна.
2. Энтропия мира стремится к максимуму» [2].

Распространение второго начала на Вселенную неизбежно приводило к выводу об увеличении энтропии Вселенной, а после введения Гельмгольцем понятия свободная энергия — об уменьшении свободной энергии Вселенной (мира). Это послужило поводом для дискуссии о тепловой смерти Вселенной, которая продолжается и в настоящее время.

Об уменьшении свободной энергии мира Оствальд писал: «Со временем выдающихся открытий Сади Карно, Роберта Майера, Джемса Джоуля, Германа Гельмгольца и Вильгельма Томсона твердо установлен общий факт, что в известном нам мире количество свободной энергии постоянно убывает» [146]. Убывание свободной энергии в мире Оствальд пояснил следующим образом: «Если мы имеем количество теплоты, температура которой выше температуры среды, то оно может быть использовано для совершения работы только до тех пор, покуда температура его не упадет до температуры среды. Таким образом, хотя энергии еще остается достаточно, тем не менее, свободной к превращениям, или свободной энергии, больше нет. Так как различие в температурах... постепенно обнаруживает тенденцию к уменьшению, то запас свободной энергии на земле постоянно уменьшается. А между тем именно эта свободная энергия и есть ценная для нас энергия. Так как все явления в мире покоятся на превращениях энергии, а эти последние возможны только в случае существования свободной энергии, то свободная энергия есть вместе с тем необходимое условие всех явлений, которые происходят в мире» [146].

Известно, что любой физический закон, в том числе и второе начало термодинамики, позволяет установить связь между прошедшим, настоящим и будущим состояниями, о чем Анри Пуанкаре писал: «Закон — это постоянная связь между предыдущим и последующим... Зная настоящее и законы можно предсказать будущее так же, как и раскрыть прошлое» [167].

И Пуанкаре предсказывает это будущее: «...завтра — это миллионы лет того будущего, когда на замерзнувшей Земле не останется наблюдающего глаза и мыслящего мозга человека» [167]. Такое будущее Пуанкаре предсказывает на основании второго начала термодинамики: «Принцип Карно... или второе начало термодинамики, учит, что мир стремится к такому окончательному состоянию, из которого он затем не сможет выйти. ...Принцип Карно... учит, что энергия, которая не может пропасть, стремится рассеяться. Температура уравнивается, мир стремится к однородности, т. е. к смерти» [167].

Теория тепловой смерти Вселенной (мира) неразрывно связана с абсолютным характером второго начала термодинамики и появилась в результате распространения его на Вселенную. Профессор Йенского университета Ф. Ауэрбах издал книгу «Царица мира и ее тень», которая, вероятно, была весьма популярна и переиздавалась семь раз. В ней Ауэрбах представлял как бесспорное достижение физики следующее будущее Вселенной: «Некогда наступит то, что именуется концом всего, что зовется жизнью, явлением. Тогда человечество переживет подобие муки Тантала: всюду энергия, но всюду она неуловима» [29]. Аналогичные умозаключения делали и другие исследователи [5, 9, 45, 50, 59, 113, 228].

Таким образом, физики, зная закон (принцип возрастания энтропии), предсказывают будущее Вселенной, и видят лишь черный призрак мировой смерти, когда активная жизнь Вселенной прекратится, и энтропия достигнет максимума.

Однако, еще во времена становления второго начала термодинамики и появления теории тепловой смерти вселенной Фридрих Энгельс в «Диалектике природы» писал: «В каком бы виде не выступало перед нами второе положение Клаузинса и т. д., во всяком случае, согласно ему энергия теряется, если не количественно, то качественно. Энтропия не может уничтожаться естественным путем, но зато может создаваться. Мировые часы сначала должны быть заведены, затем они идут, пока не придут в состояние равновесия, и только чудо может вывести их из этого состояния и снова пустить в ход. Потраченная на завод энергия исчезла, по крайней мере в качественном отношении, и может быть восстановлена путем толчка извне. Значит толчок извне был необходим так же и вначале, значит количество имеющегося во Вселенной движения или энергии не всегда одинаково, значит энергия должна быть сотворима, значит она сотворима, значит она уничтожима — *ad absurdum* (до абсурда)» [212].

Энгельс подчеркивал: «Физика, как уже ранее астрономия, пришла к такому результату, который с необходимостью указывает на вечный круговорот движущейся материи как на последний вывод науки».

В результате рассмотрения такого круговорота материи Энгельс сделал следующий вывод: «Мы приходим, таким образом, к выводу, что излученная в мировое пространство теплота должна иметь возможность каким-то путем, — путем, установление которого будет когда-то в будущем задачей естествознания, — превратиться в другую форму движения, в которой она может снова сосредоточиться и начать активно функционировать. Тем самым отпадет главная трудность, стоящая на пути к признанию обратного превращения отживших солнц в раскаленную туманность» [212].

Таким образом, Энгельс не только подвергал критике теорию тепловой смерти Вселенной, но и с гениальной прозорливостью отмечал: «...закон природы (второе начало термодинамики — *E.O.*) известен до сих пор лишь наполовину» и считал, что установление неизвестной еще второй

половины этого закона, находящейся в диалектическом единстве с уже известной первой «будет когда-то в будущем задачей естествознания».

Безусловно, физикам следовало бы внимательней отнести к этим ценным указаниям Энгельса, даже если им не нравится его утверждение: «Какую бы позу ни принимали естествоиспытатели, над ними властвует философия» [212].

П. К. Ошепков, обращая внимание на идеи Энгельса, недоуменно задавал вопрос: «Но почему же указания Энгельса о том, что отыскание путей, ведущих к сосредоточению энергии, должно стать задачей естествознания, не выполнено, почему оно забыто? Почему? Тысяча раз почему?» [148].

ГЛАВА 7

Демон Максвелла и идея Гуи

Еще во времена становления второго начала термодинамики появились возражения физиков против его абсолютизации. Наиболее интересные возражения высказали Дж. К. Максвелл и французский физик Л. Ж. Гуи.

В 1866 году, рассматривая стационарное состояние газа в поле тяжести, Максвелл на основании абсолютного характера второго начала термодинамики уверенно утверждал, что в поле тяжести в стационарном состоянии температура всех веществ должна быть постоянной, т. е. не зависящей от высоты [10]. А в 1871 году вышла его книга «Теория теплоты» [11]. Озаглавив предпоследний параграф этой книги «Ограничение второго начала термодинамики», Максвелл писал: «Одним из наиболее установленных фактов термодинамики заключается в следующем: в какой-либо системе, заключенной в оболочку, не допускающую ни изменение объема, ни перехода теплоты, и в которой температура и давление повсюду одинаковы, невозможно произвести неравенства температур или давлений без затраты работы. Это второе начало термодинамики, и оно бесспорно справедливо, когда мы имеем дело только с телами в массах и не имеем возможности различать отдельных молекул или управлять ими. Но если мы представим себе существо со столь утонченными чувствами, чтобы оно могло проследить за движением каждой молекулы, то такое существо, свойства которого были бы все-таки конечными, было бы в состоянии сделать то, что невозможно для нас. Мы видели, что молекулы в сосуде, наполненном воздухом однообразной температуры, движутся с неодинаковыми скоростями, хотя средняя скорость большого числа случайно выбранных молекул имеет совершенно точное постоянное значение. Предположим, что такой сосуд разделен на две части А и В перегородкою с небольшим отверстием; пусть существо, которое может видеть отдельные молекулы, закрывает и открывает это отверстие так, чтобы допустить переход быстрее движущихся молекул только из А в В, а медленнее движущихся молекул только из В в А. Таким образом существо может не затрачивая работы, повысить температуру В и понизить температуру А, вопреки второму началу термодинамики.

Это есть только один из примеров, показывающих, что наши заключения, выведенные из опытов над телами, состоящими из несметного числа молекул, могут оказаться неприменимыми к более тонким наблюдениям и опытам, которые возможно было бы совершить, если бы можно было различать молекулы и управлять ими...» [11].

Максвелл высказал идею об управлении хаотическим движением молекул и поставил проблему: можно ли получить такое управление хаотическим движением молекул или создать такие условия, при которых замкнутая равновесная система, «...в которой температура и давление по-всюду одинаковы», становилась бы неравновесной, т. е. в ней возникала бы и самопроизвольно поддерживалась разность температур или давлений без затраты работы, т. е. «вопреки второму началу термодинамики».

Фактически, эта проблема сводится к следующему: определить при каких условиях можно изменить макроскопические параметры системы без затраты работы. При этом, естественно, важны не демон или автоматическое устройство, а функция демона, результат действия, т. е. важно произвести изменение макроскопических параметров системы.

Хотя демону Maxwell'a уже более ста лет, как отмечал П. Шамбадаль, он «еще до сих пор мутит умы физиков» [225]. Н. Винер отмечал: «Легче отвергнуть вопрос, поставленный Maxwellлом, чем ответить на него. Самое простое — отрицать возможность подобных существ или механизмов» [50]. Поэтому многие ученые разными способами доказывали невозможность демона Maxwell'a, понимая его буквально, т. е. как механическое устройство, сортирующее молекулы по скоростям, и считая это устройство единственно возможным, несмотря на указание Maxwell'a о том, что это только один из примеров несоответствия наших выводов, полученных из обыденных наблюдений над макроскопическими телами, и исследуемой природы вещей.

Это несоответствие впервые было обнаружено еще в 1827 году английским ботаником Брауном при наблюдении в микроскоп взвешенных в жидкости частиц. Проведя сходные опыты, Жан Перрен писал: «Наблюдая жидкость как обычно, мы видим, что все части жидкости находятся в состоянии равновесия. Если в жидкость поместить предмет, имеющий большую плотность, чем она, то этот предмет в ней тонет: если предмет шарообразен, то он в жидкости опускается строго вертикально, и мы знаем, что опустившись на дно сосуда, он там лежит, не обнаруживая никакого стремления подняться сам собой.

К этим представлениям мы вполне привыкли, и, тем не менее, они правильны до тех пор, пока мы встречаемся с размерами, к которым наши органы также привыкли. Но достаточно взглянуть в микроскоп на маленькие частички, „взвешенные“ в воде, и окажется, что они вовсе не падают вертикально, а движутся весьма оживленно и совершенно беспорядочно. Такая частица идет то туда, то сюда, вертится, поднимается кверху, нисколько не стремясь к покою. Это и есть броуновское движение» [149].

При изучении броуновского движения исследователей поражала проявляющаяся повсюду его характерная особенность, заключающаяся в том, что оно продолжается непрерывно и самопроизвольно. Это казалось странным, не соответствующим обычным представлениям, сложившимся в результате наблюдений над макроскопическими телами. Отмечая

эту особенность броуновского движения Жан Перрен писал: «...особенно странная и непривычная черта явления — броуновское движение никогда не останавливается. Внутри замкнутой со всех сторон кюветы (во избежание испарения) его можно наблюдать днями и месяцами, годами. Оно обнаруживается в жидких включениях, встречающихся в кварце, которым тысячи лет. Оно вечно и самопроизвольно...

Ясно, что это движение не противоречит принципу сохранения энергии. Достаточно, чтобы всякое возрастание скорости одной частицы сопровождалось охлаждением жидкости, в непосредственном соседстве с нею, и, равным образом, всякое уменьшение скорости сопровождалось нагреванием в этом месте. Мы видим, что термическое равновесие есть просто статическое равновесие» [149].

Исследуя это постоянное движение тел, в отсутствие всякой внешней причины приводящее к совершению работы в поле тяжести по перемещению частиц в жидкости при постоянной температуре, французский физик Л. Ж. Гуй пришел к твердому убеждению, что можно построить «механизм, с помощью которого часть этой работы находилась бы в нашем распоряжении». Рассматривая одну из таких частиц, подвешенную на легком колесике на нити очень малого диаметра по отношению к размерам этой частицы, он отмечал: «Импульсы, посыпаемые в некотором направлении заставляют вращаться это колесико, а мы можем получить работу» [8].

Следует особо отметить, что Гуй, так же как и Максвелл, приводил этот пример в качестве одной из реализаций принципиальной возможности такого устройства: «Такой механизм по всей вероятности не реален, но и не видно теоретической причины, которая могла бы помешать ему функционировать» [8]. Гуй отмечал, что в этом случае работа получается «с расходом тепла окружающей среды вопреки принципу Карно». Рассматривая границы применимости второго начала термодинамики, Гуй отмечал, что этот принцип является точным лишь для грубых механизмов, которые мы умеем осуществлять, и не применим в случае, когда детали устройства имеют размеры порядка одного микрона.

В начале XX века идея Гуя об использовании хаотического вечного и самопроизвольного движения микрочастиц тел для получения работы за счет тепла одного источника витала в воздухе и обсуждалась в научной литературе. Она была вначале поддержана Сведбергом [14] и, в первое время, М. Смолуховским, который в 1906 году писал: «Если принять кинетическую теорию броуновского явления, то естественно отпадает забота об источнике энергии, так как рассеянная благодаря внутреннему трению энергия зарождается именно из внутренних тепловых запасов жидкости. Гуй однако заметил, что в случае, если можно было бы объединить механический эффект такого движения отдельных частиц, то здесь возникло бы противоречие со вторым началом термодинамики. В самом деле, это один из многих способов получения работы из теплоты в случае, если бы наши экспериментальные возможности были достаточно велики;

он потому представляет больший интерес, что не кажется таким неосуществимым, как „максвелловский демон“, улавливающий отдельные молекулы» [195].

Таким образом, Максвелл и Гуи отмечали, что рассмотренные ими мысленные устройства противоречат второму началу термодинамики, и указали на границу применимости второго начала термодинамики: второе начало термодинамики справедливо лишь для макроскопических тел, т. е. для известных грубых механизмов и не применимо «к более тонким наблюдениям и опытам». И эту границу применимости классическая термодинамика вынуждена была признать, утверждая, что второе начало термодинамики неприменимо в микромире.

Если в мысленном опыте Максвелла часть сосуда с газом А находится в тепловом контакте с окружающей средой, а возникающая разность температур используется для получения механической работы, то такое устройство будет работать только за счет охлаждения окружающей среды вопреки принципу Карно и аксиоме Томсона.

К этому же сводится и реализация идеи Гуи. Действительно, если жидкость, в которой происходит преобразование молекулярного движения в механическую работу, находится в тепловом контакте с окружающей средой, то такое устройство будет работать только за счет охлаждения окружающей среды.

ГЛАВА 8

Возражения против демона Максвелла и идеи Гуи

Если в конце XIX и в начале XX веков демон Максвелла и идея Гуи обсуждались в научной и даже в учебной литературе (см., например, [214, т. 3]), то в настоящее время считается общепризнанным, что реализация этих идей принципиально невозможна. Это случилось благодаря утверждению взглядов М. Смолуховского (изложенных в более поздних работах) и его многочисленных рьяных последователей — приверженцев классической термодинамики, которые доказывали невозможность реализации демона Максвелла и идеи Гуи, понимая их буквально, т. е. как механические устройства, сортирующие молекулы газа по скоростям без затраты работы или суммирующие флуктуации, и считая эти устройства единственно возможными.

Все возражения против демона Максвелла и идеи Гуи, в основном, сводятся к возражениям Дж. С. Слейтора, М. Смолуховского, А. Эйнштейна и Ч. Г. Беннета.

Для доказательства принципиальной невозможности демона Максвелла Слейтор призвал на помощь квантовую механику [13]. Отвечая на вопрос поставленный Максвеллом, Слейтор заявил, что квантовая механика дает на него категорический ответ — нет. Слейтор ссылался на известное соотношение неопределенности Гейзенberга

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{\hbar}{2\pi},$$

где Δx — неопределенность в одновременном определении координат; Δp — неопределенность в одновременном определении импульса, т. е. произведения массы на скорость; \hbar — постоянная Планка.

Да, действительно, в соответствии с соотношением неопределенности Гейзенберга демон Максвелла не может одновременно измерять координаты и скорости молекул. Но в этом и нет необходимости. На это обстоятельство впервые обратил внимание П. Димерс в 1944 году, рассматривая возражение Слейтора в двух работах «Демон Максвелла и второе начало термодинамики» [3] и «Демон Максвелла и квантовая механика» [4].

Димерс на численном примере показал, что относительно возражения Слейтора задача Максвелла разрешается: для определенных параметров газа, а именно, в случае тяжелых молекул и при малом давлении газа, т. е. для параметров, которые экспериментатор может выбирать по своему усмотрению, возражение Слейтора не может повлиять на нормальную работу демона Максвелла.

Л. Бриллюэн по аналогии с демоном Максвелла, или так называемым «температурным демоном», рассмотрел «демон давлений», анализируя работу которого, сделал вывод: «демон давлений не нуждается в точном измерении скорости, так что мы можем не учитывать соотношение неопределенности» [42].

Таким образом Димерс и Бриллюэн показали, что возражение Слейтора против демона Максвелла и его категорический ответ на вопрос, поставленный Максвеллом, не обоснованы.

Как отмечалось выше, в 1906 году Смолуховский не возражал против идеи Гуи о получении работы за счет одного источника тепла. Но позднее у Смолуховского сложилась вполне определенная система взглядов на второе начало термодинамики, которую он развел в ряде более поздних работ [192, 194–196, 197], относящихся к периоду 1912–1916 годов.

Рассматривая молекулярные явления, Смолуховский пришел к выводу, что «второе же начало термодинамики раз и навсегда потеряло свое значение, как непоколебимая догма, как один из основных принципов физики» [195], имея в виду ограниченность второго начала термодинамики в микромире.

Однако, рассматривая многочисленные конкретные устройства, Смолуховский на вопрос о реализации идеи Гуи дал категорический отрицательный ответ. Он утверждал, что устройство, работающее в замкнутой изолированной системе только за счет одного источника тепла, невозможно построить «вследствие принципиальных обстоятельств» [194] «ни с помощью механического, ни, например, автоматического оптического или электрического выключательного приспособления» [192]. Это принципиально невозможно, по мнению Смолуховского, потому, что «клапан имеет свою собственную тенденцию к флюктуациям» [194], которые не позволяют устройству в целом функционировать так, как мы желали бы. Поэтому «...несмотря на флюктуации, автоматический, непрерывно действующий *регретум mobile* невозможен» [193].

В классической термодинамике это возражение Смолуховского против демона Максвелла и идеи Гуи представляется как бесспорная истина и приводится в учебной литературе как убедительное доказательство невозможности вечного двигателя второго рода. Так, в известных «Фейнмановских лекциях по физике» рассматривается «такое устройство, чтобы второй закон термодинамики нарушался, т. е. работу из теплового резервуара получали, а перепада температур не было» [206]. Рассматриваемое устройство состоит из вертушки, совершающей колебания под действием флюктуаций окружающего газа, и храповичка с собачкой, т. е. механизма, предназначенного для преобразования колебаний вертушки во вращение вала в одну сторону. Поскольку собачка, как и дверца демона Максвелла, подвержена броуновскому движению, то авторы лекций делают следующий вывод: «Как бы хитроумно ни сконструировали „однобокий“ механизм, при равенстве температур он не захочет вертеться в одну сторону чащё, чем в другую. Когда мы смотрим на него, он может поворачиваться

либо туда, либо сюда, но при продолжительной работе он не уйдет никуда. Тот факт, что он не уйдет никуда, на самом деле фундаментальный глубокий принцип; все в термодинамике покоятся на нем» [206].

И. П. Базаров, отвечая на вопрос, поставленный Максвеллом, писал: «Это не только практически, но и теоретически невозможно. Все наши аппараты, клапаны и т. д. состоят из молекул и сами обладают некоторыми колебаниями около положения равновесия и притом совершенно независимо от колебаний плотности газа» [31].

Таким образом, из приведенных выше ответов на вопрос, поставленный Максвеллом, получено множество однозначных ответов, которые сводятся к следующему: «Это не только практически, но и теоретически невозможно».

Однако однозначность приведенных выше ответов говорит лишь о том, что все они сделаны подгонкой под ответ, вытекающий из абсолютного характера второго начала термодинамики. Кроме того, следует отметить, что ответы, полученные на основе анализа конкретных устройств, безусловно справедливые, но только для этих конкретных устройств. Рассматриваемые Смолуховским и Фейнманом конкретные механические устройства, решающие задачу, поставленную Максвеллом, вероятно, не так уж «хитроумны», чтобы поколебать фундаментальный принцип.

К изгнанию демона Максвелла не мог не приложить руку А. Эйнштейн. Он утверждал: «Кажется вероятным, что в среде, находящейся в состоянии равновесия разумный организм не может действовать»¹⁾. Это возражение Эйнштейна против демона Максвелла поддержал Н. Винер: «При строгом исследовании мы действительно найдем, что демон Максвелла не может существовать в равновесной системе» [50].

Возражение Эйнштейна было затем лишь конкретизировано. Так, Димерс, рассматривая демона Максвелла, снабдил его источником излучения с температурой излучения большей, чем температура газа, молекулы которого демон должен сортировать. Димерс отмечал, что в этом случае демону Максвелла потребуется не менее 4 фотонов на каждую молекулу. Это позволило сделать вывод: «Невозможно извлечь полезной части из флюктуаций в системе с единой температурой и получить полезную работу» [4].

Л. Бриллюэн неоднократно обращался к возражению Эйнштейна, заявляя, что демон Максвелла не может видеть в равновесной среде. Впервые он предоставил в распоряжение демона Максвелла «фонарик» в 1949 году в работе «Термодинамика и теория информации»: «Для того, чтобы выбирать быстрые молекулы демон должен быть способен видеть их; но он заключен в равной постоянной температуре, где должно быть излучение этого черного тела, и он неспособен видеть ничего внутри этого черного тела. Демон просто не видит молекул до тех пор, пока мы не снабдим его фонариком, и фонарик, очевидно, источник излучения и не на-

¹⁾ Цитируется по книге [225].

ходится в равновесии». Снабдив демона фонариком, Бриллюэн счел, что этого недостаточно и что следует добавить еще фотоэлемент и систему автоматики, чтобы он мог нормально функционировать. Позднее Бриллюэн снабжал демона Максвелла фонариком, повторяя возражение Эйнштейна, в ряде работ [42, 43]. В книге «Наука и теория информации» Бриллюэн привел подробное описание схемы устройства, рассмотренного на лекциях Д. Гейбором, и в результате анализа этого устройства повторил вывод Гейбора: «Мы ничего не можем получить даром, даже наблюдения» [42].

А. Я. Лернер иллюстрирует демон Максвелла с фонариком, приводя неоднократно повторяемые Бриллюэном возражение Эйнштейна [112]. Если Лернер ограничивается лишь утверждением о том, что расход энергии, необходимый для освещения молекул газа будет больше энергии, получаемой в результате сортировки молекул газа по скоростям, то Диммерс [3], Бриллюэн и Р. П. Поплавский [161] приводили доказательства этого утверждения.

Спустя более ста лет после выхода в свет книги Максвелла «Теория теплоты», в 1988 году, Ч. Г. Беннет счел, что рассмотренных выше возражений против демона Максвелла было приведено недостаточно и решил внести свою лепту в доказательство того, почему демон не может нарушить второе начало термодинамики.

Он писал: «С 1871 года физики пытались разрешить загадку демона Максвелла: воображаемого существа, которое может нарушить второе начало термодинамики. Решение дает теория вычислений» [34]. Далее Беннет отмечал: «Желая защитить второе начало термодинамики, физики выдвинули много объяснений, почему придуманный Максвеллом демон не сможет работать, как считал его создатель. Удивительно, но почти все эти объяснения оказались несостоятельными» [34]. И Беннет обнаружил причину, по которой демон Максвелла не может создать и поддерживать разницу температур, не совершая работы: «Правильный ответ — истинная причина, по которой демон Максвелла не может нарушить второе начало термодинамики, — был получен лишь недавно. Он появился неожиданно на весьма далеком от термодинамики направлении исследований, связанном с расчетом энергетических требований, соблюдение которых необходимо для обеспечения работы компьютера» [34]. В компьютере некоторые операции обработки данных действительно имеют определенную «стоимость» в смысле термодинамики. В частности, «нельзя очистить регистр памяти, не производя некоторого количества теплоты и не внося некоторого добавления к энтропии окружающей среды. Очищение памяти есть термодинамически необратимая операция» [34].

На основании этих, необходимых для работы компьютера операций, Беннет вынес вердикт демону Максвелла: «Итак, причина, по которой демон не может нарушить второе начало термодинамики найдена: для того, чтобы определить положение молекулы, он должен вначале забыть о результате предыдущего измерения. Забыть эти результаты, т. е. уничтожить информацию, значит расплатиться в термодинамическом смысле» [34].

ГЛАВА 9

О возражениях Смолуховского, Эйнштейна и Беннета

Если возражение Слейтора в результате открытой дискуссии было признано необоснованным, то против возражений Смолуховского, Эйнштейна и Беннета не было высказано ни одного замечания, и эти возражения приводятся в настоящее время в учебной литературе в качестве доказательства невозможности вечного двигателя второго рода (монотермического двигателя).

Однако, это не означает, что эти возражения безупречны.

Рассмотрим возражение Смолуховского. В различных статьях им были сделаны следующие выводы: «...с помощью механического автомата сконструировать регрессиум mobile не удается, и легко убедиться в том, что будут бесполезны электрические контакты и т. п. ...несмотря на молекулярные флюктуации, автоматический, непрерывно действующий регрессиум mobile невозможен» [193]; «клапан имеет свою собственную тенденцию к флюктуациям... следовательно, регрессиум mobile было бы возможно только в том случае, если бы можно было построить клапан совершенно другого рода, без молекулярных флюктуаций, но в настоящее время у нас нет для этого никакой возможности» [192]; «мы забыли о флюктуациях, которые сами собой должны происходить в технических устройствах, поскольку они сами состоят из молекул. Вследствие этого технические устройства не могут функционировать как мы желали бы» [193].

Но почему технические устройства подобного рода должны обязательно иметь упомянутые Смолуховским микроскопические «односторонне действующий клапан», «ресницы», «зубчатое колесо со щеколдой и т. п.» или рассмотренные Фейнманом храповик и собачку, т. е. микроскопические детали, подверженные флюктуациям настолько, чтобы нарушить нормальную работу устройства в целом?! Нельзя ли обойтись без них и, как указывал Maxwell, обратиться «к более тонким наблюдениям и опытам», чтобы создать устройство, способное преобразовать тепло от одного источника вопреки принципу Карно без деталей, рассмотренных Смолуховским и Фейнманом, которые в результате флюктуаций нарушают работу устройства в целом?

Чтобы ответить на этот вопрос, Л. Сциллард в 1929 году придумал мысленный эксперимент, в котором преобразование тепла в работу от одного источника тепла происходит без упомянутых выше микроскопических деталей [15]. Мысленный эксперимент Сцилларда (схему Сцилларда)

подробно рассматривали Л. Бриллюэн [42] и П. Шамбадаль [225]. Суть эксперимента состоит в следующем.

Вертикальный цилиндр находится в тепловом контакте с термостатом с температурой T . В цилиндре находится одна молекула газа. В момент, когда молекула газа находится в нижней части цилиндра V_1 , в цилиндр снаружи вдвигается поршень-задвижка, разделяя цилиндр на две части. Молекула газа, находясь в термодинамическом равновесии со стенками цилиндра, и, следовательно, с термостатом, ударяясь о поршень, создает давление на него и поршень перемещается вверх, совершая механическую работу в поле тяжести.

В крайнем верхнем положении поршень-задвижка удаляется из цилиндра через специальное отверстие и в момент, когда молекула газа находится в нижней части цилиндра V_1 , вновь вдвигается снаружи в средней части цилиндра и операция повторяется.

В мысленном эксперименте Сцилларда имеются только макроскопические детали: цилиндр и поршень-задвижка и отсутствуют микроскопические детали, наличие которых является обязательным в рассмотренных Смолуховским и Фейнманом устройствах.

Следовательно, эти макроскопические детали хотя и «состоят из молекул», но не подвержены флуктуациям в такой степени, чтобы нарушить нормальную работу устройства в целом.

Приверженцы классической термодинамики нашли недостаток мысленного эксперимента Сцилларда, который заключается в том, что поршень-задвижку следует вставлять в цилиндр в тот момент, когда молекула газа находится в объеме V_1 , т. е. требуется информация о местоположении молекулы. И вместо того, чтобы подумать как можно устраниТЬ этот недостаток, доказывали невозможность работы такого устройства. Более того, И. П. Базаров утверждал: «Мысленный эксперимент Сцилларда не может служить основанием для каких-либо выводов. Дело в том, что использование молекулярного газа допустимо, пока процессы с ним не противоречат газовым законам. Но в момент введения поршня газ сжимается до половины своего объема, что является недопустимой идеализацией мысленного эксперимента Сцилларда, вследствие чего этот эксперимент не может использоваться для проверки второго начала термодинамики» [31].

В мысленном эксперименте Сцилларда нет противоречия газовым законам, так как не «газ сжимается до половины объема» (как считает Базаров), а введением поршня-задвижки ограничивается объем, в котором в данный момент находится молекула. При этом молекула газа в этот момент не оказывает давления на поршень-задвижку, и работа на сжатие газа не затрачивается. Следовательно, возражение Базарова не обосновано, и не ясно, почему «этот эксперимент не может использоваться для проверки второго начала термодинамики».

Рассматривая мысленный эксперимент Сцилларда, Л. Бриллюэн пришел к заключению: «Эта система дает механическую работу, но требу-

ет информации о положении молекулы» [42]. Для получения информации о положении молекулы Бриллюэн снабжает рассматриваемое устройство (как и демона Максвелла) источником света и устройством, регистрирующим рассеянный свет от молекулы в двух объемах цилиндра V_1 и V_2 с помощью лучей света B_1 и B_2 , соответственно: «Мы должны придумать экспериментальное устройство для определения местоположения молекулы... Поглощение кванта $\hbar\nu$ в одном из фотодиодов соответствует увеличению энтропии» [42].

Бриллюэн привел также описание аналогичного устройства, рассмотренного Д. Гейбором. Устройство Гейбера, поясняющее схему Сцилларда, состоит из цилиндра, поршня-задвижки и единственной молекулы газа, приводящей в движение поршень-задвижку. Для возврата поршня-задвижки в исходное положение после расширения объема, заключенного между поршнем и основанием цилиндра, используется специальный механизм возврата. Этот механизм возвращает поршень в исходное положение только в том случае, когда молекула находится в нижней части цилиндра, т. е. в объеме V_1 , который поддерживается при температуре окружающей среды.

Для получения информации о положении молекулы в объеме V_1 используется оптическое устройство освещения и индикации рассеянного света, состоящее из источника света (нити накала) и системы линз и зеркал, поддерживающих прохождение света в объем V_1 таким образом, что прямой свет не попадает в фотодиод, предназначенный для регистрации только рассеянного молекулой света.

Работа устройства происходит следующим образом. В исходном положении поршень-задвижка находится вне цилиндра. Включается нить накала и луч света проходит через объем V_1 . Когда молекула попадает в нижнюю часть цилиндра (в объем V_1) и фотодиодом регистрируется свет, поршень вводится в цилиндр, два скользящих зеркала опускаются вниз и перекрывают световой луч. Молекула, находящаяся в тепловом равновесии со стенками цилиндра, находящегося при температуре T , совершая хаотическое движение ударяет о поршень, передавая при каждом ударе часть кинетической энергии, совершает работу по подъему поршня. По достижении крайнего верхнего положения поршень выводится из цилиндра и возвращается с помощью механизма возврата в исходное положение, после чего рассмотренный цикл может повториться.

Рассмотренные выше устройства: схема Сцилларда, снабженная Бриллюэном фонариком, и схема Гейбера, также снабженная источником света (нитью накала), не могут работать в равновесной среде и, следовательно, для этих устройств справедливо выражение Эйнштейна. Поэтому Гейбор, анализируя работу рассмотренной им схемы, совершенно правильно сделал вывод: «Мы ничего не можем получить даром, даже наблюдения».

Но, если наблюдение невозможно «получить даром», то зачем оно нужно, если и без него можно обойтись?!

Действительно, теоретически, для преобразования тепла в механическую работу от одного источника тепла (термостата) можно обойтись без наблюдения, т. е. без определения местоположения молекулы. При этом локализация молекулы «...может быть достигнута гораздо более простыми способами» [225]. Для этого, как показал Шамбадаль, достаточно лишь несколько изменить мысленный эксперимент Сцилларда: «Мы предполагаем также, что работа, производимая молекулой может поглощаться двумя устройствами, расположенными на обоих концах цилиндра. Как только поршень получит первый удар и начнет перемещаться, мы соединим его (в зависимости от того, куда направлено это перемещение) с тем или иным принимающим устройством, которое в дальнейшем и будет поглощать производимую работу, пока поршень не достигнет основания цилиндра. Разумеется, это соединение движущегося поршня с поглощающим устройством может происходить автоматически.

Таким образом, задача об информации касательно локализации молекулы оказывается разрешенной чисто механическим способом, без применения понятия энтропия. Но самом деле нет необходимости решать эту задачу. Вообще говоря, можно, ничего не меняя в принципе устройства прибора, реализовать его следующим образом. Вводя перегородку в цилиндр, мы помещаем на оси последовательно два стержня, один из которых находится справа от перегородки, а другой — слева (предполагаем, что ось цилиндра горизонтальна). Эти два стержня находятся в контакте с перегородкой, но не соединены с ней. Тогда, каким бы ни было положение молекулы (в объеме V_1 или в объеме V_2), перегородка при перемещении будет толкать один или другой стержень и приводить в действие устройство, поглощающее производимую работу. Таким образом, для обеспечения работы машины нет необходимости иметь какую-либо информацию о положении молекулы» [225].

Этот вывод подтвердил И. П. Базаров: «В эксперименте Сцилларда вообще не требуется никакой предварительной информации о местоположении молекулы после введения в цилиндр поршня, поскольку само движение поршня указывает на ее местоположение и превращение тепла в работу будет происходить независимо от того, где находится молекула» [31].

Анализируя работу рассмотренного им устройства с горизонтальным цилиндром и двумя приемными устройствами, Шамбадаль пришел к заключению: «Отсюда следует, что, подобно термодинамике, теория информации не имеет никакого отношения к решению проблемы Сцилларда» [225].

Что касается теории информации, то в этом можно согласиться с Шамбадалем: она не имеет никакого отношения к решению проблемы Сцилларда. Что же касается термодинамики, то она имеет прямое отношение к решению проблемы Сцилларда, который впервые показал, что теоретически возможно устройство прямого полного преобразования тепла от одного источника тепла в работу, состоящее только из макро-

скопических деталей, не подверженных флуктуациям настолько, чтобы нарушить нормальную работу этого устройства в целом.

Сциллард, по существу, показал, что возражение Смолуховского не обосновано. Между тем, возражение Смолуховского представляется термодинамикой как одно из доказательств невозможности вечного двигателя второго рода.

Более того, как показал Шамбадаль, несущественное изменение мысленного эксперимента Сцилларда позволяет получить устройство прямого полного преобразования тепла от одного источника тепла (термостата) «...чисто механическим способом». А это значит, что возражение Эйнштейна также не обосновано, т. е. принципиально возможно устройство прямого полного преобразования тепла в работу в среде, находящейся в термодинамическом равновесии, вопреки принципу Карно.

При этом нет необходимости не только измерять координаты и скорости молекул, но и заносить данные о них в вымышленный Беннетом регистр памяти, на сброс которого необходимо затрачивать энергию и увеличивать энтропию Вселенной. Следовательно, и возражение Беннета также не обосновано.

Таким образом, все рассмотренные выше возражения против демона Максвелла и идеи Гуя являются не обоснованными. Устройство преобразования хаотического движения молекулы в механическую работу макроскопического поршня может нормально функционировать в термодинамическом равновесии вопреки принципу Карно, т. е. монотермический двигатель принципиально возможен. В данном случае речь идет лишь о принципиальной возможности, как это представлял Гуй: «Такой механизм, по всей вероятности, не реален, но и не видно теоретической причины, которая могла бы помешать ему нормально функционировать».

Теоретически, преобразование тепла в работу возможно, если в мысленном эксперименте имеется не только одна молекула. Так, Шамбадаль, анализируя мысленный эксперимент Сцилларда, утверждал: «Но можно пойти дальше. Вместо единственной молекулы возьмем 3, 5 или 7 молекул; пока их число остается нечетным, работа машины обеспечена, так как „средние давления“ на обе стороны перегородки по необходимости различны. ... Используя простое механическое устройство, описанное выше, мы обеспечиваем нормальную работу машины при 999 молекулах также, как и при одной, поскольку ее функционирование не требует никакой информации» [225].

Следует отметить, что если в цилиндре находится отличное от единицы нечетное число молекул газа, то в этом случае будет получена большая работа, чем в случае с одной молекулой, так как в этом случае разность числа молекул по разные стороны перегородки может быть большей единицы.

Если в случае с одной молекулой газа механизм возврата удаляет поршень-задвижку в крайнем положении, то в случае с несколькими нечетными молекулами механизм возврата удаляет поршень-задвижку из ци-

цилиндра в момент термодинамического равновесия системы, т. е. в момент равенства давлений на обе стороны поршня-задвижки. А после каждого вдвигания поршня-задвижки вследствие хаотического движения молекул **самопроизвольно возникает разность давлений**, в результате которой поршень передвигается в сторону меньшего давления до равенства давлений (до термодинамического равновесия).

Если в рассмотренном выше мысленном эксперименте число молекул газа в цилиндре **четное**, то и тогда в большинстве случаев по обе стороны поршня-задвижки устанавливается различная концентрация молекул газа, т. е. различное давление, и лишь в небольшом числе случаев или в небольшом числе микросостояний газа после вдвигания поршня-задвижки будет устанавливаться равное число молекул газа по обе стороны поршня-задвижки, соответствующее равенству давлений газа. Так, в случае 4 молекул газа устанавливается $2^4 = 16$ микросостояний газа. При этом лишь в 6 случаях из 16, т. е. в 37,5 % случаев возникает равенство концентраций молекул газа, т. е. равенство давлений. Если число молекул газа равно 24, то возникает $2^{24} = 16\,777\,216$ микросостояний газа. При этом вероятность установления равной концентрации молекул газа, т. е. по 12 молекул газа по обе стороны поршня-задвижки, равна 0,161, т. е. наблюдается в 6,21 % случаев [178].

При нечетном числе молекул газа после любого вдвигания поршня-задвижки замкнутая термодинамическая система становится неравновесной, т. е. в равных по объему частях цилиндра V_1 и V_2 всегда устанавливается неравенство концентраций молекул газа. И под действием разницы давлений с разных сторон на поршень-задвижку замкнутая система стремится в состояние равновесия, совершая работу ΔA за счет одного источника тепла. При этом энтропия замкнутой системы S уменьшается на величину $\Delta S = \Delta A/T$, т. е. энтропия замкнутой системы уменьшается вопреки неравенству Клаузиуса. Причем, неравновесное состояние системы устанавливает «простое механическое устройство» без затраты работы.

Также «чисто механическим способом» можно преобразовать тепло одного источника в электрическую энергию.

Действительно, известно, что из-за броуновского движения рамки гальванометра существует предел точности измерений магнито-электрического гальванометра. Так, Б. И. Давыдов отмечал, что еще в 1925 году В. Эйтховен экспериментально обнаружил, что струна в 1,8 см длиной и 0,2 мм толщиной только под действием флюктуаций плотности окружающего ее газа совершает броуновские движения, отклоняясь от положения равновесия, заданного натяжением струны [65].

Если такую упругую струну, чувствительную к флюктуациям молекул газа, поместить в поле **постоянного магнита** в замкнутый, наполненный газом сосуд с постоянной температурой газа, то только под действием молекулярного хаотического движения молекул газа, т. е. только под действием флюктуаций плотности газа, струна будет отклоняться от по-

ложения равновесия и под действием сил упругости возвращаться в него, пересекая магнитные силовые линии. В результате между концами струны возникает ЭДС электромагнитной индукции, т. е. струна превратится в генератор флюктуационной ЭДС.

Если клеммы, на которых закреплены концы струны, соединить проводами с нагрузочным сопротивлением R , в точности равном электрическому сопротивлению струны (для исключения из рассмотрения электрических шумов, определяемых по формуле Найквиста), то в замкнутой цепи только под действием флюктуационной ЭДС потечет ток и на нагрузочном сопротивлении R будет выделяться тепло.

Если молекулы газа передают часть своей кинетической энергии упругой струне, то при этом возле струны неизбежно охлаждение газа. Если флюктуационный генератор расположить по одну сторону перегородки, разделяющей сосуд с газом с постоянной температурой на две части А и В, например, в части А, и через проходные изоляторы в перегородке соединить ее концы проводами с нагрузочным сопротивлением R , расположенным в части сосуда В, то такая система способна справиться с функцией демона Максвелла, т. е. «не затрачивая работы, повысить температуру В и понизить температуру А, вопреки второму началу термодинамики».

В флюктуационном электрогенераторе происходит прямое, непосредственное преобразование теплового хаотического движения молекул газа в электроэнергию. Поэтому это также позволяет получить положительный ответ на заданный П. К. Ощепковым основной вопрос проблемы концентрации энергии окружающей среды: «...возможно ли прямое и непосредственное преобразование тепловой энергии окружающего пространства без перепада температуры в электрическую или какую-либо иную форму энергии?» [148].

ГЛАВА 10

Открытие К. Э. Циолковского в области термодинамики

В 1876 году Й. Лошмидт высказал гипотезу о линейной зависимости температуры газа, находящегося в поле тяжести, от высоты. Справедливость гипотезы указывала бы на неприменимость второго начала термодинамики в поле сил тяжести. По этому вопросу между Л. Больцманом и Й. Лошмидтом возникла острая научная дискуссия. Анализу аргументов сторон в этой дискуссии я посвятил отдельную статью [136].

Константин Эдуардович Циолковский, видимо, не знал ни о гипотезе Й. Лошмидта, ни о его дискуссии с Л. Больцманом и пришел к выводу о линейной зависимости температуры газа, находящегося в стационарном состоянии в поле тяжести, самостоятельно.

Подводя итог своей жизни и деятельности К. Э. Циолковский писал: «1914 г. Возраст 57 лет. Напечатана работа „Второе начало термодинамики“. Я дал критику этого начала и опровержение его».

В статье «Продолжительность лучеиспускания Солнца», опубликованной в журнале «Научное обозрение» № 7 за 1897 год Циолковский показал, что в стационарном состоянии поле тяжести вызывает и постоянно поддерживает, как он выразился, «страшную разницу температур между внутренними и наружными частями небесных тел». Эта разность температур возникает и постоянно поддерживается в любом веществе: «в весомом столбе газа, жидкости или твердого тела» [223].

Циолковский предлагал проверить этот вывод экспериментально, т. е. определить разность температур в веществе в стационарном состоянии в поле сил тяжести. Очевидно для упрощения опытов Циолковский предлагал непосредственно определять разности температур в металлах в поле тяжести. Однако в этом случае следует учитывать теплопроводность и электропроводность металлов, а теории этого учета пока нет. Поэтому для подтверждения идеи Циолковского автором этих строк в 1991 году было предложено провести решающий эксперимент по прямому определению разности температур в газе в стационарном состоянии в поле тяжести [139].

Циолковский показал, что в газе в стационарном состоянии в поле тяжести любой конечной разности высот ΔH соответствует вполне определенная разность температур ΔT , а отношение этой разности температур к разности высот $\Delta T/\Delta H \neq 0$, или, в пределе при $\Delta H \rightarrow 0$:

$$\frac{dT}{dH} \neq 0. \quad (10.1)$$

Выражение в левой части неравенства называется температурным градиентом. Таким образом в поле тяжести в любом веществе стационарный вертикальный температурный градиент отличен от нуля.

Это неравенство (по аналогии с неравенством Клаузиуса) по праву следует называть неравенством Циолковского.

Рассмотрим, как определялось стационарное состояние вещества в поле тяжести до К. Э. Циолковского.

Еще в 1866 году Дж. К. Максвелл установил неразрывную связь между стационарным состоянием газа в поле тяжести и вторым началом термодинамики. Максвелл показал, что для того, чтобы второе начало термодинамики было абсолютным, справедливым для любых макроскопических систем, необходимо, чтобы в стационарном состоянии в поле тяжести температура была постоянной (не зависела от высоты) для всех веществ. В работе «К динамической теории газов» Максвелл писал: «Фактически температура какого-либо вещества должна быть функцией высоты. Потому, что если нет, то пусть равные столбы двух веществ будут заключены в цилиндры, непроницаемые для теплоты у дна. Тогда в тепловом равновесии верхушки двух столбов будут иметь различные температуры, двигатель должен работать под действием тепла от нагревателя и передавать его холодильнику, и остатки тепла будут циркулировать до тех пор, пока это все не превратится в механическую энергию, что находится в противоречии со вторым началом термодинамики».

Результат, как теперь дан, есть такой, что температура в газах, находящихся в термическом равновесии независима от высоты, и если следовать тому, что было сказано, то температура не зависит от высоты во всех других веществах» [10].

Позднее, в 1875 году, Людвиг Больцман, рассматривая стационарное распределение частиц одноатомного идеального газа в потенциальном поле, привел формулу экспоненциальной зависимости концентрации частиц от высоты (распределение Больцмана) [22]. При этом Больцман утверждал, что «из этой формулы», якобы следует постоянство температуры газа и привел «доказательство, что формула 1 — есть единственное возможное решение проблемы» [22].

Таким образом, в соответствии с абсолютным характером второго начала термодинамики в макроскопических системах в потенциальных полях во всех веществах температура должна быть постоянной ($T = \text{const}$), т. е. независимой от потенциальной энергии этих полей, а температурный градиент

$$\frac{dT}{dH} = 0. \quad (10.2)$$

В классической теоретической физике и в термодинамике это мнение является господствующим и считается безупречным. Однако, строго доказать постоянство температуры в газе в стационарном состоянии в поле тяжести, несмотря на многочисленные попытки, пока не удалось никому.

В метеорологии [26, 33, 35, 70, 133, 201, 219, 224], в геофизике [200], в физике атмосферы [211, 218], в физике атмосферы планет [224], в астрофизике [111], т. е. всюду, где имеют дело с реальным газом в поле тяжести, подтверждаются чисто механические идеи о неравномерности температур в весомом столбе газа, жидкости или твердого тела. Однако, при этом даже не упоминается ни о приоритете К. Э. Циолковского, ни о явном противоречии этого вывода абсолютному характеру второго начала термодинамики.

К сожалению, следует констатировать, что утверждение Максвелла об изотермичности газа в стационарном состоянии в поле тяжести до сих пор не подтверждено экспериментально. Поэтому, современная наука не может дать точный, однозначный ответ на фундаментальный вопрос общей физики: существует ли отличный от нуля вертикальный температурный градиент в газе в стационарном состоянии в поле тяжести?

Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшиц, не утруждая себя доказательством, предлагают принять на веру «постоянство температуры вдоль тела», находящегося в стационарном состоянии в поле тяжести [107]. Также без доказательств К. А. Путилов [169] и Д. В. Сивухин [182] утверждают, что газ в стационарном состоянии в поле тяжести должен быть изотермичен.

В 1923 году доказательству изотермичности газа, находящегося в стационарном состоянии в поле тяжести П. Эренфест посвятил отдельную статью [236]. Однако, доказательство Эренфеста нельзя признать строгим. Действительно, он использует распределение Максвелла по скоростям молекул, но распределение Максвелла получено и справедливо лишь для систем, находящихся в термостате. Поэтому, как только мы воспользуемся распределением Максвелла, мы в дальнейшем будем иметь дело с термостатом, где ни о каком распределении температур не может быть и речи.

Аналогичную ошибку в доказательстве изотермичности газа в поле тяжести допустил В. Г. Левич [110]. Это доказательство основано на распределении Гиббса, которое, как известно, также получено и справедливо лишь для термостата. Левич приводил также доказательство изотермичности газа в стационарном состоянии в поле тяжести на основании распределения Больцмана. Но распределение Больцмана также получено и справедливо лишь для термостата.

Доказательство изотермичности газа в стационарном состоянии в поле тяжести приведено и в известных фейнмановских лекциях по физике. Однако, и это доказательство нельзя признать строгим, так как при этом (молчаливо) предполагается, что в металлическом вертикальном стержне, находящемся в поле тяжести, вертикальный температурный градиент равен нулю, и температура металлического вертикального стержня на разных высотах одна и та же. На этом основании делается вывод о равенстве температур в газе, находящемся в стационарном состоянии в поле тяжести на разных высотах [206].

Таким образом, строго доказать изотермичность газа в стационарном состоянии в поле тяжести пока не удалось никому. И это потому, что нельзя доказать недоказуемое.

К. Э. Циолковский получил значение стационарного вертикального температурного градиента в газе в стационарном состоянии в поле тяжести предельно просто и наглядно из закона сохранения энергии. Он рассматривал падение массы газа m с высоты ΔH , соответствующей изменению потенциальной энергии газа на величину:

$$\Delta H = -mg\Delta H. \quad (10.3)$$

Считая, что изменение потенциальной энергии молекул газа в соответствии с законом сохранения энергии соответствует изменению кинетической энергии молекул газа, т. е. приводит к сообщению газу тепла:

$$\Delta Q = mC_V\Delta T. \quad (10.4)$$

В этом равенстве Циолковский использовал C_V (теплоемкость газа при неизменном объеме), отмечая при этом: «Хотя часть работы при падении, как будто тратится на сжатие газа, но в сущности этой работы нет, так как, предполагая равновесие атмосферы, — нигде не происходит ни сжатия, ни расширения газа».

Приравняв правые части приведенных выше равенств (10.3) и (10.4), получим значение вертикального температурного градиента в атмосфере:

$$\frac{\Delta T}{\Delta H} = -\frac{g}{C_V}. \quad (10.5)$$

Так как $g \neq 0$ и $C_V \neq \infty$, то получаем неравенство Циолковского:

$$\frac{\Delta T}{\Delta H} = -\frac{g}{C_V} \neq 0.$$

Из уравнения (10.5) Циолковский получил значение стационарного вертикального температурного градиента в атмосфере, равное 14 К/км.

Позднее для оценки стационарного вертикального температурного градиента был введен термин адиабатический или сухоадиабатический (для сухого воздуха) вертикальный температурный градиент. Адиабатический вертикальный температурный градиент выводится более строго, чем это было сделано Циолковским и, как известно, равен:

$$\frac{dT}{dH} = -\frac{g}{C_P}, \quad (10.6)$$

где C_P — теплоемкость газа при постоянном давлении.

Значение стационарного вертикального температурного градиента, получаемое по формуле (10.6), которое можно считать вторым приближением к действительному, наблюдаемому в тропосфере Земли температурному градиенту, составляет для земной тропосферы 9,8 К/км.

Значение адиабатического вертикального температурного градиента получено без учета теплопроводности газа. В. Ф. Яковлев получил значение стационарного вертикального температурного градиента в газе в поле тяжести с учетом теплопроводности следующим образом [237].

В соответствии с законом Фурье, любой температурный градиент, в том числе и адиабатический вертикальный, вызывает поток тепла. Поэтому в вертикальном столбе газа в поле тяжести возникает стационарный поток тепла снизу вверх, обусловленный адиабатическим вертикальным температурным градиентом и теплопроводностью среды κ :

$$q = -\kappa \left(\frac{dT}{dH} \right)_{st}. \quad (10.7)$$

Чтобы скомпенсировать этот поток тепла В. Ф. Яковлев по аналогии с уравнением Фурье ввел равный ему, но противоположно направленный поток механической энергии падения молекул газа в вязкой среде [238], который определяется градиентом потенциала

$$\frac{d\varphi}{dH} = -g$$

и динамической вязкостью среды η :

$$G = \eta \frac{d\varphi}{dH} = -\eta g. \quad (10.8)$$

В стационарном состоянии потоки (10.7) и (10.8) взаимно уравновешиваются, т. е. $q + G = 0$. Поэтому стационарный вертикальный температурный градиент с учетом теплопроводности газа будет равен:

$$\left(\frac{dT}{dH} \right)_{st} = -\frac{\eta g}{\kappa}. \quad (10.9)$$

Из молекулярно-кинетической теории газа известно, что отношение $\kappa/(\eta C_P)$ для одноатомных и двухатомных газов равно 1,5 и 1,4, соответственно. Следовательно, стационарный вертикальный температурный градиент с учетом теплопроводности газа имеет вид:

$$\left(\frac{dT}{dH} \right)_{st} = -\frac{g}{1,4 C_P} = -\frac{1}{1,4} \left(\frac{dT}{dH} \right)_{ad}. \quad (10.10)$$

Таким образом, стационарный вертикальный температурный градиент в тропосфере Земли составляет 7 К/км, что близко к наблюдаемому градиенту, равному 6,5 К/км [28].

Условие постоянства температуры ($T = \text{const}$) приводит к барометрической формуле Больцмана

$$P = P_0 \exp \left\{ -\frac{mgH}{kT} \right\},$$

из которой следует распределение Больцмана. При этом Больцман утверждал, что это решение «есть единственное возможное решение проблемы». Однако решение можно получить и при условии линейной зависимости температуры газа от высоты:

$$T = T_0 - \frac{\eta g}{\kappa} H. \quad (10.11)$$

При этом барометрическая формула принимает вид:

$$P = P_0 \left(1 - \frac{\eta g H}{kT} \right) \frac{\mu x}{R\eta}, \quad (10.12)$$

где μ — молекулярная масса газа, R — универсальная газовая постоянная.

В. Ф. Яковлев показал, что результаты расчетов по приведенной выше формуле с большой точностью совпадают с характеристиками стандартной атмосферы Земли [239].

Я проверил выполнение соотношения (10.12), используя опубликованные модели тропосфера Венеры и обобщения результатов непосредственных измерений температур и давлений тропосфера Венеры [138]. В тропосфере Венеры температура изменяется с высотой от поверхности Венеры до высоты около 56 км линейно с температурным градиентом $-8,5 \text{ К/км}$.

Лошmidt нашел хорошее подтверждение своей гипотезе в зависимости температуры воды от глубины в артезианских колодцах. Циолковский видел подтверждение линейной зависимости как в изменении температуры при углублении в шахтах, так и в тропосфере Земли.

В. Ф. Яковлев не только различными способами теоретически доказал, что в потенциальных полях зависимость температуры от высоты должна быть линейной, но и экспериментально, на центрифуге, показал, что в потенциальном поле центробежных сил температура газа зависит от его потенциальной энергии [239].

Таким образом, всюду, где нельзя пренебречь действием потенциальных полей, в макроскопических системах устанавливается не постоянная температура, а стационарный температурный градиент.

Для поддержания стационарного температурного градиента, тепло, вопреки второму началу термодинамики, переходит от более холодных областей с большей потенциальной энергией к более теплым областям с меньшей потенциальной энергией. Таким образом, второе начало термодинамики не является всеобщим физическим принципом, применимым ко всем физическим и химическим процессам при всех возможных условиях, а ограниченным частным законом, справедливым лишь в макроскопических системах, в которых можно пренебречь действием потенциальных полей, в частности, действием поля тяжести.

Циолковский неоднократно указывал на необходимость экспериментальной проверки теоретических выводов, отмечая: «...Разумеется, высказанные мною тут взгляды только вероятны, в особенности по отношению к повышению температуры в весомом столбе твердого тела.

Что я в них верю — это еще ничего не доказывает. Установиться в науке они могли бы путем опытов».

Наученный горьким опытом непонимания современниками других его смелых идей, К. Э. Циолковский был вынужден констатировать: «Я, между прочим, сам не провожу эти опыты отчасти и потому, что мне все равно не поверят, как не поверили моим опытам по сопротивлению воздуха, которые, однако, подтверждаются все более и более, по мере производства тех же опытов другими учеными».

Трагична история признания этого открытия К. Э. Циолковского. Суть его была изложена еще в 1897 году в статье «Продолжительность лукоиспуска Солнца». Позднее, в 1905 году, эту идею К. Э. Циолковский развил в работе «Второе начало термодинамики». Получив отрицательные отзывы на нее еще в рукописи, Циолковский опубликовал эту работу на свои средства лишь в 1914 году.

Судя по воспоминаниям современников, она была известна слушателям Академии воздушного флота имени Н. Е. Жуковского, где К. Э. Циолковский был провозглашен почетным профессором [180]. Однако, суть открытия К. Э. Циолковского не была понята и оценена по достоинству. Еще при жизни Циолковского профессор Н. Д. Моисеев дал отрицательный отзыв об этой работе лишь на том основании, что выводы К. Э. Циолковского противоречат общепризнанной точке зрения, основанной на абсолютном характере второго начала термодинамики [128].

В соответствии с выводом К. Э. Циолковского, в газе в поле тяжести в стационарном состоянии возникает «громадная неравномерность температур» между двумя слоями газа, находящимися на разных высотах. Эту разность температур можно использовать для получения механической энергии с помощью тепловой машины или с помощью термопары для получения электрической энергии. Если столб газа находится в тепловом контакте с окружающей средой, то электрический ток термопары будет поддерживаться только за счет охлаждения окружающей среды. Это не что иное, как вечный двигатель второго рода.

Аналогичный результат получается при рассмотрении двух столбов газа одинаковой высоты с различными теплоемкостями, находящимися в поле тяжести [140]. Действительно, пусть два вертикально расположенных герметически закрытых столба газа с различными теплоемкостями термоизолированы между собой за исключением нижних оснований, которые находятся в тепловом контакте как между собой, так и с окружающей средой. Тогда между верхними основаниями этих столбов на одной и той же высоте в стационарном состоянии возникает и будет постоянно поддерживаться разность температур. Величина этой разности температур для двухатомных газов будет равна:

$$\Delta T = \frac{1}{1,4} g \Delta H \left(\frac{1}{C_{P1}} - \frac{1}{C_{P2}} \right), \quad (10.13)$$

где индексы «1» и «2» соответствуют первому и второму газам соответственно.

В соответствии с рассмотренным выше мысленным экспериментом Максвелла тепло будет циркулировать, охлаждая столбы газа ниже температуры окружающей среды вопреки второму началу термодинамики. Схема этого мысленного эксперимента приведена в журнале «Техника — молодежи» (1983, № 11).

Но если вечный двигатель второго рода принципиально не запрещен природой, а запрещен постулатом основоположников второго начала термодинамики, то он может и должен быть построен! В этом, очевидно, К. Э. Циолковский видел «чисто практическое» значение своего открытия, отмечая: «Только наше невежество заставляет нас пользоваться ископаемым топливом» [220].

В работе «Второе начало термодинамики» К. Э. Циолковский показал, что поле тяжести — не единственное условие, когда в макроскопических системах возможен переход тепла от более холодного тела к более теплому. Об условиях, при которых второе начало термодинамики имеет ограничения, он писал: «Вероятно, их сколько угодно... может быть это тяжесть, а может быть, и молекулярные силы. Разве мы знаем природу в полном объеме? Не знакомы ли мы с одной каплей безбрежного океана Вселенной?» [221].

Велико также философское значение открытия К. Э. Циолковского, которому автор этих строк посвятил отдельную статью [137].

Как было показано выше, из абсолютного характера второго начала неизбежно следует «черный призрак мировой смерти». К. Э. Циолковский же, учитывая поле тяжести, увидел «вечную юность Вселенной».

Если открытие Н. Коперника, т. е. отказ от старой теории Птолемея совершило переворот в естествознании и позволило правильно понять и объяснить окружающий нас мир, то открытие К. Э. Циолковского, т. е. отказ от старой теории основоположников второго начала термодинамики и признание его частным законом, позволит не только совершить переворот в естествознании и правильно понять и объяснить окружающий нас мир, но и преобразовать его так, чтобы спастичество от неминуемой экологической катастрофы, к которой неизбежно приводит старая теория. Реализация открытия Циолковского ознаменует начало эры бестопливной энергетики.

ГЛАВА 11

Антиэнтропийные процессы

Классическая термодинамика вынуждена была признать, что принцип Карно, или второе начало термодинамики, имеет ограничения в макромире. Но этим и ограничилось определение границ применимости второго начала термодинамики — приверженцы классической термодинамики утверждают, что в макромире второе начало термодинамики должно быть абсолютным.

Однако и в макромире существуют процессы и явления, указывающие на ограниченность второго начала термодинамики. К. Э. Циолковский показал, что одним из условий, когда второе начало термодинамики неприменимо, является поле тяжести и что таких условий может быть «сколько угодно», например, «...и молекулярные силы» могут приводить к ограничениям второго начала.

Еще в 1871 году один из основоположников второго начала термодинамики В. Томсон (lord Кельвин) установил, что давление насыщенного пара над поверхностью жидкости, находящейся в термодинамическом равновесии с паром, зависит от формы ее поверхности [16]. Полученное им уравнение (носящее его имя) имеет вид:

$$P = P_0 \exp \left\{ \frac{2\sigma\nu}{rRT} \right\}, \quad (11.1)$$

где P — давление насыщенного пара над сферической поверхностью, P_0 — давление насыщенного пара над плоской поверхностью в тех же условиях, r — радиус кривизны поверхности раздела фаз, σ — поверхностное натяжение жидкости, R — универсальная газовая постоянная, T — температура, ν — молярный объем жидкости.

Из уравнения Кельвина следует, что давление насыщенного пара над каплями малых размеров больше по сравнению с давлением над каплями больших размеров и над плоской поверхностью жидкости (радиус кривизны плоской поверхности бесконечно большой). Давление насыщенного пара над мениском жидкости (т. е. макроскопический параметр системы) отличается от давления пара над плоской поверхностью при тех же условиях.

В разных частях системы, включающей поверхности жидкости с разной кривизной, при прочих равных условиях может возникать разность давлений, обусловленная только молекулярными силами, на которые указывал К. Э. Циолковский, как на одно из условий ограниченности второго начала термодинамики.

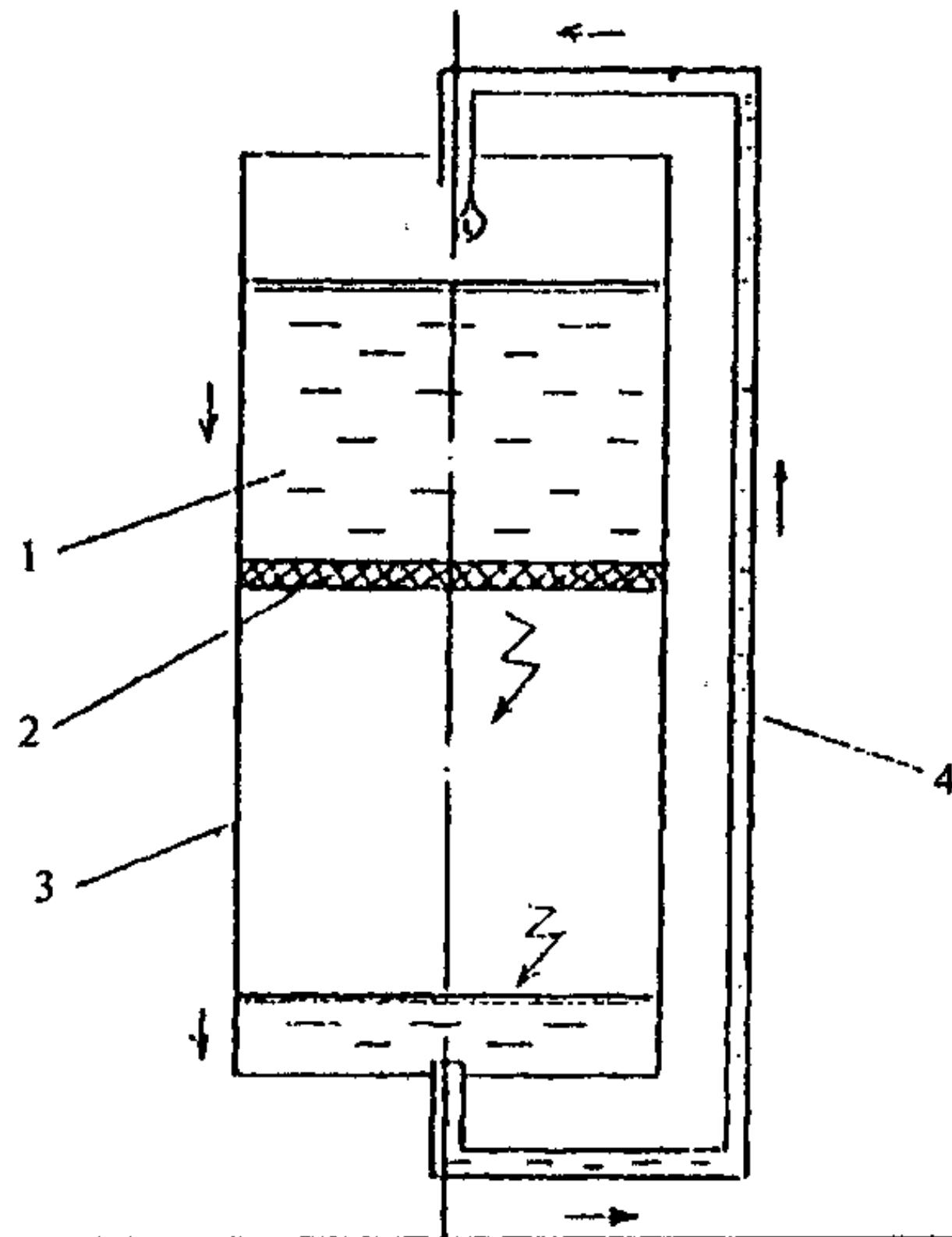


Рис. 1. Схема «кольца Лазарева»

Этот вывод был экспериментально подтвержден М. Ф. Лазаревым в 1979 году: при разделении сосуда с жидкостью на две части мицропористой перегородкой возникала непрерывная макроскопическая циркуляция жидкости и пара [103] (рис. 1). Лазареву было выдано авторское свидетельство на это изобретение, получившее название «кольца Лазарева» [102].

В описании изобретения верхняя часть сосуда над пористой перегородкой соединена с нагревателем, а нижняя — с холодильником. Вероятно, нагреватель и холодильник появились по рекомендации эксперта, рассматривавшего заявку на это изобретение.

Непрерывная макроскопическая циркуляция жидкости и пара в кольце Лазарева происходит не благодаря разности температур между нагревателем, находящимся в тепловом контакте с жидкостью над пористой перегородкой, и холодильником, находящимся в тепловом контакте с жидкостью под пористой перегородкой, а благодаря различным условиям испарения и конденсации жидкости на границах разделов фаз в различных частях сосуда. Жидкость в нижней части сосуда нагревается благодаря конденсации пара, а в верхней части сосуда — охлаждается

вследствие испарения с выпуклых менисков под пористой перегородкой. Такое изменение температуры в системе соответствует самопроизвольному уменьшению ее энтропии, что невозможно, если выполняется второе начало термодинамики.

Эксперименты, подтверждающие эти выводы, провел член-корреспондент Белорусской АН А. И. Вейник. Измеряя разность температур с помощью термопары, он показал, что температура жидкости над пористой перегородкой всегда меньше температуры жидкости с плоской поверхностью [47, 48].

А. И. Вейник назвал кольцар Лазарева фазовым (или термофазовым) вечным двигателем второго рода, изготовил два опытных образца фазовых двигателей и испытал их работу в терmostате (рис. 2). Об условиях эксперимента Вейник писал: «Чтобы предотвратить искажающее влияние окружающей среды, ПД (перспективный двигатель — *E.O.*) помещался в медную калориметрическую бомбу с толщиной стенок 20 мм, выложенную изнутри легковесным пенопластом; бомба располагается в терmostате с заданной температурой. Первый же испытанный простейший вечный двигатель второго рода, ПД-1, дал положительные результаты» [48].

А. И. Вейник получил авторское свидетельство на изобретение «Источник электроэнергии» [49]. Сущность изобретения заключается в следующем: «...в замкнутом контуре источника тока непрерывно циркулирует нерасходуемое вещество, попутно превращающееся то в пар, то в жидкость. Испарение жидкости на одной перегородке сопровождается поглощением теплоты, а конденсация на другой (или на свободном мениске) — выделением. В результате возникает разность температур, которая, например, с помощью дифференциальной термоэлектрической пары преобразуется в разность электрических потенциалов. Так происходит превращение тепловой энергии окружающей среды в электрическую» [49].

Как следует из описания изобретения, источник электроэнергии эксплуатировался в течение нескольких месяцев, производя электроэнергию в среде, находящейся в термодинамическом равновесии, что находится в явном противоречии со вторым началом термодинамики.

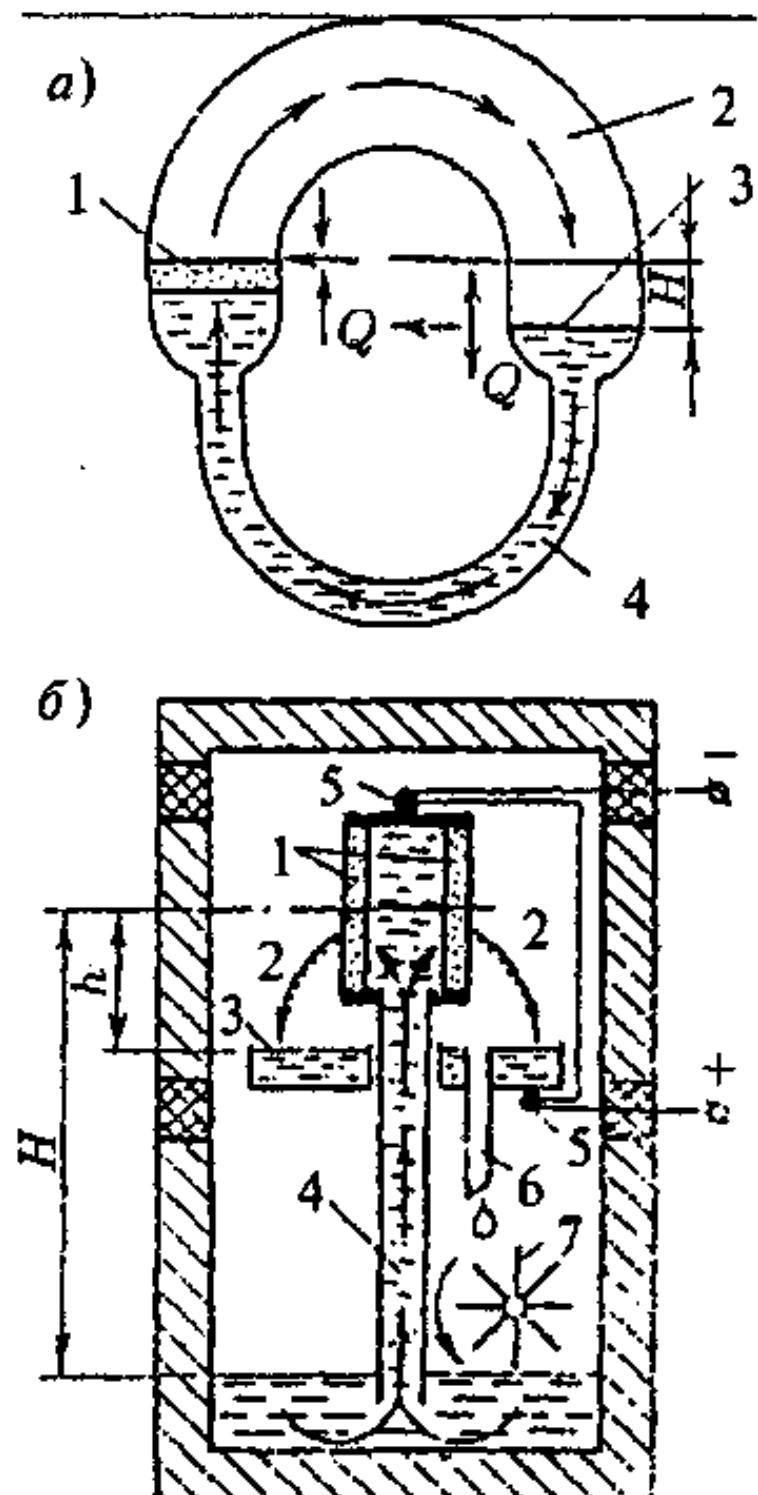


Рис. 2. Схема термофазового вечного двигателя второго рода (из книги [48])

Независимо от Лазарева и Вейника профессор Е. Г. Сменковский показал, что с помощью микропористой перегородки возможно «получение одновременно холода и тепла» [188–190]. Он подал заявку на открытие «Явление сепарации энергии», которая зарегистрирована во ВНИИ ГПЭ за № 1225 от 8.09.86 г. Отзыв на эту заявку из Горьковского государственного университета гласил: «...автор фактически опроверг 2-й принцип термодинамики», а в Саратовском государственном университете не нашли «...существенной новизны явления, названного автором „сепарацией энергии“». Таким образом, заключения по заявке признавали, что явление существует и «опровергает 2-й принцип термодинамики», но «не имеет существенной новизны». В результате Е. Г. Сменковскому было отказано в регистрации открытия. Обращение в Академию наук ничего не дало, и он вынужден был констатировать: «...апелляции в АН СССР (в том числе лично к президенту Г. И. Марчуку) ни к чему не привели — их результатом были только очередные отписки чиновников» [191].

Тем не менее, Е. Г. Сменковский изготовил «Молекулярный реактор», который на одном из конкурсов на ВДНХ СССР, организованном Международной Ассоциацией «Интеллектуальная инициатива», получил первое (!) место и премию.

Сущность явления, названного Е. Г. Сменковским «сепарацией энергии», так же, как и кольца Лазарева, и термофазового вечного двигателя второго рода Вейника, заключается в том, что горизонтальная микропористая перегородка, разделяя сосуд на две части, создает различные условия испарения и конденсации в различных частях сосуда: в верхней части сосуда происходит преимущественно испарение с выпуклых менисков жидкости, а в нижней части сосуда — преимущественно конденсация пара. Это вызывает охлаждение верхней части сосуда и нагревание нижней части сосуда [188–190].

И в кольцае Лазарева, и в источнике электроэнергии Вейника, и в молекулярном реакторе Сменковского вопреки принципу Карно возникает и самопроизвольно поддерживается разность температур без затраты работы. Каждое из этих устройств способно выполнить функцию демона Максвелла, т. е. в среде, находящейся в термодинамическом равновесии создать и постоянно поддерживать разность температур. Следовательно, для того, чтобы нарушить второе начало термодинамики в макроскопической системе, вовсе не обязательно изобретать «микробеса» и ставить его у микродверцы для сортировки молекул газа по скоростям.

Возникающую разность температур можно использовать для преобразования тепла в механическую работу или в электроэнергию. При этом преобразование тепла в механическую работу или в электрическую энергию коренным образом отличается от преобразования тепла в работу, рассматриваемого классической термодинамикой: из-за отсутствия холодильника происходит полное преобразование тепла в работу, т. е. снимается ограничение, накладываемое вторым началом термодинамики.

Но полное преобразование тепла в работу можно осуществить не только с помощью микропористой перегородки. Г. В. Скорняков показал, что для этого достаточно несколько изменить классическую схему: между нагревателем и рабочим телом тепловой машины надо поместить промежуточный термически неоднородный тепловой резервуар, представляющий собой замкнутый цилиндр, наполненный двухфазной системой газ—жидкость, и разделенный свободно скользящим поршнем [186, 187]. Анализ предложенной схемы позволил ему сделать следующее заключение: «Рассмотренный пример является, пожалуй, самым наглядным свидетельством несостоятельности второго начала термодинамики. Никаких принципиальных ограничений для преобразования тепла в работу, кроме закона сохранения энергии не существует» [187, см. также 73, 185].

В рассмотренных выше экспериментах в системах, находящихся в термодинамическом равновесии, самопроизвольно возникает и постоянно поддерживается разность интенсивностей (температур и давлений) без затраты работы. Под действием разности интенсивностей возникает и самопроизвольно поддерживается непрерывная циркуляция рабочего вещества, совершающего двойной фазовый переход пар—жидкость—пар.

Величина этой циркуляции ограничивается величиной поверхности жидкости, и ее можно существенно увеличить, если фазовый переход производить не на поверхности, а во всем объеме жидкости, т. е. при ее кипении. Это стало основой изобретения С. Н. Дунаевского, запатентованного «Способ преобразования в механическую работу всего тепла, получаемого рабочим телом теплового двигателя, в частности, получаемого от вещества окружающей среды, и способ его осуществления» [67].

Но молекулярные силы, приводящие к ограниченности второго начала термодинамики, проявляются не только в двойном фазовом переходе: пар—жидкость—пар.

В газовой динамике прекрасно изучено истечение газа при больших скоростях (при больших степенях сжатия), но не исследовано ламинарное истечение, возникающее при небольших степенях сжатия (до 1,6). Ю. И. Володько показал, что в этом случае механическая энергия истекающей струи газа значительно (в 2 и более раза) превышает энергию, необходимую для его сжатия. Этот результат постоянно повторялся на 45 соплах различных размеров в более чем 2000 случаев при относительно небольших скоростях истечения (до 130 м/с) [51, 52]. Он объясняется тем, что при ламинарном истечении происходит перераспределение энергии между тремя степенями свободы в газе, находящемся в замкнутом объеме до истечения, и практически одной степенью свободы в струе ламинарного потока: «Происходит так называемый „подхват“ тепловой энергии, рассеянной в атмосфере. Следовательно, ламинарная струя сжатого воздуха представляет собой прямой преобразователь внутренней тепловой энергии атмосферного воздуха в механическую энергию, и, мало того, для подобного преобразования необходим только один уровень температуры воздуха, необходимый для работы преобразователя» [52].

Основываясь только на экспериментальных данных, Ю. И. Володько утверждал: «...выполнен расчет энергетической установки для получения механической (или электрической) энергии без затрат какого-либо топлива за счет охлаждения атмосферного воздуха, прошедшего через установку, примерно на 50°C », при этом устройства размером « $1300 \times 750 \times 750$ мм позволяют получить выходную механическую мощность на валу около 800 кВт» [52].

Учитывая тягу струи вытекающего воздуха, Ю. И. Володько утверждает: «Вполне возможно представить себе летательный аппарат, в котором силовой установкой служит бестопливный монотермический двигатель» [51].

Ю. И. Володько подчеркивал: «...разработка физических основ такого двигателя уже подошла к рубежу, за которым невозможно ее дальнейшее продвижение силами исследователя-одиночки... необходима производственная и экспериментально-испытательная база и соответствующее финансирование» [51].

Приведенные выше факты убедительно показывают, что второе начало термодинамики имеет ограниченное применение не только в микро-, но и в макромире.

ГЛАВА 12

О доказательстве теоремы Карно

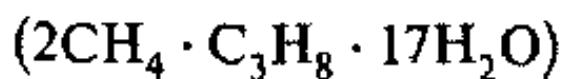
В фундаменте современной теоретической физики заложена теорема Карно, представляющая особую гордость «науки всех наук» — термодинамики. Анализируя преобразование тепла в работу, Карно исходил из ограниченных предпосылок, считая, что схема преобразования тепла в работу в паровой машине является единственной возможной. По мнению Карно, любая периодическая тепловая машина в принципе должна иметь нагреватель, холодильник и рабочее тело, которое под действием нагревателя и холодильника периодически изменяет объем, совершая работу. При этом работа расширения рабочего тела больше работы, затрачиваемой на его сжатие. Это умозрительное заключение, основанное на анализе схемы паровой машины, Карно возвел в принцип.

Хотя молекулярно-кинетическая теория и отменила восстановление равновесия теплорода, но, как ни странно, введенная Карно идеальная периодическая тепловая машина, принцип Карно и теорема Карно при этом остались неизменными. И современная теоретическая физика и термодинамика в упор не видят ограниченности исходных предпосылок Карно и представляют выводы Карно как бесспорную истину в последней инстанции.

Современная трактовка теоремы Карно в «Физической энциклопедии» такова: «КПД тепловой машины, в которой используется Карно цикл зависит только от температуры t_1 и t_2 нагревателя и холодильника, но не зависит от природы рабочего вещества. Доказана Н. Л. С. Карно в 1824 году» [209, т. 1].

Однако А. А. Краснов еще в 1978 году показал, что КПД цикла Карно зависит от природы рабочего тела [93]. Дело в том, что в отличие от идеального газа в реальных веществах проявляются молекулярные взаимодействия, вследствие чего возможно периодическое изменение давления рабочего тела. Это составляет основу газогидратного термодинамического цикла [92].

Рассматривая кристаллогидрат природного газа



в качестве рабочего тела тепловой машины, А. А. Краснов показал, что при температуре нагревателя 25°C и температуре холодильника 8°C при периодическом выделении газа и образовании кристаллогидрата природного газа «работа газогидратного цикла в 57 раз больше работы цикла Карно для идеального газа» [92].

А. А. Краснов ввел понятие относительной активности рабочего тела [92] и показал, что относительная активность кристаллогидрата природного газа ($2\text{CH}_4 \cdot \text{C}_3\text{H}_8 \cdot 17\text{H}_2\text{O}$) составляет 3,72 по сравнению с относительной активностью идеального газа, принятой равной единице [92, 94].

В соответствии с молекулярно-кинетической теорией давление газа на поршень обусловлено бомбардировкой его молекулами газа. При увеличении температуры газа средняя кинетическая энергия его молекул возрастает, и они оказывают большее давление на поршень. Отсюда, якобы, следует, что для того, чтобы рабочее тело (газ) оказывало на поршень периодически разное давление, необходимо периодически нагревать и охлаждать рабочее тело. При этом, как упоминалось выше, Карно было очевидно: «...чтобы нагреть какое-либо тело, надо иметь более теплое тело, чтобы его охладить — более холодное». Этот вывод, по мнению Карно, «приложим ко всем машинам, приводимым в движение теплотой».

Именно так представляют преобразование тепла в работу и современная теоретическая физика и термодинамика. Однако, такое преобразование тепла в работу не является единственно возможным. Этот вывод справедлив лишь при неизменном числе молекул рабочего тела.

В соответствии с молекулярно-кинетической теорией давление газа на поршень равно: $P = nkT$, где n — концентрация молекул газа, k — постоянная Больцмана, T — температура. То есть давление газа, оказываемое на поршень, является функцией двух переменных — температуры и концентрации: $P = P(n, T)$. Отсюда следует, что изменение давления на поршень может происходить не только при изменении температуры рабочего тела, но и, вопреки принципу Карно, при изменении концентрации молекул рабочего тела при постоянной температуре.

Более того, утверждение Карно «...чтобы нагреть какое-либо тело, надо иметь более теплое тело, чтобы его охладить — более холодное» не исчерпывает все возможности. В соответствии с молекулярно-кинетической теорией, чтобы нагреть газ достаточно его адиабатически сжать, а чтобы охладить — адиабатически расширить. т. е. утверждение о необходимости нагревателя и холодильника для работы тепловой машины, введенное Карно в ранг физического принципа, таковым не является.

Безусловно, выводы Карно справедливы, но лишь в случае, если рабочим телом является идеальный газ. Если же в качестве рабочего тела взять реальный газ, в котором периодически происходят обратимые химические реакции с изменением химического состава и количества молекул рабочего тела, и, следовательно, его давления, то это следует учитывать.

Пусть в рабочем цилиндре под поршнем периодической тепловой машины содержится не идеальный газ, а четырехокись азота N_2O_4 , которая при температуре $T = 893$ К (620°C) периодически разлагается на окись азота и кислород и при температуре $T = 262$ К (-11°C) вновь образуется из этих веществ: $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO} + \text{O}_2$. При разложении одного моля четырехокиси азота выделяется 2 моля окиси азота NO и один моль

кислорода O_2 , т. е. число молекул, а следовательно, и давление в химическом изохорном процессе увеличится в 3 раза. Также в 3 раза уменьшится давление при образовании четырехокиси азота из окиси азота и кислорода при одной и той же температуре. Этот процесс является обратимым и его можно использовать в идеальной периодической тепловой машине.

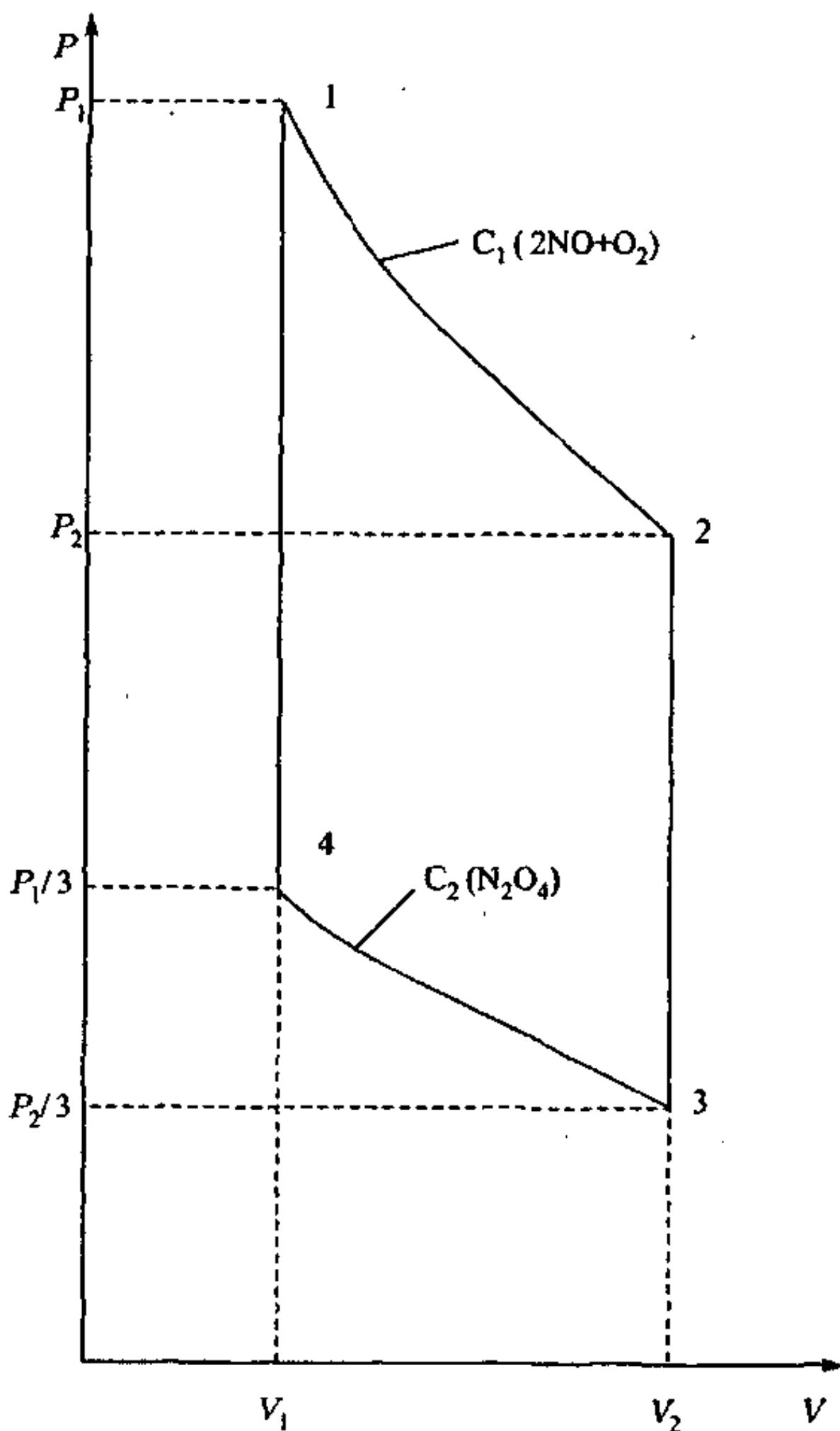


Рис. 3. Индикаторная диаграмма двигателя с рабочим телом с обратимой химической реакцией

Рассмотрим идеальную тепловую машину, рабочим телом которой является N_2O_4 , а рабочий цикл которой состоит из двух адиабат и двух химических изохор (рис. 3).

При постоянной температуре и постоянном объеме обратимую химическую реакцию на PV -диаграмме можно представить в виде отрезка

прямой — химической изохоры, начало и конец которой соответствует изменению давления в 3 раза, что эквивалентно увеличению температуры в 3 раза. Если при постоянной температуре и постоянном объеме идет обратная химическая реакция ассоциации четырехокиси азота $2\text{NO} + \text{O}_2 = \text{N}_2\text{O}_4$, то после окончания реакции давление уменьшится в 3 раза, что эквивалентно уменьшению температуры в 3 раза.

Пусть в исходном состоянии такая тепловая машина находится в тепловом контакте с нагревателем с температурой T_1 , т. е. газы находятся в состоянии 1 (P_1, V_1, T_1). Изолируем цилиндр с поршнем и находящимися под ним газами от нагревателя и позволим газам адиабатически расшириться до объема V_2 с совершением работы. При этом температура газов уменьшится до температуры T_2 ($T_2 < T_1$) и газы перейдут в состояние 2 (P_2, V_2, T_2).

Зафиксируем объем V_2 . При температуре T_2 вследствие молекулярных взаимодействий будет происходить химическая реакция соединения окиси азота с кислородом, и после ее завершения останется только четырехокись азота N_2O_4 в состоянии 3 ($P_2/3, V_2, T_2$).

Образовавшуюся четырехокись азота без теплового контакта с холодильником адиабатически сожмем до первоначального объема V_1 , при этом она нагреется до температуры T_3 и перейдет в состояние 4 ($P_1/3, V_1, T_3$).

Установим тепловой контакт четырехокиси азота N_2O_4 с тепловым резервуаром с температурой T_1 . Под действием температуры T_1 четырехокись азота N_2O_4 диссоциирует на окись азота и кислород, в результате химической изохоры газ перейдет в первоначальное состояние (P_1, V_1, T_1), и рассмотренный цикл можно повторить.

В данном случае замкнутый термодинамический цикл образован не в результате периодического действия на рабочее тело тепла и холода, а в результате изменения концентрации молекул рабочего тела, происходящего в результате периодической химической реакции.

Работа, получаемая при адиабатическом расширении газа больше работы, затрачиваемой на адиабатическое сжатие газа, так как при адиабатическом расширении на поршень оказывают давление число молекул в 3 раза большее, чем при адиабатическом сжатии.

Для увеличения разницы давлений, возникающих при расширении и сжатии следует использовать не диссоциацию и ассоциацию газа, а разложение и образование твердого вещества, например, кристаллогидрата природного газа, так как при образовании твердого тела давление на поршень упадет практически до нуля, что эквивалентно уменьшению температуры практически до абсолютного нуля. Следовательно, практически до нуля уменьшится и работа сжатия рабочего тела.

Площадь на PV -диаграмме, ограниченная двумя адиабатами и двумя химическими изохорами, численно равна работе, совершающейся рабочим телом за цикл.

Взаимодействия между молекулами рабочего тела могут приводить к периодическим фазовым переходам, сопровождающимся изменениями

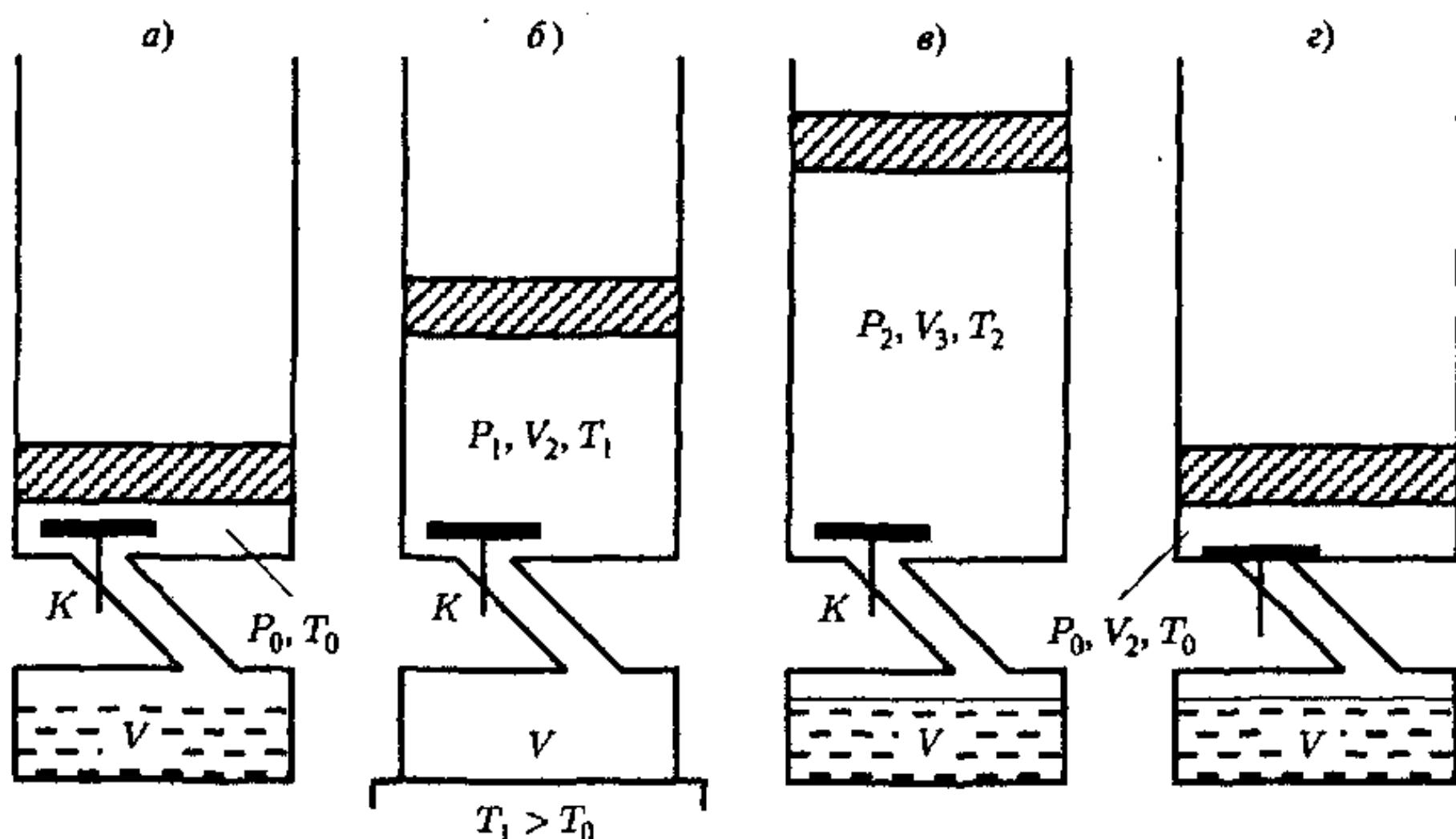


Рис. 4. Схема работы тепловой машины с реальным газом (паром) в качестве рабочего тела. Рабочее тело претерпевает двойной фазовый переход: пар—жидкость—пар

концентраций молекул, что также можно использовать для периодического изменения давления газа на поршень периодической тепловой машины.

Действительно, пусть цилиндр тепловой машины с помощью крана соединен с дополнительным объемом V (рис. 4). Работу тепловой машины можно представить в виде последовательности трех процессов.

Кипение. Пусть первоначально газ находится в состоянии (P_1, V_1, T_1) . Сосуд V заполнен жидкостью. При открытом кране K при постоянном объеме установим тепловой контакт рабочего цилиндра и сосуда V с нагревателем при температуре T_1 (ниже критической для данной жидкости). Пусть жидкость полностью выкипит, увеличивая давление на поршень. На PV -диаграмме этот процесс изотермического изобарического увеличения давления изобразится отрезком прямой с объемом $V_1 - V_2$. После окончания кипения газ перейдет в состояние (P_1, V_2, T_1) .

Адиабатическое расширение газа. Изолируем рабочий цилиндр и объем V от нагревателя и позволим газу расширяться адиабатически до объема V_3 . Газ перейдет в состояние (P_2, V_3, T_2) . При этом часть газа при температуре T_2 , которая должна быть меньше критической, сконцентрируется в жидкость, которая заполнит нижнюю часть сосуда V . Жидкость и газ легко разделяются между собой закрытием крана K .

Адиабатическое сжатие оставшегося пара. Также при изоляции рабочего тела и объема V от нагревателя произведем адиабатическое сжатие оставшегося газа до объема V_1 . При этом адиабата на PV -диаграмме

пройдет ниже предыдущей, так как уменьшилось число молекул, оказывающих давление на поршень. Приведем рабочий цилиндр и объем V с жидкостью в тепловой контакт с нагревателем и откроем кран K . После того, как жидкость нагреется до температуры T_1 , газ перейдет в первоначальное состояние (P_1, V_1, T_1) , и рассмотренный выше цикл можно повторить.

По существующему определению идеальной периодической тепловой машины рассмотренная выше тепловая машина не является идеальной, так как в ней происходит теплопередача при нагреве жидкости при наличии разности температур. Тем не менее, рассмотренная выше периодическая тепловая машина позволяет обойтись без холодильника и получать работу только за счет нагревателя вопреки принципу Карно.

В этом случае теряет смысл определение КПД цикла. Работа цикла, численно равная площади криволинейного четырехугольника на PV -диаграмме, получена за счет тепла нагревателя, а холодильнику тепло не передается из-за отсутствия такого. Следовательно, тепло нагревателя полностью превращается в работу с коэффициентом преобразования, равным единице (100%). В этом случае после завершения теплового цикла единственным результатом является получение работы и охлаждение нагревателя.

Чтобы понять, почему возможны столь парадоксальные выводы, находящиеся в явном противоречии с общепризнанной точкой зрения обратимся к теореме Карно.

Как известно из математики, теорема — это утверждение, устанавливаемое при помощи доказательства при определенных условиях теоремы. Но и в формулировке Карно, и в современной формулировке теоремы Карно условия теоремы отсутствуют.

Рассмотрим доказательства теоремы Карно.

Карно применил для доказательства следующий введенный им прием. Он рассматривал работу двух спаренных на одном валу идеальных тепловых машин: одну, работающую в прямом направлении между нагревателем А и холодильником В, а другую, работающую в обратном направлении, между теми же холодильником В и нагревателем А, используя работу от первой тепловой машины.

Предположив, что КПД первой тепловой машины больше, чем у второй, Карно пришел к следующему выводу: «Это было бы не только вечным двигателем, но и беспредельным созданием движущей силы без затраты теплорода или каких-либо других агентов. Подобное создание совершенно противоречит общепринятым идеям, законам механики и здравой физике. Оно недопустимо».

При этом Карно в ссылке уточнил: «Могут здесь спросить: если доказана невозможность *regretum mobile* для чисто механических действий, то имеет ли это место при употреблении тепла или электричества, но разве возможно для явлений тепла или электричества придумать иную причину какого-либо движения тел, и разве эти движения не должны

подчиняться законам механики? Кроме того, разве не известно a posteriori, что все попытки каким бы то ни было методом осуществить regreuum mobile остались бесплодными, что никогда не удастся получить настоящий regreuum mobile, т. е. движение, которое продолжается вечно, без изменения употребляемых тел?..

Общее и философское понятие “regreuum mobile” содержит в себе не только представление о движении, которое после первого толчка продолжается вечно, но и действие прибора (или какого-либо собрания таковых), способного развивать в неограниченных количествах движущую силу, способного выводить последовательно из покоя все тела природы, если бы они в нем находились, нарушать в них принцип инерции, способного, наконец, черпать из самого себя необходимые силы, чтобы привести в движение всю Вселенную, поддерживать и беспрерывно ускорять ее движение. Если бы это было возможно, то стало бы бесполезным искать движущую силу в потоках воды и воздуха, в горючем материале; мы имели бы бесконечный источник, из которого могли бы беспредельно черпать».

Карно счел такое допущение невозможным, а теорему — доказанной.

Как следует из уточнения Карно, теорема Карно доказана на основании принципиальной невозможности вечного двигателя первого рода.

Однако К. А. Путилов в лекциях по термодинамике, рассматривая работу двух идеальных тепловых машин, спаренных на одном валу, т. е. исходные предпосылки для доказательства теоремы Карно, пришел к выводу: «Таким образом, совокупность обеих машин, при каждом цикле производит работу $A - A'$ за счет тепла, заимствованного у холодильника. Никакой компенсации превращения тепла в работу здесь нет. Указанное сочетание двух машин Карно представляло бы собой перпетуумobile второго рода... Мы видим, таким образом, что принцип, высказанный Карно, можно рассматривать как следствие невозможности перпетуумmobile второго рода» [170].

В «Физической энциклопедии» подтверждается эта мысль: «Из невозможности вечного двигателя 2-го рода следует теорема Карно» [51, т. I, с. 360].

«Физический энциклопедический словарь» в одном месте утверждает: «Карно теорема сыграла важную роль в установлении второго начала термодинамики» [210, с. 244], а в другом: «Нарушение второго начала термодинамики означало бы возможность создания вечного двигателя второго рода...» [210, с. 94]. И составителей «Физического энциклопедического словаря» никак не смущает тот факт, что второе начало термодинамики, иными словами, принципиальная невозможность вечного двигателя второго рода, основано на теореме Карно, которая, в свою очередь, «доказана» с помощью принципиальной невозможности вечного двигателя второго рода. Круг замкнулся.

Что это: софистика, тавтология или сплошное надувательство? Как бы это ни называлось, но совершенно ясно, что нет строгого доказа-

тельства ни теоремы Карно, ни второго начала термодинамики. Поэтому нет ничего парадоксального в том, что из приведенных выше мысленных экспериментов следует принципиальная возможность получения энергии только за счет внутренней энергии одного теплового резервуара.

Учитывая сказанное, сформулируем следующую теорему.

Теорема. *Если у тепловой машины имеется нагреватель, холодильник и рабочее тело, объем которого периодически изменяется под действием температур нагревателя и холодильника, причем рабочим телом является идеальный газ, число молекул и химический состав которого в течение теплового процесса остаются неизменными, и на него не действуют потенциальные поля, то максимальный КПД этой тепловой машины равен КПД цикла Карно.*

Нет необходимости доказывать эту теорему: ее доказательство можно найти в различных курсах физики и термодинамики (см., например, [81, 178]). Однако, при этом следует постоянно помнить, что доказанное утверждение, как и любая теорема, справедливо лишь при определенных условиях, т. е. ограничено условиями теоремы. Можно показать, что условия теоремы являются необходимыми и достаточными.

Выводы Карно и второе начало термодинамики, безусловно, справедливы. Но они справедливы лишь при условиях приведенно выше теоремы. А при нарушении этих условий имеет место более общий случай, для которого ни выводы Карно, ни второе начало термодинамики не применимы. Ранее было показано, что наличие потенциальных полей или использование рабочего тела, в котором могут происходить изменения концентрации молекул газа (вследствие химических реакций или фазовых переходов), открывает принципиальную возможность создания монотермического двигателя, преобразующего тепло в работу с коэффициентом преобразования равным единице, вопреки теореме Карно и второму началу термодинамики. И все выводы Карно, и второе начало термодинамики вытекают как частный случай из этого более общего случая.

Следует отметить, что энтропия была введена Клаузиусом на основании анализа схемы паровой машины, используемого и при доказательстве теоремы Карно. Следовательно, о возрастании энтропии замкнутой системы следует говорить лишь при выполнении условий сформулированной выше теоремы.

Безусловно, выводы Карно и второе начало термодинамики были необходимым этапом в познании природы вещей и в становлении основ топливной энергетики. Но их ничем не обоснованная абсолютизация явились и являются тормозом на пути в «золотой век» бестопливной энергетики, не только экологически чистой, но и не вносящей теплового загрязнения в окружающую среду в отличие от всех существующих и намечающихся к использованию устройств топливной (независимо от вида топлива) энергетики.

ГЛАВА 13

О доказательстве второго начала термодинамики и невозможности вечного двигателя второго рода

Слепо веря основоположникам второго начала термодинамики, их многочисленные последователи, приверженцы классической термодинамики, не считали нужным утруждать себя доказательствами второго начала термодинамики, так как Клаузиусом и Томсоном были определены «основные законы Вселенной», один из которых гласит: «Энтропия мира стремится к максимуму», и это, как утверждал Оствальд, «само собою разумеется».

Тем не менее, предпринимались многочисленные попытки доказательства второго начала термодинамики (в том числе и его основоположниками).

Карно счел, что положение, введенное им в качестве принципа (который отождествляется со вторым началом термодинамики и является одной из основных его формулировок), нет необходимости доказывать, так как оно было «очевидно само собой».

Карно было «очевидно само собой», что вода в водопаде может падать только в одном направлении: с более высокого уровня на более низкий. И при этом работа может быть получена только при наличии разности уровней воды при падении ее с более высокого уровня на более низкий. Карно было «очевидно само собой», что теплород может самопроизвольно переходить только в одном направлении: с более высокого уровня на более низкий. И движущая сила (работа) может быть получена только при наличии разности уровней теплорода (т. е. при наличии разности температур) при падении теплорода с более высокого уровня на более низкий, т. е. при переходе теплорода от парового котла через рабочее тело в холодильник.

В стоячей воде, где нет падения воды, водяное колесо (водяной двигатель) работать не будет. По аналогии, паровой двигатель с холодным котлом работать не будет. И этот очевидный для теплотехники факт Карно совершенно необоснованно возвел в «принцип получения движения из тепла».

С помощью аналогии, как известно, ничего нельзя доказать, так как любая аналогия — это подмена тезиса в процессе доказательства, а это — грубая логическая ошибка.

Тем не менее, классическая термодинамика вслед за Карно утверждает, что принцип Карно применим «ко всем мыслимым тепловым

машинам», не замечая того, что рассмотрение Карно, якобы применимое «ко всем тепловым машинам», ограничилось, по существу, рассмотрением циклических тепловых машин, имеющих нагреватель, холодильник и неизменное по массе и химическому составу рабочее тело.

Но то, что Карно было очевидно и что классическая термодинамика представляет как истину в последней инстанции, еще не значит, что это бесспорно и что очевидный для Карно вывод, полученный при рассмотрении конкретной схемы паровой машины, следует применять «ко всем мыслимым тепловым машинам».

Для водяного колеса и для паровой машины утверждение о невозможности получения работы в стоячей воде и при отсутствии разности температур верно и «очевидно само собой». Но на чем основано обобщение, что это утверждение применимо «ко всем мыслимым тепловым машинам»?!

Да, тепло «заставляет изменять объем или форму» рабочего тела. Но разве это условие является обязательным?

Струна диаметром в доли микрона может изменять свою форму не «вследствие переменного действия тепла и холода», а вследствие флюктуаций плотности окружающего ее газа при *постоянной температуре*. Если эта струна находится в поле постоянного магнита, то на ее концах возникает ЭДС, т. е. происходит прямое полное преобразование тепла окружающей среды в электроэнергию при *постоянной температуре*, вопреки принципу Карно.

Также вопреки принципу Карно могут нормально функционировать кольцар Лазарева, источник электроэнергии Вейника и «молекулярный реактор» Сменковского.

Г. В. Скорняков показал, что если изменить классическую схему преобразования тепла в работу и ввести промежуточное термически неоднородное рабочее тело, в котором периодически происходит фазовый переход, то циклическая тепловая машина с помощью промежуточного рабочего тела может изменять объем рабочего тела под действием только одного источника тепла (термостата), преобразуя его тепло полностью в работу. А разве эти устройства не относятся к «мыслимым тепловым машинам»? Но эти тепловые машины, преобразующие тепло в механическую работу или электрическую энергию, могут работать при *постоянной температуре*, т. е. вопреки принципу Карно, не подозревая, что при этом нарушают «фундаментальный глубокий принцип».

На основании теоремы Карно Клаузиусом было введено понятие «энтропия», имеющее, по мнению Клаузиуса, «всеобщее значение» и на его основе получено неравенство Клаузиуса, которое, так же как и энтропия, имеет «всеобщее значение». Понятие «энтропия» послужило основой для доказательства принципа возрастания энтропии в замкнутой системе и основой для введения Л. Д. Ландау «более точной количественной формулировки второго начала термодинамики».

Но если теорема Карно может быть доказана лишь при ограниченных условиях, то почему же энтропия и неравенство Клаузиуса, основанные на теореме Карно, должны иметь «всеобщее значение»? И какой смысл говорить об энтропии замкнутой системы, если понятие энтропии имеет смысл лишь при вполне определенных ограниченных условиях?

Если теорема Карно может быть доказана лишь при вполне определенных условиях, то какова цена доказательствам, полученным на ее основе?

Анализируя доказательства второго начала термодинамики М. Планк писал: «Так называемые доказательства „энергетики“ не дают никакого удовлетворения, потому что при ближайшем рассмотрении все они представляют только более или менее недостаточную перефразировку доказываемого» [154]. Позднее, в 1925 году, М. Планк писал: «Во всяком случае, до настоящего времени не было дано ни одного связного доказательства второго начала, которое обходилось бы без указанного или ему эквивалентного основного положения, хотя в этом направлении был предпринят ряд попыток, и я не думаю, чтобы можно было рассчитывать на успех в этом направлении» [159].

Аналогичную мысль о доказательстве второго начала термодинамики высказал А. Зоммерфельд: «Когда мы познакомимся с приводимыми ниже „доказательствами“ этого утверждения, то станет ясно, что все они сводятся к более простым, кажущимся самоочевидными, однако, по существу, не доказанным предположениям. Простейшим из них представляется следующее: тепло не может само по себе перейти от системы с меньшей температурой к системе с большей температурой» [74].

Н. Н. Пирогов постулат Клаузиуса называл гипотезой: «Но как бы мы не редактировали эту гипотезу, сущность ее состоит в том, что для того, чтобы перевести теплоту из холоднейшего тела в теплейшее, необходимо затратить некоторое определенное количество работы» [150].

М. Планк, убедившись в невозможности доказательства второго начала термодинамики, решил эту ничем не обоснованную гипотезу Клаузиуса просто обозвать законом: «Так как второе начало теории тепла представляет такой же закон как и первое, то доказательство его можно понимать в том смысле, что все содержание второго начала может быть логически выведено из одного простого опытного положения, достоверность которого очевидна сама по себе. Поэтому в основании мы положим следующее, выводимое непосредственно из опыта, положение: „Невозможно построить действующую машину, которая производила бы только поднятие груза и охлаждение резервуара тепла“».

Эта формулировка второго начала по существу является перефразировкой Томсона, Оствальда и Пуанкаре. Но в отличие от Томсона, заявившего для большей убедительности, что эта формулировка «не будет никем оспорена», М. Планк утверждал, что это положение «выведено непосредственно из опыта» и что оно «логически выведено из одного

простого опытного положения, достоверность которого очевидна сама по себе».

Так как одним из важнейших требований физической теории является соответствие данным опыта, то основоположники второго начала не скучились на ссылки на опыт. Так, Оствальд неоднократно отмечал, что второе начало термодинамики основано на опыте. М. Планк также утверждал, что второе начало термодинамики «...непосредственно найденное опытным путем» [159], «...логически выведено из одного опытного положения, достоверность которого очевидна сама по себе» [154], «...выведено из опытного закона, обладающего убедительной несомненностью» [159].

Для академика Л. Д. Ландау это было также очевидно и не вызывало сомнений: «В том, что изложенные простые формулировки соответствуют реальной действительности — нет никакого сомнения; они подтверждаются всеми нашими ежедневными наблюдениями».

Основоположники второго начала термодинамики и их многочисленные последователи, приверженцы классической термодинамики, уверяли, что невозможность построения вечного двигателя второго рода основана на опыте. Так, Энрико Ферми писал: «Мы можем теперь установить второй закон термодинамики в следующей форме: невозможен процесс, единственным конечным результатом которого будет превращение в работу теплоты, извлеченной из источника, имеющего всюду одинаковую температуру (постулат Кельвина)».

П. В. Скорняков, анализируя эти ссылки на опыт, отмечал: «Высказывания Р. Клаузиуса и В. Томсона по поводу второго начала термодинамики только на первый взгляд соответствуют данным опыта, а в действительности имеют в своей основе лишь глубокое убеждение в невозможности осуществления вечного двигателя второго рода, сколь-нибудь серьезных попыток создания которого и не могло быть тогда предпринято. В этой связи лишено какого бы то ни было основания утверждение Э. Ферми: „Экспериментальное доказательство справедливости второго начала состоит главным образом в неудаче всех попыток сконструировать регрессиум mobile второго рода“». Даже если бы такие попытки и предпринимались (о чем у нас нет определенных сведений), их неудача не может быть доказательством столь далеко идущего утверждения» [186].

Основоположники второго начала термодинамики не заботились о приведении строгих доказательств вводимых ими принципов, а ссылались на очевидность и на опыт. Их последователи лишь различным образом повторяли эти доводы об очевидности и опыте.

Опыт и ежедневные наблюдения, которые по мнению Л. Д. Ландау, подтверждают справедливость второго начала термодинамики, действительно, великая вещь в установлении истины. Но, ссылаясь на опыт и ежедневные наблюдения, следует постоянно помнить об условиях опыта, при которых получены его результаты, ибо опыт и ежедневные наблю-

дения без условий, при которых они получены, ничего не значат. Опыт и ежедневные наблюдения показывали Аристотелю и его бесчисленным последователям, что тяжелое тело падает быстрее легкого. Но Г. Галилей изменил условия опыта и, поместив тела в вакуумную трубку, показал, что условия опыта, а именно сопротивление воздуха, влияет на падение тел, и все убедились, что падение разных по величине тел в вакууме происходит с одинаковой скоростью.

А при рассмотрении второго начала термодинамики об условиях опыта даже не упоминается.

Очевидно, для большей убедительности доказательства невозможности вечного двигателя второго рода академик П. П. Лазарев ссылался не просто на опыт, а на многовековой опыт и привел ссылку на решение Французской академии наук, принятное в 1775 году, не рассматривать проекты вечных двигателей [104]. В знак поддержки этого решения (принятого задолго до установления и первого, и второго начал термодинамики) академик П. П. Лазарев писал: «Двигатель, не нарушающий первого принципа термодинамики, но дающий нам работу, переводя тепло от более холодного тела к более нагретому, носит название вечного двигателя (*регретиум mobile*) второго рода. Многовековой опыт показал, что построение вечного двигателя второго рода также невозможно, как невозможно и осуществление вечного двигателя первого рода» [104].

Но даже «многовековой опыт» не может заменить необходимых строгих доказательств и не может быть надежным основанием для доказательства. Разве до Коперника ежедневные наблюдения движения на небе Солнца, звезд и планет не подтверждали «многовековой опыт», показывающий правильность геоцентрической птолемеевской системы мира?

Бесчисленные примеры из истории науки показывают, что многовековой опыт жрецов и схоластов средневековья приводил к многовековым предрассудкам и заблуждениям.

Но многовековой опыт подводил не только схоластов средневековья, а всегда, когда теоретики строили свои доказательства на необоснованных догмах, основанных на многовековом опыте. Многовековой опыт всегда был, остается и будет оставаться ограниченным историческим опытом. Если посмотреть на окружающий нас сегодня мир с точки зрения многовекового опыта человечества, жившего, скажем, в 1775 году, когда было принято решение не рассматривать проекты вечных двигателей, то такой мир будет просто невозможен. История науки и техники учит, что всегда находились люди, опровергающие догмы, основанные на многовековом опыте и расширяли рамки этого многовекового опыта, доказывая «невозможное», если оно запрещено догмами многовекового опыта и не запрещено природой вещей.

Конечно, доказательство со ссылкой на многовековой опыт является наиболее простым, а доказывать бывает не так-то просто, о чем свидетельствует следующий факт. 21 марта 1611 года Христофор Шнейер открыл на Солнце пятна вопреки многовековому опыту наблюдений.

На это открытие епископ Бизеус возразил: «Сын мой, я прочел Аристотеля дважды и нигде не нашел подобного. Пятна не существуют, а представляют лишь заблуждение твоих стекол или глаз». Как следует из приведенного примера, ссылка на Аристотеля доставалась труднее, чем ссылка на многовековой опыт, а доказательства с такой ссылкой являются не более убедительными, чем ссылка на многовековой опыт.

«Доказательство» со ссылкой на многовековой опыт, сводящееся к тому, что этого не может быть, потому что этого никогда не было, является не более убедительными, чем «доказательство» войска донского отставного урядника из дворян Василия Семибулатова из села Блины-Съедены, «доказывающего» «незапятнанность Солнца» следующим образом: «Дорогой соседушка! ... Вы немножко ошиблись... что будто бы на самом величайшем светиле, на Солнце, есть черные пятнушки. Этого не может быть, потому что не может быть никогда».

Доказательства невозможности вечного двигателя второго рода только на первый взгляд кажутся более убедительными. Рассмотрим, например, доказательства М. Смолуховского и Р. Фейнмана.

Для доказательства невозможности вечного двигателя второго рода Р. Фейнман рассматривает «такое устройство, чтобы второй закон термодинамики нарушался, т. е. чтобы работу из теплового резервуара получали, а перепада температур не было». Рассматриваемое устройство состоит из вертушки, совершающей колебания под действием флюктуаций окружающего газа и храповика с собачкой, т. е. механизма, предназначенного для преобразования колебаний вертушки во вращение вала в одну сторону.

Подробно анализируя работу этого устройства, Фейнман отмечал: «Собачка и храповик, сами обладая некоторой температурой T , подвержены также и броуновскому движению. Это значит, что время от времени собачка случайно поднимается и проходит мимо зубца как раз в тот момент, когда броуновское движение вертушки пытается повернуть ее назад... Вот отчего наш механизм не будет находиться в вечном движении. Иногда при щелчках по крыльям вертушки собачка оказывается уже приподнятой (из-за флюктуаций движений этого конца оси), и храповик действительно поворачивается обратно. В итоге — чистый нуль» [206].

На основании анализа работы этого конкретного устройства Фейнман делает следующий вывод: «Как бы хитроумно мы ни сконструировали „однобокий“ механизм, при равенстве температур он не захочет вертеться в одну сторону чаще, чем в другую. Когда мы смотрим на него, он может поворачиваться либо туда, либо сюда, но при продолжительной работе ему никуда не уйти. Тот факт, что он не уйдет никуда, на самом деле фундаментальный глубокий принцип; все в термодинамике покоятся на нем» [206].

Задолго до Р. Фейнмана аналогичные доказательства невозможности вечного двигателя второго рода приводил М. Смолуховский. Доказательства, приводимые М. Смолуховским и Р. Фейнманом, осуществлялись

по одной схеме. Рассматривалось конкретное устройство, заведомо явно невозможное: автоматическое приспособление, снабженное «односторонне действующим клапаном или венцом тонких упругих волосков (ресницы)», или имеющее «вертикальную рейку с пилообразно вырезанными зубцами, или лучше рельс, в котором вырезан зигзагообразный паз» с защелкивающимся устройством, или вертушка с храповичком и собачкой. Далее приводится одно и то же возражение Смолуховского, справедливое для рассматриваемых конкретных и аналогичных им устройств. Затем делается вывод: вечный двигатель второго рода невозможен.

Очевидно, что в этом доказательстве допущена грубая логическая ошибка, заключающаяся в необоснованном обобщении или в подмене тезиса в процессе доказательства. Правило логического доказательства гласит: «Тезис должен оставаться тождественным, т. е. одним и тем же на протяжении всего доказательства. Нарушение данного правила ведет к тому, что тезис остается недоказанным. В этом случае совершается существенная логическая ошибка, называемая „подменой тезиса“» [85].

А разве в приведенных выше доказательствах тезис остается одним и тем же на протяжении всего доказательства? Разве конкретные устройства, рассмотренные М. Смолуховским и Р. Фейнманом включают в себя все возможные варианты и схемы вечных двигателей второго рода? Разве они являются обобщенным понятием вечного двигателя второго рода, которому в результате доказательства выносится безапелляционный приговор: «Вечный двигатель второго рода невозможен»? Безусловно нет! Поэтому приведенные «доказательства» Смолуховского и Фейнмана доказывают лишь невозможность рассмотренных ими конкретных схем, которые не так уж «хитроумны», чтобы поколебать «фундаментальный глубокий принцип», а авторы этих «доказательств» очевидно считают, что при доказательстве «фундаментального глубокого принципа» физики нет дела до элементарных правил логики.

В «доказательствах» Смолуховского и Фейнмана рассматривается явно невозможный вечный двигатель второго рода, например, с односторонне действующим клапаном или с храповичком и собачкой. При этом не доказывается, а «очевидно само собой», что эти детали необходимы для нормальной работы устройства в целом. Затем доказывается, что с этими деталями вечный двигатель второго рода невозможен. В заключение делается необоснованное обобщение: вечный двигатель второго рода невозможен.

Аналогичный прием использовал Слейтор: он утверждает, что демон Maxwella не может одновременно измерять координаты и скорости молекул, не интересуясь, а нужно ли это демону Maxwella делать?

Бриллюэн и Гейбор снабжали демона Maxwella или автоматическое устройство источником света и затем доказывали, что с этим источником света в устройстве затрачивается энергия и доказывается, что с этим источником света демон Maxwella или автоматическое устройство не мо-

жет работать в равновесной среде, при этом не интересуясь, а нужен ли источник света.

Точно так же Беннет снабжает демона Максвелла регистром памяти и доказывает, что в устройстве с регистром памяти затрачивается энергия на сброс памяти, не интересуясь, а нужен ли демону Максвелла регистр памяти, может быть демон Максвелла и без него может обойтись.

Но если так трудно привести строгие убедительные доказательства невозможности вечного двигателя второго рода, то, по выражению цитированного выше известного чеховского героя из села Блины-Съедены, «зачем они нужны, если и без них можно обойтись?»

Действительно, если нельзя строго доказать невозможность вечного двигателя второго рода, то если принять невозможность вечного двигателя второго рода в качестве одной из формулировок второго начала термодинамики, а последнюю взвести в принцип, а против принципов, как известно, не спорят, то и отпадает необходимость строгого доказательства невозможности вечного двигателя второго рода. Именно так, по мнению О. Д. Хвольсона, поступают «„великие мыслители“», которые принимают невозможность достижения цели за аксиому, другие стремятся к ней всеми силами души и тела» [213].

Именно так и поступил В. Томсон, принимая аксиому, которая является одной из основных формулировок второго начала термодинамики. При этом Томсон полагал, что эта аксиома «...не будет никем оспорена». Как бы подтверждая бесспорность аксиомы Томсона, В. Оствальд писал: «Это было бы только не такое regretum mobile, которое создавало бы работу из ничего, а такое, которое создавало бы работу из покоящейся энергии. И это второе regretum mobile, как показывает опыт, есть вещь невозможная, и эта невозможность составляет содержание второго основного принципа. Принцип этот кажется чем-то, что „само собою разумеется“».

Оказывается, все очень просто. Вместо того, чтобы приводить строгие убедительные доказательства какого-либо утверждения можно воспользоваться простым приемом: принять это утверждение за аксиому, которая, по мнению ее автора «...не будет никем оспорена», взвести это утверждение в принцип, а В. Оствальду: «Принцип этот кажется чем-то, что „само собою разумеется“». Таким приемом, по мнению ординарного профессора О. Д. Хвольсона, могут пользоваться «великие мыслители». Очевидно, что эти «великие мыслители» отличаются от смертных тем, что делают великие ошибки, а их последователи не смеют указать на эти ошибки из-за слепой веры в авторитеты «великих мыслителей».

Следует отметить, что применяемый «великими мыслителями» метод «доказательства» был известен задолго до появления второго начала термодинамики. Так, еще в 1704 году английский философ Джон Толанд в «Письме к Сенеке» писал: «А вы знаете, что лица, которые стремятся приобрести себе имя провозглашением ложных теорий, благоприятствующих их замыслам, или упрочить свой авторитет поддержкой

нелепых убеждений, уже установившихся, возвели в правило, что **принципы не подлежат спору**, а затем канонизировали в качестве принципов любые положения, которые казались им полезными для их целей» [203].

Классическая термодинамика утверждает, что энтропия системы является однозначной функцией состояния системы и не зависит от выбора рабочего вещества. Это значит, что для любого равновесного кругового процесса

$$\oint \frac{\delta Q}{T} = 0.$$

Доказательства однозначности энтропии и невозможности вечного двигателя второго рода приводятся в различных курсах термодинамики (см., например, [31, 82, 130]). Так, И. П. Базаров привел следующее доказательство невозможности вечного двигателя второго рода: «...если бы энтропия была бы неоднозначной функцией состояния, то можно было бы осуществить вечный двигатель второго рода. В самом деле, неоднозначность энтропии означает, что две различные адиабаты S_1 и S_2 могут пересекаться и, следовательно, возможен круговой процесс, изображенный отрезком изотермы 1–2 и отрезком пересекающихся адиабат 2–3 и 3–1 (рис. 7). Если на участке изотермического процесса 1–2 такого цикла у термостата берется теплота Q ($Q > 0$), то по первому началу за счет этой теплоты за цикл производится положительная работа $W = Q = \oint \delta Q$ и мы имеем, таким образом, вечный двигатель второго рода. Невозможность вечного двигателя второго рода приводит к невозможности пересечения адиабат, т. е. к однозначности энтропии... Положение о существовании у всякой термодинамической системы новой однозначной функции состояния — энтропии S , которая при адиабатических равновесных процессах не изменяется, и составляет содержание второго начала термодинамики для равновесных процессов» [31].

Следовательно, для того, чтобы создать предельно простой вечный двигатель второго рода (о невозможности которого более 150 лет твердит классическая термодинамика) необходимо и достаточно искусственно создать условия, при которых пересекались бы две адиабаты.

И. П. Базаров совершенно прав: «...две различные адиабаты S_1 и S_2 не могут пересекаться», и никто не собирается ни опровергать, ни непровергать это утверждение. Но при доказательствах однозначности энтропии (в том числе и И. П. Базаровым) молчаливо полагается, что это утверждение справедливо при всех возможных условиях.

Однако, это утверждение справедливо лишь при условии, если рабочим телом тепловой машины является **идеальный газ**, масса которого постоянна.

Если же в адиабатическом равновесном процессе применяется не идеальный газ с постоянной массой, а реальный газ, масса которого изменяется, изменяя давление на поршень (давление на поршень тепловой машины оказывает лишь газ), то в этом случае две адиабаты не могут не пересекаться. Следовательно, в этом случае можно осуществить замкнутый

термодинамический равновесный круговой процесс, состоящий из одной изотермы и двух адиабат. Это значит, что возможно преобразование тепла в работу лишь от одного термостата, т. е. при отсутствии холодильника и, следовательно, без передачи тепла холодильнику.

В соответствии с молекулярно-кинетической теорией, давление, оказываемое на поршень тепловой машины, может изменяться не только вследствие изменения температуры идеального газа (как это представляет классическая термодинамика). Если рабочим телом тепловой машины является реальный газ (пар), масса которого периодически изменяется, то давление на поршень тепловой машины может изменяться от периодического изменения концентрации газа (пара), обусловленного периодическим растворением газа, или его выделением из раствора, или распадом соединений включения с выделением газа, или периодическим двойным фазовым переходом пар—жидкость—пар.

Таким образом, несмотря на многочисленные попытки, никому не удалось доказать невозможность вечного двигателя второго рода. Общепризнанное, господствующее в общественном сознании мнение о невозможности вечного двигателя второго рода является догмой термодинамики в худшем смысле этого слова.

ГЛАВА 14

Методологические основы термодинамики

Ни одна естественная наука не может обойтись без обобщающей философии и неизбежно касается мировоззренческих вопросов при получении новых научных данных, затрагивающих физические принципы, которые совсем недавно всем казались незыблемыми. При этом кардинальное изменение научных взглядов просто немыслимо без обобщающего мировоззрения, определяемого философией.

Рассматривая отношение философии к естествознанию, Ф. Энгельс писал: «Какую бы позу ни принимали естествоиспытатели, над ними властвует философия» [212]. При рассмотрении основ термодинамики невозможно обойтись без обобщающих философских выводов, не каснуться вопросов теории познания, мировоззрения, которые разрабатываются философией.

Известный физик-теоретик М. Борн был убежден, что «...физика нуждается в обобщающей философии» [40]. Позднее М. Борн уточнил: «Физика нуждается в обобщающей философии, выраженной на повседневном языке» [39]. Это мнение об отношении философии к естественным наукам разделял М. Планк. «Это стремление к объединяющему мировоззрению, — писал он, — имеет огромное значение не только для физики, но и для всего естествознания, так как переворот в области физических принципов не может оставаться без воздействия на все остальные естественные науки» [160].

Философия дает ответ на вопрос о том, как следует обращаться с принципами, с «законами природы», с «законами Вселенной» (которыми так часто пользовались основоположники второго начала термодинамики и пользуются до настоящего времени их многочисленные последователи). Вопрос о соотношении принципов и внешнего мира является основным вопросом философии.

Рассматривая размышления Е. Дюринга по этому поводу, Ф. Энгельс убедительно показал, что внешний мир является первичным, что никакие принципы, никакие теории невозможно вывести «непосредственно из головы», априорно, т. е. не обращаясь к опыту, который мы получаем из внешнего мира: «...логические схемы могут относиться только к формам мышления, здесь же речь идет только о формах бытия, о формах внешнего мира, а эти формы мышление никогда не может черпать и выводить из самого себя, а только из внешнего мира» [232].

Признавая существование материи, природы вне и независимо от нашего сознания, от существования человечества, материалисты, в свою

очередь, придерживались различных взглядов на взаимосвязь явлений и на развитие мира.

Диалектика, которая, по определению Ф. Энгельса, является «высшей формой мышления», учит, что непрерывно изменяющаяся природа вещей, объективная реальность — первична, а постоянные, неизменные формальные принципы — вторичны и что принципы не применяются к природе и их нельзя диктовать природе вещей как ей следует себя вести в соответствии с постоянными формальными принципами..

Каждая из философских систем (в том числе и основанный на опыте диалектический материализм) разработала свою теорию познания (гносеологию) окружающего мира. Познавая законы природы и общества, человек может безошибочно и активно пользоваться ими только в рамках определенных границ их применимости.

Каждая из философских систем разработала свою теорию познания. В книге Т. И. Хилла «Современные теории познания» [217] представлена информация о многочисленных теориях познания, отражающих взгляды около 140 философов. Теорию познания диалектического материализма Т. И. Хилл просто не включил в свою книгу, поэтому далее мы кратко коснемся ее основ.

Исходный принцип гносеологии диалектического материализма вытекает из решения основного вопроса философии. Основой теории познания диалектического материализма является теория активного отражения внешнего мира.

Если наши ощущения — это копии, снимки и изображения внешнего мира, то, естественно, возникают вопросы, а в состоянии ли мы познать этот внешний мир, а истинны ли эти копии, снимки и изображения, тождественны ли они отображаемому внешнему миру?

Гносеология диалектического материализма, в отличие от агностицизма, признает познаваемость мира. Познание — это длительный процесс активного отражения внешнего мира в сознании человека. Целью этого процесса является достижение истины, т. е. получение такого представления об окружающем нас мире, каким он существует независимо от нашего сознания, от сознания и существования человека и человечества.

Единственно верным, научным критерием истины является сравнение полученных представлений с самой объективной реальностью.

Для естествоиспытателей таким единственным верным, научным критерием истины является и надежно служит эксперимент. Правильными, т. е. соответствующими исследуемой объективной реальности, являются только те представления, которые подтверждаются экспериментально. Наши ощущения и представления, т. е. копии, снимки и изображения внешнего мира могут быть как объективно верными, т. е. правильно отражающими объективно существующий мир и независимыми от отображающих субъектов, так и не соответствующими действительности, далекими от отображаемого объективного мира, т. е. субъективными.

Экспериментальная точка зрения отделяет объективную истину от субъективных, фантастических, умозрительных заключений.

Диалектический материализм, в отличие от метафизического, учит, что абсурдно представлять мир в виде закоснелого, одеревенелого, неизменного во веки веков. Тем абсурднее представлять неизменными наши представления об этом постоянно изменяющемся, саморазвивающемся мире.

«Истина, — писал Ф. Энгельс, — которую должна познать философия, представлялась Гегелю не в виде собрания готовых догматических положений, которые остается только зазубрить, раз они открыты, истина теперь заключалась в самом процессе познания, в длительном историческом развитии науки, поднимающейся с низших ступеней знания на все более высокие, но никогда не достигающей такой точки, от которой она, найдя некоторую так называемую истину, уже не могла бы пойти дальше и где ей не оставалось бы ничего больше, как сложа руки, с изумлением созерцать эту добытую абсолютную истину. И так обстоит дело не только в философии, но и во всяком другом познании, а равно и в области практического действия» [233].

Практика познания постоянно подтверждает эти основы гносеологии диалектического материализма. Так, авторы известных фейнмановских лекций по физике отмечали: «Каждый шаг в изучении природы — это всего только приближение к истине, вернее к тому, что мы считаем истиной. Все, что мы узнаем, — это какое-то приближение, ибо мы знаем, что не все еще законы мы знаем. Все изучается лишь для того, чтобы снова стать непонятным или, в лучшем случае, потребовать исправления» [206, т. 1].

Теория познания диалектического материализма учит предельно осторожно обращаться с границами применимости познанных законов природы.

«Истина и заблуждение, — писал Ф. Энгельс, — подобно всем логическим категориям, движущимся в полярных противоположностях, имеют абсолютное значение только в пределах чрезвычайно ограниченной области... Как только мы станем применять противоположность истины и заблуждения вне границ вышеуказанной области, так эта противоположность сделается относительной (релятивной) и, следовательно, негодной для точного научного способа выражения. А если мы попытаемся применить эту противоположность вне пределов указанной области, как абсолютную, то мы уже совсем потерпим фиаско: оба полюса противоположности превратятся каждый в свою противоположность, т. е. истина станет заблуждением, заблуждение — истиной» [232].

Окончательной неизменной системы знаний нет и быть не может: «Каждая эпоха считает науку своего времени вершиной знаний, к которой долго и трудно шли предыдущие эпохи и, наконец, пришли в настоящем. Однако, достигнутое оказывается, со временем, не вершиной, а лишь небольшой площадкой, за которой открываются новые и новые трудные

подъемы. И то, что вчера казалось отчетливым, строгим и окончательным знанием, становится все более зыбким и неопределенным — истина превращается в иллюзию и предрассудок, в заблуждение» [114].

Заблуждение не может не возникнуть в результате необоснованной абсолютизации относительных истин, когда ограниченное неполное знание возводится в абсолют, в принцип, в «закон природы», в «закон Вселенной».

Пусть подлежащий исследованию процесс или явление в действительности содержит две диалектические противоположности А и Б, находящиеся в диалектическом единстве. Но познать явление в таком непосредственном, целом виде исследователь не может и прежде всего видит и исследует лишь одну из сторон (противоположность) А.

Диалектически мыслящий исследователь после исследования стороны (противоположности) А может смело утверждать, что в исследуемой им области в таких-то границах существует процесс или явление А. При этом не исключено, что вне исследованной области, вне исследованных границ, при других условиях может существовать и противоположный процесс В. Диалектически мыслящий исследователь признает, что не знает больше исследованного им процесса или явления А, ничего не знает, что лежит за границами исследованного им процесса А. Пример такого отношения к исследованию продемонстрировал всемирно известный ученый Л. Эйлер в ответе выдающемуся русскому изобретателю И. П. Кулибину об устройстве, которое находилось бы в самостоятельном вечном движении: «Этого сделать сейчас нельзя. Но можно ли будет его осуществить в будущем, я этого не знаю»¹⁾.

Субъективизм и возведение относительных истин в абсолют, в принцип, неизбежно приводит к заблуждению.

Официальная академическая, как зарубежная, так и отечественная, наука до сих пор не признает, каким тормозом была и до сих пор остается абсолютизация работы паровой машины, приведшая к принципу Карно, в какое заблуждение была введена наука абсолютизацией ограниченного знания. В соответствии с молекулярно-кинетической теорией вещества все химические элементы простых веществ окружающей нас и не зависящей от нас объективной реальности состоят из элементарных частиц — атомов. Характерной особенностью элементов является их масса. К третьей четверти XIX века химикам было известно около 70 химических элементов, которые ни при каких химических реакциях не могут превращаться в другие простые вещества и при всех превращениях остаются неизменными. Это господствующее мнение считалось незыблемым до открытия радиоактивности и ядерных реакций.

В 1748 году М. В. Ломоносовым был открыт, а в 1789 А. Лавуазье был сформулирован в общем виде закон сохранения массы вещества, который гласил: в химических реакциях масса вещества остается постоянной.

¹⁾ Цитируется по книге [148, с. 284].

Один из основоположников второго начала термодинамики, В. Оствальд, пояснял этот закон следующим образом: «Для весомой материи до сих пор (до 1887 г. — E.O.) открыто около 70 различных „элементов“, которые никоим образом не превращаются друг в друга. При всех превращениях данной сложной системы веществ не только общая материя остается неизменной, но и количество отдельных элементов не могут быть ни увеличены, ни уменьшены никоими средствами. Я прибавлю, что нет положительного доказательства того, чтобы элемент продолжал существовать и в химических соединениях; можно лишь доказать, что то же самое количество элемента, которое было приведено во взаимодействие и вошло в соединение с любыми другими веществами, снова может быть извлечено из соединений при всяких условиях, — ни более, ни менее» [147].

При этом Оствальд отмечал, что «в наше время этот факт так вошел в плоть и кровь химика, что противоположный взгляд считается не только эмпирически неверным, но даже немыслимым логически. Однако, полезно иметь в виду, что закон несоздаваемости и неуничтожимости материи отнюдь не логический постулат или не может быть таковым, но он содержит в себе не более как хорошо доказанное эмпирическое положение» [141].

Работы Майера, Джоуля и Гельмгольца привели к установлению закона сохранения энергии. Об этом законе В. Оствальд писал: «Закон гласит, что при всех превращениях в природе некоторая величина, которая именно и называется энергией, остается неизменной. Эта энергия может явиться в различных формах: то как живая сила движущихся масс, то как механическая работа, то как теплота, свет, электрическое напряжение или химическое средство; — во всех случаях можно доказать, что при исчезновении энергии в какой-либо форме появляется эквивалентное количество ее в другой форме. Так в работающей паровой машине часть доставляемой теплоты исчезает, превращаясь в работу; если же эту работу употребить, например, на преодоление сопротивлений трения, то получится снова как раз то же количество теплоты». При этом Оствальд отмечал, что как весомая материя (масса), так и энергия «не зависят от воли человека» и что «...никакая человеческая или природная сила не в состоянии по произволу создать или уничтожить их», т. е. материя и энергия неуничтожимы и несоторимы [147].

Эти хорошо доказанные эмпирические положения химии и физики были лишь обобщены и легли в основу концепции диалектического материализма о неуничтожимости и несоторимости движения. При этом движение рассматривается в самом общем виде как способ существования материи: «Движение — есть способ существования материи, следовательно, нечто большее, чем просто ее свойство. Не существует материи без движения» [232]. «Движение, рассматриваемое в самом общем смысле слова, т. е. понимаемое как способ существования материи, как внутренне присущий материи атрибут, обнимает собой все происходящие

во Вселенной изменения и процессы, начиная от простого перемещения и кончая мышлением» [212].

Обобщение результатов всевозможных превращений различных форм движения материи привело к следующему заключению: «...любая форма движения способна и вынуждена при определенных для каждого случая условиях превратиться прямо или косвенно в любую другую форму движения» [212].

Но при всевозможных превращениях из одной формы движения в любую другую, в вечном, непрерывном неустанном движении в природе действует закон сохранения энергии, согласно которому энергия, характеризующая количество движения, не может ни уничтожаться, ни создаваться, и, как отмечал Оствальд, «никакая человеческая или природная сила не в состоянии по произволу создать или уничтожить» энергию. Следовательно, количество энергии, которое характеризует количество движения во Вселенной, при всевозможных превращениях форм движения материи, остается постоянным. В этом проявляется количественная сторона неуничтожимости и несotворимости движения.

Но неуничтожимость и несotворимость движения имеет не только количественную, но и качественную сторону: «...энергия неуничтожима не только в количественном, но и в качественном отношении» [212]. Качественная сторона несotворимости и неуничтожимости движения как формы существования материи заключается в том, что все многообразие форм движения материи не может быть сведено только к одной из них, например, только к потенциальной энергии или только к тепловой энергии.

Концепция диалектического материализма о несotворимости и неуничтожимости движения состоит в том, что «...никакая человеческая или природная сила не в состоянии по произволу создать или уничтожить» «движение как способ существования материи» ни в количественном, ни в качественном отношении.

Основной целью науки, как известно, является получение новых и систематизация имеющихся знаний об окружающем нас мире. При этом, естественно, возникает вопрос об истинности этих знаний. Так, еще Леонардо да Винчи ввел следующий критерий научности: «Ни одно человеческое исследование не может называться истинной наукой, если оно не прошло через математическое доказательство».

Основоположник научного метода познания Галилео Галилей считал, что верховным судьей в определении истины должен быть эксперимент, и провозгласил кredo: «Измеряй все доступное измерению и делай недоступное измерению доступным». Именно эксперимент и результаты измерений, по мнению Галилея, а не результаты умозрительных измышлений теоретиков должны лежать в основе любой точной науки.

Научный метод познания конкретизирует этот путь, выделяя следующие звенья в цепи познания: проблема, гипотеза, мысленный эксперимент, эксперимент, теория, практика.

Проблема — это сложный теоретический вопрос науки, требующий изучения и разрешения.

Подавляющее большинство ученых, рассматривая современное состояние науки, забывают о бесконечных уже пройденных наукой ступенях познания, забывают об ошибках, допущенных ранее учеными, и считают, что окружающий нас мир, в основном, познан, что современная наука полно и точно отражает окружающий нас мир. Для них все ясно: нет ни нерешенных наукой задач (проблем), ни белых пятен на карте науки.

Первоначально проблема возникает у диалектически мыслящего исследователя в виде сомнения в истинности существующей научной парадигмы, в то время как для большинства членов научного сообщества эта парадигма кажется непротиворечивой и безупречной. Отмеченное исследователем несоответствие объективной реальности ее отражению может так и остаться незамеченным научным сообществом, если не будет выявлено и осмыслено противоречие, которое следует устраниить поставленным вопросом.

Вопрос, постановка научной проблемы ставит под сомнение истинность существующей системы знания и указывает направление движения к новой системе знания, которая будет следующей ступенью на бесконечном пути познания. Настоящей науки без постановки проблем нет и быть не может, так как настоящая наука — это не склад готовой продукции, не арсенал готового знания, это — бесконечный процесс его обновления, бесконечный процесс получения новых научных результатов.

Гипотеза как форма познания и метод достижения нового знания является одним из необходимых этапов процесса познания. Получение нового знания, выдвижение новых идей неизбежно проходит стадию предположения, догадки, гипотезы. Но первоначально роль гипотез не сознавалась и недооценивалась. Хорошо известно высказывание И. Ньютона: «Гипотез не измышляю».

Отрицательное отношение к гипотезам высказывал В. Оствальд [141, 145]: «...законы природы вечны, гипотезы преходящи». А если «...гипотезы преходящи» и некоторые из них при проверке не подтверждаются, то, по мнению В. Оствальда, выдвижение и проверка гипотез — это напрасная трата сил, потому можно и не выдвигать гипотезы: «Открытия удавались не благодаря гипотезам, а вопреки им».

С развитием научного метода познания появился иной взгляд на роль догадки, гипотезы как формы познания. Так, А. Пуанкаре писал: «Догадка предшествует доказательству. Нужно ли указывать, что именно так были сделаны все важные открытия?» [168].

После выдвижения гипотезы необходимо провести ее проверку для того, чтобы или подтвердить ее или показать, что она не соответствует действительности. Следовательно, без выдвижения гипотезы и ее проверки невозможно прийти к открытию. Дж. Пристли писал: «Теория и эксперимент неизбежно идут рука об руку, причем всякое движение вперед связано с принятием некоторой специальной гипотезы, которая представляет

собой только догадку относительно обстоятельств или причины некоторого действия природы. Следовательно, самыми смелыми и самыми оригинальными экспериментаторами являются те, которые, представляя свободу своему воображению, допускают сочетание самых далеких друг от друга идей. И хотя многие из этих идей впоследствии оказываются дикими и фантастическими, другие из них могут привести к величайшим и капитальным открытиям. Между тем, очень осторожные, робкие, трезвые и медленно мыслящие люди никогда не дойдут до этих открытий» [166].

По достоинству оценил значение гипотезы М. В. Ломоносов, отмечая, что гипотеза — единственный путь к открытию: «Они дозволены в философских предметах и даже представляют собой единственный путь, которым величайшие люди дошли до открытия самых важных истин» [116]. При этом он отмечал, что гипотеза позволяет «достигнуть знаний, до которых никогда не доходят умы низменные и пресмыкающиеся во прахе».

Характерной особенностью гипотезы является то, что она носит проблематический характер на данном этапе развития науки, т. е. в существующей системе знания она не выводится логически и не получается из опыта. Ценность гипотезы состоит в том, что она позволяет на данном этапе развития науки объединить существующие знания в систему, приводящую к новым научным результатам.

Стржнем, фокусом гипотезы является проблематическое утверждение, истинность или ложность которого должна быть доказана. Если это утверждение подтверждается экспериментально, гипотеза превращается в достоверную научную теорию. Для того, чтобы гипотеза имела шансы на успех, т. е. могла развиться и превратиться в стройную теорию, необходимо, чтобы она была логически непротиворечивой и допускала экспериментальную проверку.

Но любое новое действие, в том числе и новый эксперимент, человек вначале проводит мысленно. Поэтому получение нового знания невозможно без мысленного (воображаемого) эксперимента.

Мысленный (теоретический) эксперимент как форма познания и достижения нового знания является связующим звеном между теоретическим и эмпирическим этапами познания. В отличие от реального мысленный эксперимент относится к области теоретического мышления и широко применяется в фундаментальных исследованиях с целью проверки согласованности основных принципов теории.

Рассмотрение мысленного эксперимента, так же как и выдвижение гипотезы, неразрывно связано с основной целью — переходом на качественно новую ступень познания. Так, Максвелл с целью расширения знания о свойствах теплоты и перехода познания о теплоте на качественно новую ступень хотел показать, что в рамках молекулярно-кинетических представлений о теплоте, возможны процессы, находящиеся «в противоречии со вторым началом термодинамики», что второе начало термо-

динамики является не абсолютным, а ограниченным законом, т. е. при определенных условиях можно выйти за границы его применимости.

Общим для упоминавшихся выше мысленных экспериментов Максвелла, Циолковского и Сцилларда является то, что в них на основании молекулярно-кинетических представлений ставился вопрос об общем существенном свойстве теплоты. Это существенное свойство теплоты невозможно было получить на основании теории теплорода, приводящей к принципу Карно.

Мысленный эксперимент как метод познания, как метод получения нового знания об объектах и явлениях реального материального мира позволяет с помощью абстрагирования и идеализаций выделить исследуемые взаимосвязи реального материального мира «в чистом виде».

Если в реальном эксперименте исследуемые объекты и явления действительности активно ставятся экспериментатором во вполне определенные контролируемые условия, то в мысленном эксперименте воображаемые модели реальных материальных объектов и явлений также активно ставятся теоретиком в идеальные условия и чисто умозрительными действиями над этими моделями выявляются логические противоречия умозаключений.

Мысленный эксперимент невозможен без абстрагирований и идеализаций. Абстрагированием и идеализациями в мысленном эксперименте могут быть условия, которые в реальных условиях труднодостижимы или недостижимы вообще. Такими условиями могут быть отсутствие трения, отсутствие полей, абсолютный нуль температур, абсолютный вакуум, абсолютно зеркальная поверхность и т. д. Так, П. Эренфест для рассмотрения стационарного состояния газа в поле тяжести принимал следующие условия: «Соударений молекул газа друг с другом нет, отражение при ударе о верхнюю крышку и вертикальные стенки сосуда абсолютно упругое». Карно рассматривал идеальную тепловую машину без трения и тепловых потерь.

Абстракции и идеализации помогают глубже проникать в сущность исследуемого процесса или явления при условии, что они не влияют на исследуемую закономерность, которая проявляется при отсутствии этих идеальных условий, не влияет на границы применимости исследуемого явления.

Еще в 60 г. до н. э. Лукреций Кар в известной поэме «О природе вещей» утверждал: «...вещи, которые разнятся весом, падать должны одинаково в пустоте неподвижной» [117]. Тем не менее, до работ Галилея по свободному падению тел в науке господствовала вера в авторитет Аристотеля, утверждавшего, что тяжелое тело падает быстрее легкого. Реальному решающему эксперименту Галилея по одновременному сбрасыванию двух тел предшествовал мысленный эксперимент. Если легкое и тяжелое тело соединить, то, согласно утверждению Аристотеля, легкое тело, отставая в падении от тяжелого, должно тормозить падение тяжелого тела. Но с другой стороны, согласно этому же утверждению, соединенные

вместе, эти тела должны весить больше тяжелого тела и, следовательно, должны падать быстрее тяжелого, т. е. легкое тело, соединенное вместе с тяжелым, должно не тормозить, а ускорять падение тяжелого тела. Таким образом, выясняется, что исходная предпосылка, т. е. утверждение Аристотеля о том, что тяжелое тело падает быстрее легкого, логически противоречиво. Естественно было усомниться в правильности этого утверждения и предположить, что скорость падения тел не зависит от их веса. Определить, какое из двух утверждений о скоростях падения тел истинно, помог решавший эксперимент по одновременному сбрасыванию пушечного ядра и мушкетной пули с «падающей» башни в Пизе, который не мог не подтвердить логически непротиворечивое утверждение.

Абстрагирование, пренебрежение сопротивлением воздуха при падении в мысленном эксперименте Галилея позволило свести изучаемое явление к сущности и способствовало получению нового знания до проведения решающего эксперимента. Это лишь один из примеров, показывающих значение абстракций в мысленном эксперименте.

Мысленный эксперимент, т. е. абстрагирование от действительности, является как бы следствием, продолжением гипотезы и позволяет развить ее гипотетическое предположение и выявить внутренние существенные связи исследуемых процессов и явлений реального мира.

Таким образом, мысленный эксперимент играет важную роль в получении нового знания, в становлении и развитии новой теории.

К. Макаревичус отмечал, что мысленный и реальный эксперимент неразрывно связаны [119]. Но реальный эксперимент не обязательно непосредственно следует за мысленным и копирует его.

Эксперимент (проба, опыт) — это метод активного воздействия на исследуемый объект путем создания специальных условий.

С античных времен до эпохи средневековья (XV век), т. е. когда наука занимала еще весьма скромное место в жизни общества, господствовало мнение Аристотеля о значении опыта в разумном познании, в соответствии с которым разуму, т. е. теории отводилась главная роль, а роль опыта (эксперимента) в познании сводилась почти к нулю (см., например, [77]).

Однако, уже в эпоху средневековья сложилось более объективное отношение к теории и эксперименту. Так, Леонардо да Винчи утверждал: «Эксперимент никогда не обманывает, обманчивы наши суждения»²⁾.

Но эксперимент — лишь одна из ступеней познания. Для более полного и объективного научного познания мира эксперимент должен находится в диалектическом единстве со всеми другими ступенями познания.

О значении и сути теории и эксперимента М. Планк писал: «Около ста лет назад произошло разделение эксперимента и теории. Экспериментатор — это тот, кто стоит на переднем крае, кто осуществляет решающие

²⁾ Цитируется по книге [77, с. 87].

опыты. Опыт означает постановку вопроса, обращенного к природе, измерение означает принятие ответа, который дает природа. Но прежде, чем поставить опыт, его нужно придумать, это значит, надо сформулировать вопрос, обращенный к природе; прежде, чем оценить измерение, его нужно истолковать, т. е. надо понять ответ, который дала природа. Этими двумя задачами занимается теоретик, и при этом он вынужден во все большей мере пользоваться вспомогательными средствами абстрактной математики» [158].

Как верно заметили Р. Пригожин и И. Стенгерс: «Мы считаем экспериментальный диалог неотъемлемым достижением человеческой культуры... сколь бы отрывочно ни говорила природа в отведенных ей экспериментальных рамках, высказавшись однажды, она не берет своих слов назад: природа никогда не лжет» [165].

Именно то, что «природа никогда не лжет», позволяет эксперименту выносить вердикт в пользу той или иной из выдвигаемых гипотез. Это особенно важно, когда существуют две прямо противоположные гипотезы.

Вердикт в подтверждение гипотезы Лошмидта—Циолковского мог бы вынести предложенный автором решающий эксперимент по прямому определению разности температур в газе в стационарном состоянии в поле тяжести [139].

Теория (от греч. «рассматриваю», «исследую») — это результат умозрительных заключений, направленных на объяснение явлений окружающей нас действительности.

Теория как форма познания является одной из ступеней познания и предназначена систематизировать имеющиеся знания и дать целостное представление о существенных связях окружающего нас мира.

В практике научного исследования теория как результат умственной деятельности человека противопоставляется эксперименту как ответу природы на вопрос, заданный человеком в диалоге с природой. Перефразируя шуточный афоризм героини романа «Джентльмены предпочитают блондинок» и сравнивая по аналогии теорию с любовью, а правильный эксперимент — с золотым браслетом, П. Л. Капица писал: «Я думаю, что мы, ученые, можем сказать: теория — это хорошая вещь, но правильный эксперимент остается навсегда» [78].

В основе любой теории лежат ее основные исходные принципы, считающиеся на данном этапе развития науки неизменными и имеющими всеобщее значение. Но, как отмечал М. Планк: «...если мы пристальнее рассмотрим и подвернем более тщательному испытанию систему построения точных наук, то скоро убедимся, что в этом построении именно фундамент является самым слабым местом. Ему с самого начала недоставало такой прочности, которую не смогли бы поколебать никакие бури. Иными словами, точная наука не располагает единым принципом, имеющим всеобщую значимость и одновременно такое содержание, чтобы этот принцип мог служить достаточным основанием для точной науки.

Но самая совершенная логика и точный математический расчет не могут привести к какому-либо плодотворному выводу, если отсутствуют правильные предпосылки» [158].

Основные исходные положения теории, по выражению А. Эйнштейна, «навеяны опытом», т. е. теория считается завершенной или логически замкнутой, если следствия, выводимые из этой теории не противоречат экспериментальным данным: «Без этого физическая теория не может быть физической теорией или, иначе говоря, опыт и только опыт является в физике критерием истинности ее теорий, т. е. только опыт удостоверяет в конце концов, что теория отражает объективную реальность» [78].

Непротиворечивость теории, которая является необходимым условием правильного отражения объективной реальности, заключается в том, что ни один эксперимент (мысленный или реальный) не приводит к приводит к парадоксу. Парадоксы говорят о том, что теория неправильно отражает объективную реальность. Иногда парадоксы разрешаются уточнением определенных положений теории на основе ее принципов. Но возможно, что парадоксы «...возникая в теории, не разрешаются ее средствами; они, как было отмечено, являются признаками того, что теория подошла к своему пределу. Но позднее — мы на это обращаем внимание — означает, что встает необходимость поиска новой теории, построенной на принципах и фундаментальных понятиях, отличающихся от фундаментальных понятий и положений первой теории, такой теории, которая разрешила бы указанные парадоксы (вернее, в которой этих парадоксов не существовало бы)» [231].

О смене теорий и связанной с ней сменой одной картины мира другой М. Планк писал: «Прежде всего надо установить, что непрерывно продолжающая замена одной картины мира другой происходит не под влиянием человеческих настроений или моды, а является следствием настоятельной необходимости. Эта замена становится горькой необходимостью каждый раз, когда исследование наталкивается на новый факт в природе, который не получает объяснения в существующей научной картине мира. ...Новая картина мира не отменяет старой, а скорее утверждает ее во всей полноте, с одним-единственным различием: она прибавляет к ней еще одно условие... классическая механика остается в полной силе для всех процессов, при которых скорость света может рассматриваться как бесконечно большая, а квант действия — как бесконечно малый» [158].

В смене картин мира, в смене теорий, рассмотренных М. Планком, четко проявляется диалектика познания: «Постоянная смена картин мира означает... не беспорядочное шатание из стороны в сторону, но представляет собой процесс, улучшение, совершенствование. Установление этого факта является, по моему мнению, принципиально самым важным достижением из тех, на которые может сослаться естественнонаучное исследование.

Каково же направление этого процесса и к какой цели он стремится? Направление его очевидно: постоянное уточнение картины мира путем

сведения содержащихся в ней реальных элементов к высшей реальности менее наивного свойства. Целью же является создание такой картины мира, которая бы не нуждалась более ни в каких улучшениях и представляла бы поэтому нечто окончательно реальное. Цель эта никогда не будет и не может быть достигнута» [158].

Однако, целью познания является не создание идеальной физической картины мира, а воплощение полученных при создании правильной физической картины мира знаний в практику для удовлетворения материальных и духовных потребности общества.

Модель. Слово «модель» имеет латинский корень и означает «мера, образец, образ, способ».

В теории часто рассматривают модель для объяснения реальных явлений. В статистической физике часто рассматривают модель А. Эйхенвальда. Если ящик наполнить белыми бильярдными шарами и поместить среди них черный шар несколько больших размеров, то, встряхивая ящик произвольным образом в различных направлениях, можно заставить двигаться белые шары хаотическим образом. При этом черный шар движется по траектории, напоминающей траекторию броуновского движения. С помощью модели А. Эйхенвальда рассматривают поведение взвешенной в жидкости частицы.

А. И. Ракитов отмечал: «Заметим, что физикам редко удается построить модель, которая объясняет все свойства изучаемого явления и поэтому им приходится строить много различных моделей, каждая из которых позволяет предсказать и объяснить явления лишь в определенных пределах» [177].

Познание окружающей нас действительности имеет целью приближение к абсолютной истине и сути явлений. Но модель представляет упрощение действительности. В. А. Штольф отмечал: «...в истории научного познания пришлось отказаться от многих моделей как ошибочных или односторонних. ... Каждая из таких моделей является относительной истиной, так как дает картину соответствующих явлений лишь приближенно, неполно. ... Неудачные модели учат нас, что принципы и структуры, которые лежат в их основе, не соответствуют закономерностям и структурам объектов, для отображения которых они были созданы» [227].

Практика (от греческого слова, означающего «деятельный, активный») является завершающей ступенью познания, движущей силой процесса познания и критерием истинности всех рассмотренных выше форм познания.

«Практика, единственный критерий (истинности теории), в конечном счете решает вопрос о достоверности теории, и другого такого критерия, равного практике и могущего заменить ее, нет» [114].

Следует отметить, что практика, как и опыт, имеет исторический характер: «...поскольку практика каждого нового поколения людей шире и богаче, чем у предыдущего поколения, апелляция к прошлой практике,

зафиксированной в картине мира и мировоззрения, не имеет абсолютной ценности. В противном случае общими идеями можно было бы пользоваться как „универсальными отмычками“ и никакое опытное исследование просто не было бы нужно» [114].

В письме Морису Соломону А. Эйнштейн пояснил, что термодинамика «...является не чем иным, как систематическим ответом на вопрос: каким должны быть законы природы, чтобы вечный двигатель оказался невозможным»³⁾. По мнению Эйнштейна принцип невозможности вечного двигателя является первичным, а законы природы вторичны. Эту же мысль о первичности формального принципа Эйнштейн подтвердил позднее: «...только открытие общего формального принципа может привести к надежным результатам. Образцом представлялась мне термодинамика. Там общий принцип дан в предложении: законы природы таковы, что построить вечный двигатель (первого и второго рода) невозможно... это есть ограничительный принцип для законов природы» [230].

Определив таким образом метод термодинамики, Эйнштейн, по существу, ответил на основной вопрос философии так, как на него отвечают идеалисты, и показал, что великие отличаются от смертных тем, что делают великие ошибки.

Вопреки научному методу познания Эйнштейн считал, что наука должна не изучать и исследовать не зависящие от человека законы природы и давать рекомендации по их использованию на практике, а устанавливать «ограничительный принцип для законов природы» и диктовать его природе; не познавать окружающую нас объективную реальность и экспериментально определять, какими являются независимые от человека и человечества законы природы, а диктовать природе, «...какими должны быть законы природы», чтобы торжествовал общий формальный принцип невозможности вечного двигателя.

Классическая термодинамика не интересовалась, насколько соответствует принцип Карно исследуемой независимой от человека и человечества объективной реальности, а диктowała и диктует этот принцип, считая его безупречным и всеобщим и представляла и представляет этот принцип в качестве истины в последней инстанции.

Мысленные эксперименты Максвелла, Циолковского, Сцилларда, Скорнякова и эксперименты М. Ф. Лазарева, А. И. Вейника, Е. Г. Сменковского, В. Ф. Яковleva показали, что принцип Карно не является всеобщим и что принципиально возможен монотермический двигатель, который может нормально функционировать вопреки принципу Карно. Но приверженцы классической термодинамики вместо того, чтобы рассмотреть эти и другие мысленные и реальные эксперименты, делали все возможное, чтобы изгнать демона Максвелла и схему Сцилларда со страниц учебников и, по выражению Беннета, «защитить второе начало термодинамики».

³⁾ Цитируется по книге [97, с. 172].

Познание истины о преобразовании тепла в работу не проходило, как следует в соответствии с научным методом познания, необходимых ступеней познания: проблема — гипотеза — мысленный эксперимент — эксперимент — теория — практика, а получено по схеме: субъективное наблюдение Карно — неизменный во веки веков принцип, имеющий «всеобщее значение». Таким образом, существующая теория преобразования тепла в работу, по существу, основана на одной субъективной ложной идеи Карно, заключающейся в том, что преобразование тепла в работу («получение движения из тепла») возможно лишь при переходе теплорода (тепла или энергии) от более нагретого тела к менее нагретому.

Какими бы ни были наблюдения Карно за работой паровых машин, они являются, во-первых, субъективными, во-вторых, ограниченными, основанными на упрощенных представлениях о природе теплоты и схеме работы тепловой машины, господствовавших в начале XVIII века. Карно совершенно необоснованно обобщил свои субъективные наблюдения и сформулировал «принцип получения движения из тепла». Очевидно, что этот принцип является ограниченным и применимым только для рассмотренного Карно класса тепловых машин, а именно, только для машин, имеющих нагреватель, холодильник и неизменное во время рабочего цикла рабочее тело, объем которого периодически изменяется только под действием температур нагревателя и холодильника.

Карно пришел к выводу (а термодинамика канонизировала этот вывод), что при преобразовании тепла в работу неизбежны принципиальные ограничения, что даже в рассмотренной им «идеальной» тепловой машине, по выражению И. Пригожина и И. Стенгерс, «...тепло превращается в движение лишь ценой необратимых потерь и бесполезной диссипации» [165]. Однако, эти «принципиальные» ограничения обусловлены не природой преобразования тепла, а рассмотренной моделью неполного преобразования тепла в работу с частичной передачей тепла холодильнику.

Принцип Карно — это результат абстрагирования, справедливый только для данной модели преобразования тепла в работу с частичной передачей тепла холодильнику. Природа вещей не запрещает полное преобразование тепла в работу без передачи тепла холодильнику. Поэтому, чтобы освободиться от оков принципа Карно, необходимо рассмотреть и проанализировать модель полного преобразования тепла в работу. В этом случае неизбежен вывод Г. В. Скорнякова: «Никаких принципиальных ограничений для преобразования тепла в работу, кроме закона сохранения энергии не существует».

Игнорирование термодинамикой процесса познания о преобразовании тепла в работу в виде бесконечного поступательного движения превратило теорию преобразования тепла в другие виды энергии из точной науки в догму в худшем смысле этого слова и завело теплотехнику в тупик истребления природных ресурсов для поддержания разности температур между нагревателями и холодильниками тепловых машин.

Клаузиус рассматривал ту же модель частичного преобразования тепла в работу с частичной передачей тепла холодильнику, что и Карно, и на основании этой модели ввел понятие энтропии. Игнорируя научный метод познания, он выдвинул в качестве принципа категорический абсолютный запрет на переход тепла от более холодного тела к более теплому, не интересуясь, существуют ли условия, при которых тепло переходит от холодного тела к горячему «без компенсации».

Очевидно, что на основании упрощенной модели частичного преобразования тепла в работу, какой пользовались Карно и Клаузиус, нельзя получить объективно-истинного представления о преобразовании тепла в работу. Понятие энтропии и категорический запрет Клаузиуса на переход тепла от более холодного тела к более теплому были получены по схеме: субъективное наблюдение Клаузиуса — принцип, т. е. вопреки научному методу познания.

Представление энтропии первичной и не зависящей от сознания и существования человека и человечества также является примером идеалистического решения основного вопроса философии. Разница лишь в том, что первичным является не формальный ограничительный принцип, а введенная Клаузиусом величина (энтропия), которая в соответствии с неравенством Клаузиуса может только возрастать или, в крайнем случае, оставаться неизменной, т. е. изменяться в одном и том же направлении.

Введенное Клаузиусом «всеобщее значение» энтропии было представлено М. Планком в виде объективной абсолютной истины, которая не зависит от «совершенства физиков и химиков в наблюдательном и экспериментальном искусстве». По мнению Планка: «В природе существует величина, которая при всяких изменениях, происходящих в природе, изменяется в одном и том же направлении», причем «...независимо от того, существуют ли на Земле мыслящие и измеряющие существа, и, если они существуют, то умеют ли они контролировать подробности физических и химических процессов на один, два или сто десятичных знаков точнее, чем в настоящее время».

Но ни Клаузиус, ни Планк не учили, что энтропия была введена, во-первых, исходя из ограниченных исходных предпосылок, а именно, из рассмотрения упрощенной модели преобразования тепла в работу с частичной передачей тепла холодильнику и, во-вторых, из ошибочного предположения Карно, что КПД цикла Карно не зависит от природы рабочего вещества.

Безусловно, это справедливо для любого преобразования тепла в работу, происходящего по схеме паровой машины, в которой априорно заложен холодильник. Безусловно, для любого преобразования тепла в работу, происходящего по схеме паровой машины, рабочим телом которой является идеальный газ, т. е. для ограниченного класса тепловых машин, понятие энтропии справедливо и неравенство Клаузиуса выполняется. Но при преобразовании тепла в работу без холодильника, т. е. для

монотермического двигателя, понятие энтропии теряет смысл и неравенство Клаузиуса не выполняется.

В монотермическом двигателе при полном преобразовании количества тепла Q в работу A от источника с температурой T энтропия уменьшится на величину $\Delta S = -(A/T)$ вопреки неравенству Клаузиуса. Следовательно, «всеобщее значение» энтропии является примером искажения объективной реальности субъектом при ее научно не основанном отражении. В объективной реальности (в природе вещей) энтропия замкнутой термодинамической системы может уменьшаться вопреки неравенству Клаузиуса.

Таким образом, метод термодинамики, основанный на рассмотрении упрощенной модели частичного преобразования тепла в работу с частичной передачей тепла холодильнику, отражает преобразование тепла в работу не полно и не имеет ничего общего с научным методом познания.

ГЛАВА 15

Парадигма, становление новой парадигмы и принцип соответствия

Для описания и объяснения закономерностей развития науки: смены научных знаний, перехода от одной ступени познания к следующей, научных революций, американский ученый Томас Кун ввел понятие «парадигма». Слово «парадигма» происходит от греческого слова «парадейгма», означающего «норма», «образец» [100].

«Под парадигмой, — писал Т. Кун, — я подразумеваю признанные всеми научные достижения, которые в течение определенного времени дают модель постановки проблем и их решений научному сообществу» [100]. В рамках существующей парадигмы происходит эволюционное развитие науки, при этом научное сообщество основывается на полученных ранее общепризнанных научных достижениях, считающихся незыблемыми.

Науку, стоящую на этой ступени познания, не выходящую за рамки этих общепризнанных достижений, за рамки существующей парадигмы, Т. Кун назвал «нормальной наукой». Т. Кун пояснил значение этого термина следующим образом: «В данном очерке термин „нормальная наука“ означает исследование, прочно опирающееся на одно или несколько прошлых научных достижений, которые в течение некоторого времени признаются определенным научным сообществом как основы для развития его в дальнейшей практической деятельности» [100].

Как стабилизатор и автопилот самолета определяют и поддерживают направление и высоту полета самолета, не допуская их резких изменений, так и парадигма, задавая образец, норму для научных исследований, определяет направление научных исследований в нужном, заданном ею направлении и не допускает резких изменений направлений исследований, выступая в роли барьера на пути легковесных, научно не обоснованных гипотез.

«Нормальная наука», по существу, допускает развитие науки только в рамках господствующей парадигмы, которая не допускает ни появления нового научного факта, не соответствующего существующей парадигме, ни открытия, ни обнаружения неизвестного еще закона, ни обнаружения ограниченности существующего закона, считающегося в соответствии с существующей парадигмой абсолютным, всеобщим, ни обнаружения нового явления природы, ни появления новой теории, если они противоречат общепризнанной господствующей парадигме.

Объективная реальность гораздо богаче любой господствующей парадигмы. Но «нормальная наука» этого не признает. Но несмотря на то,

что господствующая парадигма признается безупречной научным сообществом, неизбежно обнаружение новых научных фактов, законов или явлений, создание теорий, более глубоко и полно отражающих окружающую нас действительность, приводящих к открытиям, противоречащим господствующей парадигме.

«Каждое из этих открытий (Коперника, Ньютона, Лавуазье), — пишет Т. Кун, — необходимо обуславливало отказ научного сообщества от той или иной освященной веками научной теории в пользу другой, несовместимой с прежней... и каждое из этих открытий преобразует научное воображение таким образом, что мы должны признать это трансформацией мира, в котором проводится научная работа» [100].

Развитие «нормальной науки» продолжается до тех пор, пока не будет обнаружен новый научный факт, который не объясняет теория в рамках существующей парадигмы или не возникнет новая идея, указывающая на ограниченность существующей парадигмы. «Нормальное» состояние науки говорит лишь о том, что в распоряжении научного сообщества пока или нет ни научных фактов, ни смелых идей, противоречащих существующей парадигме или научное сообщество игнорирует их, т. е. пока «успешно подавляет фундаментальные новшества», не соответствующие существующей парадигме.

Но сколько бы ни продолжалось эволюционное развитие науки в рамках существующей парадигмы, появляется новый научный факт, который не объясняет теория в рамках существующей парадигмы, возникает и развивается новая теория, несущая новую парадигму, которая безжалостно сметает старую, производя научную революцию.

«Создание других новых теорий, — пишет Т. Кун, — по понятным причинам вызывает такой же ответ со стороны тех специалистов, чью область компетенции они затрагивают. Для этих специалистов новая теория предполагает изменение в правилах, которыми руководствовались ученые в практике нормальной науки... Установление новой теории требует перестройки прежних фактов, внутреннего революционного процесса, который редко оказывается под силу одному ученому и никогда не совершается в один день» [100].

Длительность самого процесса смены парадигм объясняется тем, что сторонники старой парадигмы оказывают упорное сопротивление становлению новой парадигмы. И это сопротивление тем ожесточеннее, чем более радикальное изменение несет новая парадигма. Хорошо известно высказывание М. Планка об утверждении новой научной идеи: «Великая научная идея редко внедряется путем постепенного убеждения и обращения своих противников, редко бывает, что Саул становится Павлом. В действительности дело происходит так, что оппоненты постепенно вымирают, а растущее поколение с самого начала осваивается с новой идеей» [153].

Становление каждой парадигмы, становление нового (в том числе и великого) открытия в науке проходит в три этапа. На первом этапе но-

вая идея, новая гипотеза, на основании которой после ее подтверждения возникает новая теория, встречает резкие, острые возражения: «Этого не может быть». Правда, при этом, обычно, не приводятся убедительные аргументы, вероятно, лишь потому, что это «само собой разумеется», «потому что этого не может быть никогда». Против этого аргумента известного чеховского героя Василия Семибулатова из села Блины-Съедены автор новой идеи ничего не может возразить. Если этот аргумент приводится в письме отставного урядника из дворян, то это смешно. Но совсем не до смеха автору новой идеи, когда он слышит аналогичные возражения авторитетных членов научного сообщества.

Затем, когда по выражению М. Планка, «оппоненты постепенно вымирают», наступает этап признания и триумфа новой парадигмы. И, наконец, когда парадигма становится общепризнанной, наиболее дальновидные диалектически мыслящие ученые задумываются над тем, нельзя ли обнаружить новый научный факт или выдвинуть новую идею, которые не соответствуют данной парадигме, не следует ли эту парадигму заменить новой, более полно и точно соответствующей окружающей нас объективной реальности.

После того как оппоненты постепенно вымрут, а растущее поколение с самого начала освоится с новой идеей, научным сообществом устанавливается новая парадигма. При этом познание поднимается на новую, более высокую ступень познания, асимптотически приближаясь к абсолютной истине.

Развитие науки, утверждение в ней новых идей, новой парадигмы неразрывно связано с парадоксами науки. Парадоксы науки подробно рассмотрел А. К. Сухонин [199].

К парадоксу науки может привести факт, который находится в противоречии с общепризнанной теорией. О значении и роли таких фактов при переходе от старой теории к новой М. Планк писал: «Первый повод к пересмотру или изменению какой-либо физической теории почти всегда вызывается установлением одного или нескольких фактов, которые не укладываются в рамки прежней теории. Факты являются Архимедовой точкой опоры, при помощи которой сдвигаются с места даже самые солидные теории. Поэтому для настоящего теоретика ничто не может быть интереснее, чем тот факт, который находится в противоречии с общеизвестной теорией: ведь здесь, собственно, начинается его работа.

Как нужно поступить в таком случае? Несомненно одно: в существующей теории нужно произвести изменения таким образом, чтобы она оказалась в соответствии с установленным фактом. Но в каком месте теории нужно произвести исправления, является подчас трудным и сложным вопросом... Поэтому почти всегда оказывается несколько различных возможностей найти выход из затруднения. Обыкновенно вопрос настолько обостряется, наконец, что приводит к столкновению между двумя или тремя положениями, которые до сих пор были соединены друг с другом в теории, но теперь ввиду установления факта должно отпасть, по край-

ней мере, одно из них. Борьба нередко ведется в течение нескольких лет и даже десятилетий» [155].

Идеалом любой теории является ее внутренняя непротиворечивость, логическая безупречность всех ее положений. Если теория непротиворечива и если рассуждения, основанные на признанных теорией положениях, логически корректны, то в такой теории нельзя получить двух противоположных, исключающих друг друга выводов, или логического парадокса.

По определению А. И. Вейника: «Парадоксом называется абсурдный вывод, к которому приводят господствующие теоретические представления» [48]. Парадоксы науки указывают на объективно существующие противоречия в господствующей парадигме и на необходимость ее замены. Поэтому задача науки, естественно, заключается в том, чтобы выявить и устранить парадокс.

Для устранения парадокса требуется идея, также парадоксальная с общеизвестной точки зрения — она ломает, отбрасывает господствующую парадигму. Так, А. Эйнштейн на вопрос о том, как он пришел к открытию теории относительности, ответил: «Отверг аксиому». Аналогично, Н. Лобачевский отверг аксиому о параллельных Евклида. Это отрижение новой, революционной идеи общеизвестных господствующих представлений кажется парадоксальным, нелепым, безумным. Причем, критерий безумности новой идеи, как отмечал Н. Бор, может даже служить критерием истинности новой идеи. Так, хорошо известно высказывание Н. Бора после доклада В. Гейзенberга и В. Паули: «Все мы согласны, что ваша теория безумна. Вопрос, который нас разделяет, в том, что достаточно ли она безумна, чтобы иметь шанс быть истиной. По-моему, она недостаточно безумна для этого».

«Парадоксальность революционной идеи, — пишет А. К. Сухонин, — проявляется в том, что она фактически всегда алогична, то есть невыводима по правилам логики из принципов, положений, законов, принятых современной наукой» [199].

Но то, что нельзя логически вывести в рамках существующей парадигмы, достигается с помощью алогичной, принципиально новой идеи, вносящей кардинальное изменение в общепризнанные представления. В этом проявляется скачок мышления, совершается «логическое преступление», без которого невозможно перейти от старой системы знаний к новой. Причем, чем глубже противоречие, чем более фундаментальных основ знания оно касается, тем более парадоксальной, тем более безумной кажется логически мыслящим современникам новая идея. Но только такая идея, безумная с точки зрения господствующих представлений, способна сдвинуть человеческое познание с мертвой точки общепризнанных научным сообществом принципов. И при этом, чем более парадоксальными, чем безумней кажется идея, тем более кардинальные изменения она вносит в науку, открывая перед ней более широкие и отдаленные горизонты.

Возмутительное отступление новой идеи от логики объясняется тем, что новое знание логически невозможno вывести в рамках принципов существующей парадигмы — именно против одного из этих принципов и совершается логическое преступление. Новое знание уточняет границы применимости этого принципа старой парадигмы и отменяет действие этого принципа вне указанных границ применимости, где это новое знание можно получить по правилам логики. Получить новое знание логически невозможno только в рамках действия старой парадигмы, и новое знание безжалостно ломает эту парадигму, устанавливая новую, в рамках которой это знание выводится логически.

Парадоксы науки являются вехами на бесконечном пути познания и фактически наука продвигается вперед от парадокса к парадоксу, разрешая их. Но подавляющее большинство членов научного сообщества не оценивает по достоинству ни значения парадокса, ни алогичного прорыва мысли, призванного устраниТЬ этот парадокс. Это большинство встречает новую идею в штык и оказывает большое сопротивление на пути ее признания. Так логически мыслящее научное сообщество признало идею Р. Майера о сохранении энергии безумной, ее автора — сумасшедшим и заключило его в сумасшедший дом.

Нет необходимости доказывать, что сделать алогичный шаг, выдвинуть новую идею гораздо сложнее, чем просто ее отрицать, утверждая, что она противоречит общепризнанным принципам. Поэтому прежде, чем отрицать новую идею, следует подумать, а не ведет ли она к нарушению устоявшихся норм, а не позволит ли она построить новую систему знаний, отражающих объективную реальность полнее и точнее, чем существующая система знаний, базирующаяся на общепризнанных наукой принципах, не приведет ли она к смене существующей парадигмы, т. е. к прогрессу познания, к переходу его на следующую ступень.

Как ни парадоксально, но, как свидетельствует история науки, и физики, в частности, творцами, новаторами, авторами новых идей, в основном, являются не эрудированные в данной области специалисты, а дилетанты. Так, закон сохранения энергии неразрывно связан с именем врача Майера, а механический эквивалент теплоты в работу впервые установил пивовар Джоуль. Дилетант происходит от итальянского слова «дилетанто» — удовольствие, т. е. дилетант — это не специалист в данной области науки, а человек, которому работа в данной области приносит удовольствие. И эта работа ради удовольствия иногда дает такие неожиданные для эрудированных, титулованных в данной области профессионалов результаты, что эти профессионалы их не только не признают, но и считают их безумными, выступают в роли консерваторов и ретроградов, ожесточенно тормозя признание и развитие идей дилетантов.

Хорошо известно высказывание А. Эйнштейна о том, как делают открытия: «Все знают, что это невозможно. Приходит один чудак, который этого не знает и делает открытие». Безусловно, в каждой шутке есть доля истины. Но если дилетантом уже сделано открытие, то признать

его эрудированным профессионалам мешает, как ни парадоксально, их профессиональная подготовка, хорошее знание того, что в соответствии с существующей парадигмой невозможно, что эта парадигма запрещает. А сами же специалисты никогда не дойдут до данного открытия из-за шор, обусловленных профессиональной подготовкой.

Т. Кун не рассматривал подробно преемственность, т. е. соотношение между новой и старой парадигмами. Но это соотношение, очевидно, легко определить. Новая парадигма возникает не на пустом месте, она не начинается с нуля. Она возникает в рамках старой парадигмы, которая основывается на знании, накопленном человечеством. Кроме того, новая парадигма не может отменить или нарушать общие законы, которые лежат в основе старой парадигмы. Поэтому новую парадигму следует рассматривать как новую ступень познания, как результат развития старой парадигмы, несмотря на то, что некоторые выводы новой парадигмы могут быть прямо противоположны выводам старой парадигмы. Поэтому между старой и новой парадигмами, так же как между старой и новой теориями, наблюдается преемственность, устанавливающая определенные соотношения между ними. Если даже смена парадигм приводит к научной революции, то и тогда между парадигмами устанавливаются определенные соотношения. Как отмечал академик А. Б. Мигдал, «...научная революция, даже коренная, не отменяет ранее установленных законов и соотношений, а лишь уточняет их, помогает определить область их применимости» [126].

Соотношения между старой и новой теориями (так же как и между старой и новой парадигмами) определяются принципом соответствия, впервые выдвинутом Н. Бором в 1923 году. Принцип соответствия гласит, что любая новая научная теория (так же как и новая парадигма), которая претендует на более полное, более глубокое отражение объективной реальности, чем старая, должна включать последнюю как предельный случай. Так, например, релятивистская механика при малых скоростях переходит в классическую механику.

ГЛАВА 16

«Жизнь и мечта» П. К. Ощепкова

В 1965 году вышло первое, в 1967 г. — второе, в 1977 г. — третье и в 1984 г. — четвертое издание книги доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР П. К. Ощепкова [148]. Все четыре изданий этой книги очень быстро разошлись. В этой книге основоположник радиолокации (радиообнаружения) описал свой жизненный путь и поделился своей мечтой: «Вот я и мечтаю о такой энергии, которая не требовала бы истребления природных ресурсов, не угрожала бы человеку и находилась бы повсюду в таком количестве, какое понадобится человечеству для жизни в изобилии» [148].

П. К. Ощепков отмечал, что его «заставило тогда обратиться к вопросу вопросов нашего существования — энергии» — тяжелое в снабжении топливом зимнее время 1942 года, а в 1943 году он поделился своей мечтой в статье под названием «Электричество непосредственно из тепла окружающего пространства».

Основой для мечты П. К. Ощепкова послужило отмеченное им противоречие, заключающееся в несоответствии выводов классической термодинамики концепции диалектического материализма о неуничтожимости и несотворимости движения. П. К. Ощепков отмечал, что классическая термодинамика указывает лишь на рассеяние, на диссиацию, на деконцентрацию энергии, констатируя: «Есть множество других теорий, призванных доказать деградацию энергии и невозможность ее обратной концентрации» [148]. Эти теории деградации энергии, вытекающие из абсолютного характера второго начала термодинамики противоречат концепции диалектического материализма о неуничтожимости и несотворимости движения как способа существования материи, противоречат природе вечного круговорота энергии. П. К. Ощепков писал, что невозможно, чтобы все процессы шли только в сторону диссиpации, т. е. рассеяния энергии: «В природе обязательно должны иметь место процессы и обратного характера, т. е. процессы концентрации энергии... Концентрация и деконцентрация энергии в природе должны существовать в диалектическом единстве» [148].

П. К. Ощепков отмечал, что в 1953 году вышли две работы «Закон концентрации энергии — фундаментальный закон природы» и «Закон концентрации энергии и новые проблемы электроники» [148]. К сожалению, понятие концентрации энергии П. К. Ощепковым не было точно определено.

С одной стороны, П. К. Ощепков представлял термин «концентрация энергии» как «противоположный широко распространенному понятию

о рассеянии энергии». П. К. Ощепков отмечал, что суть концентрации энергии состоит в преобразовании «тепловой энергии окружающего пространства без перепада температуры» [148].

Такое преобразование тепловой энергии возможно лишь вопреки принципу Карно, вопреки абсолютному характеру второго начала термодинамики. Такое преобразование тепловой энергии без топлива, без существующего топливно-энергетического комплекса (который и существует для того, чтобы поддерживать разность температур между нагревателями и холодильниками тепловых машин), возможно и по мнению К. Э. Циолковского: «Только наше невежество заставляет нас пользоваться ископаемым топливом».

С другой стороны, П. К. Ощепков отмечал, что тепловые насосы «являются как бы первой ступенью на пути к практической концентрации энергии» [148]. Рассматривая работу теплового насоса, П. К. Ощепков утверждал: «...энергия, отнятая от окружающего пространства, до этого считалась потерянной, „мертвой“, обесцененной, рассеянной. И если ее удается использовать, например, для обогрева жилища, для подогрева воды или для других потребностей человека, то разве это не сосредоточение рассеянной энергии, не концентрация ее?» [148].

Таким образом, П. К. Ощепков в понятие концентрации энергии вносил некоторую терминологическую путаницу, давая оппонентам необоснованный повод для критики.

Эта неточность в определении концентрации энергии, вероятно, возникла под впечатлением статьи главного энергетика города Норви-ча (Англия) Дж. Самнера «Новый способ отопления холодной водой». П. К. Ощепков цитировал отрывок из этой статьи о работе теплового насоса: «Тепловой насос извлекает тепло из реки, озера или воздуха. Затем он концентрирует это тепло, повышает температуру до уровня, достаточного для „обогрева комнатных радиаторов“» [148]. При этом П. К. Ощепков подчеркивал слово **концентрирует**, хотя тепловой насос работает в полном соответствии со вторым началом термодинамики, так как потребляет энергию. П. К. Ощепков отмечал, что работа теплового насоса была известна одному из основоположников второго начала термодинамики В. Томсону (lordу Кельвину) еще в 1852 году, который предлагал тогда использовать тепловой насос для обогрева помещений.

Термин «концентрация энергии» следует рассматривать, как отмечал П. К. Ощепков, только как «противоположный широко распространенному понятию о рассеянии энергии». В этом смысле концентрация энергии происходит вопреки принципу Карно и категорически запрещена вторым началом термодинамики, из которого следует, что любой необратимый процесс вызывает рассеяние энергии.

Это следовало бы также подчеркнуть и в определении энергоинверсии: «Энергоинверсия — это обобщенное понятие о новых методах получения энергии за счет инверсии (перестановки) тепла окружающего пространства» [148]. При этом следовало бы добавить, что инверсия теп-

ла окружающего пространства происходит в равновесной среде, т. е. «без какого-либо температурного перепада», без затраты работы, т. е. вопреки принципу Карно или второму началу термодинамики.

Но эта терминологическая неточность в определении энергоинверсии или концентрации энергии нисколько не умаляют значения ни постановки проблемы концентрации энергии, ни мечты П. К. Ощепкова о концентрации энергии, ни его книги «Жизнь и мечта», ни его деятельности по организации и руководству созданного им Общественного института энергетической инверсии — ЭНИН, который он возглавлял до последних дней жизни.

При становлении новой парадигмы (как это имеет место в данном случае, так как без коренных изменений в фундаменте классической термодинамики здесь не обойтись), основоположникам новой парадигмы приходится пользоваться терминологией старой парадигмы. Отсюда и неизбежная неточность в терминологии.

В Президиуме Академии наук СССР было известно о постановке П. К. Ощепковым проблемы концентрации энергии и даже было внесено специальное постановление от 10 июня 1954 года, подписанное президентом Академии наук СССР академиком А. Н. Несмеяновым и главным ученым секретарем президиума Академии наук СССР академиком А. В. Топчиевым: «Поручить П. К. Ощепкову подготовку материалов по вопросам концентрации энергии для опубликования в печати, а также выполнить необходимые эксперименты в связи с намеченным обсуждением данной проблемы в Академии наук СССР» [148].

П. К. Ощепков был, как его характеризовал проф. Б. Остроумов, «...убежденный противник научного догматизма» [148]. В книге «Жизнь и мечта» П. К. Ощепков уил, как следует обращаться с принципами. Он привел скучные строки из дневника И. П. Бардина: «История науки показывает, что прогресс науки постоянно сковывался тираническим влиянием определенных концепций, когда их начинали рассматривать в виде догм. По этой причине необходимо периодически подвергать глубокому исследованию принципы, которые стали приниматься без обсуждения» [148].

Так следовало бы поступать и с принципами второго начала термодинамики. Но это теория. А на практике принципы устанавливают люди, которые иногда делают ошибки, причем великие в отличие от смертных делают великие ошибки, а смертным эти ошибки приходится исправлять.

П. К. Ощепков показал, что во имя науки настоящий естествоиспытатель не может не спорить с принципами, если эти принципы превратились в догму в худшем смысле этого слова. Теорема Карно и принцип Карно гласят, что тепло может быть лишь частично преобразовано в другие виды энергии, лишь при наличии разности температур между нагревателем и холодильником, что «без какого-либо температурного перепада» преобразование тепла в другие виды энергии принципиально невозможно. П. К. Ощепков приводит соотношение теоремы Карно (1.1),

отмечая: «из этого соотношения вытекает: для того, чтобы преобразовать какое-либо количество тепловой энергии в энергию другого вида (например, в работу), необходимо, во-первых, иметь перепад температур от T_1 до T_2 и, во-вторых, максимальное приближение к так называемому „идеальному“ процессу, при котором всякие видимые потери отсутствуют. Только в этом случае можно получить коэффициент полезного действия, приближающийся к своему максимальному значению. Но и тогда он не может достигнуть единицы, т. е. 100%. Это соотношение считается раз и навсегда установленным, и нарушать его никому не позволено» [148].

П. К. Ощепков не устанавливал принципы, как Карно и Клаузус, а как настоящий естествоиспытатель, обращался к природе: «А как же с природой? Природа ведь не знает выведенных нами соотношений, она действует в согласии не с ними, а со своими собственными закономерностями. Принцип взаимного преобразования в ней приводит к тому, что любое количество данного вида энергии может переходить в энергию другого вида только в том же строго равном соотношении — не больше не меньше» [148]. Это значит, что в соответствии с этим принципом тепло должно «в строго равном соотношении», т. е. полностью, превращаться в работу. Следовательно, возможно преобразование тепла в любой другой вид энергии «без какого-либо температурного перепада», т. е. вопреки принципу и теореме Карно.

П. К. Ощепков был глубоко убежден, что его мечта будет реализована и проблема концентрации энергии окружающей среды будет разрешена: «Сколько времени пройдет до торжества этой мечты, сказать пока трудно. На пути еще очень много преград. Но идея все более и более завоевывает умы. Рано или поздно она настолько распространится, что превратится в материальную силу, и тогда начнется ее настояще, победное шествие...

Уверен, что человеческая мысль, воплощенная в конкретные технические формы, добьется решения и этой грандиозной задачи. Человечество обязательно научится использовать процессы круговорота энергии в природе и поставит их на службу коммунистическому обществу. Открытие способов искусственного сосредоточения, концентрации рассеянной энергии с целью придания ей вновь активных форм будет таким открытием в истории развития материальной культуры человечества, то по практическим последствиям его можно сравнить разве только с открытием первобытным человеком способов искусственного добывания огня.

Вот о каком открытии, о каком девятом вале я мечтаю» [148].

Жизненный путь П. К. Ощепкова, его нелегкую борьбу против абсолютизации второго начала термодинамики и за обоснование концентрации энергии окружающей среды описал М. А. Сидоров в книге [183].

ГЛАВА 17

Возражения приверженцев классической термодинамики против ограниченности второго начала и позиция АН СССР и РАН

Президиум АН СССР своим постановлением от 10 июля 1954 г. поручил П. К. Ощепкову заняться проблемой концентрации энергии. В связи с этим П. К. Ощепков писал: «Советская Академия наук первой в мире дерзнула поставить эту проблему (концентрации энергии — *E. O.*) в число решаемых задач» [148]. Как бы отчитываясь о ходе выполнения этого поручения П. К. Ощепков и его сотрудники В. Рыбалко, Л. Дун и Б. Осанов опубликовали 1 ноября 1959 г. в «Промышленно-экономической газете» статью «О рассеянии и концентрации энергии».

Президиум АН СССР на заседании 20 ноября 1959 года обсудил эту и ряд других статей в разных газетах. Информационное сообщение об этом заседании было опубликовано в газете «Правда» 21 ноября 1959 года под заголовком «Против нездоровых сенсаций». На следующий день, 22 ноября 1959 года, в газете «Правда» была помещена статья академиков Л. А. Арцимовича, П. Л. Капицы и И. Е. Тамма «О легковесной погоне за научными сенсациями». Но ни эта статья в «Правде», ни резко отрицательное отношение АН СССР, которая быстро забыла о постановлении своего Президиума, не могли запретить П. К. Ощепкову пропагандировать идею концентрации энергии.

Будучи уверенным в правомерности постановки проблемы энергетической инверсии, П. К. Ощепков в октябре 1967 года организовал при Центральном правлении Научно-технического общества приборостроения Общественный институт энергетической инверсии — ЭНИН. Следует особо подчеркнуть, что создание П. К. Ощепковым ЭНИН было вынужденной, ответной мерой на отрицательное отношение АН СССР к проблеме концентрации энергии, которая сочла ее «сумасшедшей гипотезой», а обращающихся в АН СССР по проблеме концентрации энергии — гипотезоманами.

Рассматривая историю вопроса стационарного температурного градиента в газе в поле силы тяжести, я обратился к работам К. Э. Циолковского и пришел к твердому убеждению, что К. Э. Циолковский сделал величайшее открытие в области термодинамики, показав, что второе начало термодинамики является не абсолютным законом природы, а частным законом, ограниченным в поле силы тяжести. Но это открытие К. Э. Циолковского было почему-то предано забвению. Мою статью

«К. Э. Циолковский о втором начале термодинамики» удалось опубликовать лишь в 1991 году в журнале «Русская мысль» [140].

Г. У. Лихошерстных ознакомился с этой статьей еще в рукописи и в журнале «Техника — молодежи» (№ 11, 1983 г.) сделал обзор по работам ЭНИН в статье «В поисках энергии». Хотя Г. У. Лихошерстных не понял существа проблемы концентрации энергии и считал: «Главное направление работы ЭНИНа — тепловой насос», тем не менее, он вкратце изложил суть ограниченности второго начала термодинамики в поле силы тяжести и привел цветной рисунок, демонстрирующий принципиальную возможность получения электрической энергии от одного источника тепла (почвы) за счет двух, находящихся в поле силы тяжести, термоизолированных столбов газов с различными теплоемкостями, нижние основания которых находятся в тепловом контакте с окружающей средой (почвой).

На эту статью Г. У. Лихошерстных вскоре откликнулись д. т. н. Э. Э. Шпильрайн и к. т. н. А. М. Семенов, которые опубликовали в журнале «Энергия. Экономика. Техника. Экология» (№ 4 за 1984 г.) статью «Параэнергетика, или как не надо искать энергию».

Э. Э. Шпильрайн и А. М. Семенов причисляли себя к популяризаторам второго начала термодинамики, которые «прилагают титанические усилия, чтобы довести его суть до сознания любознательных людей».

«Но несмотря на это, — пишут Э. Э. Шпильрайн и А. М. Семенов, — не иссякают ряды охотников опровергнуть Второй закон термодинамики и предложить очередной проект вечного двигателя второго рода, то есть непрерывно действующего устройства, которое производит работу только за счет охлаждения окружающей среды».

Э. Э. Шпильрайн и А. М. Семенов уверены, что это невозможно. Их уверенность основана на том, что второе начало термодинамики является абсолютным законом, так как, как отмечал другой популяризатор второго начала термодинамики член-корреспондент АН СССР Л. М. Биберман: «В настоящее время не известен ни один экспериментальный факт, противоречащий этому закону термодинамики. Справедливость второго закона подтверждается всем научным и техническим опытом человечества» [36].

Как было показано выше, никто не собирается опровергнуть второй закон термодинамики. Речь идет лишь об установлении научно-обоснованных границ его применимости, за которыми возможно устройство, производящее работу только за счет охлаждения окружающей среды. Одно из таких устройств рассмотрено Г. У. Лихошерстных. Оно состоит из двух термоизолированных столбов газов с различными теплоемкостями, нижние основания которых находятся в тепловом контакте с окружающей средой (почвой), а верхние основания соединены со спаями термопары.

Э. Э. Шпильрайн и А. М. Семенов, рассматривая это устройство, пишут: «Если вертикально расположенную в поле земного тяготения адиабатически изолированную трубу заполнить газом с молекулярной массой M и мольной изобарной теплоемкостью C_p , то вследствие сжатия

нижних слоев газа весом верхних слоев в столбе газа возникнут поля давления $P(Z)$ и температуры $T(Z)$, где Z — координата, отсчитываемая от нижнего конца трубы. Несложный расчет показывает, что

$$T(Z) = T(O) - \frac{Mgh}{C_p}.$$

Таким образом, температура зависит от высоты в полном соответствии с теорией Лошмидта—Циолковского, а разность температур между нижним и верхним основаниями газового столба при этом равна:

$$T(Z) - T(O) = -\frac{Mgh}{C_p}.$$

Эта разность температур определяется только законом сохранения энергии и стационарным состоянием газа в поле силы тяжести и остается постоянной.

Если разность высот между верхним и нижними основаниями обозначить через Δh , то

$$\frac{\Delta T}{\Delta h} = -\frac{\Pi M g}{C_p}.$$

При $h \rightarrow 0$ получим предел

$$\frac{dT}{dh} = -\frac{Mg}{C_p},$$

который называется адиабатическим стационарным вертикальным температурным градиентом.

Далее Э. Э. Шпильрайн и А. М. Семенов отмечают: «Возведем на поверхности Земли две такие трубы и заполним их газами с разными молекулярными массами M_1 и M_2 . Тогда на высоте h между этими газами возникнет разность температур:

$$T_1(h) - T_2(h) = \left(\frac{M_2}{C_{P2}} - \frac{M_1}{C_{P1}} \right) gh.$$

Эту разность температур можно использовать для получения механической работы (как это рассматривал Дж. К. Максвелл) или электроэнергии, установив между верхними концами столбов газа спай термопары и замкнув свободные концы на нагрузку.

При этом Э. Э. Шпильрайн и А. М. Семенов понимают, что «теплопередача возможна только от более нагретого тела к менее нагретому». Поэтому переход тепла от нижнего основания до верхнего, т. е. до спая термопары у них не вызывает сомнений, так как теплопередача идет в полном соответствии с постулатом Клаузиуса. Что же касается теплопередачи от второго конца термопары к поверхности Земли, то для Э. Э. Шпильрайна и А. М. Семенова «было бы интересно узнать... механизм, заставляющий тепловой поток спускаться вниз по трубе». Не видя

этого механизма, Э. Э. Шпильрайн и А. М. Семенов делают вывод: «...очередной „концентратор энергии“, изображенный на рисунке заработает, как ему и положено, только при условии, что в дело вмешается нечистая сила».

Следует отметить, что Дж. К. Максвелл, рассматривая аналогичный мысленный эксперимент еще в 1866 году, пришел к выводу: «Тогда в тепловом равновесии верхушки двух столбов будут иметь разные температуры, двигатель должен работать под действием тепла от нагревателя и передавать его холодильнику, и остатки тепла будут циркулировать до тех пор, пока это все не превратится в противоречие со вторым началом термодинамики».

Максвелл не искал «механизм, заставляющий тепловой поток спускаться вниз по трубе». Что касается неизвестного Э. Э. Шпильрайну и А. М. Семенову механизма, то его подсказали сами Э. Э. Шпильрайн и А. М. Семенов. Действительно, «несложный расчет», сделанный этими учеными, показывает, что в первом столбе газа в тепловом равновесии устанавливается адиабатический стационарный вертикальный температурный градиент

$$\frac{dT_1}{dh} = -\frac{M_1 g}{C_{P1}},$$

которому соответствует разность температур между основаниями, разделенными высотой h :

$$T_1 - T_2 = -\frac{M_1}{C_{P1}} gh.$$

А во втором столбе соответственно установится

$$\frac{dT_2}{dh} = -\frac{M_2 g}{C_{P2}}$$

и разность температур между основаниями

$$T_1 - T_2 = -\frac{M_2}{C_{P2}} gh.$$

Подвод тепла к нижнему основанию первого столба или отвод тепла от верхнего основания выведет систему из состояния термодинамического равновесия, т. е. увеличит температурный градиент и разность температур между основаниями цилиндра. Система стремится к состоянию термодинамического равновесия, т. е. к установлению стационарного вертикального температурного градиента и соответствующей ему разности температур между основаниями цилиндра. При этом тепловой поток идет от нижнего основания к верхнему в полном соответствии с постулатом Клаузиуса.

Аналогично, если вывести из равновесия 2-й столб газа, подведя тепло к верхней части цилиндра, уменьшив тем самым температурный

градиент и разность температур между основаниями цилиндров, то система стремится к состоянию равновесия, т. е. к установлению первоначального стационарного температурного градиента и соответствующей ему разности температур между основаниями цилиндров. Состояние термодинамического равновесия восстановится, если подведенное к верхнему основанию тепло перейдет через столб газа от верхнего основания цилиндра к нижнему, а через него в окружающую среду. т. е. в данном случае тепловой поток по столбу газа идет от менее нагревого верхнего основания к более нагретому нижнему основанию вопреки постулату Клаузиуса (тем хуже для этого постулата, установленного без учета гравитационного поля).

Признав установленный Э. Э. Шпильрайном и А. М. Семеновым стационарный вертикальный температурный градиент, необходимо признать и вытекающее из него, кажущееся на первый взгляд парадоксальным, следствие, когда тепло от тающего куска льда через столб газа, находящийся в поле силы тяжести, передается кипящему чайнику: «Легко убедиться, что через столб газа, находящийся в стационарном состоянии в поле силы тяжести, тепло только под действием теплопроводности может переходить от более холодного тела к более теплому.

Действительно, пусть изолированный теплоизолированный вертикальный столб газа находится в стационарном состоянии в поле силы тяжести. Пусть разница температур между верхним и нижним основаниями этого вертикального столба, обусловленная вертикальным температурным градиентом, составляет 110° С, причем температура нижнего и верхнего оснований составляет соответственно $+110^{\circ}$ С и -10° С. Приведем в тепловой контакт с верхним основанием вертикального газового столба термостат с температурой 0° С. Тогда под действием теплопроводности установится температурное равновесие между этим термостатом и верхним основанием столба газа. Но при этом стационарный вертикальный температурный градиент в газе и разность температур между верхним и нижним основаниями должны установиться прежними. А это значит, что температура нижнего основания столба газа поднимется от 100° С до 110° С. Таким образом, тепло „само собой“, т. е. „без компенсации“, только под действием теплопроводности в поле силы тяжести (вопреки формулировке Р. Клаузиуса) переходит от более холодного термостата к более теплому нижнему основанию газового столба, температура которого первоначально была равна $+100^{\circ}$ С и стала равна $+110^{\circ}$ С» [140].

Но второе начало термодинамики является ограниченным не только в поле силы тяжести, но и при антистоксовой люминесценции.

О переизлучении падающего на кристалл света Г. У. Лихошерстных в упомянутой выше статье писал: «Давно известны свойства некоторых веществ (люминофоров) переизлучать падающий на них свет, но с иной, увеличенной длиной волны (так называемая стоксовая люминесценция). Позднее были обнаружены случаи уменьшения длины волны переизлученного света; т. е. увеличения энергии квантов (это так называемая анти-

стоксовая люминесценция). Теоретический анализ показал, что прибавка к энергии квантов происходит здесь за счет трансформации собственной тепловой энергии люминофора в энергию люминесцентного излучения. Из-за отбора тепловой энергии люминофор охлаждается, а понижение его температуры компенсируется притоком теплоты от окружающей среды. Следовательно, энергетическая прибавка в люминесцентном излучении происходит, в конечном счете, за счет концентрации тепловой энергии окружающей среды, и эта прибавка может быть очень значительной. Теоретически, она может достигать 1,6, то есть люминофор может выдавать энергии на 60% больше, чем получает ее в виде излучения. В настоящее время ведутся интенсивные работы по практическому применению этого эффекта (охлаждение объектов, люминесцентное фотоумножение и пр.). Подробнее об этом вы можете узнать, прочитав книгу Ю. П. Чуковой «Антистоксова люминесценция и новые возможности ее применения» (М.: «Советское радио», 1980).

Такое простое и ясное объяснение преобразования энергии явно не устраивает Э. Э. Шпильрайна и А. М. Семенова, и они для объяснения антистоксовой люминесценции вводят несуществующую накачку и представляют процесс преобразования энергии в виде своеобразного теплового насоса: «Фактически, в данном случае, мы имеем дело со своеобразным тепловым насосом, коэффициент трансформации тепла в котором, как и должно быть, всегда больше единицы».

22 июня 1987 года в газете «Правда» появилась статья академиков Е. П. Велихова, А. М. Прохорова и Р. З. Сагдеева «Чудо не состоялось (Еще раз о легкомысленной погоне за научными сенсациями)».

О целях и задачах ЭНИН академики Е. П. Велихов, А. М. Прохоров и Р. З. Сагдеев писали: «В 1967 году при Центральном правлении научно-технического общества приборостроительной промышленности по инициативе П. Ощепкова создан так называемый „Общественный институт энергетической инверсии“. Эта организация объединила заметное число представителей самых разных профессий, увлеченных заманчивой, но увы, несбыточной мечтой — воплотить его идеи в реальные энергетические установки и тем самым совершив коренной переворот в энергетике». При этом академики подчеркивали: «Пропагандируются антинаучные идеи, члены института тратят время и силы на бесперспективную деятельность, престижу советской науки наносится ущерб».

О невозможности использования тепла окружающей среды академики писали: «Пожалуй, наибольшее число „проектов“ вечных двигателей посвящено преобразованию тепла окружающей среды в электрическую энергию без использования какой-либо разности температур и без потребления других видов энергии от сторонних источников. Вот что, например, пишет П. К. Ощепков в названной выше книге: „А разве плохо было бы создать, образно говоря, колебательный контур, в котором поочередное взаимопревращение происходило бы не между электрической и магнитными формами энергии, а между электрической и тепловой ее

формами? Мыслимо ли такое? Я думаю, более того, я твердо убежден, что это мыслимо".

Таким образом, утверждается реальность цикла, в котором электрическая энергия используется для совершения работы, после чего рассеянное в окружающее пространство эквивалентное количество тепла вновь преобразуется в электроэнергию. Последний процесс, по терминологии П. Ощепкова, называется „концентрацией энергии, или энергоинверсией". А в целом, чем не вечный двигатель? Самый настоящий!»

Академики Е. П. Велихов, А. М. Прохоров и Р. З. Сагдеев были солидарны с членом-корреспондентом Л. М. Биберманом относительно истинности и общности второго начала термодинамики, а также подтверждали отсутствие фактов, противоречащих второму началу термодинамики. Они писали: «Процессы преобразования энергии подчиняются второму закону термодинамики. Этот закон был сформулирован в XIX веке. Вся человеческая практика вплоть до наших дней подтверждает его истинность и общность. В настоящее время наука не располагает ни одним фактом, противоречащим второму закону. Это относится как к опытным данным, накопленным в земных условиях, так и к астрофизическим наблюдениям. Второй закон термодинамики накладывает определенные ограничения на процессы преобразования энергии. Воображаемые устройства, якобы способные преобразовывать энергию вопреки второму началу термодинамики, принято называть вечным двигателем второго рода».

Следует напомнить, что еще в 1979 году М. Ф. Лазарев экспериментально обнаружил факт непрерывной макроскопической циркуляции жидкости и пара. Эта циркуляция происходит благодаря созданию различных условий испарения и конденсации пара в различных частях сосуда. Экспериментально это же подтвердили член-корреспондент Белорусской АН ССР А. И. Вейник и профессор Е. Г. Сменковский.

ГЛАВА 18

Ошибки, парадоксы, заблуждения и догмы термодинамики

В результате многолетнего преподавания термодинамики проф. И. П. Базаров пришел к выводу: «По-видимому, нет другой области, в которой при ее создании и применении делалось бы такое большое число неверных утверждений и выводов, как в термодинамике. Такие ошибки допускали как основатели термодинамики, так и другие учёные, что говорит о трудности изучаемого предмета. Анализ этих ошибок и заблуждений поучителен» [31].

И. П. Базаров рассматривает лишь парадоксы, уже разрешенные наукой, и не видит не решенных парадоксов термодинамики. Разве не парадоксален тот факт, что «королева науки», термодинамика, не дает четкого определения основного понятия — теплоты.

В 1905 г. приват-доцент Московского университета С. Г. Крапивин писал: «Что такое теплота мы, по-видимому, знаем очень хорошо и, как кажется, никогда не ошибемся, определяя, какое тело теплое, а какое холодное» [91]. Но одно дело ощущать, что такое теплое и холодное, другое дело определить, что такое теплота, о чём А. Эйкен в 1935 г. писал: «...при более подробном рассмотрении оказывается, что мы, в основном, вовсе не знаем или, по крайней мере, не можем непосредственно точно определить, что именно следует понимать под „теплотой“. Ведь подобно понятию „температура“ понятие „теплота“ чуждо основным представлениям механики, которые обычно являются отправным пунктом» [229].

Кроме того, в понятие теплота была внесена такая путаница, что даже терминологическая техническая комиссия Академии Наук СССР, работающая под руководством акад. С. Чаплыгина и Д. Лотте в 1937 году уклонилась от определения термина «теплота»: «В прилагаемый список терминов не включены термины — теплота и работа. По решению Комиссии определению этих терминов должна быть посвящена специальная работа, рассматривающая их в связи с другими фундаментальными научно-техническими терминами (энергия, масса, сила и т. д.)». Не было дано определения понятия «теплота» и позднее в выпуске под названием «Терминология технической термодинамики».

Различными авторами предпринимались многочисленные попытки определить, что такое теплота: Я. М. Гельфер, «Что такое теплота» («Элементарное введение в теорию теплоты и теплопередачи») [61]; В. А. Грехнев, «Что такое теплота» [62]; В. В. Михайлов: «Понятие о теплоте в термо-

динамике» [127] (рассмотрев 111 работ по термодинамике, В. В. Михайлов дает «правильное» понятие этого основного понятия термодинамики).

О путанице в трактовках понятия теплоты В. В. Михайлов писал: «При изложении термодинамики, а также при изучении термодинамики, приходится встречаться с особыми трудностями, вызванными тем, что некоторые основные понятия, которыми необходимо пользоваться, определены еще недостаточно точно, некоторые понятия различными авторами определяются совершенно по-разному. В первую очередь это относится к понятию о теплоте. За последние 30–40 лет в термодинамической литературе чаще всего встречаются следующие трактовки понятия теплоты:

- теплота есть форма перехода энергии; количество теплоты есть количество энергии, перешедшей в форме тепла;
- теплота есть энергия в процессе перехода;
- теплота есть особый вид энергии (тепловая энергия);
- теплота есть Энергия движения частиц вещества;
- теплота есть вид работы.

Некоторые из этих определений взаимно исключают друг друга» [127].

Однозначное, исчерпывающее определение, по мнению А. Бачинского, дал К. А. Путилов — он определил теплоту как форму передачи энергии. Следует отметить, что К. А. Путилов «уточнил» определение не только основного понятия термодинамики, но и других термодинамических понятий, вошедших во всеобщее употребление и представляющих в совокупности систему представлений.

Сравнивая систему представлений К. А. Путилова с системой Карапеодори, А. Бачинский писал: «...на смену системе Карапеодори явились другая система, столь же строгая, как первая, но в то же время оперирующая при помощи чисто физических представлений и стремящаяся определить термодинамические понятия наиболее конкретным образом. Эта система, разработанная К. Путиловым, представляет выдающееся достижение в данной области. Путилов подверг тщательному анализу все основные термодинамические понятия и принципы в их взаимной связи; он указал и исправил целый ряд укоренившихся дефектов в традиционном понимании и изложении; и, что самое главное, он сумел найти для наиболее сложных и, как все привыкли считать, наиболее отвлеченных понятий термодинамики (как энтропия и абсолютная температура) столь простые способы их обоснования, что не приходится сомневаться в том, что этим способам суждено войти во всеобщее употребление» [32].

Следуя совету А. Бачинского, внимательно проследим «результаты, полученные Путиловым в его ценных исследованиях».

К. А. Путилов, разграничивая теплоту и работу и давая им определения, пишет: «Любой вид энергии является однозначной функцией состояния тела. Энергия не зависит от пути перехода тела из одного состояния в другое. Говорить о каких-либо видах энергии, для которых

существует зависимость от пути перехода („тепловая энергия“), — это бессмыслица и с физической, и с математической точки зрения.

Надо прежде всего провести грань раздела между понятием „энергия“, с одной стороны, и более родственными друг другу понятиями „теплота“ и „работа“, — с другой. Известно, что работа и теплота в высшей мере зависят от пути процесса. Зависимость от пути процесса не является второстепенным свойством работы и тепла; напротив, это их основное, неотъемлемое свойство. Благодаря ему, мысль о работе и тепле должна быть ассоциирована с представлением о процессе.

Работа и теплота представляют собой с точки зрения термодинамики единственно возможные формы передачи энергии от одного тела к другому» [172].

Отмечая различия этих «единственно возможных форм передачи энергии», К. А. Путилов дает следующие определения: «Качественно и принципиально важное различие понятий тепла и работы заключается в том, что работа представляет собой макрофизическую форму передачи энергии, тогда как теплота есть совокупность микрофизических процессов» [172].

Ребиндер делает следующее примечание к § 23 книги Льюиса и Рендалла «Химическая термодинамика»: «Строго говоря, теплоту не следует рассматривать как форму энергии, а скорее как форму передачи энергии в связи с тем, что теплота и работа не являются, в противоположность энергии, функциями состояния тела или системы, а зависят от пути перехода, связывающего начальное состояние с конечным, относясь, таким образом, не к состоянию, а к процессу» [118].

К. А. Путилов подчеркивает, что «единственно возможные формы передачи энергии» неравноценны: «Теплота и работа являются неравноценными формами передачи энергии. Они неравноценны прежде всего потому, что работа может быть непосредственно направлена на пополнение запаса любого вида энергии (например, потенциальной энергии тяжести, электрической, магнитной энергии и т. д.), теплота же непосредственно, т. е. без промежуточного преобразования в работу может быть направлена на пополнение запаса только внутренней энергии тел» [172].

К. А. Путилов не только отмечает неравноценность тепла и работы, но и подчеркивает их принципиальную разницу: «Неравноценность теплоты и работы в указанном смысле является следствием самого определения этих понятий. Понятно, что эта неравноценность тепла и работы была бы несущественна, если бы можно было без каких бы то ни было осложнений превращать теплоту в работу. Но по второму началу термодинамики некомпенсированный переход тепла в работу невозможен» [172].

Парадокс заключается в том, что данное Путиловым «правильное» определение теплоты находится в противоречии с определением Карно, данным им в дневнике, опубликованном после его смерти: «Тепло — не что иное, как движущая сила, или вернее, движение, изменившее свой вид; это движение частиц тел».

«Королева наук», термодинамика, не может определить не только, что такое теплота, но и стационарное состояние газа в поле силы тяжести. Существующая в настоящее время теория стационарного состояния газа в поле силы тяжести не может дать точный однозначный ответ на фундаментальный вопрос общей физики: существует ли отличный от нуля вертикальный температурный градиент в газе в стационарном состоянии в поле силы тяжести, или же он для всех газов равен нулю. Это противоречие отмечается как в учебной, так и в научной литературе, поэтому для его устранения я предлагал провести решающий эксперимент по прямому определению разности температур в газе в стационарном состоянии в поле силы тяжести [139].

Термодинамика считает, что любые реальные процессы в любой замкнутой термодинамической системе неизбежно сопровождаются трением и выделением тепла без совершения работы, что приводит к преобразованию всех форм движения материи в тепловую энергию. Это сведение всех форм движения материи в замкнутой термодинамической системе к одной ее форме, к тепловому движению молекул, приводит к качественной уничтожимости движения и находится в явном противоречии с принципом диалектического материализма о неуничтожимости и несotворимости движения.

Это особенно ярко проявляется при распространении второго начала термодинамики на Вселенную. Никто не сомневается, что Вселенная в целом — замкнутая термодинамическая система, так как она не обменивается энергией с другими системами. Следовательно, и для нее справедливы выводы термодинамики, полученные для замкнутой термодинамической системы. Отсюда при безупречной логике следует «тепловая смерть Вселенной».

С этим выводом не может согласиться любой здравомыслящий человек. Поэтому и возникают всевозможные увиливания от этого парадокса. Так, в «Физическом энциклопедическом словаре» утверждается: «Буквальное применение второго начала термодинамики к Вселенной как целому привело Клаузиуса к неправомерному выводу о неизбежности „тепловой смерти“ Вселенной».

Большая Советская Энциклопедия (третье издание) уточняет: «Буквальное применение второго начала термодинамики к Вселенной как целому, приведшее Клаузиуса к выводу о неизбежности „тепловой смерти“ Вселенной, является неправомерным, так как любая сколь угодно большая часть Вселенной не является сама по себе замкнутой и ее приближение к состоянию теплового равновесия, даже не говоря о флуктуациях, не является абсолютным». Непонятно, причем тут «любая сколь угодно большая часть Вселенной», если, как только что упоминалось выше, речь идет о применении «второго начала термодинамики к Вселенной как целому».

В «Физической энциклопедии» поясняется, почему вывод о «тепловой смерти Вселенной» «является неправомерным»: «Вывод о „тепловой

смерти Вселенной», который иногда делают на основе применения к ней второго начала термодинамики как к замкнутой термодинамической системе, не является правомерным. Ошибочны также попытки опровергнуть этот вывод, учитывая возможность флюктуаций, как было сделано Л. Больцманом. Дело в том, что в эволюции Вселенной существенную роль играет тяготение, которое не принималось во внимание» [209, т. 1, с. 360].

Парадоксально, что один из основоположников второго начала термодинамики, В. Томсон (lord Кельвин), еще в 1871 году из второго начала термодинамики вывел уравнение для давления паров над поверхностью раздела фаз, и лишь более 100 лет спустя было обнаружено, что с помощью этого уравнения можно объяснить экспериментальный факт наличия разности давлений в различных частях сосуда, приводящих к непрерывной макроскопической циркуляции пара и жидкости, запрещенной вторым началом термодинамики.

Парадоксом термодинамики является также тот факт, что для любой тепловой машины пределом КПД может быть КПД цикла Карно. Тем не менее, как отмечает Е. Муслин: «Советскими изобретателями предложен способ, который впервые в истории теплотехники позволяет тепловым машинам превысить эффективность цикла Карно. Открывается реальная перспектива резко увеличить мощность и КПД двигателей, не увеличивая рабочих температур» [129].

Академическая наука вынуждена была признать, что у теплосиловых установок «...для некоторых частных случаев КПД схемы (в обычном понимании этого термина) может теоретически достигать 100%», а также, что «КПД тепловых установок, работающих на жидком топливе... может оказаться близким к единице» [226]. Это достигается тем, что жидкое топливо с исходной теплотворной способностью Q_P превращается в парообразное топливо, имеющее теплотворную способность $Q_P + r$, где r — теплота парообразования жидкого топлива. Пар этого топлива является рабочим телом. При этом «все тепло в конденсаторе отдается на испарение исходного жидкого топлива», т. е. регенерируется. Такую регенерацию «правильнее назвать „химической“» [226].

Таким образом, с помощью «химической» регенерации «...с учетом идеализирующих допущений, не противоречащих термодинамике, КПД схемы... оказывается равным 100%» [226].

ГЛАВА 19

Основы монотермии — науки о полном преобразовании тепла в другие виды энергии.

Логическая замкнутость монотермии

Диалектически мыслящие исследователи наших дней хорошо понимают, что господствующие теории для того и существуют, чтобы их опровергали и пересматривали. Все без исключения отмеченные выше парадоксы термодинамики нельзя разрешить в рамках господствующей ныне парадигмы. Но их можно разрешить в рамках новой парадигмы, основой которой является полное преобразование тепла в любой другой вид энергии.

Новой наукой об энергии, о преобразовании тепла в другие виды энергии, более полно и точно отражающей объективную реальность, чем термодинамика, должна стать монотермия, которой предстоит установить новую парадигму.

Перейти от термодинамики к монотермии можно, если в рамках термодинамики сделать алогичный шаг, совершив «логическое преступление» — признать, что второе начало термодинамики является не абсолютным законом, а частным законом, справедливым при вполне определенных условиях.

Первый шаг в этом направлении уже был сделан в начале XX века, когда было признано, что второе начало термодинамики является ограниченным и неприменимым в микромире. Монотермии предстоит сделать следующий шаг и показать, что и в макромире при определенных условиях второе начало термодинамики не выполняется, определив тем самым научно-обоснованные границы применимости второго начала термодинамики.

В этом нет ничего необычного. Достаточно напомнить, что эмпирические газовые законы, закон Генри о растворимости газов первоначально считались авторами абсолютными. Но дальнейшие исследования показали, что все без исключения эмпирические законы являются ограниченными и справедливы лишь при вполне определенных условиях.

Если для эмпирических законов можно установить научно-обоснованные границы применимости, то почему бы не сделать это для постулата, каким является второе начало термодинамики?

Ключ к одному из путей перехода от термодинамики к монотермии подсказан в «Физическом энциклопедическом словаре», в котором

указано, почему вывод о тепловой смерти Вселенной «является неправомерным»: «Дело в том, что в эволюции Вселенной существенную роль играет тяготение, которое не принималось во внимание». То есть фактически признается, что второе начало термодинамики нельзя распространять на макроскопические системы, в которых действует поле силы тяжести.

Действительно, если второе начало термодинамики является абсолютным, то какую бы роль оно не играло в эволюции Вселенной, вывод о выравнивании температур замкнутой системы (какой является Вселенная), т. е. вывод Клаузиуса о тепловой смерти Вселенной, был бы верным. Но астрономы не видят соответствующего абсолютному характеру второго начала термодинамики выравнивания и равенства температур хотя бы небольшой части Вселенной.

По мнению Я. Б. Зельдовича и И. Д. Новикова, противоречие между наблюдаемым и равновесным состоянием Вселенной, определяемым вторым началом термодинамики, возникло и существует потому, что «в рассмотрении не учитывалась гравитация. С учетом гравитации однородное распределение вовсе не соответствует максимуму энтропии» [72].

Гравитацию следует учитывать не только в бесконечных масштабах Вселенной, но всюду, где нельзя пренебречь ее действием. Учет гравитации неизбежно приводит к установлению адиабатического стационарного температурного градиента в тропосфере Земли и планет и подтверждает теорию Лошмидта—Циолковского.

Об ограниченности второго начала термодинамики в поле силы тяжести я писал еще в 1991 году: «...следует признать, что второе начало термодинамики, которое якобы „ управляет всеми явлениями“ и которому якобы „должны подчиняться все силы природы“, нельзя применять без учета гравитации. Значит, следует признать, что второе начало термодинамики — не всеобщий физический принцип, составляющий фундамент физики, а ограниченный частный закон или правило, которое справедливо подтверждалось и будет подтверждаться в повседневных опытах, в лабораторной практике и в технике в процессах и явлениях, в которых можно пренебречь действием гравитации. А в процессах и явлениях, в которых следует учитывать всепроникающую гравитацию, второе начало термодинамики нельзя применять (как нельзя применять любой частный закон за границами его применимости), так как в этом случае неизбежно проявление градиентов плотности и температуры» [140].

А. И. Вейник считает, что «природа и ОТ (общая теория — Е. О.) не знает» ни что такое энтропия, ни что такое второе начало термодинамики, поэтому «...в ОТ отсутствуют и все запреты второго закона» [48]. Монотермия как новая теория, более полно и точно отражающая окружающий нас мир, чем классическая термодинамика, не выбрасывает второе начало термодинамики (как это делает А. И. Вейник, который не включает второе начало термодинамики в разработанную им общую теорию), а лишь конкретизирует и уточняет область его применимости.

Для торжества новой теории, соответствующей новой парадигме, необходимо, чтобы она удовлетворяла принципу соответствия. Как отмечал академик А. Б. Мигдал: «В науке существует „принцип соответствия“, согласно которому новая теория должна переходить в старую в тех условиях, для которых эта старая была установлена» [126].

Монотермия доказывает несправедливость термодинамики, но не опровергает и не ниспровергает твердо установленных термодинамикой положений, указывая лишь на ограниченную область их применимости. Монотермия, соблюдая преемственность, лишь показывает, что существует некоторая область эмпирического знания, на которую нельзя распространять второе начало термодинамики. Второе начало термодинамики нельзя распространять ни на Вселенную, ни на макроскопические системы, в которых следует учитывать действие потенциальных полей, в частности, действие поля тяжести.

Монотермия утверждает, что в газе в стационарном состоянии в поле силы тяжести самопроизвольно устанавливается не постоянная температура, а стационарный вертикальный температурный градиент, который с учетом теплопроводности для двухатомных газов равен:

$$\left(\frac{dT}{dH} \right)_{\text{ст}} = - \frac{g}{1,4C_P}.$$

А в тех условиях, для которых была установлена классическая термодинамика, т. е. в отсутствие потенциальных полей, в частности, в отсутствие поля тяжести (ускорение свободного падения $g = 0$) или поля центробежных сил (угловая скорость движения газа $\omega = 0$) адиабатический стационарный температурный градиент

$$\left(\frac{dT}{dH} \right)_{\text{ст}} = 0,$$

и температура в столбе газа постоянна. Также постоянна температура во всем объеме газа, если он не вращается ($\omega = 0$). В этом случае справедливы выводы термодинамики о выравнивании температур в замкнутой термодинамической системе. Таким образом монотермия включает термодинамику как предельный частный случай.

Для того, чтобы разрешить парадокс термодинамики, обусловленный самопроизвольным возникновением и поддержанием разности температур и давлений в различных частях сосуда, которые вызывают макроскопическую циркуляцию пара и жидкости, запрещенную вторым началом термодинамики, монотермии необходимо признать, что второе начало термодинамики ограничено не только действием потенциальных полей, но и действием молекулярных сил, которые также не учитываются термодинамикой.

Действие кольца Лазарева, источника электроэнергии Вейника и молекулярного реактора Сменковского обусловлено только молекулярными силами, создающими различные радиусы кривизны границ

разделов фаз при фазовом переходе жидкость—пар. При отсутствии молекулярных сил (при равных радиусах кривизны в различных частях сосуда) ни одно из названных выше устройств не сможет действовать. Следовательно, в данном случае, монотермия включает термодинамику как частный случай при отсутствии молекулярных сил.

Как было показано выше, для получения наибольшего коэффициента преобразования тепла, образующегося при сгорании жидкого топлива, в работу не безразлично, как сжигать это топливо. Если жидкое топливо сжигать для поддержания температуры нагревателя в идеальной тепловой машине, рассмотренной Карно, то максимальный коэффициент преобразования тепла будет меньше КПД цикла Карно, т. е. значительно меньше единицы. Если же использовать жидкое топливо в качестве рабочего тела, то коэффициент преобразования тепла будет значительно превышать КПД цикла Карно для данных температур нагревателя и холодильника и приблизится к единице. Следовательно, коэффициент преобразования тепла в работу зависит от модели преобразования тепла в работу.

При этом модель может быть такой, что преобразование тепла в работу происходит без холодильника, т. е. в этом случае тепло полностью преобразуется в работу, вопреки выводам Карно и второму началу термодинамики.

Как показал Г. В. Скорняков, для того чтобы получить полное преобразование тепла в работу достаточно изменить модель преобразования и использовать промежуточный тепловой резервуар. Полное преобразование тепла в электрическую энергию происходит и в источнике электроэнергии Вейника, и во флюктуационном генераторе ЭДС.

Таким образом, в монотермии существуют два способа преобразования тепла в другие виды энергии — неполное и полное — и соответствующие им модели преобразования тепла:

- нагреватель — неизменное рабочее тело — холодильник — частичная передача тепла холодильнику и неполное преобразование тепла;
- нагреватель — рабочее тело — полное преобразование тепла в любой другой вид энергии.

Термодинамика рассматривает лишь первый способ преобразования тепла в любой другой вид энергии, считая его единственным возможным. Но существует и другой способ преобразования тепла без холодильника, причем безразлично, как достигается отсутствие холодильника: или с помощью промежуточного теплового резервуара, или в результате создания различных условий для фазовых переходов жидкость—пар, или за счет непосредственного преобразования флюктуаций макроскопического параметра, как это происходит во флюктуационном генераторе ЭДС. Во всех случаях монотермия включает термодинамику как частный случай при наличии холодильника в схеме преобразования тепла, т. е. монотермия переходит в термодинамику в тех условиях, для которых термодинамика была установлена.

Признание возможности полного преобразования тепла в работу разрешает парадокс термодинамики с определением теплоты. Теперь можно забыть данное К. А. Путиловым «правильное» определение теплоты и использовать хорошо забытое старое определение, данное основоположниками молекулярно-кинетической теории: теплота — это энергия.

Таким образом, новая теория преобразования тепла в любой другой вид энергии — монотермия, устанавливающая новую парадигму и приходящая на смену старой теории преобразования тепла в работу, представляющую термодинамикой с ее запретами, — разрешает все отмеченные выше парадоксы термодинамики, подтверждая тем самым ее логическую замкнутость.

Но монотермия предназначена не только выявить и разрешить парадоксы термодинамики и преодолеть введенные термодинамикой запреты. Она позволяет сделать принципиально важные прогнозы, поддающиеся непосредственной экспериментальной проверке, которые не вытекают из традиционных представлений термодинамики.

Вместо заключения

А. И. Вейник констатировал: «Мир устроен совсем не так, как мы видим его сквозь призму предвзятых догм» [48].

Я хотел лишь показать, что мир устроен совсем не так, как мы видим его сквозь призму догм термодинамики, что П. К. Ощепковым была правильно поставлена проблема концентрации энергии окружающей среды. Решение этой проблемы не запрещено природой и откроет качественно новую эру бестопливной энергетики.

Несколько это удалось автору — судить читателям.

Литература¹⁾

1. Clapeyron B. Memoire sur la puissance motrice de la chaleur // Journal de l'École Polytechnique. 1834. T. 14. (Нем. перевод: Clapeyron B. Abhandlung über die Bewegende Klassiker. 1926. Nr. 216. Leipzig.)
2. Clausius R. // Annalen der Physic. 1865. B. 125. S. 400.
3. Demers P. // Canadian Journal of Research. 1944. Vol. 22. Sec. A. № 2.
4. Demers P. Canadian Journal of Research. 1945. Vol. 23. P. 47.
5. Eddington A. S. The Nature of the Physical World. Cambrige, 1931. P. 83.
6. *Eddington A. S. The Nature of the Physical World. N. J. Macmillan. 1948. P. 71.
7. *Emden R. Why do we have Winter Heating? // Nature. 1938. Vol. 141. № 3577. P. 908–909.
8. Gouy L. G. Prof. d. Physic an d. Universität Lyon. // Ann. chim. phys. 1888. Vol. 13. P. 12; Journ. de Phys. 1888. Vol. 7. P. 561; Compt. rend. 109, 102, 1889.
9. Jeans J. The Universe around us. Cambrige, 1930. 329 p.
10. Maxwell J. C. On the dynamical Theory of Gases // Philos. Magazin. 1868. Vol. XXXV.
11. Maxwell J. C. Theory of Heat. Longmans, Green and Co. London, 1871. Chap. XXII. P. 308–309. (Русский перевод: Максуэлль К. Теория теплоты в элементарной обработке / Пер. с 7-го издания. Киев: Тип. И. Н. Кушнёвича и Ко., 1888. Гл. XXII. С. 288–289.)
12. Poincare H. Thermodynamique. Paris, 1892.
13. Slater J. C. Introduction to Chemical Physics. International series in Physics. McGraw-Hill Book Company. New Jork and London, 1939. P. 45–46.
14. Svedberg T. // Zeitschr. f. phys. Chem. 1907. Vol. 59. P. 451; 1909. Vol. 67. P. 105.
15. Szilard L. // Zeitschrift für Physik. 1929. B. 53. Heft 11–12. S. 840–856.
16. Thomson W. // Phil. Mag. 1871. Vol. XLII, P. 448–452.
17. Thomson W. // Transactions of the Royal Society. 1849. Vol. XVI. P. 541–574.
18. *Wien. Ber. Abt. 2. 1876. Bd. 72. S. 427–457.
19. *Wien. Ber. Abt. 2. 1876. Bd. 74. S. 503–552.
20. *Wien. Ber. Abt. 2. 1879. Bd. 78. S. 7–46. (Имеется перевод в кн.: Людвиг Больцман. Избранные труды. М.: Наука, 1984.)
21. *Wien. Ber. Abt. 2. I. 1876. Bd. 73, S. 128–142.
22. Wien. Ber. Abt. I. II. 1877. Bd. 75. S. 287–298.
23. *Wien. Ber. Abt. II. 1876. Bd. 73. S. 366–372.
24. *Wien. Ber. Abt. IV. 1878. Bd. 76. S. 209–225.
25. *Zeuner G. Grundlage der mechanischen Wärmetheorie. Leipzig, 1866.
26. Аверкиев М. С. Метеорология. М.: Изд-во МГУ, 1951.
27. Акопян А. А. Общая термодинамика. М.—Л.: Госиздат, 1955.

¹⁾ Знаком * отмечена литература, на которую нет ссылок в тексте. Она дается как дополнительная.

28. Атмосфера стандартная. Параметры. ГОСТ 4401–81. Государственный комитет по стандартизации. М., 1981.
29. Аузербах Ф. Царица мира и ее тень. Пг.: Научное издательство, 1919.
30. Баженов Л. Б. Основные вопросы теории гипотезы. М.: Высшая школа, 1961.
31. Базаров И. П. Термодинамика. М.: Высшая школа, 1991.
32. Бачинский А. И. К сообщению К. Путилова по термодинамике // Известия АН СССР. Серия химическая. 1934. № 4. С. 699–700.
33. Белинский В. А. Динамическая метеорология. М.—Л.: ОГИЗ, 1948.
34. Беннет И. Г. Демоны, двигатели и второе начало термодинамики // В мире науки. 1988. № 1. С. 52–60.
35. Бернштейн Р., Брюкман В. Введение в метеорологию. М.: ОНТИ ИКПТ СССР, 1935.
36. Биберман Л. Б. Второй закон термодинамики и энергетика // Энергия. Экономика. Техника. Экология. 1984. № 1. С. 33–43.
37. *Болотовский Б. М. // Наука и жизнь. 1992. № 5. С. 87.
38. *Больцман Л. Очерки методологии физики. М., 1929. С. 33.
39. Борн М. Физика в жизни моего поколения. М., 1963. С. 267.
40. Борн М. Физическая реальность // УФН. 1957. Т. 62. Вып. 2. С. 129–139.
41. Брандт А. А. Очерк истории применения паровых двигателей в России со времен их использования до 1875 года. Белград, 1931.
42. Бриллюэн Л. Наука и теория информации. М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1960.
43. Бриллюэн Л. Термодинамика. Статистика и информация // УФН. 1962. Т. 77. Вып. 3. С. 337–352. (American Journal of Physics. 1961. Vol. 29.)
44. *Бронштейн В. А. Беседы о космосе и гипотезах. М.: Наука, 1968.
45. Брюн Б. Деградация энергии и гибель мира. СПб.: Мысль, 1915.
46. *Ван-дер-Ваальс И. Д., Константам Ф. Курс термостатики. Термодинамическое равновесие материальных систем. М.: ОНТИ, 1936.
47. Вейник А. И. Книга скорби. Рукопись. 1981.
48. Вейник А. И. Термодинамика реальных процессов. Минск: Навука и тэхніка, 1991.
49. Вейник А. И., Вейник В. В. Источник электроэнергии. Авт. свид. № 822713 от 09.07.79. Н01 L 35/02.
50. Винер Н. Кибернетика и общество. М.: ИЛ, 1958.
51. Володько Ю. И. Ламинарное истечение сжатого воздуха в атмосферу и бестопливный монотермический двигатель // ЖРФМ. № 1–12. М.: Общественная польза, 1998.
52. Володько Ю. И. Электроэнергия за счет тепла, рассеянного в атмосфере // Экономическая газета. № 38 (311), сентябрь 2000.
53. *Волькенштейн М. В. Трактат о лженауке // Химия и жизнь. 1975. № 10. С. 73–79.
54. *Волькенштейн М. В. Энтропия и информация. М.: Наука, 1986.
55. *Вольфианская экспериментальная физика. Перевод Михailo Ломоносова. СПб.: Имперская академия наук, 1760.
56. Второе начало термодинамики. Сб. статей. М.—Л.: Гостехиздат, 1934.
57. Вукалович М. П., Новиков И. И. Термодинамика. М.: Машиностроение, 1972.

58. *Вунд В. Введение в философию // Прил. к журн. Вестник и библиотека самообразования. СПб., 1903.
59. Гартман Э. Мировоззрение современной физики. Астрахань, 1906.
60. Гельфер Я. М. История и методология термодинамики и статистической физики. М.: Высшая школа, 1981.
61. Гельфер Я. М. Что такое теплота. (Элементарное введение в теорию теплоты и теплопередачи.) М.: Энергия, 1968.
62. Грехнев В. А. Что такое теплота // Ученые записки Московского областного педагогического института им. Н. К. Крупской. Том ХСII. Труды кафедры общей физики. Вып. 4. М., 1960. С. 255–263.
63. Гриневецкий В. И. Паровые машины. М.: Гостехиздат, 1926.
64. *Грубер Дж. Экономическое влияние технологий, основанных на использовании космической энергии (КЭТ) на личность и общество. Холодная трансмутация ядер. Материалы 6-й Российской конференции по холодной трансмутации ядер химических элементов. Сочи, 28.09–03.10.1998 г.
65. Давыдов Б. И. Броуновское движение как предел точности физических измерений // Эйнштейн А., Смолуховский М. Броуновское движение. М.: ОНТИ, 1936. С. 575–587.
66. *Дидро Д. Избранные философские произведения. М.: ОГИЗ, 1941. С. 116–117.
67. Дунаевский С. Н. Способ преобразования в механическую работу всего тепла, получаемого рабочим телом от нагревателя, в частности тепла, получаемого от вещества окружающей среды и устройство для его осуществления. Патент RU 2101521 C1.6F02B 75/02 от 02.04.98. Дунаевский С. Н. Возможность полного преобразования тепловой энергии в механическую // Актуальные проблемы науки. 2004. № 2. С. 211–219.
68. Жирицкий Г. С. Паровые машины. М.—Л.: Государственное энергетическое издательство, 1951.
69. *Законодательство СССР по изобретательству. М., 1981.
70. Зверев А. С., Кирюхин Б. В., Кондратьев К. И., Селезнева Е. С., Тверской П. Т., Юдин М. И. Курс метеорологии (физика атмосферы). Л.: Гидрометеоиздат, 1976.
71. Зворыкин А. А., Осьмова Н. И., Чернышев В. И., Шухардин С. В. История техники. М.: Издательство социально-экономической литературы, 1962.
72. Зельдович Я. Б., Новиков И. Д. Строение и эволюция Вселенной. М.: Наука, 1975.
73. Зильбергейт А. С., Скорняков Г. В. Тепловые процессы в парожидкостных системах // ЖТФ. 1989. Т. 59. Вып. 12. С. 1–8.
74. Зоммерфельд А. Термодинамика и статистическая физика. М.: ИЛ, 1955.
75. *Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. М.: Политиздат, 1964. С. 228–229.
76. *Циolkовский К. Э. Редакционно-издательский отдел аэрофлота. М., 1939.
77. Казанский А. Учение Аристотеля о значении опыта. Одесса, 1891.
78. Капица П. Л. Эксперимент. Теория. Практика. М.: Наука, 1981.
79. Карапетянц М. Х. Химическая термодинамика. М.—Л.: Гос. науч.-тех. изд. хим. лит., 1953.
80. *Кедров Б. М. Диалектический путь теоретического синтеза современного естествознания // Синтез современного научного знания. М.: Наука, 1973. С. 9–59.

81. Кикоин А. К., Кикоин И. К. Молекулярная физика. М.: Наука, 1976.
82. Кириллин В. А., Сычев В. В., Шейндин А. Е. Техническая термодинамика. М.: Энергия, 1974. С. 47.
83. Клаузиус Р. Механическая теория тепла // Второе начало термодинамики. М.—Л.: ГТТИ, 1934. С. 71–151.
84. *Клейм М. Законы термодинамики // Термодинамика необратимых процессов. Лекции в летней международной школе физики им. Энрико Ферми. М.: ИЛ, 1962. С. 11–35.
85. Кондаков И. И. Логика. М.: Издательство АН СССР. Институт философии, 1954.
86. *Коновалов Б. Американцы ушли на полпути к успеху // Вечерняя Москва. № 204 (22489), 8 сентября 1998 г.
87. Конфедератов И. Я. Джемс Уатт — изобретатель паровой машины. М.: Наука, 1969.
88. Конфедератов И. Я. История теплоэнергетики. Начальный период. М., 1954.
89. *Копнин Л. В. Гипотеза и познание действительности. Киев: Издательство политической литературы, 1962.
90. Кошманов В. В. Карно, Клапейрон, Клаузиус. М.: Просвещение, 1985.
91. Крапивин С. Г. Энергия и ее превращения. М., 1905.
92. Краснов А. А. Применение кристаллогидратов природного газа в качестве рабочего тела термодинамического цикла // Проблемы добычи газа. М., 1979. С. 207–208.
93. Краснов А. А. Термодинамика гидратов природного газа. Влияние природы рабочего тела на КПД цикла Карно // Разработка газовых месторождений Крайнего Севера. М.: ВНИИГаз, 1978. С. 19. Краснов А. А. Применение кристаллогидратов природного газа в качестве рабочего тела термодинамического цикла // Проблемы добычи газа (на примере разработки Оренбургского газоконденсатного месторождения). М., 1978. С. 207, 208.
94. Краснов А. А. Термодинамика соединений включения. II. К вопросу о влиянии природы рабочего тела на КПД цикла Карно // Журнал физической химии. 1978. Т. 52. С. 2138. (Депонировано в ВИНИТИ. № 627–78. М., 1978. 14 с.)
95. Кричевский И. Р. Понятия и основы термодинамики. М.: Госхимиздат, 1962.
96. Кудрявцев П. С., Конфедератов И. Я. История физики и техники. М.: Просвещение, 1965.
97. Кузнецов Б. Г. Эйнштейн. М.: Издательство АН СССР, 1963.
98. *Кузнецов И. В. Взаимосвязь физических теорий // Вопросы философии. 1963. № 6. С. 34–44.
99. Кузьмин А. Д., Маров М. Я. Физика планеты Венеры. М.: Наука, 1974.
100. Кун Т. Структура научных революций. М.: Прогресс, 1975.
101. *Лавуазье А.-Л. Мемуары. Ленинградское областное издательство, 1931. С. 71–72.
102. Лазарев М. Ф., Воложин В. Г., Спрыгин А. И., Евдокимова З. У. Устройство для преобразования тепловой энергии в механическую. Изобретение SU 1437573 A1 от 23.01.89. 4F 03 G 7/06.
103. Лазарев М. Ф., Кочерова В. С. Явление циркуляционного движения жидкости, индуцированное пористой керамикой // Технология и применение огнеупорных бетонов и огнеупорных изделий для электропечей / Под ред. С. Р. Злотина. Тезисы докладов. Свердловск, 1979. С. 31–33.

104. *Лазарев П. П.* Энергия, ее источники на земле и ее происхождение. М.: Издательство АН СССР, 1959.
105. *Ландау Л. Д.* Курс лекций по общей физике. Ч. I. М.: Изд. МГУ, 1949.
106. *Ландау Л. Д., Ахиезер А. И., Лифшиц Е. М.* Курс общей физики. Механика и молекулярная физика. М.: Наука, 1969.
107. *Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М.* Теоретическая физика. Т. 5. Статистическая физика. М.: Наука, 1964.
108. **Лебединский В. К.* Вильям Томсон, лорд Кельвин. Л.: Рос. гос. акад. тип., 1924.
109. **Левич В. Г.* Введение в статистическую физику. М.: ГТТИ, 1954.
110. *Левич В. Г.* Курс теоретической физики. Т. I. М.: Наука, 1969.
111. *Ленг К.* Астрофизические формулы. Руководство для физиков и астрофизиков. Ч. I. М.: Мир, 1978.
112. *Лerner А. Я.* Начала кибернетики. М.: Наука, 1967.
113. *Липский Н. Н.* Натуралистический монизм Геккеля. Харьков: Тип. «Мирный труд», 1911.
114. Логика научного исследования. М.: Наука, 1965.
115. *Ломоносов М. В.* Избранные труды по химии и физике. М.: АН СССР, 1961.
116. *Ломоносов М. В.* Полное собрание сочинений. Т. 3. М.—Л.: АН СССР, 1952.
117. *Лукреций Кар.* О природе вещей. М.: Скорпион, 1904.
118. *Льюис и Рендалл.* Химическая термодинамика. М.: Госхимиздат, 1953.
119. *Макревичус К.* Место мысленного эксперимента в познании. М.: Мысль, 1971.
120. *Планк М.* Введение в теоретическую физику. Ч. 5. Теория теплоты. М.: ОНТИ НКТП СССР, 1935.
121. *Планк М.* Единство физической картины мира. Философия науки. Ч. I. Физика. Вып. 2. ГИЛ, 1924.
122. **Марксистско-ленинская философия. Диалектический материализм.* М.: Мысль, 1975.
123. *Мартин Н., Ингленд Дж.* Математическая теория энтропии. М.: Мир, 1988.
124. *Матвеев Л. Т.* Курс метеорологии. Л.: Гидрометеоиздат, 1976.
125. **Менделеев Д. И.* Основы химии. Т. I. М.—Л.: Гос. науч.-тех. изд. хим. лит., 1947.
126. *Мигдал А. Б.* Как рождаются физические теории. М.: Педагогика, 1984.
127. *Михайлов В. В.* Понятие о теплоте в термодинамике // Исследования по термодинамике. М.: Наука, 1973. С. 11–28.
128. *Моисеев Н. Д. К. Э. Циolkовский (опыт биографической характеристики) // Циolkовский К. Э. Избранные труды: Кн. I.* М.: Госматметиздат, 1934. С. 7–35.
129. *Муслин Е.* Машины XX века. Идеи, конструкции, перспективы. М.: Машиностроение, 1971. *Муслин Е.* Выше цикла Карно // Изобретатель и рационализатор. 1969. № 9.
130. *Новиков И. И.* Термодинамика. М.: Машиностроение, 1984.
131. *Ноздрев В. Ф.* Курс термодинамики. М.: Просвещение, 1967.
132. **Ньютона И.* Математические начала натуральной философии // Собрание трудов ак. А. Н. Крылова. Т. VII. М.—Л.: Академиздат, 1936. С. 662.

133. Оболенский В. Н. Курс метеорологии для высших учебных заведений. М.: Гидрометеоиздат, 1944.
134. *Окатор М. Термостатика. СПб., 1871.
135. *Омельяновский М. Э. // Синтез современного научного знания. М.: Наука, 1973. С. 323–354.
136. Опарин Е. Г. // ЖРФМ. 1991. № 1. С. 40–46.
137. Опарин Е. Г. О забытых идеях К. Э. Циолковского в области термодинамики // ЖРФМ. 1997. С. 17–41.
138. Опарин Е. Г. О температурном градиенте тропосфер планет (в печати).
139. Опарин Е. Г. Решающий эксперимент по прямому определению разности температур в газе в стационарном состоянии в поле тяжести // ЖРФМ. 1991. № 1. С. 40–46.
140. Опарин Е. Г. Циолковский о втором начале термодинамики // Русская мысль. С. 85–99. Реутов: Общественная польза, 1991.
141. Оствальд В. Натурфилософия. Лекции, читанные в Лейпцигском университете. Изд. книжного склада Д. П. Ефимова, 1902.
142. Оствальд В. Натурфилософия. СПб., 1910.
143. Оствальд В. Основания теоретической химии. М., 1902.
144. Оствальд В. Очерк натурфилософии. СПб.: Образование, 1909.
145. Оствальд В. Философия природы. СПб., 1903.
146. Оствальд В. Энергетический императив. СПб., 1913.
147. Оствальд В. Энергия и ее превращения. Вступительное чтение в Лейпцигском университете 23 ноября 1887 г. СПб.: Изд-во К. Л. Риккера, 1890.
148. Ощепков П. К. Жизнь и мечта. М.: Московский рабочий, 1984.
149. Перрен Ж. Атомы. М.: Госиздат, 1924.
150. Пирогов Н. Н. Основания термодинамики. СПб.: Тип. В. Демакова, 1888.
151. *Планк М. Двадцать лет над физической картиной мира // Макс Планк. Избранные труды. М.: Наука, 1975. С. 568–589.
152. Планк М. Единство физической картины мира // Планк М. Физические очерки. М.: Госиздат, 1925. С. 5–33.
153. Планк М. Избранные труды. М.: Наука, 1975.
154. Планк М. Лекции по термодинамике. СПб., 1900.
155. Планк М. Новые пути физического познания. (Речь, произнесенная при вступлении в должность ректора Берлинского университета 15 октября 1913 г.) // Планк М. Физические очерки. М., 1925. С. 34–54.
156. Планк М. О принципе возрастания энтропии // Макс Планк. Избранные труды. М.: Наука, 1975. С. 9–101.
157. Планк М. Об основании второго начала термодинамики // Ван-дер-Вальс И. Д., Константам Ф. Курс термостатики. М.: ОНТИ, 1936. С. 438–452.
158. Планк М. Смысл и границы точной науки // Вопросы философии. 1957. № 5. С. 102–112.
159. Планк М. Термодинамика. М.—Л.: Госиздат, 1925.
160. Планк М. Физические очерки. М. 1925. С. 65.
161. Поплавский Р. П. Демон Maxwella и соотношения между информацией и энтропией // УФН. 1979. Т. 128. Вып. 1. С. 165–176.
162. *Попов К. Л. Механическая теория теплоты, основанная на вращательном движении молекул. СПб.: Тип. В. К. Трубникова, 1872.

163. *Практика и познание. Сб. института философии АН СССР. М.: Наука, 1973.
164. *Пригожин И. Р. Время, структура и флуктуации. Нобелевская лекция по химии // УФН. 1980. Т. 131. Вып. 2. С. 185–207.
165. Пригожин И. Р., Стенгерс И. Порядок из хаоса. (Новый диалог человека с природой.) М.: Едиториал УРСС, 2003.
166. Пристли Дж. Избранные сочинения. М.: Госсоцэкиздат, 1934.
167. Пуанкаре А. Последние мысли. Пг.: Научное издательство, 1923.
168. Пуанкаре А. Ценность науки. М.: Творческая мысль, 1906.
169. Путников К. А. Курс физики. Т. 1. М.: Физматгиз, 1962. С. 332–334.
170. Путников К. А. Лекции по термодинамике. Второе начало. Вып. 2. Лекции 4–6 // Всесоюзное химическое общество им. Д. И. Менделеева. Московское отделение. М., 1939.
171. Путников К. А. Термодинамика. М.: Наука, 1971.
172. Путников К. А. Уточнение некоторых основных понятий термодинамики // Известия АН СССР. Серия химическая. 1937. № 4. С. 701–714.
173. Радунская И. Предчувствия и свершения. Люди. Время. Идеи. М.: Детская литература, 1978.
174. Радушевич Л. В. Курс термодинамики. М.: Просвещение, 1971.
175. Радиг А. А. Джемс Уатт и изобретение паровой машины. Пг.: Научное химико-техническое издательство, 1924.
176. Радиг А. А. История теплотехники. М.—Л.: ГТИ, 1936.
177. Ракитов А. И. АнATOMия научного знания (популярное введение в логику и методологию науки). М.: Политиздат, 1969.
178. Савельев И. В. Курс общей физики. Т. 1. Механика. Молекулярная физика. М.: Наука, 1987.
179. Сади Карно. Размышления о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу. М.—Л.: Госиздат, 1923. (См. также в сб.: Второе начало термодинамики. М.—Л.: ГТИ, 1934.) /
180. Семенов В. А. Почетный профессор // К. Э. Циолковский в воспоминании современников. Тула: Приокское книжное издательство, 1983. С. 40–44.
181. *Семенов Н. Н. Об энергетике будущего // Наука и жизнь. 1972. № 10. С. 16–23; № 11. С. 25–32.
182. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Т. 2. М.: Наука, 1979. С. 279–280.
183. Сидоров М. А. Прошай, огнепоклонница. М.: АвтоГраф М, 2000.
184. *Скорняков Г. В. Гипертермодинамика. Препринт 740 АН СССР. Физ.-тех. ин-т им. А. Ф. Иоффе. Л., 1981.
185. Скорняков Г. В. Новый принцип преобразования тепла в работу // Письма в ЖТФ. 1989. Т. 15. Вып. 22. С. 12–14.
186. Скорняков Г. В. О неинтегрируемых термодинамических системах // ЖТФ. 1996. Т. 66. Вып. 1. С. 3–14.
187. Скорняков Г. В. Преобразование тепла в работу с помощью термически неоднородных систем // Письма в ЖТФ. 1995. Т. 21. Вып. 23. С. 1–5.
188. Сменковский Е. Г. Второе начало термодинамики и устойчивость систем. Деп. ВИНИТИ № 1961, 1990.
189. Сменковский Е. Г. Использование в энергетике рассеянного тепла окружающей среды. Деп. ВИНИТИ № 5035, 1990.

190. Сменковский Е. Г. Исследование процессов переноса энергии и вещества в газожидкостных средах. Использование в энергетике рассеянного тепла окружающей среды. Отчет о НИР № 12-01/87. Ульяновский политический институт. Гос. рег. № 01900015081. ВНТИЦ. № 91912. 26.03.
191. Сменковский Е. Г. Шпильрайны ввергли страну в самые расточительные технологии // Экономическая газета. № 28 (301), июль 2000 г.
192. Смолуховский М. Границы применимости второго начала теории теплоты // Эйнштейн А., Смолуховский М. Броуновское движение. М.: ОНТИ, 1936. С. 199–204.
193. Смолуховский М. Границы справедливости второго начала термодинамики // УФН. 1967. Т. 93. Вып. 4. С. 724–748.
194. Смолуховский М. Доступные наблюдению явления, противоречащие обычной термодинамике // Эйнштейн А., Смолуховский М. Броуновское движение. М.: ОНТИ, 1936. С. 166–198.
195. Смолуховский М. К кинетической теории броуновского молекулярного движения // Там же. С. 133–165.
196. Смолуховский М. Несколько примеров броуновского молекулярного движения под действием внешних сил // Там же. С. 205–225.
197. Смолуховский М. О «среднем максимальном отклонении» при броуновском молекулярном движении и опытах Бриллюэна // Там же. С. 256–272.
198. *Статика и кинетика нижних слоев атмосферы Земли // ЖРФМ. 1993. № 1–6. С. 33–42.
199. Сухонин А. К. Парадоксы науки. М.: Молодая гвардия, 1978.
200. Тверской П. Н. Курс геофизики. Л.—М.: ГОНТИ, 1939.
201. Тверской П. Н. Курс метеорологии. Л.: Гидрометеоиздат, 1962.
202. *Техническая термодинамика // Под ред. В. И. Крутова. М.: Высшая школа, 1991.
203. Толанд Дж. Избранные сочинения. Государственное издательство. М.—Л., 1927.
204. Томсон В. О динамической теории теплоты с численными выводами на основе джоулева эквивалента теплоты и наблюдений Реньо под водяными парами // Второе начало термодинамики. М.—Л.: Гостехиздат, 1934. С. 161–175.
205. Томсон В. О проявляющейся в природе общей тенденции к рассеянию механической энергии // Второе начало термодинамики. М.—Л.: Гостехиздат, 1934.
206. Фейнман Р., Лейтон Р., Сенду М. Фейнмановские лекции по физике. М.: Мир, 1967.
207. *Ферми Э. Термодинамика. Харьков: Изд-во Харьковского гос. ун-та, 1973.
208. *Ферцигер Дж., Капер Г. Математическая теория процессов переноса в газах. М.: Мир, 1976.
209. Физическая энциклопедия. М.: Советская энциклопедия, 1988.
210. Физический энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1983.
211. Флигль Р., Бузнер Дж. Введение в физику атмосферы. М.: Мир, 1965.
212. Энгельс Ф. Диалектика природы. М.: Политиздат, 1975.
213. Хвольсон О. Д. Гегель, Геккель, Коссют и двенадцатая заповедь. Критический этюд. СПб., 1911.

214. Хольсон О. Д. Курс физики: В 5 т. РСФСР, Госиздание. Берлин, 1923.
215. *Хольсон О. Д. Об одной формулировке двух начал термодинамики // Физико-математический ежегодник. М., 1900. № 1. С. 35–44.
216. *Хольсон О. Д. Основные положения термодинамики // Новые идеи в физике. Сб. № 6. Природа теплоты. СПб.: Образование, 1913. С. 1–76.
217. Хилл Т. И. Современные теории познания. М.: Прогресс, 1965.
218. Хриган А. Х. Физика атмосферы. Т. 1. Л.: Гидрометеоиздат, 1978.
219. Хромов С. П. Лекции по курсу метеорологии и климатологии для геофизич. ф-та МГУ. Вып. 1. М., 1962.
220. Циолковский К. Э. Будущее Земли и человечества. Издание автора. Калуга, 1928.
221. Циолковский К. Э. Второе начало термодинамики. Калуга, 1914. (ЖРФМ. № 1. Реутов: Общественная польза, 1991.)
222. *Циолковский К. Э. Мысли о будущем. Калужское книжное издательство, 1958.
223. Циолковский К. Э. Продолжительность лучеиспускания Солнца // Научное обозрение. 1897. № 7. С. 46–61.
224. Чемберлен Дж. Теория планетных атмосфер. М., 1981.
225. Шамбадаль П. Развитие и приложения понятия энтропии. М.: Наука, 1967.
226. Шпильрайн Э. Э. О предельных к.п.д. теплосиловых установок // Известия АН СССР. Серия Энергетика и транспорт. 1982. № 4. С. 121–126.
227. Штофф В. А. Роль моделей в познании. Л.: Изд-во Лен. ун-та, 1963.
228. Щукарев А. Н. Учение об энергии в элементарном изложении. М., 1912.
229. Эйкен А. Курс химической физики. Выпуск 1. М.: ОНТИ НКТП СССР, 1935.
230. Эйнштейн А. Автобиографические заметки. Собрание научных трудов. Т. IV. М.: Наука, 1967.
231. Эйнштейн А., Инфельд Л. Эволюция физики. Развитие идей от первоначальных понятий до теории относительности и квантов. М.—Л.: ОГИЗ, 1948.
232. Энгельс Ф. Антидюинг. Переворот в науке, произведенный Евгением Дюргом. М.: Политиздат, 1983.
233. Энгельс Ф. Введение в диалектику природы // Маркс К., Энгельс Ф. Избранные произведения в 3 т. Т. 3. М.: Политиздат, 1970.
234. *Энгельс Ф. Людвиг Фейербах и конец немецкой классической философии // Там же. С. 371–415.
235. *Энгельс Ф. Развитие социализма от утопии к науке // Там же. С. 127–167.
236. Эренфест П. Об одном заблуждении относительно равновесия газа в поле тяжести // Эренфест П. Относительность. Кванты. Статистика. М.: Наука, 1972. С. 116–118.
237. Яковлев В. Ф. О стационарных градиентах температур в газах, распределенных в потенциальных полях // Применение ультраакустики к исследованию вещества. Вып. 25. М., 1971. С. 60–69.
238. Яковлев В. Ф. Темплота и молекулярная физика. М.: Просвещение, 1976. С. 313–316.
239. Яковлев В. Ф. Экспериментальное обнаружение стационарных градиентов температур во вращающихся газах // ЖРФМ. 1993. № 1–6. С. 42–45.

Представляем Вам наши лучшие книги:



Серия «Relata Refero»

- Бабанин А.Ф.** Введение в общую теорию мироздания. Кн. 1, 2
- Зверев Г.Я.** Физика без механики Ньютона, без теории Эйнштейна и без принципа наименьшего действия.
- Кириллов А.И., Пятницкая И.Н.** Квант-силовая физика. Гипотеза.
- Еремин М.А.** Революционный метод в исследовании функций действ. переменной.
- Еремин М.А.** Определитель Еремина в линейной и нелинейной алгебре.
- Низовцев В.В.** Время и место физики XX века.
- Стельмахович Е.М.** Пространственная (топологическая) структура материи.
- Плохотников К.Э. и др.** Основы психорезонансной электронной технологии.
- Ацюковский В.А.** Физические основы электромагнетизма и электромагнитных явлений.
- Кецарис А.А.** Алгебраические основы физики.
- Брусин Л.Д., Брусин С.Д.** Иллюзия Эйнштейна и реальность Ньютона.
- Долгушин М.Д.** Эвристические методы квантовой химии или о смысле научных занятий.
- Терлецкий Н.А.** О пользе и вреде излучения для жизни.
- Харченко К.П., Сухарев В.Н.** «Электромагнитная волна», лучистая энергия — поток реальных фотонов.
- Бернштейн В.М.** Перспективы «возрождения» и развития электродинамики и теории гравитации Вебера.
- Николаев О.С.** Водород и атом водорода. Справочник физических параметров.
- Николаев О.С.** Критическое состояние металлов.
- Николаев О.С.** Механические свойства жидких металлов.
- Шевелев А.К.** Структура ядра.
- Михеев С.В.** Темная энергия и темная материя — проявление нулевых колебаний электромагнитного поля.
- Галавкин В.В.** Дорогой Декарта, или физика глазами системотехника.
- Галавкин В.В.** Аристотель против Ньютона, или экономика глазами системотехника.
- Федосин С.Г.** Современные проблемы физики. В поисках новых принципов.
- Федосин С.Г.** Основы синкетики. Философия носителей.
- Иванов М.Г.** Антигравитационные двигатели «летающих тарелок». Теория гравитации.
- Смоляков Э.Р.** Теоретическое обоснование межзвездных полетов.
- Хохлов Ю.Н.** О нас и нашем мире.
- Письмак В.П.** Начала отрицания экономики.
- Ильин В.Н.** Термодинамика и социология.

Тел./факс:
(495) 135-42-46,
(495) 135-42-16,

E-mail:
URSS@URSS.ru
http://URSS.ru

Наши книги можно приобрести в магазинах:

- «Библио-Глобус» (м. Лубянка, ул. Мясницкая, 6. Тел. (495) 625-2457)
- «Московский дом книги» (м. Арбатская, ул. Новый Арбат, 8. Тел. (495) 203-8242)
- «Молодая гвардия» (м. Полянка, ул. Б. Полянка, 28. Тел. (495) 238-5001, 780-3370)
- «Дом научно-технической книги» (Ленинский пр-т, 40. Тел. (495) 137-6019)
- «Дом книги на Ладожской» (м. Бауманская, ул. Ладожская, 8, стр. 1. Тел. 267-0302)
- «Гиозис» (м. Университет, 1 гум. корпус МГУ, комн. 141. Тел. (495) 939-4713)
- «У Нентавра» (РГГУ) (м. Новослободская, ул. Чаянова, 15. Тел. (499) 973-4301)
- «СПб. дом книги» (Невский пр., 28. Тел. (812) 311-3954)

Об авторе

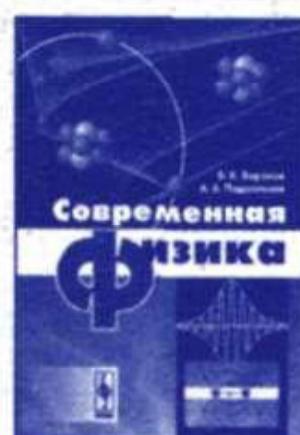
Евгений Григорьевич ОПАРИН (1938–2006)



Родился 4 февраля 1938 г. Окончил физический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова в 1969 г. Сторонник и пропагандист поднятой и развитой П. К. Ощепковым проблемы концентрации энергии окружающей среды, т. е. получения энергии в изотермической окружающей среде вопреки абсолютному характеру второго начала термодинамики. С момента образования (с 1967 г.) был членом Общественного института энергетической инверсии, преобразованного в Международную академию энергетических инверсий им. П. К. Ощепкова. Действительный член этой Академии с 11 июля 2002 г.

С 1991 г. член Русского физического общества, являющегося правопреемником Русского физико-химического общества (1873–1931), выпускающего с 1991 г. два периодических журнала: «Русская мысль» и «Журнал русской физической мысли» (ЖРФМ). Секретарь Русского физического общества. Автор многих изобретений и публикаций в журналах «Русская мысль» и «ЖРФМ».

Наше издательство предлагает следующие книги:



4922 ID 53118

НАУЧНАЯ И УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА



Тел./факс: 7 (495)
Тел./факс: 7 (495)

Любые отзывы о настоящем издании, а также об
по адресу URSS@URSS.ru. Ваши замечания
и отражены на web-странице этой книги в нашем интернет-магазине <http://URSS.ru>.

E-mail:

интернет-магазин

SS.ru

OZON.ru

аний

:

SS.ru



17072213