УДК 536.72

Александр Иванович Ольховенко

Термодинамика ДВС без аксиом Карно.

2023 год.

1. Содержание.

ТЕРМОДИНАМИКА ДВС
без аксиом Карно.

ПРЕДИСЛОВИЕ.

Термодинамика как дисциплина имеет свою историю и относится к технике тепловых машин, мы будем рассматривать те процессы, которые протекают в двигателях внутреннего сгорания, и те циклы, которые в них протекают. Казалось бы, существует множество различных работ по термодинамике и теперь возникает вопрос, а зачем эта работа? Для понимания этого вопроса приведём следующее:

«Изменение к. п. д. идеального воздушного цикла Отто показано верхней кривой на рис. 16-5. Сравнение этой кривой с соответствующей кривой для реального двигателя внутреннего сгорания Отто (рис. 16-5) показывает, что исследование идеального воздушного цикла даёт величину к. п. д., значительно превосходящую к. п. д. реального двигателя, хотя в общем кривые сходны между собой». Л. 1. Стр.149.

Наличие этого факта прямо указывает нам на несоответствие между теорией и практикой. В этой ситуации становится очевидной необходимость пересмотра теории и приведение её в соответствии с практикой. А надо ли это делать при условии, что есть автомобили, самолёты, ракеты и т.д.? Но это изначально вопрос взаимосвязи между теорией и практикой.

Только та теория правильна, которая является отображением свойств и взаимосвязей материального мира.

***Мы говорим, что выполняется закон взаимосоответствия или то, что мы показываем на бумаге, или любом ином носителе информации, идентично тому, что есть в природе*.**

Любое иное мнение чревато ошибками и заблуждениями, влекущими искажённое понимание мира с последующей подгонкой теории под практику.

Мы последовательно рассмотрим все процессы, из которых складывается теплосиловой цикл машины, и тогда станет очевидным, как работает тепловая машина, как она связана со свойствами материального мира. Ибо мы не можем изобретать тепловые машины так, как мы хотим. Тепловая машина может включать в себя только то, что есть в природе, или иначе, тепловая машина может использовать только те возможности, которые даны природой.

3. Введение.

Сравнение с высотой поднятого груза.

Здесь мы вынуждены оговорить те методы, которые используем для показа и анализа термодинамики. Термодинамика включает в себя две составляющие, первая — это то, что происходит или протекает в природе, и вторая составляющая — это количественные представления о процессах, протекающих в природе и тепловых машинах. Те процессы, которые рассматривает термодинамика, так или иначе связаны с механической работой, и цель количественных представлений – выяснить, сколько работы нам необходимо затратить, или сколько работы мы можем получить, или какой выигрыш в работе мы можем получить и т. д. Поэтому для получения этих оценок, мы используем метод сравнения всех рассматриваемых процессов с высотой поднятого груза. Груз представлен некоторым телом, существующим в природе. Подъём груза может осуществить человек, а падение груза протекает в природе независимо от воли человека. Те процессы, которые исследует термодинамика, так же протекают в природе, и сравнивая их с высотой поднятого груза, мы приводим их или их совокупность к единому, или *общему измерению работы*, выраженной в одних и тех же единицах, что позволяет нам сравнивать как отдельные процессы между собой, так и их сочетания и совокупности.

Другим крайне важным свойством поднятого груза является чёткое выполнение законов сохранения. А именно: мы можем взять некоторый груз и поднять его на некоторую высоту, далее отпустить груз и он начнёт падать, но таким образам происходит следующее. Работа по поднятию груза имеет форму потенциальной энергии и представлена: А= g h, где А – механическая работа, g - вес груза, h - высота поднятого груза.

В процессе падения груза работа выделяется в форме кинетической энергии, количество выделенной работы дано в А= gh. Таким образом, закон сохранения энергии представлен: количество работы, затраченной на поднятие груза, равно количеству работы, полученной в процессе падения груза. Показывая одну из форм закона сохранения энергии, мы тем самым указываем, что этот закон мы берём из природы, и этот закон и природа обладают взаимосоответствием. Но здесь мы вынуждены оговорить, при каких граничных условиях справедлив закон сохранения работы.

И это вопрос того физического смысла наших действий, которые мы выполняем с телом. Выполняя подъём груза, мы тем самым отнимаем некоторое количество энергии у Земли. При падении груза Земля возвращает себе отнятую энергию.

Теперь предположим, мы подняли некоторый груз и сохранили его высоту на некоторое время. За этот промежуток времени Земля претерпевает некоторые изменения, но и сам груз может как-то измениться. Поэтому граничным условием выполнения закона сохранения энергии является выполнение действий над материальными объектами за короткий промежуток времени. Такое граничное условие обеспечивает нам надёжное приближение к истине в понимании природы. Поэтому выполняя сравнение процессов с высотой поднятого груза, мы всегда можем сверить их на предмет выполнения закона сохранения энергии как в отдельности, так и в совокупности.

Теперь нам необходимо остановиться на рассмотрении количественных или числовых методах, используемых в термодинамике.

4. Числовые методы, используемые в термодинамике.

Что такое число? Этот вопрос в современной математике не прояснён, и бытует мнение, что числа виртуальны, невидимы, и в связи с этим конкретного определения числа нет. И так же бытует мнение, что числа у человека от Бога и т.д. и т.п. Подобные взгляды на число мало пригодны для понимания термодинамики и физики в целом, и главная причина заключается в том, что представление о числе насквозь пропитаны идеализмом, что влечёт за собой ложные представления о материальной природе.

Поэтому выяснение вопроса, что такое число и какова его природа начнём с материалистического взгляда на число, который является полным обобщением всего известного опыта в математике. И дадим философское определение числа.

Число — это философская категория, отображающая свойства материального мира.

Мир представлен нам множеством свойств. Рассмотрим некоторые из них. Нам даны в материальной природе предметы - тела, обладающие свойством объёма. Эти тела находятся в пространстве,

которое так же обладает свойством объёма. Таким образом, свойство объёма является общим для материального мира. Число, как отображение свойств материального мира, так же обладает свойством объёма. Но теперь возникает вопрос: как это увидеть и как это осмыслить?

Для понимания природы числа мы предпримем ряд действий над материальными телами. Для наглядности возьмём тело и каплю воды. Древние философы говорят, что в капле воды отображается весь мир! Все действия над телом мы покажем на (Рис. 4.1).

Здесь мы специально оговариваем главное - мы не пользуемся различного рода аксиомами и постулатами.

Мы опираемся исключительно на закон взаимосоответствия.

Известно, число обладает свойством последовательности. Поэтому мы возьмём наши одинаковые капли воды и расположим их в последовательности, как показано на (Рис. 4.1. ряд А.), пронумеруем их, используя цифры 1,2,3,4, …, и наша последовательность обретает смысл. Сама последовательность представлена шагом, т. е одно следует за другим, следовательно, таким образом мы представляем численность натуральных тел предметов. Казалось бы, ну вот это и есть число. На в самом деле мы показали не число, а только множество некоторых единиц.

Последовательность и множество — это только одно из свойств числа, поэтому на пути более полного понимания числа выполним следующее.

Мы повторим Рис 4.1. ряд А. и расположим его над рядом А, но со смещением на единицу вправо. Мы можем повторить это действие столько раз, сколько пожелаем. Результат наших действий представлен на Рис. 4.2. Теперь мы видим над любой цифрой численность наших единиц: над цифрой 4 у нас четыре капли воды, но и слева от цифры тоже четыре единицы. Взяв некоторую цифру, мы видим равную численность как над цифрой, так и слева от цифры, что создаёт структуру и форму. Такая форма называется треугольным числом. Обратим внимание: треугольное число включает в себя ортогональный признак, или прямоугольное треугольное число.

Ортогональный признак - одно из свойств материального мира. Структура, форма, последовательность, множество - так же свойства материального мира. Треугольное число имеет ещё одно название – сумма.

А теперь рассмотрим почему. Возьмём единицу (см. ряд Б.), к ней прибавим такую же единицу и читаем результат над номером 2, далее прибавим ещё одну единицу и прочтём результат над номером 3, далее мы можем выполнить это действие столько раз, сколько пожелаем.

Это действие носит название сложение, или образно, мы сложили все яйца в одну корзину. Но теперь мы выполним следующее действие. Возьмём стакан и начнём наполнять его по каплям водой, но далее мы обнаружим, что в нашем стакане находится некоторое количество воды, но в этой воде мы не можем отличить ни одной капли воды. Процесс слияния капель — это суммирование до целого, а конечный результат называется сумма.

Построим новый ряд натуральных величин (см. ряд С.). Для построения этого ряда возьмём натуральную величину - каплю воды и разместим её в ряду С. под номером 1. Далее возьмём две капли воды, найдём сумму и получим новую каплю, разместим её под номером 2. Далее возьмём три капли воды, найдём сумму и получим новую целую каплю воды, разместим её под номером 3. Эту операцию мы можем повторить столько раз, сколько пожелаем. Ряд С. целых натуральных величин обладает определёнными свойствами. Величина, расположенная под номером 1, является начальной и принимается за единицу. Величина, расположенная под номером 2, будучи целой величиной - единицей, имеет значение величины вдвое больше относительно начальной единицы. Величина, расположенная под номером 3, втрое больше относительно начальной единицы. И все последующие, расположенные под номером N, единицы в N раз больше относительно начальной единицы.

Ряд С. представляет собой ряд целых натуральных соизмеренных величин, или единиц. Но теперь между рядом величин С и рядом Б. существует однозначное взаимосоответствие. Ряд С., т.е. сумму, мы можем разложить на треугольное число. Эта возможность показывает нам ещё одно свойство чисел, которое называется дробимостью, т.е. мы можем взять любую величину в ряде С. и раздробить её на численность одинаковых единиц. Например, возьмём целую соизмеренную величину единицу 5 и раздробим на 5 равных частей, мы получим множество целых натуральных величин 5, где каждая единица равна начальной, как в ряде С, так и в ряде Б. Ряд С, т.е. сумму, мы можем построить, приняв за единицу любую величину, в том числе и бесконечно малую. Закон распределения натуральных соизмеренных величин, единиц, остаётся неизменным и в формальной записи имеет вид.

$$\mathbf{A = n + 1}$$

Рис. 4.1

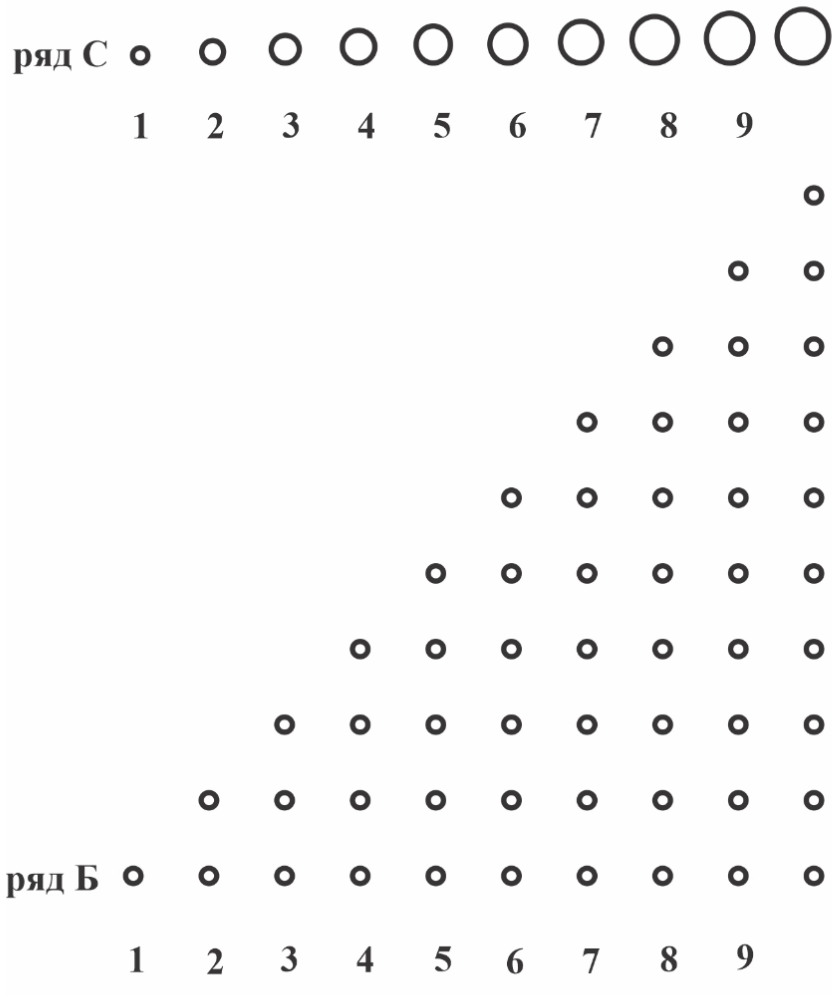


Рис. 4.2

Теперь мы познакомимся с новым свойством числа, которое называется разность. Мы говорим отнять, вычесть, т.е. выполнить действие, и поэтому, мы продолжим выполнение действий с натуральными величинами. И для этого мы возьмём натуральную величину, расположенную над N 9 в ряде С., и вычтем единицу, расположенную над N 1. Это действие мы покажем в ряде Б.

Ряд Б. мы построили как треугольное число сумма, но разность — это обратное действие по отношению к сумме. Поэтому, мы расположим натуральную величину единицу левее девятой единицы и над единицами, расположенными над N 8. При этих условиях под единицей мы можем прочесть результат, т.е. 9-1=8. Далее мы возьмём две единицы, расположим их последовательно одна над другой и над единицами, расположенными над N 7. При этих условиях под единицами мы можем прочесть результат 9-2=7. Далее мы продолжим наши действия, а здесь необходимо рассмотреть действие 9-9 = 0 Такое действие популярно можно представить, как происходящее в поле нашего зрения или восприятия.

Представим себе стол, на котором отсутствуют какие-либо предметы. Мы говорим, на столе пусто, но мы видим стол и его поверхность, по сути, это и есть поле нашего восприятия. Мы специально ограничили это поле поверхностью стола для рассмотрения последующих действий, но нужно помнить, что полем нашего восприятия является весь мир.

Предположим, что в поле нашего восприятия находится 9 единиц, мы выполняем последовательно действие вычитание и соответственно удаление натуральных единиц из нашего поля восприятия. Далее мы придём к состоянию, когда в поле нашего восприятия будут отсутствовать натуральные величины - единицы. В формальной записи это состояние представлено 9 – 9 = 0. Символ 0 читается ноль и обозначает отсутствие чего-либо. Существует иной смысл символа 0, который используется в математике, 0 это нуль и происходит от латинского ORIGO – начало. Предположим, мы внесли в поле нашего восприятия одну натуральную величину и, следовательно, нуль обозначает начало каких-либо действий.

Теперь посмотрим на Рис.4.3. Мы видим множество упорядоченно расположенных тел, единиц, образующих квадрат. Проведём линию, соединяющую первую и девятую единицы, и эта линия обретает смысл диагонали квадрата.

Теперь закроем всё, что лежит выше диагонали квадрата, и мы увидим треугольное число, сумму, теперь закроем всё, что лежит под диагональю квадрата, и мы увидим треугольное число разность. Обратим внимание на единицы, лежащие на диагонали квадрата, они принадлежат как треугольному числу - сумма, так и треугольному числу - разность.

Такое свойство указывает нам, что свойство суммы и свойство разности принадлежат, или являются атрибутом именно натуральной величины.

Мы разложили ряд С. целых натуральных соизмеренных величин, используя упорядоченную численность на структуру квадрат, который включает в себя свойство как суммы, так и разности, что, по сути, и представляет нам число. Таким образом, ряду целых натуральных соизмеренных величин однозначно соответствует ряд целых натуральных чисел квадратов. Продолжим рассматривать свойства числа.

Мы можем рассматривать целую натуральную величину единицу, из которых построено натуральное число квадрат, как бесконечно малую величину. Образно это можно представить, что число квадрат построен из натуральных величин. представленных атомами некоторого химического элемента. Целое натуральное число квадрат будет представлен плоскостью.

В реальном мире мы встречаемся с предметами, имеющими поверхность. Плоское число позволяет нам вести исчисление любых поверхностей, так как плоское число включает в себя все геометрии на плоскости, или иначе, - плоское число первично, геометрия вторична. Может казаться, что геометрия независима от числа, ибо представляет различного рода построения при помощи циркуля и линейки.

Рассмотрим далее свойства числа. Для этого выразим число, показанное на Рис 4.3., относительно бесконечно малой величиной. И у нас получится число квадрат, составленный из кубиков. Натуральная величина единица в ряде целых натуральных чисел представлена кубом. Весь ряд целых натуральных чисел представляет собой объёмный квадрат, показанный на Рис 4.4. Ряд целых натуральных чисел представляет собой кубическую или клеточную структуру, что является одним из свойств материального мира. Целое натуральное число - квадрат включает в себя свойства суммы и разности.

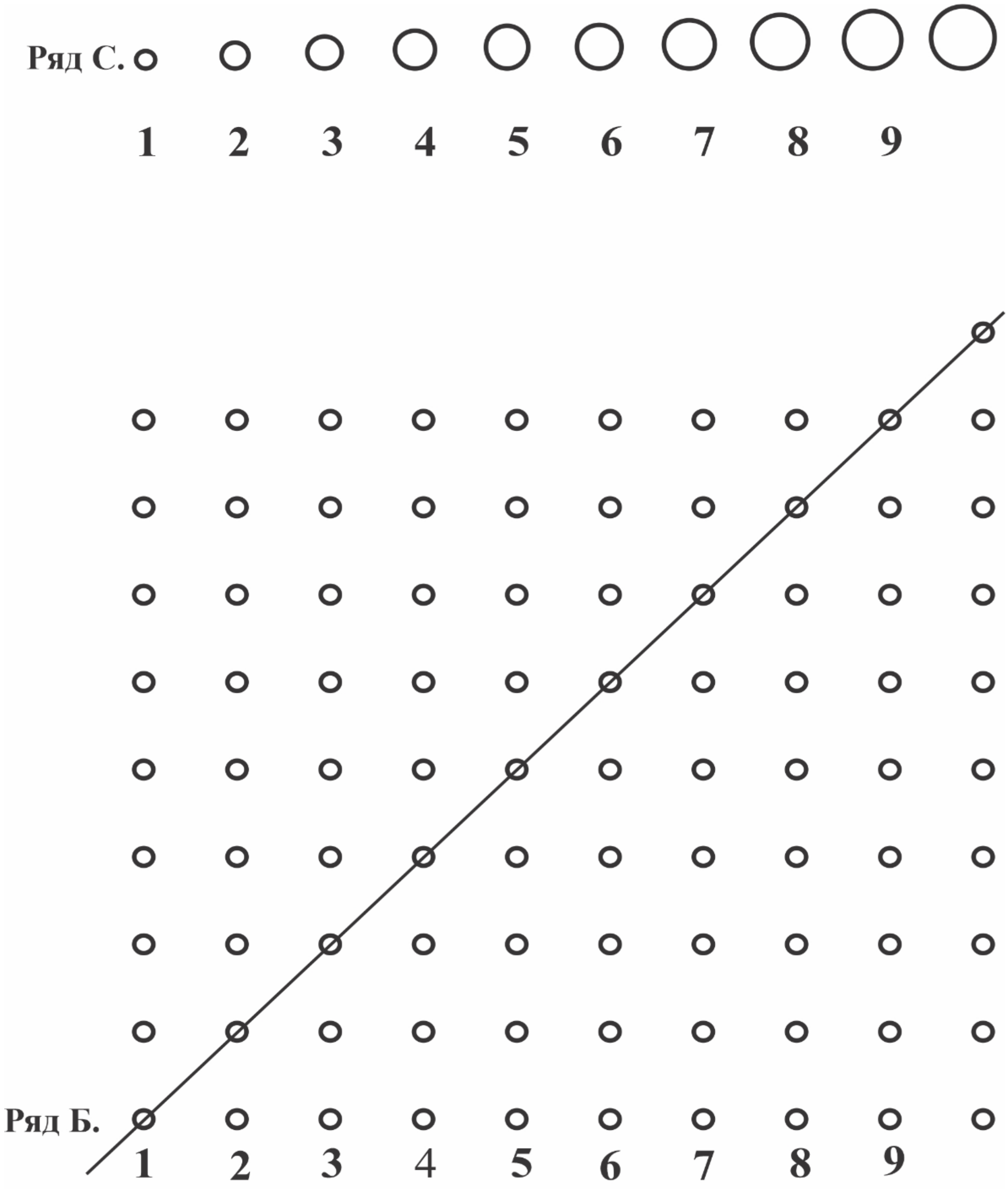


Рис 4.3.

Теперь мы познакомимся со следующим свойством числа, которое называется произведение или умножение. Произведение не является действием над натуральными величинами. Например, если мы возьмём любые две натуральные величины и будем пытаться умножить их хотя бы на два, то у нас никак не получится четыре натуральные величины. Поэтому мы покажем произведение, как свойство упорядочено расположенных тел.

Но прежде мы рассмотрим вопрос: какими обозначениями мы пользуемся, что это такое 1234…? Люди давно полагают, что это числа. Само слово «число» происходит от слова численность. Мы пользуемся - 0123456789, это ничто иное, как буквы, символы, цифры, которые мы используем для обозначения численности или множества, далее номерная последовательность и далее счёт. А теперь, по сути, это есть ничто иное, как письменная и устная форма речи для передачи информации от одного человека другим. Понимание вопроса, что такое число на уровне 1234… является по сути ”узким или первобытным”, ибо множество — это всего лишь одно свойство материального мира, и как следствие, всего лишь одно свойство числа. Ибо число — *это философская категория, отображающая свойства материального мира*.

Произведение… Если мы посмотрим в учебник арифметики, то нам покажут следующее: смотрите на Рис.4.5.

Рис. 4.5

На числовой оси мы отложим отрезок, равный трём единицам, далее мы возьмём такие отрезки три раза. Таким образом, мы три единицы умножили втрое и получили девять единиц. Подобный показ умножения — это только интерпретация, которая не даёт нам полного представления об умножении или возведении в степень.

Поэтому мы рассмотрим произведение, именно как свойство упорядоченного расположенных тел. Произведение *изначально включает* в *себя ортогональный признак*, или прямоугольность, и это наглядно показано на Рис.4.4.

Σ и Ƹ

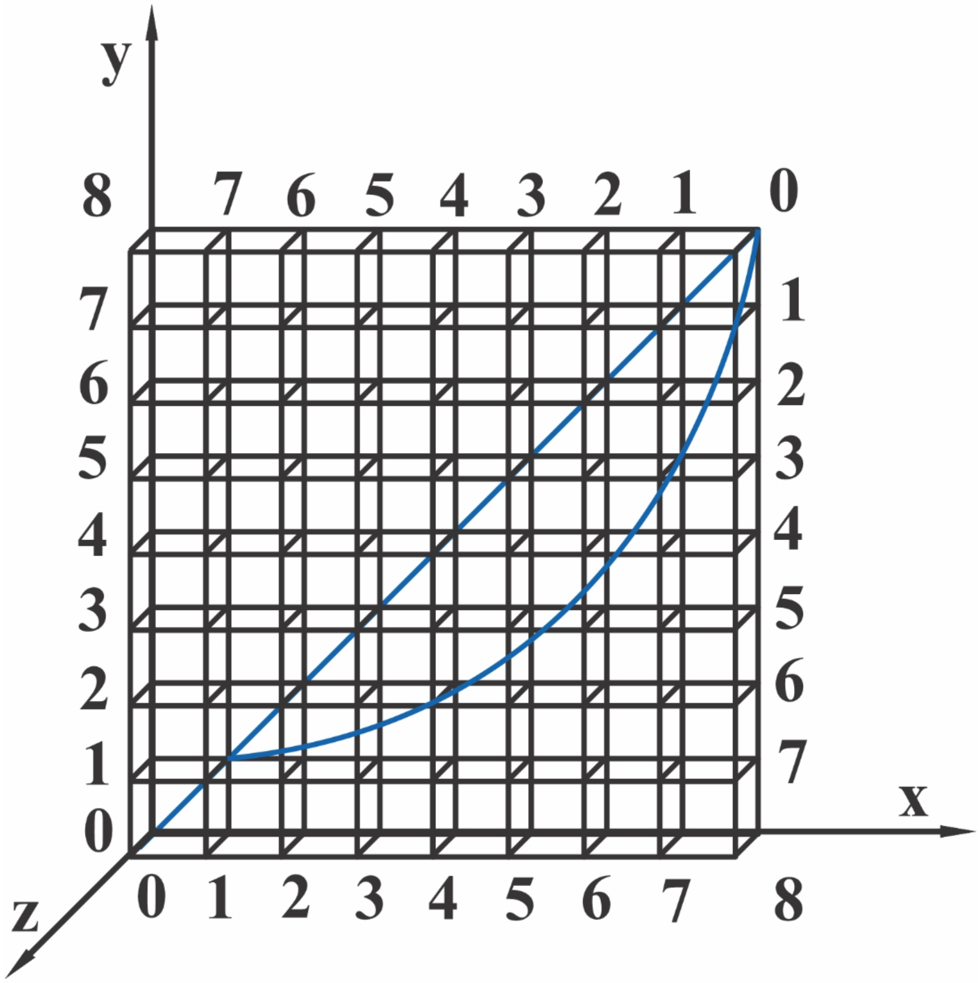


Рис 4.4

Ортогональный признак отображает свойство гравитационного поля Земли и других полей. Целой натуральной соизмеренной величине однозначно соответствует целое натуральное число квадрат. На уровне формальной записи число характеризуется параметрами, где X – ось является абсциссой, или горизонтальное направление распределения числа. Y - ось является ординатой, или вертикальное направление распределения числа. Z – ось является аппликатой, или распределение числа по толщине. Рассмотрим приведённый ранее пример. Для этого возьмём целую натуральную соизмеренную величину вдвое большую относительно единицы. Ей однозначно соответствует целое натуральное число квадрат.

В формальной записи он имеет вид: параметрическая форма $X = 2R^3$, $Y = 2R^3$, $Z = R^3$, символ R обозначает размерность числа, которое указывает нам, что данная формальная запись принадлежит именно ряду целых натуральных чисел, где каждая целая единица является кубом.

Покажем вторую форму формальной записи: $X = 2l$, $Y = 2l$, $Z = l$, где символ l обозначает размерность числа, которая указывает нам на протяжённость ребра единичного куба.

И соответственно: $R^3 = l \times l \times l$.

$R^2 = l \times l$ - размерность плоского числа квадрат, или грань куба. Таким образом, произведение прямо связано со структурой числа и представляет характеристику местоположения натуральной величины.

Площадь геометрической фигуры. Этим понятием мы пользуемся в геометрии и других приложениях. Рассмотрим простой пример.

На (Рис.4.4) мы показываем цветной точкой местоположение натуральной величины 2.

Этой величине однозначно соответствует целое натуральное число квадрат, который в параметрической форме представлен $Y=2R^3$; $X=2R^3$; $Z=R^3$, формальная запись квадрата имеет вид $2^2 R^3$, площадь квадрата имеет вид: - $2R^3 \times 2R^3 = 4R^3$, линейная форма представления квадрата $X= 4R^3$, или измерение квадрата. Все действия над числами мы приводим к линейной форме представления числа, или измерению. На уровне измерения мы и можем выполнить сравнение: во сколько раз больше или меньше одно относительно другого.

Приведём ещё один пример произведения или умножения (Рис. 4.6). Мы показываем целое натуральное число три, которому соответствует натуральная величина три. Целое натуральное число в параметрической форме имеет вид $X=3R^3$; $Y=3R^3$; $Z=R^3$ и представлено квадратом 3^2R^3. Квадрат представлен $3R^3 \times 3R^3 = 3^2R^3$. Становится очевидным, что ортогональный признак является атрибутом произведения, и как следствие, атрибутом квадрата, ибо принадлежит натуральному числу. Далее, квадрат может быть представлен $3R^3 \times 3R^3 = 9R^{3.}$ Это линейная форма представления квадрата на уровне численности, или множества натуральных единиц. Но таким образом понимание произведения, показанного на (Рис.4.5.), является узким, или однобоким, следовательно, неполным. Произведение — это *характеристика местоположения натуральной величины*. И, в связи с этим, произведение не является действием над числами.

Приведём ещё пример произведения, показанный на (Рис. 4.7).

Для этого возьмём наш квадрат и умножим его на свою сторону, число соответственно представлено $3R^3 \times 3R^3 \times 3R^3 = 3^3R^3$. Такое число называют кубом. Физический смысл такого числа — это местоположение натуральной величины три, которая представлена: $X=3R^3$; $Y=3R^3$; $Z=3R^3$. Местоположение натуральной величины мы показываем точкой. Можно показать линейную форму представления куба $3^3R^3 = 27R^3$. Используя ортогональный признак, мы можем показать число четвёртой степени $3^3R^3 \times 3R^3 = 3^4R^3$. Для наглядности представления числа выполним подстановку $3^3R^3 = F^3$. И всё число четвёртой степени представлено $3F^3$, т.е. это линейная форма числа. Так мы показываем самою возможность выполнения подстановки, если она не противоречит законам распределения числа.

Покажем число пятой степени, используя ортогональный признак $3F^3 \times 3F^3 = 3^2F^3$, т.е. число пятой степени представлено квадратом, выразим это число в размерности R^3; ($3^{3+2}R^3 = 3^5R^3$).

Далее подобным образом мы можем показать число любой степени, а существенным является то, что произведение является характеристикой местоположения натуральной величины и её движения. Мы показываем именно свойство и возможность произведения, которое не выходит за рамки трёхмерного представления числа, обо число изначально имеет объём, а произведение — это атрибут числа.

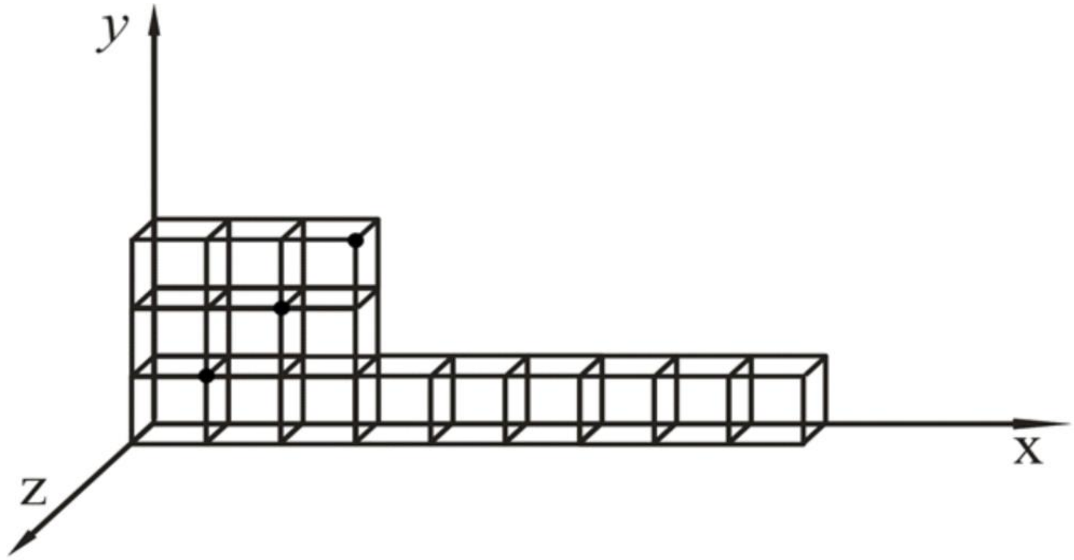


Рис. **4.6**

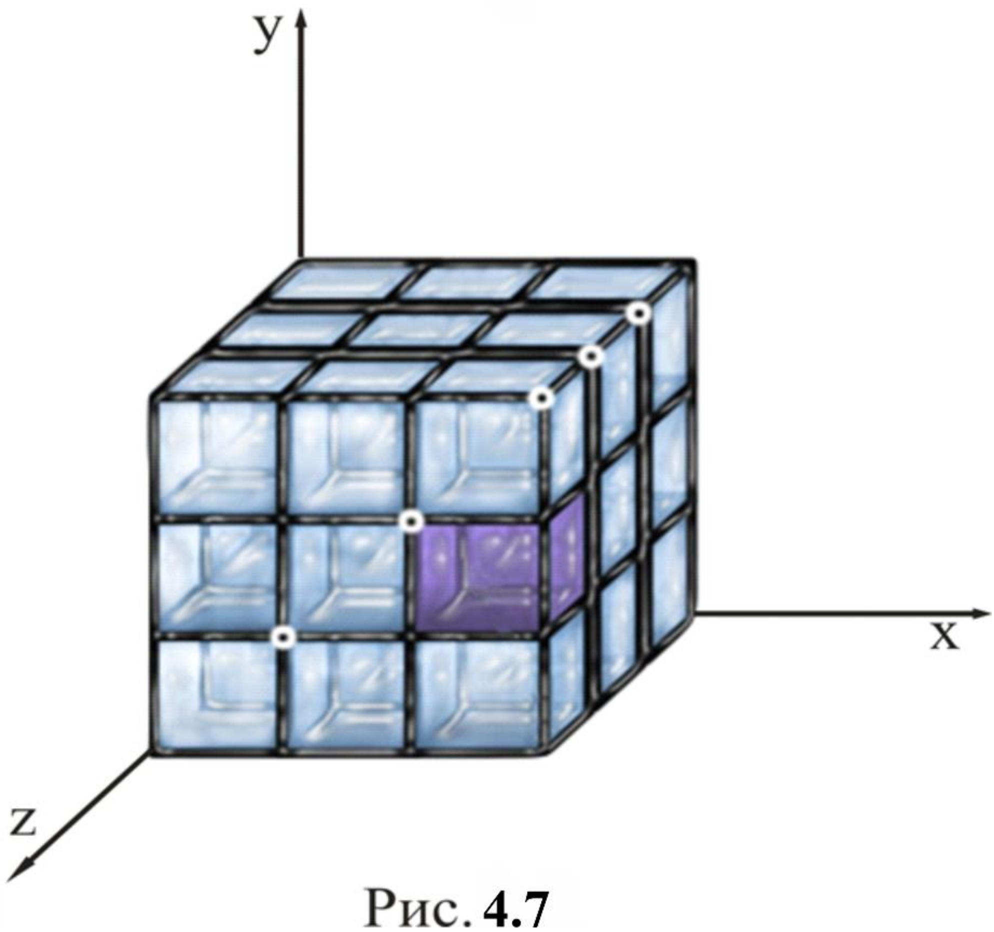


Рис. **4.7**

Далее подобным образом мы можем показать число любой степени, и существенным является то, что произведение есть характеристика местоположения натуральной величины и её движения. Мы показываем именно свойство и возможность произведения, которое не выходит за рамки трёхмерного представления числа, обо число изначально имеет объём, а произведение — это атрибут числа.

Следующее свойство числа, которое мы рассмотрим, это делимость чисел.

ДЕЛИМОСТЬ ЧИСЕЛ. Общее понятие дробного числа мы берём из общих представлений о числе, на (Рис.4.2) мы показываем взаимосвязь величин, расположенных в ряде (С) и ряде (Б). Пользуясь этой взаимосвязью, не трудно видеть, что если мы берём величину равную единице, расположенную в ряде С под № 5, то эту единицу можно раздробить на 5 равных частей, то одна часть по величине равна начальной единице, стоящей под № 1.

Таким образом, одна и та же величина, но в разных системах отсчёта, принимает разные значения, например, величина, расположенная в ряде С под № 5 в системе исчисления ряда Б, представлена пятью целыми величинами, равными начальной. Но если мы примем за эталон величину единицу, стоящую под № 5, то величина единица, расположенная в ряде Б, будет в пять раз меньше данной, то становятся очевидными относительные свойства исчисления.

Дробное число, также как и целое, относительно и имеет числитель и знаменатель. В знаменателе мы указываем на сколько телесных единиц раздроблена эталонная величина, в числителе мы указываем, сколько единиц из численности знаменателя мы берём. Таким образом, числитель и знаменатель выражены в системе одного эталона и являются соизмеренными, а числитель представлен простым числом.

В записи дробное число представлено aR^3/bR^3, где $a < b$. Такие числа называются рациональными дробными числами.

Становится очевидным, что свойство делимости числа — это возможность, присущая изначально единице - геному числа, т.е. размерности. Для этого мы построим в системе координат R^3 (См. Рис.4.8). Первое деление даёт $R^3 / 2$, т.е. две половины куба, из которых мы берём только одну половину, образно это можно представить, если взять прозрачный сосуд, имеющий форму куба, расположенный горизонтально, в этот сосуд мы нальём жидкость - воду.

Вода в кубе займёт своё положение, и уровень воды h в сосуде характеризует его наполненность, как результат мы берём только заполненную часть, то есть половину куба. Далее можем выполнить следующее деление куба, т.е. $R^3/\ 3$; $R^3/\ 4$; $R^3/\ N$; но каждый раз мы получим $R^3/\ N = hR^3$, при $h \to 0$ мы получим плоскость - квадрат, эта плоскость и есть плоскость ZX Само понятие плоскость представляет собой границу раздела двух сред. Очевидно, мы пользуемся свойствами материального мира, а не представлениями из геометрии. Покажем параметрическую форму делимости R^3.

$$Y = R^3 / N\ ;\ X = 1\ ;\ Z = 1$$

Подобным образом $Y = 1\ ;\ X = R^3 / N\ ;\ Z = 1$

Подобным образом $Y = 1\ ;\ X = 1\ ;\ Z = R^3 / N$

Подобным образом $Y = R^3 / N\ ;\ X = R^3 / N\ ;\ Z = R^3 / N$

Очевидно, если $N = 2$ то $Y = R^3 / 2$; $X = R^3 / 2$; $Z = R^3 / 2$, то мы получим новый куб t^3, $R^3 = 8\ t^3$. Выполнив такое действие, мы исчислили R^3 относительно t^3, т.е. нашли объём куба = $8\ t^3$; площадь куба = $8\ t^3$; длина куба = $8\ t^3$. Очевидно, что мы можем продолжить деление куба, но каждый раз будем получать всё меньшие и меньшие кубы $t_i^3 = \frac{R^3}{n^3}$, относительно которых мы можем исчислить куб и любую его часть с любым желаемым приближением. Далее мы рассмотрим, как работает свойство делимости единицы для рациональных чисел, а в сущности, закон разности. ***Заключение: отношение чисел является действием над величинами и соответственно над числами.***

Числа, которые называют простыми, или числа, не разлагаемые на множители, это числа, отношение которых не сократимы, но результат делимости этих чисел не зависит от этих свойств, ибо, выполняя операцию деления чисел, мы преследуем определённую цель. Покажем, как осуществляется деление простых чисел.

Дано: число a и b, найти отношение этих простых чисел. Наложим условие: $a < b$, придадим этим числам параметрический вид:

$$YR^3 \cdot ZR^3 \cdot aXR^3\ ;\ YR^3 \cdot ZR^3 \cdot bXR^3\ .$$

Построим эти числа (Рис. 4.9). Мы показываем два числа, расположенные одно над другим.

Рассматривая вопрос о телесных свойствах чисел, мы говорим о структуре, форме, но здесь вопрос и о содержании числа.

Очевидно, что речь идёт о пространстве, представленном объёмом, но каковы свойства этого пространства? Мы можем рассматривать такое пространство как подвижное, текучее. Можно привести аналогию, например, рассматривать объем числа как материальную жидкость, например, вода.

Теперь будем мыслить следующим образом, пусть число aR^3 - это сосуд, заполненный водой, имеющий форму числа aR^3, число bR^3 - это пустой сосуд, имеющий форму числа bR^3.

Перельём воду из сосуда aR^3, ибо это объем, в сосуд bR^3 при условии, что сосуд bR^3 расположен горизонтально. Жидкость в числе bR^3 займёт некоторое положение, которое будет представлено в параметрическом виде. Каждая единица числа bR^3 будет представлена квадратом по основанию $XR \cdot ZR$ и высотой hYR.

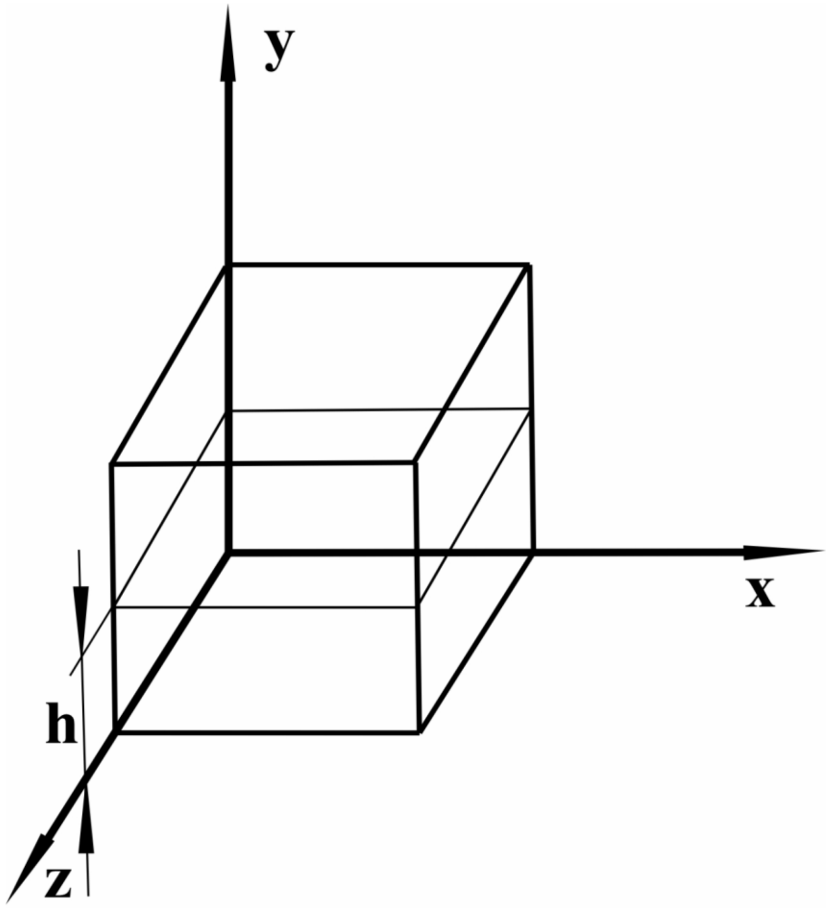


Рис. 4.8.

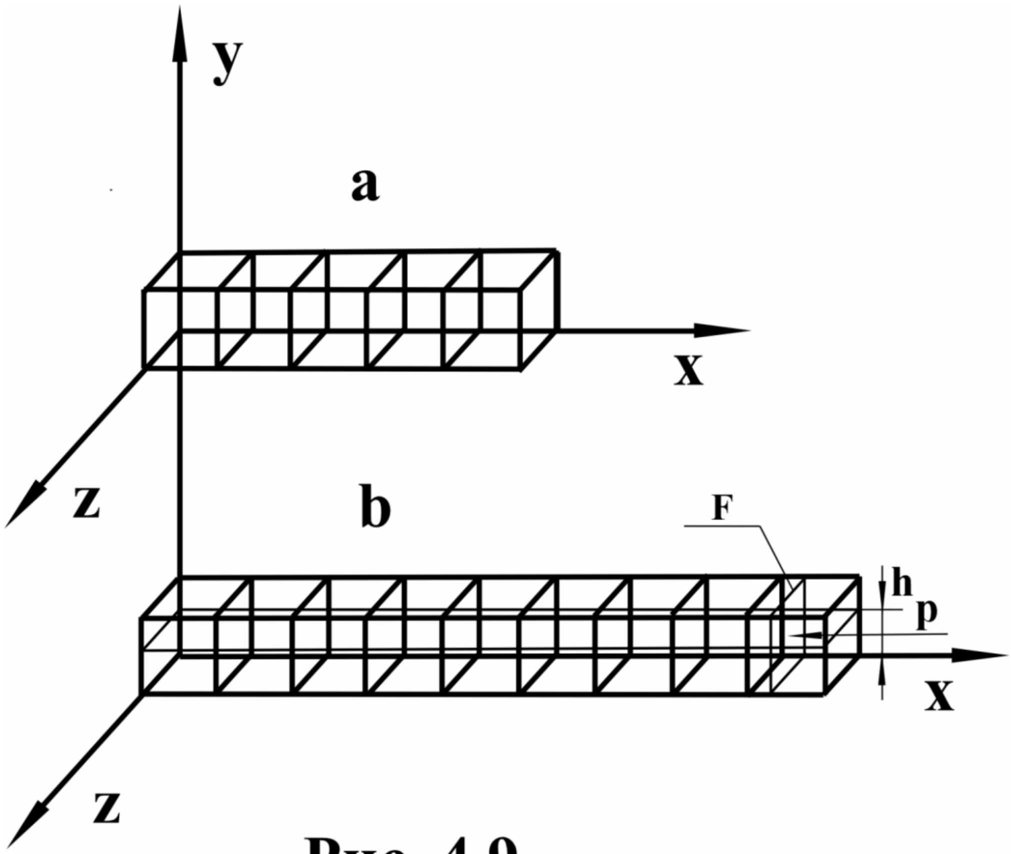


Рис. 4.9.

Найденная нами высота h это и есть отношение двух чисел

$$aR^3/bR^3 = hR^3.$$

Такое число по основанию является целым числом, ибо представлено квадратом, а по высоте является дробным числом. Дадим определение пустого числа. Пустое число – это мнимое число, обладающее только структурой, формой целого натурального числа.

Мы можем выполнить деление простого числа на полное, простое, т.е. $aR^3/ bR^3 = (1 + h)R^3$, но в этом случае мы получаем сумму двух простых чисел $aR^3+ bR^3 = b(1 + h)R^3 = CR^3$, можем получить разность двух простых чисел $bR^3 - aR^3 = b(1 - h)R^3$, можем выразить число aR^3 относительно bR^3.

$$bR^3 \cdot hR^3 = aR^3$$

Поясним принцип получения числа aR^3 относительно числа bR^3. Для этого построим число $bR^3 \cdot hR^3$ (Рис.4.9).

Будем мыслить следующим образом: предположим, нам дано число bR^3, составленное из единиц hR^3, заполненных водой с высотой h, где $h < (YR = 1)$, в этом числе находится перегородка F, которую мы плавно перемещаем вдоль числа bR^3 и тем самым вытесняем жидкость до перегородки, и высота h увеличивается, а за перегородкой остаётся

пустое число. По мере вытеснения жидкости, мы придём к состоянию, когда некоторое количество единиц до перегородки окажутся полными,

т.е. будут иметь объем $R^3=1^3$, некоторое количество единиц достигает полного объёма одновременно. Приведём простой пример:

Дано: $aR^3 = 3R^3$; $bR^3= 7R^3$

Найдём отношение $aR^3/bR^3= 3R^3/7R^3= hR^3= 0.428571R^3$

$aR^3=bhR^3=0.428571 \cdot 7 = 3R^3$

Число bR^3 это наименьшее целое число, умноженное на h, дающее целое число aR^3. При умножении числа (b±1) R^3 на h, мы получим только дробное число.

Единица, представленная $XR \cdot ZR \cdot hYR$, - это не полный куб, и мы его можем преобразовать в двух форматах.

Первая форма - взять произведение $ZR \cdot hYR$ и из этого числа получить квадрат $(ZR \cdot hYR)^{1/2}=\ell^2$, но такой квадрат - это дробное число, а объем тела предстанет $XR \cdot Z\ell \cdot Y\ell$, но такое число имеет только одно ребро XR, о котором мы говорим, что оно представлено целой единицей. Остальные два ребра $Z\ell$ и $Y\ell$ представлены дробным числом, т.к. $\ell<1$.

Вторая форма преобразования неполного куба: возьмём произведение $XR \cdot ZR \cdot hYR$ и преобразуем его в куб $(XR \cdot ZR \cdot hYR)^{1/3} = t^3$. Такой куб дробное число, т.к. $R^3=1^3>t^3$ это иная размерность числа. Объёмы этих чисел равны.

$hR^3= XR \cdot Z\ell \cdot Y\ell = t^3$.

Теперь рассмотрим деление квадрата на квадрат.

Теорема. Дано: a^2 и b^2, найти отношение этих квадратов. Наложим условие a b. Придадим данным квадратом параметрический вид: для a^2 ; $Y = R^3$; $X = aR^3$; $Z = aR^3$. Для b^2 ; $Y = R^3$; $X = bR^3$; $Z = bR^3$. Выполним построение (См. Рис.4.10). Будем мыслить следующим образом: пусть квадрат a^2 R^3 это сосуд, заполненный водой, квадрат b^2 R^3 мы рассматриваем как пустой сосуд. Перельём воду из сосуда a^2 R^3 в сосуд b^2 R^3 при условии, что сосуд b^2 R^3 занимает горизонтальное положение.

Жидкость в сосуде b^2 R^3 займёт своё положение, и мы увидим уровень h - заполнение числа b^2 R^3.

Однако, здесь возникает вопрос, как найти величину h? Числа a^2 R^3 и b^2 R^3 являются объёмными телами, для которых справедливы свойства числа - объём, площадь, длина - они количественно равны, поэтому, каждому числу мы придадим линейную форму, т.е. представим простым числом вида nR^3 , $a^2 R^3 = n_1 R^3$; $b^2 R^3 = n_2 R^3$.

Отношение примет вид $n_1 R^3 / n_2 R^3 = hR^3$.

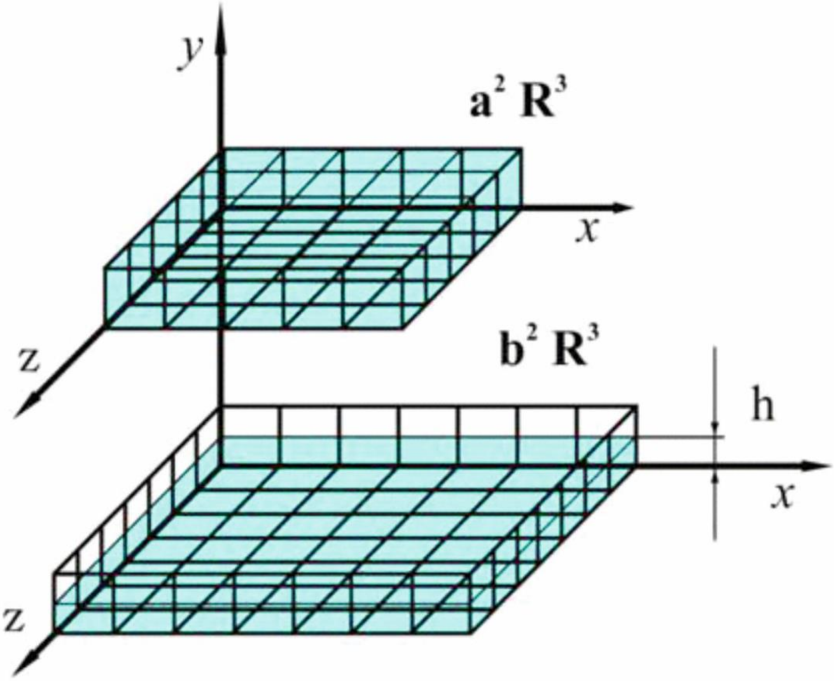


Рис.4.10

Мы покажем на (Рис.4.11.) построение рациональных чисел. Для построения возьмём любое рациональное число, например 3/5. Такое число читается три пятых, построение этого числа мы найдём в ряде целых натуральных чисел.

Знаменатель числа представлен целой натуральной величиной, расположенной в ряде А, найдём эту величину в ряде целых натуральных чисел, она представлена $Y = 5 R^3$; $X = 5 R^3$. Весь ряд целых натуральных чисел мы расположим вертикально (См. Рис.4.11.), обозначим положение целой натуральной величины пять точкой, но из этих пяти единиц возьмём только три, т.е. три пятых.

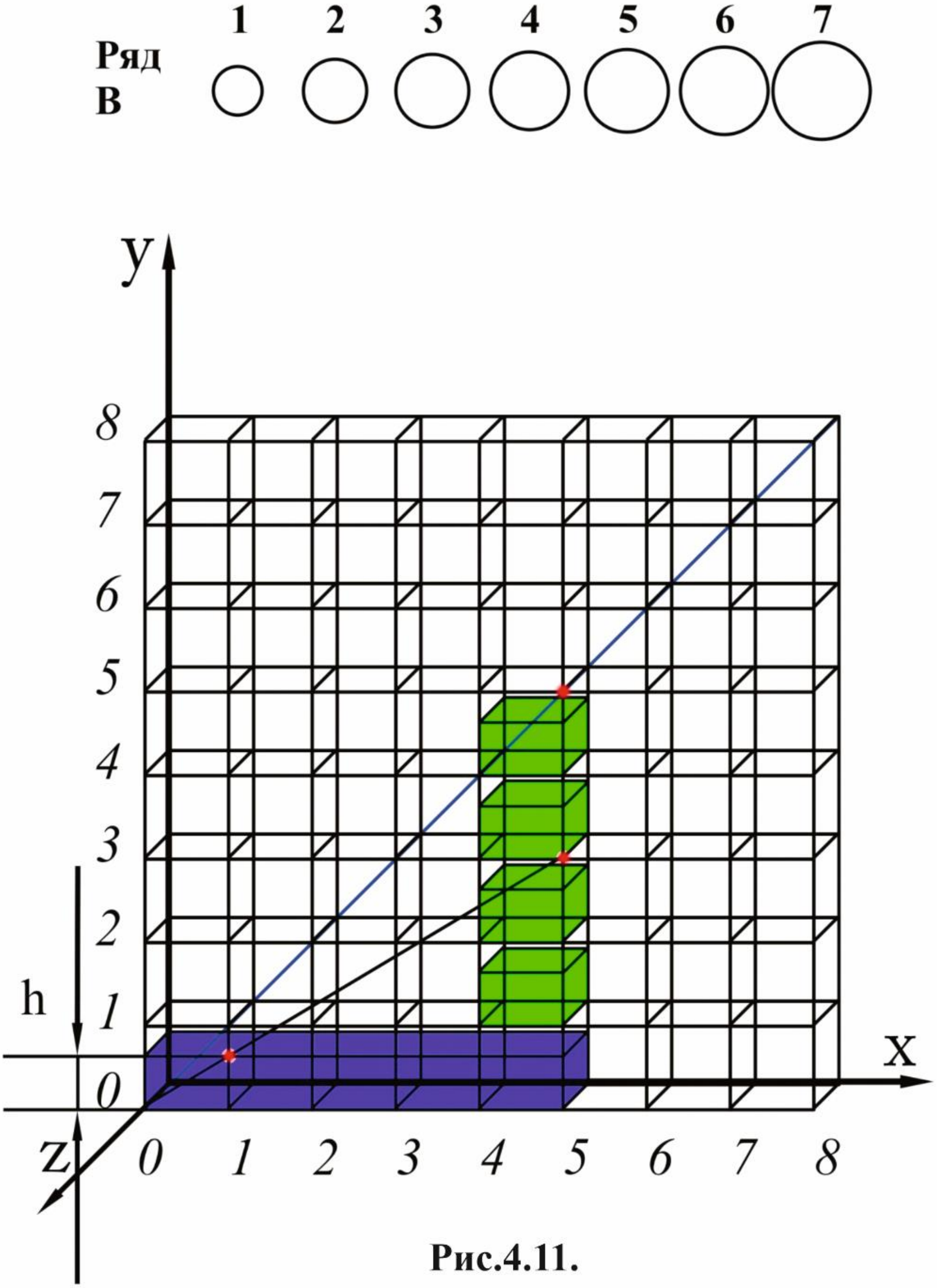


Рис.4.11.

Отношение этих величин мы можем показать в двух формах. Покажем первую форму: мы распределим объём 3 R^3 в объёме 5 R^3, но так как 5 R^3 расположен вертикально, то мы покажем наполнение h для каждого кубика 5 R^3. Таким образом, мы показали рациональное число 3 R^3 / 5 R^3. Покажем вторую форму рационального числа и обратим внимания, что по основанию X = 5 R^3 ; Y = R^3, распределим 3 R^3 в числе X = 5 R^3 ; Y = R^3 и покажем наполнение h.

Но теперь мы можем увидеть всё рациональное число целиком и для этого соединим точку Y = 3 R^3 ; X = 5 R^3 с началом ряда целых натуральных чисел, т.е. X = 0 ; Y = 0 ; Z = 1, и получим треугольное число по основанию X = 5 R^3 ; Z = R^3 ; Y = R^3, по высоте Y = 3 R^3 ; X = 5 R^3 ; Z = R^3. Обратим внимание, что гипотенуза треугольного числа сечёт ребро R^3 в отношении 3 R^3 / 5 R^3 = h R^3. Таким образом, мы видим всё рациональное число и результат отношения двух целых натуральных величин.

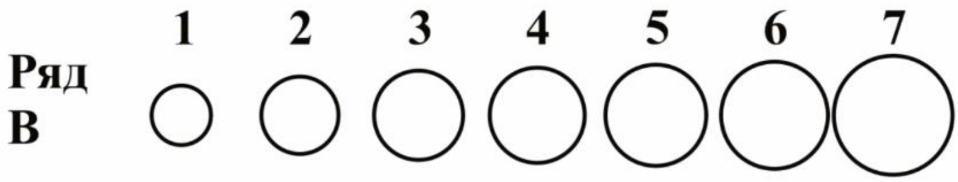
Становится очевидным, что мы решаем основную задачу математики, а ряд целых натуральных чисел является средством решения этой задачи.

Становится возможным решать задачу отношения любых величин к любой величине.

Обратим внимания на то, что взяв любую натуральную величину Y = a R^3 ; X = a R^3, которую мы расположили на Y = n R^3, где n – численность, или множество одинаковых единиц, и указав местоположение натуральной величины по X, мы можем построить на каждой единице треугольное рациональное число вида R^3 / n = h R^3 и таким образом найдём 1/2 ; 1/3 ; 1/4 ; … 1/n, т.е. долю от R^3. Из этих долей возьмём столько, сколько пожелаем. Мы показываем построение на (Рис.4.12). Становится очевидным, что ряд целых натуральных чисел является полем рациональных чисел. Поле рациональных чисел разделено диагональю квадрата, под диагональю квадрата лежат все рациональные числа вида a R^3 / b R^3 = h R^3 1, над диагональю квадрата лежат все рациональные числа a R^3 / b R^3 = h R^3 1, например, 4 R^3 / 2 R^3 = 2 R^3 = h R^3.

Однако, сегодня известны так называемые иррациональные числа и трансцендентные числа, но это только промежуточные числа между рациональными числами значения h R^3. Рассмотрим эти числа несколько подробней.

Мы показываем построение делимости чисел на (Рис.4.12). На этом рисунке мы показываем построение делимости чисел на примере плоского числа или компаратора с тем условием, что Z = 0.



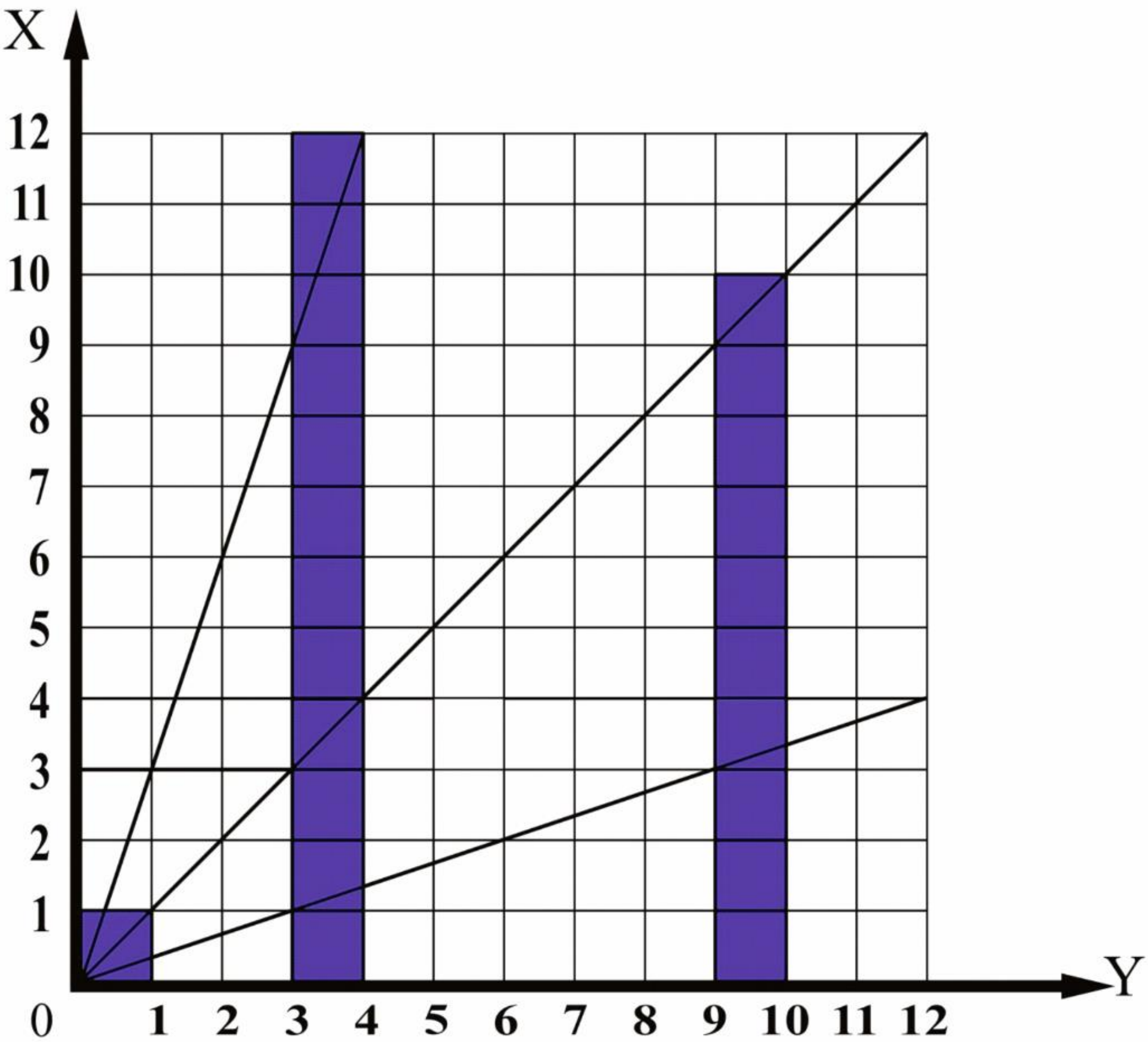


Рис.4.12.

Возьмём квадрат по основанию 12 R^2, в этом квадрате возьмём квадрат по основанию 3 R^2, сторона этого квадрата по Y R^2 делится на три равные части без остатка, мы построили треугольное число R^2 / 3 R^2 ; X = 3 R^2 ; Y = R^2.

Диагональ треугольного числа делит сторону R^2, X = R^2; Y = R^2 в соотношении одна треть. Очевидно, мы пользуемся подобием квадратов, которое вытекает из свойств ряда целых натуральных чисел.

Мы пользуемся десятичной системой символики, и так как у нас 10 цифр, то мы построим рациональное число 10 R^2 и продолжим гипотенузу треугольного числа R^2 / 3 R^2 = h R^2, которая пересечёт рациональное число 10 R^2.

Теперь мы можем прочесть результат в системе десятичного исчисления, т.е. три десятых (0.3). Мы видим, что такой результат не исчерпывает задачу, так как у нас имеется некоторый остаток. Однако, обратим внимание, что квадрат четыре десятых, который пересечён продолжением гипотенузы треугольного числа R^2 / 3 R^2, имеет точно такое же пересечение, что и R^2 в начале системы координат. Поэтому мы повторим это построение, но для R^2 четыре десятых. Сторону квадрата четыре десятых мы разделим подобным образом на 10 равных частей, но теперь это будут сотые доли квадрата, и также возьмём три квадрата, получим (0.33). Становится очевидным, что мы получим новый остаток, подобный первому, следующее деление даст нам тот же результат, но для тысячных долей единицы.

Мы можем продолжить последующее деление сколько угодно, но каждый раз получим один и тот же результат, т.е. бесконечное приближение к пересечению стороны рационального числа 10 R^2 и гипотенузы треугольного числа - h = 0.333… .

Но это решение уже исчерпывает поставленную задачу, так как сущность задачи определена тем, что мы сталкиваемся с наличием иррациональных чисел. Но они не меняют наше представление о единстве числа и наоборот раскрывают ещё одно свойство числа - периодичность или цикличность.

Изложенной способ делимости числа наглядно показывает, что мы можем найти любое отношение рациональных чисел, например, гипотенуза треугольного числа R^2 / 3 R^2 делит все рациональные числа под диагональю квадрата на три части, под гипотенузой мы можем прочесть результат 6 R^2 / 3 R^2 = 2 R^2 ; 9 R^2 / 3 R^2 = h R^2 и т.д. Мы можем увидеть результат деления 12 R^2 / 4 R^2 = h R^2, h = 3 R^2, или в рациональной форме 3 R^2 / R^2 = h R^2.

Возвращаясь к отношению двух квадратов, становится очевидным необходимость выразить квадраты в линейной форме и искать отношение в рациональных числах. Однако, это касается и чисел вида a^n R^2 / b^n R^3 = h R^3 ; $\frac{a \cdot b \cdot c \ldots R^3}{q \cdot f \cdot u \ldots R^3}$ = h R^3, ибо принцип делимости чисел общий.

Мы покажем это на небольшом примере. Возьмём любое рациональное число, например, 3/5, построим это число (См. Рис.4.13). Для построения этого числа возьмём несколько рациональных числовых рядов, например 5. Выразим такое число в параметрической форме, т.к. в числителе у нас величина Ряда В, то параметрический вид представлен Y= aR^3 ; X = aR^3 ; Z = R^3. Подобным образом мы покажем знаменатель Y= bR^3 ; X = bR^3 ; Z = R^3.

Однако, величина 3 рационального числа принадлежит квадрату 5 и числитель примет вид Y= 3R^3 ; X = 5R^3, далее получим 3· 5 R^3, но так как мы берём Z = 5R^3, то числитель имеет вид 3· 5 · 5R^3, знаменатель представлен Y= bR^3 ; X = bR^3 ; Z = bR^3 или 5 · 5 · 5 R^3 - всё рациональное число представлено

$$\frac{Y \cdot X \cdot ZR^3}{Y \cdot X \cdot ZR^3} = \frac{a \cdot b \cdot bR^3}{b \cdot b \cdot bR^3} = \frac{3 \cdot 5 \cdot 5R^3}{5 \cdot 5 \cdot 5R^3} = \mathbf{hR^3}$$

Построение приведено на (Рис.4.13.).

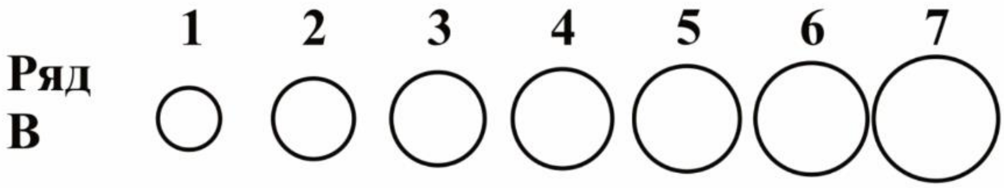
Становится очевидным, что любой куб, кроме R^3, выраженный относительно ряда целых натуральных чисел, представляет собой рациональное число.

Мы не рассмотрели, что такое трансцендентные числа, ибо этот вопрос стоит как бы особняком. Мы покажем, что такое трансцендентные числа на примерах кубических уравнений. Так как определяя, что такое рациональные и иррациональные числа, мы показали, как следствие свойств ряда целых натуральных чисел, вытекающих из тех законов, которым подчинён ряд целых натуральных чисел, как свойство и результат действий над числами.

Теория чисел дана кратко, более полно можно ознакомится. (Л.2)

Очевидно, что теория чисел на этом не заканчивается, мы покажем далее её развитие на примерах решения разных задач.

Познакомимся ещё с одним свойством числа, которое мы иллюстрируем на (Рис. 4.14).



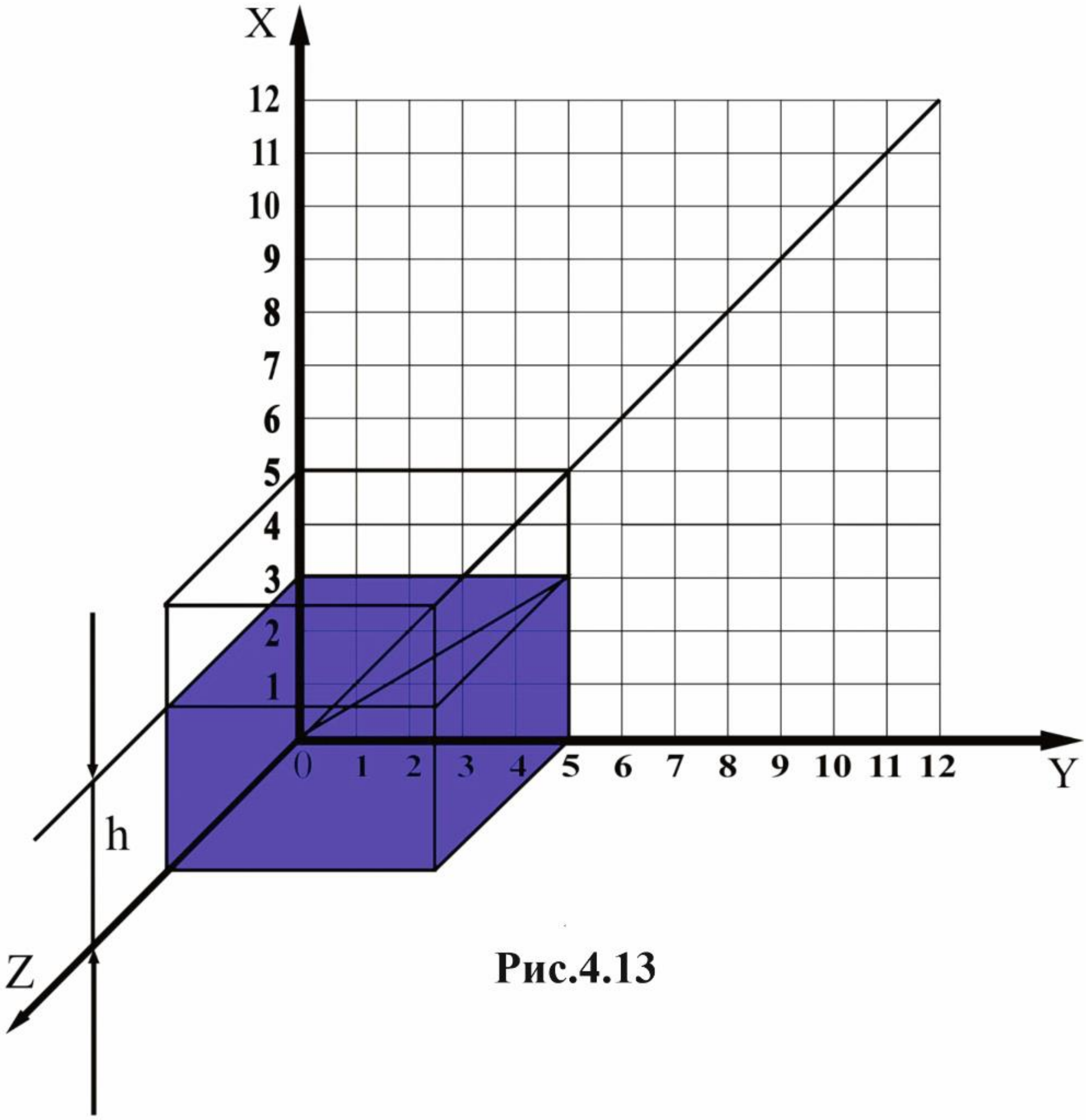


Рис.4.13

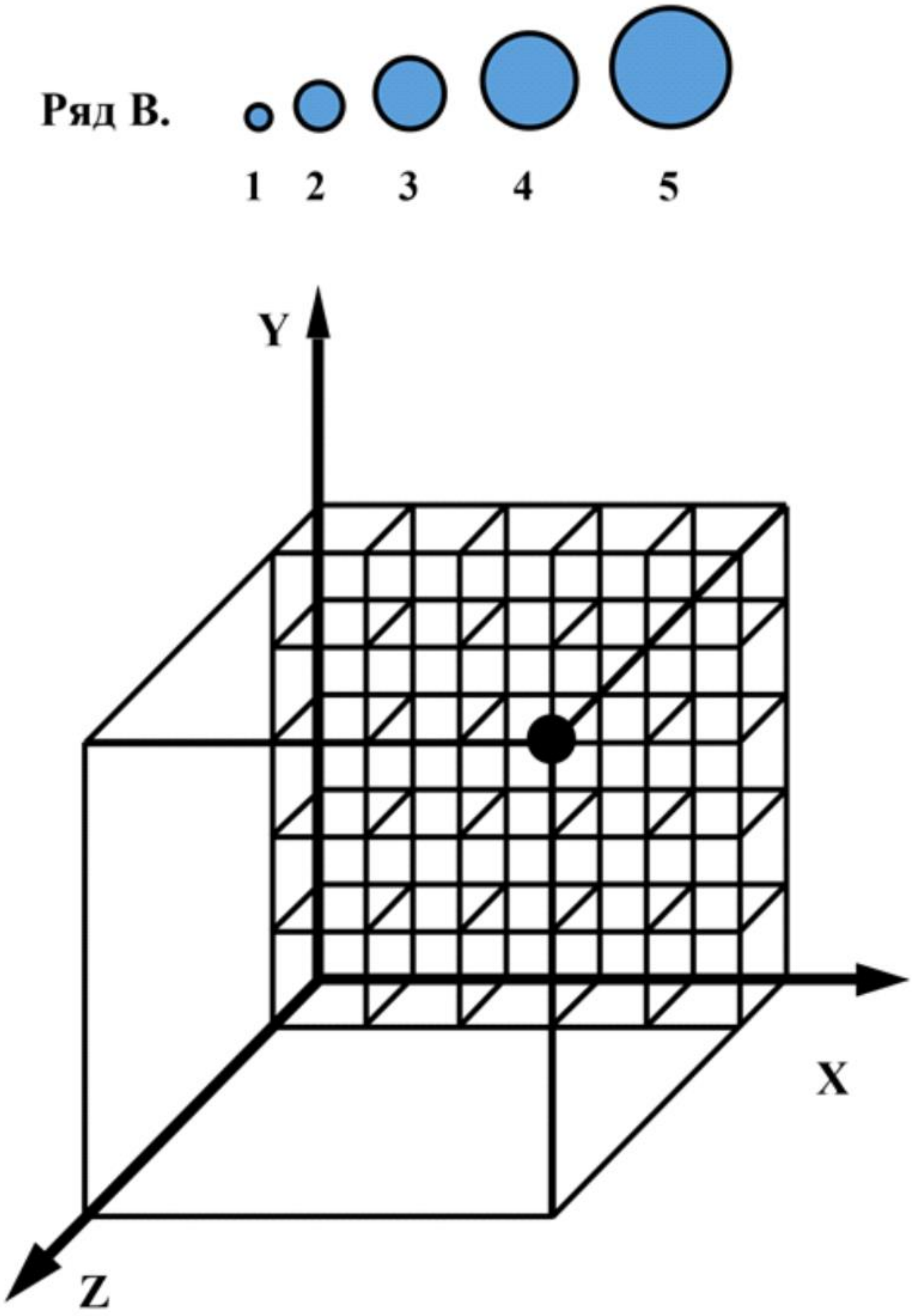


Рис.4.14

Система координат.

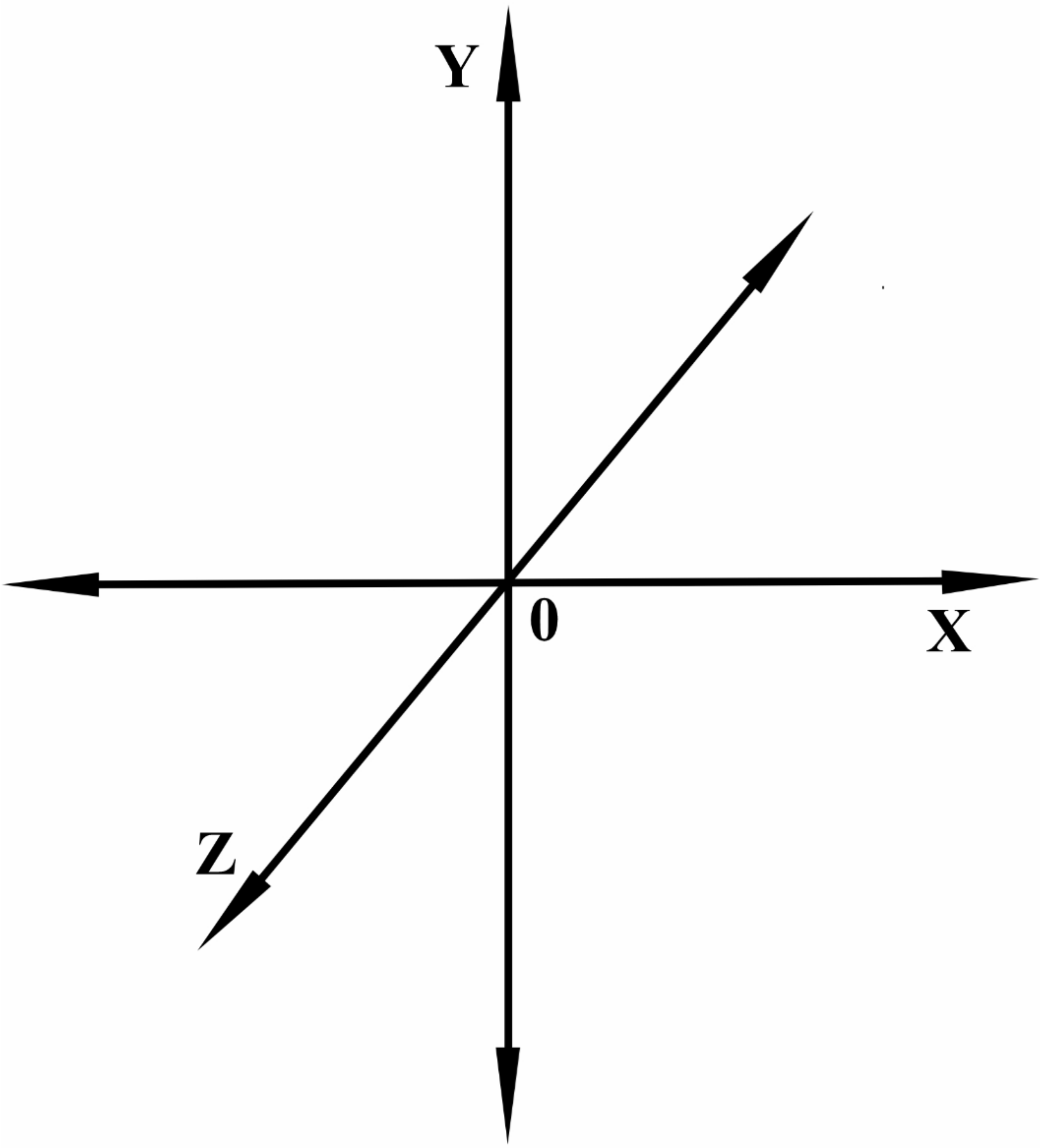


Рис.4.15.

На (Рис. 4.14). показана целая натуральная величина единица. В (Ряде В) она представлена относительной величиной 5, этой натуральной величине, однозначно, соответствует целое натуральное число единица, представленная кубом, в этом кубе мы показываем ряд целых натуральных чисел, выраженных в формуле $Y= 5R^3$; $X=5R^{3.}$.

Теперь мы можем исчислить объём куба, взяв 5 рядов целых натуральных чисел. Покажем это на уровне формальной записи $Y=5R^3$; $X=5R^3$; $Z=5R^3$ или 5^3R^3.

Теперь мы можем наглядно видеть, что куб на плоскости YX представлен плоским квадратом, ряд целых натуральных чисел так же представлен плоским квадратом. Плоский квадрат на плоскости YX является именно проекцией куба, ряд целых натуральных чисел так же имеет проекцию - плоский квадрат.

Любое натуральное число имеет три проекции, представленных на плоскостях: YX – фронтальная плоскость; XZ – горизонтальная плоскость; YZ – боковая плоскость.

По своей сущности проекция имеет ещё одно название - тень. Приведём пример. В природе есть некоторые тела, имеющие форму шара, проекция шара представлена окружностью. В природе мы наблюдаем тела, имеющие многообразие форм, проекции этих тел также представлены многообразием форм, но, таким образом, число включает в себя все возможные геометрии, и эти геометрии являются только элементами числа. Число обладает свойством направления распределения числа, которое представлено осями XYZ. Такое направление распределения числа называют квадрантом, или первым квадрантом. Но если мы хотим выбрать все направления распределения числа, то нам требуется восемь квадрантов.

На (Рис. 4.15) даны эти квадранты, ибо мы на (Рис. 4.15.) показываем

Систему координат, или распределение целых натуральных чисел.

Ортогональную систему координат называют ещё Декартовой. Однако, Рене Декарт показал, как пользоваться системой координат, но так и не показал нам полный и развёрнутый вывод системы координат, и далее, как именно она связана с материальным миром и далее числом. Создаётся впечатление, что Рене Декарт систему координат у кого-то заимствовал, и мы полагаем, что это был никто иной, как Пьер Ферма.

5. Первый закон термодинамики.

В различных литературных источниках первый закон термодинамики формулируется следующим образам. Это закон сохранения и превращения энергии, он является фундаментальным законом природы, имеет всеобщий характер.

Он гласит: *энергия не исчезает и не возникает вновь, она лишь переходит из одного вида в другой в различных физических и химических процессах.*

Или иначе, для любой изолированной системы (т. е. такой термодинамической системы, которая не обменивается с окружающей средой ни теплотой, ни работой, ни веществом) количество энергии, заключённое в этой системе, сохраняется неизменным.

Закон сохранения энергии — это закон, на который следует опираться в процессе познания мира, и на этом поприще крайне важно понимать, как законы сохранения представлены и взаимодействуют с числами. Мы показали теорию чисел, которая опирается именно на закон сохранения натуральной величины.

В связи с этим, *в системе координат даны, определены и существуют все свойства закона сохранения натуральной величин, и как следствие, - закона сохранения энергии.* Далее мы будем рассматривать те процессы, которые протекают в природе, как они отображаются в системе координат, как это согласуется с законами сохранения.

6. Процессы термодинамики.

Адиабатный процесс — это процесс, протекающий в замкнутой системе с внешним подводом или отводом механической работы, или иначе, это процесс сжатия или расширения газа, или рабочего тела, протекающий без обмена теплотой с внешней средой. Посмотрим, как этот процесс показан в различных литературных источниках.

«Если взять систему координат P – V, то процесс, определяемый условием P = f (V), изобразится в виде кривой 1-2-3 (Рис 6.1). Элементарная работа газа на этой диаграмме изобразится в виде заштрихованной площади, а работа газа в процессе изменения состояния от точки 1 до точки 3 - площадью, ограниченной кривой процесса 1-2-3, крайними ординатами и осью абсцисс, то есть площадью 123561. Для процесса, изображённого кривой 1-4-3, работа будет определяться площадью 143561.

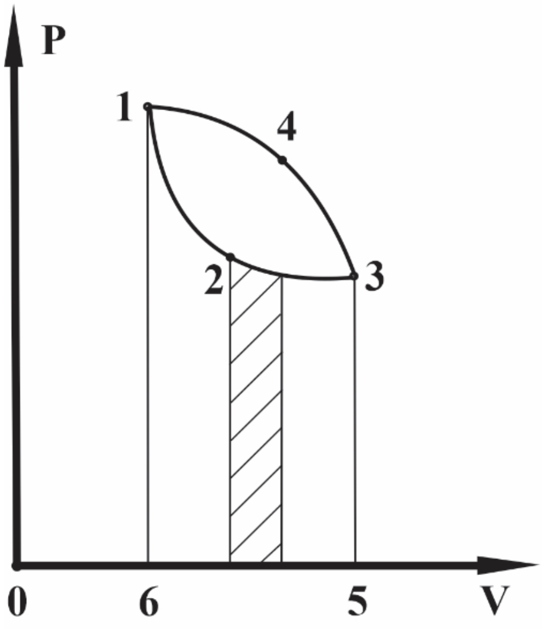


Рис. 6.1

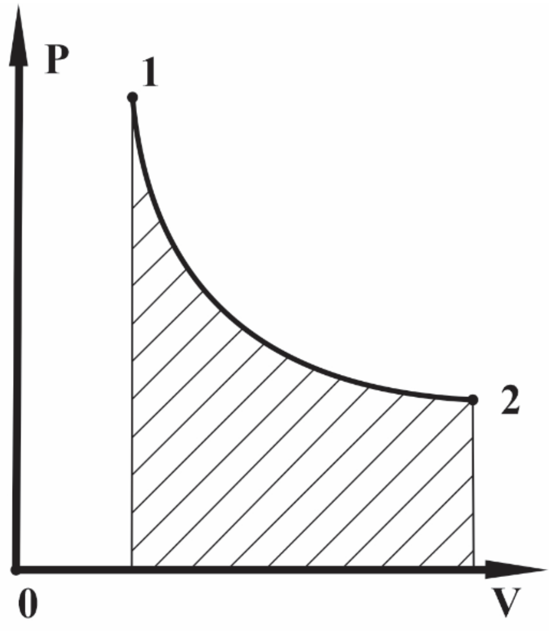


Рис. 6.2

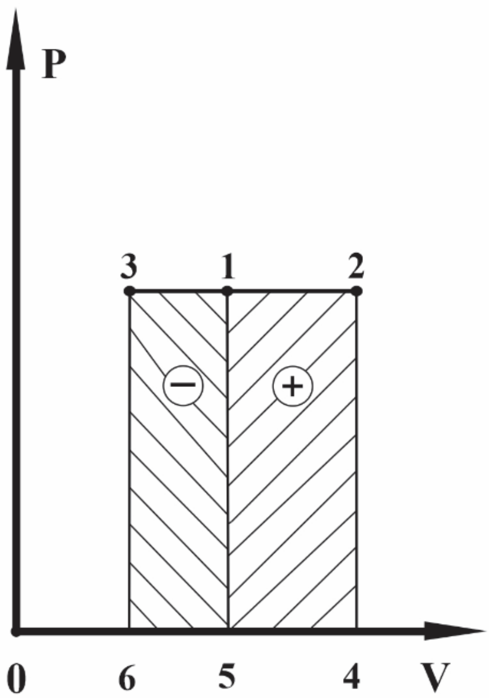


Рис. 6.3

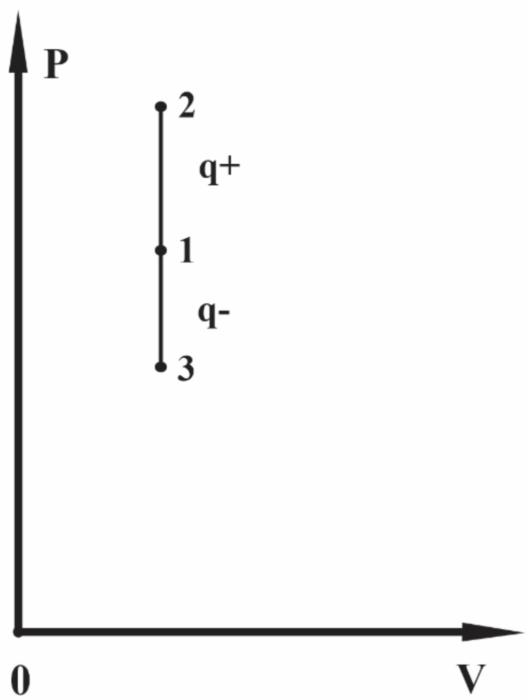


Рис. 6.4

На основании всего вышеизложенного, зная функциональную зависимость P = f (V), определим работу газа» [Л.3 стр. 46]

$$L = \int_1^2 p\,dV. \qquad \textbf{(6.1)}$$

«Работу расширение системы, определяемую уравнением (6.1), удобно подсчитывать с помощью P-V диаграммы. Рассмотрим изображение в этой диаграмме процесса изменения объёма системы от V1 до V2 (Рис. 6.2). Состояния, которые проходит система в процессе изменения объёма, располагаются на кривой процесса между точками 1 и 2. Из уравнения (4.1) очевидно, что работа расширения системы изображается в P-V диаграмме площадью под кривой процесса (на Рис. 6.2 заштрихована).» [Л.4 стр. 24].

Создаётся впечатление, что в адиабатном процессе противоречий с законом сохранения энергии нет.

Мы рассмотрели адиабатный процесс, который протекает без подвода или отвода теплоты, но теперь мы рассмотрим процессы, протекающие с подводом или отводом теплоты.

«Изобарный процесс - это процесс, протекающий с подводом или отводом теплоты при постоянном давлении. Работа газа в изобарном процессе определяется из выражения

$$L = P\,(V_2 - V_1), \qquad L = R\,(T_2 - T_1).$$

Изобарный процесс в P-V диаграмме представляется прямой линией, параллельной оси абсцисс. Если на (Рис. 6.3) начальное состояние газа характеризуется точкой 1, то процесс может идти в сторону расширения к точке 2 или же в сторону сжатия к точке 3. В первом случае при увеличении объёма, газ производит работу расширения, определяемую площадью прямоугольника 12451, и в тоже время нагревается, следовательно, извне теплота подводится и для нагрева газа, и для совершения работы расширения; во втором случае газ сжимается, следовательно, на него из вне затрачивается работа сжатия; но это работа превращается в теплоту, а так как газ не только нагревается, но и охлаждается, то от него надо отводить в окружающую среду всю теплоту как взятую от внутренней энергии тела, так и эквивалентную работе сжатия.» Л.3 стр.55.

Следующий процесс.

«Процесс, протекающий при постоянном объёме, называют изохорным. Из уравнения состояния при V= const находим, что

$$P_2/P_1 = T_2/T_1. \qquad \textbf{(6.5)}$$

В изохорном процессе давление газа пропорционально абсолютной температуре. Так как dv = 0, то газ в этом процессе работы не производит и уравнение первого закона термодинамики приводится к виду $dq = du$, или $q = C_v (T_2 – T_1)$.
На P-V диаграмме (Рис. 6.4) изохора представляется прямой, параллельной оси давлений. Направление процесса из начальной точки один вверх на основании уравнения (6.5) характеризует увеличение внутренней энергии и нагрев газа, а вниз - охлаждение путём отвода теплоты в окружающую среду.» Л.3 стр.59.

Мы показали изобарный и изохорный процессы, и кажется, что противоречий с законом сохранения энергии нет. Покажем ещё один процесс, изотермический. Изотермический процесс — это процесс, протекающий при постоянной температуре.

«Из чего следует, что

$$P_1V_1 = P_2V_2 \quad или \quad V_2/V_1=P_1/P_2,$$

то есть, в этом процессе объёмы газа меняются обратно пропорционально давлениям (закон Бойля – Мариотта). Так как температура в процессе не меняется, то внутренняя энергия газа так же остаётся постоянной и $du = 0$. Следовательно, уравнение первого закона термодинамики для этого процесса имеет вид $dq = dl$, или вся подведённая теплота превращается в работу расширения газа, и обратно, вся работа, затраченная на сжатие газа, должна быть отведена в окружающую среду в форме теплоты.

Работа газа в этом процессе определяется из общего уравнения работы с учётом того, что

$$pv = RT = const.»$$

На P -V диаграмме кривая процесса представляется уравнением $pv = const$, т. е. равнобокой гиперболой, для которой оси координат являются асимптотами.

Следовательно, если на (Рис.6.6) точка 1 представляет начальное состояние газа, то процесс может идти к точке 2, причём происходит расширение газа. Газ совершает работу, определяемую площадью 12451, и к нему необходимо подводить теплоту, эквивалентную этой работе; если же процесс идёт к точке 3, то происходит сжатие газа, на которое затрачивается работа, определяемая площадью 13651, и отводится наружу теплота, эквивалентная этой работе.

Так как произведение pv увеличивается при увеличении температуры, то изотерма тем дальше отстоит от начала координат, чем более высокую температуру она представляет.» Л.3 стр. 56.

Мы показали ещё один процесс, так как он описывается примерно в разных литературных источниках.

Однако, вроде бы кажется, что противоречий с первым законом термодинамики нет. Но теперь мы можем сравнить разные процессы и увидеть, как выполняется закон сохранения энергии. Это сравнение удобно показать в P – V координатах. Сравнение мы выполним относительно изотермного процесса как базового.

Сравнение мы показываем на (Рис.6.7), на котором дан изотермный процесс расширения 1-2, и соответственно вся работа, которую мы можем получить, представлена площадью под процессом 12341.

Но теперь зададим себе вопрос: изотерма — это простой процесс или сложный? Наш ответ — это сложный процесс. Далее другой вопрос: возможно ли разложить изотерму на более простые процессы? Наш ответ - да, возможно.

В своей физической сущности изотерма — это процесс расширения газа, следовательно, изотерма включает в себя адиабатный процесс расширения газа. Но этот процесс протекает с подводом теплоты, поэтому то количество теплоты, которое подводится между точками 1-2, мы подведём в изобарном процессе 1-5 и далее выполним адиабатный процесс расширения до точки 2. При этом температура в точке 2 будет равна температуре изотермы. Площадь работы в этих процессах будет равна 152341, но эта площадь больше площади под изотермой 12341.

Но здесь возникает вопрос: возможно ли получить ещё большую работу? Напрашивается ответ: да, возможно, но как? Для этого одно и тоже количество теплоты, подведённое в изотерме, подведём в точке 1 по изохоре т.е. 1-7, далее расширим по адиабате и придём в точку 2. В этой точке температура газа будет равна температуре изотермы. Площадь работы в таких процессах будет равна 72347, но эта площадь больше, чем площадь изотермы и больше, чем с подводом теплоты по изобаре.

Становится очевидным наличие противоречий с законом сохранения энергии, ибо если в изотермном процессе мы получаем всю работу, и эта работа представлена некоторой площадью, то в любом другом процессе, в котором подведено одно и тоже количество теплоты, то площади, характеризующие работу, должны быть равны площади под изотермой, в противном случае имеет место прямое нарушение закона сохранения энергии.

Отметим особо, что те процессы, которые показаны на (Рис.6.7) и протекают в материальном мире, не имеют противоречий с законом сохранения энергии, следовательно, эти нарушения являются следствием утверждения: работа равна площади под процессом. И здесь возникает вопрос, откуда взялось это утверждение? Различные литературные источники на эту тему приводят следующее. Мы покажем этот вопрос кратко.

В 1824 г. Сади Карно в своей работе «Размышление о движущей силе огня и машинах, способных развивать эту силу». В этой работе показан цикл Карно (Рис.6.8). Он представлен в виде кругового процесса 1-2-3-4-1 и состоит из адиабат 2-3 и 4-1 и далее из изотерм 1-2 и 3-4. Прямой цикл совершается по 1-2-3-4-1.

Процесс 1-2 (изотермическое расширение).
Газ совершает работу, определяемую площадью 12681 и равную

$$L_{1-2} = mRT_1 \ln V_2 / V_1$$

Из нагревателя подводится теплота, эквивалентная этой работе

$$Q_{1-2}= Q_1 = mRT_1 \ln V_2/V_1$$

Процесс 2-3 (адиабатное расширение). Газ совершает работу, определяемую площадью 23562 и равную

$$L_{2-3} = mR(T_1- T_2)/(k – 1). \quad Q_{2-3} = 0.$$

Температура газа снижается до T_2.

Процесс 3-4 (изотермическое сжатие). На сжатие газа затрачивается работа, определяемая площадью 43574 и равная

$$L_{3-4} = mRT_2 \ln V_4/V_3 = – mRT_2 \ln V_3/V_4.$$

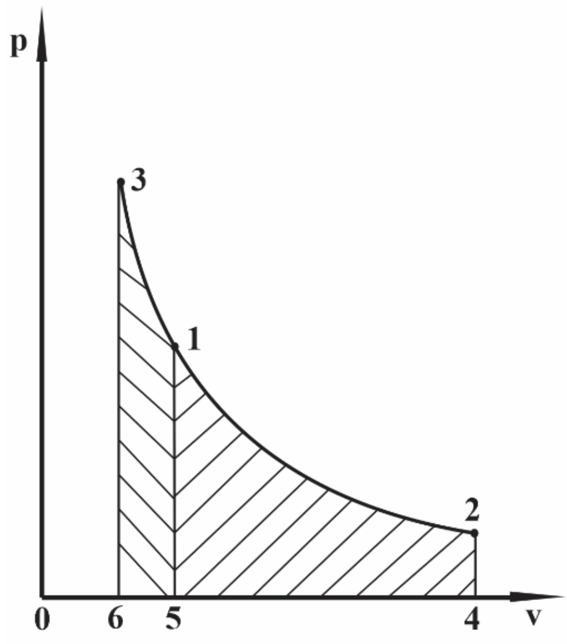


Рис. 6.6

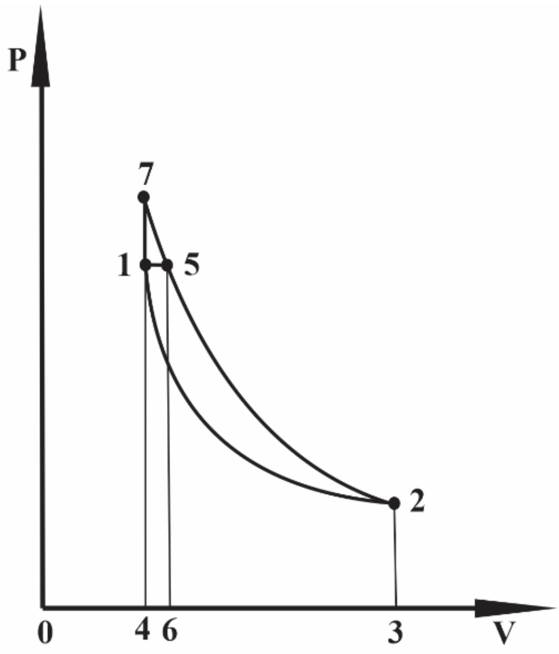


Рис.6.7

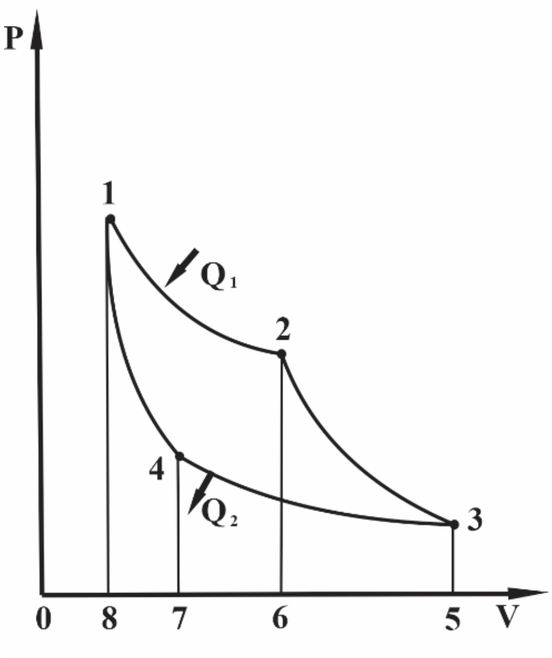


Рис. 6.8

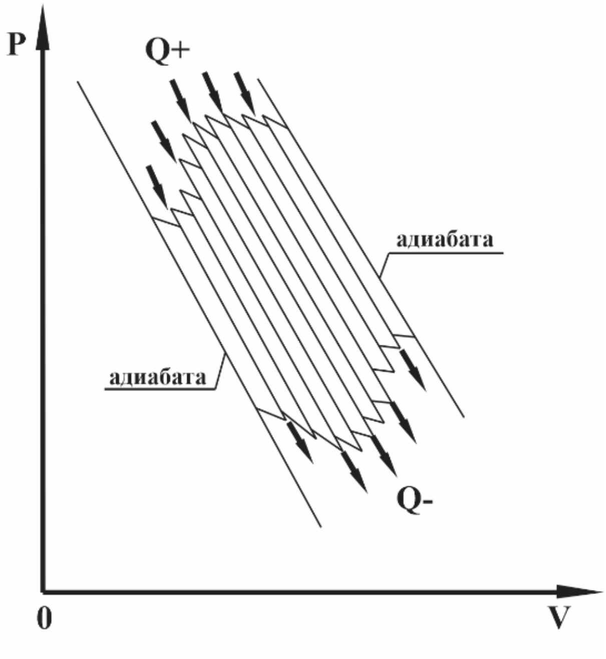


Рис.6.9

В охладитель при температуре T_2 отводится теплота, эквивалентная этой работе

$$Q_{3-4} = Q_2 = L_{3-4} = mRT_2 \ln V_3/V_4$$

Процесс 4-1 (адиабатное сжатие). На сжатие газа затрачивается работа, определяемая площадью 14781 и равная

$$L_{4-1} = mR(T_2 - T_1)/(k - 1) = - mR(T_1 - T_2)/(k - 1), \quad Q_{4-1} = 0.$$

Газ нагревается до температуры T_1.

Результаты цикла следующие. Полезная работа цикла определяется суммой работ, совершённых газом за весь цикл. Суммируя площади, выражающие работу газа в отдельных процессах с учётом знаков работы, находим пл. 12341 = пл.12681 + пл. 23562 – пл.43574 – пл.14781.» [Л.3 стр.67].

«Сказанное поясняется (Рис.6.9). Любой обратимый цикл произвольной конфигурации можно представить себе как совокупность элементарных циклов Карно, состоящих из двух адиабат и двух изотерм. В каждом из этих циклов подвод и отвод теплоты осуществляется по изотермам. Совокупность элементарных циклов Карно определяет площадь любого цикла и т.д.» [Л.4 стр.55-56.]

Можно продолжить цитировать различные литературные источники, однако, из них не следует наличие противоречий с законом сохранения энергии. И кажется, что их нет, и здесь мы оговариваем саму возможность выполнения различных процессов, ибо если любой процесс может протекать в материальном мире, то он не противоречит законам сохранения энергии, т.е. если он объективный и протекает без вмешательства человека. Но здесь и возникает вопрос, откуда возникают противоречия с законами сохранения энергии, а теперь заметим, что работа определяется площадью под процессом. Это утверждение в различных литературных источниках не имеет конкретной научной основы и, по-видимому, является аксиомой. В термодинамике используется две аксиомы.

Первая. Работа в адиабатном процессе лежит под процессом.

Вторая. Работа в изотермном процессе лежит под процессом.

Поэтому, чтобы понять и разобраться в гносеологии этих вопросов, мы вернёмся к более детальному рассмотрению процессов термодинамики и начнём с адиабатного процесса.

7.Адиабатный процесс.

Обратим внимание на (Рис.7.1). Сам процесс сжатия или расширения был выполнен экспериментально и детально измерен, и представлен в P–V координатах. Но теперь возникает вопрос: что такое плоская система координат и как она связана со свойствами материального мира? С той позиции, которую мы показали в теории чисел, плоская система координат является проекцией, или другое название тень. И теперь возникает вопрос: можно ли, решая задачу на уровне теней, получить полное и далее исчерпывающее представление об исследуемом объекте? Далее другой вопрос: можно ли решать задачу, оперируя P–V параметрами, без прямой взаимосвязи с весом и далее массой газа. Ответ очевиден. Нет! Поэтому покажем более полное представление адиабатного процесса на (Рис.7.1). На этом рисунке адиабатный процесс представлен кривой 1-2 в системе координат P-V-g где: P– давление газа, V– объём газа, g – удельная величина веса или массы газа. Произведение E= P×V×g представляет собой элемент внутренней энергии. Произведение V×g представляет вес или массу газа, которая в адиабатном процессе величина постоянная.

Мы показываем любую произвольную точку В на кривой 1-2, но т.к. адиабатный процесс имеет три проекции, то точка В также имеет три проекции.

Все проекции обладают свойством единства, ибо представляют или отображают одно и тоже состояние газа, или иначе характеризуют состояние натуральной величины, представленной газом. Теперь посмотрим на проекцию адиабатного процесса на плоскости V-g. На этой плоскости проекция адиабатного процесса представлена кривой, которая характеризует значение веса газа, или массы газа. Точка В имеет проекцию, представленную точкой В1, характеризующую состояние газа, а площадь В1– С1– 0 – С3 – В1 характеризует вес, или массу газа.

Любая точка на этой кривой, веса или массы газа, представлена произведением V×g = const. Но теперь если мы зададим любому человеку вопрос: сколько точек на этой кривой? То получим ответ: бесконечное множество точек. Но такой ответ является ложным! И здесь возникает вопрос: почему? Мы показываем состояние газа под поршнем на рисунке справа, из чего следует, что у нас имеется только одна масса газа, и именно этой массе газа соответствует одна и только одна точка на кривой.

Адиабатный процесс

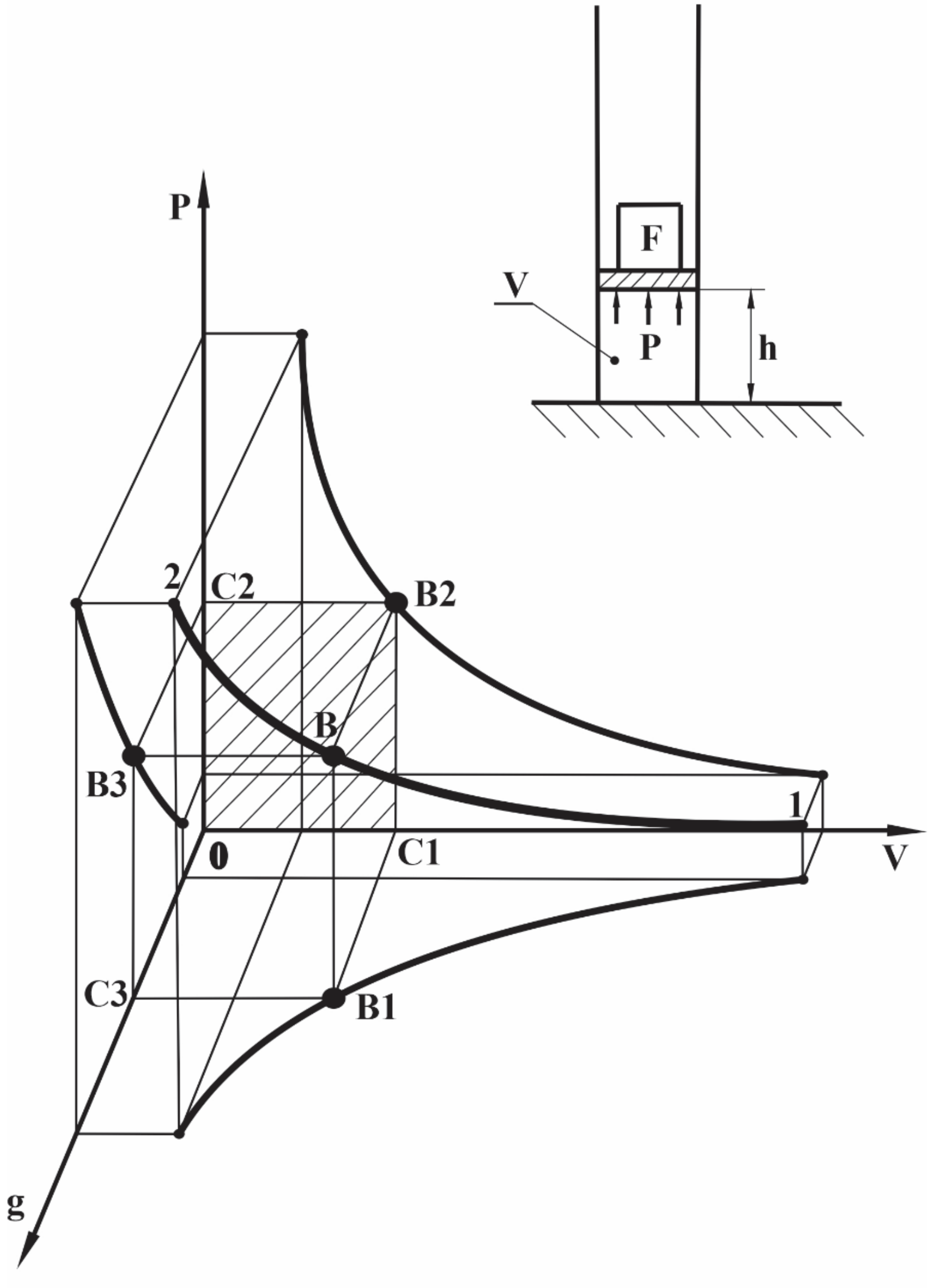


Рис.7.1

Теперь мы вынуждены дать определение кривой*: данная кривая — это возможное местоположение всего одной точки.*

Теперь посмотрим на P-V плоскость, на которой мы видим кривую адиабатного процесса и проекцию точки B на плоскости P-V, точку B2. Местоположение этой точки описывается произведением P×V, что представляет всю механическую работу, существующую в замкнутой системе и представленной площадью B2 – C2 – 0 – C1 – B2.

Но теперь возникает вопрос: а где площадь под процессом? Этой площади в P-V координатах нет вообще. И здесь возникает вопрос: почему? Ответ прост: данному состоянию газа соответствует одна и только одна точка, которой соответствует показанная площадь, ибо у нас нет данности утверждать, что газ может существовать в двух или более состояниях одновременно. Смотрим на площадь под процессом, эта площадь является мнимой и никак не связана прямо с механической работой в адиабатном процессе. Аксиомы Карно построены на чисто геометрическом восприятии вопроса, который имеет прямое нарушение закона взаимосоответствия, и как следствие, нарушение закона сохранения энергии. И здесь возникает вопрос: чем представлена работа газа. На формальном уровне A= P×V эту зависимость называют законом Бойля – Мариотта, она была найдена эмпирическим путём. Но ни Бойль, ни Мариотт не показали, чем и как представлена работа газа в P-V координатах, но эту попытку предпринял Карно. Дадим вывод формулы

$$A = P \times V$$

Для этого обратимся к (Рис. 7.1), на котором мы показываем справа цилиндр с поршнем, где расположен груз, давление газа уравновешивает поршень с грузом, а теперь посмотрим, как это положение груза отображается в числах. Обратим внимание на (Рис. 7.2), здесь мы показываем некоторое натуральное действительное число, которое характеризует натуральную величину, и её местоположение в системе координат. Наш груз на поршне мы представим натуральной величиной: $F = 4\ R^3$ по оси X. Высоту груза представим $h = 5\ R^3$ по оси Y. Потенциальная работа груза равна $A = F \times h$, что представляет собой площадь числа. Теперь выразим в числе потенциальную работу газа. Газ под поршнем имеет высоту $Y = h = 5R^3$. Но высота имеет размерность R^3, но это размерность элементарного объёма, эта размерность имеет площадь R^2, на которую приходится удельная величина давления газа P. Удельная потенциальная работа газа представлена $A = 5R^3 \times 1P$. $A = 5R^3 \times FP$ или в формальной записи

$$A = P \times V.$$

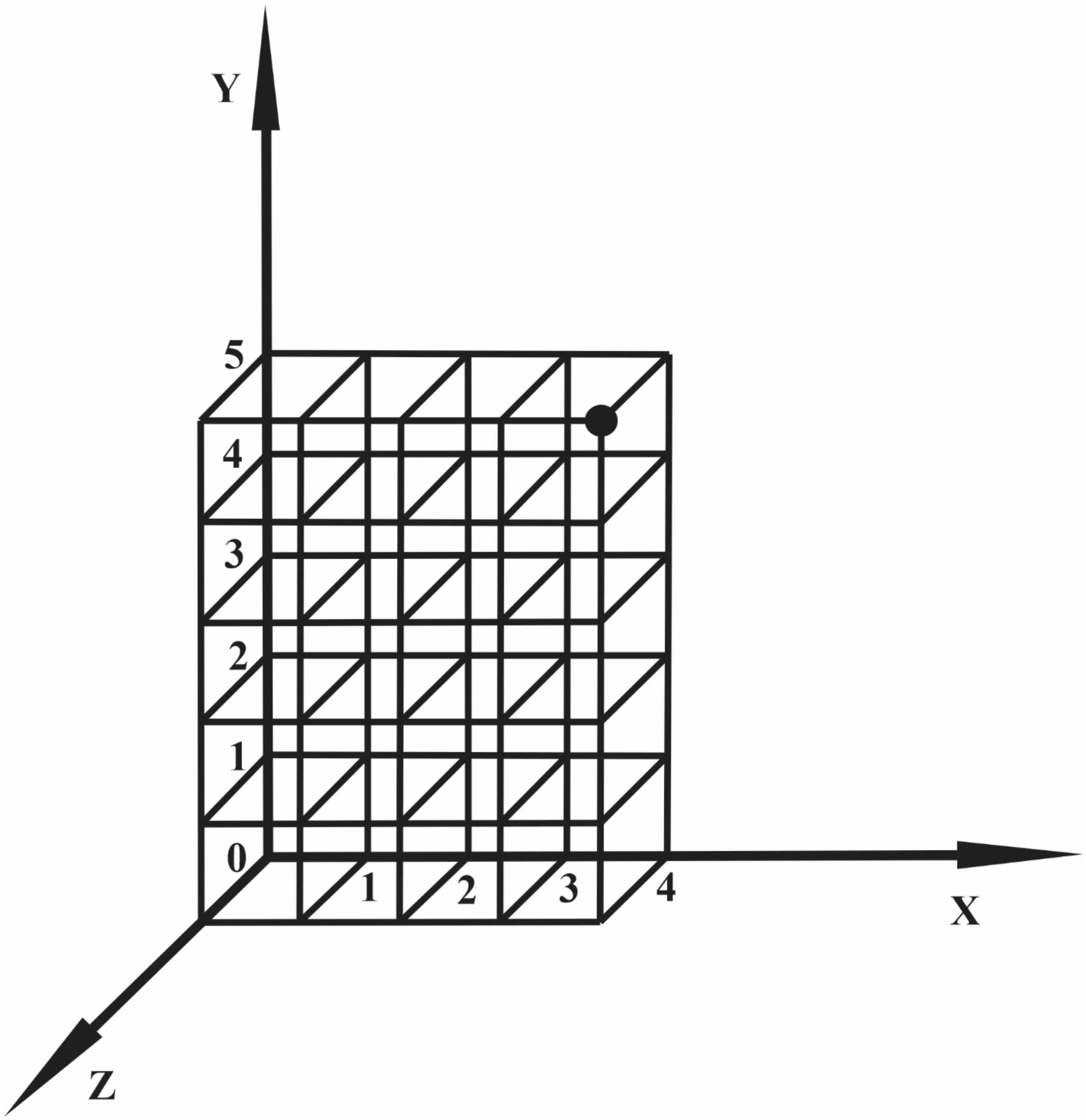


Рис.7.2

Где: P - представлено по Y, а V- представлено по X. Работа в системе координат дана площадью числа A= $YR^3 \times XR^3$ или в физических величинах A= P $f/R^2 \times VR^3$. Потенциальная работа груза и газа равны и в плоской системе координат представлены одной и той же площадью. Рассматривая представление работы в числах для газа и поднятого груза, мы вновь видим, несоответствие аксиом Карно ни с требованиями термодинамики, ни с позиции физики, ни с позиции математики.

Следующий процесс, который мы рассмотрим, это изобарный процесс. Работа в изобарном процессе лежит под процессом и в плоской системе координат показана на (Рис.6.3). Такое представление работы в изобарном процессе не имеет противоречий с законом взаимосоответствия и с законом сохранения энергии, как следствие.

Следующий процесс, который мы рассмотрим, это изохорный процесс.

8. Изохорный процесс.

Изохорный процесс протекает в замкнутой системе при постоянном объёме, взаимосвязь с массой газа определена также, как и в адиабатном процессе. Мы показываем изохорный процесс на (Рис.8.1)

Подвод теплоты к газу от точки 2 до точки 4 при постоянном объёме влечёт за собой увеличение давления, и как следствие, прямо пропорционально увеличивается количество потенциальной работы в системе, представленной площадью 2-4-6-Pc-2. В случае отвода теплоты в изохорном процессе от точки 4 до точки 3 работа, теряемая системой, представлена площадью 4-6-7-3-4.

Если изохорный процесс выполнен от точки 2 до точки 4, то полная работа в системе представлена площадью 4-6-0-5-4, которая представлена не только работой в изохорном процессе, но и в некотором другом, например, адиабатном процессе.

Следующий процесс, который мы рассмотрим, — это процесс изотермический.

Изохорный поцесс

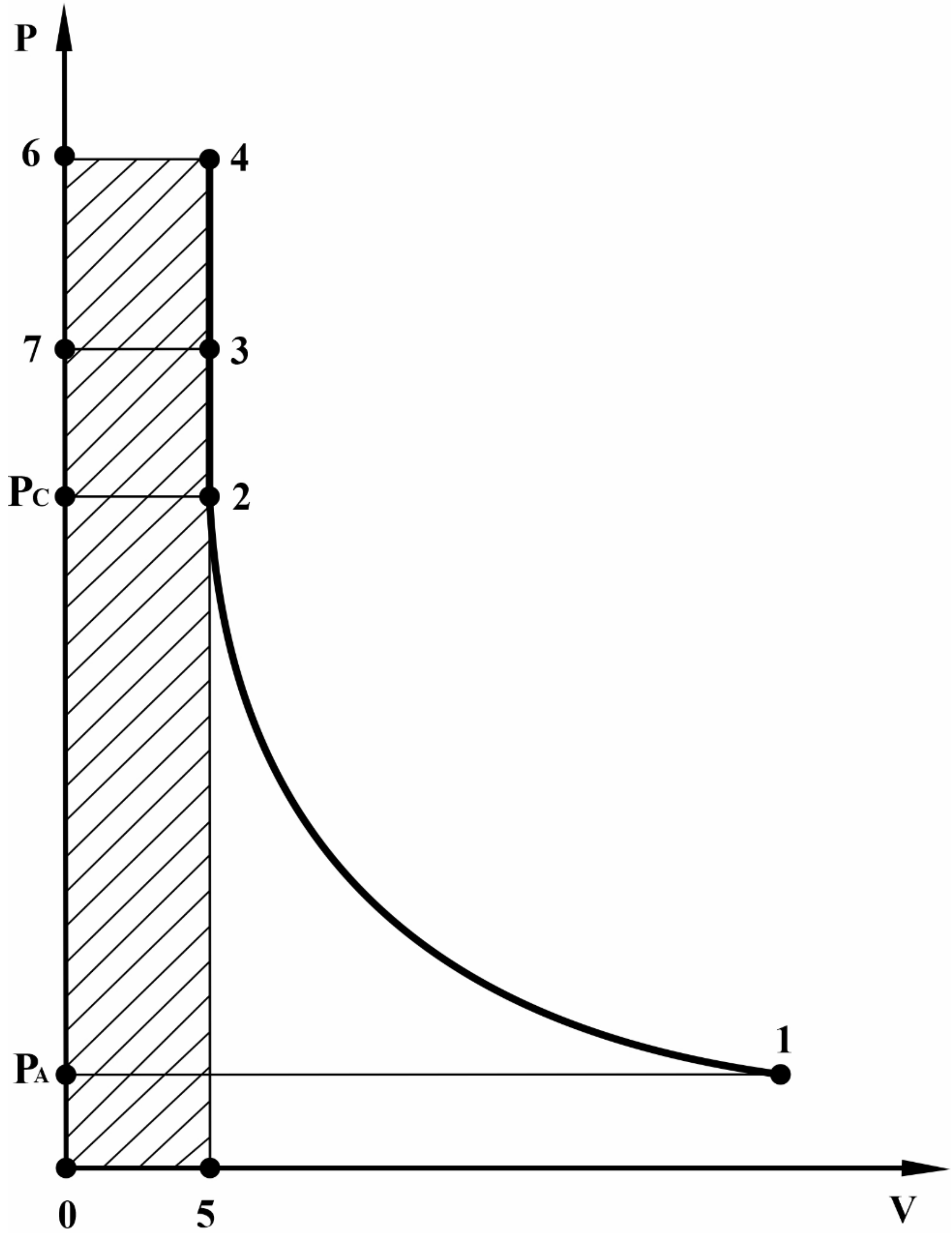


Рис. 8.1

9. Изотермический процесс

Изотермический процесс протекает в замкнутой системе с подводом теплоты в процессе расширения таким образом, что температура газа остаётся постоянной. Очевидно, что изотермический процесс — это сложный процесс, но главное определено тем, что в этом процессе вся теплота переходит в механическую работу, а вся механическая работа отдаётся внешнему потребителю. Что означает полное выполнение закона сохранения энергии. Изотермический процесс мы показываем на (Рис. 9.1), представленный кривой 2-3, но теперь, очевидно, мы не можем выполнить изотермный процесс, если состояние газа не имеет предварительного сжатия. Поэтому мы показываем адиабату сжатия 1-2, но таким образом мы рассматриваем процессы в диапазоне давлений между Pa и Pc. Далее можно рассматривать процессы между P0 и Pc, но и в первом, и во втором случае процессы типичны. Теперь возникает вопрос, сколько работы мы можем получить в изотермном процессе? Увидеть это на графике изотермного процесса не представляется возможным, ибо в процесс поступает некоторая часть теплоты и отводится некоторая часть механической работы.

Увидеть всю работу в изотермном процессе мы сможем, если разложим изотерму на более простые процессы, а именно: на изобарный подвод теплоты и последующий адиабатный процесс расширения, где в изобарном процессе мы подведём количество теплоты, равной количеству теплоты, подведённой в изотермном процессе.

Такое действие приводит к состоянию газа, соответствующее точке 4. Не трудно видеть, что, выполняя изобарный подвод теплоты, начальная температура в точке 2 представлена некоторой температурой (T); после подвода теплоты в точке 4 температура представлена значением (T+Δt), далее из точки 4 мы выполним адиабатный процесс расширения газа и попадём в точку 3. Выполняя адиабатный процесс из точки 4 к точке 3, мы понизим температуру от значения (T+Δt) до значения (T), т.е. газ в точке 2 и точке 3 имеет одно и тоже значение температуры (T), что указывает на одинаковое количество работы, отданное внешнему потребителю, ***как в изотермном, так и в изобарном с последующим адиабатным процессом расширения.***

Изотермический процесс

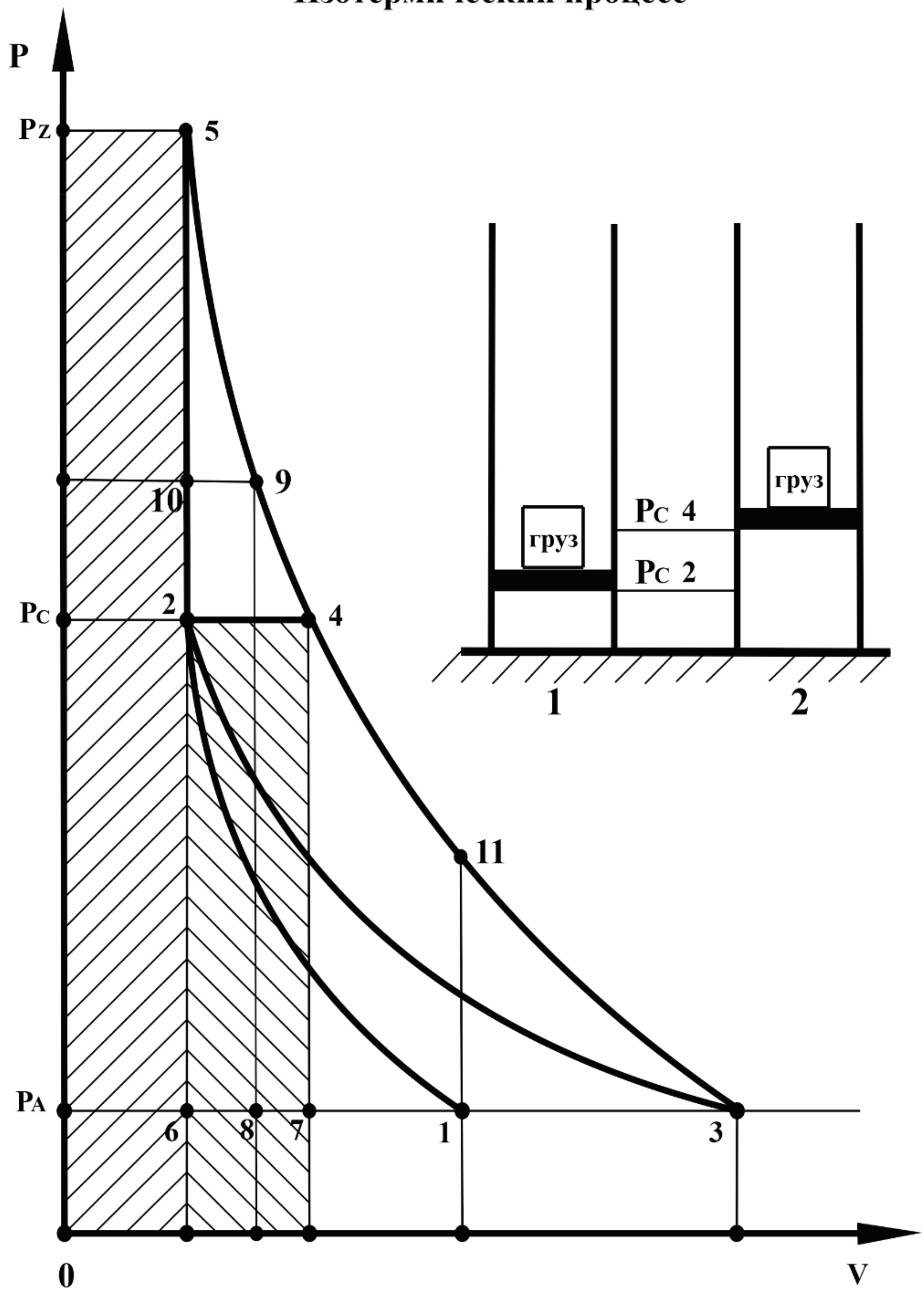


Рис.9.1.

Мы можем выполнить обратный процесс, т.е. из точки 3 выполним адиабатный процесс сжатия до точки 4 и получим температуру газа (Т+Δt), далее выполним изобарный отвод теплоты на величину температуры Δt и попадём в точку 2, имеющую температуру (Т). Что ещё раз указывает на равенство работ, или иначе, одно и тоже количество теплоты производит одно и тоже количество полезной работы. Эта работа представлена площадью под изобарой 2-4-7-6-2 и является всей потенциальной полезной работой, которую может получить внешний потребитель. Получение работы, сверх показанной, прямо противоречит закону сохранения энергии. Эта работа имеет конкретный физический смысл. Состояние системы в точке 2 мы показываем на рисунке справа, позиция 1. Под поршнем газ находится в состоянии конца сжатия и давление равно (Рс). Выполняя изобарный подвод теплоты к системе, рабочее тело увеличивает свой объём при постоянном давлении (Рс), что влечёт за собой подъём груза, соответствующее позиции (Рс4), что и представляет изменение потенциальной, или внутренней энергии системы.

В точке 4 система имеет полную работу, которая включает в себя затраченную и полезную; выполняя адиабатный процесс расширения 4-3 система отдаёт внешнему потребителю полную работу, представленную площадью P_A-Рс-2-4-7-6-P_A. Затраченная работа является возвратной, и поэтому полезная работа есть разность между полной и затраченной работой. Критерием полного выполнения процесса — это равенство начальных и конечных параметров газа. Например, изотермный процесс мы можем выполнить при условии наличия адиабатного процесса 1-2, далее выполняется изотермный процесс 2-3. Точка 1 и 3 лежат на изобаре P_A. Точка 2 лежит на изобаре Рс.

Для изобарного подвода теплоты точка 2 является обшей и лежит на Рс. Из точки 4, выполняя адиабатный процесс, мы приходим к точке 3, лежащей на P_A, следовательно, начальные и конечные параметры газа равны. Равна и температура газа в точке 2 для изотермы и для изобарного подвода теплоты в точке 3. Мы сравнили два процесса подвода теплоты, теперь рассмотрим третий и сравним его с изотермой.

10. Сравнение изохорного и изотермного процессов.

Изохорный процесс подвода теплоты мы показываем на Рис. 9.1, который представлен точками 2-5 с тем условием, что количество теплоты, подведённой в изохорном и изотермном процессах, одинаково. Далее из точки 5 мы выполним адиабатный процесс расширения газа 5-4-3, обратим внимание на то, что начальные и конечные параметры газа равны, а именно: начало изохорного процесса расположено в точке 2 и является общим для изотермы и для изобары. Из точки 5, выполняя адиабатный процесс, он заканчивается в точке 3, изотерма также заканчивается в точке 3.

Теперь возникает вопрос: сколько полезной работы мы можем получить? Количество работы в изохорном процессе известно и представлено площадью полной работы 6-PA-Pz-5-6, которая включает в себя площадь затраченной работы 6-PA-Pc-2-6 и разность полной и затраченной работы; полезная работа представлена площадью 2-Pc-Pz-5-2. Но теперь возникает вопрос: чем представлена работа по мере выполнения адиабатного процесса 5-4-3? Это можно понять, рассматривая, как протекает этот процесс в цилиндре под поршнем. На Рис.9.1 (справа позиция 1) показан цилиндр с поршнем, имеющий положение поршня, соответствующее концу сжатия газа в цилиндре, а газ имеет давление Pc и объём Vc.

Мы рассматриваем изохорный процесс подвода теплоты как быстрый, влекущий быстрое повышение давления под поршнем, но т.к. на поршне расположен груз, обладающий большой инерцией, то поршень с грузом начнёт медленно подниматься вверх, по мере снижения давления до Pc наступит равновесие и поршень остановится. Это положение соответствует точке 4 на Рис. 9.1.

Физический смысл процесса 5-4 определён тем, что это подъём груза. Можно показать, что потенциальная работа в точке 4 представлена площадью 4-7-6-2-4. Она равна потенциальной работе в изотермном и изобарном процессах подвода теплоты. Последующее адиабатное расширение из точки 4 к точке 3 показывает, что внешний потребитель получает одинаковое количество работы, которое не зависит от формы подвода теплоты, что полностью удовлетворяет выполнение закона сохранения энергии.

Обратим внимание, как ведётся количественная оценка работы. Любая количественная оценка является относительной, т.е. во сколько раз одно больше или меньше другого, но теперь нам необходимо некоторую работу принять за единицу. Удобно принять за единицу затраченную работу, а отношение полной работы к затраченной показывает, во сколько раз полная работа больше затраченной.

Затраченная работа характеризуется степенью сжатия, которая указывает, во сколько раз мы сжали газ, степень расширения указывает, во сколько раз мы расширили газ. В адиабатном процессе степень сжатия и расширения равны, что определяет количество затраченной работы на сжатие газа, именно как равное, полученное в процессе расширения. И именно это условие удовлетворяет выполнению закона сохранения энергии для адиабаты.

Теперь можно увидеть две формы измерения работы: в изохорном процессе полная работа представлена $A = P_z \times V_5$, в изобарном процессе полная работа представлена $A = P_c \times V_4$. Полное уравнение имеет вид:

$$P_z \times V5 = P_c \times V4 \qquad (8.1)$$

Этот тип уравнения в термодинамике известен давно и представляет закон сохранения внутренней энергии газа.

11. Комбинированный способ подвода теплоты.

Мы рассмотрим ещё один способ подвода теплоты - комбинированный, который включает в себя изохорный и изобарный подвод теплоты, показанный на Рис.9.1. Подвод теплоты выполнен по изохоре 2-10 и изобаре 10-9. Далее следует адиабатное расширение 9-3, но эта адиабата имеет участок 9-4, где точка 4 лежит на изобаре Pc. На примере изохорного и изобарного подвода теплоты, мы видели, что это изменение внутренней энергии газа, которую можно измерить высотой поднятого груза. Однако, количество теплоты, подведённой к газу в изохорном процессе 2-10 и изобарном процессе 10-9, равно количеству теплоты, подведённой в изотермном или изобарном процессе.

Следовательно, комбинированный способ подвода теплоты влечёт за собой одинаковую высоту поднятого груза.

Далее следует адиабата 4-3 - отдача полной работы внешнему потребителю, которая одинакова для всех форм подвода теплоты.

Критерием отдачи полной работы внешнему потребителю является равенство, степени сжатия и степени расширения, где начало степени расширения в цикле лежит на Рс.

Рассматривая процессы подвода теплоты, мы видим, что любые процессы подвода теплоты, протекающие над Рс, прямо связаны с изменением потенциальной энергии газа, выраженной высотой поднятого груза, и как следствие, все процессы подвода теплоты, протекающие над Рс, необходимо приводить к изобаре Рс, ибо начало отдачи полной работы внешнему потребителю лежит на Рс, в нашем примере это точка 4.

12. Циклы тепловых машин.

Совокупность теплосиловых процессов, дающих положительный эффект, называют циклом. Мы рассмотрим цикл тепловой машины с изотермным подводом теплоты, он показан на (Рис. 6.8) и включает в себя 1-2 - изотермный подвод теплоты, 2-3 - адиабатный процесс расширения газа. Далее 3-4 изотермный процесс сжатия, 4-1 сжатие по адиабате. Такой цикл известен как цикл Карно. Этот цикл является обратимым циклом, площадь полезной работы в этом цикле равна нулю.

Сам цикл Карно по процессам не имеет противоречий с законом сохранения энергии. Далее, опираясь на аксиомы Карно, выводится утверждение, что полезная работа в любом цикле равна площади цикла, имеющая абсурдный характер. Теперь затронем вопрос о КПД тепловой машины: "…для термического КПД цикла Карно:

$$\eta_т = (T_1 - T_2) / T_1 \qquad (3.32).$$

Как видно из (3.32) значение $\eta_т$ зависит от T_1 и T_2. При этом $\eta_т$ тем больше, чем больше разница между T_1 и T_2. Термический КПД цикла Карно обращается в единицу в двух практически недостижимых случаях: либо когда $T_1=\infty$, либо когда $T_2=0$. „ (Л.4 стр.54.) Такая оценка КПД тепловой машины весьма абстрактна и не способствует пониманию природы тепловой машины

Теперь мы сможем показать, почему КПД в воздушном цикле Николауса Августа Отто значительно больше, чем в реально измеренном цикле.

Цикл Отто мы показываем на (Рис 12.1), он включает в себя процессы 1-2 - сжатие газа, 2-3 - изохорный процесс подвода теплоты, 3-5 - процесс расширения газа, 5-1 - условно замыкающий процесс отвода теплоты. Согласно аксиоматике Карно, полезная работа в цикле Отто

представлена площадью цикла 1-2-3-5-1, которая получается, как разность площади под процессом 3-5 и площади под процессом 1-2. Как следствие, площадь 2-3-4-2, как часть полезной работы в цикле, расположена над P_c. Однако, над P_c мы принципиально не можем получать полезную работу, ибо это прямо противоречит закону сохранения энергии, мало того, это прямо противоречит даже определению полезной работы.

Ибо полезная работа — это разность между полной работой и затраченной, поэтому мы последовательно рассмотрим все процессы, входящие в цикл Отто, опираясь на закон взаимосоответствия, и сравним работу в процессах с высотой поднятого груза.

Процесс 1-2 - сжатие газа — это первый процесс, который необходимо выполнить. Мы его представим, как последовательное увеличение груза на поршне, а по мере увеличения груза увеличивается и сжатие газа и при некотором значении груза на поршне давление газа, уравновешивающее вес груза, будет иметь значение P_c. Работа, запасённая в газе, будет представлена площадью 8-2-P_c-P_a-8, и это вся работа в газе, существующая в замкнутой системе над P_a.

Следующий процесс 2-3 - изохорный подвод теплоты, который представлен площадью работы 2-3-P_z-P_c-2. Полная, или вся работа в замкнутой системе после подвода теплоты над P_a, представлена площадью 8-3-P_z-P_a-8 и описывается уравнением $A_p = V_2 \times (P_z - P_a)$. Сам изохорный подвод теплоты мы рассматриваем как быстрый процесс, влекущий за собой быстрое увеличение давления под поршнем, и как следствие, поршень с грузом поднимается вверх, и это движение заканчивается при достижении давления под поршнем значения P_c. На (Рис. 12.1) мы показываем положение поршня в позиции 2.

Процесс увеличения объёма газа под поршнем показан адиабатой 3-4. Полная работа в замкнутой системе представлена уравнением $A_p = (P_c - P_a) \times V_4$. Процесс 3-4 — это изменение удельной энергии газа, не влекущей за собой отдачу полезной работы, он характеризуется как коэффициент предварительного расширения $\rho = V_4/V_2$, указывающий во сколько раз полная работа увеличилась и стала больше затраченной, ибо полная работа в этом процессе сохранима и представлена уравнением

Цикл Отто

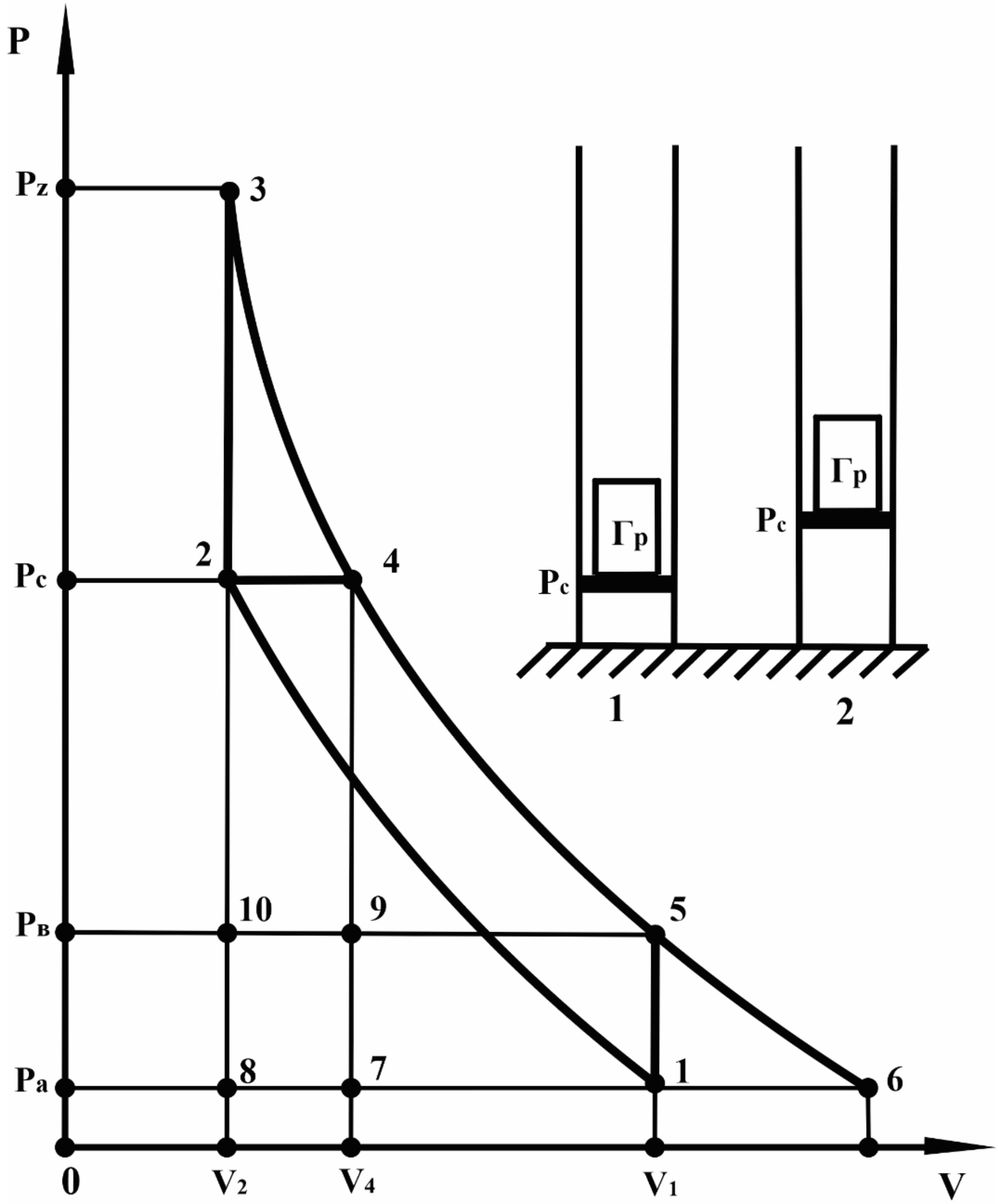


Рис. 12.1

$$(P_c - P_a) \times V_4 = V_2 \times (P_z - P_a) .$$

Из этого следует, что подвод теплоты над P_c может протекать в различных процессах, но они не влияют на количество получаемой работы, ибо существенным является именно количество подведённой теплоты, что определяется значением $\rho = V_4 / V_2$.

Отдача полной работы внешнему потребителю именно в цикле, имеет своё начало и представлено точкой 4, лежащей на P_c, с последующим движением поршня, и как следствие, уменьшения груза на поршне. Сам процесс отдачи полной работы внешнему потребителю представлен адиабатой 4-6, а в цикле Отто 4-5. Цикл Отто относится к категории неполный цикл. И здесь возникает вопрос: что такое полный цикл?

Полный цикл — это цикл, в котором отдача полной работы имеет предел, определённый возможностями природы. Он включает в себя процесс сжатие газа, представленный степенью сжатия $\varepsilon_c = V_1/V_2$. Процесс подвода теплоты в любой форме характеризуется $\rho = V_4 / V_2$. Процесс расширения газа определяется степенью расширения $\varepsilon_p = V_6/V_4$. В данном случае полный цикл протекает над P_a и его характеристикой является $\varepsilon_c = \varepsilon_p$, это означает, объём газа V_4, полученный после подвода теплоты, необходимо расширить в`ε_c раз, что позволяет достичь давление, равное P_a. Полный процесс расширения газа в полном цикле, включая подвод теплоты, составляет $\varepsilon_p \times \rho$ раз. Для наглядности покажем полный цикл в цифрах. Степень сжатия $\varepsilon_c = \varepsilon_p = 10$, для подвода теплоты $\rho = V_4 / V_2 = 2$, полное расширение $\varepsilon_p \times \rho = 20$.

При этих условиях отдаётся вся предельно возможная полная работа внешнему потребителю, которую можно получить между P_a и P_c.

Следующий этап в реализации цикла — это приведение системы к начальному состоянию. Осуществить это возможно двумя путями. Первый путь подразумевает протекание цикла в замкнутой системе и, следовательно, после достижения давления P_a, газ поступает в теплообменник и, охлаждаясь, сжимается до V_1, затем цикл повторяется. Второй путь подразумевает сброс отработанного газа в атмосферу и забор из атмосферы свежего газа с начальными параметрами, что позволяет повторить цикл.

Для повторения цикла необходимо выполнить процесс сжатия, работа, затрачиваемая на сжатие газа, является возвратной и вычитается из полной работы, после этого потребитель получит полезную работу.

Теперь с этой позиции мы и посмотрим на цикл Отто. В формуле КПД для цикла Отто принято равенство $\varepsilon_c = \varepsilon_p$, но оно относится к геометрическому ходу поршня при сжатии и расширении по адиабате 1-2 и 2-1. Степень расширения именно в цикле и далее в любом цикле, и в том числе Отто, определяется из соотношения полного расширения в цикле, $\varepsilon_p \times \rho = \varepsilon_п$. Используя наш пример в цифрах, получим $\varepsilon_p \times 2 = 10$, очевидно $\varepsilon_p = 5$, что указывает на наличие просчёта в определении КПД в цикле Отто, и это следствие аксиоматического подхода в понимании работы тепловой машины, влекущий абсурдный результат, и как следствие, теоретический КПД значительно выше реального, ибо теоретический КПД абсолютно не учитывает реальные потери работы в цикле Отто, а они представлены.

Процесс расширения газа с отдачей полной работы внешнему потребителю имеет начало в точке V_4, лежащей на Рс, и прекращается в точке 5, но так как процесс расширения не является полным ($\varepsilon_p = 5$), давление газа в точке 5 значительно превосходит Ра и называется давлением выхлопа, при этом теряется часть полной работы, представленной площадью 1-5-Рв-Ра-1, т.е. и полезной, и затраченной.

Последующий процесс сжатия газа протекает за счёт возвратной работы, которая является неполной, и недостаток компенсируется из полезной работы.

Подобного рода потери не являются необходимыми и есть следствие несовершенства конструкции двигателя, *или конструкция не соответствует требованиям термодинамики.*

Теперь рассмотрим, существует ли полезная работа над Рс? По определению, полезная работа — это разность между полной работой и затраченной. В реальных ДВС с циклом Отто полная работа отдаётся маховику, далее маховик отдаёт часть полной работы на сжатие газа, на маховике остаётся полезная работа, но таким образом получить полезную работу над Рс принципиально невозможно.

Если внешний потребитель получит полезную работу, как существующую над Рс, то далее внешний потребитель должен получить полную работу в процессе расширения 4-6, то есть, внешний потребитель получит полную работу и полезную над Рс.

Что принципиально невозможно, ибо такое получение полезной работы прямо противоречит закону сохранения энергии, ибо полная

работа — это вся работа, которую возможно отдать внешнему потребителю.

Покажем иначе наличие или отсутствие полезной работы над Pc. Мы можем подвести теплоту к газу в замкнутой системе по изохорному процессу, а площадь полной работы представлена 8-3-Pz-Pa-8.

Теперь такое же количество теплоты подведём к газу по изобаре, а полная работа представлена площадью 7-4-Pc-Pa-7. Согласно закону сохранения энергии, одинаковое количество теплоты производит одинаковое количество полезной работы.

Полезная работа в изохорном процессе представлена площадью 2-3-Pz-Pc-2.

Полезная работа для изобарного процесса представлена площадью 7-4-2-8-7. Эти площади равны, площади полных работ также равны.

Расположение этих площадей прямо показывает невозможность существования площади полезной работы над Pc, ибо такая площадь полезной работы противоречит закону сохранения энергии. Подобные противоречия с законом сохранения энергии существуют, как следствие аксиом Карно, которые создают превратное понимание природы тепловых машин.

Следующий цикл тепловой машины. Это цикл с изобарным подводом теплоты. Впервые ДВС с изобарным подводом теплоты был запатентован Рудольфом Дизелем. Мы покажем этот цикл на (Рис.12.1), он представлен следующими процессами: процесс сжатия газа 1-2; изобарный подвод теплоты 2-4; последующий процесс расширения или отдачи полной работы внешнему потребителю 4-5; условно замыкающий процесс 5-1.

Очевидно, что цикл Дизеля является неполным циклом и также, как и цикл Отто, имеет не производительные потери полной работы на выхлопе, что явно указывает на несоответствие конструкции ДВС требованиям термодинамики.

Следующий цикл, которого мы коснёмся, это цикл с комбинированным подводом теплоты, который включает в себя следующие процессы: сжатие газа, подвод некоторой части теплоты по изохоре и далее подвод теплоты по изобаре. Следующий процесс — это процесс расширения, или процесс отдачи полной работы внешнему потребителю.

Этот цикл известен как цикл Тринклера-Сабатэ, который также является неполным и не имеет полезной работы над Pc, и так же, как в цикле Дизеля, существуют большие непроизводительные потери на выхлопе полной работы, далее, как у всех ДВС, тепловые потери.

ЦИКЛ КАРНО

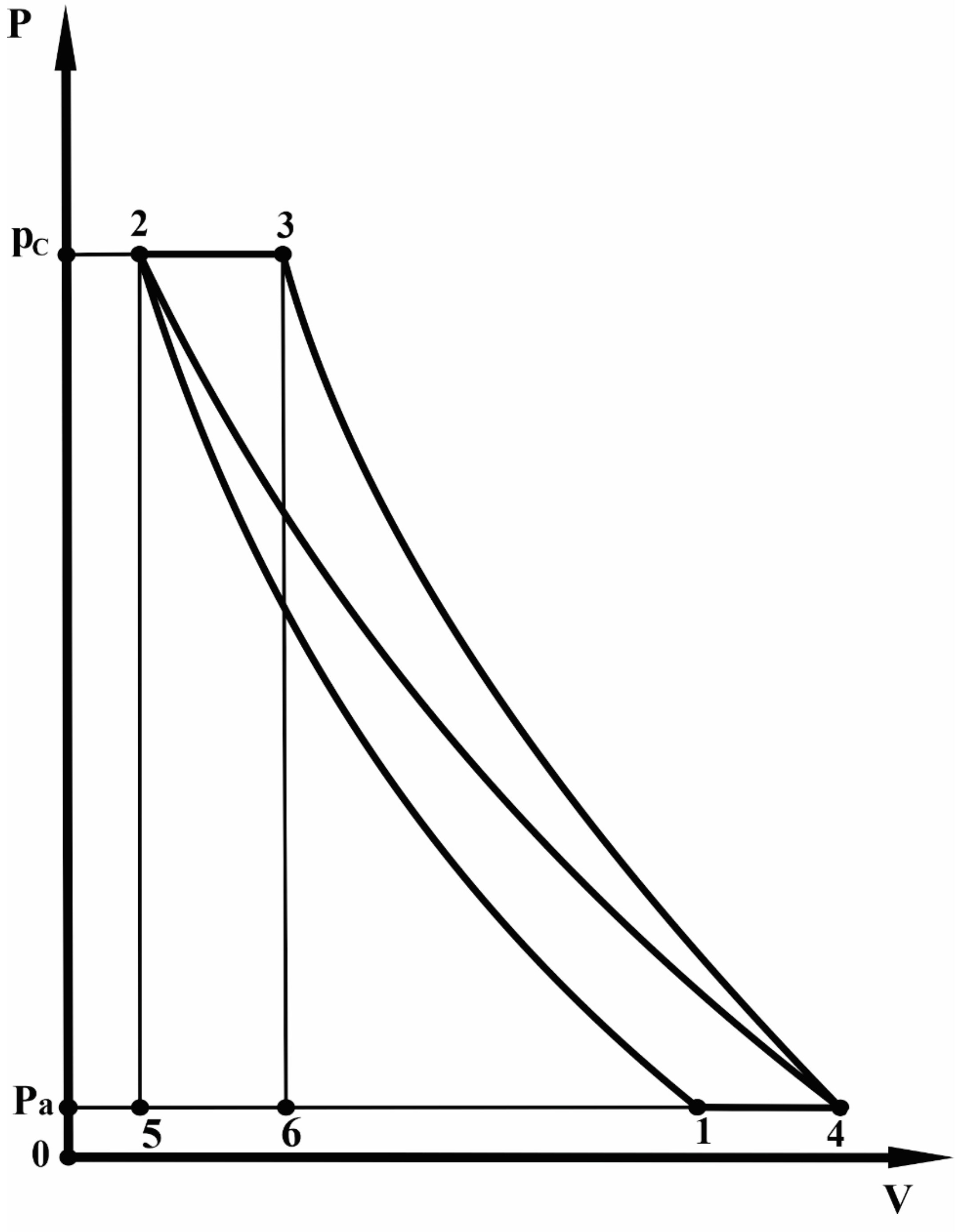


Рис. 12.2

Экология выхлопных газов, крайне оставляет желать лучшего.

Мы рассмотрим ещё один цикл, который известен как цикл Карно. Мы иллюстрируем его на Рис. (12.2). Классический цикл Карно включает в себя две изотермы и две адиабаты, но наличие или отсутствие адиабаты в цикле никак не меняет ни физический, ни количественный смысл цикла тепловой машины.

Ибо изотермный процесс — это адиабатный процесс с подводом теплоты, в котором температура остаётся величиной постоянной. Поэтому мы рассматриваем цикл тепловой машины, включающий две изотермы.

Подвод теплоты выполним по изотерме 2-4, но изотерма — это сложный процесс. И для более ясного понимания природы тепловой машины, мы разложим изотерму на более простые процессы, а именно на изобарный подвод теплоты 2-3 и адиабатный процесс расширения 3-4. Становится очевидным, что в изотермном процессе 2-4 мы отдаём всю работу внешнему потребителю, но и при изобарном подводе теплоты 2-3 с последующим адиабатным расширением 3-4 мы также отдаём всю работу внешнему потребителю, и как элемент цикла, путь 2-4 и путь 2-3-4 между собой энергетически равнозначны.

Теперь из точки 4 мы можем выполнить изотермный процесс 4-2 и получим обратимый цикл, включающий в себя две изотермы. И здесь возникает вопрос: чем определена полезная работа в таком цикле? Мы не можем показать всю полезную работу в изотермном процессе, т.к. в точке 2 представлена площадь 2-Рс-Ра-5-2, представляющая затраченную работу на сжатие газа.

После выполнения изотермы в точке 4 газ уже отдал всю возможную работу и имеет остаточную работу, представленную под изобарой Ра. В любой промежуточной точке между точкой 2 и точкой 4 состояние газа будет иметь только некоторую часть полной работы, что является следствием совмещённого подвода теплоты и отдачи полной работы внешнему потребителю. Но так как одно и тоже количество теплоты производит одно и тоже количество механической работы, мы и можем разложить изотерму на изобару, с последующей отдачей полной работы внешнему потребителю.

Полная работа лежит под изобарой Рс-3 и представлена площадью Рс-3-6-Ра-Рс, это полная работа, как для цикла с изотермным подводом теплоты, так и для цикла с изобарным подводом теплоты. Но теперь выполним обратный изотермный процесс 4-2, в этом процессе внешний потребитель возвращает в систему полную работу и у потребителя остаётся 0 работы.

Становится очевидным, если мы реализуем классический цикл Карно, то количество полезной работы также равно нолю. Возникает

вопрос: каким образом внешний потребитель может получить полезную работу?

Покажем цикл с подводом теплоты по изотерме. Из точки 2 выполним изотермный процесс 2-4, при этом внешний потребитель получит полную работу, площадь, которой равна Рс-3-6-Ра-Рс, далее для реализации цикла выполним отвод теплоты по изобаре 4-1, затратив работу на сжатие газа.

Далее выполним сжатие газа по адиабате 1-2, вычитая затраченную работу на сжатие из полной работы у внешнего потребителя, и у него остаётся полезная работа, представленная площадью 2-3-6-5-2. Покажем эквивалентный цикл с изобарным подводом теплоты. Из точки 1 выполним адиабатный процесс сжатие газа 1-2, далее выполним изобарный подвод теплоты 2-3, далее выполним адиабатный процесс расширения газа с отдачей полной работы внешнему потребителю 3-4, далее выполним процесс отвода теплоты по изобаре 4-1, затратив работу на сжатие газа. Далее выполним сжатие газа по адиабате 1-2, вычитая затраченную работу на сжатие из полной работы у внешнего потребителя, и у него остаётся полезная работа, представленная площадью 2-3-6-5-2. Эти площади одинаковы и количество полезной работы в этих циклах равны, *изотерма является диагональю полного цикла.*

Не будет лишним рассмотрение вопроса, что такое КПД тепловой машины? Казалось бы, можно пользоваться формулой Карно, но она даёт субъективный результат, ибо теплота и температура — это всего лишь условия появления возможностей для реализации тепловой машины. И здесь возникает вопрос: что такое полезное действие? Для нас полезным действием является механическая работа, и нам важно, сколько мы можем получить полезной работы и каков возможный максимум этой работы. Очевидно, работа прямо связана с таким параметром газа, как давление. Тепловая машина использует именно перепад давлений, и полезность тепловой машины можно оценить.

$$\text{КПД} = \frac{P_с - P_к}{P_с}$$

Где: $P_с$ - давление конца сжатия. $P_к$ – конечное давление процесса расширения газа.

Очевидно, КПД не зависит от теплоёмкости газа.

Становится понятной необходимость всемерного увеличения степени сжатия с целью увеличения экономичности ДВС. Степень сжатия имеет ещё один физический смысл — это удельная энергоёмкость тепловой машины.

Мы показали все известные формы подвода теплоты и возможные теплосиловые циклы, но теперь становится очевидным, что *тепловое совершенство машины определяется реализацией именно полного цикла,* а полный цикл может быть выполнен с изохорным подводом теплоты, с комбинированным изохорно- изобарным подводом теплоты, с изобарным подводом теплоты, с изотермным подводом теплоты и далее с некоторым подводом теплоты. И здесь возникает вопрос: какой именно цикл наилучший для ДВС? Для чёткого понимания этого вопроса мы ознакомимся с одним весьма важным фактом, который иллюстрируем на (Рис. 12.3).

На T;S диаграмме мы показываем полный цикл, представленный процесс сжатия 1-2, процесс подвода теплоты по изохоре 2-3, процесс полного расширения 3-4, замыкающий изобарный процесс 4-1.

Такой цикл известен как цикл Аткинса. Для бензиновых ДВС степень сжатия, как для цикла Отто, так и для цикла Аткинса, одинакова и составляет ε= 8-10. Теперь при той же степени сжатия, покажем подвод теплоты по изобаре 2-5 с условием, что количество теплоты как в изохорном, так и в изобарном процессах равны. Теперь на диаграмме видно, что степень сжатия для цикла Отто, так и для цикла Аткинса, одинакова и составляет ε= 8-10.

Теперь при той же степени сжатия покажем подвод теплоты по изобаре 2-5 с условием, что количество теплоты и в изохорном, и в изобарном процессах равны. Теперь на диаграмме видно, что верхний предел температур в точке 5 значительно ниже, чем при изохорном подводе теплоты в точке 3. Возможности увеличить степень сжатия в изохорном процессе для современных ДВС практически исчерпаны, и температура в точке 3 наиболее оптимизирована для горения топлива. Поэтому сохраним температуру в точке 3 неизменной. И здесь возникает вопрос: существует ли возможность увеличить степень сжатия бензиновых ДВС? Наш ответ: да такая возможность существует, покажем её.

Для этого увеличим степень сжатия на величину перепада температур 5-3 и получим температуру степени сжатия в точке 6, из этой точки мы и выполним изобарный подвод теплоты и получим температуру в точке 3.

ИЗОБАРНЫЙ И ИЗОХОРНЫЙ ПРОЦЕСС

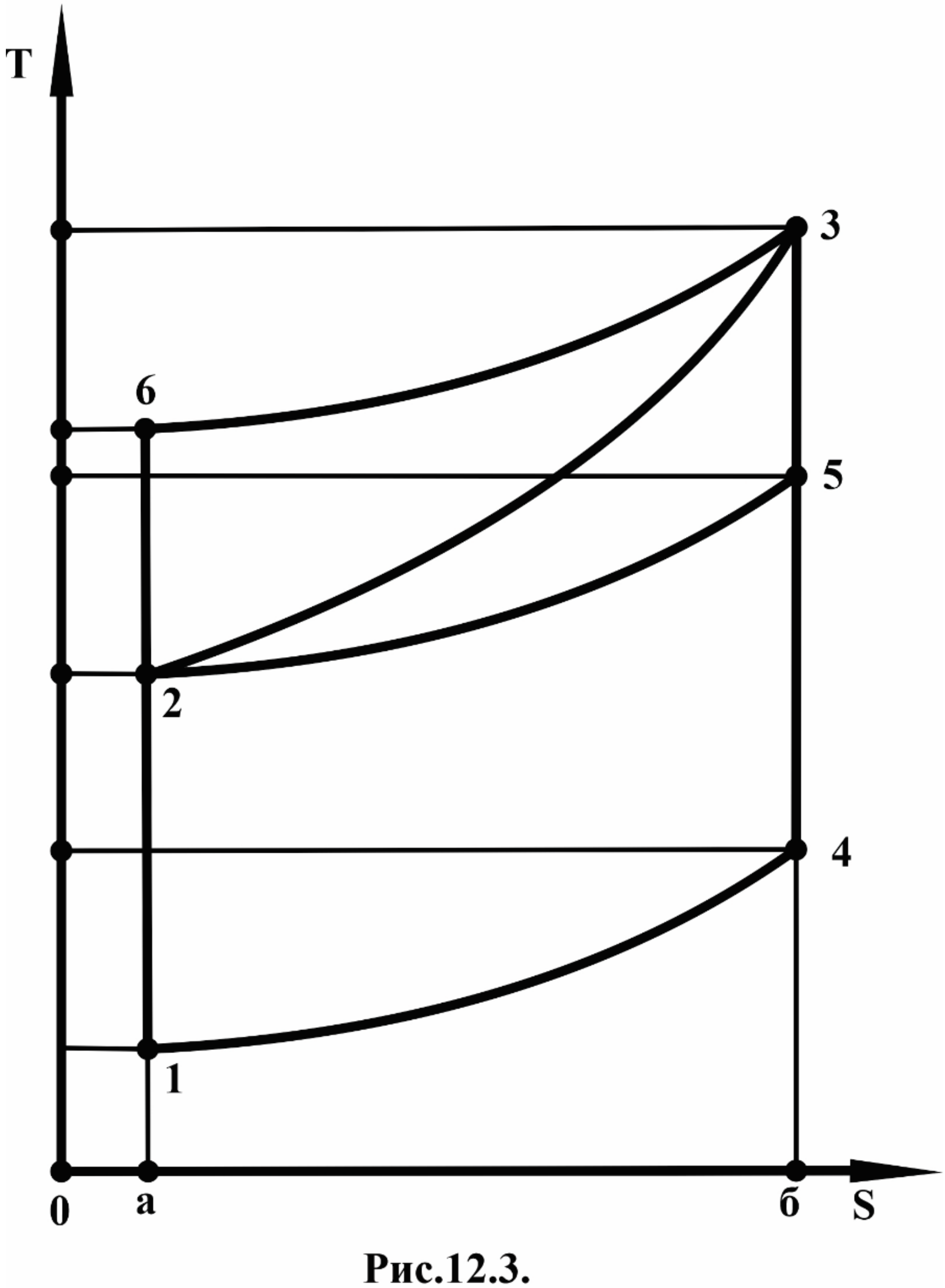


Рис.12.3.

Весь цикл будет представлен: 1-6 сжатие газа; 6-3 изобарный подвод теплоты; 3-4 процесс расширения с отдачей, всей полной работы, внешнему потребителю; 4-1 изобарный отвод теплоты в цикле.

Такой цикл является полным циклом с изобарным подводом теплоты, и в таком цикле степень сжатия может выбираться значительно большая, чем в цикле Отто.

Такой цикл известен как цикл Брайтона и применяется в ГТД. Но теперь можно сравнить все известные циклы, применяемые в ДВС.

ДВС с циклом Дизеля более экономичен, чем ДВС с циклом Отто, ДВС с циклом Тринклера так же более экономичен, чем ДВС с циклом Отто, ДВС с циклом Брайтона оказывается с меньшей степенью сжатия, более экономичен чем ДВС с циклом Отто за счёт, более полной степени расширения.

Из краткого сравнения известных ДВС, становится очевидным: ДВС с циклом Отто — это худшее из возможного. И здесь возникает вопрос: почему не применяются ГТД на автомобилях? Ответ прост, ГТД не могут работать на малых оборотах, параметры двигателя не удовлетворительны при небольших мощностях, ГТД показывает хорошие характеристики при мощностях порядка 1000 л.с. и больше.

При этом необходимо особо отметить, что экология тактных ДВС оставляет желать лучшего. Теперь просто необходимо рассмотреть причины столь неутешительного состояния вопроса.

Для этого мы рассмотрим принцип работы ДВС и их конструкцию, иллюстрируя её на (Рис. 12.4) схематично.

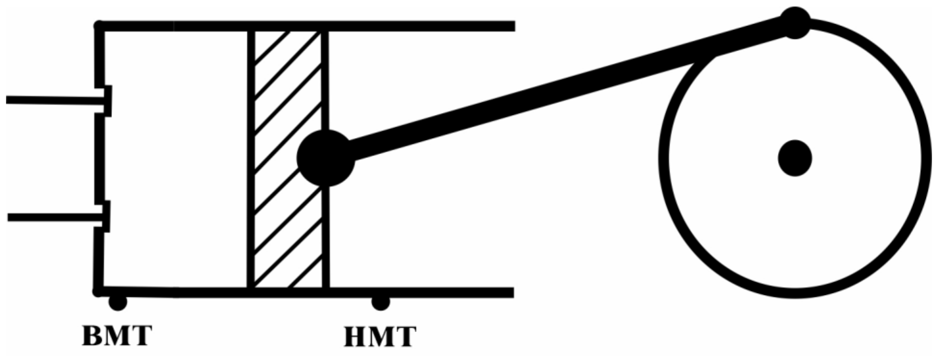


Рис.12.4

ДВС подразделяются на четырёхтактные и двухтактные, но и те и другие включают в себя одни и те же элементы конструкции, такие как, кривошип, шатун, поршень, цилиндр, средство подачи и воспламенения топлива. Поршень перемещается в цилиндре от ВМТ до НМТ. Поршень и цилиндр над поршнем образуют замкнутое пространство, объём которого по мере движения поршня увеличивается или уменьшается. При положении поршня в ВМТ, над поршнем в цилиндре образуется камера сгорания топлива. При такой схеме ДВС не трудно видеть, что при закрытых клапанах над поршнем образуется замкнутый объём камеры сгорания, топливовоздушной смеси, а весь процесс сгорания топлива сопряжён с движением поршня.

Тактная схема работы ДВС диктует цикличность работы двигателя, где цикл реализуется за два такта или за четыре такта, но как в двухтактных, так и в четырёхтактных ДВС, реализуется неполный цикл Отто, и как следствие, с большими потерями полной работы на выхлопе. Использование ДВС на автомобилях влечёт за собой работу ДВС с переменным числом оборотов кривошипа, что приводит к недостатку времени на процесс сгорания топлива.

Такая организация сгорания топлива влечёт за собой неполное сгорание топлива и появление токсичных составляющих в выхлопных газах, как в бензиновых, так и в дизельных ДВС, что ухудшает экологическую ситуацию, особенно в городах.

Но теперь, казалось бы, можно что-то изменить, и такая попытка бала предпринята на примере реализации цикла Аткинса, но эта попытка закончилась ничем, кратко покажем почему.

Реализация цикла Аткинса в тактной машине протекает следующим образом. Поршень, находясь в положении ВМТ при открытом впускном клапане, выполняя движение к НМТ, засасывает топливовоздушную смесь, и по мере достижения половины хода поршня, всасывающий клапан закрывается, дальнейшее движение поршня протекает с разрежением газа над поршнем. По мере достижения НМТ, поршень начинает такт сжатия, в котором фактическое сжатие ТВС происходит после достижения середины хода поршня, а степень сжатия определяется маркой бензина. По мере прихода поршня в ВМТ, ТВС воспламеняется, а после прохода ВМТ, начинается рабочий ход, который протекает от ВМТ и до НМТ. Далее открывается выхлопной клапан и происходит такт выхлопа. Далее цикл повторяется.

Цикл Аткинса, который мы показали можно отнести к полному циклу, в нашем случае коэффициент предварительного расширения выбран равный двум.

Становится очевидным, что экономичность с таким циклом значительно улучшится, но металлоёмкость увеличивается вдвое, что делает реализацию такой возможности малоперспективной.

Эти вопросы касательно ДВС широко известны, и мы показываем их кратко, чтобы было видно, что ДВС с циклом Отто — это худшее из возможного, ибо именно конструкция ДВС не соответствует требованиям термодинамики. А теперь, казалось бы, требуется новая конструкция. Обозревая мировой патентный фонд, мы видим множество различных конструкций ДВС, обратим внимание на одну из них.

Это роторный двигатель Ванкеля. Конструкция этого двигателя весьма оригинальна, здесь реализуется цикл Отто, и по факту это новая конструкция, а не новый двигатель. Положительным свойством этой конструкции является уровень металлоёмкости, который составляет в три раза меньше металлоёмкости четырёхтактных ДВС. Все остальные характеристики оставляют желать лучшего, и соответственно, он нашёл ограниченное применение.

Возвращаясь к известным в патентном фонде двигателям, мы склоны отметить, что они являются именно новой конструкцией и реализуют цикл Отто, и как следствие, не находят широкого применения.

Подобная ситуация складывается исключительно как следствие той термодинамики, которая базируется на аксиомах Карно. Мы показали новую термодинамику, и как следствие, покажем кратко возможности нового двигателя, которые можно сравнить со всеми известными.

РПД. БР.Ольх. — это новый двигатель, он имеет новый принцип работы и новую конструкцию, что позволяет реализовать полный цикл с изобарным подводом теплоты, и соответственно, при использовании бензинов становится возможным использовать ε = 16, что позволяет получить наивысшую экономичность.

Полнопоточная камера сгорания имеет непрерывную подачу топлива, которое воспламеняется в период пуска и горит непрерывно в период работы двигателя.

Полнопоточная камера сгорания позволяет иметь значительно больше времени для полного сгорания топлива, чем в тактных ДВС, и как следствие, коэффициент использования топлива близок к 100%, это создаёт возможность получить более экологически чистый выхлоп. Система смазки раздельная.

Полнопоточная камера сгорания оснащается теплоизоляцией, внутренняя поверхность которой при работе двигателя имеет высокую температуру, что способствует более полному сгоранию топлива.

Поверхность перегородки и поверхность поршней, обращённых к обечайке, также имеют теплоизоляцию. Применение теплоизоляции абсолютно не влияют на принцип работы РПД, и наоборот, - принцип работы РПД даёт возможность применить теплоизоляцию, что позволяет значительно сократить тепловые потери.

Изобарный процесс горения топлива в камере сгорания при разных оборотах РПД поддерживается за счёт изменения положения ВМТ поршня относительно окон камеры сгорания, что позволяет управлять притоком и оттоком рабочего тела в камере сгорания. РПД может проектироваться для различных топлив, ибо существует возможность перенастроить степень сжатия не меняя конструкцию. Металлоёмкость РПД значительно ниже, чем у тактных ДВС, и составляет 0.3 – 0.5 от металлоёмкости четырёхтактных ДВС. РПД является быстроходным, и его быстроходность не зависит от выбранного вида топлива.

Принцип работы РПД позволяет использовать двигатель в режиме внешнего подвода теплоты.

Для этого вместо камеры сгорания к впускному и выпускному окнам обечайки подключаются патрубки теплообменника. Такие действия абсолютно не влияют на принцип работы РПД, а подключение теплообменника влияет только на время пуска двигателя, а именно, на необходимое время создания давления в теплообменнике, соответствующее проектной степени сжатия.

Теперь можно говорить, что данный РПД соответствует требованиям термодинамики, и предложить всем нашим оппонентам показать ДВС лучше этого.

В заключение мы приведём следующую цитату А. Эйнштейна, которая была написана к известной термодинамике:

«Теория производит тем большее впечатление, чем проще её предпосылки, чем разнообразнее предметы, которые она связывает, и чем шире область её применения. Отсюда глубокое впечатление, которое произвела на меня классическая термодинамика. Это единственная физическая теория общего содержания, относительно которой я убеждён, что в рамках применимости её основных понятий она никогда не будет опровергнута (к особому сведению принципиальных скептиков)» . Л. 4. стр. 407.

К этому замечанию очень хочется добавить: «блажен, кто верует в аксиомы и постулаты». В физике действительны только законы, опирающиеся на взаимосоответствие.

Автор: Александр Иванович Ольховенко.

7 августа 2023 год.

13. Список используемой литературы:

1. **Д. Кинан. Термодинамика.**
2. **Патент № RU 2168034C2 РПД Бр. Ольх.**
3. **А. И. Ольховенко. Истина и ложь что такое великая теорема П. Ферма.**
4. **А. В. Болгарский и другие. Термодинамика и теплопередача.**
5. **В. А. Кирилин и другие. Техническая термодинамика.**
6. **Справочник под общей редакцией В. А. Григорьева и В. М. Зорина. Теплоэнергетика и Теплотехника**