



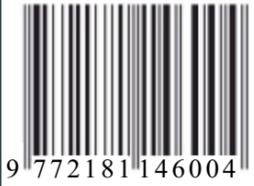
BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI ILMIY AXBOROTI



Научный вестник Бухарского государственного университета
Scientific reports of Bukhara State University

10/2023

E-ISSN 2181-1466



9 772181 146004

ISSN 2181-6875



9 772181 687004



10/2023

MUNDARIJA *** СОДЕРЖАНИЕ *** CONTENTS

ANIQ VA TABIIY FANLAR *** EXACT AND NATURAL SCIENCES *** ТОЧНЫЕ И ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Самиев К.А.	Снижение теплопотерь через светопрозрачное ограждение зданий с использованием энергосберегающего оконного блока	3
Hikmatov B.A., Mirzayev M.S., Fayziyev Sh.Sh.	Majburiy konveksiyali quyosh quritgichlarida tajriba tadqiqotlari natijalari	8
Ibodullayev M.X.	Kimyo va neft-gazni qayta ishlash sanoatlarda issiqlik almashinish apparatlarini intensivlash usullari va hisoblari	14
Kengboyev S.A., Safarov N.M.	Vakuum muhitida elektron nur bilan (yuqori sifatli U9A po`lat) tikuv jihozining mokisini azotlash ustida olib borilgan tadqiqotlar	22
Ochilov L.I., Mirzayev M.S., Fayziyev Sh.Sh., Samiyev K.A.	Passiv quyosh isitish tizimiga ega turar-joy binolarida issiqlik quvuridan foydalanish imkoniyatini baholash	29
Rasulov X.R.	Uzluksiz vaqtli qat'iy novolterra dinamik sistemasining sifatli tahlili haqida	34
Kengboyev S.A., Safarov N.M.	Tikuv mashinalari transport mexanizmi va ulardagi mumkin bo'lgan muammolarni bartaraf etish usullari	40
Shafiyev T.R.	Zararli moddalarning atmosferada ko'chishi va diffuziya jarayonini monitoring va bashoratlash uchun matematik model va hisoblash algoritmini ishlab chiqish	44
Жумаев Ж., Авезов А.А.	Естественная конвекция между двумя вертикально расположенными стержнями	54
Назаров Э.С., Торемуратова А.Б.	Особенности и сферы применения наполненных полимерных композиционных материалов	59
Назаров М.Р., Назарова Н.М.	К раскрытию понятий энергия и энтропия	64
Sulaymanova Z.A., Umarov B.B., Mirzayeva G.A., Atoyeva M.O.	Ferrosen asosida oraliq metall komplekslari sintezi va IQ spektroskopik tadqiqoti	71
Abdieva G.B.	Tizimli xavfsizlikning amaliy masalalari	77
Qodirov J.R.	Takomillashgan tabiiy konveksiyali bilvosita quyosh quritgichining tajribaviy tadqiqotlari	81
Raxmatov I.I., Samiyev K.A., Mirzayev M.S.	Buxoro davlat universitetida 300 kw quvvatga ega tarmoqqa ulangan quyosh fotoelektrik tizimining samaradorlik tahlili	90
Sobirov J.A., Jumayev S.S., Begmurodov O.A.	Galiley geometriyasi elementlaridan foydalanib uchburchaklarning yuzini topish	97
Узаков О.Х.	Теория вакуума и материя	103

К РАСКРЫТИЮ ПОНЯТИЙ ЭНЕРГИЯ И ЭНТРОПИЯ

Назаров Мустақим Рашидович,

Бухоро давлат педагогика институти доцент
mustaqim.nazarov@mail.ru

Назарова Наргиза Мустақимовна,

Бухоро давлат университети ўқитувчи
nazarova_nargiza85@mail.ru

Аннотация. Энергия - это одно из основных физических понятий физики, которое дает возможность понять физический смысл фундаментальных законов природы.

Энергия — универсальная мера различных форм движения и взаимодействия. С различными формами движения материи связывают различные формы энергии: механическую, тепловую, электромагнитную, ядерную и др.

Энтропия является одним из важных понятий в физике, но также и одним из самых абстрактных и трудных для понимания физической величиной.

Данная статья посвящена раскрытию сути и содержания понятий энергии и энтропии, которой играл большую роль в эволюционном развитии человечества.

Ключевые слова: энтропия, цикл Карно, термодинамика, энергия, КПД тепловых двигателей.

ЭНЕРГИЯ ВА ЭНТРОПИЯ ТУШУНЧАЛАРИНИНГ МАЗМУН-МОҲИЯТИНИ ОЙДИНЛАШТИРИШ

Аннотация. Энергия физиканинг асосий физик тушунчаларидан бири бўлиб, табиатнинг асосий қонунларининг физик маъносини тушунишга имкон беради.

Энергия - бу ҳаракат ва ўзаро таъсирнинг турли шаклларининг универсал ўлчовидир. Ҳар хил энергия шакллари материя ҳаракатининг турли шакллари билан боғлиқ: механик, иссиқлик, электромагнит, ядро ва бошқалар.

Энтропия физикадаги муҳим тушунчалардан бири бўлиб, шу билан бирга энг абстракт ва тушуниш қийин бўлган физик катталиклардан биридир.

Ушбу мақола инсониятнинг эволюцион ривожланишида муҳим рол ўйнаган энергия ва энтропия тушунчаларининг моҳияти ва мазмунини очиқ беришга бағишланган.

Калит сўзлар: энтропия, Карно цикли, термодинамика, энергия, иссиқлик двигателларининг самарадорлиги.

TO THE DISCLOSURE OF THE CONCEPTS OF ENERGY AND ENTROPY

Abstract. Energy is one of the basic physical concepts of physics, which makes it possible to understand the physical meaning of the fundamental laws of nature.

Energy is a universal measure of various forms of motion and interaction. Various forms of energy are associated with various forms of motion of matter: mechanical, thermal, electromagnetic, nuclear, etc.

Entropy is one of the important concepts in physics, but also one of the most abstract and difficult to understand physical quantities.

This work is devoted to revealing the essence and content of the concepts of energy and entropy, which played a large role in the evolutionary development of mankind.

Key words: entropy, Carnot cycle, thermodynamics, energy, efficiency of heat engines.

Введение. Формирование и развитие понятий «энергия» и «энтропия» неотделимо от практики и теории энергетики, последняя же составляет сердцевину научно-технического прогресса, протекающего в тесной взаимосвязи с экономическими, философскими, психологическими и другими общественными явлениями. История свидетельствует, что в одних случаях эти явления задерживают прогресс, иногда на столетия, в других- ускоряют его [1].

Первые попытки научного определения этих понятий были предприняты немногим более 160 лет назад. Тысячелетиями же до этого люди пользовались тем, что теперь называется энергией, не задумываясь над сущностью происходящего и не зная не только этого термина, но и самого понятия. Энтропия же вообще находилась за пределами возможностей их созерцательного и эмпирического познания.

Наблюдая падение камня, свергающихся молнию, стреляя из лука, а позже греясь у костра, древний человек не знал, что все это совершается за счет затраты различных видов некоей силы (энергии) (теперь бы мы сказали соответственно: гравитационной, электрической упругой, химической энергии т. д) [1].

Постепенно человеческий ум стал обнаруживать между простыми эмпирическими наблюдениями частные причинные связи, потом – систематизировать их в более широкие закономерности, которые раскрывали истинную взаимозависимость событий, происходивших в окружающем мире.

Процесс образования таких понятий, как «энергия», «энтропия» и связанных с ними – «сила», «работа силы», «импульс силы» неотделим от процесса практического развития энергетики, в котором можно разделить пять периодов.

Первый период начало его теряется в глубине тысячелетий, конец –V– VII вв. Человек обходился мускульной силой, теплом Солнца, а позже костра.

Второй период – с VIII до XVIII в. В это время были изобретены водяное колесо и ветряные крылья, в результате чего часть работы стали выполнять движущаяся вода и ветер.

Третий период – примерно с XVIII в и до 1945г., когда главной силой становится «движущая сила огня», а основным источником энергии является – не возобновляемая химическая энергия минерального органического топлива: каменного угля, нефти, природного газа и т.п.

С 1943г. начался четвертый период, характеризующихся овладением и все более широким использованием ядерной энергии, истощением химических энергоресурсов, и загрязнением окружающей среды.

Если не будут открыты новые энергоресурсы и не освоены основные типы возобновляемые источники энергии, то в будущем человечество ожидает, вероятно, пятый период, когда исчерпаются все не возобновляемые химические и ядерные энергетические ресурсы и придется жить в состоянии динамического равновесия, довольствуясь непрерывно возобновляющимися ресурсами: солнечным излучением, химической энергии растений, энергией воды, энергией ветра и геотермальные энергии Земли [1].

Как известно, человечество на протяжении всей своей истории уже не раз испытывало недостаток энергетических ресурсах и всегда с честью преодолевало его.

В настоящее время во всем мире идет интенсивное освоение возобновляемые видов энергии. Можно сказать, начало XXI век в пятом периодом развития энергетики.

Основная часть работы

Теперь переходим к раскрытию суть и содержание понятие энергии. Если вы спросите любое простого человека, что такое энергия? то он, сразу ответит - это уголь, нефть, газ, электричество, вода, ветер которой производит энергию и добавит еще «некое вещь» которая приводит движения тел, а школьник интересующихся физикой ответит энергия – это способность тел выполнять работу. А если спросите про энтропию, то ни кто не могут однозначно ответит кроме специалистов. На самом деле, что такое энергия которое мы так часто используем?

«Энергия» (греч. *ενεργια* – действие, деятельность) – общая количественная мера различных форм движения материи. По большому счету понятие энергии, идея энергии искусственны и созданы специально для того, чтобы быть результатом наших размышлений об окружающем мире [5].

Как выше сказано, энергия и энтропия слова греческого происхождения. Эн означает «в» или «содержание», «эрг» корень слова «работа» а «тропе» – «превращение». Выбирая эти термины ученые хотели отразить в них сущность соответствующих им понятий: изменение энергии $\Delta E = E_1 - E_2$ в изолированной системы указывает максимальное количество работы Амак которое система могла бы совершить теоретически, переходя из состояние 1 в состояние 2, а изменение энтропии $\Delta S = S_2 - S_1$ – ту часть $Q_0 = T_0 \Delta S$ запаса энергии ΔE , которая в реальных условиях перехода и данной окружающей среды температуры T_0 превращается в тепло и рассеивается, уменьшая величину действительной работы до $A = A_{\text{мак}} - T_0 \Delta S$. Таким образом, можно сказать, что изменение энтропии характеризует величину «рассеяние» энергии в процессе взаимопревращений ее видов [1].

Из истории физики известно, что для этой физической величины долгое время употреблялся термин «живая сила», введенный И. Ньютоном. Впервые в истории в понятие «живая сила» смысл «энергия», не производя еще этого слова, вкладывает Роберт Майер в статье «Замечания о силах неживой природы», опубликованной в 1842 году. Специальный термин «энергия» был введен в 1807 г. английским физиком Томасом Юнгом и обозначал величину, пропорциональную массе и квадрату скорости движущегося тела. В физику термин «энергия» в современном его смысле ввел Уильям Томсон (лорд Кельвин) в 1860 году [5].

Энергия — универсальная мера различных форм движения и взаимодействия. С различными формами движения материи связывают различные формы энергии: механическую, тепловую, электромагнитную, ядерную и др. В одних явлениях форма движения материи не изменяется (например, горячее тело нагревает холодное), в других — переходит в иную форму (например, в результате трения механическое движение превращается в тепловое). Однако существенно, что во всех случаях энергия, отданная (в той или иной форме) одним телом другому телу, равна энергии, полученной последним телом. Изменение механического движения тела вызывается силами, действующими на него со стороны других тел [8].

В книге немецкого популяризатора профессора Феликс Ауэрбаха под названием «Царица мира и её тень» торжественно и романтично рассказано об энергии и энтропии – двух основных понятиях термодинамики. Блестящий талант позволили автору сделать доступным для широкого круга читателей ознакомление с содержанием одной из труднейших философских проблем физики [4,2].

«Над всем, что совершается в беспредельном пространстве, в потоке преходящего времени властвует Энергия, как царица или богиня, озаряя своим светом и былинку в поле, и гениального человека, здесь даря, там отнимая, но сохраняясь в целом количественно неизменной... Но где свет, там и тень, имя которой - Энтропия. Глядя на нее, нельзя подавить в себе смутного страха - она, как злой демон, старается умалить или совсем уничтожить все то прекрасное, что создает светлый демон - Энергия. Все мы находимся под защитой Энергии, и все отданы в жертву скрытому яду Энтропии... Количество Энергии постоянно, количество же Энтропии растет, обесценивая Энергию качественно. Солнце светит, но тени становятся все длиннее. Всюду рассеяние, выравнивание, обесценивание...».

В книге Г.Н. Алексеева под названием "Энергия и энтропия" на лицевой обложке про энергии и энтропии написано самое интересное утверждение «Энергия и энтропия «Царица мира и ее тень» все на земле возникает и развивается благодаря энергии, все разрушается и умирает с ростом энтропии. Энергия источник и мера движения материи и действия сил, Энтропия – мера их постепенного угасания, поняли люди только немногим более сто лет назад... [1].

Энергия проявляется в различных формах движения материи, заполняющей все мировое пространство. Свойством, присущим всем видам энергии и объединяющим их, является способность каждого вида энергии переходить при определенных условиях в любой другой ее вид в строго определенном количественном соотношении.

Присматриваясь к явлениям окружающей нас природы, мы замечаем определенную направленность процессов, ведущую к нивелировке, выравниванию различий в состояниях - механическом (выравнивание уровней, давлений), тепловом (выравнивание температур), электрическом (выравнивание потенциалов). В горном обвале камни катятся вниз, раскаленная сталь при погружении в холодную воду остывает, а вода нагревается до установления некоторой общей температуры, аккумулятор при работе разряжается. Такие процессы нам кажутся вполне естественными, происходящими как бы сами собой. Почему выше названные процессы не происходит вспять? Можно получить ответ на этот вопрос из второго закона термодинамики [2].

1-закон термодинамики не дает никаких указаний относительно направленности процессов в природе. Оно остается справедливым как для остывания горячего чайника в комнате (переход тепла от более горячего тела к менее горячему), так и для самопроизвольного нагревания этого чайника вследствие «забора» тепла от окружающего воздуха. Подобный пример можно привести и из механики. При торможении автомобиля кинетическая энергия превращается в тепло. Если нагреть шины автомобиля и дорогу под ним, начнет ли он двигаться? С точки зрения первого начала термодинамики это реально. Простой житейский опыт показывает, что эти процессы невозможны, то есть различные виды энергии не равноценны в отношении способности превращаться в другие виды [9].

Напомним содержание первое начало термодинамики в самом общем виде.

1. В изолированной системе, количество теплоты Q подводимое к системе, идет на изменение ее внутренней энергии ΔU и на совершение этой системой работы A над внешними телами:

$$Q=\Delta U+A$$

2. Невозможно возникновение или уничтожение энергии.

Отметим, что закон сохранения энергии (первый закон термодинамики) имеет консервативный характер; он, как бухгалтер, ведет лишь строгий учет прихода и расхода энергии. В случае малейшего отклонения от равенства, когда баланс не сходится, необходимо еще и еще раз произвести проверку, пока не найдется потерянная копейка. История современной физики знает не один пример, когда такие поиски приводили к новым, неожиданным открытиям. Так, например, случилось при анализе баланса энергии так называемого β распада радиоактивных элементов. Тогда кажущееся расхождение эксперимента с законом сохранения энергии привело к открытию новой частицы-нейтрино - с ее поразительными свойствами. Первое начало термодинамики, контролируя лишь сохранение энергии при ее превращениях, но не дает нам никаких указаний, в каком направлении будут происходить превращения. Вот здесь-то решающее слово предоставляется второму началу [2].

Второе начало. 1. Теплота не может самопроизвольно переходить от более холодного тела к более нагретому телу (Р. Клаузиус). В круговом процессе теплота горячего источника не может быть полностью превращена в работу.

2. Невозможен процесс, единственным результатом которого было бы превращение теплоты в работу.

В этой формулировке слова «единственным результатом» весьма существенны. Вообще говоря, полный переход теплоты в работу возможен, и он происходит в изотермическом процессе. Допустим, газ расширяется в цилиндре с поршнем при совершении температуры газа постоянной (изотермический процесс). Такой процесс возможен только при подводе тепла извне. Получаемая работа поршня при этом в точности эквивалентна подведенной теплоты. Однако подобный процесс не может быть практически использован, для построения тепловой машины: не может расширение газа продолжаться неограниченно долго, ход поршня несколькими долями метра, и реально действующей машине поршень должен периодически(циклически) возвращаться в исходное положение. Формулировка второго начала предполагает такое циклическое повторение процесса и, кроме того, исключает наличие внешнего источника, хотя явно об этом не говорится[2].

Более точная формулировка второго начала термодинамики гласит: «Невозможен такой периодический процесс, единственным результатом которого была бы превращение тепла в работу без того, чтобы не произошли какие-нибудь изменения в окружающих телах». Действительно, в действующих тепловых машинах подводимое от нагревателя (котла) тепло вызывает изменение в холодильнике (охладителя) нагревает его. Иначе можно было бы надеяться использовать почти безграничные резервы внутренней энергии воды океанов, атмосферы.

Необходимость охладителя в тепловой машине приводит к такой еще формулировке; «Теплота не может само собой переходить от менее нагретого тела к более нагретому».

В циклически действующей тепловой машине для возвращения рабочего тела (газ или пар) в первоначальное состояние, часть работы, которую превратилась теплота, полученная от нагревателя, затрачивается на работу возвращения рабочего тела в начальное состояние, и эта часть работы машины передается охладителю. Поэтому КПД тепловой машины всегда меньше единицы. Об этом ниже подробно будет идти речь.

Известно что, тепловые двигатели предназначены для превращения внутренней энергии топлива в другую энергию: например, механическую, электрическую или в общем случае для превращения теплоты в работу.

Особое внимание при изучении энтропии делается на формулировку второго начала термодинамики, выявление его статистической природы и на использование этого понятия при объяснении основ работы тепловых двигателей.

Ни одна тепловая машина не могут полностью превращать энергию топлива в работу. Об этом говорит приведенная выше формулировка второго начала термодинамики; тепло, заимствованное у источника, не может быть целиком превращено в работу, часть тепла должна быть передана более холодному телу. Использовать энергию тел при низкой температуре можно только при наличии еще более низкого температурного уровня и опять-таки использовать лишь частично. Можно отнимать тепло и у тел низкой температуры, но путем вынужденного процесса. Например, можно передавать тепло находящимся в домашнем холодильнике продуктов окружающему воздуху, но для этого необходимо затрачивать электрическую энергию на работу холодильника, и каждый владелец холодильника знает, что это стоит денег. И при этом часть электроэнергии расходуется для нас бесполезно[2].

Какой бы процесс мы ни рассматривали, мы всегда обнаружим, что часть энергии переходит на более низкий уровень и, таким образом, обесценивается. Для количественного выражения степени обесценивания энергии Клаузиус (1856 г) ввел понятие энтропии S .

Напомним, что вопрос о наилучшем использовании тепловых двигателей в практике возник в первой четверти XIX столетия. Сади Карно удалось установить условия на выгоднейшего использования тепловых двигателей. Он показал, что КПД идеального теплового двигателя зависит от температуры нагревателя и охладителя:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad \text{или} \quad \eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \quad (1)$$

где Q_1 - количество теплоты полученного от нагревателя, Q_2 - количество неиспользованного тепла, переданного к охладителю. Карно описал замкнутый цикл идеального двигателя. Цикл Карно состоит из изотермического расширения газа(1-2), адиабатического расширения(2-3), изотермического сжатия(3-4), адиабатического сжатия(4-1) (см. рис. 1).

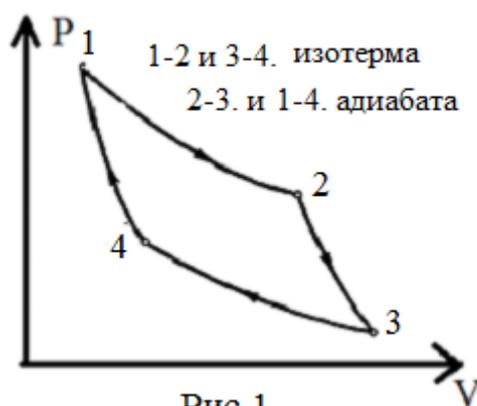


Рис.1

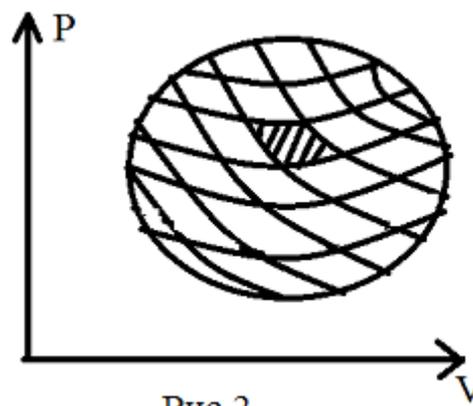


Рис.2

При таком сочетании изотермических и адиабатических процессов можно получить следующее соотношение:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad \text{или} \quad \frac{Q_1}{T_1} - \frac{Q_2}{T_2} = 0 \quad (2)$$

Эти соотношение также можно получить также из (1) выражения.

По совершении идеального цикла Карно рабочее тело (газ) возвращается в первоначального состоянии, совершенно тождественное исходному, и цикл может быть повторены неограниченное число раз.

Площадь, ограниченного графиком цикла, выражает величину полезную работу теплового двигателя (рис.1). Из (2) выражении дробь $\frac{Q}{T}$ очевидно характеризует состояние рабочего тела и предыдущие равенство математически подтверждает, что в результате цикла никаких нарушений состояния в рабочем теле не происходит. Кроме того, изменение знака на обратные не нарушит равенства. Следовательно, этот цикл может идти и в обратном направлении [2].

Цикл соответствующий любому идеальному круговому процессу, можно представит в виде суммы бесконечно малых циклов Карно (рис.2). В рис.2 показано сведение любого кругового цикла к бесконечной сумме циклов Карно. Применяя интегрального исчисления, мы можем в этом случае записать:

$$\int \frac{dQ}{T} = 0 \quad (3)$$

где dQ - бесконечно малого количество тепла для каждого элементарного цикла Карно.

Р. Клаузиус показал, что приведенное интегральное выражение дает нам возможность определить некоторую функцию состояние системы или разность конечного и начального состояния. Он ввел для этой функции термин «энтропия». Таким образом, для обратимого процесса, в котором не произошло никакого изменение состояния, разность энтропий в конечном и начальном состоянии равна нулю. Это пишется так:

$$S_k - S_n = \int \frac{dQ}{T} = 0 \quad (4)$$

Однако обратимый процесс - чистая идеализация. В природе не бывают обратимых процессов. Ни что не проходит бесследно. Никакой процесс не может повернуть вспять и вернуть систему в начальное состояние без остающихся последствий.

Реальные процессы необратимы. Газ может расширяться, если ему предоставит этого места но никто никогда не наблюдал, чтобы газ сам собой начал сжиматься. Такие примеры очень много, об этом выше сказано достаточно. Изменение энтропии для необратимого (реального) процесса, следует написать так: $S_n - S_k < 0$ т.е. энтропия конце процесса больше чем в начале. В реальных необратимых процессах энтропия всегда возрастает.

Основные законы термодинамики как основные законы вселенной Клаузиус сформулировал в следующей простой форме:

1. Энергия мира постоянна.
2. Энтропия мира стремиться к максимуму.

Необратимость реальных процессов связана с неизбежным обесцениванием энергии при переходе части ее во внутреннюю энергию окружающих тел.

Клаузиус на основании закона возрастания энтропии высказал гипотезу о так называемой «тепловой смерти», грозящей миру. Критике этой гипотезы посвящено много работ крупных ученых XIX столетия, среды которых следует назвать Больцмана, Смолуховского.

Современная наука отвергает учение о «тепловой смерти» Вселенной. Все достижения науки только укрепляют нашу уверенность в том, что мир бесконечен, что развитие его происходило вечно и будет вечно продолжаться.

Основная ошибка сторонников «тепловой смерти» мира заключается в неправомерном распространении (применении) закона выведенного опыта, для ограниченной части Вселенной доступной нам, на всю Вселенную [2].

Сущность и содержание энтропии многогранна, он применяется во всех областей науки и техники. В статистической физике энтропия характеризует вероятность осуществления какого-либо макроскопического состояния. Кроме физики и термодинамики, понятие энтропии широко употребляется в математике: теории информации и математической статистике. В этих областях знания энтропия определяется статистически и называется статистической или информационной энтропией. Кроме того энтропия применяется в химии (расчёт равновесий химических реакций), синергетики и других областей науки.

В данной работе наряду с энергией мы осветили термодинамической энтропии. Термодинамическая энтропия широко применяется для расчета тепловых процессов (анализ работы тепловых машин и холодильных установок) и других теплотехнических устройствах.

Заключение. На основе проведенных литературного обзора по раскрытию суть и содержания понятий энергии и энтропии можно сделать следующие выводы:

1. Была проанализирована понятия энергии и энтропия и их исторического происхождения. Дано определения энергетическим понятиям, как, энергия, эксергия и энтропия которое находят применения в теплоэнергетике.
2. Рассмотрена сущность и содержание понятий энтропии, которое применяется во всех областей науки и техники. Также исследовано основные законы термодинамики и пути повышения энергетические эффективности тепловых машин.

ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Алексеев Г.Н. *Энергия и Энтропия. (Жизнь замечательных идей). Издательство. «Знание». М. 1978. с 192.*
2. Блудов М.И. *Беседы по физике. Часть III. М. «Просвещение. 1970. С 254.*
3. Бутиков Е.И., Быков А.А., Кондратьев А.С. *Физика для поступающих в вузы. М.: Гл. ред. физ.-мат. лит. 1978. 608 с.*
4. Ауэрбах Ф — *«Царица мира и её тень. Энергия и энтропия». Перевод с немецкого под редакцией А.П. Афанасьева. 1919г.*
5. <http://energetika.in.ua/ru/books/book-2/part-2/section-1/1-3>

6. <https://habr.com/ru/post/533740/>

7. <https://ru.wikipedia.org/wik>.

8. Трофимова Т. И. Курс физики: Учеб. пособие для вузов.— М.: Высшая школа., 1990.—478с.

9. Шурухин В. О. Изучение энтропии в курсе физики средней школы : Дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 : СПб., 2000 133 с. РГБ ОД, 61:01-13/707-8