1. Техническая термодинамика

Термодинамика – наука о наиболее общих свойствах макроскопиче-

ских физических систем, находящихся в состоянии термодинамического рав-

новесия, и о процессах перехода между этими состояниями.

Техническая термодинамика – раздел термодинамики, занимаю-

щийся приложениями законов термодинамики в теплотехнике.

Тепловое движение — это беспорядочное (хаотическое) движение

микрочастиц (молекул, атомов и др.), из которых состоят все тела.

Передача энергии в результате макроскопического упорядоченного

движения микрочастиц называется работой.

Передача энергии в результате обмена хаотическим, ненаправ-

ленным движением микрочастиц называется теплообменом, а количество пе-

редаваемой при этом энергии — количеством теплоты, теплотой процесса

или теплотой.

Термодинамической системой называется совокупность макро-

скопических тел, которые могут взаимодействовать между собой и с другими

телами, составляющими внешнюю среду, в виде обмена энергией или веще-

ством.

Рабочее тело – газообразное, жидкое или плазменное вещество, с по-

мощью которого осуществляется преобразование какой-либо энергии при

получении механической работы, холода, теплоты.

Параметры состояния — физические величины, однозначно харак-

теризующие состояние термодинамической системы и не зависящие от пре-

дыстории системы.

Давление — физическая величина, характеризующая интенсивность

нормальных сил, с которыми одно тело действует на поверхность другого.

Уравнение состояния — уравнение, выражающее связь между пара-

метрами равновесного состояния термодинамической системы.

Равновесный процесс - процесс перехода термодинамической сис-

темы из одного равновесного состояния в другое, столь медленный, что все

промежуточные состояния можно рассматривать как равновесные.

Неравновесный процесс — процесс, включающий неравновесные

состояния.

Обратимым процессом называется такой процесс, который может

происходить как в прямом, так и в обратном направлении, причем при воз-

вращении в первоначальное состояние (при изменении внешних условий в

противоположной последовательности) система проходит все равновесные

состояния прямого процесса, но в обратном порядке.

Необратимый процесс — процесс, который может самопроизвольно

протекать только в одном направлении.

4

Термодинамический цикл — круговой процесс, осуществляемый

термодинамической системой.

Парциальное давление — давление, которое имел бы газ, входящий

в состав газовой смеси, если бы он один занимал объем, равный объему

смеси при той же температуре.

Теплоемкостью называется количество теплоты, которое необходи-

мо подвести к телу, чтобы нагреть его на 1 градус (10С или 1К).

Изохорный процесс – процесс, происходящий в физической системе

при постоянном объеме.

Изобарный процесс - процесс, происходящий в физической сис-

теме при постоянном внешнем давлении. Изотермный процесс - процесс,

происходящий в физической системе при постоянной температуре.

Адиабатный процесс совершается в физической системе, не полу-

чающей теплоту извне и не отдающей ее, т. е. отсутствует теплообмен рабо-

чего тела с внешней средой.

Политропным процессом называется такой термодинамический

процесс изменения состояния физической системы, при котором в течение

всего процесса сохраняется постоянство теплоемкости.

Термический КПД - отношение полезно использованной в цикле те-

плоты (или полученной работы) ко всему количеству теплоты, затраченной

на цикл.

Цикл Карно — обратимый круговой процесс, в котором совершается

наиболее полное превращение теплоты в работу (или работы в теплоту).

Термодинамическая температурная шкала основана на втором начале

термодинамики и определяется с помощью никла Карно.

В цикле с необратимыми процессами энтропия изолированной сис-

темы увеличивается.

Эксергия или техническая работоспособность – максимальная рабо-

та, совершаемая рабочим телом, если в качестве холодного источника тепло-

ты принимается внешняя среда с температурой Т0.

Парообразование – процесс перехода вещества из конденсированной

фазы (жидкой или твердой) в газовую.

Теплота жидкости — количество теплоты, необходимое для подог-

рева 1 кг воды от температуры Т0 = 273 К до температуря Тн насыщения.

Теплота парообразования — количество теплоты, необходимое для

превращения 1 кг жидкости, нагретой до температуры кипения, в сухой на-

сыщенный пар при постоянном давлении (и постоянной температуре).

Теплота перегрева – количество теплоты, необходимое для превра-

щения 1 кг сухого насыщенного пара при постоянном давлении в перегретый

пар с температурой Тпе.

Свободная энергия – изохорно-изотермный термодинамический по-

тенциал или энергия Гельмгольца.

Влажный воздух — смесь сухого воздуха с водяным паром.

5

Точка росы — температура, до которой должен охлаждаться нена-

сыщенный влажный воздух, чтобы содержащийся в нем перегретый пар стал

насыщенным.

Абсолютная влажность воздуха — масса водяного пара, содер-

жащегося в 1 м3 влажного воздуха.

Относительная влажность воздуха — отношение абсолютной

влажности воздуха к максимально возможной при данном давлении и темпе-

ратуре, когда воздух насыщен водяным паром.

Располагаемая работа – приращение кинетической энергии газа при

движении по каналу, которое может быть использовано в машинах и пре-

вращено в другие виды энергии, а также работа перемещения канала.

Сопло – канал, в котором происходит расширение газа с уменьшени-

ем и увеличением скорости его движения.

Сопло Лаваля – комбинированное сопло с суживающейся и расши-

ряющейся частями, применяемое для получения скоростей газа больше ско-

рости звука.

Дросселирование — процесс понижения давления в потоке без со-

вершения внешней работы и без подвода и отвода теплоты при

прохождении через местное гидравлическое сопротивление.

Эффект Джоуля — Томсона - изменение температуры газа в ре-

зультате адиабатного дросселирования.

Температура инверсии – температура, соответствующая состоянию

газа, при котором температура газа при адиабатном дросселировании не из-

меняется.

Компрессор – машина для сжатия воздуха или газа до избыточного

давления не ниже 0,2 МПа.

Турбокомпрессор – центробежный или осевой лопаточный компрес-

сор для сжатия и подачи воздуха или газа.

Степень сжатия - отношение объемов в цилиндре двигателя при по-

ложениях поршня в начале и конце процесса сжатия.

Степень повышения давления — отношение наибольшего давления

в цилиндре двигателя, образовавшегося в результате подвода теплоты, к дав-

лению в конце процесса сжатия.

Степень предварительного расширения — отношение объемов в

конце и начале подвода теплоты к рабочему телу при постоянном давлении.

Степень падения давления — отношение давлений в начале и конце

отвода теплоты от рабочего тела к холодному источнику при постоянном

объеме.

Степень сокращения объема — отношение объемов в начале и кон-

це отвода теплоты от рабочего тела к холодному источнику при постоянном

давлении.

Регенерация – использование теплоты отходящих газообразных про-

дуктов сгорания для подогрева поступающего газообразного топлива, возду-

ха или их смеси.

6

Цикл Ренкина – идеальный замкнутый процесс изменения состояния

рабочего тела в простейшей паросиловой установке.

Бинарный цикл – термодинамический цикл, осуществляемый двумя

рабочими телами.

Холодильный цикл – обратный круговой процесс, предназначенный

для передачи теплоты от тел менее нагретых к телам более нагретым.

Холодильный коэффициент – отношение количества теплоты q2,

отводимой в обратном цикле от охлаждаемой системы, к затраченной работе

lц.

Абсорбционная холодильная установка – установка, использующая

теплоту внешнего источника для передачи теплоты от менее нагретого тела к

более нагретому телу. В таких установках рабочим телом является раствор.

Термотрансформатор - устройство, позволяющее обратимым путем

передавать теплоту от источника с одной температурой к источнику с другой

температурой.

2. Теплообмен

Теплообмен - самопроизвольный необратимый процесс переноса те-

плоты в пространстве с неоднородным распределением температуры.

Теплопроводность - молекулярный перенос теплоты в сплошной

среде, обусловленный наличием градиента температуры.

Конвективный теплообмен — перенос теплоты, обусловленный

перемещением макроскопических элементов среды в пространстве, сопрово-

ждаемый теплопроводностью.

Теплоотдача - конвективный теплообмен между движущейся средой

и поверхностью ее раздела с другой средой (твердым телом, жидкостью или

газом).

Лучистый теплообмен - теплообмен, обусловленный превращением

внутренней энергии вещества в энергию электромагнитных волн, распро-

странением их в пространстве и поглощением энергии этих волн веществом.

Массообмен - самопроизвольный необратимый процесс переноса

массы данного компонента в пространстве с неоднородным полем концен-

трации (химического потенциала).

Температурное иоле — совокупность значений температуры во всех

точках тела (или пространства) в некоторый фиксированный момент време-

ни.

Градиент температуры — вектор, численно равный производной от

температуры по направлению нормали к изотермной поверхности.

Тепловой поток - количество теплоты, переданное через произ-

вольную поверхность в единицу времени.

Коэффициент теплоотдачи характеризует количество теплоты, пе-

реданное в единицу времени через единицу площади поверхности твердого

тела путем конвекции при разности температур между поверхностью тела и

средой в 1К.

7

Естественная (свободная) конвекция возникает под действием не-

однородного поля внешних массовых сил (сил гравитационного, инерцион-

ного, магнитного или электрического поля), приложенных к частицам жид-

кости внутри системы.

Вынужденная конвекция возникает под действием внешних по-

верхностных сил, приложенных на границах системы, или под действием од-

нородного поля массовых сил, действующих в жидкости внутри системы.

Вынужденная конвекция может осуществляться также за счет запаса кинети-

ческой энергии, полученной жидкостью вне рассматриваемой системы.

Условия однозначности к системе уравнений, описывающих явле-

ние теплоотдачи, состоят из геометрических, физических, граничных и на-

чальных условий.

Физическое подобие - соответствие между физическими процессами,

выражающееся в тождественности их безразмерных математических описа-

ний.

Константы подобия - отношения однородных физических величин

в сходственных точках модели и натурного объекта. Критерии подобия -

безразмерные числа, составленные из размерных физических величин, опре-

деляющих рассматриваемые физические явления.

Определяющие критерии подобия - числа подобия, составленные из

величин, заданных при математическом описании процесса.

Определяемые безразмерные комплексы — числа подобия, со-

держащие определяемую величину.

Критериальные уравнения подобия — функциональные зависи-

мости между критериями подобия, характеризующими явление.

Ламинарный режим течения – режим движения жидкости, при ко-

тором возможны стационарные траектории ее частиц.

Термический начальный участок — участок трубы, на котором по-

ле температуры зависит от условий на входе в трубу.

Участок стабилизированного теплообмена — участок трубы, на

котором поле температуры практически не зависит от распределения темпе-

ратуры в начальном сечении обогреваемого участка.

Турбулентный режим – режим движения жидкости с хаотически из-

меняющимися во времени траекториями частиц, при котором в потоке воз-

никают нерегулярные пульсации скорости, давления и температуры, нерав-

номерно распределенные в потоке.

Степень турбулентности – отношение средней квадратичной пуль-

саций составляющих вектора скорости в данной точке к осредненной скоро-

сти невозмущенного потока.

Пузырьковый режим кипения – режим, при котором пар образуется

в виде периодически зарождающихся и растущих пузырьков.

Пленочный режим кипения – режим, при котором на поверхности

нагрева образуется сплошная пленка пара, периодически прорывающегося в

объем жидкости.

8

Первая критическая плотность теплового потока — максимально

возможная (при данных условиях) плотность теплового потока при пузырь-

ковом кипении.

Пленочная конденсация — образование сплошной пленки конден-

сата на смачиваемой поверхности.

Капельная конденсация - образование капель конденсата на не-

смачиваемой поверхности.

Плотность потока излучения — количество энергии излучения,

проходящее в единицу времени через единицу площади поверхности в пре-

делах полусферического телесного угла.

Спектральная плотность потока излучения — отношение плот-

ности потока излучения, испускаемого в бесконечно малом интервале длин

волн, к величине этого интервала.

Закон Стефана — Больцмана: плотность потока излучения абсо-

лютно черного тела пропорциональна четвертой степени абсолютной темпе-

ратуры.

Степень черноты тела — отношение плотностей потока излучения

серого тела и абсолютно черного тела при той же температуре.

Закон Кирхгофа: отношение плотности потока излучения серого те-

ла к его поглощательной способности не зависит от природы тела и равно

плотности потока излучения абсолютно черного тела при той же температу-

ре.

Коэффициент облученности – отношение потока излучения первого

тела, падающего на второе тело к потоку полного полусферического излуче-

ния первого тела.

Прямоток - движение двух теплоносителей в теплообменном аппара-

те параллельно друг другу в одном и том же направлении.

Противоток — движение двух теплоносителей в теплообменном ап-

парате параллельно друг другу в противоположных направлениях.

Перекрестный ток — движение двух теплоносителей в тепло-

обменном аппарате во взаимно перпендикулярных направлениях.

3. Котельные, сушильные установки и промышленные печи

Топливо – горючее вещество, которое экономически целесообразно

использовать для получения значительного количества теплоты.

Теплота сгорания – количество теплоты, выделяющееся при полном

сгорании топлива.

Условное топливо – топливо, теплота сгорания которого принята

равной 29,35 МДж/кг.

Детонация - быстро приближающийся к взрыву процесс горения го-

рючей смеси в цилиндре карбюраторного двигателя, при котором резко (в сто

раз) увеличивается скорость распространения пламени.

9

Горение — химический процесс соединения топлива с окислителем,

сопровождающийся интенсивным тепловыделением и резким повышением

температуры продуктов сгорания.

Коэффициент избытка воздуха – отношение действительного коли-

чества воздуха Vд, подаваемого для организации процесса горения, к теоре-

тически необходимому количеству V0.

Котельная установка – совокупность котла и вспомогательного обо-

рудования.

Котел – конструктивно объединенный в одно целое комплекс уст-

ройств для получения пара или для нагрева воды под давлением.

Топка – устройство котла, предназначенное для сжигания органиче-

ского топлива, частичного охлаждения продуктов сгорания и выделения зо-

лы.

Прямоточный котел – котел с последовательным однократным при-

нудительным движением воды.

Пароперегреватель — устройство для повышения температуры пара

выше температуры Насыщения, соответствующей давлению в котле.

Экономайзер — устройство, обогреваемое продуктами сгорания топ-

лива и предназначенное для подогрева или частичного парообразова-

ния воды, поступающей в котел.

Воздухоподогреватель — устройство для подогрева воздуха про-

дуктами сгорания топлива перед подачей в топку котла.

Обмуровка котла – система огнеупорных и теплоизоляционных ог-

раждений или конструкций котла, предназначенная для уменьшения тепло-

вых потерь и обеспечения газовой плотности.

Промышленная печь – совокупность устройств, предназначенных

для нагрева материалов или изделий.

Сушка – процесс удаления жидкости (чаще влаги) из различных ма-

териалов.

Диффузионный или молекулярный перенос массы – перенос мас-

сы, обусловленный диффузией.

Фильтрационный или молярный перенос массы – конвективный

перенос, обусловленный гидродинамическим, макроскопическим движением

пара и жидкости под влиянием внешних сил и перепада давлений.

Термодиффузия – перенос влаги под влиянием градиента температу-

ры.

Рециркуляция – возврат части воздуха или уходящих газов в су-

шильную камеру или топку.

Вагранка – шахтная печь для плавки чугуна в литейных цехах.

Газовая вагранка – пламенная печь с шахтой для подогрева шихты.

Доменная печь – шахтная печь для выплавки чугуна из железной ру-

ды.

Дуговая печь – промышленная печь, в которой теплота электриче-

ской дуги используется для плавки металлов и других металлов.

Индукционная плавильная печь – печь, в которой металл находит-

ся в переменном электромагнитном поле, в результате чего в металле индук-

тируется нагревающий его электрический ток.

Печь - устройство, в котором в результате горения топлива или пре-

вращения электрической энергии выделяется теплота, используемая для теп-

ловой обработки металлов.

Печь для электрошлакового переплава – промышленная печь,

предназначенная для переплава расходуемых электродов с целью получения

стальных слитков сплошного сечения цилиндрической или прямоугольной

формы в стационарных или подвижных кристаллизаторах.

Плазменно-дуговая печь – электрическая печь, в которой нагрев и

плавление осуществляются с помощью плазменной дуги.

Плавильная печь – печь для превращения какого либо материала в

жидкое состояние нагревом его до температуры, превышающую температуру

плавления.

Раздаточная печь – промышленная печь для подогрева расплавлен-

ного металла и поддержания его температуры в требуемых пределах.

Электронно-лучевая печь – высоковакуумная печь (вакуум 10 МПа

– 10 мкПа) печь для переплава особо чистой стали и тугоплавких материалов,

в которой нагрев основан на превращении кинетической энергии ускоренных

в электростатическом поле электронов в тепловую энергию при их ударе о

поверхность нагреваемого объекта.

Электрошлаковый переплав (ЭШЛ) – бездуговой процесс электро-

плавки металлов, при котором необходимая для плавки теплота выделяется

при прохождении электрического тока через расплавленный электропрово-

дящий шлак.

4. Паротурбинные, газотурбинные и комбинированные установ-

ки

Паротурбинная установка — энергетическая установка, включа-

ющая паровые котлы и паровые турбины.

Газотурбинная установка — конструктивно-объединенная сово-

купность газовой турбины, компрессора, камеры сгорания, газовоздушного

тракта, системы управления и вспомогательных устройств.

Паровая и газовая турбины — турбины, в которых в качестве рабо-

чего тела используется соответственно пар и газ.

Ступень — это совокупность неподвижного соплового аппарата и

вращающегося рабочего колеса (в турбине) или вращающегося рабочего ко-

леса и неподвижного спрямляющего аппарата (в компрессоре).

Сопловая и рабочая решетка – совокупность определенным обра-

зом расположенных в соответствующем ряду сопловых (или спрямляющих)

или рабочих лопаток.

11

Степень реактивности ступени – отношение части располагаемого

теплоперепада Н´л ступени, срабатываемого в рабочем колесе, к полному

располагаемому теплоперепаду Но ступени.

Степень парциальности — доля окружности, занятая каналами со-

пловых лопаток, через которые проходит рабочее тело, или длина дуги, заня-

тая сопловой решеткой, отнесенная к длине окружности.

Внутренний относительный КПД — КПД ступени паровой тур-

бины, учитывающий все виды потерь.

Регенеративный отбор – нерегулируемый отбор пара из ступени

турбины для повышения температуры питательной воды.

Газотурбинная установка замкнутого цикла – ГТУ, в которой ра-

бочее тело циркулирует по замкнутому контуру.

Парогазовая установка (ПГУ) — комбинированная установка, в ко-

торой основная доля теплоты подводится с топливом в паротурбинную часть.

Газопаровая установка (ГПУ) — комбинированная установка, в ко-

торой основная доля теплоты подводится с топливом в камеру сгорания ГТУ.

Ядерный реактор – устройство, предназначенное для организации и

поддержания управляемой цепной реакции деления ядер.

5. Двигатели внутреннего сгорания

Двигатель внутреннего сгорания – тепловой двигатель, внутри ко-

торого происходит сжигание топлива и преобразование части выделившейся

теплоты в механическую работу.

Рабочий цикл ДВС – совокупность различных процессов, происхо-

дящих в цилиндре ДВС в определенной последовательности.

Карбюраторный двигатель – ДВС, в котором горючая смесь приго-

товляется карбюратором вне камеры сгорания (внешнее смесеобразование с

принудительным зажиганием).

Дизель – ДВС с внутренним смесеобразованием и воспламенением

топливовоздушной смеси от теплоты сжатого заряда.

Среднее индикаторное давление – давление, численно равное тако-

му условному постоянному по значению избыточному давлению, которое,

действуя на поршень, совершает за один его ход работу, равную работе газов

в цилиндре за один цикл.

Индикаторная мощность двигателя – мощность, развиваемая внут-

ри цилиндра.

Эффективная мощность — мощность, отдаваемая потребителю и

составляющая часть индикаторной мощности.

Среднее эффективное давление — это условное постоянное давле-

ние в цилиндрах, при котором работа, произведенная в них за один такт, рав-

на эффективной работе.

Индикаторный КПД— отношение количества теплоты Qi экви-

валентного индикаторной работе, ко всему количеству теплоты Q, введенно-

му в двигатель с топливом.

12

Эффективный КПД — отношение количества теплоты, эквива-

лентной полезной работе, к количеству теплоты, затраченной на получение

этой работы.

Удельный индикаторный gi (или эффективный ge) расход топли-

ва — количество топлива тт, расходуемого в двигателе для получения в те-

чение 1 ч индикаторной (или эффективной) мощности в 1 кВт.

6. Компрессорные, холодильные, криогенные машины и уста-

новки

Объемный компрессор – компрессор, в котором повышение давле-

ния газа происходит при уменьшении замкнутого объема.

Индикаторная диаграмма — зависимость давления газа в цилиндре

от объема рабочей полости цилиндра.

Производительность объемного компрессора - объемное коли-

чество газа, подаваемое потребителю в единицу времени, измеренное после

компрессора и приведенное к условиям всасывания, т.е. давлению и темпера-

туре в стандартной точке всасывания.

Индикаторная мощность ступени действительного компрессора -

мощность, затраченная на взаимодействие рабочего органа (поршня или ро-

тора) с потоком газа, включающая все потери в газовом тракте, в том числе

обусловленные утечками рабочего тела и теплообменом.

Винтовый компрессор – роторный компрессор, в котором рабочие

полости образованы корпусом и винтообразными роторами со специальными

профилями.

Центробежный компрессор – компрессор, в котором силовое воз-

действие на газ осуществляется вращающимися лопатками.

Охлаждение – отвод теплоты от тел и передача ее другим телам или

в окружающую среду.

Холодопроизводительность – количество теплоты, отводимое холо-

дильной машиной в единицу времени при температуре ниже температуры

окружающей среды.

Криостатирование – поддержание охлажденных тел при постоянной

низкой температуре.

Охлаждение и ожижение газов – понижение температуры газов при

р = const или υ = const вплоть до температуры конденсации и их конденсация.