Работа в механике и термодинамике. В механике работа определяется как произведение модуля силы, модуля перемещения точки её приложения и косинуса угла между векторами силы и перемещения. При действии силы на движущееся тело работа этой силы равна изменению его кинетической энергии.

Работа в термодинамике определяется так же, как и в механике, но она равна не изменению кинетической энергии тела, а изменению его внутренней энергии.

Изменение внутренней энергии при совершении работы. Почему при сжатии или расширении тела меняется его внутренняя энергия? Почему, в частности, нагревается воздух при накачивании велосипедной шины?

Причина изменения температуры газа в процессе его сжатия состоит в следующем: при упругих соударениях молекул газа с движущимся поршнем изменяется их кинетическая Энергия.

Так, при движении навстречу молекулам газа поршень во время столкновений передаёт им часть своей механической энергии, в результате чего увеличивается внутренняя энергия газа и он нагревается. Поршень действует подобно футболисту, встречающему летящий на него мяч ударом ноги. Нога футболиста сообщает мячу скорость, значительно большую той, которой он обладал до удара. И наоборот, если газ расширяется, то после столкновения с удаляющимся поршнем скорости молекул уменьшаются, в результате чего газ охлаждается. Так же действует и футболист, для того чтобы уменьшить скорость летящего мяча или остановить его, - нога футболиста движется от мяча, как бы уступая ему дорогу.

Вычисление работы. Вычислим работу силы, действующей на газ со стороны внешнего тела (поршня), в зависимости от изменения объёма на примере газа в цилиндре под поршнем (рис. 13.1), при этом давление газа поддерживается постоянным. Сначала вычислим работу, которую совершает сила давления газа, действуя на поршень с силой F'. Если поршень поднимается медленно и равномерно, то, согласно третьему закону Ньютона, F= F'. В этом случае газ расширяется изобарно.

Модуль силы, действующей со стороны газа на поршень, равен F' = pS, где р - давление газа, а S - плошli1Iь поверхности поршня.

При подъёме поршня на малое расстояние работа газа равна.

Начальный объём, занимаемый газом, V1 = Sh 1, а конечный V 2 = S h2• Поэтому можно выразить работу газа через изменение объёма ЛV = (V2 - V1).

При расширении газ совершает положительную работу, так как направление силы и направление перемещения поршня совпадают.

Если газ сжимается, то формула (13.3) для работы газа остаётся справедливой. Но теперь, и поэтому А < О.

Работа А, совершаемая внешними телами над газом, отличается от работы А' самого газа только знаком.

При сжатии газа, когда, работа внешней силы оказывается положительной. Так и должно быть: при сжатии газа направления силы и перемещения точки её приложения совпадают.

Если давление не поддерживать постоянным, то при расширении газ теряет энергию и передаёт её окружающим телам: поднимающемуся поршню, воздуху и т.д. Газ при этом охлаждается. При сжатии газа, наоборот, внешние тела передают ему энергию и газ нагревается.

Геометрическое истолкование работы. Работе А' газа для случая постоянного давления можно дать простое геометрическое истолкование.

При постоянном давлении график зависимости давления газа от занимаемого им объёма - прямая, параллельная оси абсцисс (рис. 13.2). Очевидно, что площадь прямоугольника abdc, ограниченная графиком р1 = const, осью V и отрезками аЬ и cd, равными давлению газа, численно равна работе, определяемой формулой (13.3).

В общем случае давление газа не остаётся неизменным. Например, при изотермическом процессе оно убывает обратно пропорционально объёму (рис. 13.3). В этом случае для вычисления работы нужно разделить общее изменение объёма на малые части и вычислить элементарные (малые) работы, а потом все их сложить. Работа газа по-прежнему численно равна площади фигуры, ограниченной графиком зависимости р от V, осью V и отрезками аЬ и cd, длина которых численно равна давлениям р1, р2 в начальном и конечном состояниях газа.