

ТЕПЛОВЫЕ ЦИКЛИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПРИРОДЕ И ТЕХНИКЕ

Balchugov A.V.

THERMAL CYCLIC PROCESSES IN NATURE AND TECHNOLOGY

Аннотация. Научно-популярная статья посвящена тепловым циклическим процессам, широко распространенным в природе и технике. К таким процессам относятся круговорот воды в природе, конвекция Бенара, работа двигателей внутреннего сгорания и паросиловой установки, ректификация.

Ключевые слова: циклические процессы, круговорот воды в природе, ячейки Бенара, конвекция, циклы двигателей внутреннего сгорания, цикл паросиловой установки, ректификация.

Abstract. This popular science article is devoted to thermal cyclic processes common in nature and technology. These processes include the water cycle, Bénard convection, the operation of internal combustion engines and steam power plants, and distillation.

Keywords: cyclic processes, water cycle, Bénard cells, convection, internal combustion engine cycles, steam power plant cycle, distillation.

Тепловые циклические процессы широко распространены в природе и технике [1]. Принципиальная схема тепловых циклических процессов приведена на рисунке. В циклическом процессе всегда участвует горячее тело (1), холодное тело (2) и рабочее тело (3). Теплота Q передается от горячего тела (1) к рабочему телу (3), при этом рабочее тело (3) осуществляет цикл и совершает работу A , после чего рабочее тело отдает теплоты Q_1 холодному телу (2). Таким образом, в тепловом цикле теплота Q частично превращается в работу A . Энергетический баланс процесса имеет вид: $Q = A + Q_1$.

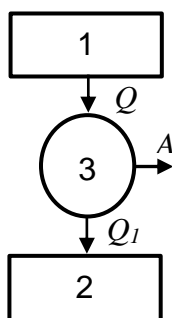


Рисунок – Схема теплового циклического процесса

Общим свойством всех циклических процессов является недостижимость полного превращения теплоты Q в работу A , т.е. КПД системы всегда меньше единицы. Например, тепловой циклический процесс лежит в основе формирования Солнечной системы. Теплообмен между Солнцем и холодным космическим пространством сыграл ключевую роль в образовании системы планет, вращающихся вокруг Солнца. Другим масштабным и важным примером теплового циклического процесса является круговорот воды в природе. Вода под действием теплоты Солнца Q испаряется с поверхности земли, морей и океанов, перемещается в атмосфере с потоками воздуха, и, отдав теплоту Q_1 холодному телу – космическому пространству, конденсируется и выпадает в виде дождя или росы. Работу A при этом совершают потоки влажных воздушных масс в атмосфере, падающие капли дождя, а также реки на их пути к океану. Круговорот воды в природе имеет огромное значение в создании условий для жизни на Земле.

Тепловые циклические процессы составляют основу жизнеспособности живых организмов. Так, в живом организме источником теплоты Q является химическая энергия пищи, приемником теплоты Q_1 – окружающая среда. Цирку-

ляция крови в организме дает возможность мышечной системе совершать работу A . Тепловой циклический процесс формируется также при элементарном нагревании слоя воды в металлической посуде на огне. При этом в слое воды возникает циркуляция (конвекция): нижние нагретые слои воды поднимаются вверх, а верхние охлажденные слои опускаются вниз. Горячим телом, источником теплоты Q , является горящее топливо, а холодным телом, приемником теплоты Q_1 , является окружающая среда. Циркуляционные потоки воды совершают работу A . При соблюдении некоторых условий циркуляция может приобрести регулярную структуру в виде ячеек Бенара [2]. Циркуляция способствует более быстрому нагреванию воды в посуде. Аналогично к тепловым циклическим процессам можно отнести циркуляцию воздуха в комнате с отопительными приборами. В данном случае сброс теплоты Q_1 в окружающую среду осуществляется через окна и стены помещения. Циркулирующий воздух совершает работу A . Конвекция обеспечивает равномерный нагрев всего помещения.

Циклические процессы широко используются в технике для преобразования теплоты в работу. В паросиловой установке (ТЭЦ) энергия топлива с помощью циклического процесса (цикла Ренкина) преобразуется в электроэнергию (работу A). Рабочим телом в данном случае является вода и водяной пар. Преобразование теплоты в работу осуществляется также в двигателях внутреннего сгорания (ДВС) посредством циклических процессов, таких как цикл Отто, цикл Дизеля, цикл ГТУ и др. В ДВС рабочим телом, как правило, являются дымовые газы, образующиеся при сгорании топлива, а приемником теплоты Q_1 служит окружающая среда. Тепловые циклические процессы используются также для получения холода. В холодильных установках осуществляются циклические процессы с участием горячего и холодного тела, однако теплота в данном случае забирается у холодного тела и передается горячему телу. На это затрачивается работа (электроэнергия) A . В связи с этим холодильные циклы называют обратными циклами. Тепловые циклические процессы оказались полезными для разделения жидких смесей методом ректификации. На ректификационной установке горячим телом (источником теплоты Q) является кипятильник, а приемником теплоты Q_1 служит дефлегматор. Пар в ректификационной колонне совершает работу A по перемешиванию жидкости на контактных тарелках, работу по преодолению гидравлического сопротивления и сил поверхностного натяжения и др. При этом между низом и верхом колонны совершается циклический процесс циркуляции жидкости и пара.

Таким образом, в природе и технике тепловые циклические процессы протекают только в условиях термодинамической неравновесности (при наличии разности температур горячего и холодного тел). Широкое распространение тепловых циклических процессов в природе свидетельствует о единстве и целостности мироздания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика. М. Энергия, 1974. 448 с.
2. Бальчугов А.В., Ёлшин А.И., Ульянов Б.А. Основы термодинамики. Учебное пособие. Ангарск. АГТА. 2002. 146 с.