

НОВЫЙ ПРИНЦИП ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ТЕПЛА В РАБОТУ

Г.В. С к о р н я к о в

Предложен принципиально новый интенсивный процесс преобразования тепла в работу с использованием лишь одного термостата.

1. Анализ процессов преобразования тепла в работу составляет, как это подчеркивал Э. Ферми [1], главное содержание термодинамики. Практика применения таких процессов намного опередила теорию. Тепловые машины были изобретены и получили широкое распространение задолго до появления термодинамики [2]. Но и после ее создания по существу никакого влияния на разработку практически применимых способов преобразования тепла в работу термодинамика не оказала. Хотя термодинамику принято считать фундаментом современной теплоэнергетики, ее роль вряд ли превосходит роль теоретической аэродинамики в практике полета птиц. Более того, основное и общепризнанное фундаментальное положение термодинамики – невозможность создания вечного двигателя второго рода – оказалось несостоятельным по крайней мере в отношении квазистатических процессов [3, 4]. Таким образом, термодинамика не только не способствовала существенному прогрессу в практике преобразования тепла в работу, но и привела к дезориентации как инженерной, так и общественной мысли.

Со времен С. Карно укоренилось убеждение в том, что обратимый процесс циклического изменения термодинамических переменных рабочего тела – наиболее эффективный способ преобразования тепла в работу, причем необходимой предпосылкой любого способа служит наличие двух термостатов (нагревателя и холодильника). Обратимые (квазистатические) процессы имеют нулевую мощность. Поэтому исследование обратимых процессов, несмотря на его бесспорное принципиальное значение, вряд ли следует рассматривать в плане создания реальных систем преобразования тепла в работу. Практический интерес представляют лишь процессы с интенсивными тепловыми потоками, а потому заведомо необратимые.

Далеко не каждый тепловой процесс сводится к изменению термодинамических переменных системы. Не только термодинамические потенциалы, но и другие тепловые характеристики рабочего тела на отдельных стадиях процесса могут быть не определены [5, 6]. Поэтому сама постановка вопроса о предельных возможностях преобразования тепла в работу в рамках термодинамики обратимых тепловых процессов неправомерна, не говоря уже о том, что даже в этих рамках никаких ограничений на преобразование тепла в работу, кроме закона сохранения энергии, не существует. Именно не-

обратимость приводит к возможности не только полного, но и интенсивного преобразования тепла в работу.

2. Вопреки укоренившимся представлениям ни наличие двух термостатов, ни циклическое изменение термодинамических переменных рабочего тела (или элементов его массы) не являются необходимыми предпосылками преобразования тепла в работу. Перемешивание в объеме преобразователя различных элементов массы поступающего в него рабочего вещества – процесс заведомо необратимый и не сводящийся к изменению термодинамических переменных элементов массы рабочего тела – открывает возможность преобразования тепла в работу с использованием лишь одного термостата на базе следующего физического процесса.

Адиабатическое расширение насыщенного пара приводит к его охлаждению, конденсации и образованию двухфазной системы [7]. Этот процесс и разделение фаз естественно производить в вихревом потоке, используя эффект Ранка [8–10]. Вихревой аппарат – одна из основных составляющих преобразователя, базирующегося на предлагаемом принципе. Движение поступающего в объем преобразователя пара в вихревом потоке сопровождается интенсивным перемешиванием различных элементов массы рабочего вещества, что в конечном итоге приводит к неограниченному уменьшению парциального давления пара любого элемента массы, поступившего в преобразователь, и его полному переходу в жидкую фазу. Этот процесс становится возможным в конечном объеме преобразователя только вследствие перемешивания. В противном случае для полной конденсации пара при адиабатическом расширении любого элемента массы необходимо неограниченное увеличение его объема [7].

Если преобразователь не содержит движущихся частей, вся выделяющаяся при конденсации пара энергия переходит в кинетическую энергию жидкости. Поэтому, каким бы ни было устройство такого преобразователя, скорость вытекающей из него жидкости должна значительно превосходить скорость звука в паре, т.к. в области давлений и температур, значительно меньших критических, теплота фазового перехода примерно на порядок превосходит тепловую энергию пара, если рассматривать его как идеальный газ, и именно теплота фазового перехода служит основным энергетическим фактором в процессе. В этих условиях течение жидкости сопровождается интенсивной кавитацией, затрудняющей преобразование кинетической энергии жидкости в работу. Во избежание этих трудностей естественно объединить в преобразователе как конденсацию пара и разделение фаз, так и производство работы, чтобы жидкая фаза покидала преобразователь с небольшой скоростью. С этой целью для вывода жидкости из преобразователя можно воспользоваться устройством типа Сегнерова колеса, снабженного к тому же элементами, обеспечивающими передачу энергии не только жидкой фазы, но и всего вихревого потока на внешнюю нагрузку.

В итоге преобразование тепла в работу сводится к испарению в нагревателе при постоянных давлении и температуре, существенно меньших критических, поступающего в него потока жидкости,

ускорению пара с помощью сопла Лавала [11], направлению образовавшегося пересыщенного пара в преобразователь, конденсации в нем пара и возврату сконденсировавшейся жидкости в нагреватель. Работа производится в результате расширения газовой фазы. На возврат сконденсировавшейся жидкости в нагреватель практически никакой работы затрачивать не нужно. При использовании в качестве рабочего вещества азота и параметрах вихревого аппарата, близких к исследованным [9], мощность преобразователя составляет десятки киловатт.

3. Рабочее вещество в преобразователе представляет собой сильно неравновесную открытую систему, поведение которой определяется не H - теоремой Больцмана, а S - теоремой Климонтовича [12], и характеризуется высокой степенью самоорганизации. Именно в этом коренное отличие рассмотренного процесса от процессов в обычных тепловых машинах любого вида, в том числе и многопараметрических. Необходимость обеспечить сильную неравновесность рабочего вещества предопределяет высокую скорость инжекции и ограничивает мощность преобразователя снизу.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Ферми Э. Термодинамика. Харьков: ХГУ, 1969. 139 с.
- [2] Волькенштейн М.В. Энтропия и информация. М.: Наука, 1986. 192 с.
- [3] Skornjakov G.V. On Thermodynamics. Proc. A.F. Ioffe Phys. Tech. Inst. V. 2, Math. Phys., Appl. Math., Inform. New York, Nova Science, 1989.
- [4] Зильберглейт А.С., Скорняков Г.В. // Письма в ЖТФ. 1989. Т. 15. В. 16. С. 87-90.
- [5] Скорняков Г.В. О тепловых характеристиках движущихся сред. Препринт ФТИ АН СССР № 820, 1983. 11 с.
- [6] Скорняков Г.В. Термодинамика движущихся сред. Препринт ФТИ АН СССР № 1391, 1989. 21 с.
- [7] Зильберглейт А.С., Скорняков Г.В. // ЖТФ. 1989. Т. 59. В. 12. С. 1-8.
- [8] Ranque G. // Bull. Bi - Mensuel de la Société Française de Physique. 1933. N 342. 112S-115S.
- [9] Финько В.Е. // ЖТФ. 1983. Т. 53. В. 9. С. 1770-1776.
- [10] Скорняков Г.В. // ЖТФ. 1986. Т. 56. В. 11. С. 2226-2228.
- [11] Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. М.: Наука, 1976. 888 с.
- [12] Климонтович Ю.Л. // УФН. 1989. Т. 158. В. 1. С. 59-91.