

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ ФИЗИКИ

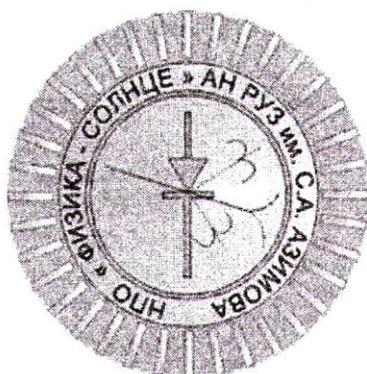


МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ, ПОСВЯЩЕННОЙ 70-ЛЕТИЮ
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА



АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ НПО «ФИЗИКА-СОЛНЦЕ»

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ ФИЗИКИ



ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
ПОСВЯЩЕННОЙ 70-ЛЕТИЮ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОГО
ИНСТИТУТА НПО «ФИЗИКА-СОЛНЦЕ»

14 - 15 ноября

Ташкент 2013 г.

ОСОБЕННОСТИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА СОВРЕМЕННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ СТИРЛИНГА

Носиров М.И.

Физико-технический институт,
nosirov83@rambler.ru

Двигатель Стирлинга это машина, которая работает по замкнутому термодинамическому циклу. Циклические процессы сжатия и расширения происходят при отличных температурах, а управление потоком рабочего тела осуществляется путем изменения его объема.

Двигатель характеризуется:

1. Отсутствием клапанного механизма;
2. Свободным от масла рабочим пространством;
3. Высокими значениями среднего давления газа;
4. Передачей тепла через стенки цилиндра или теплообменник.

Машины Стирлинга могут работать как двигатели, тепловые насосы, холодильные установки и генераторы давления. Вместе с тем, существуют машины, работающие по открытому циклу, в которых управление потоком рабочего тела осуществляется с помощью клапанов.

Такие машины более точно могут быть названы двигателями Эриксона по фамилии его изобретателя. Между двумя типами этих машин не делается никакого различия, поэтому название "двигатель Стирлинга" употребляется для всех без исключения регенеративных машин.

Основные термодинамические процессы, протекающие в обычных тепловых двигателях: сжатие газа, поглощение тепла, расширение газа и отвод тепла, легко различимы и в цикле двигателя Стирлинга, однако имеется радикальное различие в процессе поглощения тепла в двигателе внутреннего сгорания (ДВС)[3].

Двигатель Стирлинга представляет собой преобразователь энергии, относящийся к типу тепловых двигателей, совершающих механическую работу на выходном валу при подводе к ним тепловой энергии.

А в двигатель Стирлинга энергия поступает и отводится от него через стенки цилиндра или теплообменник. Самым значительным отличием между двигателем внутреннего сгорания и двигателем Стирлинга является отсутствие в последнем клапанов или отверстий для впуска и выпуска, поскольку рабочее тело (газ) постоянно находится в полостях двигателя.

При этом клапанный механизм имеет другое назначение и другие характеристики по сравнению с клапанным механизмом двигателя внутреннего сгорания У двигателя Стирлинга, работающего по замкнутому циклу имеются как свои преимущества, так и существенные недостатки.

В связи с тем, что рабочее газообразное тело постоянно находится в полости двигателя, отвод неиспользованного тепла в атмосферу полностью осуществляется через теплообменник. А в двигателях с незамкнутым циклом производится выпуск горячих газов из цилиндров. Это значит, что двигателю Стирлинга, по сравнению с двигателем внутреннего сгорания, требуется более развитая система охлаждения, что и видно из структуры энергетического баланса.

В конструкции двигателя отсутствуют клапаны в основном корпусе. Работа без периодических взрывов означают, что устранены основные источники шума, как газодинамического, так и механического.

Двигатель Стирлинга нельзя с достаточной строгостью назвать двигателем внешнего сгорания, поскольку любой источник тепла с подходящей температурой (энергия солнца, аккумулированная, тепловая энергия, энергия, выделяющаяся при горении, ядерная энергия и т.п.) может быть использована для этой цели.

Из-за простоты использования и из-за требований, обусловленных конкретным назначением установки в настоящее время в большинстве установок с двигателями Стирлинга применяется жидкое топливо. В двигателях Стирлинга применяются регенеративные теплообменники (регенераторы), размещенные в каналах, по которым газ перемещается между горячей и холодной зонами двигательной установки.

Функцией регенератора является попеременное накопление и возвращение части тепловой энергии, полученной в рабочем цикле двигателя. Передача энергии пульсирующему газовому потоку должна происходить таким образом, чтобы свести к минимуму подвод тепла к установке и в то же время поддерживать на заданном уровне мощность, снимаемую с вала.

Результатом действия регенератора является возрастание КПД цикла, поэтому теплообменник такого типа - существенный элемент любого двигателя Стирлинга, рассчитанного на практическое применение. Наиболее верным будет определение двигателя Стирлинга как теплового двигателя, работающего по замкнутому регенеративному циклу.

Конструктивной особенностью двигателя Стирлинга является принцип разделения горячей и холодной рабочих полостей и способ, с помощью которого рабочее тело направляется из одной полости в другую.

Управлять эти потоком, искусственно поддерживая разность давлений в полостях, нежелательно, поскольку энергия, вырабатываемая двигателем Стирлинга, почти прямо пропорциональна давлению цикла, и, следовательно, падение давления уменьшает величину полезной механической работы, совершаемой двигателем.

Поэтому для создания необходимых газовых потоков используют изменение физических объемов горячей и холодной рабочих полостей. Естественно предположить, что для этой цели требуется система поршень - цилиндр, а не система турбина - сопло.

Особенно подходит такая система для создания возвратно-поступательного движения, хотя можно предположить, что роторный двигатель типа двигателя Ванкеля также пригоден для реализации принципа Стирлинга.

Все двигатели Стирлинга, как уже сконструированные, так и разрабатываемые, основаны на принципе возвратно-поступательного движения. Имеются различные способы осуществления такой формы движения, и именно это помогает классифицировать различные типы двигателей Стирлинга[1].

Двигатель Стирлинга, как и любой другой современный тепловой двигатель, работает по принципу сжатия холодного рабочего тела и расширения горячего. Однако в отличие от двигателей внутреннего сгорания подвод теплоты в цикле осуществляется через промежуточный теплообменник - нагреватель, а рабочее тело остается всегда в замкнутом контуре.

В течение 160 лет, прошедших со времени изобретения двигателя Стирлинга, созданы многочисленные его модификации, которые по конструктивным признакам были разделены условно на три группы: α , β , γ .

Характерной особенностью двигателей α -типа является отсутствие специального поршня-вытеснителя. Каждый поршень выполняет функции и рабочего и вытеснителя и в каждом цилиндре размещается по одному поршню. К этому же типу относится многоцилиндровый двигатель двойного действия, где объем цилиндра используется рациональнее и значительно улучшаются удельно-массовые характеристики.

Конструкция двигателей β -типа оказалась очень жизнеспособной. В современных двигателях этого типа сохранились основные элементы первого двигателя Стирлинга. Поршень-вытеснитель и рабочий поршень находятся в одном цилиндре, причем первый циклически перекачивает рабочий газ из горячего объема в холодный и обратно, а второй сжимает и расширяет рабочий газ. Изобретенный специально для двигателей β -типа ромбический привод позволяет полностью уравновесить движущиеся массы, что является незаменимым свойством при использовании двигателя в космической энергетике.

В двигателях Стирлинга γ -типа поршень-вытеснитель и рабочий поршень расположены в разных цилиндрах. Такое размещение увеличивает мертвый объем двигателя и несколько ухудшает параметры цикла по сравнению с β -двигателем. Двигатель четвертой группы типа «поршень в поршне» был предложен в ходе работы над динамическими преобразователями для солнечных энергетических установок. Отличительной особенностью этого типа двигателей является размещение рабочего поршня в расточке поршня-вытеснителя, что позволяет варьировать соотношением максимальных объемов горячей и холодной полостей цилиндра путем изменения размеров вытеснителя и рабочего поршня с целью выбора оптимального соотношения.

Для различных модификаций двигателей Стирлинга применяются различные механизмы привода поршней. Для двигателей одностороннего действия применяются в основном шатунно-кривошипные механизмы. Для одноцилиндровых двигателей β -типа применяется также ромбический приводной механизм. Для многоцилиндровых двигателей двойного действия применяются как шатунно-кривошипный механизм, так и аксиальная компоновка привода с косоугольной или качающейся шайбой[2].

Термодинамические преобразователи, работающие по прямому и обратному циклам Стирлинга находят все более широкое применение для получения электроэнергии, тепла и холода, используя солнечную энергию и традиционные топлива.

Характер движения рабочего тела зависит от динамики движения поршней, которая, соответственно, зависит от конструкции приводного механизма. От этого также зависит уровень вибраций двигателя, вызванный неуравновешенностью приводного механизма. Вибрации увеличивают механические потери, тепловые потери в теплоприемнике концентрированного солнечного лучистого потока, а также уменьшают ресурс и надежность преобразователя энергии.

Тема исследования направлена на исследование динамических процессов в термодинамических преобразователях, работающих по циклу Стирлинга.

Конкретная фундаментальная проблема, решаемая в направлении – это исследование закономерностей влияния динамических процессов на выходные характеристики машин Стирлинга.

Ранее эта проблема в полном объеме не решалась. Применительно к термодинамическим преобразователям динамические процессы и их влияние на выходные параметры ранее не исследовались.

На этом направлении является разработка методов исследования и проведение исследований динамических процессов в приводном механизме двигателя Стирлинга двойного и простого действия и их влияние на характеристики двигателя, а также разработка способов уменьшения вибраций приводного механизма и повышение уравновешенности. Эта задача будет решаться методом компьютерного моделирования и экспериментальной проверкой правильности теоретических результатов.

Другой задачей это направление является поиск новых конструктивных решений привода и компоновки двигателя с целью повышения его динамических характеристик и эффективности.

Результаты выполнения работы и решение поставленных задач послужат основой для научно-обоснованных методов конструирования машин Стирлинга, оптимизации их параметров и, в конечном итоге, разработки и создания нового поколения машин Стирлинга, не уступающих по показателям мировому уровню.

Литература

1. Уокер Г., Двигатели Стирлинга. – М.: Машиностроение, 1985.
2. Г.Ридер, Ч.Хупер, Двигатели Стирлинга. – М.: Мир, 1986.
3. Колчин А.И., Демидов В.П., Расчёт автомобильных и тракторных двигателей. – М.: Высшая школа, 2008.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ ВОД В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН

Аббосов Ё.С., Тожибоева М.Д.

Ферганский политехнический институт,

г. Фергана, ул Ферганская 86, E-mail: info@ferpi.uz

Перспективы будущего существования человечества требуют решения трёх основных проблем: обеспечения населения пищей, энергией и сохранение природных условий, пригодных для жизни.

Решение этих задач в значительной степени связано с использованием возобновляемых источников энергии - солнечной, ветровой и геотермальной энергии и энергии биомассы.

В условиях дефицита топлива и непрерывного роста цен на него освоение колоссальных ресурсов солнечной, ветровой, геотермальной энергии и энергии биомассы являются одной из важнейших научно технических проблем.

На сегодняшний день во всем мире, а также в Узбекистане активно развивается возобновляемая энергетика. В мировой практике возобновляемые источники энергии (солнце, ветер, волны) используются в объёме около 18 % от всех источников энергии. В Центральной Азии этот показатель не превышает 0,25%. На территории Узбекистана прогнозные геотермальные ресурсы (ГР) на доступных глубинах (до 3-5 км) в 4-6 раз превышают ресурсы углеводородов. Главными потребителями ГР на ближайшую и отдаленную перспективу, несомненно, будут теплоснабжение и, в значительно меньшей мере, выработка электроэнергии.

При сопоставлении с традиционными источниками энергии очевидны следующие преимущества ГР: неисчерпаемость, повсеместность распространения, близость к потребителю, локальность обеспечения потребителя теплотой и электроэнергией, принадлежность к местным

Akhatov J.S., Agüera A.L., Halimov A.S. Thermal Performance Modelling of Solar Dryer with PV-T Air Collector and Multistage Drying Cabin	354
Nurmatov Sh.R., Atabaev I.G., Fayziev Sh.A., Gulamova N.P., Khujanov R.A. Prospects for the Use of Solar Power Plants in Uzbekistan with Thermal Storage Technologies	360
Вардияшвили А.А., Шаропов А., Вардияшвили А.Б. Расчет и исследование гелиотеплиц с использованием теплоты дымовых газов	362
Матчанов Н.А., Адамбаев К., Джураев Х.Н., Юсупов А. Изучение возможности использования эффекта Пельтье для создания маломощных охлаждающих устройств	364
Бердышев А.С., Раджабов А., Ибрагимов М. Электроснабжение установки обеззараживания воды фотоэлектрическими модулями	366
Ботиров К., Саидов К.С. Капиллярно смачиваемый солнечный водоопреснитель.....	368
Акбаров Р.Ю., Кучкаров А.А. О связи параметра точности и угловой ошибки параболоидных концентраторов.....	369
Джанклич М.У., Сулейманов С.Х., Дыскин В.Г., Дудко О.А., Кулагина Н.А. Анализ эффективности антиотражающих покрытий для кремниевых солнечных элементов	371
Вардияшвили А.Б., Ёзиев Л.Х., Вардияшвили Аф.А. Некоторые вопросы светового и газо-воздушного режима теплиц	372
Таджиев У.А., Захидов Р.А., Киселева Е.И., Таджиев М.У., Салиев Г.С., Горобцов С.И., Эседуллаев Р., Оразов А.Х., Мамедниязов С.О., Мочалов В.Н. Основные проблемы развития использования ветро-солнечных комплексов малой мощности в аридных зонах	374
Носиров М.И. Особенности рабочего процесса современных двигателей Стирлинга.....	376
Аббосов Ё.С., Тожибоева М.Д. Перспективы использования энергии геотермальных вод в Республике Узбекистан.	378
Саматова Ш.Ю. Хамраев Т.Я. Применение геотермальных вод в жилом доме.....	380
Мирзабаев А.М., Махкамов Т.А. Современное состояние практической фотоэнергетики в Узбекистане	382