

УДК 621.316

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ С ВНЕШНИМ
ПОДВОДОМ ТЕПЛОТЫ**

Хрусталеv Даниил Александрович

обучающийся 3 курса

инженерного института

Алехин Алексей Викторович

кандидат технических наук, доцент

Alekhinal@bk.ru

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ

г. Мичуринск, Россия

Аннотация: В статье рассматривается двигатель Стирлинга, его преимущества, недостатки и перспективы применения.

Ключевые слова: двигатель Стирлинга, эффективность, электроэнергия, тепло.

Одним из основных направлений развития экономики и научно-технического прогресса в XXI веке становятся задачи поиска перспективных технологий энергопреобразования и серийного производства новой техники на основе высокоэффективных термодинамических циклов с использованием возобновляемых видов топлива и новых рабочих тел. Это означает создание, производство и внедрение в массовое применение таких высокоэффективных и экологически чистых энергосистем, которые бы обеспечивали удовлетворение нужд промышленности и населения в энергии при минимальных затратах материальных ресурсов. [2]

В рамках решения этих задач, по оценкам многих зарубежных специалистов, наиболее перспективным путем является разработка, производство и широкое внедрение энергопреобразующих систем на основе двигателей Стирлинга - двигатель с внешним подводом теплоты.

Физически принцип действия двигателя Стирлинга заключается в использовании механической энергии, которая получается при расширении газа при нагревании и его последующем сжатии при охлаждении. Для демонстрации принципа работы можно привести пример на основе обычной пластиковой бутылки и двух кастрюль, в одной из которых находится холодная вода, в другой горячая. При опускании бутылки в холодную воду, температура которой близка к температуре образования льда при достаточном охлаждении воздуха внутри пластиковой емкости ее следует закрыть пробкой. Далее, при помещении бутылки в кипяток, спустя некоторое время пробка с силой «выстреливает», поскольку в данном случае нагретым воздухом была совершена работа во много раз большая, чем совершается при охлаждении. При многократном повторении опыта результат не меняется.

Все двигатели Стирлинга работают по принципу цикла Стирлинга, включающего в себя четыре основные фазы и две промежуточные. Основными являются нагрев, расширение, охлаждение и сжатие. В качестве стадии перехода рассматриваются переход к генератору холода и переход к нагревательному элементу. Полезная работа, совершаемая двигателем,

строится исключительно на разнице температур нагревающей и охлаждающей частей.

Благодаря своим конструктивным особенностям данные двигатели обладают рядом преимуществ, но при этом не лишены недостатков.

- большие размеры, которые вызваны потребностью к постоянному охлаждению работающего поршня;
- использование высокого давления, что требуется для улучшения характеристик и мощности двигателя;
- потеря тепла, которая происходит за счет того, что выделяемое тепло передается не на само рабочее тело, а через систему теплообменников, чей нагрев приводит к потере КПД;
- резкое снижение мощности требует применения особых принципов, отличающихся от традиционных для бензиновых двигателей.

Наряду с недостатками, у электростанций, функционирующих на агрегатах Стирлинга, имеются неоспоримые плюсы:

- любой вид топлива, поскольку как любые двигатели, использующие энергию тепла, данный двигатель способен функционировать при разнице температур любой среды;
- экономичность. Данные аппараты могут стать прекрасной заменой паровым агрегатам в случаях необходимости переработки энергии солнца, выдавая КПД на 30% выше;
- экологическая безопасность. Поскольку настольная электростанция кВт не создает выхлопного момента, то она не производит шума и не выбрасывает в атмосферу вредных веществ. В виде источника получения мощности выступает обычное тепло, а топливо выгорает практически полностью;
- конструктивная простота. Для своей работы Стирлинг не потребует дополнительных деталей или приспособлений. Он способен самостоятельно запускаться без использования стартера;

- повышенный ресурс работоспособности. Благодаря своей простоте, двигатель может обеспечить не одну сотню часов непрерывной эксплуатации.[3]

Термодинамический цикл рассматриваемых двигателей был предложен в 1816 году шотландцем Робертом Стирлингом. Наличие двух изотерм определяет равенство термодинамической эффективности идеального цикла Стирлинга и цикла Карно. Поэтому теоретически двигатели, работающие по циклу Стирлинга, потенциально самые высокоэффективные машины из всех существующих типов двигателей.

Первые наиболее интенсивные и серьезные работы по созданию конкурентоспособных двигателей Стирлинга, отличающихся чистотой выбросов, низким уровнем шума ввиду отсутствия взрывного сгорания, отсутствием систем газораспределения и зажигания, высокой топливной экономичностью начались в 1934 году в голландской компании «Филипс».

С середины 90-х годов прошлого века в области создания двигателей Стирлинга стало превалировать направление стационарных энергетических установок. При их серийном производстве и эксплуатации наиболее значимым показателем является стоимость, которая складывается из стоимости изготовления и обслуживания. Массовые и габаритные характеристики для стационарных когенерационных установок не являются столь определяющими.[1] На основе этого, в современных типах двигателей Стирлинга заложены новые технические решения, позволившие значительно снизить их стоимость. Необходимо отметить, что рядом зарубежных фирм начато производство двигателей, технические характеристики которых уже сейчас превосходят ДВС и газотурбинные установки в диапазоне мощностей от 1 до 100 кВт.

Учитывая, что в настоящее время в России практически отсутствует серийное производство конкурентоспособных энергетических установок мощностью от 1 до 50 кВт, производство высокоэффективных и экологически чистых машин Стирлинга является наиболее перспективным направлением в

развитии отечественного машиностроения. Проведенные маркетинговые исследования показывают, что емкость отечественного рынка энергетических установок данного мощностного ряда составляет до 60 тыс. установок в год. Основными областями применения энергетических установок с двигателями Стирлинга в Российской Федерации являются: когенерация с использованием местного топлива; автономные источники для нефтегазового комплекса, включая катодную защиту; автономные источники для ЖКХ населенных пунктов; использование бросовой теплоты отработанных газов котельных установок и транспортных средств; анаэробные установки и др.

Наиболее перспективным является серийное производство электрогенераторов небольшой мощности с модификацией двигателя Стирлинга под местное биотопливо: торф, отходы сельского хозяйства и лесоперерабатывающей промышленности. Новая технология открывает широкие возможности для снабжения электроэнергией и теплом не газифицированных сельских районов, поселков, фермерских хозяйств, животноводческих ферм, птицефабрик и т.д. Она также поможет решить многие проблемы жилищно-коммунальных хозяйств городов.

Список литературы

1. Рудаков А.И. Использование двигателя Стирлинга в когенерационных процессах получения тепла и электричества. / А.И. Рудаков// Материалы международной научно-технической конф., посвященной памяти проф. А.К. Юлдашева. 5-6.04.2018 г. Изд-во КГАУ, Казань, 2018. С. 65-70.

2. Двигатели Стирлинга - технологический прорыв в автономной энергетике XXI века [Электронный ресурс]. - Режим доступа:<https://www.sovmash.com/node/98>

3. Электростанции на двигателе Стирлинга — простота, экономичность и экологическая безопасность [Электронный ресурс]. - Режим доступа:<https://econet.ru/articles/148660>

PROSPECTS OF APPLICATION OF THE ENGINE WITH EXTERNAL HEAT SUPPLY

Khrustalev Daniel Alexandrovich

the student 3 courses engineering Institute

Alekhin Alexey Viktorovich

candidate of technical Sciences, associate Professor

Alekhinal@bk.ru

Michurinsk state agrarian University,

Michurinsk, Russia

Abstract: the article discusses the Stirling engine, its advantages, disadvantages and prospects of application.

Keywords: Stirling engine, efficiency, electricity, heat.