

УДК 621.48

ДВИГАТЕЛЬ СТИРЛИНГА – ПРОРЫВНОЕ РЕШЕНИЕ НАШЕГО  
ВРЕМЕНИ В ЭНЕРГЕТИКЕ  
STIRLING ENGINE – THE BREAKTHROUGH SOLUTION OF OUR TIME  
IN ENERGY THE FIRST STIRLING ENGINE

Петровская Т. А., Мильяненко А. А., Микшель М. С.,  
Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь  
Т. Petrovskaya, A. Milyanenko, M. Mikshel  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Аннотация.* Двигатель Стирлинга является одним из перспективных направлений в создании современных энергетических систем. Основные преимущества использования двигателя Стирлинга.

*Abstract.* The Stirling engine is one of the promising directions in the creation of modern energy systems. The main advantages of using the Stirling engine.

*Ключевые слова:* двигатель Стирлинга, типы двигателей Стирлинга.  
*Key words:* Stirling engine, Stirling engine types.

## ВВЕДЕНИЕ

Впервые двигатель Стирлинга был запатентован шотландским священником Робертом Стирлингом 27 сентября 1816 года (английский патент № 4081). [1]

Как известно, двигатель Стирлинга является тепловым двигателем с замкнутым регенеративным циклом, работа которого отличается высокими значениями среднего давления газа, свободным от масла рабочим пространством, отсутствием клапанного механизма, передачей тепла через стенки цилиндра или теплообменник. [3]

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

На данный момент есть три основных типа двигателя Стирлинга:

**Альфа двигатель** – в данном двигателе есть два цилиндра (горячий и холодный), которые соединены трубкой, в центре которой стоит регенератор (рис. 1). [2]

**Бета двигатель** – в нем всего один цилиндр, на концах которого разная температура, но в нем два поршня, рабочий и вытеснитель. Газ перекачивается через регенератор, который может быть внешним или внутренним (рис. 2).

**Гамма двигатель** также состоит из двух цилиндров (полностью холодного и с перепадом температуры соответственно). В холодном рабочий поршень, а вытеснитель в цилиндре с разными температурой. Регенератор тоже может быть внешним и соединять все цилиндры или внутренним (рис. 2).

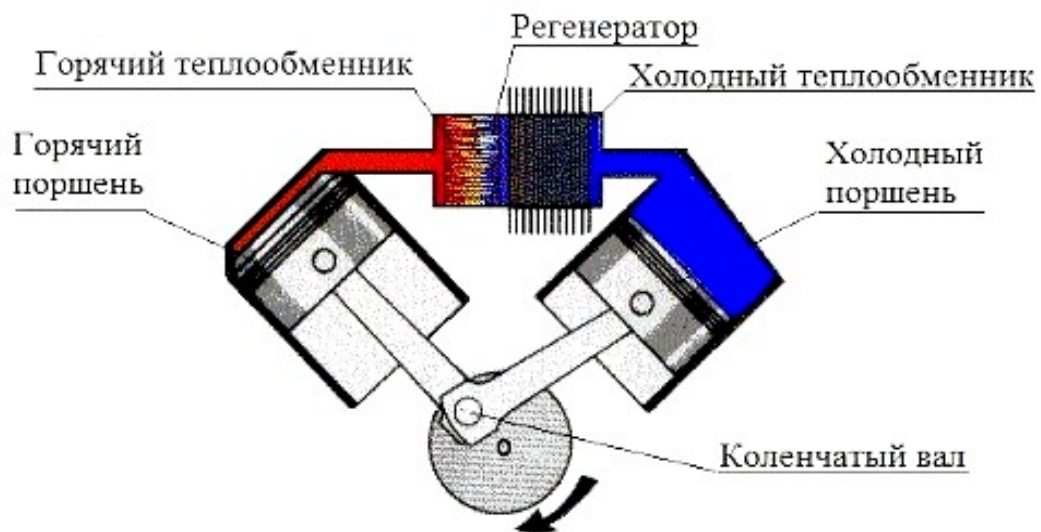


Рис. 1. Двигатель альфа типа

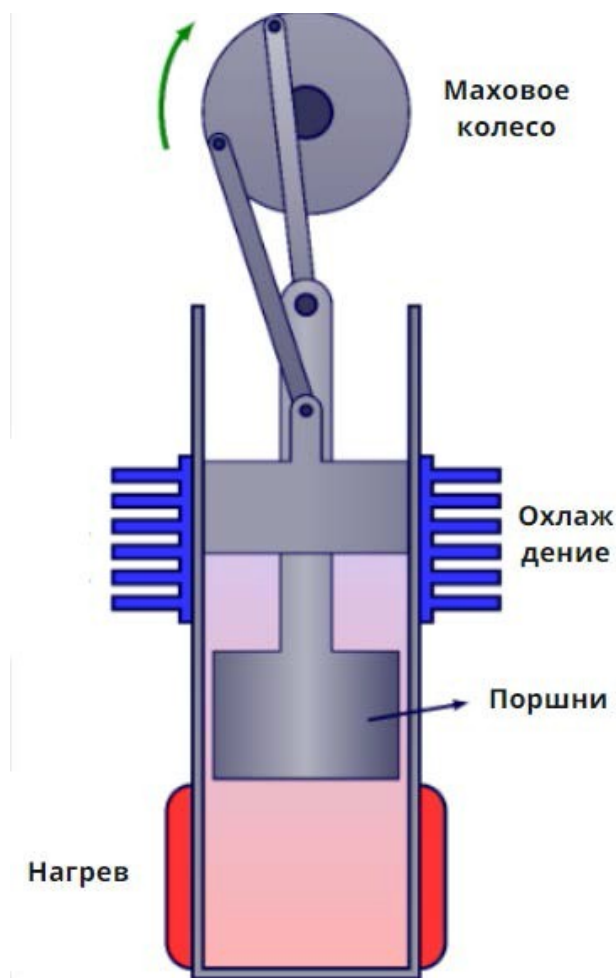


Рис. 2. Двигатель бета типа

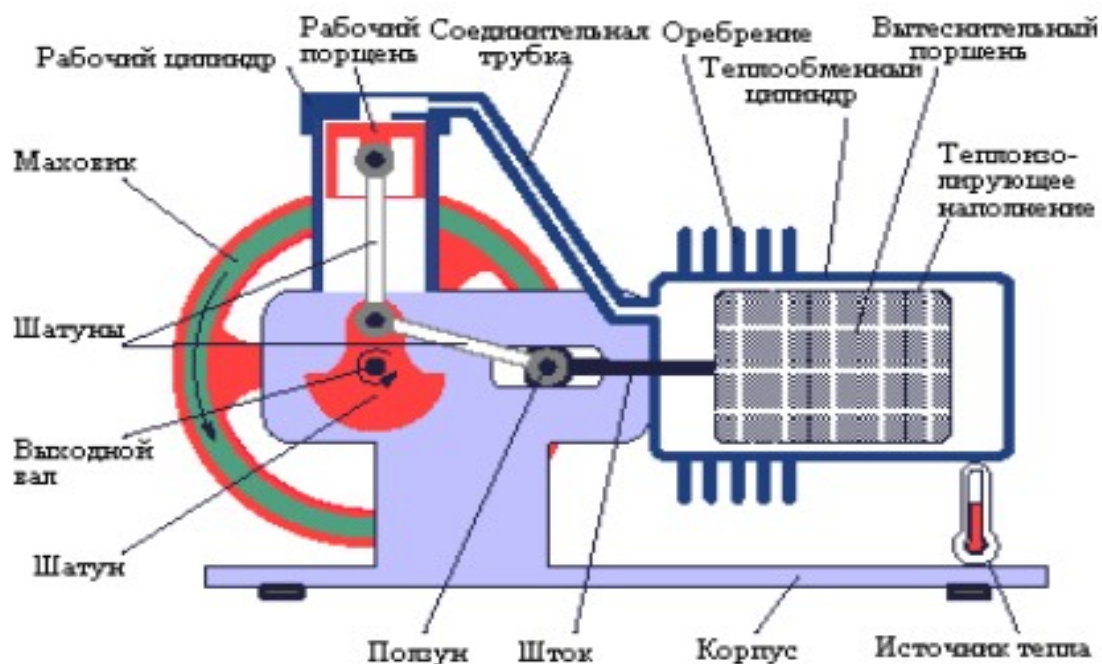


Рис. 3. Двигатель гамма типа

Также существует беспоршневые Стирлинги: роторный и термоакустический.

Применение двигателя Стирлинга:

Кораблестроение – в данной сфере использование двигателя Стирлинга прорабатывают уже больше сотни лет. Первым использовать их на кораблях предложил изобретатель Джон Эриксон, но его опыт оказался неудачным и про это направление забыли на 100 лет. Только после Второй Мировой войны опять начали вести исследования в данной отрасли, создавая двигатели Стирлинга для надводных и подводных судов.

Машиностроение – также с 1950-х годов исследуется возможность установки двигателя Стирлинга на автомобили, такими исследованиями занимались такие крупные фирмы, как «Ford», «BMW» и «General Motors». Они достигли определенных успехов и даже создавали прототипы с двигателями Стирлинга, которые по уровню шума, вибраций и загрязнения превосходили двигатели внутреннего сгорания того времени.

Энергетика – самым перспективным в наше время направлением является создание двигателей Стирлинга для выработки электричества:

- строительство небольших когенерационных энергетических установок с двигателями Стирлинга на разных видах топлива для выработки небольшого количества электроэнергии в труднодоступных местах и для использования в бытовых условиях. [3];

- солнце, как источник тепловой энергии для двигателя Стирлинга. Это более выгодно и перспективно по сравнению с солнечными панелями;

- ядерные реакторы с двигателями Стирлинга разрабатываются в США для питания электричеством будущих лунных баз, орбитальных

станций и на долгоживущих пилотируемых и беспилотных космических аппаратах. В NASA уже созданы прототипы данных установок [4];

– на АЭС и ТЭС при переходе пара в воду в конденсаторе выделяется огромное количество тепла, которое никак не используется, но двигатель Стирлинга может устранить эту проблему и значительно увеличить КПД станции. Если установить двигатель Стирлинга в конденсатор или между им и турбиной, то он будет преобразовывать тепло выделяющиеся при конденсации пара и вырабатывать дополнительную энергию. В данный момент главной проблемой для развития данного направления является громоздкость и слабое развитие двигателей Стирлинга. Но если начать финансировать данную сферу развития энергетики, то можно будет увеличить мощность и КПД большей части современных АЭС и ТЭС.

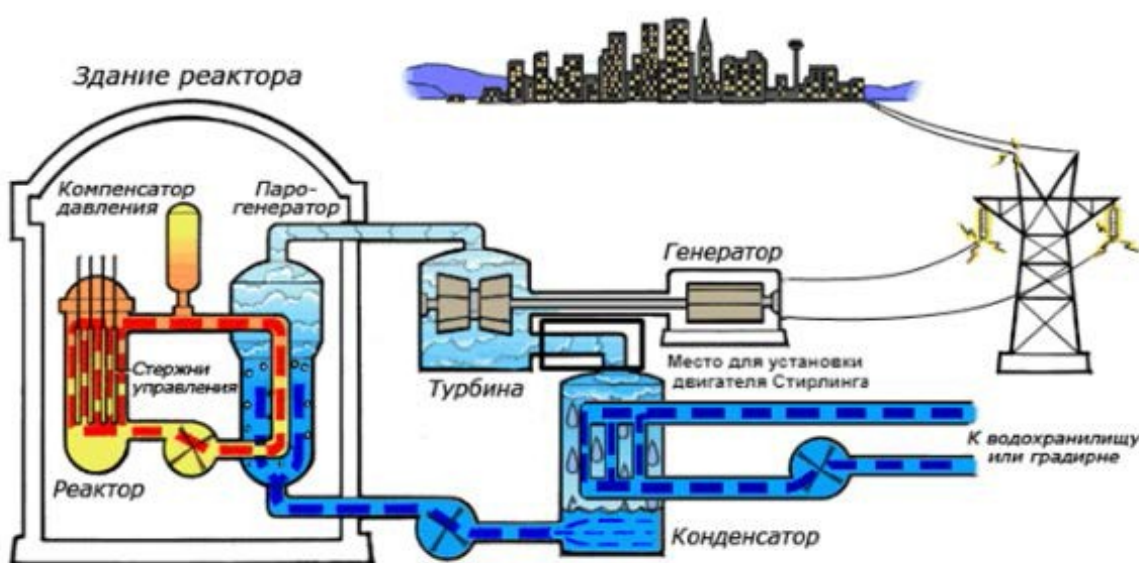


Рис. 4. Пример использования двигателя Стирлинга

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Двигатель Стирлинга был изобретен больше 200 лет назад, но до сих пор вызывает интерес у ученых и изобретателей по всему миру. Многие большие компании уже пытаются создать новые энергетические установки с двигателем Стирлинга, пытаются приспособить его для корабле- и машиностроения.

Проанализировав строение, типы двигателя Стирлинга, изучив их достоинства и недостатки, исследовали наиболее успешные места применения двигателей Стирлинга в энергетике и в других отраслях промышленности. Провели ряд исследований по эффективности использования двигателя Стирлинга в энергетике и быту. Мы убедились, что не стоит останавливаться на достигнутом, а необходимо продолжить исследование в данном направлении.

Если человечество дальше будет развиваться в этом направлении, то со временем мы сможем перейти на более доступную и менее вредящую экологии энергию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Двигатель внешнего сгорания Стирлинга своими руками [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rt82.ru/security-objects/dvigatel-vneshnego-sgoraniya-stirlinga-svoimi-rukami-delaem-dvigatel/>. – Дата доступа: 08.05.2023.

2. Двигатель Стирлинга [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C\\_%D0%A1%D1%82%D0%B8%D1%80%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B3%D0%B0](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C_%D0%A1%D1%82%D0%B8%D1%80%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B3%D0%B0). – Дата доступа: 08.05.2023.

3. Двигатель Стирлинга: принципы работы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://dzen.ru/a/YP\\_r\\_h1hxxsq5te](https://dzen.ru/a/YP_r_h1hxxsq5te). – Дата доступа: 08.05.2023

4. Двигатели Стирлинга – технологический прорыв в автономной энергетике XXI века [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sovmash.com/node/98#:~:text=%D0%92%20%D0%BD%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D1%89%D0%B5%D0%B5%20%D0%B2%D1%80%D0%B5%D0%BC%D1%8F%20%D0%B7%D0%B0%20%D1%80%D1%83%D0%B1%D0%B5%D0%B6%D0%BE%D0%BC,%D0%B2%20%D0%B4%D1%80%D1%83%D0%B3%D0%B8%D1%85%20%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8F%D1%85%20%D0%B2%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B9%20%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8>. – Дата доступа: 08.05.2023