

В. В. Романенко, Д. Е. Ильиных, М. В. Волкова,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДВИГАТЕЛЯ СТИРЛИНГА НА ВОДОРОДНОМ ТОПЛИВЕ

The article discusses the prospects for using hydrogen in Stirling engines. An analysis of the main types of engines and their efficiency is given.

Двигатель Стирлинга выполняет работу по преобразованию тепловой энергии в механическую при достаточной разнице температур.

Цикл Стирлинга состоит из четырех фаз и разделен двумя переходными фазами: нагрев, расширение, переход к источнику холода, охлаждение, сжатие и переход к источнику тепла. Графически цикл Стирлинга представлен на рисунке 1, где красным цветом выделены нагревание, синим – охлаждение.

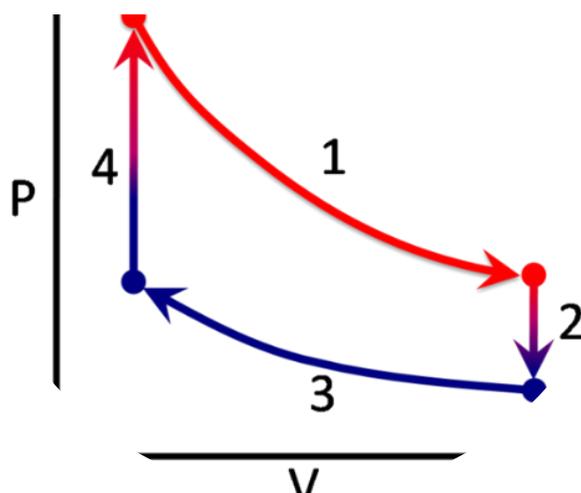


Рис.1. Рабочий цикл двигателя Стирлинга

Типы двигателей Стирлинга.

1. Альфа-Стирлинг.

Альфа-Стирлинг — содержит два отдельных силовых поршня в отдельных цилиндрах, один — горячий, другой — холодный. Цилиндр с горячим поршнем находится в теплообменнике с более высокой температурой, с холодным — в более холодном. У данного вида двигателя отношение мощности к объему достаточно велико, но, к сожалению, высокая температура «горячего» поршня создаёт определенные технические трудности.



Рис.2. Экспериментальный бета-Стирлинг

2. Бета-Стирлинг

Бета-Стирлинг – цилиндр всего один, горячий с одного конца и холодный с другого. Внутри цилиндра движутся поршень (с которого снимается мощность) и вытеснитель, изменяющий объем горячей полости. Газ перекачивается из холодной части цилиндра в горячую через регенератор. Регенератор может быть внешним, как часть теплообменника, или может быть совмещен с поршнем-вытеснителем (рис.2).

3. Гамма-Стирлинг

Гамма-Стирлинг – тоже есть поршень и вытеснитель, но при этом два цилиндра – один холодный (там движется поршень, с которого снимается мощность), а второй горячий с одного конца и холодный с другого (там движется вытеснитель). Регенератор может быть внешним, в этом случае он соединяет горячую часть второго цилиндра с холодной и одновременно с первым (холодным) цилиндром. Внутренний регенератор является частью вытеснителя.

Анализ типов двигателя.

Движение поршней у альфы и гамма далеки от идеального «Стирлинга», из-за чего не весь объем используется для работы двигателя. А в бета-Стирлинге используется практически весь объем, что делает его более перспективным с точки зрения практичности (рис. 3.)

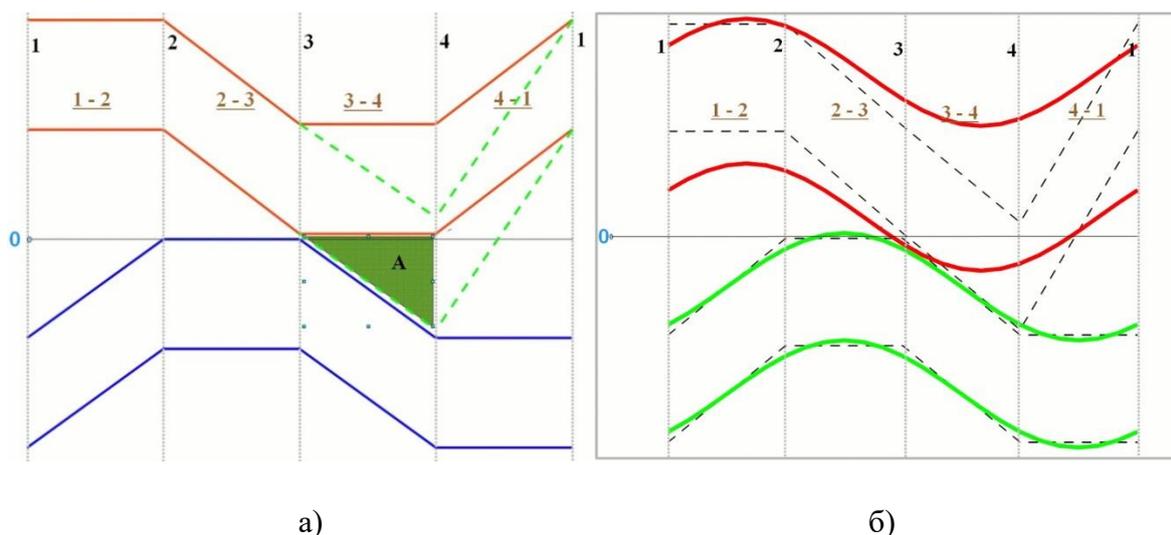


Рис. 3. Графики производительности для бета- (а) и гамма- (б) Стирлинга

Авторами статьи был собран прототип двигателя Стирлинга из подручных материалов и проводятся исследования зависимости КПД от вида топлива.

Как показывают опыты, для использования в промышленных целях, необходим мощный источник энергии. Таким источником может стать водород. Водород является одним из самых перспективных видов топлива на сегодняшний день, он обладает большой энергоемкостью (40000 Вт·ч/кг, это в 144 раза больше современных аккумуляторов!), что может обеспечить высокую автономность силовой установки. Например, при увеличении пробега на электрокарах в два раза, масса аккумуляторов увеличиться в несколько раз (экспоненциально), в отличие от водородного топлива.

Использовать двигатели Стирлинга, работающие на водородном топливе наиболее целесообразно в труднодоступных местах, в районах Крайнего Севера, или на месторождениях, где использование традиционного топлива не рационально. Например, на севере Свердловской области, есть большие месторождения торфа, но для разработки необходимо топливо. Теплоемкость торфа гораздо ниже теплоемкости топлива, которое необходимо использовать для извлечения торфа. Водород в таком случае – отличная альтернатива традиционным видам топлива. Более того, в последние годы ведутся исследования с целью получения водорода из цианобактерий.

Таким образом, двигатель Стирлинга, который обладает более высокими показателями КПД по сравнению с двигателями внутреннего сгорания, в сочетании с водородным топливом может стать конкурентноспособным и экологически чистым технологическим будущим.

V. V. Romanenko, D. E. Ilinykh, M. V. Volkova,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE STIRLING
ENGINE ON HYDROGEN FUEL**