

КОНФИГУРАЦИИ ДВИГАТЕЛЯ СТИРЛИНГА

Бойназаров Б.Б.¹, Рахимов Д.В.², Журабоев Н.И.³, Мелибоев А.А.⁴, Усмонов Б.М.⁵
Email: Boynazarov679@scientifictext.ru

¹Бойназаров Бекзод Бахтиёрович – ассистент,
кафедра электроэнергетики;

²Рахимов Достонбек Вохиджон угли – студент;

³Журабоев Нодирбек Ихтиёржон угли – студент;

⁴Мелибоев Авазхон Алижон угли – студент;

⁵Усмонов Бобуржон Мухиддин угли – студент,

специальность: электроэнергетика,

энергетический факультет,

Ферганский политехнический институт,

г. Фергана, Республика Узбекистан

Аннотация: есть три общих типа двигателя Стирлинга. Это альфа-бета и гамма. Другие виды обрабатываются на основе этих видов. Среди них двигатель Stirling бета-двигателя очень эффективен. В статье приводятся сведения о трех типах двигателей Stirling. Стирлинговые двигатели широко используются для производства электроэнергии в современной энергетической системе. Двигатель Stirling использует солнечную энергию, а не возобновляемое топливо. Это будет оставаться одной из самых сложных задач, когда потребление энергии растет. Одним из перспективных направлений является участие двигателей Стирлинга в ряде областей в создании современных энергетических систем.

Ключевые слова: Стирлинговый двигатель, тип двигателя, характеристики, Гамма или Бета, период.

STIRLING ENGINE CONFIGURATIONS

Boynazarov B.B.¹, Rakhimov D.V.², Juraboev N.I.³, Meliboev A.A.⁴, Usmonov B.M.⁵

¹Boynazarov Bekzod Bakhtiyorovich - Assistant,
DEPARTMENT OF ELECTRIC POWER;

²Rakhimov Dostonbek Vohijon ugli – Student;

³Juraboev Nodirbek Ikhtiyorzhon ugli – Student;

⁴Meliboev Avazhon Alijon ugli – Student;

⁵Usmonov Boburjon Muhiddin ugli - Student,

SPECIALTY: ELECTRIC POWER INDUSTRY,

FACULTY OF ENERGY,

FERGHANA POLYTECHNIC INSTITUTE,

FERGANA, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: there are three common types of Stirling engines. These are alpha beta and gamma. Other species are processed based on these species. Among them, the Sterling beta engine is very efficient. This article provides information on three types of Sterling engines. Stirling engines are widely used to produce electricity in a modern energy system. The Sterling engine uses solar energy rather than renewable fuels. This will remain one of the most difficult tasks when energy consumption rises. One of the promising areas is the participation of sterling engines in a number of areas in the creation of modern energy systems.

Keywords: Stirling engine, engine type, characteristics, Gamma or Beta, period.

УДК 621.415

Существуют, по существу, три типа двигателей Стирлинга, которые отличаются тем, как рабочая жидкость перемещается между горячей и холодной областями двигателя. Альфа-конфигурация Стирлинга состоит из двух силовых поршней, один в горячем цилиндре, а другой в холодном цилиндре; газообразная рабочая жидкость движется между двумя цилиндрами с помощью движущихся поршней. Горячий и холодный цилиндры двигателя альфа-Стирлинга обычно имеют форму, в которой силовые поршни соединены в одной точке коленчатого вала и выровнены под углом 90 градусов относительно друг друга. Бета-конфигурация Стирлинга имеет один цилиндр с горячим концом и холодным концом, содержащий силовой поршень и поршень вытеснителя, который приводит газ между этими двумя областями. Обычно он используется с ромбическим приводом для достижения разности фаз между вытеснителем и силовыми поршнями, но поршни могут быть соединены на 90 градусов в противофазе на коленчатом валу. Наконец, гамма-конфигурация имеет два цилиндра: один содержит вытеснитель с горячим и холодным концом, а другой - с силовым поршнем. Поршни соединены в одно пространство с

одинаковым давлением в обоих цилиндрах; поршни, как правило, параллельны и соединены на 90 градусов в противофазе на коленчатом валу [1].

Как указывалось ранее, альфа-Стирлинг содержит два силовых поршня и два цилиндра (горячий и холодный), соединенные через регенератор. Горячий цилиндр расположен внутри высокотемпературного теплообменника, а холодный цилиндр находится в контакте с низкотемпературным резервуаром, который во многих практических применениях является атмосферой. Два поршня соединены с маховиком таким образом, что линейное поступательное движение силовых поршней может быть преобразовано во вращательное движение, и разность фаз может сохраняться. Этот тип двигателя имеет высокое отношение мощности к объему, но имеет технические проблемы из-за высокой температуры горячего поршня и долговечности его уплотнений (Vineeth C.S., 2012). Высокие температуры могут привести к расширению поршня и увеличению внутренних сил трения между поршнем и стенками цилиндра. Этапы цикла альфа-Стирлинга показаны на рисунке 1. Первоначально рабочая жидкость нагревается высокотемпературным теплообменником, и расширение газа толкает горячий поршень до самой нижней точки его хода вниз. Поршень горячего цилиндра затем перемещает большую часть нагретого газа в холодный цилиндр; на этом этапе воздух начинает охлаждаться, а давление уменьшается. Холодный поршень, приводимый в движение импульсом маховика, сжимает газ в холодном цилиндре, и тепло отводится через низкотемпературный теплообменник. Рабочая жидкость выталкивается обратно в горячий цилиндр поршнем холодного цилиндра, подвергается расширению при нагреве и снова приводит поршень горячего цилиндра в рабочий ход (Jadhao & Mahantare, 2013).

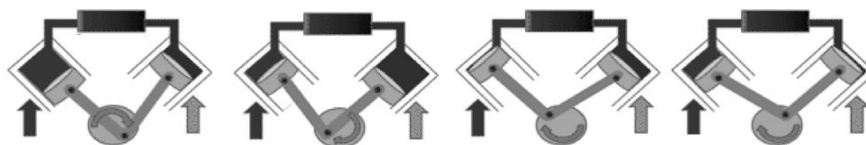


Рис. 1. Работа альфа-сконфигурированного двигателя Стирлинга слева направо

Термодинамика бета-двигателя Стирлинга аналогична термодинамике альфа-двигателя, но физическая конфигурация компонентов двигателя совершенно иная. В отличие от двухцилиндрового двигателя Стирлинга с альфа-конфигурацией, бета-двигатель относительно компактен и состоит только из одного цилиндра с нагреваемым концом и охлаждаемым концом. Силовой поршень расположен в цилиндре соосно вместе с вытеснителем. Поршень вытеснителя не извлекает никакой мощности из расширяющегося газа, а служит только для перемещения рабочего газа назад и вперед между горячим и холодным концами. Назначение силового поршня состоит в том, чтобы генерировать энергию, в то время как целью вытеснителя является перемещение рабочей жидкости вперед и назад через нагретую область, регенератор и охлаждаемую область. В результате, сила выталкивания, испытываемая вытеснителем, очень мала по сравнению с силой поршня. Как и в альфа-двигателе, циклические движения поршней разнесены на 90 градусов при движении поршня вытеснителя, ведущего силовой поршень на четверть оборота коленчатого вала.

Силовой поршень, вытеснитель и стержень вытеснителя в бета-двигателе уплотнены вокруг своих зазоров, чтобы предотвратить утечку рабочего газа. Уплотнение для вытеснителя размещается на конце, ближайшем к пространству сжатия, чтобы избежать прямого контакта с горячим рабочим газом (в пространстве расширения). В результате этого уплотнение не должно быть термостойким. Уплотнения штока поршня и силового поршня также не должны быть термостойкими, поскольку они постоянно подвергаются воздействию низких температур двигателя. Это связано с их физической близостью к месту сжатия (Electropaedia, 2015). Рисунок 2 иллюстрирует бета-сконфигурированный двигатель Стирлинга и циклические движения вытеснителя и силового поршня.

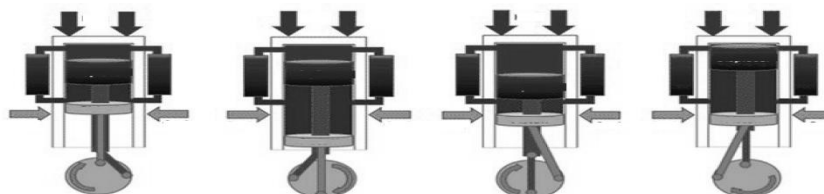


Рис. 2. Работа бета-сконфигурированного двигателя Стирлинга

Недостаток бета-двигателя состоит в том, что может быть трудно минимизировать мертвый (зазор) объем в пространстве расширения и сжатия, учитывая, что должен быть достаточный зазор, чтобы позволить рабочему газу беспрепятственно протекать из горячей области и холодной области [1-2].

Наконец, гамма-конфигурация Стирлинга - это просто бета-двигатель Стирлинга, в котором силовой поршень установлен не соосно с поршнем вытеснителя, а в отдельном цилиндре. Это позволяет избежать

осложнений, связанных с прохождением поршневой тяги через силовой поршень. В цилиндрах поддерживается фиксированное количество рабочей жидкости с помощью поршней, которые образуют газонепроницаемое уплотнение со стенками цилиндров. Поплавок свободно входит в горячий цилиндр, позволяя газу проходить по сторонам при его движении вверх и вниз. Как и в других двигателях Стирлинга, газ поочередно нагревается и охлаждается, заставляя его расширяться и сжиматься, когда он перемещается между горячим и холодным цилиндрами, передавая свою энергию силовому поршню в холодном цилиндре. Недостаток гамма-двигателя состоит в том, что он неизбежно вводит мертвый объем в пространство сжатия из-за физического разделения иона вытеснителя и силового поршня. На рисунке 3 показана схема гамма-настроенного двигателя Стирлинга.

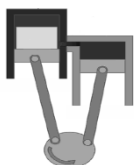


Рис. 3. Гамма-настроенный двигатель Стирлинга

Три основных типа двигателей Стирлинга, описанные ранее, могут использовать широкий ассортимент механизмов с кривошипно-шатунным приводом или вообще не использовать их, как в двигателях Стирлинга со свободным поршнем. Основными требованиями для успешной работы являются высокая механическая эффективность и простота, а также другие важные соображения, включая хороший динамический баланс, способность работать с минимальной смазкой и компактность[1-10].

Список литературы / References

1. Nathan C., Beau D., David E., Edward G., Andrew H., Andrew L., Mikhail M., Mario R. GREEN STIRLING ENGINE POWER PLANT // April 30, 2015.
2. Бойназаров Б.Б., Турсунов И.М., Рахмонов М.Д., Умаров И.А., Махкамов А.Б. Generating electricity using sterling engines at condensing heat stations // «International scientific review of the problems and prospects of modern science and education» (Boston. USA. October 22-23, 2019). P. 39-42.
3. Исмоилов И.К., Туйчиев З.З., Бойназаров Б.Б., Турсунов Д.А., Эралиев Х.А., Анпаков Д.Ш. Повышение коэффициента полезного действия в результате изменения магнитодвижущей силы обмоток машин переменного тока // «Проблемы современной науки и образования», 2019. № 11 (144). Часть 1. Ст. 54-58.
4. Туйчиев З.З., Исмоилов И.К., Турсунов Д.А., Бойназаров Б.Б. Проблемы качества электроэнергии в системах электроснабжения // Проблемы науки. Москва. № 10 (46), 2019. Ст. 15-18.
5. Узбеков М.О., Туйчиев З.З., Бойназаров Б.Б., Турсунов Д.А., Халилова Ф.А. Исследование термического сопротивления солнечного воздухонагревателя с металлической стружкой // Научно-технический журнал «Энергосбережение и водоподготовка», 2019. № 4. С. 29-33 (05.00.00 № 97. РИНЦ 2018, IF:0,32).
6. Халилова Ф.А., Бойназаров Б.Б. Характеристика дугогасящих реакторов, применяемых для компенсации емкостных токов замыкания // Проблемы науки. Москва. № 10 (46), 2019. Ст. 11-15.
7. Жабборов Т.К., Насретдинова Ф.Н., Назиржонова Ш.С., Хомиджонов З.М., Рахимов М.Ф., Бойназаров Б.Б. Использование системы аскуэ для повышения энергетической эффективности процессов анализа потребления электроэнергии // Вестник науки и образования, 2019. № 19 (73). Часть 2. С. 13-16.
8. Жабборов Т.К., Насретдинова Ф.Н., Бойназаров Б.Б., Эргашев К.Р. Электрические цепи содержащие нелинейные элементы и методы их расчёта // Вестник науки и образования, 2019. № 19 (73). Часть 2. С. 10-13.
9. Бойназаров Б.Б., Шерматов Б.А., Неъматов Ш.М. Методы расчета потерь мощности в электрических сетях // Проблемы современной науки и образования, 2019. № 12 (145). Часть 2. Ст. 76-80.
10. Эралиев Х.А., Латипова М.И., Бойназаров Б.Б., Абуллаев А.А., Ахмаджонов А.Э. Восстановление разреженного состояния в сравнении с обобщенной оценкой максимального правдоподобия энергосистемы // Проблемы современной науки и образования, 2019. № 12 (145). Часть 2. Ст. 80-85.