

МНОГОТОПЛИВНАЯ ГТУ

С ПОВЫШЕННЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Владимир Петрович Сизов, к.т.н

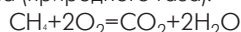
В природе существует не ограниченное количество бросового углеводородного сырья. Мусор, сельскохозяйственные отходы, зелёная масса, низкосортный уголь и пр. Возможна переработка данного сырья в топливо. [К этой теме наш журнал обращался неоднократно - Ред.] Так, например, из 5,72 кг рисовой шелухи возможно получить 1 кг экологически чистого высокооктанового бензина, затратив на это 4,73 кВт/час электроэнергии. Получение такого синтетического бензина, экономически невыгодно. При стоимости электроэнергии 7 руб/кВт.час., только себестоимость 1 кг бензина составит более 43 рублей. Однако, если у вас есть дешёвая высокоэффективная энергоустановка с большим моторесурсом и без эксплуатационных расходов, вы сможете снизить себестоимость электроэнергии до 1 руб/кВт.час. В этом случае себестоимость бензина составит 4 руб. 73 коп.

Целью нашей работы и явилось исследование возможностей разработки такой высокоэффективной и дешёвой ПГТУ, использующей в качестве топлива синтезгаз, с моторесурсом 100.000 часов и определение её облика. Разработанное устройство мощностью 5 МВт должно обеспечивать чистоту выбросов NO_x не более 16 мг/м³ и обладать электрическим КПД не ниже 45%. По нашему замыслу, такая ПГТУ должна работать без расхода масла, но при изготовлении её следует по возможности использовать типовые материалы и технологии.

В мире существует много ГТУ работающих с впрыском воды. При этом, в зависимости от погоды (!) она может работать по разной схеме. Представим такую электростанцию установленную на побережье где наличествуют устойчивые сезонные муссонные ветра. Когда ветер уносит продукты горения в море, сжигание топлива происходит в обычном режиме, КПД энергоустановки составляет 30-35%. Но при смене сезона ветер меняется, и выбросы идут на населённую сушу. Тогда в ГТУ организуют впрыск специально подготовленной воды из расчёта 2 кг воды на 1 кг топлива. При впрыске КПД можно поднять до 51% и значительно сократить количество вредных выбросов. Однако, электроэнергия при этом становится в 3 раза дороже, так как впрыскиваемая вода по стоимости равна самому топливу.

В предлагаемой схеме ПГТУ отсутствует внешний источник впрыскиваемой воды. Вся необходимая вода выделяется из самих продуктов горения. Выделяется воды намного больше, чем требуется её вводить в цикл. Появляются, следовательно, излишки воды, которая может быть использована ПГТУ без всякой подготовки и на внешние цели.

В качестве топлива ГТУ обычно используют различные типы углеводородов, водород, синтезгаз, метанол-сырец. При сгорании любого углеводорода в идеале получаются только два вещества: углекислый газ и вода. Это видно, например при рассмотрении сжигания метана (природного газа).



"Белый дым", который идёт из труб котельных при сжигании метана на самом деле это - водяной пар. Из продуктов горения выделить образовавшуюся воду нетрудно. При охлаждении продуктов горения метана ниже 600°C вода начинает выпадать в виде конденсата. При сжигании 1 м³ метана можно получить до 1 кг воды близкой к дистиллированной.

Получаемая вода по некоторым характеристикам даже лучше, чем дистиллированная. Водородный показатель pH можно повысить до 5-6 отщипав из сжигаемого топлива добавляемую в газ "отдушку" - меркаптан (его крайне немного, но он содержит серу). При сгорании меркаптана образуется серная кислота понижающая показатель pH. Полученную воду возможно использо-

вать в качестве впрыска в ГТУ и перевод её в режим ПГТУ.

Для улучшения характеристик ПГТУ впрыск воды проводится только в компрессор. При этом рабочая характеристика компрессора будет ближе к изотермическому сжатию чем к адиабатному: эффективность работы повышается. При сжатии воздуха в компрессоре вода испаряется и понижает температуру процесса сжатия. На выходе из компрессора смесь воздуха и паров воды. Максимальное содержание воды (пара) не должно превышать 20% от общей массы. При таком ограничении по содержанию пара, возможно сжать воздух до $\pi_k = 60$.

В камеру сгорания добавляется пар. Он вырабатывается в парогенераторе, работающем на тепле отходящих из ГТУ выхлопных газов. Соответственно, как я уже указывал, из продуктов горения воды выделяется больше, чем мы ввели в ПГТУ.

Для первоначального запуска ПГТУ необходимо 70 литров дистиллированной воды. В процессе работы ПГТУ избытки воды могут составить 1 кг на 1 м³ потреблённого газа (для метана). Конденсация воды в продуктах горения происходит при температуре близкой к 800°C. Выделяемое при конденсации воды тепло можно пустить на отопление или генерацию горячей воды.

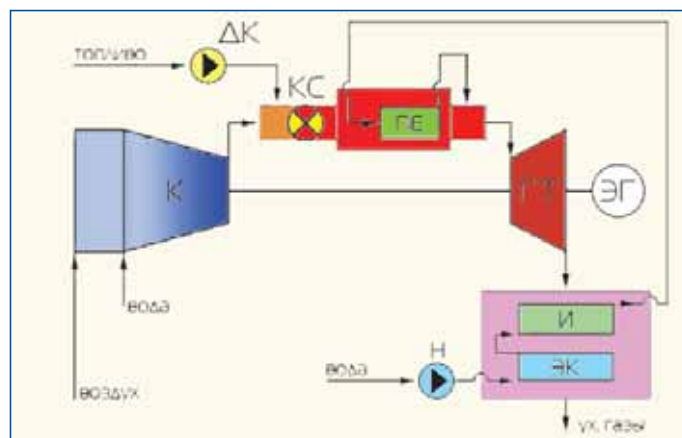


Рисунок №1. Общая схема. ДК - дожимной компрессор; КС - камера сгорания; ПЕ - пароперегреватель; К - компрессор; ГТ - газовая турбина; ЭГ - электрогенератор; И - испаритель; ЭК - экономайзер; Н - насос.

Расчёты приведены для работы на синтез-газе ($\text{H}_2:\text{CO}=0,8:1$). Наша ПГТУ во время работы не использует масло. Вся смазка производится той же водой, что впрыскивается. Все подшипники используемые в ПГТУ - керамические (возможна охлаждение и смазка водой). Моторесурс ПГТУ 100000 часов. Межремонтный интервал 25000 часов. Содержание оксидов азота в продуктах горения не более 16 мг/м³.

Кроме того, имея "безлимитное" потребление воды возможно сжигать топливо в обогащённом кислородом воздухе. Предварительно воздух сжимается в компрессоре до 1 бар. Далее воздух поступает на газоразделительную мембрану. На газоразделительной мембране избыточное давление воздуха падает до нуля и происходит обогащение кислородом с 21% до 45%. Обогащённый воздух сжимается винтовым компрессором с впрыском воды до необходимого π_k . Однако габариты такой газоразделительной мембраны могут превысить габариты всей установки ПГТУ.

С точки зрения автора, для данной ПГТУ основным топливом должен служить природный газ и синтез газ. Это означает, что использовать её возможно только в стационарном режиме. Такая ПГТУ не может работать без внешнего охладителя. Утилизируемое от ПГТУ тепло имеет температуру около 800°C, следовательно,

Таблица №1 Расчётные характеристики ПГТУ

Наименование параметра	Единица измер.	Значение
Электрическая мощность	МВт	5
Расход газообразного топлива	кг/с	0,66
Коэффициент полезного действия, не менее		44
Расход воздуха на входе	кг/с	2,87
Расход воды на входе	кг/с	0,35
Степень повышения полного давления		30
Температура парогазовой смеси перед турбиной	°С	1303
Расход парогазовой смеси на входе в турбину	кг/с	5,54
Степень расширения в турбине		27,82
Частота вращения ротора газогенератора	об/мин	3600
Расход газов на выходе	кг/с	5,54
Температура газов на выходе	°С	100

может быть использовано для отопления или нагрева системы горячего водоснабжения. Для генерации топливного синтез-газа и биогаза можно использовать мусор, сельскохозяйственные отходы или низкосортный уголь. Естественно, как я уже указывал, всё топливо должно пройти газификацию и быть очищенным от серы. У автора есть предложения и по использованию такой схемы ПГТУ в мобильном режиме: на больших транспортных машинах: кораблях, железнодорожном составе, карьерных самосвалах. Для работы в таком мобильном качестве в качестве топлива удобно применять газообразное топливо, либо метанол - сырец.

Литература.

1. Арсеньев Л.В. Тарышкин В.Г. Комбинированные установки с газовыми турбинами. Машиностроение 1982 г.

Связь с автором: sizovperm@mail.ru

2 - 5 апреля 2015 г. Москва, Россия, КВЦ «Сокольники», павильон №4

XVIII Московский международный Салон изобретений и инновационных технологий «АРХИМЕД»

При поддержке Департамента науки, промышленной политики и предпринимательства города Москвы

Организаторы Салона: Московская городская организация ВОИР, ООО «ИнновЭкспо»

Московский международный Салон изобретений и инновационных технологий «АРХИМЕД»:

- Международная выставка изобретений, полезных моделей, промышленных образцов, инновационных проектов
- Международная выставка товарных знаков «Товарный знак-Лидер»
- Международная научно-практическая конференция по правовой охране результатов интеллектуальной деятельности
- Большая конкурсная программа
- Научный парк развлечений

Заявки на участие в XVIII Московском международном Салоне изобретений и инновационных технологий «Архимед-2015» принимаются до 25 февраля 2015 г. по адресу: 105187, г. Москва, ул. Щербаковская, д.53, к.В, ООО «ИнновЭкспо». www.archimedes.ru, www.innovexpo.ru, e-mail: mail@archimedes.ru, mail@innovexpo.ru
Телефон / факс: +7(495) 366-14-65, +7(495) 366-03-44