

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИРОЛИЗНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБОТКИ И ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ В КОГЕНЕРАЦИОННЫХ УСТАНОВКАХ

*Белорусский национальный технический университет,
Республика Беларусь
ЗАО ЭТС «Машиностроительный завод» СПб, Российская Федерация*

В настоящее время основным механизмом, превращающим теплоту сгорания топлива в механическую работу, необходимую для выработки электрической и тепловой энергии в малой и автономной энергетике, является поршневой дизельный двигатель.

Наиболее удобными и традиционно используемыми топливами для поршневого двигателя являются жидкие (бензин или дизельное топливо) и газообразные (в основном высококалорийные природный и нефтяной газы). Однако, постоянный рост цен на эти виды топлив, а также расходов на их транспортировку в отдаленные районы все настоятельнее требует активизировать переход на альтернативные более дешевые местные топлива, в том числе твердые: уголь, древесина, торф и т.п.

Одним из известных и широко применяемых в 40-50 годы прошлого столетия способов использования твердых топлив является их газификация, то есть превращение твердого топлива в газообразное, которое способен потреблять поршневой двигатель.

Наиболее распространенным и доступным видом твердого топлива является древесное топливо, исходная стоимость которого в ряде случаев считают даже отрицательной, имея ввиду отходы древесины при ее заготовке и переработке.

Твердые топлива, в частности древесина, обладают общим свойством – термической неустойчивостью. При нагревании твердые топлива разлагаются, образуя летучие продукты и твердый остаток.

При газификации твердых топлив происходят процессы нагрева, сушки, пиролиза и взаимодействия углистого остатка с парогазовой средой (собственно газификация).

Аппараты для газификации древесного топлива известны довольно давно и для решения конкретных задач применяются различные процессы газификации.

Газогенератор представляет аппарат для термопиролизной обработки древесины с получением топливного газа, основными горючими составляющими которого являются водород (H_2) и окись углерода (CO). Для получения качественного генераторного газа, необходимого для использования в поршневых двигателях, в газогенераторе реализована обращенная

многозонная схема газификации твердого топлива, при которой смолистые летучие соединения проходят через активную зону раскаленного углерода, разлагаются и газифицируются, что уменьшает содержание смолистых веществ в топливном газе.

Корпус газогенератора имеет разъем, который делит его на две части. Верхняя часть является бункером, которая имеет форму усеченной прямоугольной пирамиды, большее основание которой расположено в нижней части бункера. Такая форма препятствует зависанию древесного топлива в бункере во время работы газогенератора. Верхняя часть бункера имеет кассетный или шлюзовой питатель для загрузки твердого топлива и технологические люки с круглыми фланцами, которые используются для присоединения к дымовой трубе на время розжига газогенератора и для подачи древесного топлива, в случае применения шнекового питателя. На время транспортировки газогенератора бункер может быть демонтирован. Нижняя часть газогенератора футерована огнеупорным кирпичом. В ней располагаются активные зоны, колосниковая решетка и зольник. Активные зоны имеют ряды воздухоподводящих фурм.

Колосниковая решетка предназначена для удержания слоя раскаленного углерода в реакционной зоне, удаления золы и угольной мелочи. Ниже колосниковой решетки располагается зольник, который имеет герметичный боковой люк для периодического удаления золы. Нижняя часть газогенератора также имеет технологические боковые люки которые используются для визуального контроля, шуровки, розжига газогенератора и установки термомпар для контроля температуры в данной зоне. Значение температуры характеризует процесс газификации и позволяет оценивать качество генераторного газа. Генераторный газ из газогенератора отбирается над колосниковой решеткой и через коллектор, являющийся одновременно подогревателем дутьевого воздуха, поступает в циклонные очистители, поверхность которых используется в качестве теплообменника для охлаждения генераторного газа и нагрева воздуха, подаваемого в сушилку древесного топлива.

Температура генераторного газа на выходе из газогенератора может достигать 600°C. Для нормального протекания процесса наполнения поршневого двигателя температура генераторного газа снижается до 40°C. А так как использования в газогенераторе древесного топлива с относительной влажностью более 25% приводит к резкому снижению калорийности газогенераторного газа, то физическое тепло от охлаждения генераторного газа в виде горячего воздуха направляется на сушилку древесного топлива. После охлаждения генераторный газ направляется в двухступенчатый фильтр. В качестве фильтрующего элемента фильтров применяется топливная щепка или опилки. После загрязнения фильтрующий элемент сжигается в газогенераторе. В случае использования сухого древесного топлива, горячий воздух охлаждения генераторного газа сбрасывается в атмосферу или используется на технологические нужды или на отопление.

В качестве исходного поршневого двигателя для газогенераторной энергоустановки выбран широко распространенный дизель типа ЯМЗ,

переведенный на газодизельный процесс и снабженный адаптивной (самонастраивающейся) системой регулирования подачи газового топлива в дизельный двигатель, позволяющая менять соотношение между газовым и жидким топливом в зависимости от количества и качества газового топлива и нагрузки, поданной на двигатель. При этом сохраняется возможность работы по дизельному циклу. Отличительной особенностью данной системы является то, что рейка топливного насоса высокого давления не фиксируется при переходе на газодизельный цикл, а остается свободной. Сам этот переход осуществляется открытием газовой магистрали и началом подачи в двигатель газового топлива. При этом не требуется снижение мощности двигателя, система поддерживает заданный режим в зависимости от количества подводимого газа и его теплотворной способности, меняя соотношение дизельного топлива и газа. При снижении нагрузки на двигатель до режима холостого хода газовая заслонка закрывается полностью, и работа двигателя осуществляется на дизельном топливе. Во время работы двигателя под нагрузкой в случае снижения количества подаваемого газа по внешним причинам или изменения состава газа (уменьшения его теплотворной способности) система поддерживает заданный скоростной режим работы добавлением необходимого количества дизельного топлива. Благодаря принятой схеме регулирования приемистость газодизеля, несмотря на инерционность газового тракта, соответствует приемистости дизеля.

Переход двигателя на работу по чисто дизельному циклу осуществляется путем отключения подачи газового топлива.

Основными преимуществами газодизельного процесса и выше описанной системы управления являются:

- возможность запуска установки при отсутствии посторонних источников электроснабжения за счет работы электроагрегата на дизельном топливе в период розжига, запуска и прогрева газогенератора;

- использование дизельного топлива в качестве резервного в случае сбоев с поставкой древесного топлива или выхода из строя оборудования по его подготовке;

- относительно простое переоборудование дизельного двигателя на газодизельный цикл, возможное даже на месте его эксплуатации;

- обеспечение оперативного автоматического перевода с дизельного на газодизельный цикл и обратно при его эксплуатации;

- возможность получения высоких показателей переходного процесса при сбросах и набросах нагрузки (см. рис.2,3);

- простота в освоении и обслуживании, стабильность выходных электрических параметров.

Газовым топливом при работе агрегата на номинальном режиме замещается 70-75% жидкого нефтяного топлива.

Возможно изготовление энергоустановок электрической мощностью 50, 100, 200, 500 кВт и комплектация из них электростанций любой мощности по согласованию с заказчиком.

Из всего многообразия твердых топлив и их смесей вырабатывается газ примерно одинакового состава.

Теплотворная способность данного топливного газа составляет 1000-1350ккал/м³. Он пригоден для использования в топках существующих газовых и жидкостных котлов, специальных топочных устройствах и в сушильных камерах для выработки тепловой энергии, а также в поршневых двигателях, электроагрегатов взамен традиционных нефтяных жидких топлив для выработки электроэнергии.

Теплотворная способность смеси газа с необходимым для полного сгорания количеством воздуха находится на уровне теплотворной способности топливовоздушной смеси. Поэтому, при замещении дизельного топлива газом, мощность двигателя не изменяется.

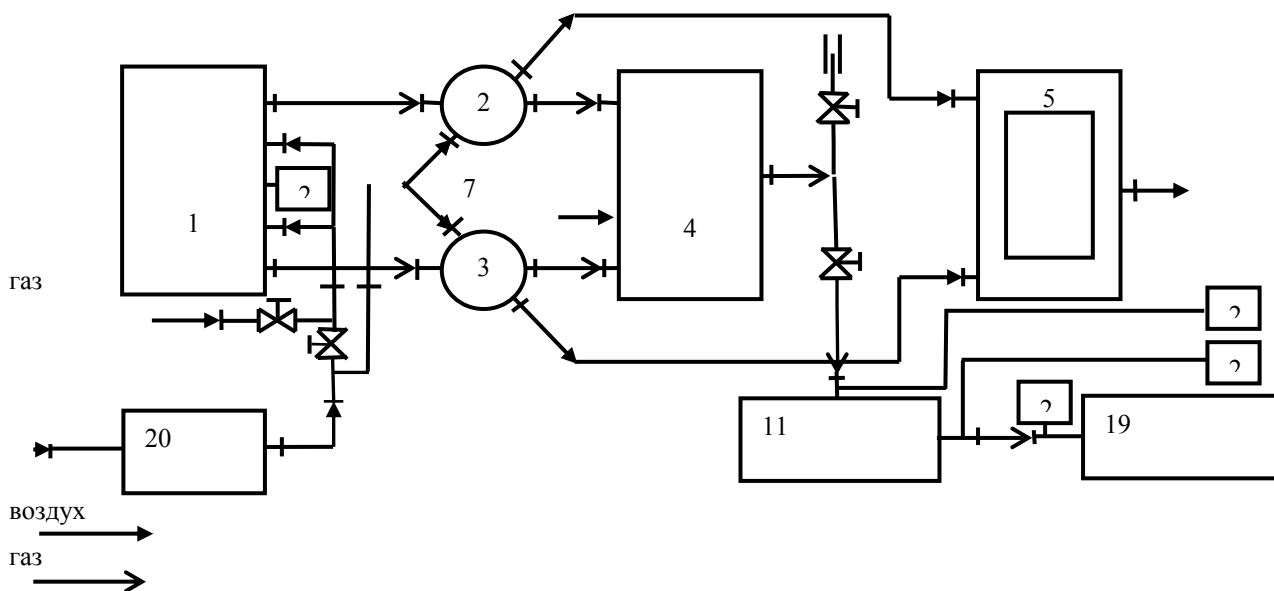


Рис.1 Структурная схема газогенераторной энергетической установки ГГЭУ.

1-газогенератор, 2,3- циклоны-теплообменники (левый, правый), 4-фильтр газа грубой очистки, 5-сушилка топлива, 6-трубопроводы подачи воздуха к сушилке, 7-трубопровод подачи воздуха к циклонам, 8-вход воздуха, 9-выход газа, 10-выход воздуха из сушилки, 11 – фильтр газа тонкой очистки, 12,13,14,15 – запорные клапаны (клинкеты), 16 – свеча-горелка, 17- кассета, 18 - трубопровод подачи воздуха, 19 - газодизельный электроагрегат, 20 – воздуходувка, 21,22 – тягонапомеры, 23,24 – термопары.