

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

НАУКА И МОЛОДЕЖЬ:
ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ЧАСТЬ I

Труды Всероссийской научной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
19 – 21 мая 2020 г.

выпуск 24

Под общей редакцией профессора М.В. Темлянцева

Новокузнецк
2020

ББК 74.580.268
Н 340

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор Темлянец М.В.,
д-р физ.-мат. наук, профессор Громов В.Е.,
д-р геол.-минерал. наук, профессор Гутак Я.М.,
д-р техн. наук, профессор Фрянов В.Н.,
канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.,
д-р техн. наук, профессор Галевский Г.В.,
д-р техн. наук, доцент Фастыковский А.Р.,
д-р техн. наук, профессор Козырев Н.А.,
канд. техн. наук, доцент Коротков С.Г.

Н 340

Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. М.В. Темлянцева. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2020. - Вып. 24. - Ч. I. Естественные и технические науки. – 480 с., ил.-164, таб.- 88.

Представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ. Первая часть сборника посвящена актуальным вопросам в области естественных наук, перспективных технологий разработки месторождений полезных ископаемых, металлургических процессов, технологий, материалов и оборудования, экологии, безопасности, рационального использования ресурсов.

Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

ISSN 2500-3364

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2020

УДК: 621.1.016

КОГЕНЕРАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ НА ОСНОВЕ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Красильников В.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Михайличенко Т.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: vitalik.krasilnikov@mail.ru*

Рассмотрена работа когенерационной установки, в частности работающей при использовании двигателей внутреннего сгорания. Выявлены преимущества данного метода, а также предложены условия, при которых на предприятиях целесообразно использовать этот вид когенерации.

Ключевые слова: когенерация, электростанция, двигатели внутреннего сгорания, тепловая и электрическая энергия.

Когенерация — это комбинированное производство тепла и электроэнергии. На электростанции с применением технологии когенерации топливо используется для получения двух форм энергии — тепловой и электрической. Приставка «ко» в слове когенерация и означает комби. Проще говоря, когенерационная установка, показанная на рисунке 1, это тепловая электростанция.

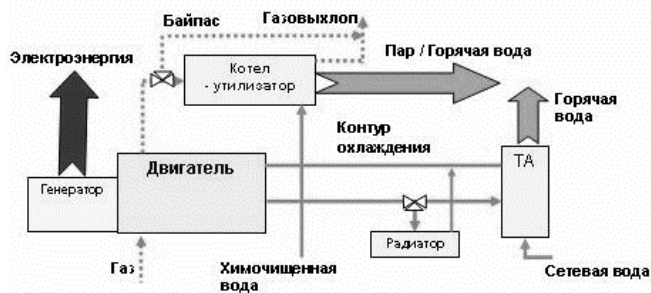


Рисунок 1 – Схема когенерационной установки

Когенераторные электростанции более эффективны в сравнении с электростанциями, производящими только электрическую энергию.

С технологией когенерации появляется реальная возможность использовать тепловую энергию, которая обычно улетучивается в атмосферу через градирни и вместе с дымовыми газами [1].

При использовании двигателей внутреннего сгорания (поршневых двигателей) возможна утилизация тепла смазочного масла, охлаждающей воды, а также выхлопных газов.

В двигателях внутреннего сгорания (ДВС) энергия химических связей топлива преобразуется в тепловую энергию в результате сжигания. Образующиеся при сгорании газы расширяются в цилиндре, приводя в движение поршень. Механическая энергия движения поршня передается маховику посредством коленчатого вала, а затем преобразуется в электроэнергию при помощи генератора переменного тока. Благодаря непосредственному преобразованию энергии высокотемпературного

теплового расширения в механическую, а затем электрическую энергию двигатели внутреннего сгорания характеризуются наибольшим тепловым КПД (производством электроэнергии на единицу использованного топлива) среди одноступенчатых (первичных) двигателей. Как следствие, они отличаются и наименьшими удельными выбросами CO_2 на единицу произведенной энергии.

Мощность существующих установок на основе двухтактных двигателей с низкими оборотами (<300 об./мин.) может достигать $80 \text{ МВт}_э$. Такие установки, как правило, используются в качестве базовых систем для постоянного производства энергии. Четырехтактные системы с высокими оборотами (>1500 об./мин.) имеют мощность $3 \text{ МВт}_э$ и обычно используются в качестве пиковых источников.

Наиболее распространенными типами двигателей внутреннего сгорания являются дизель, двигатель с искровым зажиганием и двухтопливный двигатель. Установки внутреннего сгорания могут использовать широкий диапазон видов газообразного и жидкого топлива, включая природный, попутный, и шахтный газы, газ, образующийся на полигонах ТБО, биогаз, продукты пиролиза, жидкое биотопливо, дизельное топливо, сырую нефть, тяжелый мазут, топливные эмульсии и отходы нефтепереработки [2].

Как правило, стационарная ДВС-электростанция (т.е., станция, не являющаяся передвижным генератором) состоит из нескольких энергоблоков, работающих параллельно. Ряд независимо работающих установок в сочетании с высоким КПД в условиях неполной нагрузки обеспечивают надежность и гибкость энергоснабжения, позволяя наилучшим образом удовлетворять быстро меняющиеся потребности. Время запуска подобных систем из холодного состояния невелико по сравнению с аналогичной характеристикой парогазовых или паровых электростанций на угольном, нефтяном или газовом топливе. Запущенная система на основе ДВС способна оперативно реагировать на изменения нагрузки, при необходимости обеспечивая быструю стабилизацию параметров сети.

С двигателями внутреннего сгорания могут использоваться замкнутые системы водяного охлаждения, что делает водопотребление соответствующих электростанций крайне низким.

Компактная конструкция ДВС-систем делает их пригодными для организации распределенного производства тепла и электроэнергии в непосредственной близости от конечных потребителей в городских и промышленных районах. Это позволяет снизить связанные с распределением потери в трансформаторах, линиях электропередач и трубопроводах. Типичные потери в распределительных и передающих сетях при централизованном производстве электроэнергии составляют 5-8% произведенной энергии; потери тепла в муниципальных сетях централизованного теплоснабжения составляют менее 10%. Следует иметь в виду, что наибольшие потери имеют место в сетях низкого напряжения, а также в соединениях на уровне конечного потребителя. С другой стороны,

производство электроэнергии на крупных централизованных электростанциях, как правило, является более эффективным.

Высокий КПД одноступенчатой генерации на основе ДВС в сочетании с относительно высокой температурой выхлопных газов и охлаждающей воды делает эту технологию идеальным решением для когенерации. Как правило, в выхлопных газах содержится около 30% энергии, выделяющейся при сжигании топлива, а в потоках охлаждающей воды - около 20%. Энергия выхлопных газов может быть утилизирована при помощи котла-утилизатора или теплообменника, используемых для производства пара, горячей воды или горячего масла. Кроме того, горячие выхлопные газы могут быть непосредственно или косвенно (при помощи теплообменника) использованы в различных технологических процессах, например, для сушки. Потоки охлаждающей воды могут быть разделены на высокотемпературный и низкотемпературный контуры. Потенциал утилизации энергии воды зависит от минимальной температуры, отвечающей потребностям потребителя тепла. Потенциал охлаждающей воды может быть использован практически полностью в централизованной системе теплоснабжения с низкими температурами возврата. Утилизация тепла, отводимого при охлаждении двигателя, в сочетании с котлом-утилизатором энергии выхлопных газов и экономайзером, способна обеспечить использование (в форме электроэнергии и тепла) до 85% энергии жидкого топлива и до 90% энергии газообразного топлива.

Тепловая энергия может поставляться конечному потребителю, в зависимости от его потребностей, в форме пара (вплоть до перегретого пара с давлением до 20 бар), горячей воды или горячего масла. Тепло может также использоваться в абсорбционном процессе охлаждения для производства охлажденной воды.

Возможно также использование абсорбционных тепловых насосов для повышения температуры охлаждающей воды низкотемпературного контура до более высокого уровня, позволяющего использовать эту воду в системах централизованного теплоснабжения с высокой температурой возврата.

Для компенсации краткосрочных рассогласований между графиком потребностей в электроэнергии и тепле/холоде могут использоваться аккумуляторы горячей и холодной воды.

Типичный КПД (по отношению к энергии топлива) при использовании двигателей внутреннего сгорания для производства электроэнергии находится в диапазоне 40-48%; в схемах когенерации с эффективной утилизацией тепла КПД может достигать 85 - 90%. В схемах тригенерации необходимая гибкость может быть достигнута за счет поддержания запасов горячей и охлажденной воды, а также резервных (пиковых) мощностей - компрессорных холодильных установок и работающих за счет непосредственного сжигания топлива резервных водогрейных котлов.

Принципиальное решение об использовании когенерации и выбор конкретного метода определяются рядом факторов; даже предприятия с аналогичными потребностями в энергии не могут считаться абсолютно

одинаковыми в этом отношении. Во многих случаях принципиальное решение о внедрении когенерации определяется следующими факторами:

- принципиальным является наличие достаточных потребностей в тепле, отвечающих возможностям когенерации с точки зрения количества, температуры и т.п.;
- наличие у предприятия базисной нагрузки, т.е. уровня, ниже которого потребление электроэнергии опускается редко;
- сходный характер графиков потребностей в тепловой и электрической энергии;
- соотношение цен на топливо и тарифов на электроэнергию, обеспечивающее экономическую эффективность когенерации;
- высокий ожидаемый уровень загрузки (желательно более 4-5 тыс. час. работы при полной нагрузке в год).

В целом, применение когенерации оправдано на тех предприятиях, где имеются значительные потребности в тепле при температурах, соответствующих низкому или среднему давлению пара. При оценке потенциала производства с точки зрения когенерации важно убедиться в том, что нет оснований ожидать существенного сокращения потребностей в тепле. В противном случае эксплуатация системы, рассчитанной на производство избыточного тепла, окажется неэффективной [3].

Использование когенерационных систем на основе двигателей внутреннего сгорания, рисунок 2, может быть целесообразно на предприятиях, где выполняются следующие условия:

- потребность в энергии носит циклический характер или не является постоянной;
- существует потребность в паре низкого давления или горячей воде средней/низкой температуры;
- требуется высокое значение соотношения электрической и тепловой энергии;
- если доступен природный газ, предпочтительным является использование двигателей внутреннего сгорания на этом виде топлива;
- если природный газ недоступен, могут использоваться дизельные двигатели на мазуте или сжиженном нефтяном газе;
- при электрической нагрузке менее 1 МВт_э - искровое зажигание (доступны системы мощностью от 0,003 до 10 МВт_э);
- при электрической нагрузке более 1 МВт_э - воспламенение от сжатия (доступны системы мощностью от 3 до 20 МВт_э).

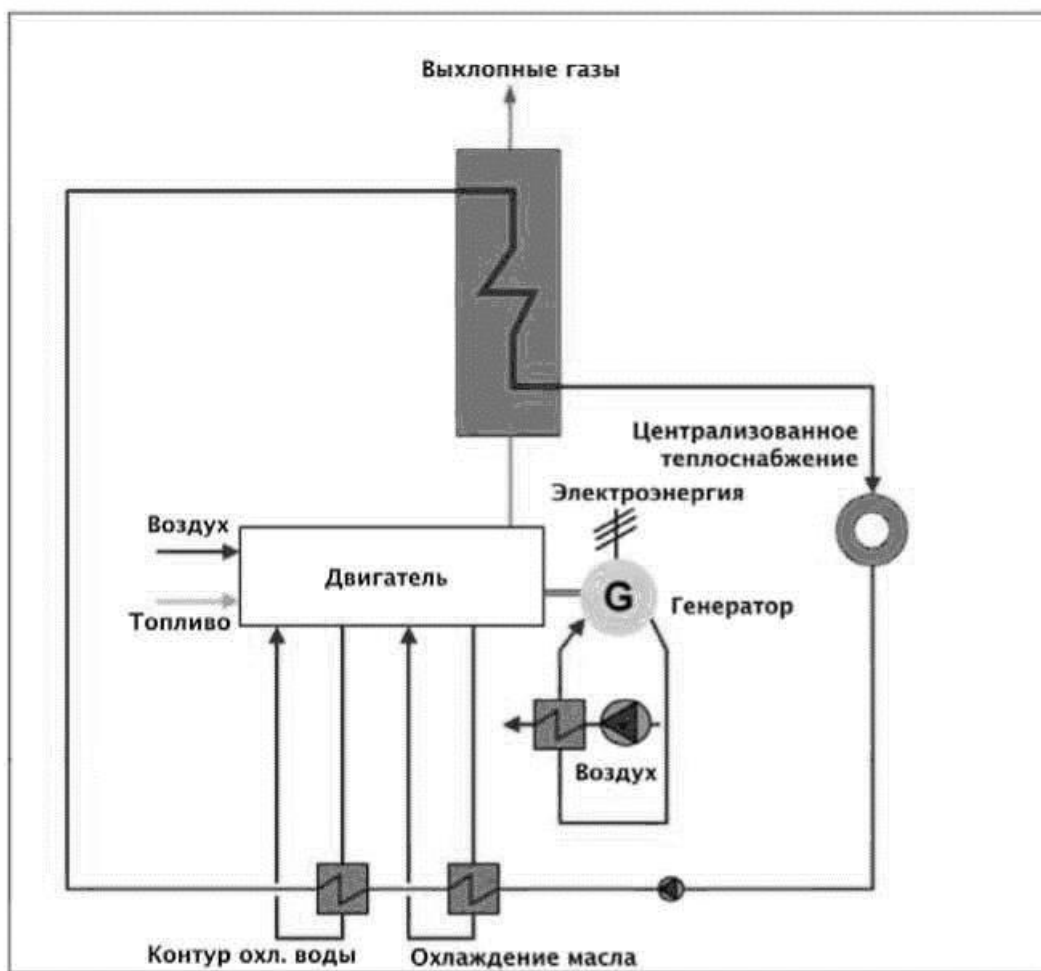


Рисунок 2 - Когенерационная установка на основе двигателя внутреннего сгорания

Библиографический список

1. Барков В.М. Когенераторные технологии: возможности и перспективы // «ЭСКО» электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы».- №7.-2004.
2. "Энергосовет" - всё об энергосбережении в интернете [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.energsovet.ru/entech.php?idd=97>, свободный. (дата обращения: 20.02.2020).
3. Ситников. В. Экологические выгоды когенерации.//«ЭСКО» электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы».- №7.- 2005.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДУКТОВ РЕГЕНЕРАЦИИ ОТРАБОТАННОГО МИНЕРАЛЬНОГО МАСЛА В МЕТАЛЛУРГИИ Домнин К.И.	353
ПЕРЕВОД ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ КОТЛОВ НА ГАЗООБРАЗНОЕ ТОПЛИВО Бойко А.Р.	357
КОГЕНЕРАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ НА ОСНОВЕ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ Красильников В.В.	361
ОБЪЕКТЫ ГЕНЕРАЦИИ ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ, РАБОТАЮЩИЕ НА ВОДОРОДНОМ ТОПЛИВЕ Конышев Л.А.	366
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА НА ПВС АО «ЕВРАЗ ЗСМК» ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОМЕННОГО ГАЗА Леванов Д.В.	370
ПРОБЛЕМАТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОРОДА В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ Мицкевич И.И.	374
ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ЗА СЧЕТ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА ДЫМОВЫХ ГАЗОВ Турушпанова В.А.	378
ОБЪЕКТЫ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ, ЗАПУЩЕННЫЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ Фадеев В.В.	383

Научное издание

НАУКА И МОЛОДЕЖЬ: ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Часть I

*Труды Всероссийской научной конференции студентов,
аспирантов и молодых ученых*

Выпуск 24

Под общей редакцией

М.В. Темлянцева

Технический редактор

Г.А. Морина

Компьютерная верстка

Н.В. Ознобихина

В.Е. Хомичева

Подписано в печать 11.06.2020 г.

Формат бумаги 60х84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 28,2 Уч.-изд. л. 30,6 Тираж 300 экз. Заказ № 99

Сибирский государственный индустриальный университет

654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42

Издательский центр СибГИУ