

Развитие технологии когенерации на объектах ОАО «Мытищинская теплосеть»

К.т.н. Ю.Н. Казанов, член редколлегии НТ, генеральный директор, ОАО «Мытищинская теплосеть», г. Мытищи Московской области

Введение

Одним из направлений концепции развития системы теплоснабжения Мытищинского района является самообеспечение производства электроэнергии путем внедрения технологии когенерации. Что привело нас к такому решению?

Реконструкция системы теплоснабжения района – это крупный, долгосрочный проект, имеющий несколько этапов. Конечно, на первом этапе реконструкции, начавшемся в 2000 г. и выполнявшемся на протяжении 5 лет, стояли задачи более приземленные – уменьшение гигантских потерь произведенной тепловой энергии, снижение удельных расходов ТЭР и повышение экономической эффективности производства. В этот же период закладывались основы технического и организационного уровня будущего модернизированного предприятия, уточнялась концепция развития, формулирующая направления долгосрочных технических, политических и социальных задач.

1. Полная реконструкция тепловых сетей и оборудования на основе внедрения высокоэффективных теплогенераторов и модульных котельных, автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов, надежных средств транспортировки и распределения тепловой энергии, самообеспечение электроэнергией, сжигание бытовых и древесных отходов, использование возобновленных источников энергии: геотермического тепла и энергии солнца.

2. Внедрение автоматизированной системы, обеспечивающей контроль и управление технологическим процессом производства, диагностику технического состояния оборудования, а также учет и обработку коммерческой информации.

3. Создание самодостаточной структуры группы предприятий, позволяющей своими силами реализовывать любые сложные и нестандартные проекты «под ключ» и расширить деятельность компании за пределы Мытищинского района и Московской области.

4. Формирование коллектива сотрудников компании, обладающих высокой квалификацией и корпоративной идеологией.

К настоящему времени задачи, запланированные на первых этапах реконструкции, достигнуты, а полученные результаты подробно освещались в ряде публикаций на страницах журнала «Новости теплоснабжения», в частности в [1].

К 2010 г., кроме достижения реального улучшения экономических показателей производства, создан технический и интеллектуальный капитал для реализации более долгосрочных программ развития:

- освоены современные схемы финансирования и прогнозирования развития компании;
- внедрен международный стандарт качества;
- получен пакет разрешительных документов, лицензий, сертификатов, аттестатов;
- создана развитая внутренняя компьютерная сеть – основа для разработки и внедрения автоматизированной системы диспетчеризации и управления производством;
- зарегистрирован товарный знак и создан фирменный стиль компании;
- внедрена комплексная система повышения квалификации персонала;
- созданы структурные подразделения, обеспечивающие выполнение ряда поставленных задач, среди них: отдел проектирования, капитального строительства и реконструкции; цех по строительству объектов теплоснабжения; испытательные лаборатории ультразвукового контроля качества сварки, экологических показателей воды и воздуха (включая микробиологические); метрологический центр испытаний тепловодосчетчиков.

Технология когенерации позволяет иметь в системе теплоснабжения дополнительные активные резервные теплоисточники. Проблематика объектов «малой» энергетики, опыт их внедрения и эксплуатации в России регулярно рассматривались в журнале НТ и других печатных изданиях, например, в [2-7], что в немалой степени помогло нам при принятии решения об использовании технологии когенерации, выборе оборудования и подрядчика.

Поставив задачу внедрения технологии комбинированной выработки тепло- и электроэнергии на каждой реконструированной котельной, мы начали с небольшого проекта – установки двух газовых микротурбин на автономной котельной. Это дало возможность опробовать новую технологию, понять подходы к использованию взаимосвязанных источников электрической и тепловой энергии, наладить взаимоотношения с электроснабжающей организацией, а затем перейти к реализации более масштабного проекта – строительству газопоршневой теплоэлектростанции (общая установленная электрическая мощность 5,25 МВт, тепловая мощ-

ность – 6,81 МВт или 5,85 Гкал/ч) на крупной котельной, расположенной в развивающейся промышленной зоне города. Остановимся более подробно на каждом из реализуемых проектов.

Когенерационная установка на базе микротурбин

В котельной КТС-003 уже три года работает газотурбинная установка (рис. 1), основным оборудованием в которой являются две газовые микротурбины (МТ) С60 американской фирмы Capstone Turbine Corporation (США), общей электрической мощностью 120 кВт (2×60 кВт) и тепловой мощностью – 316 кВт (0,272 Гкал/ч).

Для начала подробно рассмотрим конструктивные особенности применяемых газовых микротурбин (рис. 2) ввиду их уникальности.

Микротурбинный двигатель состоит из компрессора, камеры сгорания, турбины, генератора и рекуператора тепла. Вращающиеся компоненты размещены на едином валу, опирающемся на воздушные подшипники, максимальная скорость вращения вала достигает 96 тыс. об./мин.

Камера сгорания МТ пригодна для работы на разных видах топлива: природный, шахтный, сжиженный, попутный газы (причем с содержанием сероводорода до 7%), биогаз, а также жидкое дизельное топливо и керосин. В нашем случае используется природный газ. Помимо электроэнергии, МТ производит сухой, горячий, насыщенный кислородом, экологически чистый поток выхлопного газа, тепловая энергия которого утилизируется.

Ротор генератора выполнен на основе постоянного магнита. На выходе из генератора формируется трехфазный переменный электрический ток переменной частоты (750-1600 Гц) и переменного напряжения (значение пропорционально скорости вращения турбины, при максимальных оборотах составляет 277 В на фазу). Генератор используется в качестве двигателя на этапах запуска и остановки МТ. Узлы двигателя охлаждаются потоком воздуха, проходящего через генератор.

Цифровой электронный блок – контроллер – обеспечивает управление работой МТ в целом и всех ее подсистем. Одна из функций контроллера состоит в формировании параметров электрического тока на выходе МТ, соответствующих конкретной аппликации и способу подключения МТ к сети и потребителям. На основании управляющих сигналов с контроллера выходной инвертор преобразует переменный ток переменной частоты, снимаемый с генератора, сначала в постоянный ток напряжением 760 В, а затем в переменный ток с постоянной частотой, параметры которого зависят от способа подключения МТ. При параллельной работе с сетью это



Рис. 1. Внешний вид когенерационной установки на базе микротурбины и интегрированного теплообменника.

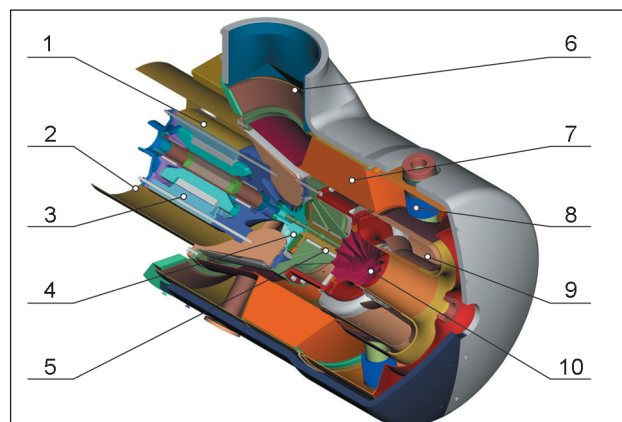


Рис. 2. Основные конструктивные элементы микротурбины С60:

1 – ребра охлаждения генератора; 2 – забор воздуха; 3 – генератор; 4 – компрессор; 5 – воздушные подшипники; 6 – выхлопная труба; 7 – рекуператор; 8 – инжектор топлива; 9 – камера сгорания; 10 – турбина.
Источник: «БПЦ Энергетические системы»

400-480 В с частотой 50-60 Гц, при автономной работе – 150-480 В с частотой 10-60 Гц.

Во время запуска МТ цифровой электронный блок использует генератор в качестве двигателя для раскрутки турбины до 45 тыс. об./мин – состояния, когда обеспечивается достаточная компрессия в камере сгорания. Во время остановки МТ цифровой электронный блок также использует генератор в качестве мотора для вращения турбины на период, пока из камеры сгорания и рекуператора не будет выведено избыточное тепло, что защищает компоненты МТ от перегрева.

МТ использует технологию воздушных подшипников для поддержания вала ротора в подвешенном бесконтактном состоянии. Эта технология представляет высоконадежное, безопасное и не требующее дорогостоящего сопровождения решение, которое, при отсутствии масла и охлаждающей жидкости, обеспечивает долговечную работу двигателя МТ. Когда МТ находится в рабочем состоянии, образующаяся газовая пленка изолирует вал от подшипника и защищает эти части от трения.

Продукты сгорания топлива образуют поток выхлопных газов, направляемых из МТ в атмосферу или в когенерационную систему утилизации тепловой энергии выхлопа. Выхлоп МТ является экологически чистым (менее 9 ppm V NO_x, менее 40 ppm V CO и на 18% состоит из кислорода). Объем выхлопных газов составляет 28 м³/ч.

Таким образом, микротурбина представляет собой модульную, экологически чистую, требующую минимального сопровождения систему для производства электрической и тепловой энергии, а также холода при наличии абсорбционного холодильного устройства (но перед нашим предприятием такая задача не стояла), в этом случае резко повышается КПД использования потенциала топлива (до 80-90%).

МТ может использоваться в качестве основного, дополнительного или резервного источника энергии, работать параллельно с сетью или в автономном режиме. В нашем случае две МТ объединены в единый энергетический комплекс, установленный на территории котельной КТС-003, для обеспечения потребности в энергии котельной и внешних потребителей.

Установленная мощность теплоисточников этой котельной составляет 6,5 МВт, присоединенная нагрузка на отопление – 4,9 МВт, на ГВС – 0,14 МВт, на вентиляцию – 0,12 МВт. Необходимая электрическая мощность на покрытие собственных нужд котельной составляет 60 кВт, поэтому газотурбинная установка (ГТУ) работает в режиме полного использования тепловой и электрической энергии, с параллельным подключением к тепловой сети (рис. 3) и к внешней электрической сети. Учитывая сравнительно невысокий уровень потребления электроэнергии оборудованием котельной, избыточная электрическая энергия, вырабатываемая микротурбинами, поступает в общую электросеть.

В связи с тем, что котельная расположена в жилом микрорайоне, к оборудованию для автономного энергоснабжения предъявлялись повышенные требования по уровню шума и вредных выбросов. Как можно судить из приведенных выше данных, эти микротурбины удовлетворяют

Издательство "Новости теплоснабжения" предлагает



А.А. Салихов Неоцененная и непризнанная "малая" энергетика



Потенциал "малой" энергетики сегодня недооценен. В данной работе в популярной форме представлены некоторые реальные пути реализации этого потенциала. Многие проблемы "большой" энергетики могут быть решены с помощью "малой" энергетики.

Книга предназначена для специалистов, занимающихся проектированием и строительством объектов "малой" теплоэнергетики, главных энергетиков крупных и малых предприятий, производителей оборудования для объектов "малой" теплоэнергетики, работников администраций городов и регионов, направление деятельности которых связано с решением вопросов тепло- и электроснабжения, студентов энергетических специальностей.

А также КНИГИ по теплоэнергетике:

- В.И. Шарапов, П.В. Ротов "Регулирование нагрузки систем теплоснабжения"
- В.И. Шарапов, М.Е. Орлов "Технологии обеспечения пиковой нагрузки систем теплоснабжения"
- Б.В. Яковлев "Повышение эффективности систем теплофикации и теплоснабжения"
- Ю.В. Балабан-Ирменин, В.М. Липовских, А.М. Рубашов "Защита от внутренней коррозии трубопроводов водяных тепловых сетей"

Закажите книги по телефону/факсу (495) 231-21-26 или на сайте www.ntsnn.ru
Продукция высылается заказной бандеролью после оплаты счета
Доставка по России бесплатно.

самым жестким экологическим требованиям, что подтвердил опыт их использования.

За время эксплуатации микротурбин претензий к их работе в основном не было. Простои в работе энергокомплекса были вызваны только неполадками дожимного газового компрессора (производитель – Великобритания), который неоднократно выходил из строя по ряду причин (выход из строя отдельных деталей компрессора, протечки и др.). Проблему удалось решить только после его замены на новый газовый компрессор другого производителя (Италия).

Положительным моментом в эксплуатации ГТУ является то, что на основании заключенного договора между ОАО «Мытищинская теплосеть» и электросетевой компанией излишки вырабатываемой микротурбинами электроэнергии сбрасываются в общую сеть. Вырабатываемая электроэнергия используется для собственных нужд теплоисточников ОАО «Мытищинская теплосеть», расположенных в пос. Дружба. На основании действующего договора электросетевая компания принимает в общую электросеть излишки электроэнергии, генерируемой микротурбинами, или обеспечивает котельную КТС-003 электроэнергией из сети в случае необходимости (что имело место быть при простоях ГТУ вследствие выхода из строя газового компрессора, как указывалось выше). Передача электроэнергии от ГТУ во внешнюю электросеть идет по сетям 0,4 кВ. Таким образом, мы обходимся без трансформации «сбрасываемой» электроэнергии, т.к. она отвечает предъявляемым техническим требованиям. На входе установлен реверсивный счетчик электроэнергии. В договоре прописана стоимость за транзит отдаваемой электроэнергии в общую электросеть, которую должна оплачивать ОАО «Мытищинская теплосеть».

В заключение, говоря о работе микротурбин, приведем ряд технико-экономических показателей ГТУ за усредненный (468 ч работы – 65%) месяц ее работы в 2009 г. Произведено тепловой энергии – 59,83 Гкал, электроэнергии – 56,63 тыс. кВт·ч, израсходовано природного газа – 27 тыс. м^3 . При себестоимости электроэнергии 0,98 руб./кВт·ч и тарифной цене 2,38 руб./кВт·ч в общем итоге получен положительный финансовый результат.

Мощность первой когенерационной установки в масштабе теплоснабжения района небольшая, но главное – нам удалось решить две основные задачи: провести опробирование работы когенерационной установки и наладить взаимоотношения с местной электросетевой компанией.

Газопоршневая теплоэлектростанция

Сегодня ОАО «Мытищинская теплосеть» приступило к реализации крупного проекта реконструкции котельной КТС-044 (рис. 4) по увеличе-

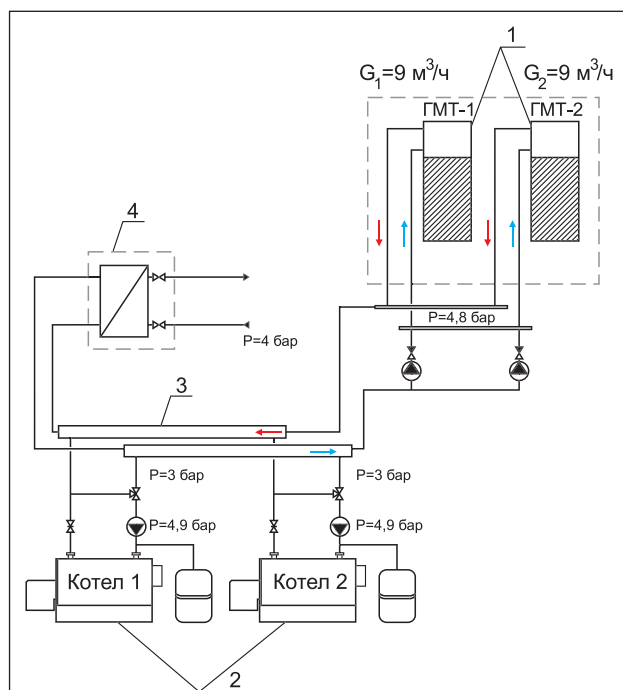


Рис. 3. Схема подключения когенерационной установки на базе микротурбин к тепловой сети:
1 – газовая микротурбина 1 и 2 (ГМТ-1 и ГМТ-2);
2 – котлы; 3 – коллектор; 4 – теплообменник ГВС.



Рис. 4. Котельная КТС-044, в которой установлено 3 газопоршневых агрегата.

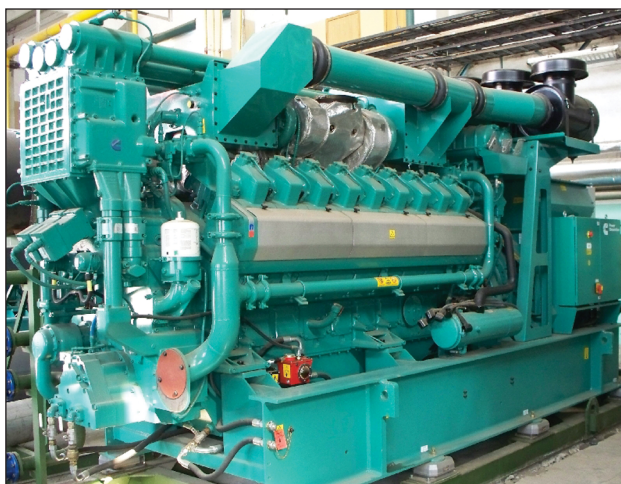


Рис. 5. Внешний вид газопоршневого агрегата 1750 QGNB-50.

нию мощности теплоисточников. Уже выполнен первый этап – в пристройке к основному зданию котельной установлено два новых котла по 20 МВт каждый, которые позволили увеличить общую тепловую мощность котельной в два раза. В этой же котельной внедряется современная технология когенерации. Установлено специальное оборудование – три газопоршневых агрегата 1750 GQNB-50 (рис. 5) компании Cummins (США) и две резервные дизель-генераторные установки, которые будут вырабатывать не только тепловую энергию, но и электроэнергию.

Выбор на газопоршневые агрегаты фирмы Cummins пал после проведенного анализа имеющихся данных по аналогичным агрегатам ряда фирм как отечественных, так и зарубежных. Газопоршневые двигатели указанной фирмы проектировались и создавались специально для работы на газовом топливе, с учетом специфики газового цикла, в отличие от многих других производителей, использующих газовую модификацию дизельных двигателей.

Общая установленная электрическая мощность газопоршневых агрегатов составляет 5,25 МВт (3×1,75 МВт), а тепловая – 6,81 МВт или 5,85 Гкал/ч, при собственном электропотреблении всем нашим предприятием 4,8 МВт.

Газопоршневые агрегаты были приобретены в лизинг со сроком выплаты в течение 7 лет. Запуск в эксплуатацию установки планируется осуществить в 2011 г.

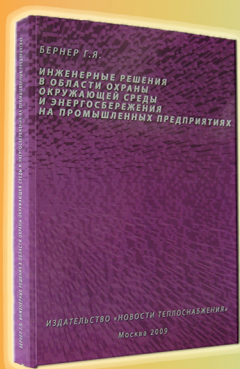
Заключение

В планах развития ОАО «Мытищинская теплосеть» технологии комбинированного производства тепловой и электрической энергии отводится особое место. Самообеспечение автономным электропитанием – одна из технических концепций Предприятия. Для этого в перспективе планируется оснастить когенерационными установками все котельные района.

Литература

1. Казанов Ю.Н. Организационная и техническая модернизация системы теплоснабжения Мытищинского района // *Новости теплоснабжения*. 2009, № 12. С. 13-26.
2. Ридер К.Ф., Гайстер Ю.С. Опыт проектирования мини-ТЭЦ с газопоршневыми агрегатами // *Новости теплоснабжения*. 2005, № 11. С. 38-40.
3. Директор Л.Б., Попель О.С. Анализ эффективности мини-ТЭЦ на базе ДВС при переменных тепловых нагрузках // *Новости теплоснабжения*. 2005, № 11. С. 42-44.
4. Свешников Н.И. О некоторых проблемах внедрения мини-ТЭЦ в России // *Новости теплоснабжения*. 2006, № 11. С. 41-43.
5. Ширяев Р.Я. Опыт в проектировании, строительстве и пуско-наладке мини-ТЭЦ // *Новости теплоснабжения*. 2006, № 11. С. 44-46.
6. Лобов С.Ю. Развитие «малой» энергетики в Борском районе Нижегородской области // *Новости теплоснабжения*. 2008, № 3. С. 30-34.
7. Салихов А.А. Неоцененная и непризнанная «малая» энергетика. – М.: Издательство «Новости теплоснабжения», 2009 г., 176 с.

Издательство «Новости теплоснабжения» предлагает дополненную, измененную, книгу



Г.Я. Бернера
«Инженерные решения в области охраны окружающей среды на промышленных предприятиях. Зарубежная и отечественная практика»

В справочнике рассматриваются вопросы охраны окружающей среды, даются рекомендации по изменению технологии для уменьшения выбросов в атмосферу в энергетике, машиностроении, металлургии, определение их абсолютной величины, так и предельно-допустимых величин выброса в окружающую среду.

Приводятся аппараты по очистке отходящих газов, методы борьбы с шумом на рабочих местах.

А также книги по теплоэнергетике:

В.И. Шарапов, П.В. Ротов
В.И. Шарапов, М.Е. Орлов
Б.В. Яковлев

«Регулирование нагрузки систем теплоснабжения»
«Технологии обеспечения пиковой нагрузки систем теплоснабжения»
«Повышение эффективности систем теплофикации и теплоснабжения»

Закажите книги по телефону/факсу (495) 231-21-26 или на сайте www.ntsnn.ru
Продукция высылается заказной бандеролью после оплаты счета
Доставка по России бесплатно.

