

# НАУЧНО - МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОГЕНЕРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

Ануфриенко О.С., канд. техн. наук, доцент  
Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) ОГУ

Использование локальных когенерационных установок дополнит рынок энергоснабжения на базе сформированных сетей. При этом качество энергоснабжения, включающего электроснабжение и теплоснабжение, улучшатся. Объектами внедрения когенерационных установок на данный момент являются: промышленные производства, заводы, профилактории, больничные комплексы, жилищная сфера, станции перекачивания газа, компрессии, котельные. При применении местных, относительно небольших мини-ТЭЦ, решение вопроса обеспечения потребителей тепловой и электрической энергией без проводки мощных коммуникаций электропередач и теплопередач [1].

То обстоятельство, что источники энергии приближены к потребителям, значительно снижает потери, возникающие при передаче энергии и улучшает её качество и повышает коэффициент использования энергии топлива. Когенерационные установки, таким образом, являются энергоэффективной альтернативой действующим тепловым сетям.

Это оказалось возможным при адаптивном изменении параметров теплоносителя в зависимости от потребности потребителя [2]. Окупаемость капитальных затрат на когенерационную систему реализуется раньше окупаемости капитальных вложений в системы подключения к тепловым сетям для новых предприятий.

Возврат инвестиций происходит быстро и имеет устойчивый характер.

Когенерационные установки могут быть использованы и для покрытия недостатка генерирующих мощностей [3]. Разница между затратами на энергоснабжение от сетей и энергоснабжение от автономного, локального установленного источника в том, что капитальные затраты на установки когенерации, связанные с приобретением систем, возмещаются, а затраты на подключение к сетям РАО ЕЭС теряются безвозвратно [4].

При внедрении локальной автономии, посредством когенерационной установки быстро восполняются, окупаются, по причине низкой себестоимости энергии и электрической, и тепловой. В среднем, полная компенсация капитальных и эксплуатационных затраты происходит в течение 1 – 4 лет. Такое осуществимо, когда мини – ТЭЦ производят энергоснабжение, питая необходимую нагрузку в непрерывном цикле работы, или, когда работа производится параллельно с сетью. Такое решение также выгодно для электрических и тепловых сетей. На рисунке 1 приведена базовая схема по распределению энергии газа для газопоршневого двигателя по двум видам энергоресурсов.

Электрическая сеть при подключении когенерационных установок к своим сетям приобретает дополнительную генерирующую мощность без капитальных затрат на возведение электростанции.

В этом случае энергетическая система может закупить дешёвую электроэнергию, чтобы впоследствии реализовать по принятому более выгодному тарифу. Аналогично поступают тепловые сети, закупая дешёвое тепло для продажи его потребителям действующих теплотрасс.

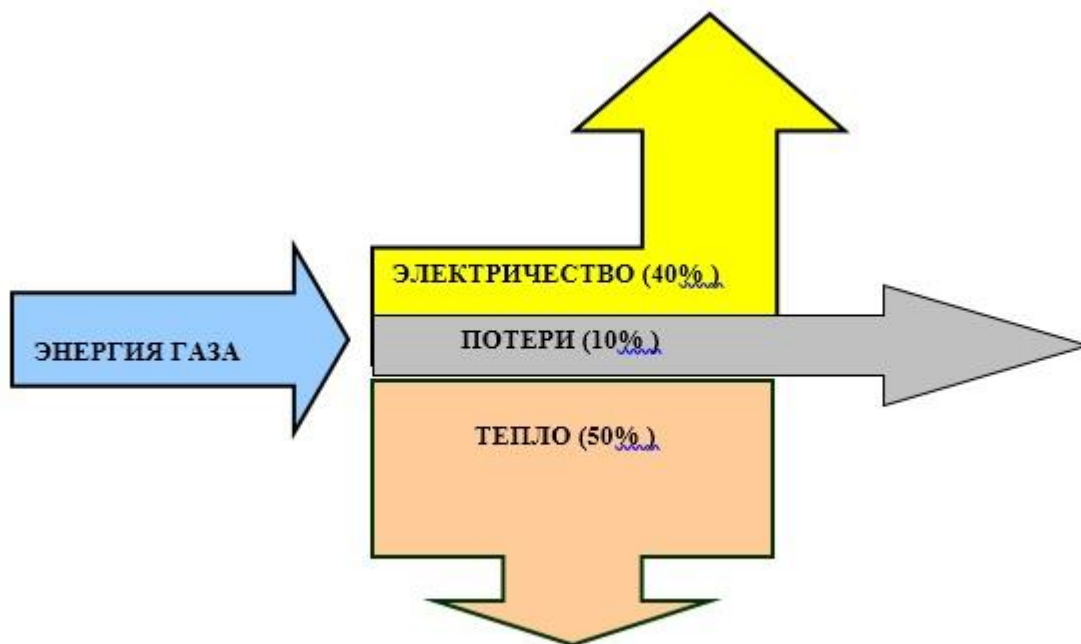


Рисунок 1 – Схема распределения энергии топлива

Децентрализация систем теплоснабжения имеет ряд проблем.

Например, по тепловой схеме, по использованию газа, стоимость которого растёт, несмотря на то, что он относится к самым дешёвым энергоносителям.

Решение всех вопросов должно производиться комплексно.

Преимущества газопоршневой когенерационной установки, работающей как мини – ТЭЦ, заключаются в автономном электро – и теплоснабжении объекта.

Потребитель должен сформировать достаточные условия по топливоснабжению и водоснабжению. (при наличии нагрузки по ГВС и вентиляции).

Приоритетной нагрузкой газопоршневой когенерационной установки является электроснабжение.

При использовании когенерационной установки в системе теплоснабжения – следует учитывать взаимосвязь по величине электрических нагрузок и тепловых нагрузок.

Максимумы и минимумы электрических и тепловых нагрузок могут не совпадать как в сезонном, так и в суточном графиках потребления.

Факт недоиспользования тепловой и электрической мощности мини – ТЭЦ в режимах, когда максимумы нагрузок не совпадают, резко понижает эффективность когенерационной установки в целом, в связи с чем, необходим поиск технических решений, позволяющих обнулить значительные нарушения в балансах электро – и теплоснабжения.

К решениям по балансировке мощностей можно отнести внедрение установки отдельных теплогенераторов, работающих в “пиковом режиме” теплоснабжения.

Такие решения могут значительно усложнить источник энергии для системы теплоснабжения, вызвать рост капитальных затрат на оборудование, увеличить амортизационные отчисления, эксплуатационные расходы, потребовать затраты средств на привлечение высококвалифицированного персонала.

Так, найдя решение по автономному источнику, следует учесть и компенсировать недостатки, а именно:

- высокую капитализацию затрат на оборудование, строительство и эксплуатацию когенерационных установок;
- низкий КПД по теплоносителю в летнее время;
- взаимосвязанность мощностей, тепловой и электрической;
- монтаже собственной трансформаторной подстанции;
- повышенный шум установки;
- уменьшенный ресурс эксплуатации и сравнительно малый межремонтный период (относительно котельного оборудования).

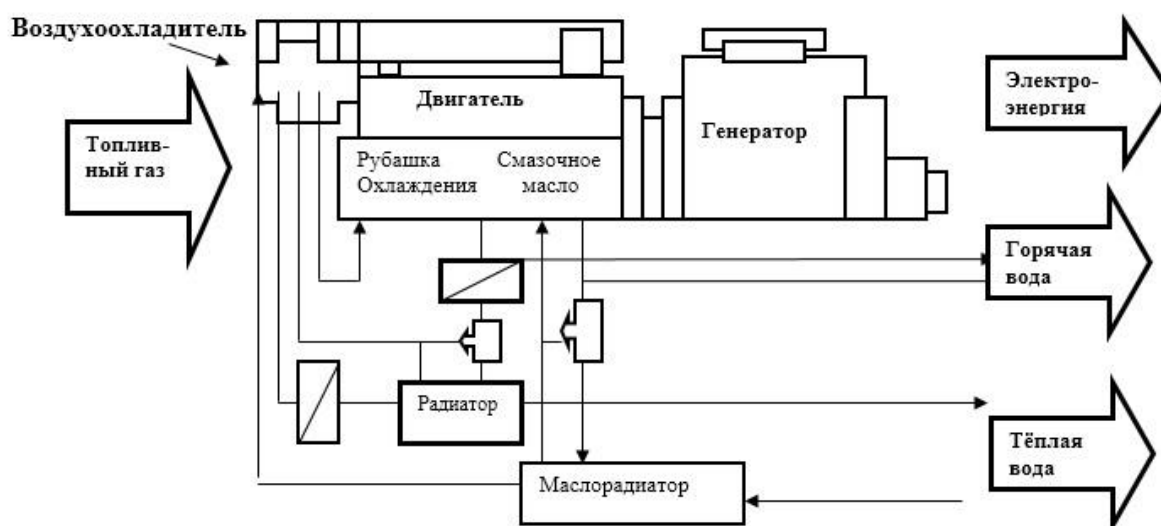


Рисунок 2 – Схема когенерационной установки мини – ТЭЦ

Указанные отрицательные факторы по когенерационным установкам препятствуют их повсеместному использованию [4].

Автономность энергоснабжения, как хорошая возможность технического решения, имеет отрицательные и положительные грани.

Децентрализованное теплоснабжение не должно и не может приниматься как альтернатива централизованному без технического обоснования и большой необходимости.

Так, например, технические условия по установке энергосберегающего оборудования когенерационных установок на современном этапе представляет комплекс, описанный ниже.

К ним относятся и требования по воде и газоснабжению, наличие специального помещения, разработанной инфраструктуры автоматики и сопряжения с сетями.

На рисунке 2 представлена структура компонентов и энергопотоков когенерационной установки.

Научно-методические основы проектирования блочной когенерационной установки для децентрализованной системы энергоснабжения представляют интерес с точки зрения практического использования решений для студентов энергетических специальностей на стадии курсового и дипломного проектирования, а также, решения частных задач электроэнергетики и теплоэнергетики.

Научно-методические основы комплексного проектирования децентрализованной системы энергоснабжения предприятия с когенерационными установками (мини-ТЭЦ) реализуются с учётом резервирования электрической энергии от ГПП микрорайона.

Целью проектирования обычно является разработка проекта децентрализованной системы энергоснабжения предприятия. К частным задачам относится формулировка исходных данных, сбор данных по теме исследования, реализация проектных расчётов по существующим нормам, обоснование принятых решений по проекту. Формулировка исходных данных производится с учётом частной постановки задачи, но должна, как минимум, ориентироваться на значения показателей предприятия за один из базовых периодов. Например, “Энергопотребление предприятия за год: теплотребление  $Q_T = 62980,896$  Гкал, электропотребление  $Q_{Э} = 68608$  МВт·ч.”

На базе существующих норм теплоэнергетики и электроэнергетики проектирования блочной когенерационной установки для децентрализованной системы энергоснабжения частично воспроизводит этапы проектной деятельности в направлениях:

- Проектирование системы теплоснабжения промышленного предприятия;
- Проектирование системы электроснабжения промышленного предприятия;
- Проектирование электроснабжения микрорайона;
- Проектирование когенерационной установки (мини-ТЭЦ);
- Проектирование станций и подстанции;

Выбранные решения обосновываются.

Перечень раскрываемых вопросов комплексного проектирования.

1. На этапе постановки задачи проектных исследований приводится характеристика объекта проектирования, разрабатываются требования к источнику автономного энергоснабжения, производится обзор научной литературы и анализ перспективных направлений проектирования энергоснабжения на базе мини-ТЭЦ;

2. На этапе проектирования, подбора основного и вспомогательного оборудования выполняется теплотехнический расчёт энергопотребления предприятия, выполняется электротехнический расчёт предприятия, электротехнический расчёт микрорайона, проектируются подстанции;

3. Раскрывается методика расчёта автоматизированной когенерационной установки, производится выбор оборудования, разрабатываются мероприятия по энергосбережению.

4. Отдельно приводятся сведения по организации монтажных работ по установке когенерационного оборудования, правилам эксплуатации и ремонта источника тепловой и электрической энергии для предприятия.

5. Разрабатываются проектные варианты расчёта экономической эффективности проекта. Раскрываются вопросы методов и средств обеспечения безопасности на объекте

6. Разрабатываются мероприятия по охране окружающей среды.

В состав групп иллюстративного материала в обязательном порядке входят

- а) Генплан предприятия. Схема расположения принципиальная;
- б) Теплоснабжение предприятия. Схема гидравлическая принципиальная;
- в) Графики тепловых и электрических нагрузок;
- г) Электроснабжение предприятия. Схема электрическая однолинейная;
- д) Мини-ТЭЦ. Схема расположения.

Состав комплексного проектирования может быть изложен в трёх частях, взаимосвязанных посредством мини-ТЭЦ, что позволяет объёмно представить проектную деятельность при решении вопросов энергоснабжения (водоснабжение, газоснабжение, теплоснабжение, электроснабжение, защиты и автоматика).

Первая часть посвящается проектированию систем теплоснабжения промышленного предприятия и, по укрупнённым показателям, потребления электрической энергии с проектированием когенерационной установки (КУ).

Во второй части рассчитывается мощность электроприёмников предприятия и выбирает мощность электрической станции на основе когенерационной установки.

В третьей части проектируется ГПП микрорайона с учётом резервирования при аварийных отключениях или профилактических работах когенерационных установок предприятия.

Рассмотрим базовый комплекс требований к источнику автономного энергоснабжения.

Основным требованием проекта обычно является сохранение коммуникаций и нагрузок по энергоснабжению. Этот фактор влияет на экономичность установки.

Работа автономной мини – ТЭЦ подразумевает параллельную работу агрегатов мини – ТЭЦ совместно с сетями.

Главное требование успешной работы – это соответствие минимумов и максимумов выработки энергии мини – ТЭЦ и потребления в различные сезоны работы в течение года.

Автономная мини – ТЭЦ подразумевает и изолированную работу когенерационных установок, как одной, так и нескольких в различные периоды и сезоны годовой потребности энергоносителей потребителями.

#### 1.2.1 Требования к планировке и размещению здания мини-ТЭЦ.

Планировку и размещение здания мини – ТЭЦ и сооружений на промплощадке должно быть выполнено в соответствии с требованиями СНиП СНиП ((-89-80\*.

Транспортная сеть района строительства представлена железными дорогами и автодорогами местного значения.

#### 1.2.2 Требования к качеству циркуляторной воды.

Качество циркулирующей воды когенерационной установки является решающим фактором, оказывающим влияние на надежность эксплуатации когенерационной установки с точки зрения использования тепловой мощности. Отклонение от установленных параметров качества отопительной воды может вести к занесению теплообменников когенерационной установки и остальных частей вторичного контура, в результате чего может снизиться работоспособность установки, или произойти непоправимое повреждение теплообменников установки.

Требования к качеству отопительной воды должны соответствовать ГОСТ 30813-2002.

Необходимо производить точное и своевременное дозирование химических веществ и проводить контроль дополнительной и циркулирующей воды.

#### 1.2.2 Требования к контуру теплоснабжения по рабочему давлению.

Установки предназначены для подключения в отопительную систему с номинальным рабочим давлением  $P_p = 600$  кПа.

Для нормальной работы установки давление в системе на выходе когенерационной установки должно быть минимально  $P_{кв\ min} = 100$  кПа.

#### 1.2.3 Требования к защитами теплового контура когенерационной установки.

На входе в установку следует поместить аварийный клапан с параметром давления, соответствующего номинальному давлению в контуре.

На трубопровод обратной воды в установку следует поместить фильтр для улавливания механических нечистот.

При необходимости работы при более высокой температуре на выходе и значительно более высокой тепловой мощности остальных источников тепла, можно вход и выход установки подключить на подвод обратной воды из другого источника тепла, а тепловую мощность когенерационной установки так использовать для предварительного подогрева. Проток через установку можно обеспечить насосом или дроссельным элементом в главный трубопровод из коллектора между трубопроводом на входе и выходе из установки.

#### 1.2.4 Требования к автоматизации мини-ТЭЦ.

Объектом автоматизации является автономная мини – ТЭЦ предназначенная для работы с тепловой и электрической сетью, обеспечивающих теплом и электроэнергией предприятия.

Приборы по контролю уровня воды, температуре и расхода воды и газа следует использовать, поставляемые фирмой – поставщиком: (например) Мерлони Проджетти С.П.А., сигналы от приборов свести в контроллер оператора смены мини – ТЭЦ Fastwel WAGO I/O. Предусмотреть модемную передачу данных по выработке энергоносителей диспетчеру завода, а также данные о тревогах, аварийных и пожарных ситуациях.

В качестве расходомерного устройства могут быть использованы существующие диафрагмы по расходу воды, воздуха и топлива. В схеме автоматического регулирования следует предусмотреть регуляторы уровня воды в системе, а также регуляторы давления воды, регуляторы температуры воды на входе и выходе из системы, воздействующие на подачу топлива к горелкам. Для удобства эксплуатации целесообразно установить манометр на линии подвода газа к запальникам.

#### 1.2.5 Требования к газоснабжению.

Ввод газопровода в здание мини – ТЭЦ осуществлять по существующей схеме. Следует установить отключающее устройство на вводе, которое предназначено для отключения подачи газа в случае ремонта или аварии агрегатов, а также при остановке на длительное время.

На газопроводах мини – ТЭЦ предусмотреть продувочные трубопроводы от наиболее удалённых от места ввода участков газопровода, а также от отводов к каждому агрегату.

Продувочные газопроводы должны обеспечивать удаление воздуха и газозооной смеси из газопроводов перед пуском когенерационных установок. Они вытесняют воздухом газ при ремонте или длительной остановке агрегатов. На продувочном газопроводе следует предусмотреть отключающее устройство. Продувочный газопровод должен быть выведен из здания мини – ТЭЦ на высоту не менее 1м, выше карниза крыши, в месте, где обеспечены безопасные условия для рассеивания газозооной смеси.

#### 1.2.6 Требования к отоплению и вентиляции.

Расчетные параметры внутреннего воздуха в помещении приняты по [3].

Теплоснабжение систем отопления и вентиляции мини-ТЭЦ должно осуществляться за счет собственных нужд.

В качестве теплоносителя принять воду с параметрами  $t_1=90^{\circ}\text{C}$ ,  $t_2=70^{\circ}\text{C}$ .

Отопление и вентиляция должны обеспечивать в здании КУ и необходимый микроклимат с влажностью воздуха 40...60%. В зоне постоянного пребывания обслуживающего персонала температура воздуха зимой не должна быть ниже 12°C, летом не превышает температуру наружного воздуха более, чем на 15°C температуры в основной зоне. Чтобы обеспечить чистоту воздуха и заданные климатические условия в производственном помещении, предусмотреть вентиляцию. Вентиляцию осуществлять удалением загрязненного из помещения и подачей в него свежего нового воздуха. Для этого в здании мини-ТЭЦ организовать естественный обмен воздуха, который поступает в помещение и удаляется через окна и двери, механическую вентиляцию, включающую вентиляторы и воздуховоды, обеспечивающую поддержание постоянного воздухообмена с кратностью 30 за час. ф

Так как обслуживание происходит при повышенных температурах, возможно применение и приточной вентиляции в виде воздушного охлаждения рабочих мест.

Использование когенерационных установок (КУ) проектируется обычно для промышленных предприятий.

При этом локальный источник обычно способен частично обеспечивать потребности микрорайон при аварийных отключениях энергосистемы ГПП.

В чрезвычайных ситуациях с отключением энергосистемы ГПП возможно отключение энергосистемы предприятия и обеспечение микрорайона половинной мощностью инфраструктуры микрорайона.

#### *Список литературы*

1. Домников, А.Ю. Конкурентное развитие территориальной системы когенерации энергии / А.Ю. Домников // Научно-практический журнал «Российское предпринимательство». - М.: Изд-во «Креативная экономика», 2008. - №1. - 0,4 п.л.

2. Домников, А.Ю. Организация финансирования инвестиционных проектов в территориальном энергогенерирующем комплексе / А.Ю. Домников // Научный информационно-аналитический экономический журнал «Экономика региона». - Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2007. - № 2. - 1,0 п.л.

3. Домников, А.Ю. Формирование и оценка эффективности механизма управления развитием региональной электроэнергетики / А.Ю. Домников // [Электронный ресурс] Вестник УГТУ-УПИ. Серия «Экономика и управление». - Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. - №8(86). - 0,6 п.л

4. Салихов А. А. Комбинированной выработке тепловой и электрической энергии зеленый свет! / Энергетик. 2003. № 2. С. 10-13

5. Салов В.Р. Паровой турбогенератор для мини-ТЭЦ мощностью 300 кВт/ Промышленная энергетика. 2006.-№ 5.-С. 23-24