

ТРИГЕНЕРАЦИЯ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

П. А. Ковальчук

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель А. В. Овсянник

Рациональное использование природных ресурсов – одна из наиболее актуальных задач государственной политики каждой страны. Повышение термодинамической и технико-экономической эффективности генерации энергии различных видов необходимо рассматривать как один из возможных путей решения этой задачи.

Одним из возможных и при определенных условиях достаточно эффективных способов снижения затрат топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) является создание установок комбинированной генерации энергии различных видов.

В энергетике Республики Беларусь большое распространение получили установки, реализующие принцип когенерации, т. е. одновременно производящие электрическую энергию и тепло. К таким установкам, в первую очередь, относятся теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) – электростанции с большой электрической и тепловой (до нескольких сот мегаватт) мощностями, используемые для организации централизованного электро- и теплоснабжения крупных населенных пунктов. В таких установках могут быть использованы различные устройства: газотурбинные и паротурбинные установки (ГТУ и ПТУ), газопоршневые агрегаты (ГПА).

Наряду с электроэнергией и теплом во многих случаях потребитель энергии нуждается в холоде (использование в определенных технологических процессах, хранение продукции, обеспечение комфортных условий жизнедеятельности человека). Дальнейшее свое развитие комбинированное энергоснабжение может получить при организации централизованного снабжения потребителей, наряду с электроэнергией и теплом, также и холодом. Такой процесс называют тригенерацией. Для выработки электроэнергии и тепла в тригенерационных установках могут быть использованы те же агрегаты, что и в когенерационных (ГТУ, ПТУ, ГПА). Холод в тригенерационных установках может быть произведен с применением термотрансформаторов различных типов: пароконденционных (ПКТТ), воздушных (ВТТ) и абсорбционных (АБТТ), работающих в режиме холодильной машины. Термотрансформаторы в тригенерационных установках могут использоваться также для генерации тепла (работают в режиме теплового насоса) [2].

Основное преимущество тригенерационных установок по сравнению с когенерационными – повышение термодинамической эффективности энергоснабжения благодаря использованию тепла уходящих газов не только в зимние, но и в летние месяцы.

Исходя из анализа публикаций по данной тематике, можно выявить основные факторы, оказывающие влияние на выбор технических решений при создании три-

генерационных установок. Так, выбор схемных решений и оборудования для тригенерационных установок зависит от того, планируется ли новое строительство объектов потребления и генерации энергии либо речь идет об их модернизации или усовершенствовании. Каковы потребные электрическая, тепловая и холодильная мощности? Предполагается ли создание тригенерационных комплексов на базе объектов генерации, относящихся к большой или малой энергетике? Какова удаленность объекта потребления от объекта генерации? Какие это будут потребители, т. е. промышленные предприятия либо офисы, магазины, развлекательные центры, стадионы или жилые здания? Существенную роль при выборе технических решений играют предполагаемые режимы генерации. Это, в первую очередь, выработка тепла и холода в течение года: сезонная ли это генерация (зимой – тепло, летом – холод) либо совместная генерация (зимой и летом – тепло и холод) [1].

При создании тригенерационных комплексов следует учитывать обеспеченность энергией различных видов и цены на них в регионе и климатическую зону, где планируется внедрение комплекса.

Обилие возможных технических решений при создании тригенерационных установок определяется разными принципами работы энергогенерирующего оборудования, так и трансформаторов, генерирующих тепло и холод. Возможные варианты использования различных видов энергии для производства тепла и холода в тригенерационных установках приведены в таблице.

**Источники энергии для производства тепла и холода
для различных типов энергоустановок**

Тип генерирующей установки	Источник энергии, используемой для производства	
	тепла	холода
ПГУ	Отбор теплофикационной турбины	Отбор теплофикационной турбины Электроэнергия
ГТУ	Тепло уходящих газов	Тепло уходящих газов Электроэнергия
ПГУ	Отбор теплофикационной турбины Тепло уходящих газов	Отбор пара в ПГУ части Тепло газа на выхлопе ГТУ части Электроэнергия

Исходя из анализа источников энергии, используемой для производства тепла и холода, выделим тригенерационный комплекс, использующий ГТУ в качестве генерирующей установки. Если ГТУ предназначены для работы в режиме когенерации с одновременной выработкой электроэнергии и тепла и в них не предусмотрена генерация холода, то в тех условиях, когда тепло не потребляется, а электроэнергия требуется, высокотемпературные уходящие газы выбрасываются в окружающую среду с довольно высокой температурой. Это приводит не только к большим энергетическим потерям, но и к тепловому загрязнению окружающей среды. Поэтому использование уходящих газов ГТУ для генерации холода в трансформаторах позволяет повысить термодинамическую эффективность благодаря утилизации сбросного тепла высокого температурного потенциала.

В качестве характеристики термодинамической эффективности тригенерационной установки в настоящей работе рассматривается коэффициент использования тепла топлива (КИТТ). КИТТ представляет собой отношение: в знаменателе энергия, выделившаяся в котле при сжигании топлива, в числителе для когенерационной ус-

тановки – сумма электрической энергии и тепла, для тригенерационной – сумма электрической энергии, тепла и холода [3]. Зависимости КИТТ для когенерационной и тригенерационной установок от температуры наружного воздуха, т. е. от отопительного и неотопительного периода, приведены на рис. 1. Из этого рисунка видно, что при отключении отопительной нагрузки, когда тепло используется только для горячего водоснабжения, КИТТ для когенерационной установки резко падает и затем остается практически постоянным. При работе установки в тригенерационном режиме в неотопительный период КИТТ падает незначительно, и этот перепад характеризуется тем, что начинает возрастать необходимость в холоде.

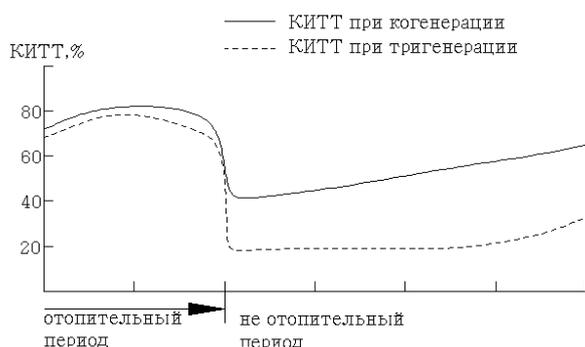


Рис. 1. Зависимости КИТТ для когенерационной и тригенерационной установок от температуры наружного воздуха

Исходя из нужд конкретного объекта в потреблении и экономии энергии, КИТТ будет стремиться к постоянной величине.

В настоящей работе рассматривается тригенерационный комплекс на базе мини-ТЭЦ, использующей ГТУ в качестве генерирующей установки. Производство холода осуществляется с помощью термотрансформатора абсорбционного типа (АБТТ). Данная комбинация оборудования объясняется тем, что АБТТ использует низкопотенциальное тепло уходящих дымовых газов ГТУ для получения холода, иначе это тепло выбрасывалось бы в атмосферу. Принципиальная схема тригенерации на базе ГТУ приведена на рис. 2.

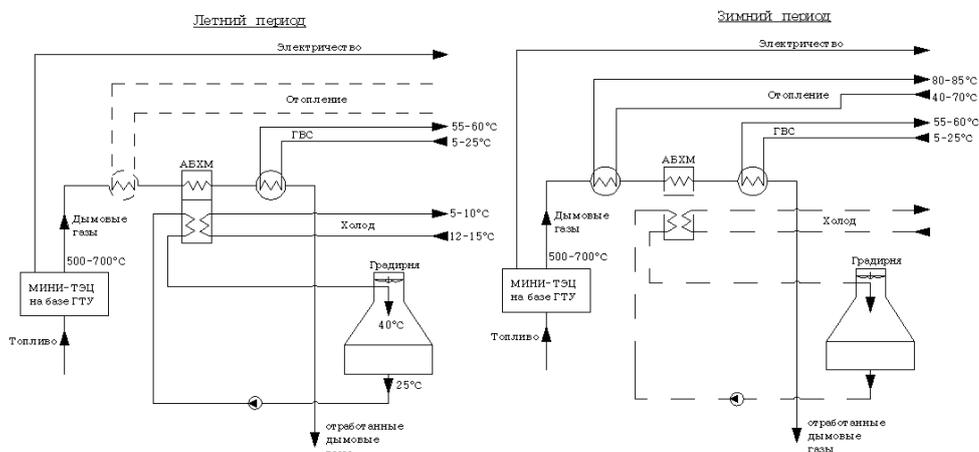


Рис. 2. Структурная схема энергоснабжения потребителя от объекта генерации с газотурбинной установкой и термотрансформатором абсорбционного типа

В качестве хладоносителя, отправляемого потребителю, в АбТТ используется вода, которая является простой в использовании и не загрязняет окружающую среду и благодаря своим теплофизическим свойствам позволяет доставить потребителю холод требуемых параметров. Холод предоставляется в виде холодной воды, температура которой выбирается исходя из требований потребителя и обычно составляет 5–10 °С.

Сравнивая выбранную комбинацию оборудования тригенерационной установки с другими, можно существенно выделить первую. В ПТУ, ПГУ, ДВС, работающих совместно с пароконденсационным термотрансформатором (ПКТТ), для производства холода необходим теплофикационный отбор и электроэнергия, последняя используется для работы компрессора ПКТТ и другого оборудования. Тригенерационный комплекс и оборудование, входящее в него, главным образом зависит от потребителя, его требований к тому или иному виду энергии, причем при грамотном подборе оборудования установка быстро окупится [1].

В данной работе рассматривались различные варианты тригенерационных установок, но была выделена установка на базе ГТУ и АбТТ, так как данная комбинация оборудования позволяет рационально использовать низкопотенциальное тепло уходящих газов ГТУ, сэкономить на топливе и уменьшить тепловые потери установки, что позволяет повысить ее термодинамическую эффективность. Применение тригенерационных установок позволит обеспечить централизованное хладоснабжение наряду с теплом и электроэнергией конкретное предприятие, торговый центр, стадион и т. д., что является одним из перспективных решений в области энергетики и грамотном природопользовании.

Литература

1. Клименко, А. В. Особенности комбинированного производства электроэнергии, тепла и холода на базе парогазовой установки / А. В. Клименко, В. С. Агабабов, А. А. Рогова // Теплоэнергетика. – 2015. – № 3. – С. 5–19.
2. Клименко, А. В. Схемы ПГУ-КЭС и ПГУ-ТЭЦ с системами одновременного совмещенного производства тепла и холода / А. В. Клименко, В. С. Агабабов, А. А. Рогова // Энергоснабжение и водоподготовка. – 2014. – № 1, т. 87. – С. 20–23.
3. Клименко, А. В. Схемы тригенерационных установок для централизованного энергоснабжения / А. В. Клименко, В. С. Агабабов, И. П. Ильина // Теплоэнергетика. – 2016. – № 6. – С. 36–43.