

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОАСОСНЫХ УСТАНОВОК

А. А. Нижников

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

Научный руководитель А. В. Овсянник

Наряду с непосредственным совершенствованием термодинамических циклов и схемных решений ТН, большое значение для повышения их энергетической, а также непосредственно связанной с ней эколого-экономической эффективности имеют оптимальные условия использования ТН различного типа в составе действующих и перспективных систем теплоснабжения. Можно выделить следующие взаимосвязанные факторы, прямым образом влияющие на конкурентоспособность ТНУ, их сравнительную эффективность:

1. Среднегодовой коэффициент преобразования:

$$\varphi_{\text{год}}^{\text{ТНУ}} = Q_{\text{год}} / N_{\text{год}},$$

где $Q_{\text{год}}$ – количество тепловой энергии, отпущенной потребителю от ТНУ; $N_{\text{год}}$ – количество электрической или механической энергии или их эквивалента в тепловой энергии, затраченной в сумме на обеспечение работы приводов ТН и систем, обеспечивающих подачу и отвод соответствующих теплоносителей. Увеличение ТНУ значения среднегодового коэффициента преобразования повышает экономическую эффективность работы, уменьшает экологическую нагрузку на окружающую среду при выработке электроэнергии для приводов ТНУ. Данный показатель определяется режимными показателями работы.

2. Среднегодовой коэффициент загрузки установленной мощности ТН:

$$K_{\text{год}} = \frac{Q_{\text{год}}}{Q_{\text{расч}}^{\text{ТНУ}} \cdot 8760},$$

где $Q_{\text{расч}}$ – номинальная паспортная установленная мощность теплоасосного оборудования, входящего в состав ТНУ, включая резервные ТН. Конкурентоспособность ТНУ как альтернативного теплоисточника даже при высоких значениях среднегодового коэффициента преобразования будет низкой, если дорогостоящее основное оборудование ТНУ будет мало производить тепловой энергии нужного для потребителя качества. Резервирование ТН резко снижает эффективность ТНУ.

3. Качественный, температурный уровень тепловой энергии, удовлетворяющий ее потребителя. Взаимосвязь количества производимой тепловой энергии и ее коммерческого температурного уровня определяются характеристиками рабочего тела, конструктивными особенностями ТН и режимами работы системы теплоснабжения. В общем

случае эффективность всех видов ТН, за исключением термоэлектрического типа и сорбционного типа, снижается с ростом температуры производимого тепла.

4. Среднегодовой коэффициент использования первичной энергии:

$$\text{КПЭ}_{\text{год}} = \varphi_{\text{год}}^{\text{ТНУ}} \cdot \eta_{\text{год}}^{\text{привод}},$$

где $\eta_{\text{год}}^{\text{привод}}$ – суммарный коэффициент полезного действия при выработке и доставке до приводных устройств ТНУ механической или электрической энергии от энергоисточника.

5. Фактор системности ТНУ. Определяет позитивную роль ТН в общей цепочке преобразования энергии во взаимосвязи с другими энерго- и теплоисточниками. При их сопряжении возникают положительные системные эффекты, повышающие конкурентоспособность всей системы. Положительная роль этого фактора, например, проявляется в возможности использования абсорбционных ТНУ в составе низкотемпературных систем централизованного теплоснабжения от ТЭЦ или совместные системы ПКТН с газопоршневыми или газотурбинными энергоустановками, а также другими нетрадиционными энергоисточниками. В связи с этим представляется важным проанализировать положительные и отрицательные моменты существующих и перспективных теплоснабжающих систем на базе ТН различного типа.

Моновалентные системы. В таких системах один или группа ТН обеспечивают потребителей теплом необходимого количества и качества. Резервирование или частичное участие других теплоисточников в выработке тепла не предусматривается. В расчете на моновалентные системы обычно производится ориентация крупных региональных и отраслевых целевых программ по внедрению серийной теплонасосной техники с целью достижения масштабного энерго- и ресурсосберегающего эффекта. Преимущества: максимальная экономия органических видов топлива, так как вся тепловая нагрузка обеспечивается только посредством ТНУ; отсутствие вредного воздействия на окружающую среду на локальном уровне; замещение в местном топливном балансе больших объемов ископаемых видов топлива на возобновляемые и вторичные источники. Недостатки: снижение общей надежности теплоснабжения (один теплоисточник); высокие требования к энергоснабжающей инфраструктуре (электрические сети, трансформаторные подстанции, повышение категорийности энергоснабжения и др.); высокие требования к стабильности и производительности низкопотенциальных источников тепла; непроизводительное увеличение капитальных затрат на резервирование работающих ТН и усложнение схемы ТНУ; уменьшение среднегодового коэффициента загрузки установленной мощности рабочих и резервных ТН; увеличение срока окупаемости и снижение инвестиционной привлекательности и конкурентоспособности. На первый взгляд, такой моновалентный подход представляется не совсем оправданным, так как изначально предполагает большие капитальные затраты на реализацию. Однако при этом в полной мере могут быть реализованы энергетические и экологические преимущества теплоснабжающих систем на основе ТН.

Комбинированные теплопроизводящие установки (КТУ). Здесь ТН работают совместно с другими традиционными теплопроизводящими устройствами (электродкотлами, топливными котельными и др.). Преимущества: повышение надежности существующей системы теплоснабжения (два и более теплоисточников на разных видах топлива); возможность работы ТН с максимально высокими значениями среднегодового коэффициента использования установленной мощности; оптимальная

подстройка установленной мощности и режимов работы под возможности существующих низкопотенциальных источников тепла; менее жесткие требования к энергообеспечению; повышение инвестиционной привлекательности теплонасосной техники. Недостатки: сохраняется традиционная технология производства тепла; возникает зависимость от существующей технологии в части качества и количества отпускаемой тепловой энергии (необходимость подстройки под график и тепловые нагрузки); зависимость от органического топлива и большее загрязнение окружающей среды по сравнению с одновалентными теплоисточниками.

Системы когенерации и тригенерации. Здесь ТНУ на базе ПКТН и АБТН являются составной частью комплекса по комбинированному производству тепла (холода) и электроэнергии. Природный газ и биогаз – экологически чистые виды топлива, определяющие общую экологическую безопасность всего комплекса жизнеобеспечения. Преимущества: можно использовать часть вырабатываемой электрической энергии и тепла выхлопных газов для догрева воды после конденсатора ПКТН перед отпуском ее потребителю. При необходимости тепло выхлопа может быть также использовано для подогрева воды низкопотенциального источника (очень холодной речной или озерной воды) на входе в испарители ПКТН и АБТН.

Экологически чистая комбинированная система жизнеобеспечения на базе природного газа и тепла возобновляемых источников. Для АБТН тепло выхлопа с температурой выше 300 °С является источником высокопотенциального тепла. Использование в межотопительном периоде выхлопных газов газотурбинных и газомоторных установок для работы АБХМ позволяет реализовать принцип тригенерации (тепло + холод + электроэнергия). Роль ТН в таких системах – повышение эффективности использования первичной энергии топлива в виде природного и других горючих газов для выработки электроэнергии в системах децентрализованного энергоснабжения. Недостатки: высокая капиталоемкость оборудования. Для обеспечения конкурентоспособности необходимо обеспечить высокое значение среднегодовой загрузки установленной мощности всего комплекса оборудования.

Перспективные схемы ТНУ в централизованном теплоснабжении. Тепловые насосы абсорбционного и парокомпрессионного типов могут использовать тепло обратной сетевой воды, поступающей на городские и промышленные ТЭЦ, утилизируя потенциал тепла «перетопа». Преимущества: можно использовать в качестве низкопотенциального тепла недоиспользованное потребителем до установленных нормативов количество тепла для получения теплоносителя более высокой температуры. По своим параметрам здесь должны применяться в ПКТН высокотемпературные рабочие тела (R-600a, R-142b и др.), обеспечивающие получение горячей воды на уровне до 95...100 °С. Появляется возможность стабилизации температуры подачи теплоносителя от ТЭЦ и к ТЭЦ на более низком уровне, снижения за счет этого потерь при транспортировке и повышения выработки на ТЭЦ электроэнергии. Недостатки: для реализации схемы необходимо решить вопрос реальной стоимости тепла такого низкопотенциального источника. Требуется природный газ для работы кварцальных АБТН или электроэнергия для ПКТН.

Тепловые насосы с гидроприводом. В качестве привода для ПКТН нового поколения могут применяться гидротурбины, использующие потенциальную или кинетическую энергию воды. Это фактически на 100 % экологически чистый теплоисточник для рекреационных зон. В настоящее время технологии малых гидротурбин получили широкое развитие в России и за рубежом, что позволяет рассматривать такие ТН в качестве реальной экологической альтернативы традиционным теплоисточникам. Также определенный интерес представляют ТНУ с пневмоприводами и

паровыми приводами, которые могут быть использованы взамен дроссельных устройств в газовых и паровых сетях. Преимущества: полная экологическая чистота, возможность утилизации тепла воды нижнего бьефа плотинных гидростанций в любое время года. Недостатки: затраты в строительство плотин. ТН с гидроприводом должен размещаться в непосредственной близости от гидропривода, что значительно сужает область его практического применения по сравнению ТН с электрическим или газомоторным приводами. Гидроприводы на основе бесплотинных гидроагрегатов маломощны и имеют ограниченную сферу практического применения.

Этот перечень примеров теплоснабжающих систем на основе ТН может быть продолжен. Его подробное исследование носит самостоятельный характер и целесообразно в рамках задач оптимизации энергетических систем и комплексов. С учетом целей и задач настоящего исследования рассматриваем только наиболее важные для практики научные аспекты, имеющие непосредственное отношение к повышению эффективности ТН и теплоисточников на их основе.