

УДК 621.577

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВА НА ТЭЦ В УСЛОВИЯХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БЕЛОРУССКОЙ АЭС IMPROVING THE EFFICIENCY OF FUEL USE AT THE CHP IN THE CONDITIONS OF OPERATION OF THE BELARUSIAN NPP

И.В. Василевский, Я.С. Яцухно

Научный руководитель – А.А. Бобич, к.т.н., доцент
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
bobich@bntu.by

I. Vasilevsky, Ya. Yatsukhno

Supervisor – A. Bobich, Candidate of Technical Sciences, Docent
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

Аннотация: Утилизация низкотемпературных тепловых потоков в настоящее время является для Беларуси перспективной задачей, решение которой при должном подходе может обеспечить снижение импорта природного газа. Данная тема и рассматривается в научной работе.

Abstract: Utilization of low-temperature heat flows is currently a promising task for Belarus, the solution of which, with the proper approach, can ensure a reduction in natural gas imports. This topic is considered in the scientific work.

Ключевые слова: аккумуляторы, утилизация, ТЭЦ, АБТН, экономичность энергетики.

Keywords: batteries, recycling, CHP, ABTN, energy efficiency.

Введение

Доля использования природного газа на энергоустановках в Республике Беларусь, к которым относятся паротурбинные ТЭЦ и мини-ТЭЦ, преобладает в производстве преобразованных энергетических потоков и составляет 43%, (данная величина получается сложением доли ТЭЦ – 35,5% и доли ТЭЦ, мини-ТЭЦ, ГТУ, ГПА предприятий – 7,5%), что представлено на рисунке 1.

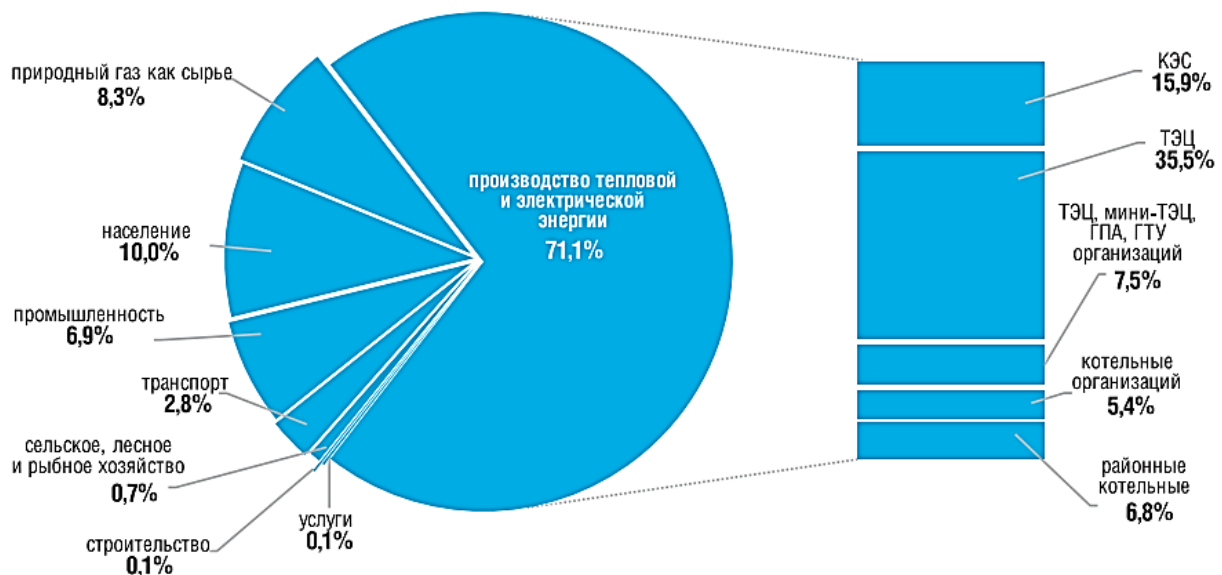


Рисунок 1 – Структура потребления природного газа (за 2017 год)

Основная часть

На сегодняшний день в энергосистеме РБ проявляется тенденция ввода парогазовых конденсационных установок с удельным расходом топлива (УРТ) на выработку электроэнергии около 220 г/(кВт·ч), что соизмеримо со значением УРТ паротурбинных ТЭЦ республики. Приведенный факт в совокупности с постоянно меняющейся ситуацией на рынке энергоресурсов обострил вопрос повышения эффективности работы паротурбинных ТЭЦ и обусловил необходимость повышения их эффективности с помощью наименее затратных проектов. К таким решениям, что вполне очевидно, предъявляется требование по сохранению их актуальности в случае дальнейшего перевода ТЭЦ на парогазовую технологию. Сюда же можно отнести такие нововведения как интеграция в состав ТЭЦ тепловых аккумуляторов и перевод турбогенераторов на работу с ухудшенным вакуумом [2].

Однако эти методы по тем или иным причинам не всегда приемлемы. Альтернативой для перехода на ухудшенный вакуум является применение абсорбционных бромисто-литиевых тепловых насосов (АБТН), которое не требует каких-либо изменений в конструкции турбоустановки.

Приведем возможные варианты применения АБТН в схеме ТЭЦ. В тепловой схеме турбогенератора существуют несколько тепловых потоков, рассеиваемых в окружающей среде. На примере турбогенератора ПТ-60 таковыми являются: потоки охлаждения циркуляционной воды мощностью 7,3 МВт, потоки систем охлаждения генератора и масла общей мощностью 0,47 МВт. Вышеперечисленные тепловые потоки, имеющие суммарную мощность 7,8 МВт, направляются в АБТН с циркуляционной водой, где происходит ее охлаждение на 4°С, что представлена на схеме (рисунок 2).

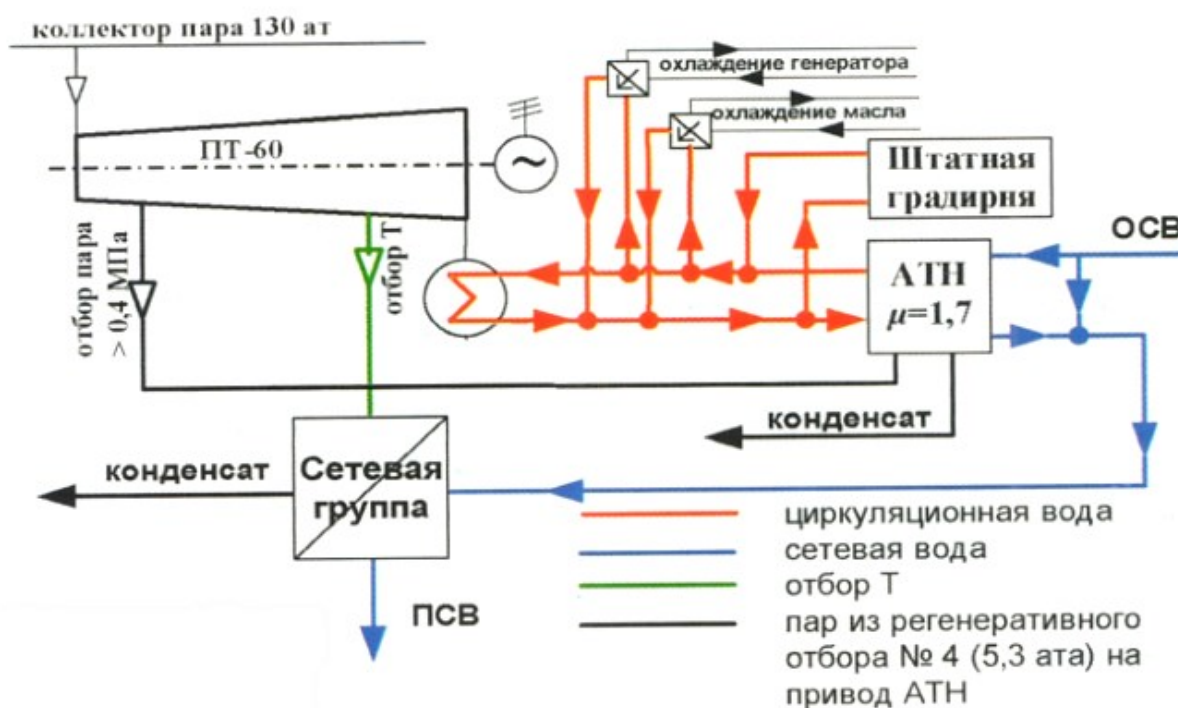


Рисунок 2 – Принципиальная схема интеграции АБТН в тепловую схему ТЭЦ

В качестве привода АБТН потребляет теплоту процесса конденсации пара, потребность в которой определяется отопительным коэффициентом АБТН. В данном случае, ее величина составляет 40,2 ГДж/ч (9,6 Гкал/ч). Поток тепловой энергии мощностью 18,9 МВт передается сетевой воде, нагревая ее на 10,2 °С. В результате рассматриваемого использования АБТН при постоянной тепловой нагрузке ТЭЦ, генерация электроэнергии перераспределяется между источниками системы, и в конечном итоге на ТЭЦ происходит уменьшение генерации на величину 4,7 МВт·ч. Условный расход топлива 0,42 кг/кВт·ч. С учетом указанного уменьшения мощности потока генерации электроэнергии при сохранении отпускаемой тепловой энергии снижение годового расхода топлива ТЭЦ достигает 11,9 тыс. т у.т., а годовая системная экономия топлива – до 5,5 тыс. т у.т.

Для сопряжения АБТН с турбогенератором ПТ-60 можно использовать один чиллер большего типоразмера либо 2 меньшего. Для привода АБТН используется теплота различных теплоносителей: дымовые газы, влажный пар, вода, а также природный газ, сжигаемый в камере сгорания АБТН. В приведенном примере это водяной пар давлением не ниже 0,4 МПа.

Расположение АБТН допустимо как в контейнерном варианте, так и в здании. В любом случае требуется, чтобы температура в помещении не опускалась ниже 5 °С. Безусловно, необходим персональный подход исходя из комплекса условий конкретной площадки: гидравлических, компоновочных и прочих.

Экономическая оценка

Учитывая стоимость строительно-монтажных работ и вспомогательного оборудования, для реализации рассматриваемого выше варианта требуется порядка 3 млн. USD. Для ТЭЦ, работающей при числе часов работы турбогенератора 7,5 тыс. в год, срок возврата инвестиций и другие показатели определяются снижением потребления природного газа на 11,9 тыс. т у.т. при постоянной тепловой нагрузке и снижении мощности генерации электроэнергии на 4,7 МВт. Себестоимость электроэнергии на ТЭЦ и средневзвешенный тариф соответственно равны 51,4 и 88,5 USD/(МВт·ч).

При стоимости природного газа 244 USD за т.у.т. годовой экономический эффект непосредственно для ТЭЦ обеспечивает срок возврата инвестиций 2,3 года, динамический срок окупаемости при ставке дисконтирования 20% составляет 2,8 года, а внутренняя норма рентабельности - 42% [3].

Системная годовая экономия топлива в результате реализации проекта может составить 5,5 тыс. т у.т., при неизменном потреблении тепловой энергии и электроэнергии. Экономический годовой эффект от системного снижения потребления природного газа оценивается в 1,3 млн USD. Простой срок окупаемости составляет 2,7 года, динамический срок окупаемости при ставке дисконтирования 20% составляет 4,3 года, внутренняя норма рентабельности - 35%.

Заключение

Утилизация низкотемпературных тепловых потоков в настоящее время является для Беларуси перспективной задачей, решение которой при должном

подходе может обеспечить снижение импорта природного газа на величину до 3 млн т у.т. в год, т.е. до 12%.

Одним из возможных вариантов этой задачи является блокирование рассеяния энергии в тепловых схемах ТЭЦ, что достигается интеграцией в них АБТН. При этом имеют место высокие технико-экономические показатели, обеспечивающие инвестиционную привлекательность проекта.

Литература

1. Романюк В.Н., Бобич А. А., Коломыцкая Н.А., Муслина Д.Б., Романюк А. В. Эффективное обеспечение графика нагрузок энергосистемы // Энергия и Менеджмент. — 2012. — № 1. — С. 13-20.
2. Малашенко, М.П. Диверсификация возможных решений обеспечения надежной работы энергосистемы в условиях ввода в строй Белорусской АЭС / М.П. Малашенко, А.А. Сенюков, В.Н. Романюк, А.А. Бобич // Энергоэффективность. – 2018. – № 5. – С. 8–14.
3. Романюк, В.Н. Абсорбционные тепловые насосы в тепловой схеме ТЭЦ для повышения ее энергетической эффективности / В.Н. Романюк [и др.] // Энергия и Менеджмент. - 2013. - № 1.