

КОНЦЕПЦИЯ СИМБИОТИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ МЕГАПОЛИСОВ

Инж. Моисеев В. И.¹,
д. т. н., проф. Тувальбаев Б. Г.²
(ООО «ИНТРЭК-монтаж»,
ООО «ЭНИВ»)

АННОТАЦИЯ. Показана целесообразность формирования электростанций нового структурного типа — «Городская ТЭЦ». Оценивается круг энергоемких городских социально-технологических задач, целесообразных для выполнения в комбинированном производстве с процессом выработки тепловой и электрической энергии, возможность и эффективность такого комбинирования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: городская ТЭЦ, симбиотическое развитие энергетики, защита окружающей среды, экономия ресурсов.

На сегодняшний день в теплоэнергетике наиболее остро проявляются проблемы неравномерности графика электрических нагрузок, накопление морально и материально изношенного основного, вспомогательного оборудования и магистральных энергоснабжающих сетей; нерациональное использование установленных мощностей отопительных ТЭЦ; нарастающее загрязнение окружающей среды; раздельное решение проблем генерирующей энергетики и общегородских энергоемких технологий (переработка и утилизация отходов производства и потребления, промышленных стоков, снего-ледовых остатков), а также — нерациональное использование городских земельных ресурсов и энергетического потенциала технологических отходов ТЭС.

Улучшение ситуации в отношении ТЭС может быть достигнуто с одной стороны, за счет увеличения КПД энергопроизводства традиционными термодинамическими методами (в первую очередь — применением комбинированных парогазовых установок и очередным повышением начальных параметров). Такой путь чреват усложнением энергетического оборудования, технологических схем и их эксплуатации и требует неподъемных инвестиций. С другой стороны, за счет использования технологий ТЭС для решения энергозатратных городских задач (симбиотическое развитие) можно эффективно разрешить некоторые аспекты перечисленных проблем. Авторы считают весьма перспективным и экономически целесообразным развитие энергетики именно по этому пути.

Такой подход предполагает структурное преобразование объектов силовой энергетики (прежде всего отопительных ТЭЦ) в новое производственно-генерирующее предприятие — Городскую ТЭЦ [1]. Кроме решения упомянутых выше задач, эти изменения позволят ускорить преодоление некоторых других внутренних проблем энергетики, накопившихся за последние годы хозяйствования; обеспечить создание качественно обновленной системы генерирующих мощностей. Подобная структурная перестройка откликнется для городского энергетического хозяйства оптимизацией производственных возможностей энергетических предприятий мегаполиса, коренной технической модернизацией его энергопроизводства и на основе этого рационализацией системы технологических, логистических и хозяйственных связей. Городская ТЭЦ за счет практически полной независимости от колебания требуемой нагрузки потребителей (диспетчерского графика) наряду с электрической и тепловой энергией может предоставлять целый ряд дополнительных видов конкурентоспособных промышленно-технологических энергоемких товаров и услуг при сниженном уровне загрязнений окружающей среды.

Важным обстоятельством реализации такого подхода является существенное снижение инвестиционных и эксплуатационных затрат в предприятия, участвующие в подобном промышленном симбиозе, за счет совмещения технологических процессов по сравнению с их раздельным осуществлением и более полным использованием вторичных ресурсов. Этот факт давно используется для обоснования совместного электротеплоснабжения потребителя от ТЭЦ. Авторами показано, что используемый при этом математический аппарат расчета возможной системной экономии можно распространить и на возникающие при симбиотическом развитии ТЭС системные экономии других ресурсов (материальных и денежных средств, топлива, электроэнергии, и др.).

Авторы подчеркивают основную особенность их подхода при технико-экономическом анализе возникающих ситуаций: необходимость расчета вариативных показателей не по состоянию на выходе генерирующих источников, а по состоянию «франкопотребитель».

Преимущества такого подхода наглядно продемонстрированы при анализе выбора теплоснабжения гра-

¹ 119121, г. Москва, Смоленский б-р, д. 17, стр. 6

² 107023, г. Москва, пл. Журавлева, д.2, к.2

достроительных объектов, которое, на взгляд авторов, в настоящее время нерационально осуществляется за счет все более широкого использования индивидуальных источников [2]. Причина этого — меньший объем одномоментного инвестирования и существующая неопределенность условий возврата инвестору части системной прибыли при комбинированном энергоснабжении от ТЭЦ. Анализ данного вопроса потребовал введения нового понятия — «Предельный радиус теплоснабжения от отопительной ТЭЦ» — и разработки методов его расчета. Применение этого понятия для установления «границ» целесообразного теплоснабжения показало, что возможности комбинированного теплоснабжения покрывают все запросы такого мегаполиса, как Москва, а применение индивидуальных источников теплоты должно специально обосновываться специфическими градостроительными условиями и рассматриваться как отступление от реализации возможных передовых технологий. Последнее обстоятельство авторами предлагается компенсировать введением специального налога, рассчитываемого по размеру недополученной при реализации индивидуального теплоснабжения системной прибыли. Оптимизация землепользования и получение дополнительных финансовых средств благоприятно скажется на балансе городского бюджета, позволит дополнительно профинансировать долговременные и социальные программы.

Разработанные авторами и интеллектуально защищенные решения по оптимизации конструкции элементов тепловых сетей [3] еще больше повышают эффективность предлагаемых решений. Так, при реализации проекта транспортировки теплоносителя по теплопроводам однопоточной двухпоточной конструкции [4] можно сократить капиталовложения при сооружении тепловых сетей Ду500 — Ду1200 на 19–35 млн. руб./км соответственно; уменьшить площади отчуждаемой земли на 27–29%; снизить расход строительных материалов на 10–11% и тепловые потери в сетях на 29–30%.

В качестве конвергентных экономических, экологических и социальных технологий, эффективно реализующих предлагаемую концепцию, рассмотрены технологии утилизации снего-ледовых масс, убираемых с территории мегаполисов в зимний период; централизованной комплексной утилизации отходов и стоков производства и потребления (вновь образующихся и скопившихся на полигонах) и нейтрализации их вредности для населения, окружающей среды, жилых и промышленных зданий и сооружений и ряд других, неизбежно возникающих в процессе симбиотического развития силовой энергетики и городского энергохозяйства.

По первому направлению замена повсеместно распространенных снегоплавильных установок (СПУ), использующих дизельное топливо (реже — природный газ), теплотой технологических сбросов ТЭС позволяет снизить колоссальную нагрузку на городской бюджет за счет уменьшения себестоимости утилизации 1 м³ снега с 70–250 до 8–9 руб./м³. Сокращение вредных выбросов для Москвы достигнет $2,44 \times 10^4$ и $9,14 \times 10^4$ кг/год по оксидам серы и азота соответственно, сокращение

расхода дизельного топлива — на 41,58 млн. л/год, т. е. на сумму более 1 млрд. руб./год; возможно получение экономии тепловой энергии на сумму в 5,8 млн. руб./год и сокращение потерь охлаждающей воды в градирнях до 74,5 литров на 1 м³ утилизованного снега. Разработаны принципы конструирования СПУ для работы на сбросной тепловой энергии ТЭС, встроенные в ее технологический цикл при прямоточной и оборотной схемах технического водоснабжения с разными типами охладительных устройств [5], интеллектуально защищена типовая конструкция подобной установки [6].

В схемно-технологических разработках решений по второму направлению показана целесообразность использования пароводогрейных пиковых котлов на ТЭС, недогруженных мощностей их цехов химводоочистки, реконструкцию последних (в рамках Городской ТЭЦ) в полифункциональное специализированное предприятие по подготовке рабочих сред и очистке промстоков [7, 8]. Такой подход в дальнейшем неизбежно приведет к реорганизации такого цеха в комплексное химическое предприятие (с возможным выводом его, как непрофильного производства, из состава Городской ТЭЦ) и проектированием его технологий под индивидуальный набор характерных для данной территории технологических стоков и отходов с получением из этих отходов вторичной товарной продукции и полуфабрикатов на основе углекислотных, сернистых, азотистых, редкоземельных и других соединений.

Наиболее существенным обоснованным предложением является перевод ТЭС любого типа и назначения в постоянный номинальный режим работы с производством на невостребованной потребителем электроэнергии дополнительного технологического продукта. Проведенными исследованиями показано, что наиболее перспективным является электролизный способ производства водорода [9]. Такое решение позволяет не только сгладить существующую неравномерность электрического графика нагрузок, но и получить существенный системный эффект.

Определены его основные составляющие: производство более дешевого конечного технологического продукта, вырабатываемого на электроэнергии по цене себестоимости; экономия топлива, возникающая при постоянной работе оборудования ТЭС на номинальной нагрузке (за счет прямой экономии топлива — не менее 6,9 г.у.т/кВт.ч и за счет минимизации пусковых расходов топлива и повышения экономичности турбоустановки при исключении пониженных нагрузок — не менее 3,4 г.у.т/кВт.ч); выгоды от использования кислорода, получаемого в качестве спутного продукта.

Для ТЭС системная выгода составит 41–62 руб. на килограмм выработанного водорода (при радиусе доставки водорода пяти отдельным потребителям на расстояние до 7 км). Дополнительные техническая и экономическая выгоды при эксплуатации переводимых в такой режим энергетических предприятий обеспечивается также уменьшением физических и психологических нагрузок на эксплуатационный персонал, замедлением темпов износа их оборудования. Последнее

в условиях инвестиционного дефицита позволяет продлить экономичное функционирование существующих генерирующих установок, в том числе — небольшой мощности, составляющих костяк региональной энергетики.

При таком решении возникают преимущества, связанные с упрощением режима управления при переходе к новым взаимоотношениям между генерирующим предприятием и диспетчером энергосистемы, когда само понятие «диспетчеризация» теряет директивный характер и сводится к выбору потребителем поставщика по экономическим (рыночным) мотивам и уведомительному характеру его выбора.

Использование электролизного способа производства водорода при работе электростанции в режиме постоянной нагрузки сопровождается еще одним перспективным фактором — выработкой кислорода, как побочного (спутного) продукта [10]. Его использование в технологической схеме ТЭС ведет к дополнительной экономии расхода электроэнергии на ее собственные нужды, а также к прямой экономии топлива (до 3,21 г/кВт.ч) за счет возможного увеличения КПД эксплуатируемых котлоагрегатов. Последнее обстоятельство достигается уменьшением использования азотного балласта, содержащегося в дутьевом воздухе и потерь теплоты, уносимой дымовыми газами.

Кроме возможной продажи спутно полученного кислорода, рассмотрены технико-экономические последствия и другого его использования в технологической схеме ТЭС: в качестве добавки к исходному воздуху для обогащения его окислителем; как добавку к дымовым газам, с целью использования их в качестве агента-окислителя (как суррогат воздуха) при сжигании топлива в энергетических и пиковых водогрейных котлах; как добавку к дымовым газам или воздуху для осуществления более эффективного процесса ступенчатого сжигания топлива; для компенсации возвратного ущерба; для использования на линиях утилизации отходов производства и потребления, а также для очистки и нейтрализации загрязненных сточных вод предприятий.

Реализация проекта по производству водорода на ТЭС позволит не только удешевить целый ряд собственных технологических процессов, но и наладить технологические линии для производства высококачественного топлива для городского автотранспорта. Надежная и экономически целесообразная технология таких процессов освоена мировой энергетикой, но на отдельных производствах.

Следует отметить, что порой главной целью комбинирования технологий оказывается не максимальное достижение системного эффекта в энергетической сфере, а получение наиболее благоприятных для работы оборудования ТЭЦ режимов (при $\alpha_{ТЭЦ} < 1$) или удовлетворение неких социально-урбанистических обстоятельств.

Таким образом, создание структурных образований энергопроизводства «Городская ТЭЦ» (комбинированное энергогенерирующее производственное предприятие, обеспечивающее, кроме производства теплоты и электроэнергии, выполнение других городских

социально-технологических функций с более высоким экономическим эффектом) — важная, экономически и социально целесообразная задача. Технологическая схема такой ТЭЦ полностью обеспечивает высокоэффективное выполнение основных функций по генерированию энергии, а также переданных ей городских технологических процессов, а ее тепловая схема и конструкции основного и вспомогательного оборудования специально созданы или реконструированы для технологически полного и экономически оптимального их осуществления. Ее деятельность играет ведущую роль в сглаживании неравномерности электрического графика нагрузок; заменяет функционирование части разрозненных, маломощных и малоэкономичных городских предприятий с энергонапряженными технологиями; высвобождает часть бюджетных средств с получением дополнительного эффекта, возможностью увеличения рационального использования городских земель, высвобождением их части для решения других муниципальных задач, существенного улучшения архитектурно-планировочных решений градостроительства, и др.

Литература

1. Тувальбаев Б. Г., Моисеев В. И., Куличихин В. В. Городская ТЭЦ — новая структурная производственно-генерирующая составляющая городского энергетического хозяйства // Энергосбережение и водоподготовка. 2012. №2 (76). С. 2–7.
2. Тувальбаев Б. Г., Моисеев В. И. Определение предельного радиуса теплоснабжения от ТЭЦ // Энергосбережение и водоподготовка. 2012. №3 (77). С. 12–16.
3. Тувальбаев Б. Г., Моисеев В. И. Новые подходы к проектированию и строительству элементов тепловых сетей // Энергосбережение и водоподготовка. 2012. №6 (80). С. 34–38.
4. Пат. №124369 RU. Патент на полезную модель «Контактная конструкция теплопроводов двухтрубной тепловой сети». Моисеев В. И., Тувальбаев Б. Г. Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 20 января 2013 года.
5. Тувальбаев Б. Г., Моисеев В. И. Утилизация снего-ледовой массы — одна из перспективных муниципальных задач, решаемых Городской ТЭЦ // Энергосбережение и водоподготовка. 2014. №1 (87) С. 8–13.
6. Пат. №129945 RU. Патент на полезную модель «Стационарная снегоплавильная установка циркуляционного типа». Моисеев В. И., Тувальбаев Б. Г. Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 10 июля 2013 года.
7. Тувальбаев Б. Г., Моисеев В. И. Городской мусор, как полноценный энерготехнологический ресурс // Вестник Московского государственного открытого университета. Серия Техника и технология. 2012. №4. С. 40–43.
8. Тувальбаев Б. Г., Верес А. А., Моисеев В. И., Скопцов Ю. В. Расширение функциональных задач оборудования городских ТЭЦ // Энергосбережение и водоподготовка. 2011. №2 (70). С. 37–38.
9. Тувальбаев Б. Г., Моисеев В. И. Работа ТЭС в постоянном режиме с выработкой дополнительной продукции на невостребованной энергии // Энергосбережение и водоподготовка. 2013. №4 (84). С. 24–27.
10. Тувальбаев Б. Г., Моисеев В. И. Использование кислорода спутной выработки дополнительного производства в технологическом процессе ТЭС // Энергосбережение и водоподготовка. 2014. №4 (90) С. 40–43.