

УДК 338.45 (06)

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

THE ISSUES OF IMPROVEMENT OF ENERGY EFFICIENCY
OF ENERGY SAVING

О. В. Смирнов, А. Г. Варехов

O. V. Smirnov, A. G. Varekhov

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

*Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения,
г. Санкт-Петербург*

*Ключевые слова: электро- и теплоснабжение; стоимость услуг;
доходы населения; тепловые потери*

Key words: electro supply; heat supply; cost of utilities; income of population; thermal losses

При обеспечении энергетической безопасности нехватка капиталовложений в российской электроэнергетике, нефтяном и газовом секторах в условиях ограниченной производственной мощности и растущем внутреннем спросе повышение энергоэффективности будет основным фактором обеспечения энергосбережения,

надежности и безопасности энергоснабжения. Инвестиции в энергоэффективность могут обеспечить снижение энергоемкости и удовлетворить растущий спрос при затратах втрое меньших, чем капиталовложения, необходимые для строительства новых генерирующих мощностей.

Основной индикатор энергоэффективности — это энергоемкость той или иной технологии. Низкая энергоемкость не является признаком эффективности технологий. В тоже время высокая энергоемкость не обязательно расточительна и связана с типом технологического процесса и его результатом, то есть производимой конечной продукцией. Практически вся товарная группа начального этапа передела имеет высокую энергоемкость.

В России в домашнем хозяйстве потребляется энергии меньше, чем в Европе за счет экспорта энергии в товарной форме из Европы. В связи с этим возникает вопрос об адекватности направления сокращения энергоемкости на 40 %, что вряд ли возможно без изменения структуры энергетической экономики.

Развитие энергоснабжения и, в первую очередь, теплоснабжения в сфере жилищно-коммунального хозяйства определяется двумя основными факторами. Во-первых, характером и состоянием экономических отношений в сфере потребительской электро- и теплоэнергетики, включая жилищно-коммунальные услуги, которые, в конечном итоге, выражаются в стоимости этих услуг. Во-вторых, техническим состоянием инженерных систем и комплексов, начиная от крупных энергоснабжающих подразделений (ГРЭС и котельные разного уровня мощности) и заканчивая частными квартирными приборами и устройствами учета теплопотребления.

Ценовая картина стоимости тепловой и электрической энергии показывает, во-первых, что рыночная стоимость сырой нефти достаточно точно отражает ее энергетическую ценность, а, во-вторых, что цены тепловой энергии для американского и российского покупателей этой энергии почти тождественны, то есть, не связаны с разницей в уровнях доходов этих покупателей. Отметим также, что стоимость тепловой энергии, «привязанная» к стоимости энергетического сырья на мировом рынке, не отражает, и это также вполне естественно, детали процесса производства тепловой энергии, то есть его организацию, техническое состояние оборудования, технологию производства, тепловые потери и другие составляющие. Таким образом, содержательное исследование должно опираться на соотношение полученной энергии и затраченного на ее производство топлива.

Стоимость электроэнергии для потребителя в Санкт-Петербурге составляла в 2011 году примерно 0,054 евро за 1 кВт·ч. Эта стоимость при больших потерях, сопровождающих производство электроэнергии в России, вряд ли может быть обоснована какими-либо экономическими категориями.

Расчеты показывают, что стоимости тепловой и электрической энергии представляют собой вполне объективные величины, определяемые стоимостью энергетического сырья. Экономические проблемы российского жилищно-коммунального сервиса определяются, кроме низкой платежеспособности населения, также и большой совокупностью факторов, главными из которых являются плохое техническое оснащение и неразвитость экономических отношений в этой сфере. В результате при средней по России стоимости тепловой энергии 1 120 рублей за гигакалорию в платежных счетах российских граждан за коммунальные услуги в целом по стране стоимость отопления и горячей воды может составлять от 50 до 70 %.

Первое, что сделали восточные немцы в системе теплоснабжения после воссоединения Германии, заменили централизованные тепловые пункты индивидуальными. Они также передали тепловые пункты и приборы в их составе для измерения теплопотребления в собственность сетевых компаний. Доля семейного бюджета, связанная с электроэнергией и теплом в бывшей ГДР, стала ниже, чем сего-

дня и не соответствовала реальным ценам, поскольку вся экономика, включая и коммунальную сферу, была искажена. Основной формой поддержки государством населения было перекрестное субсидирование, то есть государственное подтверждение заведомо убыточной стоимости коммунальных услуг с компенсацией убытков за счет реализации других товаров и услуг. И сегодня в России основной формой поддержки незащищенных слоев населения является перекрестное субсидирование.

Российское теплоснабжение только начинает развиваться в русле, с одной стороны, преодоления технической отсталости, а, с другой, развития рыночных отношений, то есть формирования цены тепловой энергии на основе постоянного и повсеместного учета теплопотребления. Поэтому понятно, что такой баланс затрат и экономии пока что недостижим. В любом случае, если сумма затрат велика, она будет частично перекладываться на потребителя, а тарифная стоимость будет расти по схеме «затраты плюс». Затраты определяются износом основных теплогенерирующих мощностей (при условии отсутствия крупных затрат, связанных с модернизацией этих мощностей), и процесс должен идти с постоянно увеличивающейся скоростью. С формальной (математической) точки зрения это равносильно расходящемуся ряду, в котором частичная сумма ряда возрастает быстрее, чем пропорционально числу слагаемых ряда.

Следует отметить неразвитость системы экономических отношений в сфере электро- и теплоснабжения и, соответственно, неразвитость рациональных форм управления в этой сфере. Быстрый рост дебиторской задолженности потребителей тепловой энергии при низкой вероятности возврата этой задолженности поставил предел всем возможностям модернизации. Стратегия энергосервисной деятельности не применима к реалиям российской экономики, поскольку эта стратегия не обеспечена структурными и аппаратными средствами учета и контроля потребления тепловой энергии. С другой стороны, становится все более ясным, что так называемые рыночные отношения в энергетике, и прежде всего в коммунальной энергетике, основанные на учете и контроле, радикально подрывают систему бюрократических отношений, в том числе коррупционных, которые складывались за многие предшествующие десятилетия. Возникающее противоречие имеет фундаментальный характер и не может быть устранено законодательным путем.

Когда появилась схема «инфляция минус», потребовалась необходимость предельно точного прогнозирования уровня инфляции, выработки «ценового сигнала», то есть индивидуального тарифа для каждого региона, и быстрого, насколько это возможно, парламентского согласования с законодательством. Отставание роста тарифов от реальной инфляции делало деятельность энергогенерирующих компаний убыточной, а опережение негативно влияло на общую динамику цен и, в целом, на экономический рост, что делало не эффективным применение такой схемы. Ставится на первое место задача анализа уровня потребления электрической и тепловой энергии и идентификация категорий потребителей энергии. Планирование производства энергии признается вторичным по отношению к анализу уровня потребления. Потребление и производство энергии рассматриваются как процессы, неразрывные во времени и в пространстве. Одной из самых актуальных задач является соотношение энергии и мощности и установление величины надбавки за мощность. Величина такой надбавки, например, в Германии составляет 30–50 %. Устанавливается, что на конкурентном рынке все потребители тепловой и электрической энергии равноценны.

Во всех развитых мировых энергетических системах стоимость электроэнергии в 3–4 раза выше стоимости тепловой энергии. Эта стоимость определяется, в основном, потребляемым при производстве энергии топливом [2]. Например, потребление топлива (природного газа) при производстве электроэнергии в конденсационном режиме на парогазовой установке ПГУ-450 Северо-Западной ТЭЦ в

Санкт-Петербурге составляло 334 грамма на кВт·ч, а при совместном (когенерационном) производстве тепла и электроэнергии в теплофикационном режиме — 124 грамма на кВт·ч, то есть почти в три раза меньше. При этом к. п. д. в первом случае (90 %) был существенно выше, чем во втором случае (53 %), что, вообще говоря, должно рассматриваться как положительный фактор. Хотя электроэнергия, при ее избытке, полностью может быть преобразована в тепловую энергию, стоимость процесса определяется, в первую очередь, количеством потребляемого топлива. Кроме того, ясно, что стоимость более дорогого процесса производства электроэнергии перекладывается на стоимость более дешевого производства тепла и обуславливает ценовую дискриминацию или ценовой произвол в экономике теплоснабжения.

Теплофикационный режим электростанций и теплофикация как экономичный способ производства тепловой энергии в стране с холодным климатом, как известно, является российским приоритетом уже с начала 20-го столетия. Эпоха социализма началась с лозунга «коммунизм есть советская власть плюс электрификация всей страны». Когенерация, то есть соединение электрификации и теплофикации, получила статус генеральной энергетической концепции. С конца 50-х годов прошлого столетия началась сплошная теплофикация городов. К 1975-му году 800 городов Советского Союза обеспечивались теплом централизованно. Проблема состояла в том, что мощность тепловых станций была, по-видимому, слишком велика (в среднем около 500 МВт). С точки зрения сплошной теплофикации страны с низкой плотностью населения (12 человек на квадратный километр даже в европейской части) это могло считаться оправданным, но только при соблюдении многих дополнительных условий, прежде всего, высокого качества тепловых сетей. Для сравнения можно отметить, что к 2000-му году 450 немецких городов обеспечивались теплом централизованно при установленной тепловой нагрузке 57 000 МВт, то есть около 100 МВт на один тепловой центр (город). Этот пример характерен в том отношении, что Германия и Россия эволюционировали в стратегии теплоснабжения в противоположных направлениях, то есть, соответственно, от индивидуального к централизованному и наоборот. Однако в Великобритании при плотности населения в 250 человек на квадратный километр доля централизованного теплоснабжения составляет только 1 %.

К концу 70-х годов начались старение и износ основных фондов, включая теплогенерирующие предприятия и тепловые сети, прежде всего, в крупных теплоснабжающих центрах. Для того чтобы остановить этот процесс, уже не хватало средств. В последние десятилетия российский опыт когенерации стал все больше игнорироваться в пользу экономически менее выгодного, но технологически более доступного производства электроэнергии. При этом сегодня производство электроэнергии в России в 4 раза меньше, чем в США, но производство тепла в 11 раз больше американского.

Поскольку численность населения России в два раза меньше, душевое соотношение по тепловой энергии необходимо удвоить. Если не учитывать огромных потерь при производстве тепловой энергии, этот результат выглядит почти абсурдным. Таким образом, сбалансированное производство электрической и тепловой энергии требует детального исследования сферы потребления, включая все механизмы энергетических потерь.

Реальные потери тепла составляют 20–50 % зимой и 30–70 % летом. Утечки теплоносителя превышают нормы, принятые в развитых странах, в десятки раз. Иногда считается, что три четверти генерирующих мощностей российских электростанций исчерпали свой ресурс. Рассмотрим для оценки технического состояния систему теплоснабжения города Санкт-Петербурга.

Жилая площадь города составляет $1,1 \cdot 10^8 \text{ м}^2$. Будем исходить из действующей на сегодня месячной отопительной нормы, равной $0,0142 \text{ Гкал} \cdot \text{м}^{-2}$. Это зна-

чение может колебаться в зависимости от выбранного городского района. Отметим, что в 2003-м году, то есть 10 лет назад, эта норма для Москвы и Санкт-Петербурга была равной приблизительно $0,0175 \text{ Гкал} \cdot \text{м}^{-2}$ и достаточно близко соответствовала сегодняшнему уровню. Эти значения косвенно характеризуют общее состояние национальной программы энергосбережения, которая начинает активно развиваться примерно с 2000-го года благодаря введению современных строительных технологий. Отметим также, что 70 % домов Санкт-Петербурга построено в промежутке 1970–1990 гг. Наконец, известно, что теплопотребление многоквартирных домов, построенных в Санкт-Петербурге до 1990-го года, в 3–5 раз выше, чем у домов, построенных после 2000-го года. Для некоторых домов, построенных в Санкт-Петербурге в последние годы, достигнута годовая норма теплопотребления $0,1 \text{ Гкал} \cdot \text{м}^{-2}$ (средняя месячная норма $0,0083 \text{ Гкал} \cdot \text{м}^{-2}$). Таким образом, понятно, что в среднем по городу за 10 лет небольшой положительный эффект достигнут только за счет внедрения новых технологий строительства.

Общее потребление тепла в течение отопительного сезона (6 месяцев) составляет $8,32 \cdot 10^6 \text{ Гкал}$. То же значение в расчете на душу населения (5 млн. человек) равно примерно 1,66 Гкал, а в пересчете на условное топливо с теплотой сгорания $7\,000 \text{ ккал} \cdot \text{кг}^{-1}$ ($29,302 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$) составляет около 0,24 тонны условного топлива (т. у. т.) на человека. При стоимости в 2014-м году отопления в Санкт-Петербурге из расчета 1 175 рублей за гигакалорию общая стоимость в течение отопительного сезона должна составлять приблизительно 1950 рублей (около 325 рублей за месяц отопительного сезона) в расчете на одного человека.

С другой стороны, для более достоверной оценки общего потребления тепла можно исходить из статистических данных по потреблению тепла населением РФ. Потребление тепла за последнее десятилетие достаточно медленно и монотонно росло и к 2007-му году составило 866 млн гигакалорий. В расчете на 5 млн человек (Санкт-Петербург) получим примерно 31 млн Гкал, то есть почти четырехкратное увеличение по сравнению с оценкой 8,32 млн Гкал для Санкт-Петербурга. Наиболее достоверное объяснение этого противоречия состоит в декларированной низкой стоимости гигакалории тепла. Если соответственно увеличить эту стоимость в отношении $31/8,32$, то годовая стоимость отопления составит около 7 200 руб., то есть около 600 руб. за календарный месяц или примерно 1 200 руб. за месяц отопительного сезона. Последнее значение достаточно хорошо соответствует реальной стоимости, то есть платежным документам. Таким образом, расход топлива в расчете на одного человека составит 0,9 (вместо 0,24) т. у. т. и, соответственно, коэффициент использования топлива, равный примерно 36 %. Потери топлива, следовательно, составляют 64 %. Наконец, для оценки можно использовать величину душевого потребления ископаемых органических топлив в Российской Федерации, которое в 2012-м году составило 6,2 т. у. т. в год. Если учесть, что провинциальное и сельское население РФ в значительной мере живет «на дровах», включая дровяные коммунальные котельные (например, в Архангельской области), это значение следует увеличить. Доля потребляемого населением тепла оценивается в 40 %, что дает в среднем значение 2,48 т. у. т. в год. Следовательно, теперь отношение $2,48/0,24 = 10,3$ отражает тепловые потери. Более представительна обратная величина 9,6 %, определяющая коэффициент использования топлива. Соответственно, потери составят 90,4 %. Таким образом, величина потерь топлива располагается в пределах 64–90 %. Поэтому самой важной национальной задачей для России является именно максимальное снижение потерь.

Таким образом, показано, что стоимость услуг в сфере теплоснабжения, ориентированная на мировую рыночную стоимость энергетического сырья, не отражает уровня развития производства тепловой энергии, издержек производства (тепловых потерь) и уровня доходов населения.

На основании анализа величин потерь тепловой энергии, связанных с неэффективным расходом топлив обосновывается сбалансированная стратегия производства тепловой и электрической энергии.

Список литературы

1. Богданов А. Б., Богданова О. А. Энергетика и промышленность России. № 1(04), февраль 2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.eprussia.ru/teploenergetika/04/60.htm.
2. Варехов А. Г., Смирнов О. В. О развитии биотопливных технологий // Известия вузов. Нефть и газ. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2015. – № 6. – С. 54-61.

Сведения об авторах

Смирнов Олег Владимирович, д. т. н., профессор кафедры «Электроэнергетика», Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, тел. +79129275192, e-mail: oleg_smirnov_1940@mail.ru

Варехов Алексей Григорьевич, к. т. н., доцент, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург, тел. +79112765500, e-mail: varekhov@mail.ru

Information about the authors

Smirnov O. V., Doctor of Engineering Sciences, professor of Department «Electroenergetics», Industrial University of Tyumen, phone: +79129275192, e-mail: oleg_smirnov_1940@mail.ru

Varekhov A. G., Candidate of Engineering Sciences, associate professor, Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, phone: +79112765500, e-mail: varekhov@mail.ru