



**Александр Богданов**

начальник сектора энергосбережения ОАО «МРСК Сибири»

## Анализ показателей теплофикационной турбины по относительному приросту топлива на производство тепла

**А**нализ конкурентных свойств теплофикационной паровой турбины, проведенный на основе расчета относительному приросту топлива на производство тепла по диаграмме режимов работы дает удивительные результаты [1]. Так, при равных показателях производства электрической и тепловой энергии на теплофикационной и конденсационной турбинах, а также в самой лучшей котельной, затраты топлива на тепло от теплофикационной турбины составляют 19% от теоретически необходимых, что в 5,67 раза ниже, чем от котельной (рис. 1). Несмотря на то, что эти данные полностью соответствуют технологии получения комбинированной энергии на теплофикационной турбине, удельный расход топлива на тепловую энергию менее 122,8 кг/МВт вызывает «законное» раздражение менеджеров от электроэнергетики: КПД по выработке тепловой энергии не может быть выше 100% и достигать 526%, это парадокс! Противники эксергетического метода расчета относительных приростов топлива на тепло пытаются убедить всех, что он не подходит практикам — пусть теоретики пишут свои опусы и кандидатские диссертации и нам не мешают! Мы же, специалисты большой

электроэнергетики и малой теплоэнергетики, регуляторы, призваны решать реальные задачи: будем согласовывать и обосновывать показатели с фантастическими КПД по производству тепла до 108%; приводить в СМИ серьезные доводы в пользу удорожания энергии; доказывать необходимость строительства новых котельных с отключением существующих потребителей от действующих ТЭЦ в целях безусловного исполнения национального проекта «Доступное жилье»; склонять инвесторов и органы власти к реализации «чуждых» инвестиционных проектов типа ГОЭЛРО-2 и т. д.

*Выдержка из письма д. т. н.*

*В. М. Бродянского [2]*

«...Из школьной программы по физике известно, что тепло эквивалентно работе (второе начало термодинамики, которое объясняет, что это не совсем так, в школе это не изучают). Опираясь на данную эквивалентность, можно вполне закономерно, «по физике», списать лишнее топливо с электроэнергии на тепло, благо теплофикация у нас широко распространялась. Сразу, без кропотливой работы по подъему технического и организационного уровня энергетики, мы вырвались таким нехитрым путем на «первое место» в мире. То, что вызывало и вызывает до сих пор улыбки специалистов во всем цивилизованном мире, не принимается у нас во внимание.

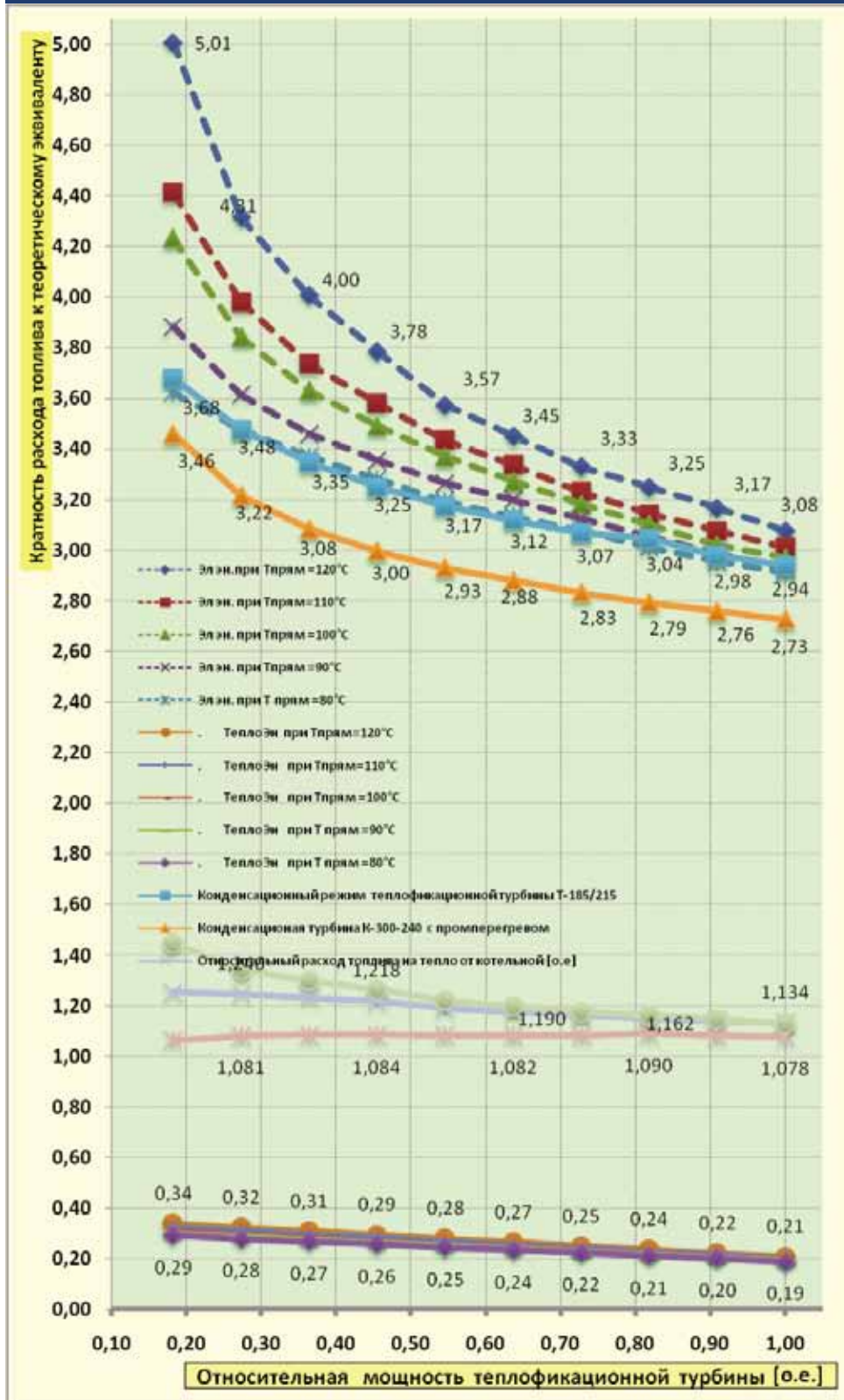
Мне неоднократно во время бесед с западными специалистами приходилось касаться этого вопроса. Им очень трудно объяснить, в чем тут дело. Они никак не могут понять, как можно «на равных» складывать тепло и электроэнергию или принимать, что КПД КЭС намного выше, чем КПД ТЭЦ, а КПД котельной превышает аналогичный показатель той и другой станции. Все это представляется им диким (в чем они правы). А поскольку они (тоже справедливо) относятся с уважением ко многим нашим энергетикам и термодинамикам, то им остается искать объяснение в «тайнах русской души» или в давлении коммунистической идеологии.

Только специалисты из ГДР и ПНР прекрасно понимали, в чем дело. Их энергетическое начальство копировало наши глупости, а попытки исправить ситуацию упиралось, так же как и у нас, в министерские «завалы». Сейчас, насколько мне известно, в восточной части Германии и в Польше вся эта «физическая» методика отпадает.

В КНР тоже следовали нашей «методике», поскольку вся теплофикация делалась по нашему образцу. Теперь там постепенно выходят на современный уровень понимания термодинамики и даже собрали у себя международную эксергетическую конференцию...»

Так что же порождает подобные противоречия, в чем причина разрыва теории и практики? В чем заключается ошибочность существующего нормативного метода анализа экономических показателей работы ТЭЦ в российской теплоэнергетике? Почему

Рис. 1. Универсальный график определения относительного расхода топлива на выработку единицы электрической и тепловой энергии \*



му регулирующие органы своим молчаливым бездействием упорно допускают отключение потребителей от ТЭЦ и возведение собственных котельных? Ответ до банальности прост. В стране, в каждом отдельном регионе, области, городе, предприятии нет конкретного хозяина, отвечающего за единственный, но зато наиболее значимый экономический показатель — удельную выработку электроэнергии на тепловом потреблении. Подтвердим это фактами.

С переходом на рыночные отношения в России произошло силовое раздвоение технологически неделимого процесса комбинированного производства энергии на ТЭЦ на якобы высокоэффективную федеральную электроэнергетику и затратную муниципальную теплоэнергетику. Не неся никакой ответственности за организацию и осуществление топливосберегающей политики в стране, Минэкономразвития и РАО «ЕЭС России» изъяли из федеральных программ проекты развития тепловых сетей от ТЭЦ. Рассказывать что-то о теплотрассах менеджерам от энергетики, не имеющим ни фундаментального энергетического образования, ни опыта, ни моральных принципов, было бессмысленно.

Так что же принципиально нового могут привнести в практику результаты расчета свойств теплофикационной турбины, представленные на рисунке 1? Понять это, а также составить полную картину причин и следствий сложившегося кризиса в энергетике и обосновать необходимость ввода совершенно новых терминов в экономике помогут «четыре шага анализа».

### Шаг первый. Рыночные виды энергетических товаров

Рыночная энергетика крупного города — это целый комплекс, включающий в себя большое количество независимых производителей и потребителей электрической, тепловой, комбинированной энергии, магистральные тепловые и газовые се-

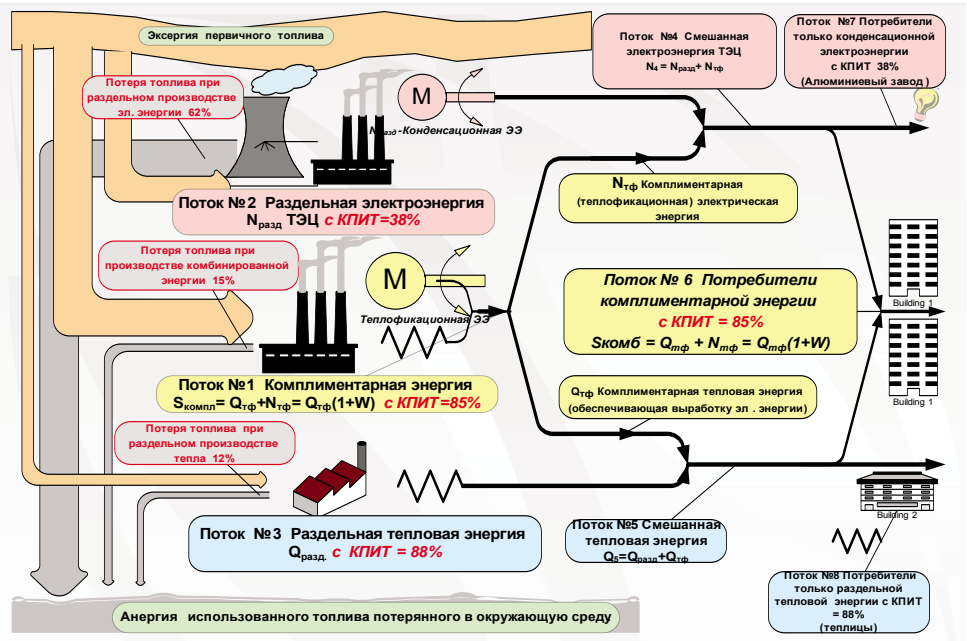
\* Все рисунки публикуются в авторском варианте без редакторской правки (прим. ред.).

ти, системы топливоснабжения. Каждый из перечисленных компонентов имеет возможность влиять на спрос и предложение энергетических продуктов и их «теплозаменителей» на электроэнергетическом рынке. В условиях развитых рыночных отношений существуют два типа товаров с совершенно разными потребительскими свойствами: а) *субституты* и б) *комплиментарные* товары. В рыночной энергетике крупного города в оборот вовлечено более 39 видов регулируемых и нерегулируемых энергетических товаров и услуг [3].

*Товарам-субститутам* свойственна *взаимозаменяемость*. Их главным отличительным свойством является то, что повышение спроса (а следовательно, и цены) на один товар определяет динамику спроса на заменяемый товар, что неизбежно ведет к удорожанию последнего.

*Субститут в энергетике* — это *взаимозаменяемый энергетический товар*. Классическими субститутами здесь считаются тепловая и электрическая энергия. Так, недостаток тепла от отопительных батарей обычно покрывают их «заменители» — тепловентиляторы, электронагреватели и прочие приборы. При ограничении поставок тепловой энергии либо при аварии в тепловых сетях дефицит тепла восполняется ростом потребления электрической энергии. Пиковая тепловая энергия от котельных, отопительных печей, тепловых насосов, каминов также является субститутом по отношению к базовой энергии, получаемой за счет утилизации отработанного тепла на ТЭЦ. Пиковая, полубазовая, базовая электроэнергия тепловых электростанций, ГЭС, АЭС — наглядный пример субститутов, в производстве которых используются абсолютно разные технологии. Абсорбционные тепловые насосы, теплоизоляция тепловых сетей, тройное остекление окон, усиленная теплоизоляция зданий, теплые шерстяные носки тоже компенсируют недостаток теплоснабжения. Повышение цен на тепловую энергию

Рис. 2. Экономическая модель производства и потребления комплиментарной энергии ТЭЦ



на конкурентном свободном (немонополизированном) рынке автоматически поднимает спрос на товар-субститут и его стоимость. Приняв за основу рыночной деятельности развитие только федеральной электроэнергетики, топ-менеджеры РАО «ЕЭС России» утратили коммерческий интерес к потребителям тепла от ТЭЦ. Такая политика вызвала относительно небольшое увеличение расходов на создание газовых сетей и массовое строительство газовых котельных. Правда, при этом в окружающую среду «выбрасывается» порядка 70—80% затрат на сжигаемое в котельных топливо, но регуляторов, ответственных за такой «рыночный оптимум», нет!

*Комплиментарные товары* (в отличие от субститутов) не заменяют, а *взаимно дополняют* друг друга. Например, растущий спрос на ботинки, туфли, сумки автоматически влечет за собой спрос на шнурки, застёжки, молнии и т. д. [4]. Конечному потребителю нужна обувь, но, не компенсировав затраты на изготовление тех же шнурков, он не может быть обеспечен продукцией, соответствующей общепринятым стандартам качества.

В энергетике среди классических комплиментарных товаров можно выделить энергию и мощность. Их особенность состоит в том, что они имеют абсолютно разную структуру затрат на производство и реализацию.

Конечному потребителю необходима именно энергия, а не мощность как таковая. На первом этапе промежуточный потребитель (заказчик — строитель) выдвигает энерго-снабжающей организации следующие требования: а)  $N$  кВт электрической мощности (или  $Q$  Гкал/ч тепловой мощности), б) в радиусе  $L$  км. И только через несколько лет после платы за предоставление технической возможности допуска к электрическим или тепловым сетям конечный потребитель — собственник жилья начинает оформлять договор уже на комплиментарный товар — на  $v$ )  $\mathcal{E}$  кВт·ч энергии. Не сформулировав свойства запрашиваемого энергетического товара по трем позициям: а) мощность  $N$ , б) расстояние  $L$ , в) энергия  $\mathcal{E}$ , не затратив средства на создание и содержание мощности и на выработку энергии, потребитель в принципе не может быть

обеспечен качественной энергетической продукцией в течение календарного года.

Комплиментарным энергетическим товаром является также электрическая и тепловая энергия, полученная в едином, неразрывном по времени комбинированном цикле. Спрос на комбинированную теплофикационную энергию, на производство которой расходуется в 4 раза меньше топлива, чем в котельной, моментально вызывает «приток» комплиментарного товара — комбинированной электрической энергии. И наоборот: если в электроэнергетической системе исчезнет потребность в комбинированной электрической энергии, сразу же прекратится выработка комбинированной тепловой энергии. Повышение спроса на комбинированную тепловую энергию в крупном городе тут же повлечет за собой снижение затрат топлива на производство электроэнергии, но только для получателей комбинированной тепловой энергии, а не для всех абонентов, как сегодня считают «специалисты», не учитывающие главного свойства энергии — неразрывности процессов производства и потребления!

К комплиментарным энергетическим товарам, дополняющим тепловую энергию, также относятся регуляторы расхода тепла фирмы Danfoss, установленные на комнатных батареях, пока не распространенные в отечественной энергетике аккумуляторы тепловой энергии на ТЭЦ, квартирные аккумуляторы тепловой энергии, центральные тепловые пункты, регуляторы давления, температуры в домах, четырехтарифные счетчики тепловой энергии и пр. В условиях свободного рынка спрос на тепловую энергию обязательно потянет за собой спрос на вышеперечисленные комплиментарные товары.

Неадекватный анализ потребительских свойств энергии — товара-субститута и мощности — комплиментарного товара является причиной глубокого перекрестного субсидирования в российской энергетике. Слепое копирование рыночного опы-

та западных стран с их теплым климатом без учета особенностей российских погодных условий, монополизм, неразвитость конкурентных отношений в области производства электрической, тепловой и комплиментарной (комбинированной) энергии в итоге провоцируют непрерывный и постоянный рост суммарных затрат на обеспечение потребителей энергетическим продуктом.

### **Шаг второй. Нормируемые и ненормируемые виды энергетических товаров**

Рассмотрим схему энергетических потоков в теплоэнергетической системе получения и потребления различных видов тепловой и электрической энергии от ТЭЦ, ГРЭС и котельной (рис. 2). Стоит особо подчеркнуть, что в отличие от принятого в настоящее время аналитического метода, в основе которого лежит оценка двух видов энергетического товара — тепловой и электрической энергии, все многообразие вариантов анализа затрат на топливо при производстве и потреблении тепловой и электрической энергии необходимо свести к определению экономичности трех основных нормируемых и двух вспомогательных ненормируемых потоков энергии.

Нормированию, статистической отчетности и регулированию подлежат следующие три вида энергетического товара:

1. Комплиментарная (комбинированная) энергия и мощность (поток № 1 и № 6 на рис. 2)  $S_{\text{компл.}}$  с долей электроэнергии  $D_{\text{э}}$  — энергия (мощность), выдаваемая турбоагрегатом в чисто теплофикационном режиме без сброса тепла в окружающую среду. Она состоит из двух взаимодополняемых (комплиментарных) видов энергии и равна сумме теплофикационной электрической и теплофикационной тепловой энергии:  $S = N_{\text{тф}} + Q_{\text{тф}}$ . Основным признаком комплиментарной энергии является максимальная экономичность ее производства — примерно 68—84% практически для всех комбинирован-

ных способов получения энергии на ТЭЦ. Доля комплиментарной электроэнергии  $D_{\text{э}}$  однозначно определяется удельной выработкой электроэнергии на тепловом потреблении —  $W$  (МВт/Гкал). Чем значительнее доля  $D_{\text{э}}$ , тем больше экономичной электроэнергии поставляется на конкурентный рынок.

Чтобы не путать комплиментарную (комбинированную) энергию с традиционными видами энергии, обозначим ее литерой  $S$ . За единицу измерения комплиментарной мощности можно принять как привычные для России Гкал/ч, так и международные МВт.

Внедрение в практику рыночных отношений технико-экономических расчетов комплиментарной энергии как самостоятельного, легко и четко нормируемого вида энергетического товара с использованием существующей нормативной базы по теплофикационным турбинам позволяет выявить и устранить объемы скрытого перекрестного субсидирования в энергетике крупного города.

2. Раздельная (конденсационная) электрическая энергия (мощность), полученная со сбросом тепла в окружающую среду —  $N_{\text{разд.}}$  (поток № 2 и № 7). Ее основной характеристикой является низкий коэффициент полезного использования топлива (КПИТ) в процессе производства. Так, для ТЭС малого давления КПИТ составляет не более 15—20%, для ТЭС среднего и высокого давления — не выше 37—38%, для самых современных ГРЭС на сверхкритических параметрах пара — не более 41—43%. И только для парогазовых установок последнего поколения с температурой цикла до 1100—1200 °С, сжигающих высококачественный природный газ и дизельное топливо, работающих в чисто конденсационном режиме, КПИТ поднимается до 53—56%. На рисунке 2 наглядно показаны энергетические потоки потери топлива. Именно при получении конденсационной энергии 62—75% топлива безвозвратно выбрасывается в окружающую среду.

3. Раздельная тепловая энергия (поток № 3 и № 8), не участвующая в производстве электроэнергии, —  $Q_{разд}$ . Это тепло, выделяемое при непосредственном сжигании топлива в паровых и водогрейных котлах. Несмотря на довольно высокий КПИТ в 78—84% нетто, именно сжигание топлива в котлах без выработки электроэнергии в условиях российского климата является источником неэкономичного «расхода» топлива в виде потери эксергии. При наличии огромного топливного потенциала для производства высококачественной механической (электрической) энергии в котельных установках России, предназначенных только для низкотемпературного отопления без получения электроэнергии, бездарно пропадает 75—80% сожженного топлива!

Не подлежат нормированию и регулированию следующие два вспомогательных (вторичных) вида энергетических товаров (в повседневной практике — бесконечное сочетание трех основных, или первичных, видов энергии и мощности):

1. Смешанная электрическая энергия (поток № 4) — отпускаемая с шин электростанции в электрическую систему и равная сумме раздельной и комбинированной электрической энергии:

$$N_4 = N_{разд.} + N_{тф.}$$

2. Смешанная тепловая энергия (поток № 5) — поступающая с коллекторов электростанции в тепловую систему. Ее значение равно сумме раздельной и комбинированной тепловой энергии:

$$Q_5 = Q_{разд.} + Q_{тф.}$$

Следует отметить, что для вспомогательных (вторичных) видов энергии и мощности вся совокупность необходимых технико-экономических и коммерческих показателей статистической отчетности представляет собой арифметическую сумму бесконечного множества сочетаний нормируемых составляющих первичных (основных) видов энергии и мощности в раздельном и комбинированном режимах производства и потребления.

Рис. 3. Диаграмма режимов турбины Т-185/215 УТЗ при различных температурах сетевой воды (т/ч, Гкал/ч)

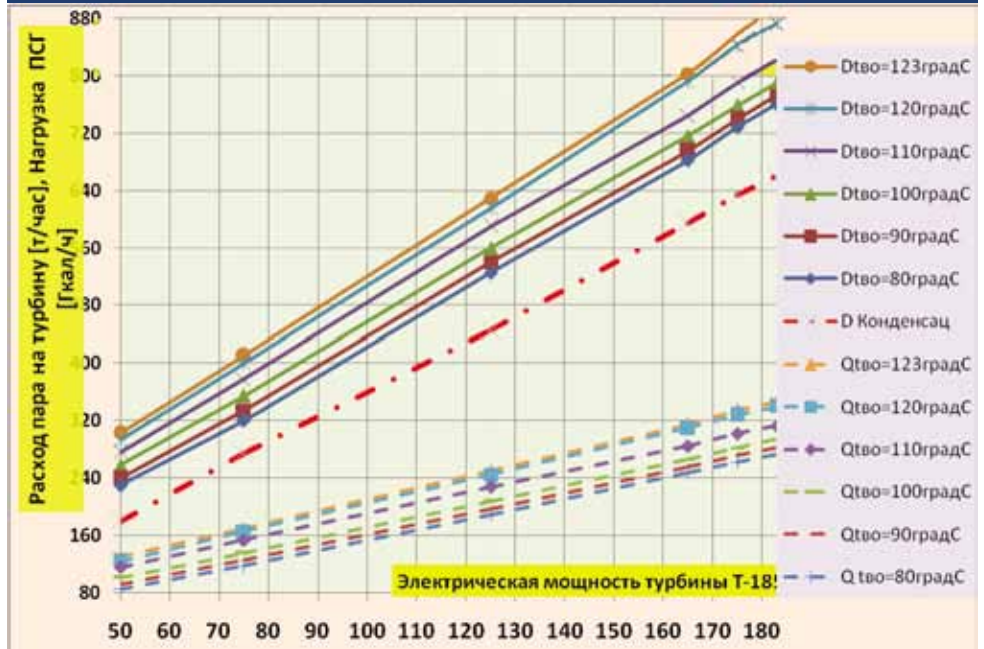
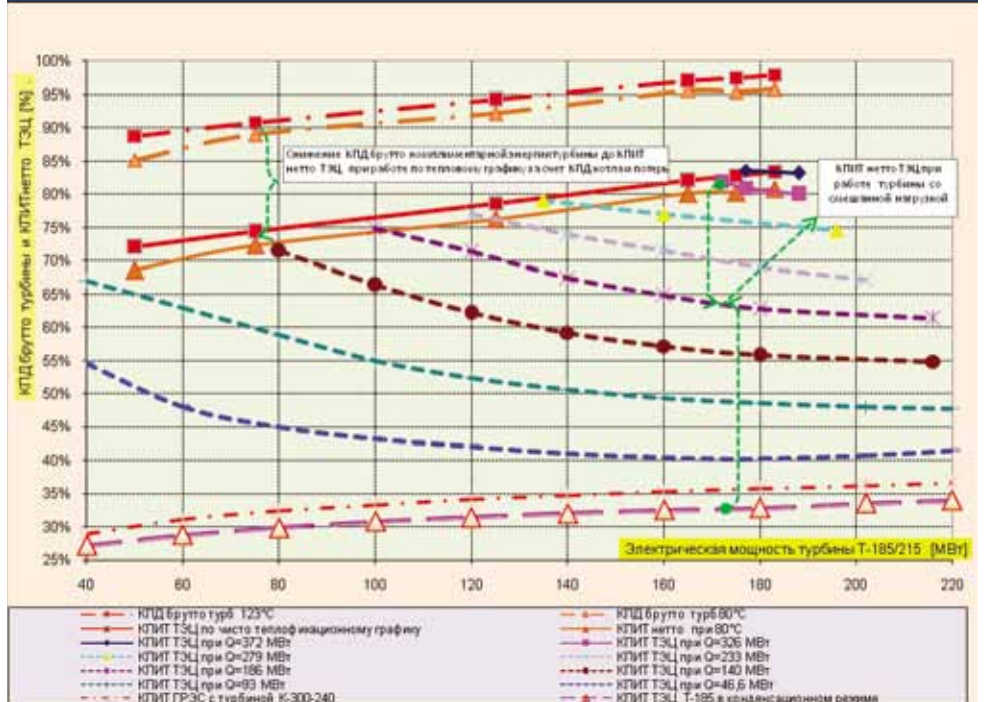


Рис. 4. КПД брутто турбины и коэффициент полезного действия использования топлива КПИТ нетто ТЭЦ при температуре воды в теплосети 80 °С для комплиментарной и смешанной нагрузки ТЭЦ



**Шаг третий. Конкурентные свойства комплиментарной энергии теплофикационной турбины**

Рассмотрим технико-экономические показатели комплиментарной

энергии от теплофикационной турбины и попытаемся оценить ее конкурентные свойства. Для этого обратимся к диаграмме режимов турбины Т-185/215 (рис. 3), в которую введены

Рис. 5. Суммарные тепловые потери турбины Т-185/215 при работе по тепловому графику

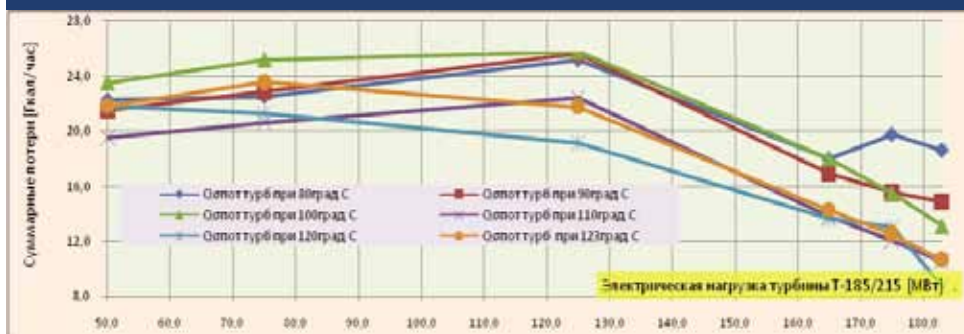
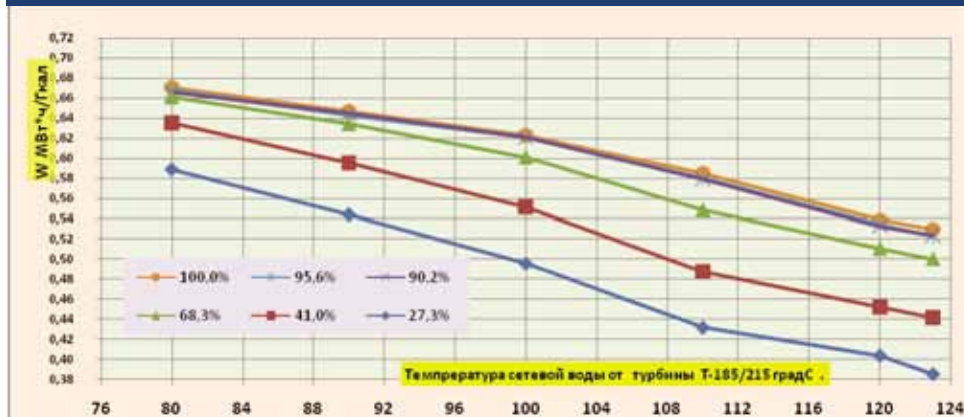


Рис. 6. Удельная выработка электроэнергии на тепловом потреблении в зависимости от температуры сетевой воды и степени электрической загрузки теплофикационной турбины Т-185/215 УТМЗ



совершенно новые для этого типа установок параметры: а) КПД коэффициента полезного использования топлива (КПИТ) брутто собственно турбины, б) КПИТ нетто ТЭЦ с теплофикационной турбиной и в) удельная выработка электроэнергии на базе теплового потребления  $W$  (МВт/Гкал·ч, МВт/МВт).

Данная диаграмма отражает три принципиально отличных друг от друга режима Т-185/215:

- чисто конденсационный — производство только раздельной электроэнергии;
- чисто теплофикационный по тепловому графику — получение только комплиментарной энергии;
- по электрическому графику с пропуском пара в конденсатор — смешанное производство комплиментарной энергии и раздельной электроэнергии.

Генерация только раздельной тепловой энергии от теплофикацион-

ной турбины не предусматривается, так как паровая турбоустановка предназначена именно для преобразования механической энергии в электрическую.

На рисунке 4 приведен итоговый график, построенный по результатам оценки как собственно КПД брутто турбины с тепловым графиком, так и КПИТ нетто станции с учетом КПД котельного агрегата в 90% и расхода топлива на собственные тепловые и электрические нужды от 5,8 до 10,8%.

Указанный график демонстрирует все многообразие сочетаний тепловых и электрических нагрузок. Наглядно и объективно показаны границы изменения КПД производства комплиментарной энергии на теплофикационной турбине при всевозможных режимах. Для сравнения — на рисунке 4 также представлен график КПИТ при получении конденсационной

электроэнергии на конденсационной турбине у конкурента:

- КПД брутто производства комплиментарной энергии собственно теплофикационной турбины Т-185/215 по чисто тепловому графику с границами изменений от 84 до 96%;
- КПД нетто турбины, равное КПИТ комплектарной энергии ТЭЦ, при работе по чисто тепловому графику с тепловыми нагрузками от 372 до 43 Гкал/ч с границами изменений от 68 до 84%;
- КПД ТЭЦ с теплофикационной турбиной Т-185/215 при работе в чисто конденсационном режиме с границами изменений от 27 до 34%;
- КПД альтернативной ГРЭС с турбиной К-300-240 с границами изменений КПД от 29 до 37%.

Графики суммарных тепловых потерь турбины при генерации энергии по тепловому графику отражены на рисунке 5.

Кроме механических потерь тепла и энергии, утечек тепла через теплоизоляцию сюда включены и потери с необходимым минимальным пропуском пара в конденсатор. Данные расчета свидетельствуют о том, что аналитикам ТЭЦ и конструкторам теплофикационных турбин следует разъяснить, на что именно уходит от 8 до 25 Гкал/ч при тепловом потреблении. Значения суммарных тепловых потерь определены на основании прямых измерений по диаграмме режимов, представленной на рисунке 2, без «подгонки» результата, поэтому графики смотрятся несколько коряво. Для изучения и уточнения характера кривых требуется совместная аналитическая работа специалистов, составляющих подобные диаграммы, и наладчиков оборудования, проводящих качественные испытания теплофикационных турбин. Необходимо отметить, что в учебной и справочной литературе нет аналогов графикам, приведенным на рисунках 1, 4 и 5, которые отражают изменение КПД топливоиспользования во всем диапазоне нагрузок теплофикационной турбины.

### Историческая справка о непринятии методов анализа КПД ТЭЦ

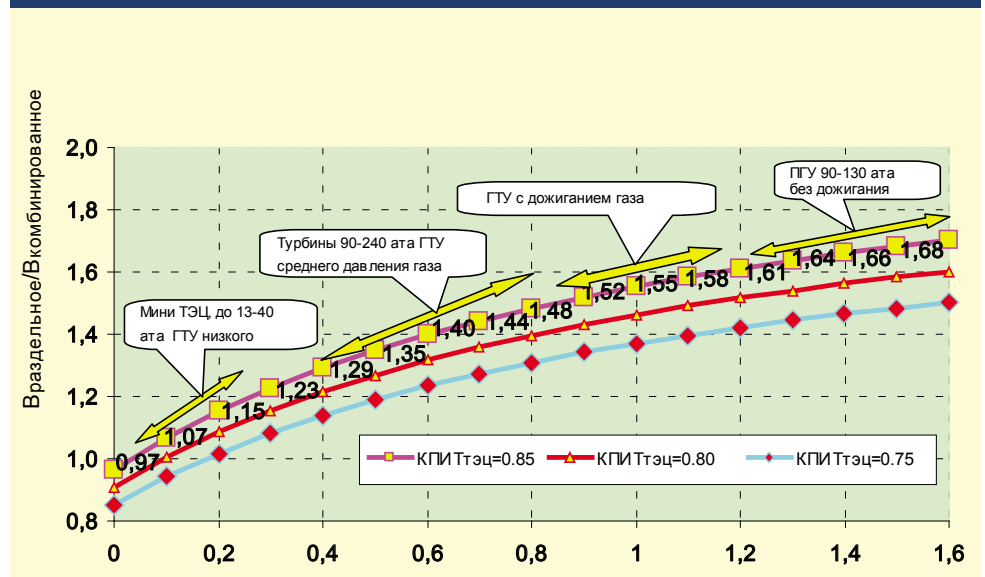
Именно отказ от анализа КПД использования топлива на ТЭЦ и принятие в качестве нормативного документа методики распределения удельных расходов топлива на тепло и электроэнергию, базирующейся на политизированном «физическом» методе и действующей с 1950-х гг. до настоящего времени, стали одной из причин системного кризиса в энергетике России. Совместным решением АН СССР и Министерства электростаций 10—11 января 1950 г. в отношении расчета КПД ТЭЦ было признано, что «...распределение топлива на основе законов термодинамики лишено научного основания» [5].

Для ТЭЦ не существует единого показателя, который оценивал бы преимущества комбинированного способа получения электроэнергии и тепла и при этом позволял бы судить о степени теплового совершенства установленных теплофикационных турбин. Считается, что применять термический КПД для оценки экономичности работы ТЭЦ, т. е. для случая, когда тепло, отданное при производстве электрической энергии «холодному источнику», частично или полностью используется тепловым потребителем, *принципиально неправильно*.

### Шаг четвертый. Выработка электроэнергии на базе теплового потребления — главный показатель эффективности энергетики в целом

Анализу показателя  $W$  (удельная выработка электроэнергии на базе теплового потребления) отводится слишком мало внимания. Именно включение этого параметра в расчеты совместно с КПИТ ТЭЦ для комбинированного способа получения энергии позволяет делать однозначные выводы не только о термодинамической и технологической, но и конкурентной эффективности теплофикационных

Рис. 7. Экономия (перерасход) топлива при производстве комплиментарной энергии в зависимости от  $W$  — удельной выработки электроэнергии на базе теплового потребления



турбин. Еще в далеких 40-х гг. прошлого столетия В.В. Лукницким [6] было отмечено: «Применение только одного показателя — КПД использования топлива — не характеризует: ни совершенство агрегатов станции, ни начальные параметры, ни параметры отпущаемого тепла потребителю, ни то, что в качестве весьма нужного показателя необходимо пользоваться удельной выработкой электроэнергии на тепловом потреблении».

Производство электроэнергии на тепловом потреблении существенно изменяется от принятого уровня технических решений [7]. Так, для мини-ТЭЦ  $W = 0,05—0,1$  МВт/Гкал, для современных ТЭЦ высокого давления  $W = 0,4—0,7$  МВт/Гкал, для самых технологичных парогазовых установок она достигает значения 1,3—1,9 МВт/Гкал.

Результаты расчета удельной выработки электроэнергии на тепловом потреблении в зависимости от температуры сетевой воды и загрузки теплофикационной турбины показаны на рисунке 6:

$W_{мф} = N_{мф}/Q_{мф}$  (МВт·ч/Гкал), где  $N_{мф}$ ;  $Q_{мф}$  — производство электро- и тепловой энергии по тепловому графику. Параметры определены на основании диаграммы режимов Т-185/215.

Из рисунков 1 и 6 видно, что «выход» электрической энергии от теплофикационной турбины с низкой температурой нагрева сетевой воды может варьироваться от 0,38 до 0,67 МВт/Гкал. Чем меньше температура сетевой воды и выше степень загрузки турбины, тем больше можно получить комплиментарной электроэнергии с КПИТ до 68—84% против 29—37% на альтернативной ГРЭС.

Именно производство электроэнергии на базе теплового потребления  $W_{мф}$  является ключевым показателем, характеризующим конкурентные свойства теплофикационных турбин. И этот параметр гораздо важнее КПД брутто комплиментарной энергии теплофикационной турбины!

Влияние величины удельной выработки электроэнергии на базе теплового потребления на процент экономии топлива наглядно демонстрирует рисунок 7. Чем выше удельная выработка  $W$ , тем существеннее экономия топлива. Так, при значении  $W = 1,6$  для современных ПГУ суммарная экономия по региону может составить 68% от расхода топлива для производства комплиментарной энергии.

Перспективные системы теплоснабжения городов необходимо проектировать не по существующим нормативам с использованием показателей удельного расхода топлива, а на основе анализа производства и потребления комплиментарной энергии с применением параметра удельной выработки (удельного потребления) электроэнергии на базе теплового потребления, исключающего перекрестное субсидирование электроэнергетики за счет теплоэнергетики.

### **Памятка эффективным менеджерам и регуляторам энергетики**

Только потребитель, покупающий на рынке комплиментарную энергию, имеет право на снижение тарифа за счет роста эффективности использования топлива от 29 до 37% для отдельной электроэнергии и до 68—84% для комплиментарной электроэнергии. Однако значительному сокращению подлежит тариф не для комплиментарной электроэнергии, а именно для комплиментарной тепловой энергии.

Каждый потребитель уникален и важен, и менеджерам от энергетики надо повернуться лицом к каждому конкретному абоненту. Для этого требуется разработать новый тип договора на поставку *трех видов* энергетического товара: а) комплиментарной энергии, б) отдельной электрической энергии, в) отдельной тепловой энергии.

Для завоевания рынка сбыта теплофикационных турбин эффективный менеджер турбостроительного завода должен учитывать два главных параметра турбоустановки:

- удельную выработку электроэнергии на базе теплового потребления;
- КПД брутто турбины по производству комплиментарной энергии.

Такой показатель статистической отчетности, как *удельный расход топлива на тепловую и электрическую энергию для ТЭЦ, создающий условия для перекрестного субсидирования, должен быть изъят из экономического анализа в энергетике* и заменен дву-

мя величинами, точно отражающими климатические и рыночные особенности России: а) удельная выработка электроэнергии на базе теплового потребления и б) коэффициент полезного использования топлива.

Именно производство энергии на базе теплового потребления является *важнейшим показателем*, характеризующим экономическую эффективность как всей энергетики России, регионов, областей, городов, так и конкретных предприятий и потребителей тепловой и электрической энергии.

Перспективные схемы теплоснабжения городов необходимо проектировать только на основе анализа производства и потребления комплиментарной энергии с использованием показателя *удельной выработки* (удельного потребления) электрической энергии на базе теплового потребления, исключающего перекрестное субсидирование электроэнергетики за счет теплоэнергетики.

### **Выводы**

Глубина противоречий и кризиса в развитии российской энергетики во многом обусловлена тем, что регуляторы и менеджеры отрасли упорно игнорируют принцип *неразрывности процесса производства и потребления* тепловой и электрической энергии. Для однопродуктового рынка энергетических товаров, таких как конденсационная электроэнергия ГРЭС или тепловая энергия котельной, подобная политика может вызвать лишь необоснованный рост тарифов.

Непринятие факта неразрывности производства и потребления на ТЭЦ способствует усилению перекрестного субсидирования федеральных получателей электроэнергии за счет муниципальных потребителей тепловой, что в итоге приводит к недопустимым последствиям вплоть до отключения абонентов от ТЭЦ и строительства мелких котельных.

Для лучшего понимания конкурентных свойств теплофикационных турбин предлагается пошаговый анализ

рыночных видов энергетических товаров; нормируемых и ненормируемых видов энергетических товаров; конкурентных свойств комплиментарной энергии; производства электроэнергии на базе теплового потребления.

Удельная выработка (потребление) электроэнергии на базе теплового потребления является *важнейшим показателем*, наглядно и точно определяющим уровень эффективности топливоиспользования в стране, регионе, области.

Переход российской энергетики на принципы рыночной экономики требует изменения существующей энергетической стратегии и ориентации на конечного пользователя с максимальным потреблением тепловой и электрической энергии, *произведенной в комбинированном режиме*.

При оценке перспективных схем теплоснабжения городов из расчетов необходимо изъять показатели удельного расхода топлива на электро- и тепловую энергию и заменить их чисто российскими показателями — максимальной выработкой электроэнергии на базе теплового потребления и КПИТ города, региона.

### **Литература**

1. Богданов А. Б. Анализ конкурентных свойств ТЭЦ // ЭнергоРынок. 2010. № 3; Новости теплоснабжения. 2009. № 5.
2. Бродянский В. М. Письмо в редакцию: К дискуссии о методах разделения затрат на ТЭЦ // Теплоэнергетика. 1992. № 9.
3. Богданов А. Б. Котельнизация России — беда национального масштаба // Новости теплоснабжения. 2007. № 4.
4. Фишер С, Дорнбуш Р., Шмалензи Р. Экономика / Пер. с англ. М.: Дело, 1993.
5. Вопросы определения КПД теплоэлектроцентралей: Сб. статей под ред. А.В. Винтера. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1953.
6. Лукницкий В. В. Тепловые электрические станции промышленных предприятий. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1953.
7. Богданов А. Б. Максимальная выработка на тепловом потреблении — основа топливосбережения // ЭнергоРынок. 2008. № 2.
8. [www.exergy.narod.ru](http://www.exergy.narod.ru).