



Александр Богданов

главный технолог ЗАО «Е4-СибКОТЭС»

Реперные точки теплофикации

Изменить мир может только знание и ничто другое.

Юкио Мисима

В опубликованных ранее материалах¹ об экономических основах теплофикации в России исследовалось влияние климата на централизованное теплоснабжение и котельнизацию в Омской области. Автором были предложены такие понятия, как первая и вторая реперные точки теплофикации. В развитие темы в рамках данной статьи будет проанализировано еще одно понятие — третья реперная точка теплофикации, а также рассмотрены некоторые парадоксы российской энергетики.

Каждый машинист котла или турбины знает, что на коллекторах, экранных трубах котлов, паровых турбинах, паропроводах, сетевых трубопроводах установлены так называемые реперные точки. По их показаниям судят о том, насколько правильно расширяются подвесные экраны, не защемило ли паропровод на скользящих опорах, равномерно или неравномерно расширяются цилиндры паровых турбин и т. д. Почти незаметные реперные точки играют огромную роль в построении сложных систем и механизмов. Они

есть везде — в геодезии, строительстве, энергетике... Эти своеобразные точки отсчета помогают точно измерить базовые показатели сложных систем. Именно по относительным точкам, или реперам, оценивается «здоровье» и правильность построения зданий, инженерных сооружений и систем.

В электроэнергетике наглядным примером реперной точки, характеризующей степень «здоровья» электроэнергетической системы, является частота 50 Гц в электрической сети. По уровню частоты принимают

ся решения о балансе производства и потребления электроэнергии в Единой энергетической системе России в целом.

В теплоэнергетике городского хозяйства главная реперная точка — температура обратной сетевой воды, по показаниям которой можно четко и однозначно судить о «здоровье» теплоэнергетической системы города. Для отопительных систем значение реперной точки равно 70 °С. Именно температурный график обратной сетевой воды служит базовым исходным документом для эксплуатационного персонала теплоснабжающих и теплоснабжающих организаций, наладчиков и проектировщиков и позволяет распутать сложный клубок взаимных противоречивых требований.

Основные показатели развития энергетического комплекса города, региона и страны можно определить по технико-экономическим характеристикам, которые представлены в форме № 6-ТП «Сведения о работе тепловой электростанции» — одной

¹ Богданов А. Котельнизация России — беда национального масштаба. Климат и просторы России // ЭнергоРынок. 2008. № 2, 4.

из старейших форм государственной статистической отчетности.

Впервые сталкиваясь с данной отчетностью, многие даже не задумываются о том, какой глубокий смысл скрыт в форме 6-ТП. Казалось бы, все просто: ТЭЦ выработала столько-то тепла, сожгла энное количество топлива, израсходовала столько-то электроэнергии на собственные нужды, удельный расход топлива такой-то. Главное — выдержать сроки, успеть оформить расчеты и сдать 6-ТП в статистическое управление. Однако при детальном анализе выясняется, что всю экономию топлива на ТЭЦ, достигающую 35—40%, по каким-то не слишком понятным причинам надо относить на удешевление электрической энергии. Но поскольку методика расчета и сведение показателей в определенную форму имеют статус государственной статистической отчетности, значит, так надо стране. Государство уже продумало, как оптимально использовать так называемый «народно-хозяйственный эффект от теплофикации», и утвердило в качестве законодательного технического норматива отчетность по формам № 3-тех (энерго) и № 6-ТП.

С приобретением жизненного опыта появляется понимание того, что статистика далеко не безобидная вещь. Почему в стране с холодным климатом закрываются ТЭЦ? Почему при наличии станций, выбрасывающих в атмосферу огромное количество тепла, которого хватило бы на обогрев большого города, строятся новые котельные и потребители отключаются от действующих теплоэлектроцентралей? Кто виноват в том, что упомянутый огромный «народно-хозяйственный эффект» в условиях рыночных отношений не виден в формах статистической отчетности? Почему законодатели, руководители федеральных и региональных органов, формирующие энергетическую политику, играют в «энергосбережение» и не могут принять адекватных решений? Одной из фундаментальных причин такого положения дел является *необъективная статистика*.

Выписка из федерального закона «Об энергосбережении» от 03.04.1996 г. № 28-ФЗ

Статья 12. Государственное статистическое наблюдение за потреблением энергетических ресурсов и их эффективным использованием.

Государственное статистическое наблюдение за величиной и структурой потребления энергетических ресурсов и их эффективным использованием организует и проводит уполномоченный на то федеральный орган исполнительной власти по статистике в порядке, определяемом Правительством Российской Федерации.

Образно говоря, форма 6-ТП — это черно-белая картина, укрупненно показывающая состояние топливно-энергетического баланса предприятия, региона, страны. Именно на основании первичной информации, заложенной в форме 6-ТП, анализируются балансы производства энергии и мощности, прогнозируется потребность в топливе, оценивается экономичность выработки энергии, определяется состав генерирующего оборудования по каждому региону и в целом по стране.

В условиях планового ведения хозяйства имеющихся показателей статистической отчетности 6-ТП было достаточно для анализа и принятия правильных и эффективных решений. Госплан СССР, понимая экономические выгоды от теплофикации и утверждая обоснованные программы развития ТЭЦ, в какой-то степени не позволял хаотично строить как локальные котельные, так и ГРЭС. С внедрением рыночных отношений контролирующая и регулирующая деятельность бывшего Госплана СССР прекратилась, в том числе в сфере топливосбережения. Существующие сегодня ведомства и министерства, формально выполняя требования Федерального закона «Об энергосбережении» № 28-ФЗ, не взяли на себя ответственность за результативное и реальное обеспечение топливосберегающей политики в России.

Одной из причин перерасхода топлива в теплоэнергетике является то, что государственная статистическая отчетность по форме 6-ТП не отражает эффективность топливоис-

пользования при потреблении тепловой и электрической энергии от ТЭЦ, ГРЭС, котельных и не выявляет потенциал возможной экономии в регионе и в стране. Получается так, как говорил проводник Дерсу Узала из повести В. Арсеньева: «Глаза есть, видеть нет». Рассмотрим ряд примеров и парадоксов энергосберегающей политики в России.

Пять парадоксов российской энергетики

Вот уже многие десятилетия форма 6-ТП дает лишь общую картину развития ТЭЦ и котельных в нашей стране. Одним из важнейших показателей экономичности работы тепловых электростанций является удельный расход топлива на производство электрической и тепловой энергии. Расчет вроде бы прост: делим используемое количество топлива на отпуск электроэнергии или тепла и получаем нужный показатель. Действительно, это относительно легко определить, например, для крупных ГРЭС, где удельный расход изменяется от 310 до 400 г/кВт·ч, или для котельных (155—170 кг/Гкал и выше). Но *много это или мало* не сможет сказать даже самый грамотный менеджер.

Парадокс № 1. Удельному расходу топлива на ТЭЦ не место в статистической отчетности

«Удельные расходы топлива на ТЭЦ не являются объективными показателями совершенства ТЭЦ. Бо-





лее того, их применение для формирования тарифов тормозит развитие теплофикации городов и приводит к перерасходу топлива...»²

Гораздо правильнее оценивать эффективность производства электрической и тепловой энергии по универсальному показателю — коэффициенту полезного использования топлива — (КПИТ) и по удельной выработке электроэнергии на тепловом потреблении.

Так, КПИТ для ГРЭС составляет 39—30% и ниже, а для котельной — от 85 до 81% и ниже. Коэффициент показывает, что для выработки 1 единицы электроэнергии требуется 2,6—3,3 и более единиц топлива, а для производства единицы тепла — 1,08—1,18 и более единиц топлива. Это свидетельствует о том, что производство высококачественной электрической энергии — очень недешевый процесс, который обходится в три раза дороже, чем выработка тепла. Поскольку затраты на производство энергии, как правило, распределяются пропорционально топливу, то и тариф на электрическую энергию также должен быть в три раза выше, чем на тепловую! Но такой наглядный показатель, как КПИТ, почему-то не нашел достойного места в формах статистической отчетности. Парадокс!

Дело в том, что реальная экономичность использования топлива в котельных не отражается в отчетности из-за отсутствия учета затрат топлива на выработку электроэнергии для нужд котельной. Так, средства

массовой информации в качестве убедительного примера высокой эффективности мини-котельных постоянно приводят котлы с КПД 90—92% (155,3—158,7 кг/Гкал) и даже 94%. Учет потребности тепла на собственные нужды котельной снижает КПИТ до 85—87% (168,1—164,2 кг/Гкал). Именно эти данные и фигурируют при оценке эффективности котельной в использовании топлива. Однако и этого недостаточно. Необходимо включить еще два показателя, а именно:

- дополнительный расход топлива на выработку электроэнергии для нужд котельной. При этом электроэнергия должна рассчитываться как производство по реальному конденсационному способу с КПД не выше 38—35% (323—350 кг/МВт·ч);

- дополнительный, не учитываемый формой 6-ТП расход топлива на компенсацию потерь электроэнергии при ее передаче в электрических сетях от ГРЭС до котельной в 12—15%. Дополнительный прирост потребности в топливе на 1 Гкал тепловой энергии составит:

$$\sim 0,035 \text{ МВт/Гкал} \times 323 \text{ кг/МВт} \div 0,88 = 12\text{—}14 \text{ кг/Гкал.}$$

В итоге реальный удельный расход топлива для получения тепла от котельной уже поднимется до 178—180 кг/Гкал, что соответствует КПИТ котельной 80—79%.

К сожалению, существующая форма 6-ТП «скрывает» этот факт, и по-

давляющее большинство менеджеров и экономистов от энергетики, ориентируясь на отчетные показатели по котельным в 158 кг/Гкал, настаивают на необходимости отдельного производства тепловой и электрической энергии, отключаются от ТЭЦ и строят собственные котельные (см. первые части цикла «Котельнизация России — беда национального масштаба»).

Парадокс № 2. Премировать непричастных, наказать невиновных

Еще сложнее определить показатель удельного расхода топлива на производство электроэнергии и тепла в случае их одновременной выработки в единой технологической установке так называемым комбинированным способом в теплофикационном режиме. После массового внедрения теплофикации совмещенный способ за рубежом стали называть *когенерацией*. При теплофикации (когенерации) уже нельзя прямо и однозначно рассчитать расход топлива только на электроэнергию или только на тепло.

Напомним, что комбинированное потребление позволяет существенно, на 35—40%, снизить затраты топлива на производство равного количества тепловой и электрической энергии. При комбинированном способе, когда исключаются потери тепла от конденсаторов в окружающую среду, КПИТ ТЭЦ становится равным КПИТ котельной и составляет около

² Андрущенко А. И. О разделении расхода топлива и формировании тарифов на ТЭЦ // Теплоэнергетика. 2004. № 8.

78—82%. Это означает, что для выработки 1 единицы комбинированной тепловой и электрической энергии расходуется всего 1,12—1,25 единиц топлива (*отнюдь не в три раза больше, как было отмечено выше*). Получается, что экономичность комбинированного способа производства электроэнергии против раздельного увеличивается в 2,3—2,9 раза! Но такая разница за рубежом целиком и полностью относится *только на потребителя комбинированной тепловой, а не электрической энергии*.

У нас же в официальной статистике наоборот ~80—70% экономии топлива относится на электроэнергию и только ~20—30% — на тепло. Это и есть главный парадокс менеджмента российской теплоэнергетики — премировать заниженным тарифом абсолютно не причастных потребителей электроэнергии и наказывать невиновных, обеспечивающих потребление отработанного тепла от ТЭЦ.

Парадокс № 3. Игра в нормирование. Отмеряем микрометром, отмечаем мелом, отрубам топором

В настоящее время в электроэнергетике России введено жесткое нормирование технико-экономических показателей работы ТЭЦ и котельных. За пятьдесят с лишним лет советская и российская энергетика накопила огромный багаж нормативов. В Москве разрабатываются и утверждаются целые тома нормативных характеристик, нормативных удельных расходов (НУР) для какой-нибудь маленькой ТЭЦ и котельной. Нормируется и учитывается буквально все: расход электроэнергии и тепла на собственные нужды, потери электроэнергии на «корону» в электрических сетях и через тепловую изоляцию, на пуски и остановки оборудования. Производство энергии настолько обросло нормативами, что приходится «играть в нормирование». Старанием начальника ПТО норма подгоняется под факт, и форма 6-ТП, как правило, получается практически

идеальной. Но даже при самом жестком нормировании суть теплофикации остается настолько расплывчатой, что и с применением инструкции сложно четко и однозначно оценить размер экономического ущерба для региона при отказе от теплофикации. Диапазон жесткого нормирования КПИТ для котельной составляет $86 \pm 2\%$, для ГРЭС — $37 \pm 2\%$. Для ТЭЦ же уровень КПИТ изменяется от 86 до 25%! Такой существенный интервал обусловлен уже *не производством, а именно потреблением!* Вот тут-то настоящие менеджеры-энергетики и должны предложить рынку абсолютно новый вид энергетического товара — *комбинированную энергию* с диапазоном нормирования КПИТ $84 \pm 2\%$.

меряем микрометром, отмечаем мелом, а фактически — закрываем глаза на неэффективное потребление энергии, то есть отрубам топором.

Парадокс № 4. КПД производства энергии больше 100%!

В таблице представлены основные технико-экономические показатели по форме 6-ТП, характеризующие уровень экономичности топливоиспользования на ТЭЦ и в котельных Омска. Небольшой анализ и перерасчет данных свидетельствует о том, что на некоторых ТЭЦ фактический удельный расход топлива ниже даже теоретически возможного эквивалента 142,85 кг/Гкал. Соответственно, КПД производства тепла на некоторых ТЭЦ выше теорети-



И снова парадокс! С одной стороны, государство, введя институт жесткого нормирования *при производстве* энергии, контролирует экономичность топливоиспользования с уровнем воздействия $\pm 2\%$, а с другой — государственные регулирующие органы *никак не решают вопросы нормирования потребления* от различных видов источников энергии, где диапазон регулирующего воздействия увеличивается в десятки раз и КПИТ изменяется от 25 до 86%. Выходит, тратим огромные усилия на формальное нормирование и составление приемлемой отчетности — *от-*

чески возможной величины в 100%. Например, по официальным цифрам статистической отчетности производство тепла составляет:

- на ТЭЦ-3 при расходе 139,4 кг/Гкал КПД равен 102,44%;
- на ТЭЦ-5 при расходе 140,5 кг/Гкал КПД равен 101,84%.

Парадокс, да еще какой! О каком здравом смысле можно говорить при существующем нормировании технико-экономических показателей на ТЭЦ? И можно ли при такой неадекватной статистике делать выводы о перспективах развития российской энергетики, о программе ГОЭЛРО-2?

Показатели экономичности работы тепловых электростанций и котельных Омска

Показатели экономичности											Потенциал комбинированного потребления электроэнергии и тепла			
	Выработка электроэнергии	Отпуск тепловой энергии	Удельный расход топлива на э/э	Удельный расход топлива на тепло	КПИТ			Удельная выработка э/э		Доля выработки э/э на тепловом потреблении	Потенциал выработки э/э на тепловом потреблении	Рост выработки э/э	Потенциал экономии топлива при $W = 0,75$ МВт/Гкал	
					по электроэнергии	по теплу	в целом на э/э и на тепло	W по турбинам	W в целом по ТЭЦ				тыс. МВт-ч	%
	тыс. МВт-ч	тыс. Гкал	кг/МВт-ч	кг/Гкал	%	%	%	МВт/Гкал	МВт/Гкал	%	тыс. МВт-ч	%	тыс. т у.т.	%
ТЭЦ-2		839,6		162,6		87,86	88,36				629,7		112,6	82,9
ТЭЦ-3	1 407,8	3 858,0	374,2	139,4	32,82	102,44	73,41	0,298	0,287	78,6	2 893,5	206	319,3	32,4
ТЭЦ-4	1 581,5	2 013,5	401,4	159,6	30,59	89,47	55,78	0,393	0,367	46,8	1 510,1	95	137,8	15,9
ТЭЦ-5	3 141,7	4 122,5	314,5	140,5	39,05	101,64	68,47	0,539	0,525	68,9	3 091,9	98	166,0	11,7
ТЭЦ-6		1 338,7		161,5		88,42	88,45				1 004,0		179,5	83,0
Итого по ОЭГК	6 130,9	12 172,2	350,6	147,1	35,03	97,08	68,73	0,417	0,329	65,4	9 129,1	149	915,2	25,2
Котельные и мини-ТЭЦ Омска	198	5 561,0					85			49,5	4 170,8	2 106	728	70,2
Импорт/экспорт электроэнергий	3 020 (импорт конденсационной э/э)		325				37,8			0	3 951 (экспорт теплофикационной э/э)			
Всего по Омску	9 348,9	17 733,2								43,9	13 299,9	142	1 643,2	29,1

Парадокс № 5. Работа котельной — бездарная потеря ресурсов

На первый взгляд, котельные ТЭЦ-2, ТЭЦ-6, как и остальные котельные города, работают с достаточно высоким КПИТ — порядка 85—88% (см. таблицу). Но если то же количество тепла производить комбинированным способом, выяснится, что именно высокoeкономичные котельные и ГРЭС являются основными центрами потерь топлива. Перерасход топлива при обеспечении региона теплом от котельной ТЭЦ-2 и ТЭЦ-6 составляет 82—82,9%. Используя понятие «третья реперная точка» и показатель удельной выработки электроэнергии $W = 0,75$ МВт/Гкал, можно оценить потенциал топливосбережения в Омске. Несмотря на то, что в городе работают три ТЭЦ и довольно большая выработка электроэнергии на тепловом потреблении — 0,329 МВт/Гкал по ОЭГК, в целом потенциал топливосбережения равен 1 643 тыс. т у.т в год, что соответствует экономии до

29% топлива, требуемого для обеспечения тепловой и электрической энергией всего города!

Потенциал производства электроэнергии на базе существующего теплоснабжения жителями настолько велик, что позволяет не только отказаться от закупок конденсационной электроэнергии на оптовом рынке, составляющих ~32% от потребления (3 032 тыс. МВт-ч). Он может превратить регион из энергозависимого в энергоизбыточный, вырабатывающий до 13 300 тыс. МВт-ч и способный экспортировать теплофика-

ционную электроэнергию (до ~42% от потребления) на оптовый рынок (3 951 млн МВт-ч/год).

Именно благодаря географическому положению Омска и большинства российских городов, в отличие от городов западных государств, имеется уникальная возможность использовать холодный климат на благо региона и получать теплофикационную электроэнергию с затратами топлива в 2,3—2,9 раза ниже, чем на любой самой современной пылеугольной конденсационной ГРЭС в странах с теплым климатом.

