

Переход от газа – источника тепловой энергии на электрическую энергию

Коломито И.Д., ЧП «Хозрасчетное бюро «Энергия», г. Запорожье»

При переходе на электроэнергию необходимо рассматривать две составляющие – энергетическую и экономическую.

С точки зрения энергетической составляющей переход на электроэнергию не оправдан. Общеизвестно, что КПД выработки и передачи электроэнергии до потребителя не превышает 30-35%, КПД теплоцентрали 60-70%, а использование газа для выработки тепла непосредственно у потребителя достигает 85-90%.

Рассматривая экономическую составляющую, при замене газа электроэнергией, решающим фактором является соотношение цены на газ и электроэнергию $C^G / C^{\mathcal{E}}$.

При сжигании газа количество тепла, отпущенного потребителю, определяется по формуле:

$$Q^G = B \cdot V \cdot \eta^{G_1} \cdot \eta^{G_2} \cdot \eta^{G_3}, \text{ (ккал)}, \quad (1)$$

где B – удельная теплоемкость сжигания газа, ккал/м³; V – количество сжигаемого газа, м³; η^{G_1} – КПД источника выработки тепла; η^{G_2} – КПД системы передачи тепла потребителю; η^{G_3} – КПД установки у потребителя (теплообменник, теплогенератор и т.д.).

Стоимость отпущенного тепла Q^G :

$$Ц^G = V \cdot (C^G + C^G_{\text{экс}} + C^G_{\text{техн}}), \text{ (грн.)}, \text{ где} \quad (2)$$

из формулы (1)

$$V = \frac{Q^G}{B \cdot \eta^{G_1} \cdot \eta^{G_2} \cdot \eta^{G_3}}, \text{ (м}^3\text{)}. \quad (3)$$

В общем виде

$$Ц^G = \frac{Q^G}{B \cdot \eta^{G_1} \cdot \eta^{G_2} \cdot \eta^{G_3}} \cdot (C^G + C^G_{\text{экс}} + C^G_{\text{техн}}), \text{ (грн.)}, \quad (4)$$

где C^G – цена газа, грн/м³; $C^G_{\text{экс}}$ – суммарные эксплуатационные затраты, приведенные к м³ газа, грн/м³; $C^G_{\text{техн}}$ – суммарные технологические затраты, приведенные к м³ газа, грн/м³.

При переходе на электроэнергию количество тепла, полученного потребителем, определяется по формуле:

$$Q^{\mathcal{E}} = \mathcal{E} \cdot \eta^{\mathcal{E}} (\text{кВт} \cdot \text{ч}) = 0,86 \cdot 10^3 \cdot \mathcal{E} \cdot \eta^{\mathcal{E}}, \text{ (ккал)}, \quad (5)$$

где \mathcal{E} – количество электроэнергии, затраченной на получение $Q^{\mathcal{E}}$, кВт·ч; $\eta^{\mathcal{E}}$ – КПД электроустановки.

Стоимость отпущенного тепла $Q^{\mathcal{E}}$:

$$\mathcal{C}^{\mathcal{E}} = \mathcal{E} \cdot (C^{\mathcal{E}} + C^{\mathcal{E}}_{\text{экс}} + C^{\mathcal{E}}_{\text{техн}}), \text{ (грн.)}, \quad (6)$$

из формулы (5)

$$\mathcal{E} = \frac{Q^{\mathcal{E}}}{0,86 \cdot 10^3 \cdot \eta^{\mathcal{E}}}.$$

В общем виде

$$\mathcal{C}^{\mathcal{E}} = 1,16 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{Q^{\mathcal{E}}}{\eta^{\mathcal{E}}} \cdot (C^{\mathcal{E}} + C^{\mathcal{E}}_{\text{экс}} + C^{\mathcal{E}}_{\text{техн}}), \text{ (грн.)}, \quad (7)$$

где $C^{\mathcal{E}}$ – цена электроэнергии, грн./кВт·ч; $C^{\mathcal{E}}_{\text{экс}}$ – удельные эксплуатационные затраты, приведенные к кВт·ч затраченной электроэнергии, грн./кВт·ч; $C^{\mathcal{E}}_{\text{техн}}$ – удельные технологические затраты, приведенные к кВт·ч затраченной электроэнергии, грн./кВт·ч.

Эффективность перехода на электроэнергию при $Q^{\Gamma} = Q^{\mathcal{E}}$ в общем виде определяется:

$$n = \mathcal{C}^{\Gamma} / \mathcal{C}^{\mathcal{E}}, \quad (8)$$

$$n = 0,86 \cdot 10^3 \cdot \frac{\eta^{\mathcal{E}}}{B \cdot \eta^{\Gamma_1} \cdot \eta^{\Gamma_2} \cdot \eta^{\Gamma_3}} \cdot \frac{C^{\Gamma} + C^{\Gamma}_{\text{экс}} + C^{\Gamma}_{\text{техн}}}{C^{\mathcal{E}} + C^{\mathcal{E}}_{\text{экс}} + C^{\mathcal{E}}_{\text{техн}}}. \quad (9)$$

Эффективность подогрева воды на горячее водоснабжение электроэнергией непосредственно у потребителя по отношению к нагреву воды от теплосети определяется выражением:

$$n = \frac{1}{g_3} \frac{C^T_{\Gamma.B.}}{C^{\mathcal{E}} + C^{\mathcal{E}}_{\text{экс}}}, \quad (10)$$

где g_3 – удельный расход электроэнергии на подогрев воды, кВт·ч/м³;

$$g_3 = 1,16 \cdot 10^{-3} \cdot c(t_1 - t_2) \frac{1}{\eta^{\mathcal{E}}} = 1,16(t_1 - t_2) \frac{1}{\eta^{\mathcal{E}}}, \quad (11)$$

где t_1 – температура воды на горячее водоснабжение, °С; t_2 – температура холодной воды, °С; c – удельная теплоемкость воды, 10³ ккал/м³·°С; $C^T_{\Gamma.B.}$ – стоимость подогрева воды на горячее водоснабжение от теплосети, грн./м³.

Эффективность перехода на электроэнергию отопления и горячего водоснабжения по отношению к теплосети при оплате за 1 Гкал определяется выражением:

$$n = 0,86 \cdot 10^{-3} \cdot \eta^{\ominus} \cdot \frac{C^T}{C^{\ominus} + C^{\ominus}_{\text{экс}}}, \quad (12)$$

где C^T – стоимость потребления 1 Гкал тепла, грн./Гкал.

По формулам (1-12) выполнен расчет эффективности перехода на электроэнергию потребителей, использующих газ как источник тепловой энергии, а также расчет эффективности перехода на электроэнергию потребителей, пользующихся услугами теплосети г.Харькова. Результаты расчетов сведены в таблицы 1, 2.

Анализируя приведенные результаты, на сегодняшний день, можно сделать выводы.

Переход от газа на электроэнергию по одноставочному тарифу для всех категорий потребителей тепловой энергии не оправдан. По трехставочному тарифу при использовании электроэнергии в ночное время экономически оправдан переход для потребителей у которых $C^T / C^{\ominus} > 3,5$ (табл. 1). К таким потребителям относятся: промышленные предприятия, организации и население, у которых годовое потребление газа превышает 6000 м³.

Таблица 1

| № | Наименование мероприятия | Эффективность перехода на электроэнергию, n | | $\frac{C^T}{C^{\ominus}}$ |
|--------------------------------|--|---|---------------------------------|---------------------------|
| | | по одноставочному тарифу | по трехставочному тарифу, ночью | |
| 1. | 1.1 Переход на подогрев воды на горячее водоснабжение на ЦТП (в отопительный период) | 0,172 | 0,69 | 1,36 |
| | 1.2 Переход на подогрев воды на горячее водоснабжение на ЦТП (в летний период) | 0,24 | 0,96 | 1,36 |
| 2. | Замена газа на электроэнергию у потребителя: | | | |
| | 2.1 Для промышленных предприятий | 0,4 | 1,6 | 3,67 |
| | 2.2 Для бытовых потребителей: | | | |
| | 2.2.1 (до 2000м ³) | 0,212 | 0,53 | 1,97 |
| | 2.2.2 (до 6000м ³) | 0,324 | 0,81 | 3,0 |
| | 2.2.3 (до 12000м ³) | 0,66 | 1,65 | 6,13 |
| | 2.2.4 (до свыше 12000м ³) | 0,791 | 1,97 | 7,3 |
| | 2.3 Для бытовых потребителей в сельской местности: | | | |
| 2.3.1 (до 2000м ³) | 0,23 | 0,575 | 2,13 | |

| | | | | |
|----|--|-------|-------|------|
| | 2.3.2 (до 6000м ³) | 0,35 | 0,875 | 3,25 |
| | 2.3.3 (до 12000м ³) | 0,715 | 2,15 | 6,64 |
| | 2.3.4 (до свыше 12000м ³) | 0,86 | 3,44 | 7,95 |
| 3. | Замена домовых газовых котельных на электро-энергию в тепловых сетях | 0,182 | 0,728 | 1,36 |

Переход от услуг теплосети г.Харькова на использование электроэнергии у потребителя по одноставочному тарифу оправдан для населения с электроплитами. По трехставочному тарифу переход на электроэнергию в ночное время экономически оправдан для всех потребителей (табл. 2).

Наибольший интерес представляет замена газа, как источника тепловой энергии, на электроэнергию для подогрева воды на горячее водоснабжение и технологические потребности промышленных предприятий и организаций (табл.1, п. 2.1). Необходимо заметить, что такой переход не требует увеличения электрических мощностей и изменение схемы электропитания. Однако «Правила пользования электрической энергией» запрещают для отдельных объектов (установок) организовывать коммерческий учет по трехставочному тарифу, а разрешают позонный учет или учет всего предприятия или организации. Эта причина в преобладающем большинстве случаев сдерживает замену газа на электроэнергию.

Таблица 2

| № | Наименование мероприятия | Эффективность перехода на электроэнергию, л | | Показатель теплосети |
|----|---|---|---------------------------------|--------------------------------------|
| | | по одноставочному тарифу | по трехставочному тарифу, ночью | |
| 1. | Переход на электроэнергию для подогрева воды на горячее водоснабжение по отношению к услугам теплосети: | | | $C^T_{Г.В.} = 12,01 \frac{гРи}{м^3}$ |
| | 1.1 для населения $C^Э = 0,2436 \frac{гРи}{квт \cdot ч}$ | 1,08 | 2,7 | |
| | 1.2 для населения $C^Э = 0,182 \frac{гРи}{квт \cdot ч}$ | 1,45 | 3,625 | |
| | 1.3 для населения | 0,7 | 2,81 | |

| | | | | |
|----|---|------|-------|---|
| | $C^{\text{э}} = 0,7 \frac{\text{эРН}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$ | | | |
| | 1.4 для предприятий и организаций | 0,57 | 2,28 | $C^T_{\text{Г.В.}} = 585,0 \frac{\text{эРН}}{\text{Гкал}}$ |
| 2. | Переход на электроэнергию отопления по отношению к теплосети: | | | $C^T_{\text{,о.т.}} = 265 \frac{\text{эРН}}{\text{Гкал}}$ |
| | 2.1 для населения $C^{\text{э}} = 0,2436 \frac{\text{эРН}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$ | 0,68 | 1,7 | |
| | 2.2 для населения $C^{\text{э}} = 0,1824 \frac{\text{эРН}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$ | 1,25 | 3,125 | |
| | 2.3 для организаций и предприятий | 0,7 | 2,81 | $C^T_{\text{,о.т.}} = 585,0 \frac{\text{эРН}}{\text{Гкал}}$ |

Особый интерес представляет переход от услуг централизованного горячего водоснабжения от тепловых сетей на подогрев воды электроэнергией непосредственно у потребителя (ИТП) с использованием баков-аккумуляторов горячей воды (табл.2, п. 1.1 и п. 1.2). Однако и в этом случае «Правила пользования электрической энергией» не дают ответ по какому тарифу будет проводиться расчет и по какой схеме организовать коммерческий учет.

В данном случае рассматривать экономическую эффективность такого перехода только с позиции потребителя неправильно.

У энергетиков есть две вечные проблемы. Первая – куда использовать избыточную электроэнергию в ночное время? Особенно заострилась она в период кризиса, когда резко сократилось потребление электроэнергии в промышленности и строительстве. Тем более, что Украина ориентирована на атомную энергетику, а атомные электростанции могут работать исключительно в базовом режиме. Вторая – дефицит мощности в пиковый период. На этот период вводится жесткое ограничение потребления электроэнергии. Предпринимаются существенные технические мероприятия по покрытию дефицита.

Из-за этих проблем энергетики несут колоссальные потери, растет себестоимость электроэнергии, из-за чего вынуждены поднимать цену на электроэнергию.

В водопроводных и тепловых сетях на режим работы, на аварийность и, как следствие, на себестоимость 1м^3 воды и 1Гкал тепла значительное влияние оказывает централизованное горячее водоснабжение. Так как режим потребления воды на горячее водоснабжение носит резко переменный характер, а пиковые нагрузки в водопроводных и

тепловых сетях совпадают с пиковой нагрузкой в электрических сетях, централизованное горячее водоснабжение влияет и на режим электропотребления.

При полном отказе от централизованного горячего водоснабжения и перехода на подогрев воды электроэнергией у потребителя существенно изменится режим работы тепловой сети. Тепловая сеть перейдет на чисто отопительный график работы. Это приведет к уменьшению перегрева зданий в теплое время отопительного сезона. Снизятся в некоторых случаях расчетные расходы сетевой воды, что приведет к уменьшению потребления электроэнергии на перекачку теплоносителя. При работе в зоне температур излома графика понижение температуры воды в магистральных трубопроводах приведет к уменьшению тепловых потерь, а сниженная температура в обратном трубопроводе к увеличению КПД ТЭЦ. Понизится давление в магистральных и распределительных сетях, из-за чего уменьшится количество аварий в сетях. Высвободится дополнительный резерв пропускной способности тепловых сетей и резерв установленной мощности насосных, котельных и ТЭЦ. Ко всему сказанному необходимо добавить и то, что удастся избежать самого неэкономичного режима тепловой сети в летний период, когда себестоимость отпущенного тепла по отношению к отопительному сезону выше почти в 1,5 раза.

В преобладающем большинстве систем горячего водоснабжения тепловых сетей из-за отсутствия деаэрации наиболее изношены и требуют замены распределительные сети. Поэтому, отказавшись от систем централизованного горячего водоснабжения, высвободятся значительные средства, которые потребовались бы на капитальный ремонт этих сетей, на их обслуживание и устранение аварий. Можно будет больше уделять внимания профилактике, гидравлическим испытаниям и диагностике сетей теплоснабжения.

Использование схемы разбрызгивания воды в баках-накопителях, приведет к снижению содержания кислорода и углекислоты в воде, вызовет распад бикарбонатов кальция и магния, которые будут оседать на внутренней поверхности внутридомовых трубопроводов и создадут защитную пленку от коррозии.

В водопроводных сетях при заполнении в ночное время баков-накопителей выровняется график потребления воды, снизится в пиковый период давление в магистральных и распределительных сетях. Это приведет к уменьшению потребления электроэнергии и количества аварий. Снижение давления в сетях на 10 м вод. ст. позволит экономить 27% электроэнергии. Из-за снижения потребления электроэнергии в тепловых и водопроводных сетях в утренний и вечерний макси-

мумы и загрузки в ночное время электрических мощностей выровняется график потребления электрической энергии. Увеличится объем поставок электроэнергии. Снизится ее себестоимость.

При переходе от системы централизованного горячего водоснабжения на ИПТ с баками-накопителями в летний период, перспективными являются системы с применением крышных солнечных коллекторов, домовых систем рециркуляции воды.

Для замены газа, как источника тепловой энергии, на электроэнергию необходимо выполнить ряд мероприятий.

Определить прогноз роста цены на газ и электроэнергию, установить величину отношения $C^G / C^Э$, на которую в дальнейшем можно будет ориентироваться.

Необходимо внести изменения в «Правила пользования электрической энергией».

Предоставить возможность для всех категорий потребителей по-объектного (для отдельных установок и агрегатов) коммерческого учета электроэнергии по трехставочному тарифу.

Пересмотреть условия выдачи технических условий (ТУ) для потребителей, использующих электроэнергию в ночное время.

Разработать ряд типовых проектов замены газа на электроэнергию. Внедрить пилотные проекты, которые позволят отработать методику расчетов, выбора технических средств и организационных мероприятий.

Наладить промышленный выпуск современных скоростных и емкостных электронагревателей, резервуаров-накопителей горячей воды, систем автоматического управления и защиты.

Добиться стопроцентной установки в доме квартирных счетчиков холодной и горячей воды.

За счет государственной поддержки и отчислений предприятий, которые получают прибыль (рефинансирование), создать фонд развития, средства которого будут направляться на кредитование мероприятий по переходу от системы централизованного горячего водоснабжения на ИПТ с электроподогревом воды.

Кредитные средства, направленные на внедрение мероприятий по замене газа электроэнергией для подогрева воды горячего водоснабжения, должны погашаться за счет полученной экономии. Для г. Харькова разница в тарифе $12,01 \text{ грн./м}^3$ на подогрев воды теплосетью и стоимостью $4,45 \text{ грн./м}^3$ подогрева электроэнергией: $\Delta Ц = 12,01 - 4,45 = 7,56 \text{ грн./м}^3$. Срок окупаемости затрат не превысит 2,5-3 года.

При переходе на электроэнергию годовая экономия газа для г. Харькова составит 145-175 млн. м³.

Годовое потребление электроэнергии в ночное время увеличится до 1,3-1,9 млн. Мвт.ч.

Загрузится металлургическая промышленность (только для г. Харькова необходимо порядка 40-45 тыс. т металла). Потребуется десятки тысяч скоростных и емкостных электроводонагревателей, баков-аккумуляторов, преобразователей частоты и систем автоматики и защиты, а это дополнительные рабочие места, что очень важно в условиях кризиса.