

УДК 536.7.66.02

Анипко О.Б., Ермоленко Н.А., Карнаушенко О.В.

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСТОЧНИКОВ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ТЕПЛОТЫ

В настоящее время энергосбережение в Украине может рассматриваться как один из возможных путей успешного преодоления экономических и энергетических проблем. Поэтому энергосбережение определено как одно из приоритетных направлений государственной политики в Украине, которая реализуется, как комплексная долгосрочная программа. Внешней составляющей в решении этой проблемы является рациональное использование топливно-энергетических ресурсов.

Известно (1), что экономия 10-15 % энергии у потребителя, по капиталовложениям обходится в два раза ниже, чем затраты на прирост ее производства и преобразования. Здесь уместно подчеркнуть, что существующая цена на топливо не в полной мере отражает действительную его стоимость. Будучи сравнительно высокими, они не включают такие составляющие как затраты на разведку месторождений, социальные выплаты геологам-разведчикам и горнякам, затраты на рекультивацию земель и утилизацию породы.

В то же время известно, что, потребляя тепловую и энергетическую энергию, технологические процессы и коммунальная энергетика генерирует источники низкопотенциальной теплоты с температурой (5-40) °С и выше. Использование этой теплоты представляет собой комплексную задачу, которая представляет интерес для многих отраслей промышленности и городского хозяйства. Однако, непосредственное использование этой теплоты не представляется возможным в виду низкого температурного уровня. Поэтому для использования этой теплоты необходимы теплонасосные установки (ТНУ), разработанные с учетом специфики утилизируемых вторичных энергоресурсов (ВЭР).

Оценки, приведенные в [1] показывают, что в Украине в существующих системах холодоснабжения предприятий путем организации комплексной выработки холода и теплоты на основе ТНУ дополнительные тепловые мощности могут составить 1000 МВт, в системах вентиляции и отопления промышленных цехов, насосных станций и теплиц ~ 4900 МВт; тепло- и хладоснабжение животноводческих ферм, отопления и горячего водоснабжения индивидуальных домов ~ 1800 МВт; абсорбционные ТНУ в технологических процессах – 400 МВт. Приведенные оценки впечатляют и вселяют оптимизм, однако для получения ожидаемого эффекта необходимо затратить средства на разработку, изготовление ТНУ и энергоэффективную модернизацию технологических процессов. Причем, этому должен предшествовать экономический анализ, который бы не только определил сроки окупаемости, но и сформулировал принципы ценовой политики, стимулирующей широкое внедрение ЕНУ на предприятиях, в технологических процессах и коммунальной энергетике.

Известны примеры, когда несоизмеримо высокая цена оборудования препятствует распространению энергосберегающих технологий. Так, до настоящего времени не получили распространения ветроустановки во-первых из-за высокой цены на мачту, лопасти и монтажные работы; во-вторых – неверно определенный типоразмерный ряд по мощности – 10...30 кВт, в то время как зарубежными специалистами установлено,

что минимальная технологически и экономически обоснованная мощность одной ветроустановки составляет 60 кВт. Практически полное отсутствие спроса на изготовление ветроустановки делает их почти уникальным оборудованием, что отрицательно сказывается на возможном снижении цен. А все это в совокупности приводит к не использованию огромного технически доступного потенциала энергии ветра на территории Украины.

Целесообразность применения ТНУ определяется экономической эффективностью капитальных затрат. Чтобы оценить ее и применяя во внимание, что ТНУ является энергоисточниками, то сравнение целесообразно производить с установками прямого преобразования топлива - котельными.

Тогда, согласно [2] удельные приведенные затраты на производство теплоты ТНУ ($Z_{тну}$) и в котельной (Z_k):

$$Z_{тну} = (E_n \cdot K_{тну} + C_{тну} + W_{тну} \cdot \xi_{э.с.}) \cdot Q \text{ год}^{-1}; \quad (1)$$

$$Z_k = (E_n \cdot K_k + C_k + B_k \cdot \xi_y) \cdot Q \text{ год}^{-1}, \quad (2)$$

где $C_{тну}$ и C_k – условно постоянные расходы, постоянная составляющая ежегодных издержек; $W_{тну}$ – годовое потребление электроэнергии НТУ; E_n – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений; K – капитальные вложения; ξ_y – замыкающие затраты на топливо; B – расход топлива.

При сравнении будем полагать, что и ТНУ и котельная производят одинаковое количество теплоты в год, тогда для вариантного сравнения целесообразно воспользоваться отношением ($Z_{тну}/Z_k$), которое с учетом (1) и (2) имеет вид:

$$\frac{Z_{тну}}{Z_k} = \frac{E_n \cdot K_{тну} + C_{тну} + W_{тну} \cdot \xi_{э.с.}}{E_n \cdot K_k + C_k + B_k \cdot \xi_y}. \quad (3)$$

Как видно из (3) основными параметрами, определяющими эффективность ТНУ, являются замыкающие расходы на электроэнергию ($\xi_{э.с.}$) и замыкающие расходы топлива (ξ_y).

Очевидно, что применение ТНУ в общем случае оправдано когда отношение ($Z_{тну}/Z_k$) < 1, причем, уровень эффективности применения ТНУ может быть задан наперед и, тогда для этого заданного значения на основе (3) можно оценить уровень замыкающих затрат на электроэнергию, что и определит ее цену для предприятий с энергоэффективной реконструкцией на основе НТУ.

В то же время, выражение (3) имеет два варьируемых параметра $\xi_{э.с.}$ и ξ_y , однако они являются связанными через величину числа часов использования установленной мощности ($h_э$) на электрогенерирующем предприятии, таким образом, $\xi_{э.с.} = f(\xi_y; h_э)$. В [2] для $h_э=2000-6500$ ч/год приводятся данные о линейном характере этой зависимости

$$\xi_{э.с.} = 1,99 + 0,604 \xi_y + 0,444 \xi_{э.б.} - (3,07 + 0,093 \xi_y - 0,222 \xi_{э.б.}) \cdot h_э \cdot 10^{-3}, \quad (4)$$

где $\xi_{э.б.}$ – замыкающие затраты на электроэнергию в базисной части графика нагрузки.

Таким образом, представляется решение задачи об определении сравнительной энергоэффективности применения ТНУ для утилизации низкопотенциальной теплоты. Критически оценивая предлагаемый метод, следует отметить, что в выражении (3) в

явном виде не содержится теплотехнических характеристик ТНУ, однако они могут быть учтены в капитальных затратах ($K_{тну}$), причем, полагая равную тепловую эффективность ТНУ и эквивалентной котельной представляется возможным оценить также величину предельно допустимых капиталовложений в ТНУ, превышение которых будет критерием нецелесообразности применения ТНУ.

Рассмотренный подход может быть применен для вариантных проработок по выбору типажа оборудования и схемы ТНУ, поскольку источниками низкотемпературной теплоты могут быть солнечная энергия, теплота поверхностных и подземных вод, воздуха в помещениях, ВЭР, стоков. Они в свою очередь определяют возможность применения того или иного хладагента и соответствующего теплотехнического оборудования.

В этом смысле представляется привлекательным предложенный подход, поскольку сравнение ведется с тепло генератором прямого сжигания топлива – котельной. Однако, при этом возникает вопрос о целесообразности применения ТНУ – то есть нового оборудования вообще. Эта задача может быть решена на основе сравнения стоимостных показателей, когда экономически оправданным можно считать применение ТНУ если выполняется условие

$$S_{тну} + \frac{10^6 \cdot S_{э}}{860\varphi} < S_{к} + \frac{S_{т}}{\eta_{к}}, \quad (5)$$

где $S_{тну}$ и $S_{к}$ – стоимость оборудования и эксплуатационные затраты на 1 МВт теплоты для ТНУ и эквивалентной котельной соответственно; φ – коэффициент преобразования ТНУ; $\eta_{к}$ – КПД котельной; $S_{э}$ – стоимость 1КВт/ч электроэнергии; $S_{т}$ – стоимость топлива, необходимого для получения 1МВт теплоты.

При фиксированной мощности установки значения $S_{тну}$; $S_{к}$ и $\eta_{к}$ можно считать известными, поскольку применяется стандартное оборудование из выпускаемых типовых рядов. Поэтому, целесообразность применения ТНУ определяется в основном коэффициентом преобразования ТНУ (φ), величина которого зависит от температуры низкопотенциального источника, и стоимостью, а точнее ценой, электроэнергии.

Литература

1. Энергобережения – пріоритетний напрямок державної політики України/ Ковалко М.П., Денисюк С.П. Київ; УЕЗ, 198.–506 с.
2. Янговский Е.И., Пустовалов Ю.В. Парокомпрессионные теплонасосные установки. – М.: Энергоиздат, 1982. – 142 с.

УДК 536.7.66.02

Аніпко О.Б., Єрмоленко Н.А., Карнаушенко О.В.

ПРО ОДИН ПІДХІД ЩОДО ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНІСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ДЖЕРЕЛ НИЗКОПОТЕНЦІЙНОЇ ТЕПЛОТИ

Наведено основні співвідношення для аналізу доцільності використання ТНУ з урахуванням витрат та технічного рівня обладнання.