

Оценка эффективности использования тепловых насосов

Дмитренко М.А. (ЭНМ-09м)*

Донецкий национальный технический университет

Применение теплонасосных установок (ТНУ) в теплоснабжении обеспечивает значительное энергосбережение. Тепловые насосы дают возможность использовать низкопотенциальную тепловую энергию различных источников: атмосферного воздуха, грунта, сточных вод и т.д.

Эффективность использования теплового насоса связана с экономией энергии первичного источника. Рассмотрим случай замещения нагрузки котельной тепловым насосом. В условиях потребителя, для оценки эффективности такого замещения, необходимо определять экономию средств. Одним из основных критериев оценки целесообразности инвестиций в установку теплового насоса является простой срок окупаемости капиталовложений.

Простой срок окупаемости капиталовложений при замещении нагрузки котельной тепловым насосом, потребляющим электроэнергию, можно оценить по формуле:

$$T_{ок} = \frac{K}{\left(b_{кот} \cdot C_{топл} - \frac{C_{эл.эн}}{\mu} \right) \cdot n_{ч}} \quad (1)$$

где K – капиталовложения на 1кВт установленной мощности теплового насоса, грн/кВт; $b_{кот}$ – удельный расход топлива в котельной, м³/кВт·ч или кг/кВт·ч; $C_{топл}$ – цена топлива, грн/м³ или грн/кг; $C_{эл.эн}$ – цена электроэнергии, грн/кВт·ч; μ – коэффициент преобразования теплового насоса; $n_{ч}$ – число часов использования установленной мощности в году, ч.

Из формулы (1) видно, что срок окупаемости теплового насоса будет снижаться с ростом коэффициента преобразования энергии μ , увеличением числа часов использования установленной мощности, снижением отношения $\frac{C_{эл.эн}}{C_{топл}}$.

Таким образом, на основании выражения (1) можно выполнить предварительную оценку целесообразности замещения тех или иных нагрузок котельной за счет использования тепловых насосов конкретного типа в конкретных условиях.

Рассмотрим бинарную схему, состоящую из теплового насоса и пикового котла. Окружающий воздух является самым доступным источником низкопотенциальной тепловой энергии. Кроме того, при использовании в схеме отопления реверсивного кондиционера, который может работать в режиме теплового насоса, дополнительные капиталовложения будут минимальными. Принципиальная тепловая схема будет выглядеть, как показано на рисунке. Теплонасосная установка является первой ступенью нагрева воды отопительного контура. Это связано с тем, что в тепловом насосе с понижением разницы

* Руководитель – проф., д.т.н. кафедры ПТ Сафьянц С.М.

температур между низкопотенциальным источником и нагреваемым рабочим телом коэффициент преобразования энергии μ возрастает. Поэтому тепловой насос целесообразно располагать в низкотемпературной части тепловой схемы.

Вода отопительного контура после системы отопления (СО) циркуляционным насосом (ЦН) подается в теплонасосную установку (ТНУ). После теплового насоса вода поступает либо в котел, являющийся пиковым источником тепла, либо через байпас в систему отопления.

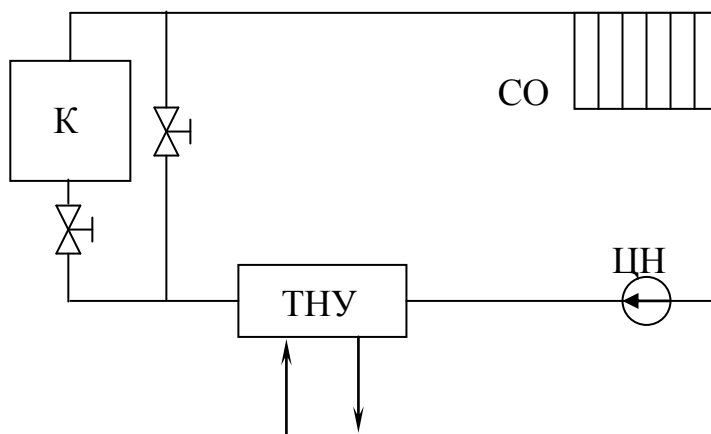


Рисунок – Принципиальная тепловая схема совместного использования теплонасосной установки и пикового котла

Эквивалентный коэффициент преобразования первичной энергии в данной схеме будет определяться выражением:

$$\mu_{сист} = \alpha \cdot \mu_{ТНУ} + (1 - \alpha) \cdot \mu^* \quad (2)$$

где α - доля тепловой нагрузки отопления, которая осуществляется за счет теплового насоса; $\mu_{ТНУ}$ - коэффициент преобразования энергии в тепловом насосе; μ^* - коэффициент, характеризующий работу котла.

Возможность удовлетворения тепловой нагрузки отопления тепловым насосом с одной стороны ограничена максимальной температурой сетевой воды, которая может быть получена после ТНУ, с другой – тепловой мощностью ТНУ в данных условиях. Таким образом, рабочие параметры тепловой схемы зависят также от температурного графика системы отопления и установленной тепловой мощности теплового насоса.