

Использование тепловых насосов в тепловой схеме мини-ТЭЦ

Веретенникова Т. Е. (ЭНМ-09м)*

Донецкий национальный технический университет

В схеме источника теплоэлектроэнергии на мини-ТЭЦ тепловой насос является элементом, позволяющим регулировать соотношение производства тепловой и электрической энергии. Учитывая различную стоимость электроэнергии в различное время суток, тепловой насос позволяет оптимизировать режим работы ТЭЦ с целью получения максимальной прибыли.

Рассмотрим случай использования тепловой энергии от ТЭЦ для удовлетворения нагрузки отопления с использованием тепловых насосов. Принципиальная схема включения теплонасосной и когенерационной установок показана на рисунке.

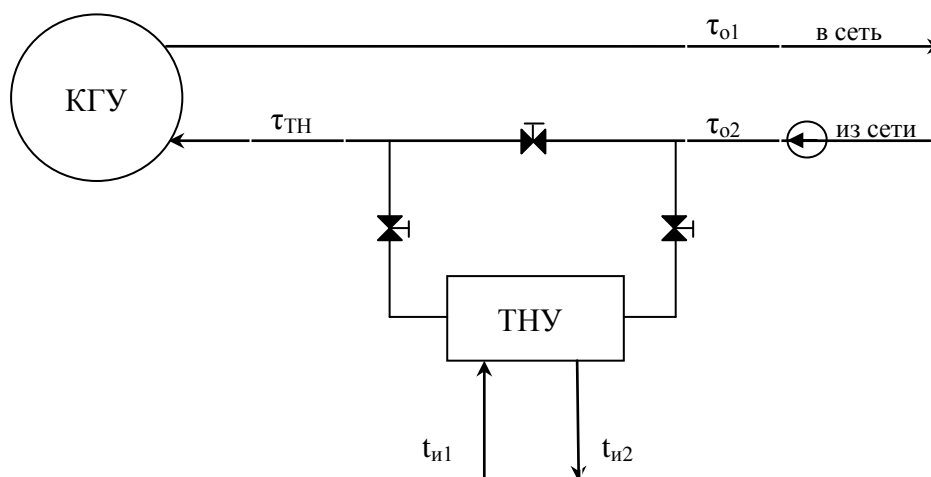


Рисунок – Принципиальная схема включения теплонасосной и когенерационной установок

Теплонасосная установка (ТНУ) является первой ступенью нагрева сетевой воды. Охлаждая низкотемпературный источник тепловой энергии от $t_{и1}$ до $t_{и2}$, она нагревает сетевую воду от τ_{o2} до τ_{TH} . Далее сетевая вода поступает в когенерационную установку (КГУ), где нагревается до температуры τ_{o1} .

Рассмотрим вариант с парокомпрессионными тепловыми насосами, так как для их привода необходима электроэнергия, вырабатываемая КГУ. При этом ограничение максимальной температуры нагрева воды составляет 55-65⁰С.

Доля нагрузки отопления α , которую будут нести тепловые насосы в рассматриваемой схеме при условии, что вся электроэнергия, производимая КГУ, будет потребляться приводом ТНУ, с учетом собственных нужд ТЭЦ, определим по формуле:

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

$$\alpha = \frac{\mu_{ТНУ}^{ТЭЦ} \cdot \eta_{эл.шт}^{ТЭЦ}}{\eta_m^{КГУ} + \mu_{ТНУ}^{ТЭЦ} \cdot \eta_{эл.шт}^{ТЭЦ}} \quad (1)$$

где $\mu_{ТНУ}^{ТЭЦ}$ - коэффициент преобразования теплового насоса, который характеризует эффективность его работы;

$\eta_{эл.шт}^{ТЭЦ}$ - электрический КПД ТЭЦ нетто;

$\eta_m^{КГУ}$ - тепловой КПД КГУ.

Температура сетевой воды после теплового насоса будет определяться на основании температурного графика и доли нагрузки отопления, выполняемой тепловыми насосами:

$$\tau_{ТН} = \tau_{o2} + \alpha \cdot (\tau_{o1} - \tau_{o2}) \quad (2)$$

Тогда расчетная доля покрытия нагрузки отопления ТНУ будет равна:

$$\alpha' = \frac{\tau_{ТН}^{max} - \tau_{o2}}{\tau_{o1} - \tau_{o2}}, \quad (3)$$

Сравнивая α и α' , мы можем оценивать общую эффективность работы всей мини-ТЭЦ. То есть при $\alpha \leq \alpha'$, в условиях, расчетных для проектирования отопления, ТЭЦ будет работать без выдачи электрической мощности в энергосистему, что целесообразно в ночной период. То есть вся электроэнергия будет идти на работу ТНУ.

При $\alpha > \alpha'$ КГУ будут вырабатывать больше электроэнергии, чем это необходимо для привода тепловых насосов. В этом случае есть два варианта. Либо избыточно производимая электрическая мощность $N_{эл.шт}^{ТЭЦ}$ отдается в энергосистему, либо, при невозможности этого, ее направляют на питание другого оборудования ТЭЦ, например, электрического котла. Второй случай является более убыточным, особенно при условии возможности получения прибыли от продажи электроэнергии в первом.

Выдачу же избыточно производимой электроэнергии в энергосистему целесообразно осуществлять в пиковый период, покрывая недостающую нагрузку от неэффективных источников, когда это необходимо самой энергосистеме. Это будет экономически оправданным и в полупиковый период. При этом при помощи байпаса мы отключаем тепловой насос, тем самым увеличивая количество электроэнергии, подаваемой в сеть. В этом случае тепловая нагрузка полностью передается на когенерационную установку.

Положительная роль регулирования тепловыми насосами работы данной схемы очевидна. Дальнейшим направлением данного исследования должна стать минимизация срока окупаемости данной схемы теплоэлектроснабжения с учетом капитальных вложений и реальной выгоды от её применения.