

Потенциал энергоресурсосбережения в энергетике и ЖКХ в условиях трансформации российской экономики

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛООВОГО НАСОСА И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В КАЧЕСТВЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ТЭЦ

А. С. Сапрыкина

*Астраханский государственный
архитектурно-строительный университет*

Предметом исследования является термодинамическая эффективность использования сбросного тепла ТЭЦ. Соотношение цен на электроэнергию, тепло ТЭЦ и топливо ведут к переходу на собственные генераторы теплоты, что и стимулирует применять энергоэффективные технологии. Применение теплового насоса для ТЭЦ будет наиболее эффективно для утилизации теплоты сбросных вод градирен с последующим использованием теплоносителя для ГВС близ лежащих построек. Оценка эффективности использования теплового насоса для утилизации тепла ТЭЦ требует дополнительных исследований. Как правило, в оборотной системе отвода тепла используются градирни, в которых охлаждение технической воды осуществляется окружающим воздухом. Данный подход крайне неэффективен. Благодаря внедрению теплового насоса в схему ТЭЦ можно утилизировать значительную часть низкопотенциального тепла технологической воды и повысить уровень для подачи на ГВС потребителя.

Технологическая схема

Предметом исследования, при разработке технологической схемы на основе внедрения теплового насоса (ТН) на ТЭЦ, является использование в качестве низкотемпературного источника сбросной теплоты циркуляционной воды после конденсатора турбины (в градирню). На рис. 1 показано подключение теплового насоса (поз. 8) к магистрали циркуляционной воды после конденсатора (поз. 4). Температура сбросной воды в зимний период составляет 30 °С, благодаря тепловому насосу эту температуру можно преобразовать до температуры 60–65°С, достаточной и удовлетворительной для подачи на систему ГВС потребителю.

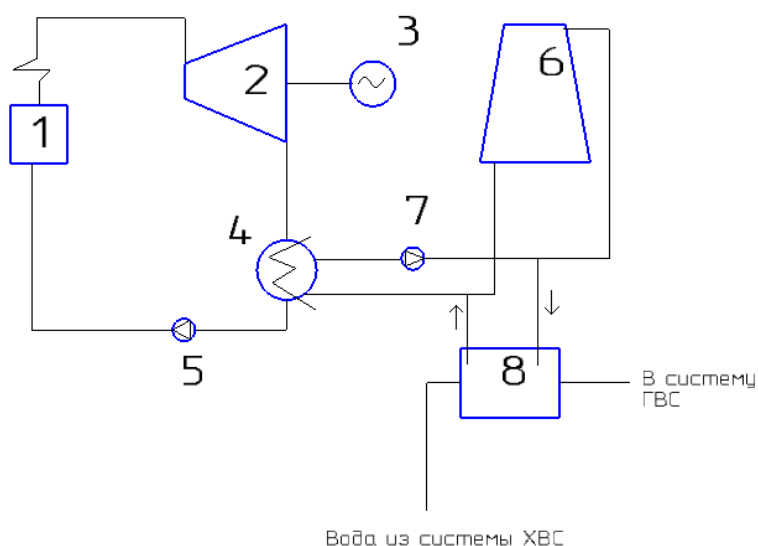


Рис. 1. Принципиальная тепловая схема ТЭЦ с отводом от конденсатора турбины на тепловой насос: 1 – котел (парогенератор); 2 – паровая турбина; 3 – электрический генератор; 4 – конденсатор отработавшего пара турбины; 5 – конденсатный насос; 6 – градирня; 7 – циркуляционный насос; 8 – тепловой насос

Оценка эффективности использования теплового насоса

Экономическая эффективность определяется основными свойствами теплового насоса. Стоимость тепловой энергии равна произведению стоимости электрической энергии и коэффициента преобразования тепла, определяемого разностью температур в конденсаторе и испарителе теплового насоса [1]. Один из основных вопросов на пути внедрения теплового насоса связан с коэффициентом преобразования электроэнергии. С экономической точки зрения большое значение имеют действующие тарифы на тепло- и электроэнергию, а также капиталовложения на оборудование и эксплуатацию теплового насоса [2].

На рис. 2 показана зависимость коэффициента преобразования тепла от разности температур испарителя и конденсатора теплового насоса [3].

Обобщение имеющихся данных по зависимости коэффициента преобразования тепла от режимов работы теплонасосной установки позволило получить обобщающее уравнение по отдаче тепла от установки в пересчете на 1 кВт*час потребляемой мощности из электросети.

$$\mu = 0,0011 * t^2 - 0,21 * t + 13,4$$

$$\mu = 0,0011 * 35^2 - 0,21 * 35 + 13,4 = 7,4$$

$$1 \text{ кВт} = 0,0008598 \text{ Гкал/ч}$$

$$\text{Следовательно, } \mu = 7,4 * 0,0008598 = 0,00636 \text{ Гкал/ч}$$

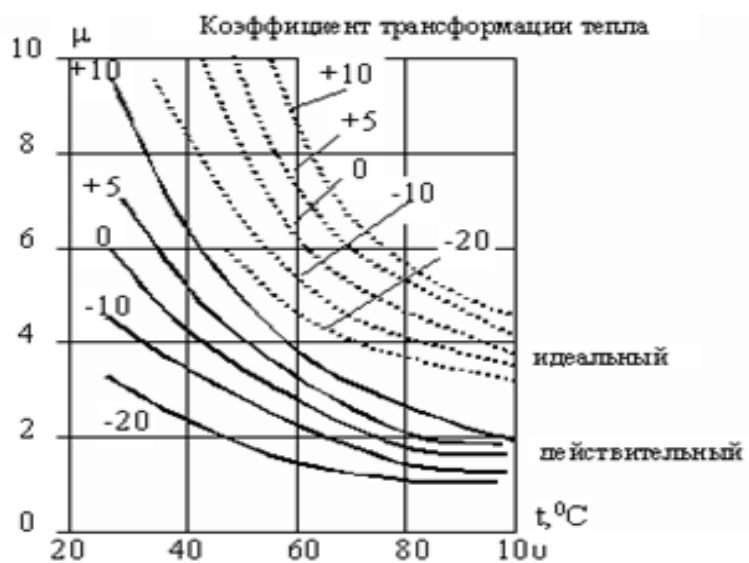
По действующим тарифам 2017 года (Астраханская область) выполнено преобразование полученной зависимости, позволяющей узнать стоимость 1 Гкал тепла полученной утилизирующей энергоустановки.

$$\text{Стоимость } 1 \text{ кВт} * \text{ час электроэнергии} = 4,34 \text{ рублей,}$$

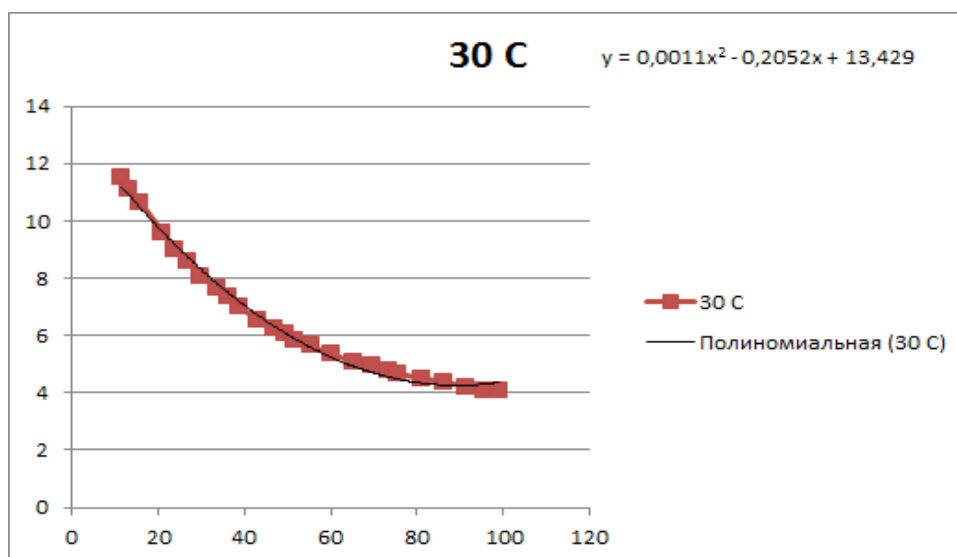
$$\text{Стоимость } 1 \text{ Гкал тепловой энергии} = 1635,56 \text{ рублей.}$$

$$\text{Следовательно, } 0,00636 * 1635,56 = 10,4 \text{ руб./Гкал}$$

Таким образом, истратив 4,34 руб./кВт*час, получим 10,4 руб./кВт*час и разницу в 6,06 руб./кВт*час. При обобщении данных была построена диаграмма (рис. 3), из которой следует, что чем меньше разность температур, тем больше выгода.



а)



б)

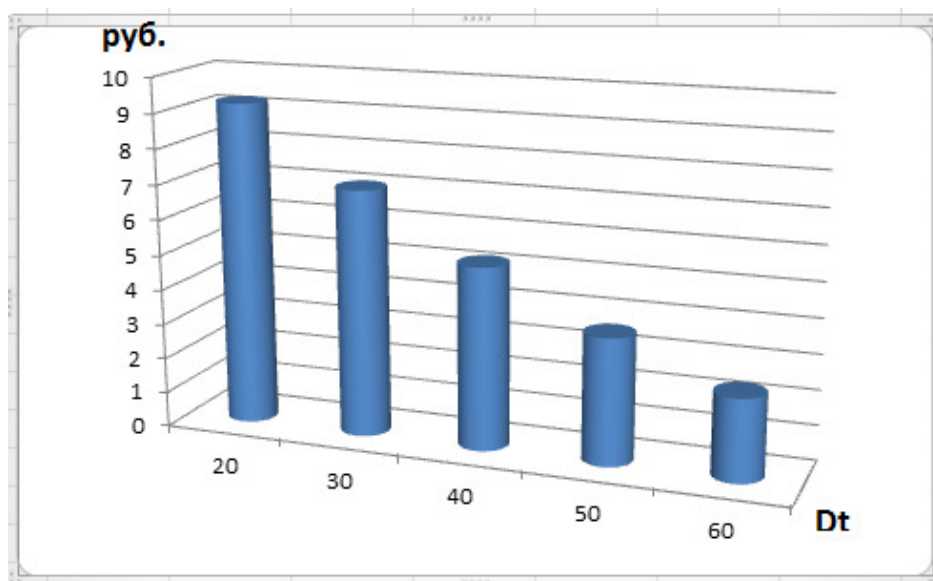
Рис. 2. Зависимость коэффициента преобразования тепла: а) паспортная характеристика теплового насоса; б) расчетная характеристика теплового насоса

Выводы

Выполненное исследование позволило дать оценку эффективности использования теплового насоса на ТЭЦ. Применение теплонасосной установки целесообразно и энергоэффективно на основе следующих предпосылок:

- Наличие сбросной воды с температурой 30–40 °С и выше, которая может быть использована в качестве низкопотенциального источника тепла.

- Наличие потребителей тепла (воды) с температурой 60–75 °С для подачи на ГВС в ближайший район.



*Рис. 3. Разность в стоимости полученной тепловой и затраченной электроэнергии в пересчете на кВт*час*

Частичная замена градирен испарителями тепловой насосной установки будет выгодна с точки зрения экономии капитальных и трудовых затрат, а также благодаря тому, что система водоснабжения становится замкнутой и резко сокращаются потери воды, испаряющейся в градирнях. Экономический эффект при охлаждении воды вместо градирен холодом, вырабатываемым тепловой насосной установкой, значительно возрастает при приближении температуры охлаждаемой воды к нижнему температурному пределу возможностей градирен, что позволит улучшить вакуум в конденсаторе и повысить выработку электроэнергии.

На данном этапе внедрение теплового насоса на ТЭЦ требует больших капитальных затрат, дополнительных исследований и технико-экономического обоснования, что является дальнейшим предметом исследования.

Список литературы

1. ЭСКО: Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы». 2010. № 8.
2. Половинкина Е. О. Использование тепловых насосов в системах теплоснабжения зданий и сооружений / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. Нижний Новгород, Россия. URL: <http://dropdoc.ru/doc/420764/polnaya-versiyanachnoj-raboty-1494-kb>.
3. Методические материалы. Энергоснабжение на базе теплонасосных систем. URL: http://www.cbias.ru/terias/cont/1/1_4.htm (дата обращения: 03.03.2017).