

УДК 621.577

**ПАРОКОМПРЕССИОННЫЕ И АБСОРБЦИОННЫЕ ТЕПЛОВЫЕ  
НАСОСЫ. ИХ СРАВНЕНИЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ  
VAPOR COMPRESSION AND ABSORPTION HEAT PUMPS.  
THEIR COMPARISON AND EFFICIENCY**

Н.Д. Рудаков, И.Г. Черенкевич

Научный руководитель – С.А. Качан, к.т.н., доцент  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
kachan@bntu.by

N. Rudakov, I. Cherenkevich  
Supervisor – S. Kachan, Candidate of Technical Sciences, Docent  
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

**Аннотация:** в работе рассмотрены тепловые насосы парокомпрессионного и абсорбционного типа. Произведено сравнение текущих затрат для тепловых насосов двух типов при увеличении тепловой мощности ТЭЦ за счет утилизации сбросных тепловых потоков.

**Abstract:** vapor-compression and absorption-type heat pumps are considered. A comparison of two types heat pumps operating costs is given for a variant with increasing the heating capacity of a combined heat and power plant plant due to the waste heat flows utilization.

**Ключевые слова:** тепловой насос, текущие затраты, отопительный коэффициент.

**Keywords:** heat pump, operating costs, coefficient of performance.

### **Введение**

Как известно, тепловые насосы (ТН) позволяют полезно использовать низкотемпературные тепловые потоки: теплоту воздуха, грунта, подземных, открытых незамерзающих водоемов, сточных и сбросных вод, а также низкопотенциальную теплоту технологических предприятий, в том числе тепловых электростанций. Широкое распространение получили тепловые насосы парокомпрессионного (ПКТН) и абсорбционного (АБТН) типа.

### **Основная часть**

Тепловой насос совершает обратный термодинамический цикл, что означает передачу теплоты от тела с более низкой температурой к телу с более высокой температурой. Для этого необходимо затратить внешнюю энергию: в ПКТН затрачивается работа парового компрессора, в АБТН – теплота.

Мерой энергетической эффективности тех и других принято считать энергетический КПД, именуемый в отечественной литературе как отопительный коэффициент ( $\mu$ ), а за рубежом – коэффициент преобразования ( $COP_{hp}$ ). Данный коэффициент рассчитывается по формулам:

$$\mu_{\text{ПКТН}} = \frac{Q_{\text{ПКТН}}}{W_{\text{привода}}}; \quad (1)$$



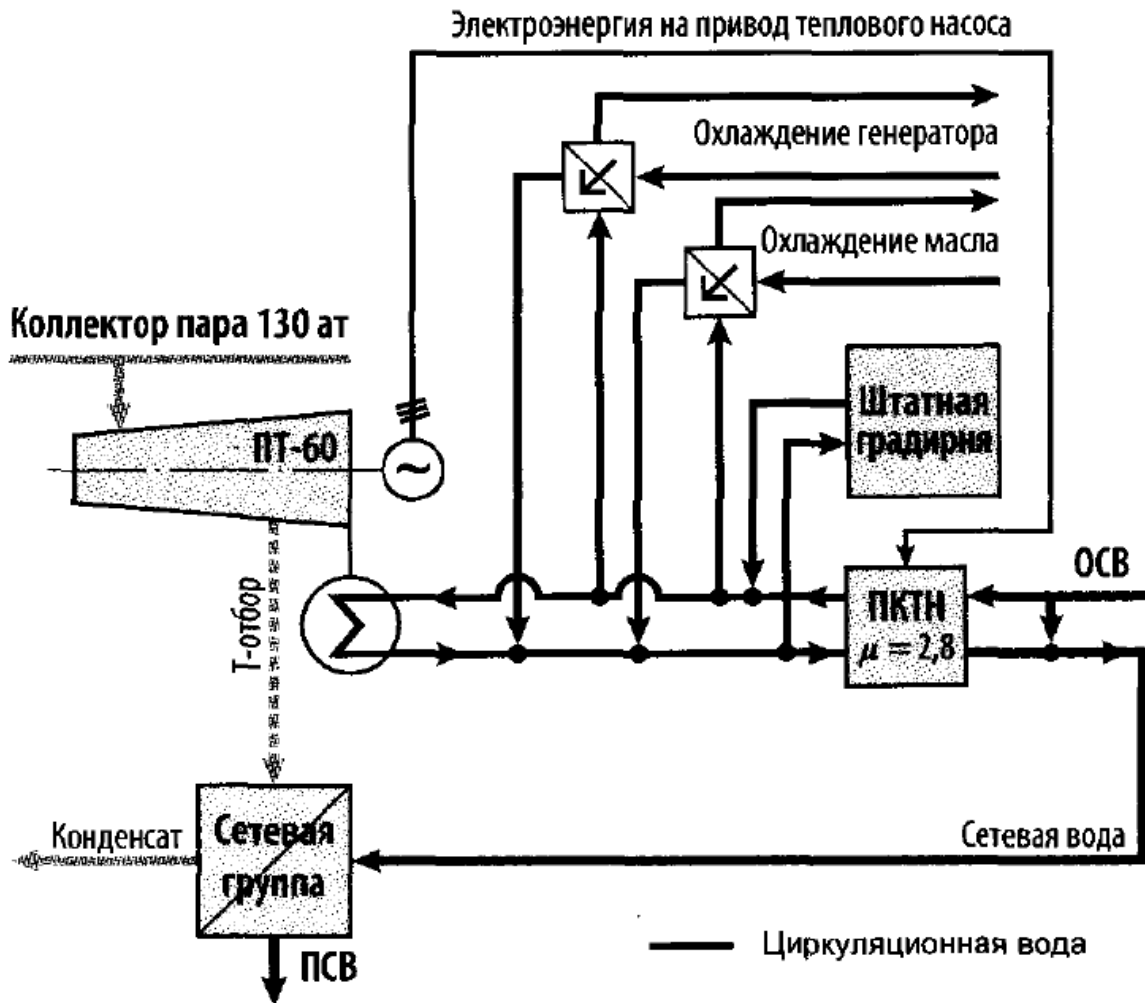


Рисунок 2 – Принципиальная схема включения ПКТН на ТЭЦ [1]

По данным [1] для схем, представленных на рисунках 1, 2, в интервале температур утилизируемой теплоты циркуляционной воды от 18 до 22°C отопительный коэффициент равен:

- для ПКТН  $\mu_{\text{ПКТН}} = 2,8$ ;
- для АБТН  $\mu_{\text{АБТН}} = 1,7$ .

Допустим, что потребителю тепловой энергии в обоих вариантах отпускается одинаковое количество теплоты, равное 1 Гкал/ч и постоянное в течение суток.

Из формулы (1) и (2) получим затраты энергии на привод каждого типа ТН:

$$Q_{\text{привода}} = \frac{Q_{\text{АБТН}}}{\mu_{\text{АБТН}}} = \frac{1 \text{ Гкал/ч}}{1,7} = 0,588 \frac{\text{Гкал}}{\text{ч}};$$

$$W_{\text{привода}} = \frac{Q_{\text{ПКТН}}}{\mu_{\text{ПКТН}}} = \frac{1 \text{ Гкал/ч}}{2,8} = 0,415 \frac{\text{Гкал}}{\text{ч}}.$$

Согласно тарифам Республики Беларусь на тепловую энергию, цена на потребление для юридических лиц и предприятий составит 145 руб/Гкал.

На потребление электроэнергии для привода тепловых насосов – 205 руб/(МВт·ч) (с 23 до 6 часов) и 439 руб/(МВт·ч) (в остальное время суток). Считая, что ТН работает круглосуточно, получаем среднесуточный тариф 322 руб/(МВт·ч) [2], что в Гкал составляет 375 руб/Гкал.

Получаем соответственно затраты на привод АБТН, работающего на высокопотенциальной тепловой энергии и на привод ПКТН, потребляющего электроэнергию:

$$Q_{\text{АБТН}} = Q_{\text{привода}} \cdot T_{\text{ТЭ}} = 0,588 \cdot 145 = 85,26 \frac{\text{руб}}{\text{ч}};$$

$$Q_{\text{ПКТН}} = W_{\text{привода}} \cdot T_{\text{ЭЭ}} = 0,415 \cdot 375 = 155,63 \text{ руб/ч},$$

где  $T_{\text{ТЭ}}$  – тариф на тепловую энергию, руб/Гкал;

$T_{\text{ЭЭ}}$  – тариф на электроэнергию, руб/Гкал.

Как видно из расчета, для ПКТН плата за потребляемый энергоресурс на единицу отпускаемой теплоты почти в два раза выше, чем для АБТН. Это показывает, что тепловой насос абсорбционного типа экономически выгоден с точки зрения текущих затрат для условий Беларуси.

### **Заключение**

Тепловые насосы являются довольно энергоэффективным теплогенерирующим оборудованием и хорошей альтернативой использования природных ресурсов планеты, так как снижают их использование за счет утилизации низкопотенциальных тепловых потоков, которые зачастую рассеиваются в окружающую среду. Следовательно, ТН снижают загрязнение окружающей среды. Анализируя полученные результаты, сделаем вывод, что на основании сравнения текущих затрат на производство тепловой энергии с применением ТН более эффективен вариант с абсорбционным тепловым насосом.

### **Литература**

1. Романюк, В.Н. Абсорбционные или парокompрессионные тепловые насосы в схемах ТЭЦ / В.Н. Романюк, А.А. Бобич, С.В. Мальков // Энергия и менеджмент. – 2013. – № 4–5. – С. 18–21.
2. РУП «Минскэнерго», филиал «Энергосбыт» [Электронный ресурс] / РУП «Минскэнерго», филиал «Энергосбыт». – Режим доступа: <https://www.energosbyt.by/ru/>. – Дата доступа: 03.11.2023.