

УДК

## ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕПЛООВОГО НАСОСА ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА НА НОВОПОЛОЦКОЙ ТЭЦ

О.Я. ФЕДОРОВИЧ

(Представлено: канд. техн. наук В.Е. ПИТОЛИН)

*Рассматриваются затраты на энергию на предприятии при различных видах отопления и действующих тарифах на энергоносители.*

В связи с постоянным изменением тарифов на отпуск потребителям тепловой и электрической энергии при проектировании систем отопления производственных зданий необходимо выполнять анализ стоимости отопления с использованием той или иной схемы отопления.

Выведем алгоритм расчета стоимости отопления здания с использованием виртуальных тарифов, подставляя текущие значения изменяющихся тарифов (или их экстраполяционные величины на ближайший планируемый период) можно будет легко определить целесообразность использования той или иной систем отопления.

Рассмотрим несколько систем отопления:

1. Обычная схема централизованного отопления и горячего водоснабжения.
2. Использование электрических водогрейных котлов.
3. Использование газовых отопительных приборов.
4. Использование теплового насоса с накоплением тепловой энергии.

В качестве примера рассмотрим варианты отопления здания механического цеха, расположенного на территории Новополоцкой ТЭЦ, в отношении которого действуют утвержденные в республике тарифы на тепловую, электрическую энергию и газовое топливо, существенно влияющие на себестоимость продукции этого цеха.

Отоплению и горячему водоснабжению подлежит здание строительным объемом  $V = 100\,000\text{ м}^3$ . Общая площадь здания (с административно-бытовыми помещениями) составляет  $S = 12\,000\text{ м}^2$ . Отопительная характеристика здания –  $q_0 = 0,23\text{ Гкал/час}$ , горячее водоснабжение –  $q_{гвс} = 0,4\text{ Гкал/час}$ .

Суточный расход тепловой энергии на отопление здания рассчитывается по формуле (1.1):

$$(1.1)$$

где  $\tau = 24$  часа;  $\lambda = 1,1$  – безразмерный коэффициент потерь теплового потока;  $t_{в} = 18^\circ$  – температура внутри помещений согласно СНиП 11-3-79;  $t_{нар} = -10^\circ$  – температура наружного воздуха;  $t_0 = -1^\circ$  – расчетная температура наружного воздуха начала отопительного сезона.

После подстановки значений получим  $Q_0 = 8,95\text{ Гкал}$  в сутки.

Суточный расход тепловой энергии на горячее водоснабжение рассчитывается по формуле (1.2):

$$, \quad (1.2)$$

где  $\tau_{гвс} = 2$  часа в сутки.

После подстановки значений получим  $Q_{гвс} = 0,88\text{ Гкал}$  в сутки.

Суммарное количество тепла для отопления и горячего водоснабжения этого цеха в сутки составит  $Q_{\Sigma} = Q_0 + Q_{гвс} = 9,83\text{ Гкал}$  в сутки.

Количество теплоты измеряется в джоулях (СИ) или калориях (СГС), причем  $1\text{ Кал} = 4,19\text{ Дж}$ .

### Вариант 1. Централизованное отопление.

Стоимость централизованного отопления здания можно рассчитать по формуле (1.3):

$$, \quad (1.3)$$

где  $C_{ц0} = 434167\text{ руб/Гкал}$  – действующий тариф на тепловую энергию для промышленных предприятий и частных предпринимателей.

Таким образом, стоимость суточного отопления здания механического цеха при использовании системы централизованного отопления составляет  $S_{ц0} = 4267862\text{ руб/сутки}$ .

### Вариант 2. Использование электрических водогрейных котлов.

Количество и стоимость электроэнергии, затраченной на отопление здания при использовании электрических водогрейных котлов можно ориентировочно оценить по формуле (1.4) прямого преобразования электрической мощности в тепловую энергию согласно закону Джоуля-Ленца ( $Q=Wt$ ):

$$S_{Э} = C_{Э} \cdot \frac{1162,8 \cdot Q_{Г}}{\eta_{Э}} + C_{W} \cdot \frac{1162,8 \cdot Q_{Г}}{24 \cdot 30 \cdot \eta_{Э}}, \quad (1.4)$$

где  $\eta_{Э}=0,92$  - КПД электрического водогрейного котла,

$C_{Э}=1090$  руб/квтчас – действующий одноставочный тариф на электрическую энергию для промышленных предприятий.

$C_{W}=117155$  руб/квт в месяц – действующий тариф на электрическую мощность для промышленных предприятий.

1162,8 – коэффициент, отражающий перевод гигакалорий в килоджоули, а секунд в часы.

После подстановки в формулу получим  $S_{Э}=15\,564\,066$  руб/сутки.

#### Вариант 3. Использование газовых отопительных приборов.

Количество и стоимость природного газа для отопления можно рассчитать через его теплотворную способность по формуле (1.5):

$$S_{Г} = C_{Г} \cdot \frac{4190000 \cdot Q_{Г}}{\eta_{Г} \cdot q_{Г}}, \quad (1.5)$$

где  $q_{Г}=33520$  кДж/м<sup>3</sup> – средняя теплотворная способность природного газа,

$\eta_{Г}=0,95$  - КПД газового водогрейного котла,

$C_{Г}=2\,615$  руб/м<sup>3</sup> – действующий тариф на газ в отопительный период для промышленных предприятий и частных предпринимателей.

После подстановки в формулу получим  $S_{Г}=3\,382\,296$  руб/сутки.

#### Вариант 4. Использование теплового насоса с накоплением тепловой энергии.

Представляется целесообразным для отопления механического цеха использовать теплонасосную установку, так как цех находится на берегу сбросного канала. По этому каналу отводится вода, охлаждающая конденсаторы паровых турбин электрогенераторов ТЭЦ. Температура воды в канале обычно на 10° -15° превышает температуру окружающего воздуха и никогда не опускается ниже 10°С.

Размер теплового потока в канале  $Q_{к}=t_{к} \cdot V_{к} \cdot \tau=10 \cdot 10 \cdot 24=2400$  гигакалорий в сутки существенно (на несколько порядков) превышает требуемое количество тепла на отопление цеха.

Мощность электропривода компрессора теплового насоса рассчитывается по формуле (1.6):

$$W = \frac{1162,8 \cdot Q_{Г}}{24 \cdot \varepsilon}, \quad (1.6)$$

где  $\varepsilon=10$  кДж/втчас – средний коэффициент мощности теплового насоса.

Мощность электродвигателя компрессора будет составлять 50 киловатт, а стоимость электроэнергии, затраченная на отопление с помощью теплового насоса, рассчитывается по формуле (1.7):

$$, \quad (1.7)$$

где  $k=2$  – коэффициент кратности контуров нагрева,

$C_{Э\min}=845$  руб/квтчас – минимальный (ночной) тариф для систем отопления с тепловыми насосами.

В связи с тем, что тепловой насос имеет небольшой перепад температур (25-30°С) для отопления и ГВС используется 2-х контурная схема нагрева воды и накопительная емкость объемом 10 м<sup>3</sup> для хранения нагретой воды в ночной период.

Стоимость будет составлять  $S_{ТН}=2028600$  руб/сутки.

Схема включения теплового насоса на рисунке 1.

В качестве теплового насоса можно использовать, например, НКТ 100 фирмы ЗАО «Энергия» (г.Новосибирск, РФ) тепловой мощностью 300 киловатт и электрической мощностью привода 50 квт при температуре воды в канале 10-15 °С.

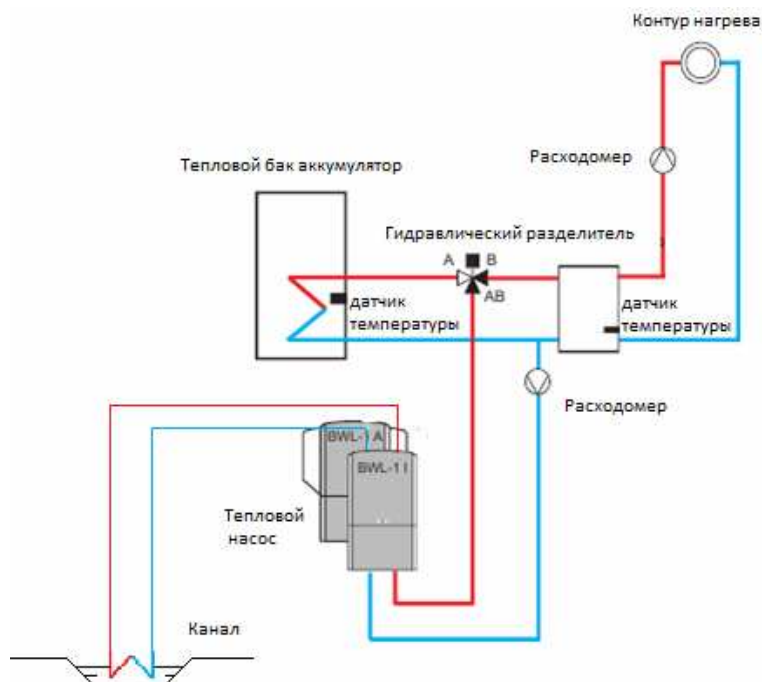


Рисунок 1- Схема включения теплового насоса.

Для наглядности полученные результаты отображены на диаграмме

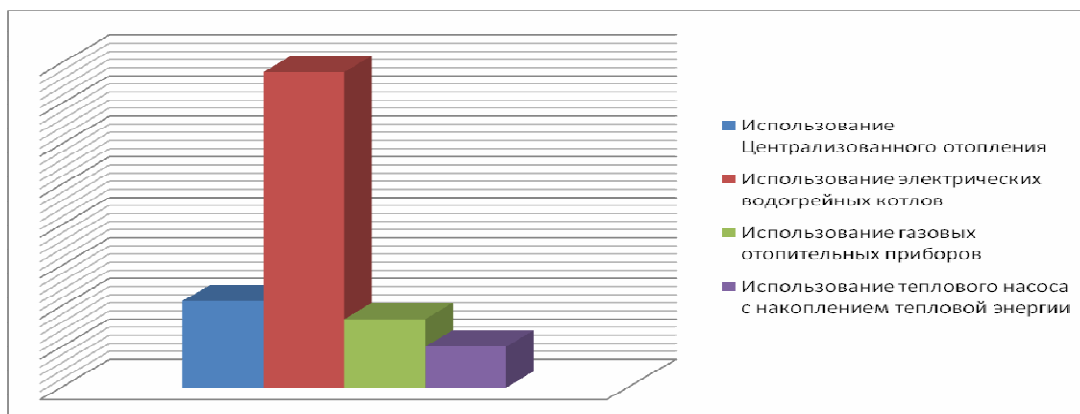


Диаграмма 1 - Общая диаграмма стоимостей

Из приведенной диаграммы видно, что наилучшим, наиболее рентабельным вариантом отопления и ГВС здания механического цеха на территории Новополоцкой ТЭЦ является использование теплового насоса: это в 2 раза дешевле использования централизованного отопления и в 8 раз дешевле использования обычных электрических водогрейных котлов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Веников В.А. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем: Учебник для вузов. - М.: Энергоиздат, 1981 г. - 464 с.
2. Галашов Н. Н. Технологические процессы выработки электроэнергии на ТЭС и ГЭС: Учебное пособие. - Томск. Издательство Томского политехнического университета, 2010. - 90 с.
3. Качан А.Д. Режимы работы и эксплуатации тепловых электрических станций: Учебное пособие. - Мн., Выш. школа. 1978 г. - 288с.