

## ОЦЕНКА РЕЗЕРВА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ СТОКОВ ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ТИПА «ВОДА-ВОДА»

Kuzmin S.I.

## ASSESSMENT OF THE HEAT ENERGY RESERVE OF EFFLUENTS FOR WATER-TO-WATER HEAT PUMPS

**Аннотация.** Представлены результаты оценки резерва тепловой мощности сточной жидкости в жилых зданиях для тепловых насосов типа «вода-вода».

**Ключевые слова:** энергосбережение, сточная жидкость, тепловые насосы, отопление.

**Abstract** The results of the assessment of the reserve thermal power of wastewater in residential buildings for water-to-water heat pumps are presented.

**Keywords:** energy saving, wastewater, heat pumps, heating.

В каждом эксплуатируемом здании имеется источник относительно теплой воды, это сточная жидкость. Имея относительно стабильный расход и температуру в течение года, сточная жидкость может оказаться эффективным источником энергии для тепловых насосов.

Резервное количество тепла, которое можно извлечь из сточной зависит её количества за расчетный период и температурным потенциалом. Утилизацию тепловой энергии рационально производить из хозяйственных (или производственных) стоков. Учитывая, что доля фекальной жидкости не превышает 10% от общего расхода, остальное количество стоков может рассматриваться как потенциально теплосодержащую среду.

Тепловая мощность сточной жидкости  $Q_w$  [Вт] определяется её количеством и разностью потенциалов среды до  $t_{w1}$  и после  $t_{w3}$  теплового насоса:

$$Q_w = 0,28 \cdot G_w \cdot \rho_w \cdot c_w \cdot (t_{w1} - t_{w3}), \quad (1)$$

где  $G_w$  – расчетное количество стоков, удаляемых системами канализации, м<sup>3</sup>/час;  $c_w$  и  $\rho_w$  – соответственно теплоемкость (кДж/кг<sup>°</sup>С) и плотность воды (кг/м<sup>3</sup>) при температуре  $t_{w1}$ .

Расчетное среднечасовое количество стоков  $G_w$  определится из суточной нормы водопотребления холодной  $g_c$  и горячей воды  $g_h$  и числа потребителей в здании  $U$ :

$$G_w = \frac{U}{24} (0,9 \cdot g_c + g_h). \quad (2)$$

Средневзвешенная температура стоков определится из расчетных температур горячей  $t_h$  и холодной  $t_c$  воды и соотношения норм водопотребления [1]:

$$t_{w1} = \frac{g_h t_h + 0,9 \cdot g_c t_c}{g_h + g_c}. \quad (3)$$

Среднее расчетное часовое количество тепла, подлежащее утилизации (Вт) можно определить по выражению:

$$Q_w = \frac{0,28}{24} (g_h + 0,9 \cdot g_c) \frac{V \cdot k_{\Pi}}{h_{эм} \cdot f_{\Pi}} \cdot \rho_w \cdot c_w \left( \frac{0,9 \cdot g_c t_c + g_h t_h}{0,9 \cdot g_c + g_h} - t_{w3} \right). \quad (4)$$

На графиках (рис.1) представлены расчетные значения резерва тепла и энергии в сточной жидкости при различных нормах водопотребления и температурных условиях по отношению к соответствующим значениям системы отопления зданий, расположенных в «умеренно-холодном» климатическом районе с расчетной температурой на отопление  $t_{co} = -35^{\circ}\text{C}$  и умеренном с расчетной температурой  $t_{co} = -25^{\circ}\text{C}$ .

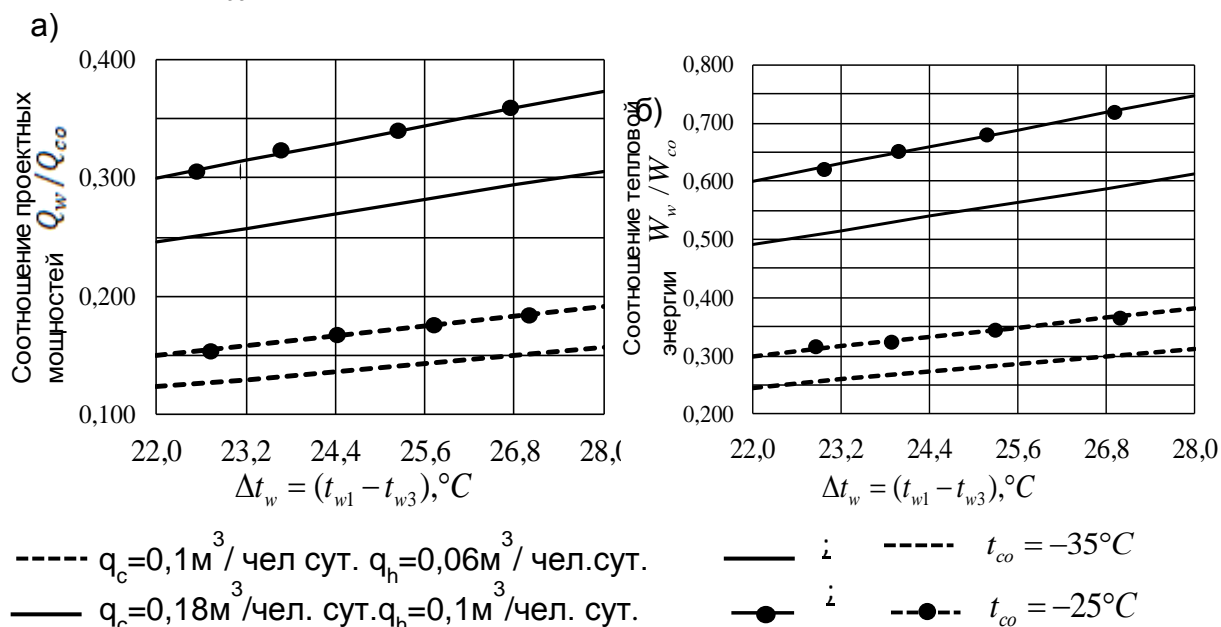


Рисунок 1 – Соотношения между мощностью потенциала стоков и расчетной мощностью системы отопления  $Q_w/Q_{co}$  - а) и количествами тепла, содержащегося в стоках и потребностью тепла на отопление здания  $W_w/W_{co}$  за расчетный период - б).

Расчеты показывают, что резерв тепловой мощности сточной жидкости достигает от 12 Вт до 25 Вт на  $1 \text{ м}^2$  обогреваемого помещения, что составляет значительную долю от расчетной мощности на отопление здания: от 0,15 до 0,3 для «холодных» районов и даже до 40% для «умеренных». Еще более значительная доля тепловой энергии стоков в необходимой энергии на отопление зданий, которая может достигать от 25% до 60% для «холодных» районов и даже 80% для умеренного климата. Такой эффект достигается за счет относительно постоянного резерва мощности энергии стоков в течение года при изменяющейся потребности на отопление в течение отопительного периода.

Таким образом, анализ резерва тепловой энергии сточной жидкости дает основание для рассмотрения этой низко потенциальной среды в качестве источника тепла для инженерных систем здания. Проблема заключается не столько в технической реализации процесса извлечения тепла с повышением температурного потенциала, сколько в возможных издержках и соответственно рентабельности этого способа энергоснабжения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. СП 30.13330. 2016. Внутренний водопровод и канализация.