

5. ЭКОНОМИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЧАСТОТНО РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА (ЧРП)

Алгоритм расчета экономического эффекта применения ЧРП в насосных станциях ЦТП коммунальной сферы [5]:

1. Определяется средний расход холодной воды в час на ИТП или ЦТП, $Q_{ср}$ м³/час:

$$Q_{ср} = \frac{Q_{ср.чел} \cdot M}{720} \left(\text{м}^3 / \text{час} \right) \quad (25)$$

2. Рассчитывается минимально необходимый $H_{необх}$ общий (статический + динамический напоры) напор при наибольшей подаче по формуле

$$H_{необх} = C \cdot N \cdot D \left(\text{м вод.ст.} \right) \quad (26)$$

где N – число этажей (включая подвал – для индивидуальных тепловых пунктов), для группы домов – число этажей самого высокого дома; C · N – дополнительный статический напор, создаваемый сетевым насосом; C=3 – для стандартных домов, C=3,5 – для домов повышенной комфортности; D=10 – для одиночных домов и D=15 – для группы домов, обслуживаемых ЦТП.

3. Оценивается требуемый дополнительный напор, создаваемый регулируемым насосом:

$$H_{треб} = H_{необх} - H_{вх}, \quad (27)$$

4. Определяется требуемая мощность преобразователя частоты:

$$P_{пч} = (1,1 - 1,2) \cdot H_{треб} \cdot Q_{ср} / (367 \cdot \eta_{ис} \cdot \eta_{дв.люм}), \text{ кВт.} \quad (28)$$

Величину КПД насосного агрегата $\eta_{ис}$ определяют как

$$\eta_{нс} = K \cdot \eta_{дв.н.ю.м},$$

где К- определяют по таблице 7 для расхода $Q_{ср}$

5. Определяется стоимость годовой экономии электроэнергии (руб./год) по формуле

$$C_{\Delta W_{год}} = \Delta W_{год} \cdot C_{эл.эн} = (H_{вых} - H_{необ}) \cdot Q \cdot t_{год} \cdot C_{эл.эн} / (367 \cdot \eta_{нас} \cdot \eta_{дв.н.ю.м}) \quad (29)$$

где $\Delta W_{год}$ – электроэнергия, сэкономленная за год, кВт·ч; $t_{год}$ -число часов работы оборудования в течение года; $C_{эл.эн}$ –цена 1 кВт·ч электроэнергии, руб; $H_{вх}$, $H_{вых}$ -напор до и после насоса.

6. Определяется стоимость (руб/год) годовой экономии воды вследствие уменьшения напора:

$$C_{\Delta B_{год}} = \Delta B_{год} \cdot C_{воды} = 0,07 \cdot (H_{вых} - H_{необ}) \cdot Q_{ср} \cdot t_{год} \cdot C_{воды} / 10, \quad (30)$$

где $\Delta B_{год}$ - количество воды, сэкономленной за год, м³; $C_{воды}$ -цена 1м³ воды с учетом очистки, руб; $H_{вых}$, $H_{необх}$ -напор, обеспечиваемый хозяйственными насосами ЦТП.

7. Оценивается ориентировочный срок окупаемости дополнительного оборудования $T_{ок}$, лет:

$$T_{ок} = C_{чрп} / (C_{\Delta W_{год}} + C_{\Delta B_{год}}), \quad (31)$$

где $C_{чрп}$ - стоимость дополнительного оборудования ЧРП, включая установку.

Пример

$\Theta_{ср.чел} = 7,84 \text{ м}^3/\text{чел.в.месяц},$

$N = 15$ – число этажей (включая подвал) для ЦТП.

$M = 504$ -число жителей в доме (14 этажный дом),

$C = 3$ -для стандартных домов (ЦТП)

$D = 10$ -для одиночных домов (ЦТП),

$$H_{\text{вх}} = 10 \text{ м вод.ст.},$$

$$H_{\text{вых}} = 60 \text{ м вод.ст.},$$

$$\eta_{\text{дв.н.ю.м}} = 0,8,$$

$$C_{\text{эл.эн}} = 3 \text{ руб. за } 1 \text{ кВт}\cdot\text{ч},$$

$$C_{\text{воды}} = 21,08 \text{ руб за } 1 \text{ м}^3 \text{ холодной воды},$$

$$C_{\text{ЧРП}} = (80000 \dots 420000) \text{ руб.}, \text{ включая доставку.}$$

Решение

1. Определяется средний расход холодной воды в час на ИТП или ЦТП $Q_{\text{ср}}, \text{ м}^3 / \text{ч}$:

$$Q_{\text{ср}} = \frac{Q_{\text{ср.чел}} \cdot M}{30 \cdot 24} = \frac{7,84 \cdot 504}{720} = 5,49 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

$$2. H_{\text{необх.}} = 3 \cdot 15 + 10 = 55 \text{ м вод.ст.}$$

$$3. H_{\text{треб.}} = 55 - 10 = 45 \text{ м вод.ст.}$$

$$4. P_{\text{ПЧ}} = \frac{1,2 \cdot 45 \cdot 5,49}{367 \cdot 0,64 \cdot 0,8} = 1,6 \text{ кВт},$$

где $\eta_{\text{нс}} K \cdot \eta_{\text{дв.н.ю.м}} = 0,8 \cdot 0,8 = 0,64$; K определяется по таблице 7
($K=0,8$ при $Q_{\text{ср}} / Q_{\text{н.ю.м}} = 0,6$)

$$5. C_{\Delta W_{\text{год}}} = (60 - 55) \cdot 5,49 \cdot 8760 \cdot 3 / (367 \cdot 0,64 \cdot 0,8) = 3839 \text{ руб.}$$

$$6. C_{\Delta B_{\text{год}}} = 0,07 \cdot (60 - 55) \cdot 5,49 \cdot 8760 \cdot 21,08 / 10 = 33799 \text{ руб.}$$

$$7. T_{\text{ок}} = \frac{89000}{3839 + 33799} = \frac{89000}{37638} \approx 2,36 \text{ года}.$$

$C_{\text{ЧРП}} = 89000$ – стоимость дополнительного оборудования ЧРП, включая установку.

Исходные данные

Таблица 6

N вар	$Q_{ср.чел}$ $м^3/мес$	N	C	D	$H_{ВХ}$ м вод.ст.	$H_{ВЫХ}$ м вод.ст.	$C_{эл.эн}$ руб за 1 кВт/чел	$C_{воды}$ руб за 1 $м^3$
1,16	7,84	4	3,5	15	7	32	1,48	21,08
2,17	7,84	5	3,5	15	7	35	1,48	21,08
3,18	7,84	6	3	10	9	33	1,48	21,08
4,19	7,84	10	3	10	12	45	1,48	21,08
5,20	7,84	15	3	10	12	62	1,04	21,08
6,21	7,84	17	3	10	15	65	1,04	21,08
7,22	7,84	6	3,5	10	7	35	1,48	21,08
8,23	7,84	10	3,5	15	15	60	1,04	21,08
9,24	7,84	13	3	15	15	59	1,48	21,08
10,25	7,84	15	3	15	17	67	1,48	21,08
11,26	7,84	17	3	15	20	70	1,48	21,08
12,27	7,84	5	3,5	10	9	31	1,04	21,08
13,28	7,84	10	3,5	10	10	55	1,04	21,08
14,29	7,84	13	3,5	10	10	65	1,04	21,08
15,30	7,84	17	3	15	10	75	1,04	21,08

Зависимость коэффициента K от отношения $Q_{ср}/Q_{ном}$

Таблица 7

$Q_{ср}/$ $Q_{ном}$	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
K	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	1,0	1,02	1,025	1,03	1,035	1,04