

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Кафедра «Автоматизовані електромеханічні системи»

**ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ**

до розрахункового завдання

**Економічна оцінка енергозбереження засобами електроприводу  
з дисципліни**

**«Енергоефективний електропривод»**

## Розрахункове завдання з дисципліни «Енергоефективний електропривод»

### Економічна оцінка енергозбереження засобами електроприводу

Холодне водопостачання будівлі здійснюється від насоса типу К90/55 з номінальним напором  $H_{ном} = 55$  м вод. ст., продуктивністю (подачею)  $Q_{ном} = 90$  м<sup>3</sup>/год (0,025 м<sup>3</sup>/с) і ККД  $\eta_{ном} = 0,63$ . У насосній установці використовується двигун типу АІР180S2УЗ з номінальною потужністю 20 кВт та ККД  $\eta_{ед} = 0,88$ . Здійснюється модернізація електроприводу насоса за рахунок використання перетворювача частоти (ПЧ) потужністю 22 кВт та вартістю  $C_{пч}$ . Потрібно оцінити термін окупності виробленої модернізації за рахунок економії електроенергії.

Режим роботи насосної установки цілодобовий. Час роботи насоса на рік становить:

- з номінальними витратою  $Q_{ном}$  і напором  $H_{ном}$  протягом часу  $T_{рном}$ ,
- з витратою  $Q_1$  протягом часу  $T_{р1}$ ,
- з витратою  $Q_2$  протягом часу  $T_{р2}$ .

Значення величин залежно від варіанта завдання представлені таблиці 3.

Напір для знижених витрат відповідно до характеристики насоса  $H-Q$  при номінальній швидкості обертання становить  $H_1 = 59$  м вод. ст. та  $H_2 = 62$  м вод. ст.

Умови розрахунку:

- одноставковий тариф на споживану електроенергію становить 2,53 гр/кВтг;
- Витрати на пусконаладжувальні роботи становлять 8% від вартості перетворювача частоти;
- Витрати на монтаж перетворювача частоти приймаються у розмірі 10% від його вартості;
- річні амортизаційні відрахування за перетворювачем частоти становлять 6,4%;
- Транспортні витрати приймаються у розмірі 1% від вартості перетворювача частоти;
- ККД насоса та двигуна незмінні та рівні номінальним;
- чисельність та заробітна плата обслуговуючого персоналу насосної станції після модернізації не змінилися.

Економію електроенергії знаходимо, зіставляючи споживання електроенергії нерегульованого та регульованого за швидкістю електроприводів.

### Нерегульований електропривод

Для кожного рівня витрати  $Q$  і напору  $H$  знаходимо споживані потужності

$$P_{потр} = \rho g H Q / (\eta_{ном} \eta_{еп}),$$

де  $\rho$  — щільність води,  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ ;  $g$  — прискорення вільного падіння,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ,

й енергію  $W_{\text{потр}} = P_{\text{потр}} T_p$

Результати розрахунку подані у табл. 1.

Споживання електроенергії протягом року роботи насосної установки складе  $W_{\Sigma\text{потр}}$ , кВтг.

Таблиця 1 Дані розрахунку нерегульованого електроприводу

Q, м <sup>3</sup> /с	0,025	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>
H, м вод. ст.	55	59	62
T <sub>p</sub> , ч	T <sub>рном</sub>	T <sub>p1</sub>	T <sub>p2</sub>
P <sub>потр</sub> , кВт			
W <sub>потр</sub> , кВтч			

### Регульований електропривод

Після модернізації електроприводу за рахунок зниження швидкості двигуна зменшуються при тих же витратах напір і, отже, споживані потужність та електроенергія.

Перерахунок рівнів напору та потужності для двох швидкостей  $\omega_1$  та  $\omega_2$  здійснюється за допомогою формул подібності:

$$Q_1/Q_2 = \omega_1/\omega_2; H_1/H_2 = (\omega_1/\omega_2)^2; P_1/P_2 = (\omega_1/\omega_2)^3.$$

Дані розрахунку при умові модернізації електропривода надані в табл. 2.

Таблиця 2 Дані розрахунку електропривода при його модернізації

Q, м <sup>3</sup> /с	0,025	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>
H, м вод. ст.	55,0		
T <sub>p</sub> , ч	T <sub>рном</sub>	T <sub>p1</sub>	T <sub>p2</sub>
P <sub>потрм</sub> , кВт			
W <sub>потрм</sub> , кВтч			

Споживання електроенергії в цьому випадку  $W_{\Sigma\text{потр}}$ , а економія

$$W_{\text{ек}} = W_{\Sigma\text{потр}} - W_{\Sigma\text{потрм}}$$

Розрахунок терміну окупності визначається за формулою

$$T_{ок} = KB/\Delta EB,$$

де KB – капітальні витрати при модернізації;

$\Delta EB$  – зниження експлуатаційних витрат за рахунок капітальних.

У EB у загальному випадку входять амортизаційні відрахування, витрати на обслуговування та ремонт обладнання, вартість технологічної електроенергії та заробітна плата обслуговуючого персоналу.

Капітальні витрати в загальному випадку включають вартість устаткування, витрати на його транспортування, будівельні і монтажні-налагоджувальні роботи, проведення науково-дослідних і дослідно-конструкторських розробок (НДДКР) за проектом.

Визначаємо термін окупності, приймаючи як капітальні витрати вартість перетворювача частоти і всі супроводжуючі витрати при модернізації:

$$T_{ок} = KB/\Delta EB =$$

Таблиця 3 Вихідні дані розрахунку

$N_{вар}$	$Q_1, \text{ м}^3/\text{с}$	$Q_2, \text{ м}^3/\text{с}$	$T_{рном}, \text{ ч}$	$T_{р1}, \text{ ч}$	$T_{р2}, \text{ ч}$	$Ц_{пч}, \text{ гр}$
1	0,015	0,005	2600	3000	2400	25000
2	0,015	0,005	2600	3200	2200	24000
3	0,015	0,005	2800	3000	2000	23000
4	0,015	0,005	2800	3200	2100	22000
5	0,015	0,007	3000	2800	2200	21000
6	0,015	0,007	3000	2600	2300	20000
7	0,015	0,007	2400	3400	2400	25000
8	0,015	0,007	2400	3200	2200	24000
9	0,015	0,009	2200	3400	2000	23000
10	0,015	0,009	2200	3600	2100	22000
11	0,015	0,009	2000	3800	2200	21000
12	0,015	0,009	2000	3600	2300	20000
13	0,01	0,006	2600	3000	2400	25000
14	0,01	0,006	2600	3200	2200	24000
15	0,01	0,006	2800	3000	2000	23000
16	0,01	0,006	2800	3200	2100	22000
17	0,01	0,008	3000	2800	2200	21000
18	0,01	0,008	3000	2600	2300	20000
19	0,01	0,008	2400	3400	2400	25000
20	0,01	0,008	2400	3200	2200	24000
21	0,01	0,004	2200	3400	2000	23000

22	0,01	0,004	2200	3600	2100	22000
23	0,01	0,004	2000	3800	2200	21000
24	0,01	0,004	2000	3600	2300	20000