

УДК 620.4+658.22

Н.Ю. Гарасьова, доц, канд. техн. наук., Т.В. Величко, асист.

Кіровоградський національний технічний університет

## Оцінка ефективності роботи регульованого електроприводу насосу при змінному графіку водоспоживання

Зниження витрат електроенергії насосними станціями можливе тільки при комплексному вирішенні задач енергоефективного управління та забезпечення оптимального режиму роботи насосів на основі даних о режимах водоспоживання. Зроблений аналіз зменшення споживання електроенергії при застосуванні частотного регулювання електроприводу насосної станції.

**насос, електропривод, водоспоживання, економія електроенергії**

Ефективність заміни застарілих технічних систем новими визначається, перш за все, економічною ефективністю, яка може бути отримана в результаті зменшення експлуатаційних витрат. В умовах виробництва використовують два варіанти реконструкції шляхом заміни нерегульованого електроприводу регульованим, а також заміни регульованого електроприводу більш сучасним. Доцільність першого варіанту в значній мірі визначається нерівномірністю графіку водоспоживання насосної станції.

Режим водоспоживання насосної станції змінюється в залежності від сезону року, місяця, тижня та часу доби і характеризується графіком водоспоживання (рис.1).

Характеристикою насоса є залежність напору  $H$  від витрати  $Q$ , що з достатнім ступенем точності можна представити у вигляді:

$$H = H_{0н} \left( \frac{\omega}{\omega_{ном}} \right)^2 - CQ^2, \quad (1)$$

де  $H_{0н}$  - напор насоса при  $Q=0$  і  $\omega = \omega_{ном}$ ;

$\omega_{ном}$  - номінальна швидкість електродвигуна;

$C$  – конструктивний коефіцієнт насоса;  $Q_{ном}$  і  $H_{ном}$  - номінальні витрата і напор.

Характеристика магістралі визначається наступним виразом:

$$H = H_c + R \cdot Q^2, \quad (2)$$

де  $H_c$  – статичний напор (протитиск), який відповідає  $Q=0$  (закритій засувці);

$R$  – коефіцієнт опору магістралі.

За формулами (1)-(2) побудовані характеристики насосу Д320-50 з асинхронним двигуном потужністю  $P_{ном}=75$  кВт і магістралі та представлені на рис.2.

При зменшенні споживання води, потрібно змінити швидкість обертання двигуна насосу таким чином, щоб отримати нову точку  $Q_1$  та  $H_1$ . Нова швидкість обертання двигуна насосу визначаємо з формули (3):

$$\omega_1 = \omega_{ном} \cdot \sqrt{\frac{H_1 + C \cdot Q_1^2}{H_{он}}} \text{ об/хв} \quad (3)$$

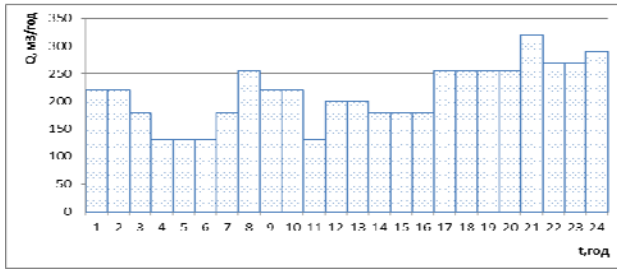


Рисунок 1 - Добовий графік водоспоживання насосної станції

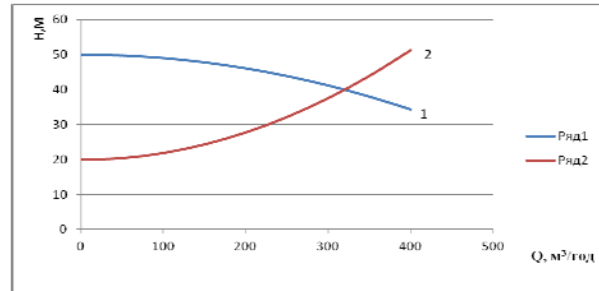


Рисунок 2 – Характеристики насосу (1) та магістралі (2)

Розрахунок швидкості обертання двигуна насосу при зміні споживання води приведений в табл. 1.

Таблиця 1 – Визначення швидкості обертання двигуна насосу при зміні споживання води

Q, м³/год	320	290	270	256	220	200	178	130
H, м	40	37	33	31	29	28	26	23
ω, об/хв	1450	1378,8	1298,8	1254,1	1190,8	1158,3	1106,1	1018,1

Таблиця 2 – Результати розрахунку характеристик насосу при зміні швидкості обертання двигуна насосу

Q, м³/год	H, м	H1,м	H2,м	H3,м	H4,м	H5,м	H6,м	H7,м
0	50	45,21	40,12	37,40	33,73	31,91	29,09	24,65
50	49,76	44,97	39,88	37,16	33,48	31,66	28,85	24,41
100	49,02	44,24	39,14	36,42	32,75	30,93	28,12	23,67
150	47,80	43,02	37,92	35,20	31,53	29,71	26,90	22,45
200	46,09	41,31	36,21	33,49	29,82	28,00	25,19	20,74
250	43,89	39,11	34,02	31,30	27,62	25,80	22,99	18,55
300	41,21	36,42	31,33	28,61	24,94	23,12	20,31	15,86
350	38,03	33,25	28,16	25,44	21,76	19,94	17,13	12,69
400	34,37	29,59	24,49	21,78	18,10	16,28	13,47	9,03

Характеристики насосу представлені на рис.3.

Проаналізуємо зменшення споживання електроенергії при частотному регулюванні порівняно з регулюванням заслінкою. Для цього скористаємось таблицею 4.3[2], в якій приведені дані про спожиту електроприводом відцентрового насосу потужність при дросельному та частотному регулюванні в залежності від витрат рідини та статичного напору у відносних одиницях. Побудуємо графік для  $h_c=0,4$  (рис.4).

Потужність, яка споживається насосною установкою з мережі:

$$P_1 = \frac{P_{mex}}{\eta} = \frac{75}{0,93} = 80,645 \text{ кВт} \quad (4)$$

де  $P_{mex}$  – потужність на валу двигуна насоса;  
 $\eta_1$  - ККД двигуна.

Згідно з графіком водоспоживання витрата води у період часу з 0 годин до 1 год складає 220м³/год, у відносних одиницях 0,688. З рисунку 4 визначаємо різницю між потужністю, що споживається, при дросельному та частотному регулюванні, яка складає 0,88-0,57=0,31 в.о. Економія потужності складає 0,31\*80,645=25 кВт.

На рис.5 представлені результати розрахунків економії потужності, що споживається насосом.

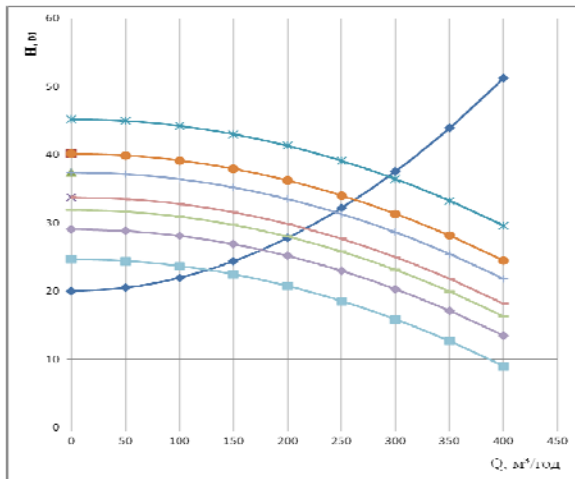


Рисунок 3 – Характеристики насосу та магістралі при зміні швидкості обертання двигуна насосу

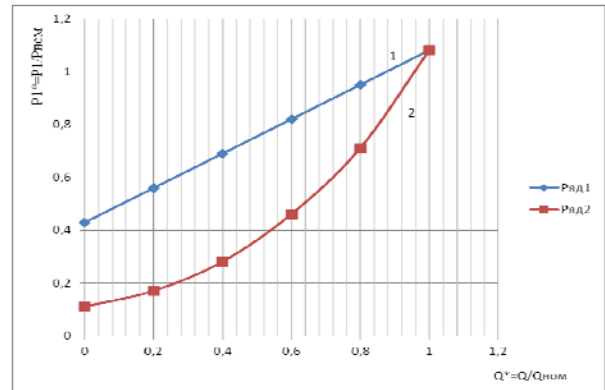
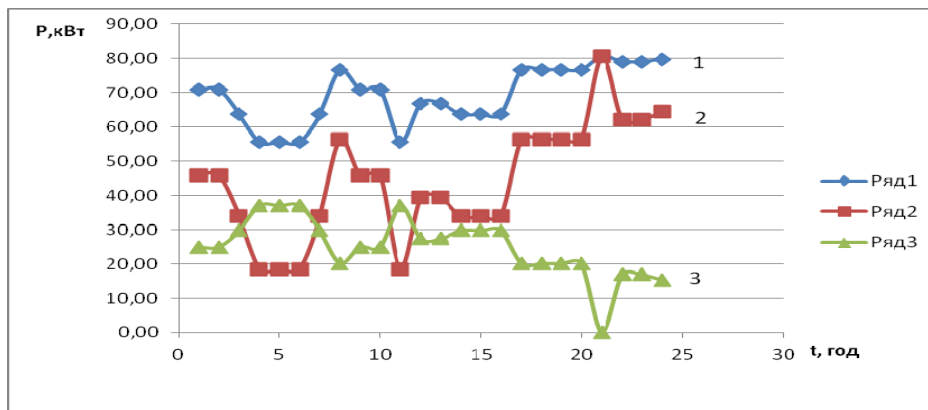


Рисунок 4 – Залежності  $P_{1*} = f(Q_*)$  при дросельному (крива 1) і при частотному (крива 2) регулюванні



1–активна потужність двигуна при дросельному регулюванні; 2–активна потужність при частотному регулюванні; 3–розрахункова економія потужності

Рисунок 5 – Результати розрахунків економії потужності, що споживається насосом

Якщо вважати, що зміна потужності протягом однієї години незначна, можна розрахувати добове споживання енергії при дросельному та частотному регулюванні. Воно складає 1660,48 кВт\*год та 1058,06 кВт\*год відповідно. З виконаних розрахунків можна зробити висновок, що добова економія електроенергії при частотному регулюванні склала 602,42 кВт\*год. При вартості електроенергії 1,24 грн/кВт\*год отримуємо добову економію:  $602,42 * 1,24 = 746,48$  грн. Якщо не враховувати збільшення витрат води у вихідні дні, а також сезонні зміни, можна оцінити річну економію енергії у 272,47 тис.грн.

## Список літератури

1. Лезнов Б.С. Экономия электроэнергии в насосных установках.-М.:Энергоатомиздат, 1991. – 144 с.
2. И.Я.Браславский, З.Ш.Ишматов, В.Н.Поляков Энергосберегающий асинхронный электропривод.- М.:Издательский центр „Академия”, 2004.
3. Гуринович А.Д. Оптимизация выбора и режимов работы насосов в зависимости от графиков водопотребления. Web-energo by № 2(29) – 2006.

Одержано 24.04.14