УДК 621.006.72

В.Б. Кисельов

МАТЕМАТИЧНЕ ТА АЛГОРИТМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ НАСОСНОЮ СТАНЦІЄЮ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Анотація: Стаття присвячена розгляду задач, які пов'язані з функціонуванням систем водопостачання і управлінням насосною станцією по радіоканалу. Математичне та алгоритмічне забезпечення автоматизованих систем управління є одним з важливих факторів для проектування таких систем.

Ключові слова: насосний агрегат, насосна станція, контрольований пункт, пункт управління, алгоритм.

Добовий рапорт по кожному насосному агрегату (НА) включає визначення кількості відпрацьованих агрегатом годин та визначення кількості перекачаної води.

Відпрацьоване агрегатом за добу число годин визначається за сумою проміжків часу Δt, в перебігу яких на пункті управління була інформація про включення положення високовольтного вимикача, $T = \Delta t_1 + \ldots + t_n$, а кожний проміжок часу, в перебігу якого вимикач був ввімкнутий визначається вираженням $\Delta t = t_{\text{вкл}} - t_{\text{вик}}$, де $t_{\text{вкл}}$ – поточний час, при якому був отриманий сигнал $X_{\text{в}} = 1$ про включення вимикача в мережу; $t_{\text{вик}}$ – поточний час, при якому був отриманий сингал $X_0 = 1$ про виключення вимикача із мережі.

Облік кількості перекачаної агрегатом води здійснюється на основі виразів для визначення потужності N насоса

$$N = GH \text{ або } N = PV, \tag{1}$$

де G – масовий розхід води, кг/с; H – напір води, дж/кг; V – подача, $м^3/с$; P – тиск, Па ($Н/м^2$).

Для визначення кількості перекачаної води в даному випадку доцільно скористатися іншим виразом:

$$V = N/P, \tag{2}$$

Помноживши ліву і праву частину співвідношення (2) на час t, отримуємо, об'єм V перекачаної за час t води:

$$Vt = Nt/P = A/P, \tag{3}$$

де A – енергія, використана насосом за час t.

Оскільки протягом доби потужність насоса N і тиск P води змінюються, то доцільно використовувати інтегральне значення параметру A, вираховуючи його електричним лічильником активної

© В.Б. Кисельов, 2014

 ISSN 1560-8956

енергії приводного двигуна і середнє значення напору за добу. Виходячи із практики, визначення напору виконують через кожних чотири години і тоді

$$H_{\text{ст.ср}} = 1/7\left(H_{\text{ст.0}} + H_{\text{ст.4}} + H_{\text{ст.8}} + H_{\text{ст.12}} + H_{\text{ст.16}} + H_{\text{ст.20}} + H_{\text{ст.24}}\right), \quad (4)$$

де індекси 0, 4, 8, і т. д. означають значення напорів відповідно в 0, 4, 8, 12, 16, 20 і 24 години.

Кожне значення напору визначаються по різниці рівнів верхнього h_B і нижнього $h_{\text{н}}$ б'єфу

$$H_{\text{ст.п}} = h_B - h_{\text{н}}$$

Остаточно кількість перекачаної води визначиться за виразом

$$\nu = \frac{Wa \cdot 2.64}{H_{\text{ст.ср}} + \Delta H} \cdot \eta, \quad (5)$$

де Wa – активна електроенергія; 2.64 – коефіцієнт пропорційності; ΔH – втрати напору; η – коефіцієнт корисної дії агрегату.

Для відеограми стану агрегату значення $\text{tg}\varphi$ і $\cos\varphi$ визначаються за відомими співвідношеннями

$$\text{tg}\varphi = \frac{Q_P}{P_A},$$

$$\cos\varphi = \sqrt{P_A^2 + Q_P^2} \quad (6)$$

де Q_P – значення реактивної потужності двигуна, МВт; P_A – значення активної потужності двигуна, МВт.

Оскільки, реактивна потужність в синхронних двигунах, як правило, має негативне значення, тоді $\text{tg}\varphi$ повинен вираховуватися з урахуванням значення знаку $+\text{tg}\varphi$ або $-\text{tg}\varphi$.

Розглянемо задачу алгоритмічного забезпечення АСУ насосної станції.

Обмін інформацією між пунктом управління та контрольованим пунктом відбувається шляхом почергової передачі повідомлень по телефонним кабелям і по радіоканалам. Під повідомленням мається на увазі неперервна передача одного із абонентів.

Абонент, який передає інформацію, називається відправником. Абонент, який приймає інформацію, називається одержувачем. Завершений обмін інформацією між ПУ і КП будемо називати сеансом зв'язку.

На рисунку 1 показано алгоритм часової області обміну інформації між ПУ та КП при виклику інформації від КП. Після запиту, отриманого від ПУ, КП приймає інформацію від ПУ, аналізує її, підготовлює дані для передачі на ПУ. Для цього між повідомленнями ПУ і повідомленнями КП є пауза $\tau = \tau_1$, тривалість якої може змінюватись залежно від обставин. Після підготовки даних,

КП передає їх на ПУ. В перебігу часу ПУ аналізує прийняті повідомлення на достовірність, і у випадку правильного прийому, виробляє квитанцію, яку передає на КП. Після передачі квитанції ПУ в перебігу часу виконують наступну обробку інформації закінчивши сеанс зв'язку. При необхідності обробки інформації продовжується, наприклад вивід даних на друк.

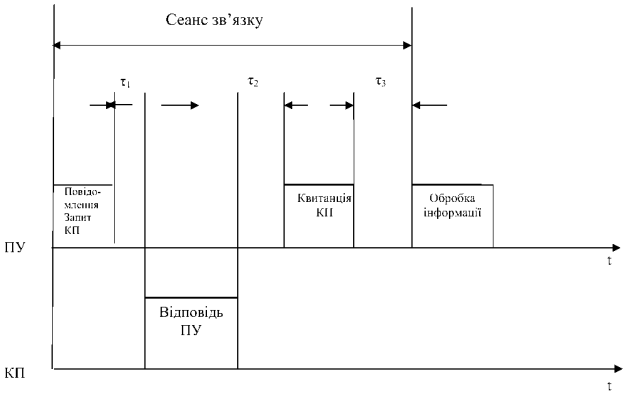

Рис. 1 – Алгоритм обміну інформацією під час запиту з ПУ про отримання необхідних повідомлень від КП

Розглянутий алгоритм відноситься тільки до одного КП.

В ряді випадків ініціатором організації сеансу зв'язку є КП. Цей обмін інформацією може, наприклад, відбуватися при аварійному відключенні обладнання на НС. На рисунку 2 представлено алгоритм обміну інформацією при періодичній передачі повідомлень з КП на ПУ.

У випадку аварійного відключення обладнання на НС, КП відсилає на ПУ запит на сеанс зв'язку. Якщо по закінченню часу аварійного відключення обладнання від ПУ не поступив дозвіл на передачу, тоді КП робить повторний запит на ПУ. Протягом часу $\tau_n + 1$ ПУ аналізує отриманий запит і видає КП квитанцію, дозволяючи передачу.

Проаналізував протягом проміжку часу τ_{n+2} квитанцію, КП передає на ПУ інформацію. Отримавши інформацію, ПУ опрацьовує її і видає КП квитанцію на кінець зв'язку. Опрацьована на ПУ інформація через деякий час t може бути задокументована.

Команди управління із ПУ на КП виробляють по алгоритму, представленому на рисунку 3. Специфіка обміну інформацією під час сеансу управління полягає в тому, що команди передаються в

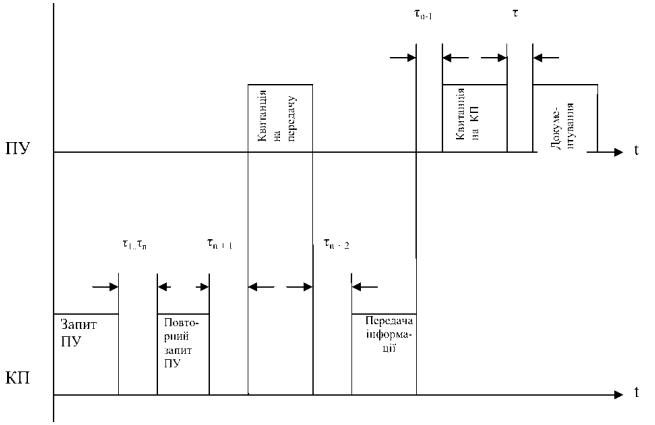

Рис. 2 – Алгоритм обміну інформацією в часі при періодичній передачі повідомлень з КП на ПУ

два етапи: спочатку передаються попередні команди, а потім виконуюча команда. Другою особливістю цього обміну є використання всього інформаційного зворотного зв'язку. За час τ_2 ПУ повинен впевнитися, що КП вірно прийняв попередню команду.

Після виконання необхідних команд диспетчер ПУ передає виконуючу команду. КП знову посилає на ПУ інформацію про отримання виконуючої команди. ПУ перевірив, що виконуюча команда прийнята вірно, автоматично посилає на КП квитанцію-дозвіл на реалізацію команди ТУ.

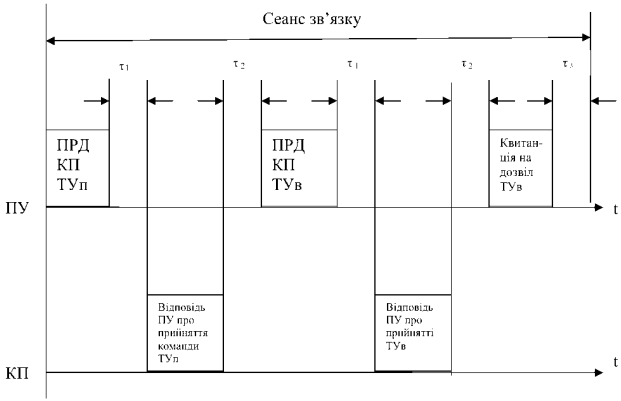

Рис. 3 – Алгоритм обміну інформацією в часі між ПУ і КП при передачі команд телеуправління

У представлених вище рисунках і в тексті зазначені наступні скорочення:

НА – насосний агрегат; НС – насосна станція; КП – контрольований пункт; ПУ – пункт управління;

τ_1 – час обробки повідомлення від ПУ; τ_2 – час обробки повідомлення від КП; τ_3 – час обробки повідомлення КП в кінці сеансу зв'язку;

ПРД – передача команди; ТУп – попередня команда; ТУв – виконуюча команда.

Висновки

Результати дослідження дозволять забезпечити алгоритмізацію і математичний опис розглянутих систем задля автоматизації насосних станцій з метою безперебійного водопостачання міського господарства.

Список використаних джерел

1. Абрамов Н.Н. Водоснабжение / Н.Н. Абрамов. – М.: Стройиздат, 1974.
2. Бахшалиев А.Ш. Некоторые аспекты повышения качества систем контроля и управления сложными насосними агрегатами. Приборы и системы управления / А.Ш. Бахшалиев, Е.И. Малаховский, А.К. Славинский. – М.: Машиностроение, 1991.
3. Чебаевский В.Ф. Проектирование насосных станций и испытание насосных установок / В.Ф. Чебаевский, К.П. Вишневский, Н.Н. Накладов. – М.: Колос, 2000.
4. Фетисов В.Д. Проектирование и расчёт систем водоснабжения сельского населённого пункта / В.Д.Фетисов, И.В. Завгородняя. – Кубанский государственный аграрный университет, 2004.
5. Гриценко К.Г. Автоматизоване енергозберігаюче управління насосною станцією системи водопостачання: автореф. дис. канд. наук: 05.13.07/ К.Г. Гриценко. – Донецьк: Донец. нац. техн. ун-т., 2002. – 20 с. – укр.
6. Авторское свидетельство № 1707256. Устройство управления насосным агрегатом / Е.И. Малаховский, А.К. Славянский, А.Ш. Бахшалиев, БИ № 2, 1992. – 15 с.
7. Бахшалиев А.Ш. Микропроцессорная система контроля и управления насосными агрегатами / А.Ш. Бахшалиев, Р.А. Сакаев // Сборн. – Применение микропроцессорной техники в насосностроении : Всес. научн. техн. – конф. –Рига: Цинтихимнефтемаш, 1990.

Отримано 25.03.2014 р.