

## АНАЛІЗ ВПЛИВУ КРОКУ ДИСКРЕТИЗАЦІЇ ІНФОРМАТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ НА ЧАС РЕГУЛЮВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПОМПАЖНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ

Ю.Є. Бляут

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 46067

e-mail: kafatp@ukr.net

*Розглядається нове вирішення проблеми моделювання асинхронних двигунів приводу роторного столу бурових установок. Результати можуть знайти застосування в системах автоматичного контролю. Намічені перспективи подальших досліджень в даному напрямі*

*Рассматриваются результаты влияния шага дискретизации информативных параметров на время регулирования системы автоматической идентификации помпажных характеристик газоперекачивающих агрегатов дожимной компрессорной станции подземного хранения газа.*

*The results of influence of step of discretetion of informing parameters are examined in a time of adjusting of the system automatic authentication pompage descriptions of gas-pumpings aggregates of the compressor station of underground storage of gas.*

Під час неперервного контролю технологічного процесу перекачування газу на дотискувальній компресорній станції (ДКС) підземного сховища газу (ПСГ) запізнення у виявленні початку помпажних явищ визначає час, протягом якого збільшується ймовірність аварії з газоперекачувальним агрегатом (ГПА). Для запобігання аваріям, що пов'язані з помпажем, експлуатаційний персонал вимушений проводити переналагоджування попереджувальної лінії запасу за помпажем. Потреба в переналагодженні виникає після експлуатації агрегату протягом одного сезону «відбору-закачування» газу, враховуючи зміни характеристик нагнітача і ГПА загалом, що пояснюється фізичним зношуванням їх робочих частин.

Автоматична ідентифікація помпажних характеристик ГПА ДКС ПСГ є актуальним науково-практичним завданням у зв'язку з впровадженням в галузі сучасних систем автоматичного керування, зокрема, газоперекачувальним агрегатом ГПА-Ц-16 потужністю 16 МВт для ДКС «Більче-Волиця» Стрийського ВУПЗГ УМГ «Львівтрансгаз».

Проте аналіз літературних джерел (наприклад, [1÷6] та ін.) свідчить про недостатній обсяг проведених досліджень в напрямку автоматичної ідентифікації помпажних характеристик ГПА ДКС ПСГ, зокрема визначення кроку дискретизації інформативних сигналів.

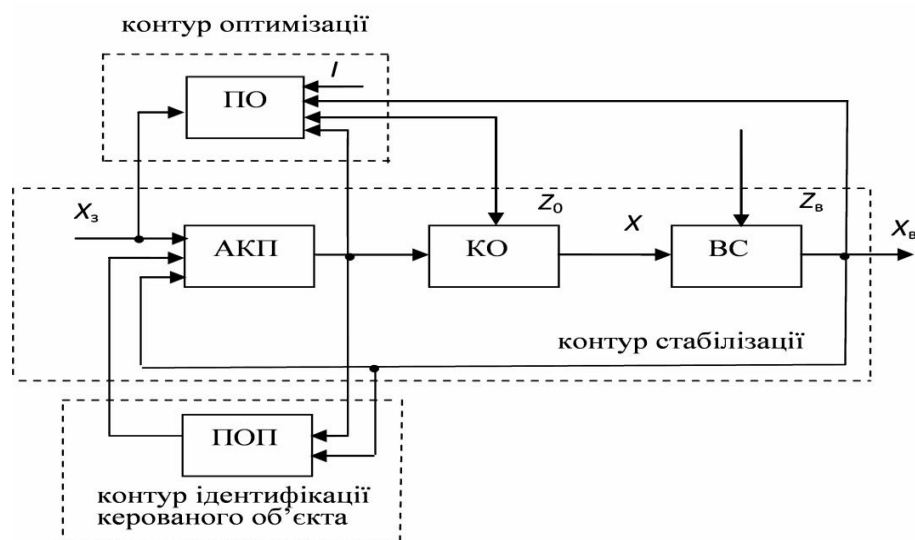
Визначення інтервалу часу між двома послідовними відліками  $T_0$  при багатократних спостереженнях на одній контрольованій точці діапазону вимірювань спирається на кореляційний або спектральний аналіз випадкових похибок вимірювального каналу і визначається у відповідності з [9]  $T_0 = 0,01$  сек. Це не протирічить результату, отриманому виходячи з теореми В.Котельникова, згідно з якою будь-яку функцію часу зі спектром, обмеженим частотою  $f$ , можна визначити на інтервалі  $T_0$  дискретними значеннями в  $2 T_0$  точках, або значеннями величин хоча б в двох точках за період вищої гармоніки досліджуваної функції часу. Якщо як граничну частоту вибрати значення промислової частоти  $f = 50$  Гц, то  $T_0 = \frac{1}{2f} = 0,02$  с, що удвічі перевищує інтервал  $T_0$ , вибраний на базі кореляційного аналізу випадкових складових похибки вимірювального каналу. При цьому недосліджуваним залишається вплив кроку дискретизації на час регулювання системи автоматизації ідентифікації помпажних характеристик ГПА.

Тому метою даної роботи є аналіз впливу кроку дискретизації інформативних параметрів на час регулювання системи автоматичної ідентифікації помпажних характеристик ГПА ДКС ПСГ.

Будемо виходити з того, що система автоматичної ідентифікації помпажних характеристик ГПА ДКС ПСГ входить до складу системи автоматичного керування газоперекачувальним агрегатом, узагальнену функціональну структуру якої наведено на рис. 1.

Цифровий контур ідентифікації керованого об'єкта ПОП забезпечує ідентифікацію помпажних характеристик ГПА. Для вибору оптимального кроку дискретизації інформативних параметрів розглянемо залежності часу регулювання від значень полюсів цифрового фільтру низьких частот і від кроку дискретизації.

Для підвищення ефективності керування в системі САК ГПА застосовано цифрову обробку сигналів. Важливу роль при цьому грають адаптивні цифрові фільтри (АЦФ), які здійснюють фільтрацію сигналів давачів тиску, температури та ін. АЦФ є сукупністю основного каналу – цифрового фільтру і каналу адаптації,



КО – керований об'єкт, ВС – вимірювальна система, АКП – автоматичний керуючий пристрій, ПО – пристрій оптимізації, ПОП – пристрій оцінювання параметрів об'єкта, I – критерій оптимізації

Рисунок 1 – Узагальнена функціональна структура системи автоматичного керування газоперекачувальним агрегатом Ц16 (САК ГПА Ц-16)

який забезпечує налаштування коефіцієнтів АЦФ за заданим критерієм якості. Ефективність роботи АЦФ залежить від тривалості перехідного процесу під час налаштування його коефіцієнтів. У випадку застосування методу найменших квадратів для побудови алгоритму адаптації і використанні рекурентних фільтрів в основному каналі виникає задача з вибору не тільки кроку налаштування, але й кроку дискретизації вхідного сигналу, оскільки при цьому змінюються частотні і динамічні властивості основного каналу (фільтру) [10].

Розглянемо цифровий фільтр нижніх частот (ЦФНЧ) першого порядку з функцією передачі

$$W(z) = k \frac{1 + z^{-1}}{1 + a_1 z^{-1}}, \quad (1)$$

де:  $k$  – коефіцієнт передачі;  
 $z = e^{pT}$  – комплексна змінна;  
 $a_1$  – коефіцієнт цифрового фільтру;  
 $p$  – оператор Лапласа;  
 $T$  – крок дискретизації.

Для визначення коефіцієнтів ЦФНЧ скористаємося функцією передачі аналогових фільтрів-прототипів

$$W_i(p) = \frac{K_i}{T_i p + 1}; \forall i \in (1 \div n), \quad (2)$$

або нормованою функцією передачі

$$W_i(p) = \frac{1}{p + 1}, \quad (3)$$

де:  $p$  – комплексна змінна (оператор Лапласа),

$$p = \frac{d}{dt};$$

$K_i$  – коефіцієнт передачі  $i$ -го фільтру;  
 $T_i$  – стала часу  $i$ -го фільтру.

Функцію передачі (3) отримано за допомогою білінійного  $z$ -перетворення за частоти зрізу  $f_3 = 30$  Гц [5].

Значення коефіцієнтів цифрового фільтру нижніх частот були досліджені на діючому об'єкті за різних значень кроку дискретизації. Головним завданням було дослідження впливу кроку дискретизації на значення полюсів фільтру, що суттєво впливає на стійкість фільтру і його динамічні властивості. Це дало змогу побудувати графік залежності значень полюсів  $a_1$  фільтру від кроку дискретизації  $\Delta t$ , що зображено на рис. 2

Рівняння, яким описується ця залежність, має вигляд

$$a_1 \frac{1,36 - 0,18\Delta t}{1 + 0,169\Delta t - 0,007\Delta t^2}. \quad (4)$$

Встановлено також залежність часу регулювання  $t_p$  від значення полюсів  $a_1$  (рис. 3) і рівняння, яке описує цю залежність

$$t_p = 1,79 + 0,32a_1 + 1,53a_1^2 + 3,15a_1^3 - 3,37a_1^4. \quad (5)$$

Графік залежності часу регулювання від періоду дискретизації зображено на рис. 4.

Рівняння, що описує цю залежність, має вигляд

$$t_p = 15,4 - 4,87\Delta t + 0,67\Delta t^2 - 0,04\Delta t^3 - 0,001\Delta t^4. \quad (6)$$

Як бачимо з рис. 4, час регулювання має мінімум при періоді дискретизації  $\Delta t \approx 7$  мс. Відхилення від нього призводить до збільшення часу регулювання. Зі зміною періоду дискретизації відносна амплітуда вихідної напруги практично не змінюється і дорівнює 1 [5].

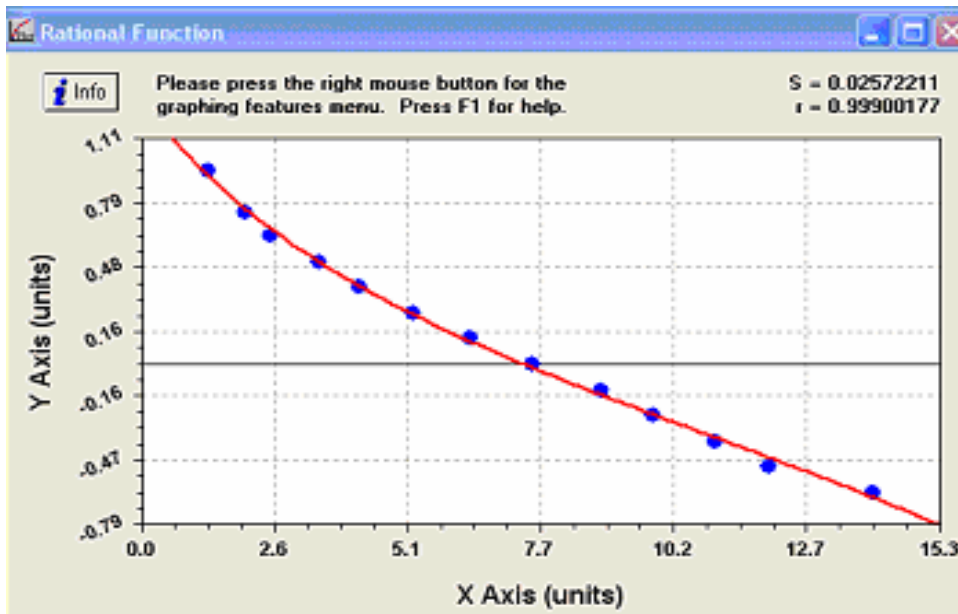


Рисунок 2 – Графік залежності значень полюсів  $a_1$  від кроку дискретизації  $\Delta t$

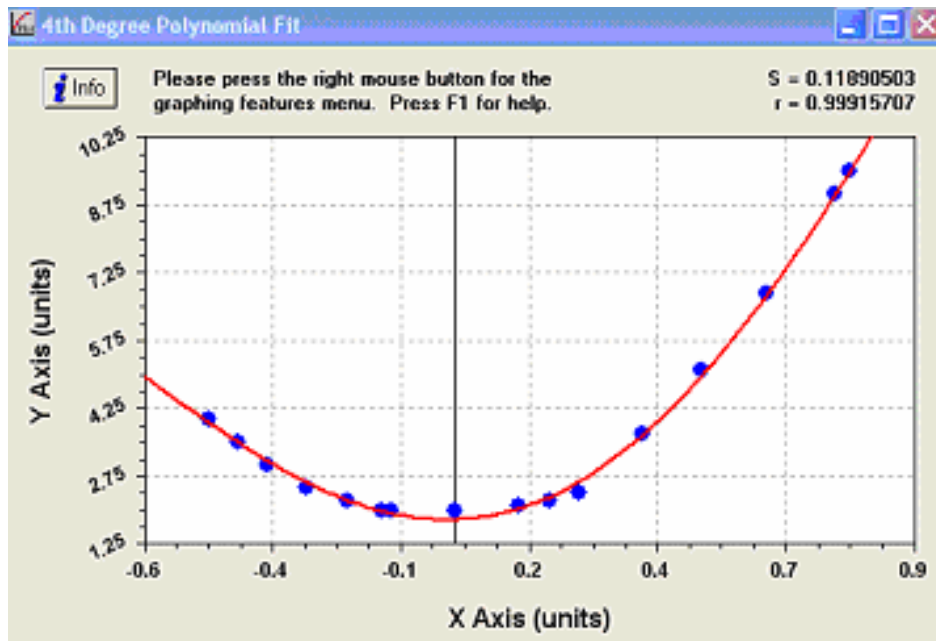


Рисунок 3 – Графік залежності часу регулювання  $t_p$  від значення полюсів  $a_1$

Отже вибір оптимального кроку дискретизації дає змогу змінити час регулювання системи автоматичної ідентифікації помпажних характеристик газоперекачувального агрегату ДКС ПСГ.

#### Висновок

Дослідження, проведені на діючому об'єкті за різних значень кроку дискретизації інформаційних параметрів довели, що в системі автоматичної ідентифікації помпажних характеристик газоперекачувального агрегату ДКС ПСГ існує оптимальний крок дискретизації, за якого має бути забезпечена максимальна швидкодія системи.

#### Література

- 1 Никифоров И.В. Последовательное обнаружение изменения свойств случайных величин (независимые наблюдения, скалярный параметр) / И.В.Никифоров // Измерения, контроль, автоматизация. – 1988. – №2(66). – С. 21-29.
- 2 Фреїк Д.М. Аналіз сплеск-перетворень і їх прикладне застосування (огляд) / Д.М.Фреїк, В.І.Голота // Фізика і хмія твердого тіла. – 2005. – Т. 2. – С.181-193.
- 3 Адаптивные системы идентификации / А.Г.Кику, В.И.Костюк, В.Е.Краскевич, А.Н.Сельвестров, С.В.Шпит. – К.: Техника, 1975. – 288 с.

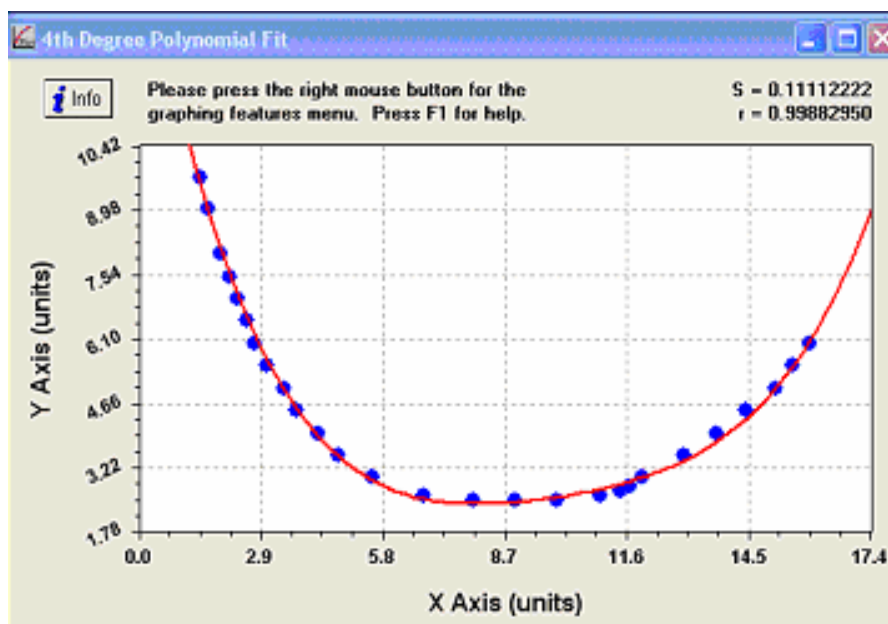


Рисунок 4 – Графік залежності часу регулювання  $t_p$  від кроку дискретизації  $\Delta t$

4 Громько В.Д. Самонастраивающиеся системы с моделью / В.Д.Громько, Е.А.Санковский. – М.: Энергия. – 1974. – 80 с.

5 Ситников В.С. Управление свойствами адаптивного цифрового фильтра при выборе периода дискретизации // В.С.Ситников, И.Д.Яковлева // доклады XV з міжнародної конференції з автоматичного управління «Автоматика-2008». – Одеса: Видовінформ-ОНМА, 2008. – С. 544-546.

6 Карпаш О.М. Технічна діагностика бурового та нафтогазового обладнання / О.М.Карпаш. – Івано-Франківськ: Факел, 2007. – 272 с.

7 Коршунов Ю.М. Цифровые сглаживающие и преобразующие системы / Ю.М.Коршунов, А.И.Баюиков. – М.: Энергия, 1973. – 127 с.

8 Дехтяренко П.И. Определение характеристик звеньев системы автоматического регулирования / П.И.Дехтяренко, В.П.Ковалко. – М.: Энергия, 1973. – 127 с.

9 ГОСТ 8.009-84. ГСИ Нормируемые метрологические характеристики средств измерений. – М.: Изд-во станд-ов, 1976. – 19 с.

10 Гольденберг Л.М. Цифровая обработка сигналов: справочник / Л.М.Гольденберг, Б.Д.Меташкин, М.Н.Поляк. – М.: Радио и связь, 1985. – 312 с.

Стаття постуила в редакційну колегію  
28.05.09

Рекомендована до друку професором  
Семенцовим Г.Н.