

## КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ БУРІННЯ НА БАЗІ МЕТОДІВ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

С.М.Бабчук

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел.(03422) 504521  
e-mail: telure@rambler.ru

*Разработаны функциональный блок, работа которого базируется на теории нечеткой логики "база знаний", алгоритмы и программное обеспечение для компьютерной системы автоматизированного управления процессом бурения скважин на нефть и газ, обеспечивающее повышение эффективности буровых работ.*

*The functional block, "base of knowledge", algorithms, software are created for computer system of automated management by process of drilling of chinks on petroleum and gas. The created control system will supply increase of efficiency of chisel works.*

Потреби народного господарства України в енергетичних ресурсах за рахунок власного видобутку забезпечуються менше як на 25%. Прийнята Національна програма "Нафта і газ України 2010р." передбачає збільшення обсягів буріння свердловин на нафту та газ. Проте, бурові роботи стають все складнішими і дорожчими. Це пов'язано, зокрема, з тим, що нові перспективні родовища даних енергетичних ресурсів, як правило, знаходяться у більш віддалених і важкодоступних районах на все більших глибинах. Досягнення високого рівня видобутку нафти і природного газу вимагає відповідного збільшення об'єму бурових робіт. Тому великого значення набуває проблема підвищення ефективності бурових робіт, зокрема недопущення аварій і ускладнень. Вищевказане дає змогу знизити матеріальні та грошові затрати на експлуатацію бурового обладнання та інструменту [1]. Оскільки бурове обладнання та інструмент, зокрема долота, експлуатуються в складних і важкопрогнозованих умовах, важливим є визначення моменту припинення процесу буріння та проведення профілактичних робіт, зокрема підйом із забою та заміна робочого долота. Слід зауважити, що у випадку запізнення з проведенням вказаної технологічної операції може відбутись аварія, внаслідок якої в забої можуть залишитись шарошки, що вимагатиме припинення бурових робіт та початок складних та дорогих аварійно-відновлювальних заходів. Проте, завчасне підняття із забою неповністю спрацьованого долота для його заміни теж зменшує ефективність бурових робіт. Тому для забезпечення ефективного процесу буріння необхідно створити сучасну комп'ютерну автоматизовану систему управління процесом буріння свердловин.

Аналіз характеру спрацювання тришарошкових доліт засвідчив, що 75-80% доліт виходить з ладу внаслідок руйнування їх опори [2]. Статистичні промислові дані щодо довговічності опор доліт важко використати для прогнозування зносу в зв'язку з нестабільністю цього параметра [3]. Промислові дослідження показують, що 75-80% часу опора працює в умовах

поступового, усталеного зносу (до осьового зазору 1,2-1,35 мм), після чого настає катастрофічне спрацювання з подальшим заклинюванням опори [4], що супроводжується значним збільшенням моменту обертання на долоті і вказує на необхідність припинення роботи і заміни долота.

Слід зазначити, що на даний час вже розроблена ефективна система контролю крутного моменту на столі ротора, що визначає цей важливий технологічний параметр контролю відробки доліт [5], проте питання створення ефективної комп'ютерної системи автоматизованого управління процесом буріння залишається невирішеним. Метою описаних нижче досліджень і було вирішення даної проблеми.

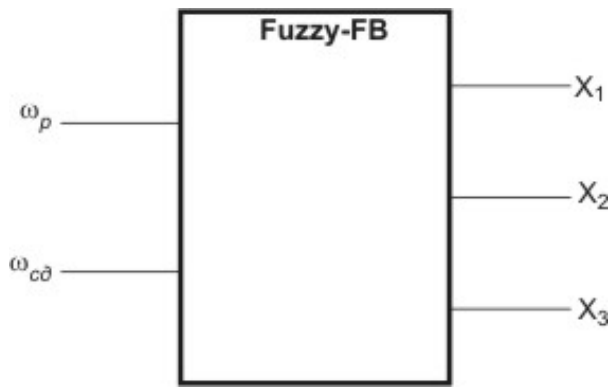
Оскільки процес буріння свердловин на нафту і газ є багатомірним технологічним процесом, на який впливають не тільки керуючі та контрольовані збудуючі впливи, а й параметри, які визначити і передбачити неможливо, тому в основу створюваної комп'ютерної системи автоматизованого управління процесом буріння закладено розроблений нечіткий функціональний блок контролю "Fuzzy-FB" (рис. 1), який містить "базу знань", де в зрозумілій для мікропроцесорної техніки формі описано як діяти системі управління процесом буріння залежно від зміни значень основних показників процесу буріння.

Інформація щодо швидкості обертання стола ротора та швидкості обертання колінчастих валів дизельних агрегатів силового привода, що поступає з давачів, перетворена в імпульсно-цифрових перетворювачах в цифровий сигнал, аналізується в Fuzzy-FB і визначаються керуючі впливи та їх величини, які відповідають вхідній інформації. Визначення керуючих впливів в загальному випадку можна описати так:

$$x = f(\omega_p, \omega_{cd}), \quad (1)$$

де  $x$  – керуючі впливи.

В основу нечіткого функціонального блоку Fuzzy-FB було закладено "базу знань", сформовану з нечітких правил-продукцій «ЯКЩО ... ТО ... », які були сформульовані з досвіду бурових майстрів [6,7] у вигляді таких імплікацій:



$\omega_p$  – швидкість обертання стола ротора бурової установки;

$\omega_{cd}$  – усереднена швидкість обертання колінчастих валів дизельних агрегатів групового привода бурової установки;

$x_1, x_2, x_3$  – керуючі впливи на регулятори подачі палива в дизельні агрегати

**Рисунок 1 – Нечіткий функціональний блок комп'ютерної системи автоматизованого управління процесом буріння**

$R_1$ : ЯКЩО

$$\omega_p \in \Omega_{p1} \quad i \quad \frac{\Delta \omega_p}{\Delta t} \in \frac{\Delta \Omega_{p1}}{\Delta t} \quad i..i \quad \omega_{cd} \in \Omega_{cd1}$$

ТО  $x_1 = X_{11}, x_2 = X_{21}, x_3 = X_{31},$

$R_2$ : ЯКЩО

$$\omega_p \in \Omega_{p2} \quad i \quad \frac{\Delta \omega_p}{\Delta t} \in \frac{\Delta \Omega_{p2}}{\Delta t} \quad i..i \quad \omega_{cd} \in \Omega_{cd2}$$

ТО  $x_1 = X_{12}, x_2 = X_{22}, x_3 = X_{32},$

----- (2)

$R_N$ : ЯКЩО

$$\omega_p \in \Omega_{pN} \quad i \quad \frac{\Delta \omega_p}{\Delta t} \in \frac{\Delta \Omega_{pN}}{\Delta t} \quad i..i \quad \omega_{cd} \in \Omega_{cdN}$$

ТО  $x_1 = X_{1N}, x_2 = X_{2N}, x_3 = X_{3N},$

де:  $R_1, R_2, \dots, R_N$  – правила-продукції;

$\Omega_{p1}, \Omega_{p2}, \dots, \Omega_{pN}$  – діапазони значень швидкості обертання стола ротора бурової установки;

$\Omega_{cd1}, \Omega_{cd2}, \dots, \Omega_{cdN}$  – діапазони значень усередненої швидкості обертання колінчастих валів дизельних агрегатів групового привода бурової установки;

$\frac{\Delta \omega_p}{\Delta t}$  – динаміка зміни швидкості обертання стола ротора бурової установки;

$\frac{\Delta \Omega_{p1}}{\Delta t}, \frac{\Delta \Omega_{p2}}{\Delta t}, \dots, \frac{\Delta \Omega_{pN}}{\Delta t}$  – діапазони значень динаміки зміни швидкості обертання стола ротора бурової установки;

$X_{11}, X_{12}, \dots, X_{1N}; X_{21}, X_{22}, \dots, X_{2N}; X_{31}, X_{32}, \dots, X_{3N}$  – значення керуючих впливів на регулятори подачі палива в дизельні агрегати.

Нечіткий функціональний блок контролю енергетичних показників привода ротора бурових установок реалізовано у програмному забезпеченні мікропроцесорного обчислювача (персонального комп'ютера).

Алгоритм роботи системи автоматизованого управління процесом буріння на базі методів нечіткої логіки показаний на рис. 2.

З метою забезпечення роботи системи автоматизованого управління процесом буріння на базі методів нечіткої логіки розроблено для мікропроцесорного обчислювача програмне забезпечення на мові програмування PASCAL, яке забезпечує зчитування інформації з давачів через імпульсно-цифрові перетворювачі, обробку отриманої інформації відповідно до розроблених алгоритмів, виведення даних про показники процесу буріння і встановлені керуючі впливи на монітор, запис інформації про об'єкт в поточний момент часу на жорсткий диск у файл в форматі ASCII, формування і відправлення керуючих впливів на цифрово-імпульсні або цифрово-аналогові перетворювачі.

Розроблена структура комп'ютерної системи автоматизованого управління процесом буріння зображена на рис. 3.

Встановлено, що реалізувати наведену вище структуру комп'ютерної системи автоматизованого управління процесом буріння можна, використовуючи такі технічні засоби:

– давачі швидкості обертання ДЧВ1 у виконанні 2ExseIT6"х", які серійно виготовляються Івано-Франківським заводом ВАТ "Промприлад" (стандартний серійний формувач імпульсів формує прямокутні імпульси амплітудою (10-11)В і частотою (0-150)Гц);

– імпульсно-цифровий перетворювач для перетворення імпульсного сигналу з формувача імпульсів в цифровий і передачі даних до мікропроцесорного обчислювача [5];

– як мікропроцесорний обчислювач можна використати серійний IBM-сумісний персональний комп'ютер, адже його придбання не викликає труднощів, його ціна відносно не висока, він може крім даного завдання виконувати й інші функції, крім того, є можливість зберігати і обробляти отриману інформацію, з подальшим її виводом на монітор чи принтер або передавати по модему в центральний офіс для подальшої обробки та формування баз даних.

Лінії зв'язку пропонується зробити на основі екранованих кабелів, щоб зменшити вплив зовнішніх магнітних і електричних полів.

Отже, в результаті проведених досліджень розроблені: нечіткий функціональний блок, "база знань", алгоритм роботи та структура системи автоматизованого управління процесом буріння, програмне забезпечення, які створили підґрунтя для серійного виробництва вітчизняних комп'ютерних систем автоматизованого управління процесом буріння на базі методів

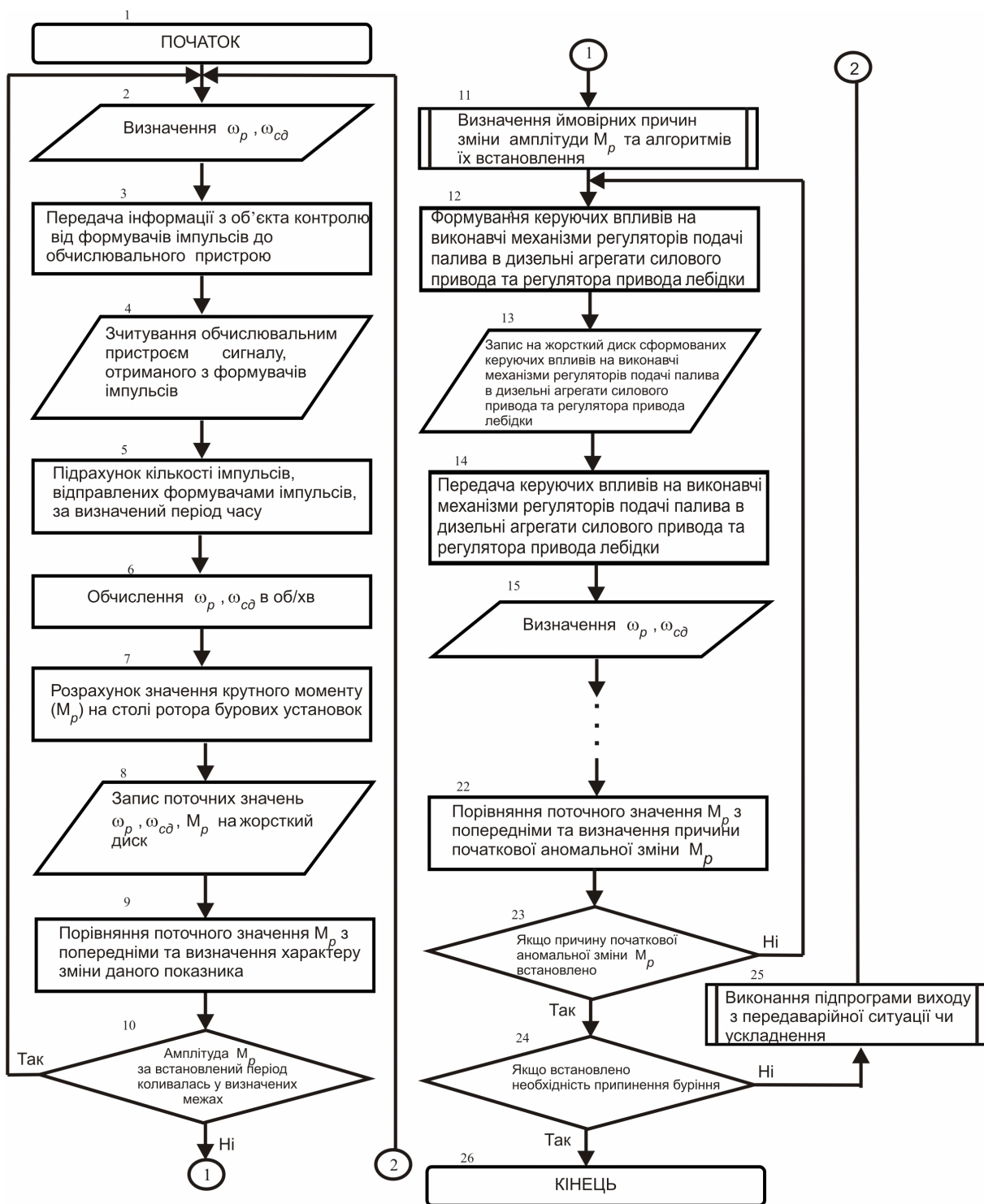


Рисунок 2 – Алгоритм роботи системи автоматизованого управління процесом буріння на базі методів нечіткої логіки

нечіткої логіки, що дають змогу в реальному часі ефективно керувати процесом буріння.

### Література

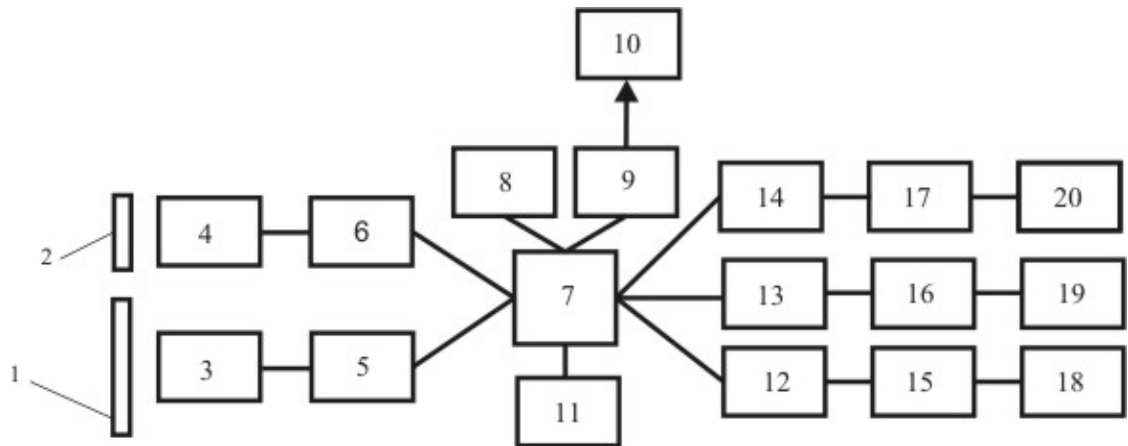
1 Палашкин Е.А. Справочник механика по глубокому бурению. – М.: Недра, 1981. – 510 с.

2 Логинов А.А. и др. Исследование износа опор шарошечных долот // Машины и нефтяное оборудование. – М.: ВНИИОЭНГ, 1972. – №12.

3 Беликов В.Г., Посташ С.А. Рациональная отработка и износостойкость шарошечных долот. – М.: Недра, 1972.

4 Семенцов Г.Н. Автоматизация процесса бурения свердловин: Навчальний посібник. – Івано-Франківськ: ІФДТУНГ, 1999. – 300 с.

5 Семенцов Г.Н., Бабчук С.М. Автоматичний контроль енергетичних показників дизельного привода ротора бурових установок із застосуванням нечіткої логіки // Нафтова і газова промисловість. – 2004. – №5. – С.43-45.



- 1 – вал привода ротора; 2 – спарена шинно-пневматична муфта перед коробкою швидкостей;  
 3, 4 – давачі швидкості обертання; 5, 6 – імпульсно-цифрові перетворювачі;  
 7 – мікропроцесорний обчислювач; 8 – монітор; 9 – модем; 10 – диспетчерська служба УБР;  
 11 – принтер; 12, 13, 14 – цифрово-імпульсні (цифрово-аналогові) перетворювачі;  
 15, 16, 17 – регулятори подачі палива в дизельні агрегати;  
 18, 19, 20 – дизельні агрегати групового привода ротора бурової установки

**Рисунок 3 – Структура комп'ютерної системи автоматизованого управління процесом буріння**

6 Лобанов В.А., Мнацаканов А.В., Мурадов Б.М., Шубладзе А.М. Автоматизация технологических процессов бурения // Сер. Бурение газовых и газоконденсатных скважин. – М.: ВНИИЭгазпром, 1986. – 50 с.

7 Приводы машин: Справочник / Т.И.Муха, Б.В.Януш, А.П.Цупиков / Под ред. В.В.Длоутого. – М.: Машиностроение, 1975. – 344 с.