

681.51
Ш 14

ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

Шавранський Михайло Васильович

УДК 681.518.5: 622.248.54.(043)

**СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ ПРИХОПЛЕНЬ
БУРИЛЬНОЇ КОЛОНІ В ПРОЦЕСІ БУРІННЯ**

05.11.13. Прилади і методи контролю та визначення складу речовин

**АВТОРЕФЕРАТ
ДИСЕРТАЦІЇ НА ЗДОБУТТЯ НАУКОВОГО СТУПЕНЯ
КАНДИДАТА ТЕХНІЧНИХ НАУК**



Івано-Франківськ - 2003

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор **Семенцов Георгій Никифорович**, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, завідувач кафедри автоматизації технологічних процесів і моніторингу в екології

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор **Заміховський Леонід Михайлович**, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, завідувач кафедри комп'ютерних технологій в системах управління та автоматизації;



кандидат технічних наук **Молодецький Ігор Анатолійович**, науково – виробнича фірма “Зонд”, м. Івано-Франківськ, завідувач відділом розробки та випробувань засобів і методик неруйнівного контролю

Провідна установа: ВАТ “Український нафтогазовий інститут”, Міністерства палива та енергетики України, м. Київ.

Захист відбудеться вченої ради ДІУ нафти і газу (760

ціалізованої університеті

З дисертацією м університету на

о технічного

Автореферат ро

Вчений секретар кандидат техніч

М.

Актуальність теми. Сучасний стан паливно-енергетичного комплексу України вимагає подальшого збільшення видобутку економічних видів пального, що пов'язано як з розвідкою нових нафтових і газових родовищ, так і ефективним використанням уже існуючих за рахунок вдосконалення техніки та безаварійної технології буріння свердловин.

Буріння свердловин – це складний технологічний процес, особливістю якого є нестационарність і взаємозв'язок більшості процесів, що виникають у стовбурі свердловини і оточуючому масиві гірських порід, а також винятковість різноманітності технологічних умов, що часто призводять до виникнення непрогнозованих передаварійних ситуацій і необхідності прийняття кваліфікованого рішення в обмеженій проміжок часу. Найважливішим питанням підвищення якості робіт в бурінні свердловин є зменшення кількості ускладнень і виключення аварій, що пов'язане із використанням сучасних методів контролю і комп'ютерної техніки. Особливо це стосується питання контролю для запобігання прихоплень бурильної колонни (БК), що безпосередньо визначає ефективність процесу буріння свердловин.

Аналіз результатів аварійності при бурінні нафтових і газових свердловин в Україні показує, що найпоширенішою аварією є прихоплення БК, на ліквідацію якої витрачається дуже багато коштів і часу.

Проте цілий ряд питань, пов'язаних з контролем прихоплень БК в процесі буріння свердловин, залишаються маловивченими і недостатньо розробленими, оскільки має місце нечіткість, яка обумовлена ймовірністю, неоднозначністю і впливом різноманітних факторів, які не підлягають визначенню (динаміки БК, фізико-механічних властивостей гірських порід, тощо). Використання відомих методів, що базуються на детермінованих моделях, не дозволяє ефективно здійснювати контроль для запобігання прихоплень БК, оскільки деякі ознаки прихоплень співпадають з ознаками інших ситуацій – зміни меж пластів гірських порід, зношення озброєння і спор долота, осипання і обвалів порід у свердловині і т.д. Останнє обумовлює відсутність сьогоднішніх промислових методів і засобів контролю прихоплень БК, що функціонують в реальному часі

У той же час, як показує практика, поточний контроль за розпізнаванням прихоплень БК, незважаючи на невизначеність і складність цього процесу, досить ефективно здійснює оператор-бурильник, використовуючи свій досвід, інтуїцію і професійні навички у вигляді нечітких якісних понять.

З врахуванням особливостей процесу буріння і необхідності прийняття рішення про можливість виникнення прихоплень БК, актуальним питанням є розробка системи контролю для запобігання прихоплень, з використанням основних положень теорії нечітких множин і нечіткої логіки, що дасть можливість виявляти прихоплення БК на початковій стадії розвитку аварії.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тематика роботи є складовою частиною планових

НТБ
ФОНТУНГ

Івано-Франківського національного



технічного університету нафти і газу (ІФНТУНГ) і базується на результатах виконання науково-дослідних тем:

- 1) “Наукові основи розробки експертної системи і нечітких алгоритмів для оперативного керування процесом буріння”, номер державної реєстрації в УкрНДНТИ 0198U005799;
- 2) “Наукові основи контролю, управління і екологічного моніторингу об’єктами нафтогазового комплексу України”, номер державної реєстрації 0101U001664;
- 3) “Аналіз і синтез автоматизованих систем керування процесами буріння, видобування, транспортування і зберігання нафти і газу”, які входять в координаційний план “Наукові основи розробки нових технологій видобутку нафти і газу, газопромислового обладнання, поглибленої переробки нафти і газу з метою отримання високоякісних моторних палив, мастильних матеріалів, допоміжних продуктів і нафтохімічної сировини”. Вказаний план входить у національну програму “Нафта і газ України”.

З вище названих тем НДР автор був безпосереднім виконавцем розділів робіт щодо розробок методів і засобів контролю для запобігання прихоплень БК в реальному часі.

Мета і завдання дослідження. Метою даної роботи є підвищення ефективності контролю для запобігання прихоплень БК в умовах невизначеності, за рахунок отримання оперативної і вірогідної інформації про взаємозв’язок параметрів і показників процесу буріння, що передують виникненню прихоплення.

Досягнення вказаної мети забезпечується в дисертаційній роботі шляхом розв’язання наступних задач:

1. Огляд сучасного стану проблеми запобігання прихоплень БК, та аналіз останньої з точки зору об’єкта контролю.
2. Розробка інформаційної моделі роботи БК та логіко-лінгвістичних моделей контролю для запобігання прихоплень БК, що виникають у процесі буріння.
3. Розробка алгоритму контролю для запобігання прихоплень БК на основі нечіткої логіки і теорії нечітких множин.
4. Розробка системи контролю (СК) для запобігання прихоплень БК в умовах невизначеності процесу буріння свердловин.
5. Розробка методичного, технічного і програмного забезпечення досліджень СК та апробація її працездатності на експериментальних даних.

Об’єкт дослідження – бурильна колона, експлуатація якої характеризується можливим прихопленням, що призводить до виникнення аварійних ситуацій і ускладнень при бурінні свердловин.

Предметом дослідження є встановлення параметрів і показників процесу буріння з факторами, що обумовлюють прихоплення БК в режимі реального часу і покладені в основу СК

Методи дослідження. Для досягнення поставленої в роботі мети проведені теоретичні дослідження з використанням методів теорії розмірностей при розробці інформаційної моделі прихоплень БК; методів теорії нечітких множин і нечіткої логіки при розробці логіко-лінгвістичних моделей прийняття рішення про можливість виникнення прихоплень; методів експертних оцінок при побудові функцій належності нечітких параметрів, що входять в алгоритм контролю; методів математичної статистики при дослідженні взаємозв'язків параметрів і показників процесу буріння; методів комп'ютерного моделювання при дослідженні розробленої системи контролю.

Обробка результатів експериментів проводилася з використанням методів теорії подібності і математичної статистики.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в розвитку і поглибленні методологічного підходу до контролю запобігання прихоплень БК в процесі буріння свердловин в умовах невизначеності та визначається наступними науковими результатами:

- вперше:
 - запропоновано інформаційну модель процесу прихоплення БК на базі нечіткої логіки, яка покладена в основу розробки СК для запобігання прихоплень БК;
 - розроблено сукупність правил-продукцій для запобігання прихоплень БК, які дозволяють моделювати логіку міркувань оператора-бурильника при прийнятті рішень про можливість прихоплення БК, в умовах невизначеності процесу буріння і тим самим попередити виникнення аварійних ситуацій;
 - сформульовано особливості побудови і розроблена структура СК для запобігання прихоплень БК в реальному часі;
- набуло подальшого розвитку методичне, програмне забезпечення СК для запобігання прихоплень БК в режимі реального часу, яке на відміну від існуючих, що використовують закони алгебри логіки, ґрунтується на методах теорії нечітких множин і нечіткої логіки.

Практичне значення одержаних результатів. Використання одержаних у роботі наукових результатів дозволило провести комп'ютерне моделювання алгоритму контролю для запобігання прихоплень БК на даних, отриманих в різних геолого-технічних умовах при бурінні з різними режимними параметрами, яке показало його працездатність, збіжність і ефективність при високому рівні шумів у каналах передачі інформації, низькій частоті опитування давачів.

Одержані наукові результати дозволили синтезувати СК на сучасній елементній базі, яка може бути використана для контролю з метою попередження прихоплень БК на різних бурових

установках, здійснити метрологічну оцінку СК і запропонувати її в якості експериментального взірця.

На основі одержаних наукових результатів створено “Рекомендації з використання СК для запобігання прихоплень БК при бурінні свердловин на нафту і газ”, які направлені на зниження собівартості бурових робіт та зменшення аварійності в бурінні.

Результати досліджень впроваджені в навчальному процесі в дисциплінах “Автоматизація технологічних процесів”, “Спеціальні вимірювальні прилади і системи” для студентів спеціальності 7.092501 – Автоматизоване управління технологічними процесами і виробництвами; демонстраційний взірець СК впроваджений у вигляді лабораторного стенду.

Розроблена система та рекомендації з її використання прийняті для впровадження на бурових підприємствах України – Надвірнянському УБР ВАТ “Укрнафта”. Очікуваний економічний ефект від впровадження складає 67 тис. грн. в цінах 2002 р.

Особистий внесок здобувача. Основні положення та результати дисертаційної роботи, які вносяться на захист, отримані автором особисто. Розроблено інформаційну модель прихоплень БК [2,15] і на її основі створено нечіткі алгоритми [6] і систему контролю для запобігання прихоплень БК [4,12]. Проаналізовано експертні знання з точки зору контролю для запобігання прихоплень БК [8,14] і на їх основі побудовано функції належності параметрів процесу буріння, розроблено базу знань [7], синтезовано і реалізовано структуру нечіткого алгоритму контролю для запобігання прихоплень БК [1,3,10]. Досліджено вірогідність контролю за допомогою СК для запобігання прихоплень БК [9].

У співпраці з іншими науковими співробітниками створена математична модель на принципах нечіткої логіки і її реалізація для прогнозування прихоплень бурильних труб [5] і інтелектуальна система прогнозування передаварійних ситуацій і ускладнень [11,13].

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи доповідались, обговорювались і отримали позитивну оцінку на міжнародних конференціях “Fuzzy 99” (Німеччина, м. Ціттау, 1999 р.); на 5-ій міжнародній конференції “Нафта і газ України” (м. Полтава, 1998 р.); на Міжнародній науково-технічній конференції “Проблеми нафтегазового комплексу Росії”, присвяченій 50-річчю УГНТУ (Росія, м. Уфа, 1998 р.); на Міжнародній науково-технічній конференції “ICAMC’ 98 and ASRTP’98” (Словаччина, м. Кошіце, 1998 р.), на науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу (1997-2003 рр.), на наукових семінарах кафедри автоматизації технологічних процесів і моніторингу в екології (1997-2003 рр.).

Матеріали дисертації доповідалися на виїзному засіданні відділення автоматизації технологічних процесів і виробничо-господарської діяльності Української нафтогазової академії на ВАТ “Промприлад” (м. Івано-Франківськ, 1999р.).

Публікації. За результатами досліджень, які викладені в дисертації, опубліковано 15 робіт, у тому числі 12 статей (9 одноосібних) та 3 тези доповідей на Міжнародних та Всеукраїнських науково-технічних конференціях.

Структура і обсяг роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, основних висновків і рекомендацій, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 168 сторінок і включає 20 рисунків на 19 сторінках, 12 таблиць на 9 сторінках, список використаних літературних джерел із 115 найменувань і 7 додатків на 24 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовується актуальність теми дисертації, показано зв'язок з науковими програмами, планами, темами, сформульовані мета та завдання дослідження, подані наукова новизна та практичне значення отриманих результатів. Визначений особистий внесок здобувача та приведена інформація про апробацію результатів роботи.

У **першому розділі** проведено огляд сучасного стану проблеми контролю з метою запобігання прихоплень БК при бурінні свердловин на нафту і газ

Встановлено, що у нашій країні та за кордоном питанням контролю з метою запобігання прихоплень приділяється значна увага.

Проаналізовані методи і пристрої розпізнавання і попередження прихоплень БК. Показано, що розробка і впровадження нових засобів, які задовольняють вимоги технічного контролю, пов'язані з вирішенням комплексу інформаційних, технічних, екологічних і економічних проблем. З врахуванням цих проблем оцінені нові розробки в області контролю з метою запобігання прихоплень БК.

Проведений аналіз існуючих методів і засобів контролю показав, що на даний час відсутні СК для запобігання прихоплень БК, які забезпечують прийняття керуючих рішень з високою вірогідністю і швидкодією в умовах невизначеності процесу буріння.

Відзначено, що у зв'язку з розвитком методів теорії нечітких множин створюється можливість організації нового підходу до розробки методів та засобів контролю для запобігання прихоплень БК, який полягає в застосуванні нечіткої логіки для розв'язування поставленої наукової задачі.

Вибрано і обґрунтовано напрямок удосконалення СК для запобігання прихоплень БК і основне коло завдань, що розв'язуються.

Другий розділ присвячений розробці вихідних теоретичних положень СК для запобігання прихоплень БК в процесі буріння свердловин: розроблена загальна модель об'єкта контролю, наведено вибір контрольованих величин, визначена частота опитування давачів, представлена

алгоритмічна структура і алгоритмічно-функціональна схема СК для запобігання прихоплень БК на базі законів алгебри логіки; обґрунтована необхідність використання нечіткої логіки; велика увага приділена математичному опису представлення інформації контролю для запобігання прихоплень БК на базі нечіткої логіки.

БК, з точки зору об'єкта контролю для запобігання прихоплень, запропоновано характеризувати параметрами її стану (рис. 1), $Z_i(t) = F_i [x(t), A, f, t]$, $i = 1, \dots, 5$.

З множини зовнішніх впливів, які діють на БК, вибрані лише ті, які суттєво впливають на прихоплення БК: вхідні керуючі впливи $x(t) = \{P(t), n_d(t), Q_1(t)\}$, вимірюються в реальному часі, тут $P(t)$ -осьове навантаження на породоруйнівний інструмент, $n_d(t)$ -швидкість обертання бурильної колони, $Q_1(t)$ - витрата бурового розчину (БР) на вході свердловини; параметри БК $A = \{k, d_r, d_{cb}, d_{\alpha}, l, \alpha_{az}, \theta, f\}$, для кожного інтервалу буріння свердловини задаються геолого-технологічним нарядом (ГТН); стан долота по озброєнню і опорі $A = \{B_d\}$, є контрольованим збуренням; фізико-механічні і абразивні властивості f порід, які є прогнозовані за ГТН (згідно стратиграфічного розрізу), але є неконтрольованими і непрогнозованими збуреннями; k – параметри компоновки низу бурильної колони; d_r – діаметр бурильних труб, d_{cb} – діаметр центратора; d_{α} – діаметр долота, l – довжина БК; α_{az} – азимут; θ – зенітний кут.

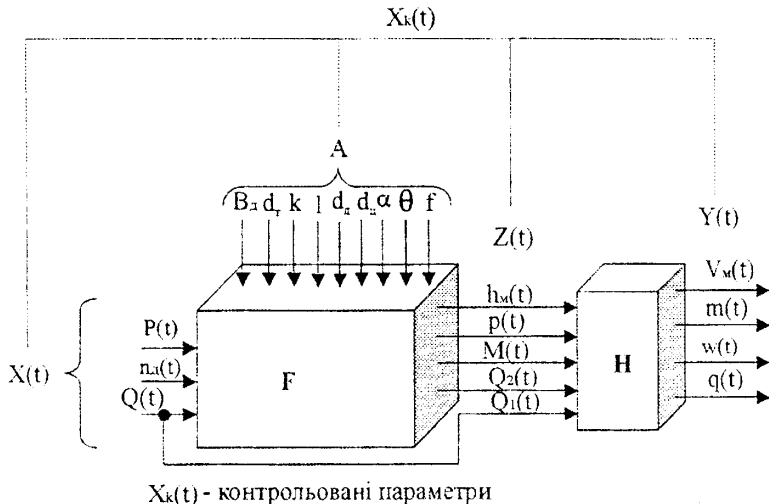


Рис. 1. Загальна інформаційна модель об'єкта контролю для запобігання прихоплень БК

Вплив стану БК на показники процесу буріння характеризується значеннями його вихідних змінних $Y(t)$, які є ознаками прихоплень БК: відношення моменту на роторі $M_p(t)$ до номінального моменту $M_{ном}(t)$, $m(t) = M_p(t)/M_{ном}(t) \gg 1$; швидкість переміщення $V_M(t)$ БК; $V_M(t) = 0$; відношення тиску БР $p(t)$ до номінального значення $p_{ном}(t)$, $w(t) = p(t)/p_{ном}(t) \gg 1$; відношення витрати БР на виході із свердловини $Q_2(t)$ до витрати БР $Q_1(t)$ на вході до неї, $q(t) = Q_2(t)/Q_1(t) < 1$.

Кожна з вихідних величин визначається через параметри стану $Z(t)$ своєю залежністю

$$Y_j(t) = H_j[Z(t), t], \quad j = 1, \dots, 4.$$

Вказані джерела невизначеності, якими є: властивості гірських порід; параметри БР; динаміка БК і талевої системи бурової установки; похибки вимірювання контрольованих величин, обумовлені зовнішніми перешкодами і похибками давачів, дискретність спостереження при періодичному контролі та інші.

Проведено вибір семи контрольованих величин процесу буріння, якими є: $p_d(t)$; $P(t)$; $p(t)$; $Q_1(t)$; $Q_2(t)$; $M_p(t)$; проходка h і механічна швидкість буріння, яка обчислюється $V_M = \Delta h / \Delta t$.

Визначена частота опитування давачів СК, яка складає $\Delta t = 0.02$ с. Цей крок менше від запропонованого іншими авторами $\Delta t \leq 0.1 + 0.3$ с, що стосовно запобігання прихоплень БК підвищує точність і вірогідність контролю параметрів, які їх визначають.

Розроблена структурна схема СК для запобігання прихоплень БК на засадах нечіткої логіки, яка може працювати в режимі реального часу.

Відмічено, що: лише використання нечіткої логіки дозволяє здійснити контроль для запобігання прихоплень БК в процесі буріння свердловин в умовах невизначеності, оскільки має місце значна кількість параметрів і показників процесу буріння (в тому числі і нелінійних), які вимагають урахування в математичній моделі; побудувати адекватну математичну модель для поставленої задачі контролю в умовах невизначеності неможливо; задача ефективного контролю для запобігання прихоплень не розв'язується класичними методами.

Задача контролю для запобігання прихоплень БК розглядається, як процес прийняття рішень в системі з одним вихідним параметром ψ (можливим прихопленням БК) і n вхідними параметрами. Ідея, яка лежить в основі формалізації причинно-наслідкових зв'язків між параметрами процесу буріння і можливим прихопленням БК, полягає в описі цих зв'язків на природній мові з застосуванням нечітких множин і лінгвістичних змінних.

Використання нечіткої логіки для СК з метою запобігання прихоплень передбачає наступні етапи: формалізацію поставленої задачі СК - визначення змінних, співставлення мовного опису з конкретними фізичними значеннями; розробки бази правил, які визначають стратегію СК - ввід початкових (вхідних) правил; оптимізація розробленої СК - інтерактивний аналіз поведінки системи з використанням наперед підготовлених промислових даних або за допомогою програмної моделі контрольованого об'єкту; реалізацію СК.

Інформація контролю для запобігання прихоплень БК представлена у вигляді бази знань. Розроблена база знань визначає систему логічних висловлювань типу "ЯКЩО – ТО – ІНАКШЕ", які зв'язують значення вхідних параметрів $X_1 \div X_n$ з можливим прихопленням БК ψ_j , $j = \overline{1, m}$:

ЯКЩО $(x_1 = a_1^{11}) \text{ I } (x_2 = a_2^{11}) \dots \text{ I } (x_n = a_n^{11})$ АБО $\dots (x_1 = a_1^{12}) \text{ I } (x_2 = a_2^{12}) \dots \text{ I } (x_n = a_n^{12})$ АБО \dots

$(x_1 = a_1^{1k_1}) \text{ I } (x_2 = a_2^{1k_1}) \dots \text{ I } (x_n = a_n^{1k_1})$, ТО $\psi = \psi_1$, ІНАКШЕ

ЯКЩО $(x_1 = a_1^{21}) \text{ I } (x_2 = a_2^{21}) \dots \text{ I } (x_n = a_n^{21})$ АБО $\dots (x_1 = a_1^{22}) \text{ I } (x_2 = a_2^{22}) \dots \text{ I } (x_n = a_n^{22})$ АБО \dots

$(x_1 = a_1^{2k_2}) \text{ I } (x_2 = a_2^{2k_2}) \dots \text{ I } (x_n = a_n^{2k_2})$, ТО $\psi = \psi_2$, ІНАКШЕ

ЯКЩО $(x_1 = a_1^{m1}) \text{ I } (x_2 = a_2^{m1}) \dots \text{ I } (x_n = a_n^{m1})$ АБО $\dots (x_1 = a_1^{m2}) \text{ I } (x_2 = a_2^{m2}) \dots \text{ I } (x_n = a_n^{m2})$ АБО \dots

$(x_1 = a_1^{mk_m}) \text{ I } (x_2 = a_2^{mk_m}) \dots \text{ I } (x_n = a_n^{mk_m})$, ТО $\psi = \psi_m$.

З використанням операцій \cup (АБО) і \cap (І) ця система висловлювань представляється в компактній формі:

$$\left[\bigcap_{i=1}^n (x_i = a_i^{j1}) \right] \cup \left[\bigcap_{i=1}^n (x_i = a_i^{j2}) \right] \dots \cup \left[\bigcap_{i=1}^n (x_i = a_i^{jm}) \right] \longrightarrow \psi_j, \quad j = \overline{1, m},$$

або ще компактніше:

$$\bigcup_{j=1}^m \left[\bigcap_{i=1}^n (x_i = a_i^{j\alpha}) \right] \longrightarrow \psi_j, \quad j = \overline{1, m} \quad (1)$$

Інформація, яка необхідна для формування системи (1), отримується з статистичних даних (акти про аварії), від висококваліфікованих спеціалістів-експертів в області буріння (анкетування); безпосередньо під час буріння в реальному часі (вибрані вище контрольовані величини).

Ідея роботи СК для запобігання прихоплень БК полягає у використанні нечітких логічних рівнянь (1), за допомогою яких визначається значення функцій належностей різних можливих прихоплень БК при фіксованих значеннях параметрів процесу буріння. В якості можливого прихоплення БК вибирається таке, що має найбільше значення функції належності.

Зв'язок між функціями належності і логічними висловлюваннями виражається наступними рівняннями:

$$\begin{aligned} \mu^{\psi_1}(x_1, x_2, \dots, x_n) &= \mu^{11}(x_1) \cdot \mu^{11}(x_2) \dots \mu^{11}(x_n) \vee \\ &\vee \mu^{12}(x_1) \cdot \mu^{12}(x_2) \dots \mu^{12}(x_n) \vee \dots \vee \mu^{1k_1}(x_1) \cdot \mu^{1k_1}(x_2) \dots \mu^{1k_1}(x_n); \\ \mu^{\psi_2}(x_1, x_2, \dots, x_n) &= \mu^{21}(x_1) \cdot \mu^{21}(x_2) \dots \mu^{21}(x_n) \vee \\ &\vee \mu^{22}(x_1) \cdot \mu^{22}(x_2) \dots \mu^{22}(x_n) \vee \dots \vee \mu^{2k_2}(x_1) \cdot \mu^{2k_2}(x_2) \dots \mu^{2k_2}(x_n); \\ \mu^{\psi_m}(x_1, x_2, \dots, x_n) &= \mu^{m1}(x_1) \cdot \mu^{m1}(x_2) \dots \mu^{m1}(x_n) \vee \\ &\vee \mu^{m2}(x_1) \cdot \mu^{m2}(x_2) \dots \mu^{m2}(x_n) \vee \dots \vee \mu^{mk_m}(x_1) \cdot \mu^{mk_m}(x_2) \dots \mu^{mk_m}(x_n); \end{aligned}$$

де \vee – логічні “АБО”, \cdot – логічні “І”

В загальному вигляді система рівнянь функцій належності для запобігання прихоплення БК виглядає наступним чином:

$$\mu^{\psi_j}(x_1, x_2, \dots, x_n) = \bigvee_{d=1}^{k_j} \left[\bigwedge_{i=1}^n \mu^{jd}(x_i) \right], \quad j = \overline{1, m} \quad (2)$$

Встановлено, що алгоритм прийняття рішення про можливість виникнення прихоплення БК здійснюється в такій послідовності:

- фіксується значення параметрів процесу буріння $x^* = \langle x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^* \rangle$;
- задаються функції належності нечітких термів і визначаються значення цих функцій при фіксованих значеннях параметрів x_i^* , $i = \overline{1, n}$;
- користуючись логічним рівнянням (2), вираховуються значення багатомірних функцій належності $\mu^{\psi_j}(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$ при векторі стану $x^* = \langle x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^* \rangle$ для всіх можливих прихоплень БК $\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_m$. При цьому логічні операції I(\wedge) і АБО (\vee) над функціями належності замінюються на операції \min і \max

$$\mu(a) \wedge \mu(b) = \min[\mu(a), \mu(b)] \quad \mu(a) \vee \mu(b) = \max[\mu(a), \mu(b)];$$

- визначається ψ^* , для якого

$$\mu^{\psi^*}(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*) = \max_{j=1, m} [\mu^{\psi_j}(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)].$$

Цьому рішенням і буде відповідати ймовірність певного прихоплення БК з вектором параметрів

$$x^* = \langle x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^* \rangle$$

Таким чином, запропонований алгоритм прийняття рішень для запобігання прихоплення БК, використовує ідею ідентифікації лінгвістичного терму за максимумом функції належності.

Розроблено також алгоритм прийняття рішення, який дозволяє фіксованій множині якісних оцінок параметрів стану процесу буріння поставити у відповідність можливе прихоплення БК $\psi_j^* \in \Psi$.

Ідея цього алгоритму полягає у використанні композиційного правила виводу, що встановлює зв'язок між однією вхідною і вихідною змінними.

Показано, що розрахунок нечіткої множини ознак прихоплення БК $\psi \in W$ на основі модифікованої матриці знань проводиться за формулою:

$$\begin{aligned} \psi = & \{ [x_1 \circ (a_1^1 \times \psi^1)] \wedge [x_2 \circ (a_2^1 \times \psi^1)] \dots \wedge [x_n \circ (a_n^1 \times \psi^1)] \} \vee \dots \\ & \dots \vee \{ [x_1 \circ (a_1^{\psi} \times \psi^d)] \wedge [x_2 \circ (a_2^{\psi} \times \psi^d)] \dots \wedge [x_n \circ (a_n^{\psi} \times \psi^d)] \} \vee \dots \\ & \dots \vee \{ [x_1 \circ (a_1^N \times \psi^N)] \wedge [x_2 \circ (a_2^N \times \psi^N)] \dots \wedge [x_n \circ (a_n^N \times \psi^N)] \} \vee \dots \end{aligned}$$

або компактніше

$$\psi = \bigcup_{d=1}^N \left\{ \bigcap_{i=1}^n [x_i \circ (a_i^d \times \psi^d)] \right\} \quad (3)$$

Отримане співвідношення (3) дозволяє на основі інформації, яка міститься в базах знань, виводити нечіткі множини можливих прихоплень БК для поточних лінгвістичних оцінок параметрів процесу буріння.

Для розроблених алгоритмів побудовані функції належності, які представляють параметри процесу буріння у вигляді нечітких множин. Ці функції належності трикутного і трапецеподібного вигляду побудовані виходячи з умов мінімуму вихідних даних, до яких відносяться: назва параметра x_i , $i = \overline{1, n}$; діапазон $[\underline{x}_i, \overline{x}_i]$ зміни параметра x_i ; кількість термів, які використовуються для лінгвістичної оцінки параметра x_i ; назва кожного лінгвістичного терму.

Доведено, що уніфікація функцій належності може бути досягнута за рахунок того, що різні за фізичним змістом кількісні та якісні параметри буріння відображаються на одну універсальну множину, потужність якої рівна числу термів, і на якій задані нечіткі підмножини кожного із термів.

Показано, що генерація функцій належності з довільним числом лінгвістичних термів забезпечується шляхом апроксимації цих функцій трикутниками з наступним застосуванням операції стиску-розтягування, яка дозволяє адаптувати трикутні функції до експериментальних (експертних) даних за рахунок підбору лише одного параметра.

У третьому розділі розглядається методичне, технічне і програмне забезпечення досліджень СК для запобігання прихоплень БК.

Була розроблена методика проведення експериментальних досліджень, яка, виходячи з аварійності, пов'язаної з прихопленнями БК на площах Прикарпаття, включала вибір бурових, геологічні розрізи, параметри режиму буріння і типи доліт, тобто, було визначено ту сукупність факторів, які могли призвести до виникнення прихоплень БК. Виходячи з розробленої методики на вибраних бурових, проводили запис параметрів і показників процесу буріння, які в подальшому використовувалися при імітаційному моделюванні прихоплень з використанням розробленої системи контролю.

Технічне забезпечення експериментальних досліджень включало вибір серійних засобів контролю параметрів і показників процесу буріння та, виходячи з поставлених завдань досліджень, розробку спеціальних технічних засобів.

Було обґрунтовано вибір системи контролю параметрів процесу буріння СКУБ-М2 і БУР-САК, які випускаються Івано-Франківським ВАТ "Промприлад" і сертифіковані.

Для проведення досліджень були використані лише сім вимірювальних каналів системи БУР-САК для таких контрольованих параметрів, як: $P(t)$; $M(t)$; $Q_1(t)$; $Q_2(t)$; $n_2(t)$; $p(t)$; $h(t)$ (Рис 2).

Виходячи з необхідної частоти опитування давачів (0.02 с) з подальшою передачею отриманої інформації через СОМ-порт ПЕОМ, був розроблений мікропроцесорний пристрій (МП). МП складається з мікроконтролера PIC18F452, що містить на кристалі вбудований восьмиканальний аналоговий мультиплексор, генератора прямокутних імпульсів на 10МГц на базі інтегральної схеми логічних інверторів 555ЛН1; інтегральної схеми перетворення рівнів на базі МАХ232СРЕ; пристрою живлення на напругу 5 вольт.

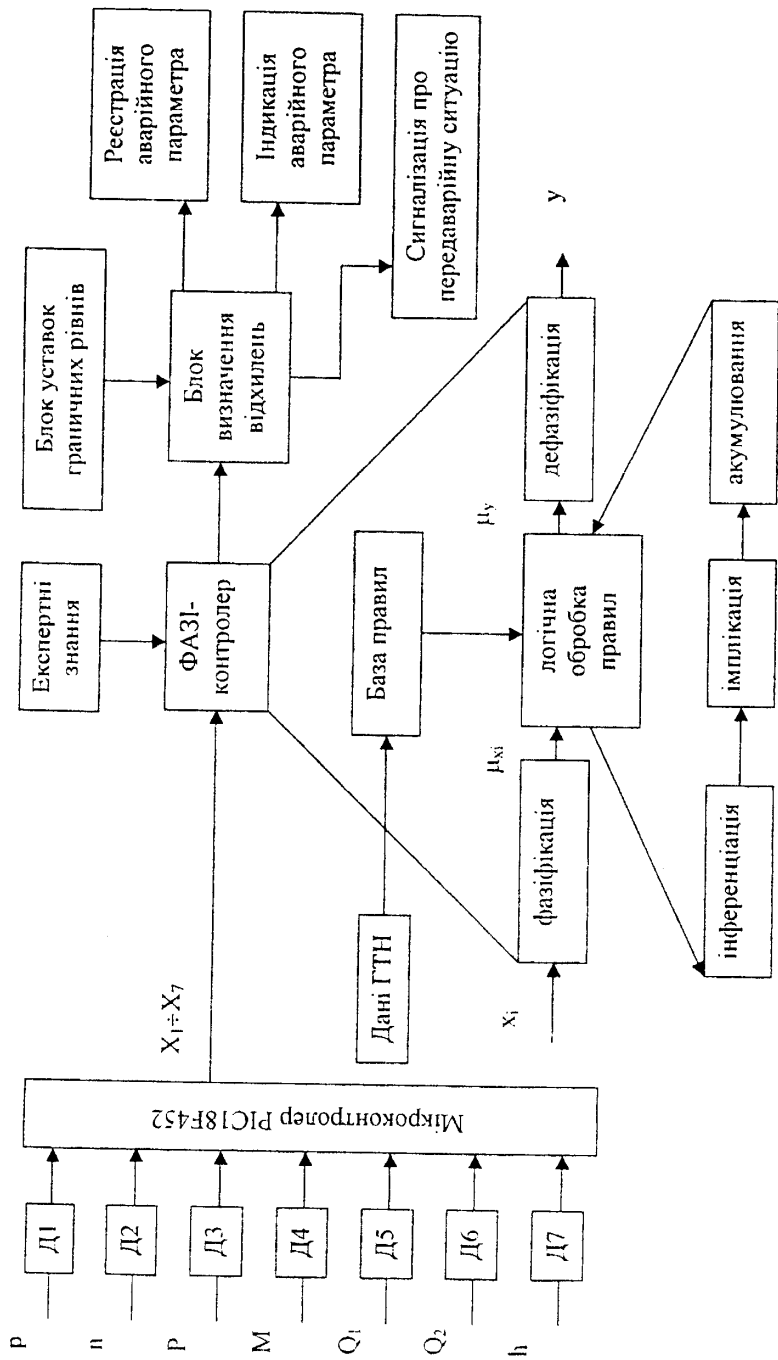


Рис. 2. Структура СК для запобігання прихоплень БК

Мікропроцесорний пристрій виконує такі основні функції: циклічне опитування семи давачів аналогових інформаційних сигналів; аналого-цифрове перетворення інформаційних сигналів, в процесі якого здійснюється вибірка та зберігання значення інформаційного аналогового сигналу через період дискретизації і квантування, отриманого значення сигналу по рівню з подальшим кодуванням відповідним двійковим кодом; перетворення двійкового коду кожного значення інформаційного сигналу з паралельного в послідовний і передача через послідовний асинхронний інтерфейс по стандарту RS-232 в COM-порт персонального комп'ютера.

Детально обгрунтовано вибір програмної оболонки, проведено імітаційне моделювання, що дозволило при реалізації розробленого алгоритму СК для запобігання прихоплень БК використати інтегрований математичний пакет MATLAB (бібліотеку Fuzzy Logic Toolbox).

Для прикладу, на рис.3 наведені графіки зміни окремих параметрів і показників процесу буріння певний взаємозв'язок яких характеризує процес прихоплень БК, що отримані в результаті імітаційного моделювання в середовищі Matlab.

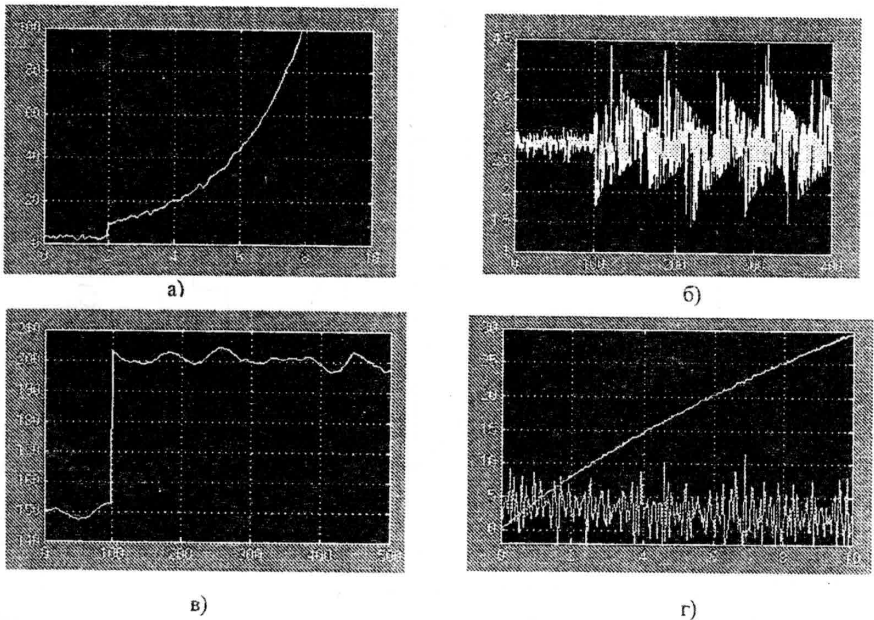


Рис.3. Результати імітаційного моделювання: а) різке зростання моменту $M(t)$; б) автоколивання $M(t)$, в) зміна осьового навантаження на долото $P(t)$; г) проходка на долото $h(t)$

Запропоновані методика і вимірвальна апаратура дозволили отримати неперервну інформацію про технологічні параметри і показники процесу буріння, що була використана для розробки СК з метою запобігання прихоплень БК.

Четвертій розділ присвячений дослідженню розробленої СК для запобігання прихоплень БК. У цьому розділі наведені контрольні приклади, що ілюструють практику рішення задач СК для запобігання прихоплень БК в процесі буріння свердловин із застосуванням математичних моделей і розроблених алгоритмів.

Наведено лінгвістичний опис технологічних ситуацій, що виникають у процесі буріння і яким користуються технологи-оператори при прийнятті рішення про можливе прихоплення БК.

На основі лінгвістичного опису складені нечіткі правила-продукції, які дозволяють використовувати нечітку (не числову) інформацію про параметри процесу буріння для визначення початку прихоплення БК:

$N_1 = \text{ЯКЩО } P_{\min} < P < P_{\max} \text{ ТО "Результат СК коректний"}$

$N_2 = \text{ЯКЩО } M \in B \text{ I } p \in C \text{ I } V \in H \text{ ТО "Ймовірність прихоплення БК" АБО}$

$N_3 = \text{ЯКЩО } M \in B \text{ I } V \in H \text{ ТО "Ймовірність прихоплення БК" АБО}$

$N_5 = \text{ЯКЩО } M \in B \text{ I } p \in B \text{ I } V \in H \text{ ТО "Ймовірність прихоплення БК" ІНАКШЕ}$

$N_6 = \text{ЯКЩО } M \in H \text{ I } V \in B \text{ ТО "Провал" БК (перехід в зону з аномально високим пластивим тиском) "}$

Тут: P_{\min}, P_{\max} - граничні умови; M - момент на БК; V - механічна швидкість буріння, P - осьове навантаження на БК; p - тиск БР,

B, C, H - нечіткі терми, відповідно "високий", "середній", "низький".

Побудовано функції належності контрольованих в реальному часі параметрів P, V, M, p , що входять в нечіткі правила-продукції $N_1 - N_6$, методом статистичної обробки експертної інформації. У результаті попереднього опитування експертів були визначені наступні діапазони зміни контрольованих параметрів:

$P: (0.7; 0.8; 0.9; 1.0; 1.1; 1.2; 1.3) P_{\text{ном}}, M: (0.25; 0.5; 0.75; 1.0; 1.25; 1.5; 1.75) M_{\text{ном}}, V: (0; 0.25; 0.5; 0.75; 1.0; 1.25; 1.5) V_p, p: (0.85; 1.0; 1.15; 1.3; 1.45; 1.6; 1.75) p_{\text{ном}}$;

де $F_{\text{ном}}, M_{\text{ном}}, p_{\text{ном}}$ - відповідно номінальні значення осьового навантаження на БК, моменту на БК і тиску БР, V_p - рейсова швидкість буріння.

Показано працездатність розроблених алгоритмів СК для запобігання прихоплень за кількісними і якісними параметрами процесу буріння. На рис. 4 наведено фрагмент результатів досліджень СК на ПЕОМ, а саме: сім параметрів, що контролюються в режимі реального часу (SK_1); згруповані параметри, які задаються геолого-технологічним нарядом (SK_2); редактор правил-продукцій (Rule Viewer); перегляд результатів (Surface), за якими можна судити про можливість прихоплення БК.

Проведено аналіз і узагальнення результатів дослідження СК для запобігання прихоплень БК у процесі буріння. На основі методів теорії ймовірностей досліджена точність і вірогідність контролю, а також ефективність використання СК у промислових умовах.

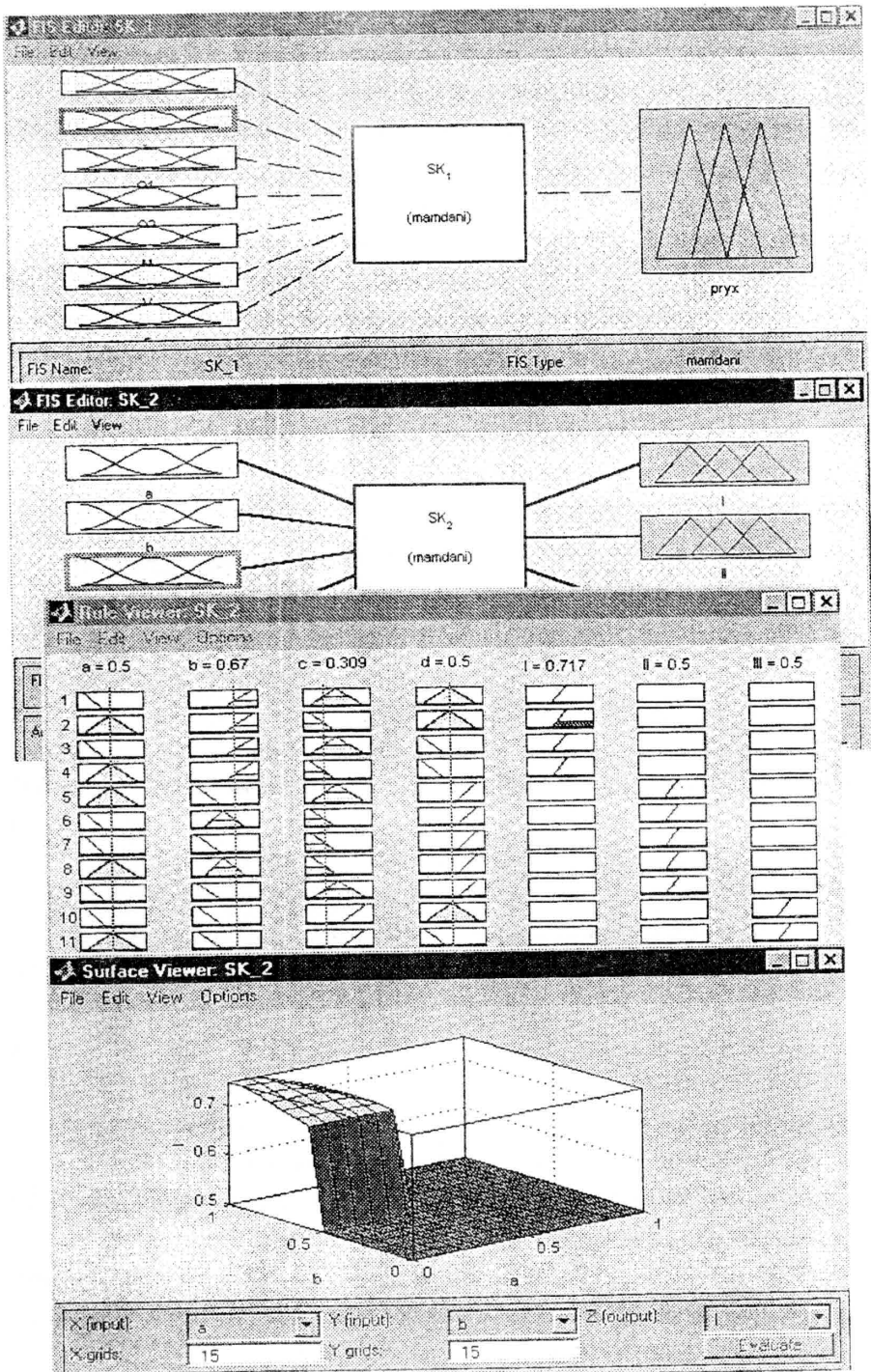


Рис. 4. Дослідження СК на ПЕОМ у програмному середовищі MATLAB

Досліджена повна похибка вимірювань, що складається з похибок апаратури, динамічної та похибки опитування давачів.

Показано, що похибки апаратури контролю вимірювальних трактів визначаються головним чином похибками давачів і перетворювачів, що входять до складу СК для запобігання прихоплень БК. Границі допустимих значень приведеної основної похибки апаратури контролю, використаної в розробленій СК, змінюються в межах ($\pm 0.5 \div \pm 2.5 \%$).

Досліджена вірогідність СК для запобігання прихоплень БК, яка є мірою визначеності результатів контролю і основною характеристикою СК, що оцінює якість інформації.

Числове значення вірогідності, розробленої СК, складає $B = 0.98$, що дає можливість отримати надійну інформацію про передаварійний стан БК в процесі буріння і запобігти прихоплення БК.

Розрахована ефективність СК для запобігання прихоплень БК, яка складає 0.86 і підтверджує економічну доцільність застосування.

Випробування СК для запобігання прихоплень були проведені на промислових даних, отриманих на свердловині № 45 – Тянява Долинського УБР ВАТ “Укрнафта” і матеріалах інших дослідників. Крім того, розроблена СК впроваджена в навчальний процес у вигляді лабораторного стенду, для студентів спеціальності 7.092501 – Автоматизоване управління технологічними процесами.

У додатках наведені акти про впровадження, таблиці експертних опитувань, результати досліджень у програмному середовищі Matlab.

ВИСНОВКИ

1. У дисертаційній роботі на основі виконаних автором досліджень наведено теоретичне узагальнення і вирішення наукової задачі, яка включає розробку системи контролю (СК) найбільш розповсюдженої аварії при поглибленні свердловин – прихоплень бурильної колони (БК).

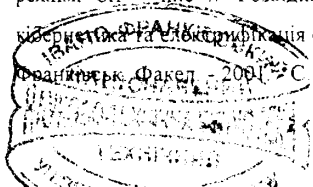
Проведено аналіз відомих методів і засобів контролю прихоплень БК та теоретичних підходів, що покладені в основу їх побудови, який показав відсутність загальноприйнятого ефективного методу контролю, на основі якого можна було б отримати вірогідну інформацію про передаварійний стан БК. З урахуванням особливостей процесу (невідтворюваність, нестационарність, стохастичність, неповнота інформації, розвиток в часі) і вимог до СК, з метою запобігання прихоплень БК обґрунтовано перспективність системи, що базується на використанні теорії нечітких множин і нечіткої логіки, які дають можливість подолати невизначеність технологічної ситуації формування прихоплень БК.

2. Вперше теоретично обґрунтоване можливість контролю для запобігання прихоплень БК, на основі використання принципів лінгвістичності та ієрархічності знань про аварійні ситуації і укладення в процесі буріння свердловин, що дозволило описати причинно-наслідкові зв'язки “параметри процесу буріння – можлива аварія “прихоплення БК”” на природній мові за допомогою нечітких логічних висловлювань та ввести матриці знань. Останнє дозволило формалізувати перехід від інформації про аварії БК у вигляді нечітких логічних висловлювань, що зв'язані лінгвістичними змінними аварії “можливе прихоплення” і параметрів процесу буріння.
3. Розроблені математичні моделі БК, які, на відміну від детермінованих математичних моделей, узагальнюють відомі в алгебрі нечітких множин операції на випадок всієї матриці знань, і враховують довільне число ознак параметрів процесу буріння і можливих прихоплень, що дозволяє формалізувати процедури прийняття рішень на базі нечіткої логіки з використанням кількісних і якісних показників процесу буріння.
4. Отримали подальший розвиток методичне, технічне і програмне забезпечення експериментальних досліджень СК для запобігання прихоплень БК, яке, на відміну від відомих, ґрунтується на методах теорії нечітких множин і нечіткої логіки та неперервній інформації від давачів, опитування яких здійснюється через 0.02 с, що дає можливість ефективно контролювати початкову стадію прихоплення БК в реальному часі, в широкому діапазоні зміни параметрів процесу буріння та використати отримані дані для імітаційного моделювання процесу прихоплення при оцінці працездатності розробленої СК.
5. Розроблена структура СК на базі нечіткої логіки з метою запобігання прихоплень БК в процесі поглиблення свердловин, яка забезпечує підвищену точність фазифікації якісних вхідних сигналів з функціями належності трикутної форми за рахунок апріорного формування аналітичних залежностей для визначення точок перетину функцій належності вхідних нечітких сигналів та лінгвістичних термів, і проведена апробація СК на експериментальних даних, результати якої підтверджують її ефективність. Очікуваний економічний ефект від впровадження СК на бурових Прикарпаття становить 67 тис грн в цінах 2002 р.
6. Результати дисертаційних досліджень, стосовно розробки СК для запобігання прихоплень БК, реалізовані на базі інтегрованого математичного пакету MATLAB (бібліотека Fuzzy Logic Toolbox), у вигляді імітаційного стенду для моделювання процесу прихоплення БК, який використовується в навчальному процесі на кафедрі автоматизації технологічних процесів і моніторингу в екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу.

Розроблена в дисертації СК для запобігання прихоплень БК може застосовуватися також під час буріння свердловин на тверді корисні копалини і воду, а також на морських бурових платформах, що значно розширює можливості практичного застосування результатів роботи.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Шавранський М.В. Прогнозування прихвату інструменту при бурінні свердловин // Методи та прилади контролю якості. - 1999. - № 4. - С. 66 - 69.
2. Шавранський М.В. Фазі-моделювання для прогнозування прихоплень колони бурильних труб // Науковий вісник. ІФНТУНГ. - 2001. - № 1. - С. 87 - 90.
3. Шавранський М.В. Метод і пристрій прогнозування аварій - прихвата колони бурильних труб при бурінні свердловин на нафту і газ // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. - 1998. - № 4. - С. 112-115.
4. Шавранський М.В. Система прогнозування передаварійних ситуацій і ускладнень на базі реміонта Р-130 // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. - 1998. - № 3. - С. 112-115.
5. Семенов Г.Н., Шавранський М.В. Створення математичної моделі на принципах нечіткої логіки і її реалізація для прогнозування прихоплень бурильних труб у процесі поглиблення свердловин // Вісник технологічного університету Поділля. - 2002. - Том 1. - С. 100 - 103.
6. Шавранський М.В. Нечіткі алгоритми прогнозування передаварійних ситуацій і ускладнень у процесі буріння свердловин на нафту і газ // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. Серія: Технічна кібернетика та електрифікація об'єктів паливно-енергетичного комплексу. Вип. 35(6). - Івано - Франківськ: ІФДТУНГ. - 1998. - С. 51 - 55.
7. Шавранський М.В. Бази знань для прогнозування передаварійних ситуацій // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. Серія: Технічна кібернетика та електрифікація об'єктів паливно-енергетичного комплексу. - Івано-Франківськ: Факел. - 1999. Вип. 36(8). - С. 277 - 284.
8. Шавранський М.В. Особливості розробки експертних систем (ЕС) для прогнозування передаварійних ситуацій і ускладнень при бурінні свердловин // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. Серія: Технічна кібернетика та електрифікація об'єктів паливно-енергетичного комплексу. - Івано-Франківськ: Факел. - 1999. Вип. 36(6). - С. 60 - 64.
9. Шавранський М.В. Дослідження методу прогнозування прихоплень бурового інструменту в режимі off - line // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. Серія: Технічна кібернетика та електрифікація об'єктів паливно-енергетичного комплексу. Вип. 37 (6). - Івано - Франківськ: Факел. - 2001. - С. 110 - 115.



10. Шавранський М.В. Прогнозування прихоплень бурового інструменту (труб, доліт) // Наукові праці Донецького державного технічного університету. Серія: Гірничо - геологічна. Вип. 24. - Донецьк: ДонДТУ, 2001. - С. 94 - 98.
11. Семенов Г.Н., Шавранський М.В. Інтелектуальна система прогнозування передаварійних ситуацій і ускладнень при бурінні свердловин // 5-а Міжнародна конф. "Нафта і газ України", Ч.2. Полтава, 1998. - С. 129 - 130.
12. Шавранський М.В. Интеллектуальная система прогнозирования предаварийных ситуаций и осложненных при бурении скважин // Проблемы нефтегазового комплекса России / Материалы секции АПП Международн. научн.-техн. конф., посвящен. 50-летию УНГТУ. Т.2. Уфа, 1998. - С. 37 - 44.
13. Семенов Г.Н., Шавранський М.В. Нечітка інтелектуальна система прогнозування передаварійних ситуацій і ускладнень у процесі буріння свердловин // Тези наук.-техн. конф. проф.-вickl. складу університету. - Івано-Франківськ: ІФДТУНГ. - 1998. - С. 69 - 70.
14. Шавранський М.В. Експертна система прогнозування прихоплень бурильного інструменту // Тези наук.-техн. конф. проф.-вickl. складу університету - Івано-Франківськ: Факел. - 2000. - С. 35 - 36.
15. Шавранський М.В. Виявлення прихоплень бурильного інструменту з використанням логіко-лінгвістичних моделей прийняття рішень в умовах невизначеності // Тези наук.-техн. конф. проф.-вickl. складу університету. - Івано-Франківськ: Факел. - 2001. - С. 79 - 81.

АНОТАЦІЯ

Шавранський М.В. Система контролю для запобігання прихоплень бурильної колони в процесі буріння. – Рукопис.

Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.11.13 – Прилади і методи контролю та визначення складу речовин. – Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, -Івано-Франківськ, 2003

Робота присвячена питанням СК з метою запобігання прихоплень БК у процесі буріння, що базується на аналізі нечіткої (нечислової) інформації про параметри процесу буріння.

Розроблена СК включає в себе лінгвістичний опис технологічних ситуацій, пов'язаних з виникненням прихоплень БК у процесі буріння свердловин, яким керуються технологи-оператори при прийнятті рішення про можливе прихоплення БК з метою його запобігання. СК дозволяє контролювати параметри процесу буріння в реальному часі в умовах невизначеності, що дає можливість досягти вищих техніко-економічних показників та запобігти прихоплення БК.

Основні результати роботи знайшли промислове впровадження на бурових підприємствах України, а також у навчальному процесі.

Ключові слова: система контролю, прихоплення, запобігання, невизначеність, бурильна колона, логіко-лінгвістична модель.

АННОТАЦІЯ

Шавранський М.В. Система контролю для предотвращення прихватів бурильної колонни в процесі бурення. – Рукопись.

Диссертация на получение ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 – Приборы и методы контроля и определение состава веществ. – Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Ивано-Франковск, 2003.

Работа посвящена вопросам СК с целью предотвращения прихватов БК в процессе бурения, которое базируется на анализе нечеткой (нечисловой) информации в параметрах процесса бурения.

Разработанная СК включает в себя лингвистическое описание технологических ситуаций, связанных с возникновением прихватов БК в процессе бурения буровых скважин, которым руководствуются технологи-операторы при принятии решения в возможном прихвате БК с целью его предотвращения. СК разрешает контролировать параметры процесса бурения в режиме реального времени в условиях неопределенности, которая дает возможность достичь высших технико-экономических показателей и предотвратить прихваты БК.

Основные результаты работы нашли промышленное внедрение на буровых предприятиях Украины, а также в учебном процессе.

Диссертация состоит из вступления, четырех разделов и приложений.

Во вступлении обосновывается актуальность темы диссертации, показана связь с научными программами, планами, темами, сформулированные цель и задачи исследования, представленные научная новизна и практическое значение полученных результатов. Определен личный вклад соискателя и приведена информация об апробации результатов работы.

В первом разделе проведен анализ современного состояния проблемы контроля с целью предотвращения прихватов БК при бурении буровых скважин на нефть и газ

Проведенный анализ существующих методов средств контроля показал, что на данное время отсутствуют СК для предотвращения прихватов БК, которые обеспечивают принятие управляющих решений с высокой достоверностью и быстродействием в условиях неопределенности процесса бурения.

Выбрано и обосновано направление усовершенствования СК для предотвращения прихватов БК.

Второй раздел посвящен разработке исходных теоретических положений СК для предотвращения прихватов БК в условиях неопределенности процесса бурения: разработана информационная модель объекта контроля; приведен выбор контролируемых величин; определена

частота опрашивания датчиков; представлена алгоритмическая структура и алгоритмически-функциональная схема системы прогнозирования прихватов БК на базе законов алгебры логики; обоснована необходимость использования нечеткой логики; большое внимание уделено математическому описанию представления информации контроля для предотвращения прихватов БК, на базе нечеткой логики.

В третьем разделе разработано методическое, техническое и программного обеспечение исследования СК для предотвращения прихватов БК. Разработана методика получения данных для исследования разработанной СК. Проведено имитационное моделирование процесса прихвата БК и приведены результаты.

Четвертый раздел посвящен исследованию разработанной СК для предотвращения прихватов БК. В этом разделе приведены примеры, которые иллюстрируют практику решения задач СК в процессе бурения скважин с применением математических моделей и разработанных алгоритмов.

Ключевые слова: система контроля, прихват, предотвращение, неопределенность, бурильная колонна, логико-лингвистическая модель

THE SUMMARY

Shavranskij M.V. The monitoring system for prevention to take a boring column during drilling. - Manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of engineering science on a speciality 05.11.13 – Instruments both methods of check and definition of structure of matters - Ivano-Frankovsk State national technical university of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, 2003.

Work is devoted to questions of the monitoring system with the purpose of prevention to take a boring column during drilling which is based on the analysis of the indistinct information on parameters of process drilling.

The developed monitoring system includes the linguistic description of technological situations connected with occurrence to take a boring column during drilling boreholes by which technologists - operators are guided at decision making about possible to take a boring column with the purpose of his prevention. The monitoring system allows to supervise parameters of process drilling in real time in conditions of uncertainty which enables to reach the maximum technical and economic parameters and to prevent take a boring column.

The basic results of work have found industrial introduction at the chisel enterprises of Ukraine, and also in educational process.

Key words: the monitoring system, to take, prevention, uncertainty, a boring column, logician-linguistics model.