

Проект SWorld



*СЕМЕНЦОВ Георгій Никифорович,
САБАЛП Наталія Василівна*

**СИГНАЛЬНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ
БУРИМОСТІ ГІРСЬКИХ ПОРІД У
ПРОЦЕСІ ПОГЛИБЛЕННЯ
НАФТОВИХ І ГАЗОВИХ
СВЕРДЛОВИН**

МОНОГРАФІЯ

Одеса
КУПРІЄНКО СВ
2014

УДК: 681.513.6:622.243

ББК 30

С 301

Семенцов Г. Н., Сабат Н.В.

С-301 Сигнальна ідентифікація буримості гірських порід у процесі поглиблення нафтових і газових свердловин: монографія / Г.Н. Семенцов, Н.В. Сабат – Одеса: КУПРІЄНКО СВ, 2014 – 185 с.: іл., табл.

ISBN 978-966-2769-29-6

Розглянуто питання розробки методу ідентифікації та автоматизованого безконтактного контролю буримості гірських порід в процесі поглиблення нафтових і газових свердловин, що дозволяє контролювати координатні збурення (буримість породи) незалежно від типорозмірів породоруйнівного інструменту та геолого-технологічних умов і вносити корективи в керувальні дії процесу буріння. На базі аналізу розподілу показника буримості і похибок контролю визначено ймовірність хибної тривоги, ймовірність невизначеної відмови та вірогідність контролю, що дало змогу обґрунтувати спосіб визначення порогового значення буримості гірських порід для системи автоматизованого контролю. Як ознаку зміни буримості використана поява спостереження з рівнем шуму, що перевищує заданий поріг. Встановлено зв'язки систематичної і випадкової похибок контролю з показником буримості гірських порід, що дозволило використати його для вирішення задач оптимізації керування процесом буріння. Запропоновано структуру, алгоритмічне та програмне забезпечення пристрою автоматизованого безконтактного контролю буримості гірських порід, що дало змогу інтегрувати його в існуючу систему керування процесом буріння.

Призначено для наукових інженерно-технічних працівників і аспірантів, які займаються питаннями автоматизації процесів керування у нафтогазовидобувній промисловості.

УДК: 681.513.6:622.243

ББК 30

© Г.Н. Семенцов, Н.В. Сабат, 2014

ISBN 978-966-2769-29-6

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ БУРИМОСТІ ГІРСЬКИХ ПОРІД	10
1.1. Характеристика об'єкта ідентифікації і контролю.....	10
1.2. Аналіз методів та засобів контролю буримості гірських порід.....	17
1.2.1. Методи сигнальної ідентифікації буримості гірських порід.....	19
1.2.2. Засоби контролю фізико-механічних властивостей гірських порід контактним методом.....	26
1.2.3. Аналіз засобів безконтактного контролю буримості гірських порід.....	29
1.3. Аналіз проблем, які виникають при розробці методів безконтактного автоматизованого контролю буримості гірських порід і вибір методу.....	36
1.4. Вибір та обґрунтування напрямку досліджень.....	37
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБЛЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ БУРИМОСТІ ГІРСЬКИХ ПОРІД ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РЕЖИМОМ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН	41
2.1. Методики оцінювання буримості гірських порід.....	41
2.2. Моделювання розподілу розрізу свердловини на ділянки (пачки) однорідних за буримістю інтервалів порід.....	48
2.3. Вимоги до математичної моделі буримості гірських порід з позицій автоматизованого контролю.....	51
2.4. Розроблення структури моделі процесу буріння нафтових і газових свердловин як об'єкта контролю буримості гірських порід.....	58
2.5. Розроблення узагальненої математичної моделі буримості гірських порід в просторі станів.....	61
2.6. Розроблення динамічної інформаційної моделі буримості гірських порід в умовах дрейфу.....	69

2.7. Розроблення методики визначення базової механічної швидкості буріння	78
<i>Висновки до другого розділу</i>	79
РОЗДІЛ 3 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЩОДО ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛІ І РОЗРОБЛЕННЯ НОВОГО МЕТОДУ КОНТРОЛЮ БУРИМОСТІ ГІРСЬКИХ ПОРІД І ОБРОБЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ	81
3.1. Ідентифікація параметрів математичної моделі механічної швидкості буріння.....	81
3.2. Методика розбивки інтервалу буріння на пачки гірської породи...	90
3.3. Розбиття гірської породи на класи за буримістю на засадах штучних нейронних мереж.....	100
3.4. Вибір частоти дискретного контролю буримості гірських порід....	108
3.5. Прогнозування швидкості буріння на основі штучних нейронних мереж.....	111
3.6. Вірогідність визначення меж залягання гірських порід різної буримості.....	117
<i>Висновки до третього розділу</i>	126
РОЗДІЛ 4 КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА БЕЗКОНТАКТНОГО АВТОМАТИЗОВАНОГО КОНТРОЛЮ БУРИМОСТІ ГІРСЬКИХ ПОРІД В ПРОЦЕСІ ПОГЛИБЛЕННЯ НАФТОВИХ І ГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН	128
4.1. Розроблення структурної схеми системи автоматизованого контролю буримості гірських порід в умовах перешкод з урахуванням похибки давача.....	128
4.2. Удосконалення системи контролю і управління процесом буріння «Геобох» для діагностування буримості порід і стану долота.....	134
4.3. Розроблення структурної схеми системи підтримки прийняття рішень для управління процесом буріння свердловин в умовах невизначеності.....	138

4.4. Архітектура системи кластерного аналізу буримості гірських порід на базі автоматизованого безконтактного контролю в реальному часі.....	141
<i>Висновки до четвертого розділу.....</i>	144
ЗАКЛЮЧЕННЯ.....	146
ЛІТЕРАТУРА.....	148
ДОДАТКИ.....	162
СКОРОЧЕННЯ.....	184

ВСТУП

Подальший розвиток нафтової і газової промисловості характеризується зростанням обсягів пошуково-розвідувального буріння свердловин в 6 разів порівняно з 2004 р., як це передбачено «Енергетичною стратегією України до 2030 року та подальшу перспективу». За таких умов до 2030 р.р. можливо приростити розвідані запаси нафти в обсязі до 150 млн.т. При цьому спостерігається тенденція збільшення глибин свердловин, буріння яких ведеться, головним чином, роторним способом. Для буріння нафтових і газових свердловин використовується нове покоління трьохшарошкових доліт, які забезпечують проходку на одне долото до 2000 м, а також алмазні долота з проходкою до 6000 м. В результаті одним долотом розбурюються декілька різнорідних шарів порід, буримість яких треба знати, щоб уточнити параметри математичної моделі і визначити оптимальні керувальні дії для наступного інтервалу буріння. Проте аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми, показав, що відомі методи контролю буримості гірських порід як координатного збурення не відповідають сучасному рівню автоматизації та інформаційної забезпеченості бурових підприємств нафтогазовидобувної галузі. Вони мають істотні обмеження, серед яких неможливість отримання інформації для автоматичної системи керування про головне координатне збурення в реальному часі.

Це обумовлено тим, що технологічний процес поглиблення свердловини є нелінійним стохастично-хаотичним процесом, який здійснюється за умов апріорної та поточної невизначеності, розвивається в часі і перебуває під впливом різного типу адитивних і мультиплікативних завад. Головними збурювальними впливами, що діють на керований об'єкт, є фізико-механічні і абразивні властивості гірських порід, зокрема такий комплексний чинник як буримість гірських порід. Контактними методами цей показник визначити не представляється можливим. Тому ідентифікація буримості гірських порід в умовах неповної інформації, нестаціонарності та невизначеності процесу поглиблення свердловини у теперішній час набуває важливого значення. У

зв'язку з цим досить актуальною є задача розробки ефективного безконтактного методу сигнальної ідентифікації буримості гірських порід в реальному часі і програмно-технічних засобів, здатних функціонувати в складі адаптивної системи керування за умов апріорної та поточної невизначеності відносно структури і параметрів об'єкта керування.

Тому метою роботи є розроблення методу сигнальної ідентифікації та автоматизованого безконтактного контролю буримості гірських порід в процесі поглиблення нафтових і газових.

Досягнення вказаної мети забезпечується шляхом розв'язання таких взаємозв'язаних задач:

- аналіз сучасних методів і систем ідентифікації та контролю буримості гірських порід;
- проведення досліджень взаємозв'язків основних факторів, що визначають буримість гірської породи, та обґрунтування найбільш інформативного параметру для оцінювання буримості порід в реальному часі;
- розробка математичної моделі буримості гірських порід, динамічної інформаційної моделі і методу визначення базових значень показника буримості;
- встановлення зв'язків систематичної і випадкової похибок контролю з показником буримості гірських порід, призначеним для оптимального керування процесом буріння нафтових і газових свердловин;
- вибір оптимальної частоти дискретного контролю відхилень показника буримості гірських порід за межі порогового значення, яка забезпечує визначення меж залягання гірських порід різної буримості згідно заданого критерію вірогідності контролю;
- розробка та дослідження автоматизованої системи безконтактного контролю буримості гірських порід в процесі поглиблення свердловин

Для вирішення поставлених задач у роботі застосовувалися такі методи дослідження: аналіз зарубіжного та вітчизняного досвіду, систематизація

існуючих методів і підходів до контролю буримості гірських порід під час поглиблення нафтових і газових свердловин, для обґрунтування актуальності, мети і задачі дослідження; методи ідентифікації, що дозволили удосконалити математичну модель буримості; теорія планування і оброблення результатів експериментів для визначення взаємозв'язків параметрів і показників процесу буріння з показниками буримості; аналіз, що дозволив виявити властивості аналізованих функцій; математична статистика, що дозволила дослідити результати експериментів; імітаційне моделювання для підтвердження вірогідності отриманих теоретичних результатів; методи схемо- і системотехнічні для розроблення технічних засобів.

Наукова новизна одержаних результатів визначається тим, що вперше:

- ✓ запропоновано теоретичні засади методу ідентифікації та безконтактного автоматизованого контролю буримості гірських порід в процесі поглиблення свердловин, що дає змогу виділяти в свердловин інтервали однакової буримості і визначити координатні збурення, що діють на систему адаптивного оптимального керування;
- ✓ на базі аналізу розподілу показника буримості і похибок вимірювання визначено ймовірність хибної тривоги, ймовірність невизначеної відмови та вірогідність контролю, що дало змогу обґрунтувати спосіб визначення порогового значення буримості гірських порід для системи автоматизованого контролю; як ознаку зміни буримості використано спостереження за рівнем механічної швидкості буріння;
- ✓ встановлено функціональні зв'язки систематичної і випадкової похибок контролю із запропонованим показником буримості гірських порід, що дозволило використати їх для роз'язання задач оптимізації керування процесом буріння нафтових і газових свердловин;
- ✓ запропоновано структуру, алгоритмічне та програмне забезпечення пристрою для автоматизованого безконтактного контролю буримості гірських порід, що дає змогу інтегрувати його в існуючу систему керування процесом буріння СКУБ-М2.

Удосконалено метод вибору оптимальної частоти дискретного контролю відхилень показника буримості гірських порід за межі порогового значення, який, на відміну від існуючих, забезпечує визначення меж залягання гірських порід різної буримості згідно заданого критерію вірогідності контролю.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що розроблений метод ідентифікації та система автоматизованого контролю буримості гірських порід, на відміну від існуючих методів і технічних засобів, дозволяє оперативно контролювати буримість гірських порід незалежно від типорозмірів породоруйнівного інструменту і геолого-технологічних умов і вносити корективи в керувальні дії процесу буріння (осьова сила на долото та частота його обертання).

МОНОГРАФІЯ

**СИГНАЛЬНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ БУРИМОСТІ
ГІРСЬКИХ ПОРІД У ПРОЦЕСІ ПОГЛИБЛЕННЯ
НАФТОВИХ І ГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН**

Автори:

**Семенцов Георгій Никифорович,
Сабат Наталія Василівна**

*Матеріали були також розглянуті на міжнародному
науковому Конгресі «Передові наукові дослідження
і розробки як невід'ємна частина сучасного життя»
на сайті www.sworld.com.ua*

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 10,75
Тираж 300 пр Зам. №14-2.

Видано:

КУПРІЄНКО СЕРГІЙ ВАСИЛЬОВИЧ

А/С 38, Одеса, 65001

е-mail: orgcom@sworld.com.ua

www.sworld.com.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК-4298
*Видавець не несе відповідальності за достовірність
інформації та наукові результати, які надані у монографії*

Поліграфічний центр "Доміно"

ФОП Филимянов С.Ф.

Св-во № 505036

Харків, вул. Квітки-Основ'яненко, 11