

10. Руденко С.Ю. Визначення обсягу повітря, що бере участь у піноутворенні компресійної піни / С.Ю. Руденко // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2015. – Вип. 25.6. – С. 229-232.

Титаренко А.В. Газонаполненная пена – эффективное средство пожаротушения лесных пожаров

Рассмотрены классы пожаров и способы их тушения. Предоставлена статистика лесных пожаров в Украине за 2014 г. Определено, что главной проблемой, с которой сталкиваются оперативно-спасательные подразделения при тушении лесных пожаров, является острая нехватка огнетушащего вещества – воды. Определено, что при таких условиях эффективным средством пожаротушения лесных пожаров является газонаполненная пена – однородная мелкоструктурная пена низкой кратности, полученная путем смешивания пенообразователя, воды и сжатого воздуха или азота. Приведены ее основные преимущества и недостатки. Освещены сравнительные результаты тушения лесного пожара с помощью воды, воздушно-механической пены и газонаполненной пены. Доказано, что применение газонаполненной пены для тушения лесных пожаров позволит уменьшить время тушения, объем воды на тушение, а также уменьшить скорость распространения пламени за счет обеспечения огнезащиты.

Ключевые слова: пожаротушение, компрессионная пена, газонаполненная пена, лесной пожар.

Tytarenko A.V. Compressed Air Foam as an Efficient Method for Wildfire Extinguishing

The classes of fires and how to extinguish them are studied. Statistics for wildfire in Ukraine in 2014 is provided. Based on the experience of wildfires, the primary extinguishing agent, which is used to extinguish such fires, is proved to be water, and the main method is supposed to be cooling of the combustion zone. The main problem faced by rescue units operating in extinguishing wildfires is an acute shortage of water as extinguishing agent. It is determined that under these conditions, an effective means of extinguishing wildfires is a compressed air foam – a homogeneous fine-low expansion foam that is obtained by mixing a foaming agent, water and compressed air or nitrogen. Its main advantages and disadvantages are presented. Some comparative results of extinguishing a wildfire with water, air and mechanical foam and compressed air foam are highlighted. It is proved that the use of compressed air foam to extinguish forest fires will reduce extinguishing time, and the amount of water to extinguish, as well as to reduce the speed of flame propagation by providing fire protection.

Keywords: fire extinguishing, compressed air foam, wildfire, agent.

УДК 681.518:622.248:004.94

*Доц. Л.Я. Чигур, канд. техн. наук –
Івано-Франківський НТУ нафти і газу*

**УДОСКОНАЛЕННЯ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ
ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ
ПОРОДУРІЙНИВНОГО ІНСТРУМЕНТУ**

Для ідентифікації поточного стану зношення долота в умовах інформаційної невизначеності запропоновано використовувати разом із розробленими підходами нейромережний класифікатор на основі гібридної нейромережі. Він складається з мережі Кохонена та нейромережі прямого поширення. Отримані результати моделювання роботи нейромережевого алгоритму дали змогу розробити структуру системи підтримки прийняття рішень для контролю технічного стану породоруйнівного інструменту у процесі буріння свердловини, яка технічно може бути реалізована на базі системи контролю і управління процесом буріння типу СКУБ-1М або її зарубіжних аналогів.

Вступ. Виконання енергетичної стратегії України на ближче десятиліття пов'язане із зростанням обсягів власного видобутку нафти і газу, своєю чергою, передбачає підвищення ефективності на всіх етапах цих процесів з одночасним зниженням їх собівартості. У процесі буріння свердловини ці показники залежать від багатьох чинників: тривалість буріння; кількість спуско-підймальних операцій; вибір породоруйнівного інструменту та використання повного ресурсу його спрацювання; вчасне прийняття оптимальних рішень та здійснення необхідних керувальних дій. Характерною особливістю процесу буріння є відсутність серійних приладів для контролю режимних параметрів безпосередньо на вибої свердловини, що значною мірою зумовлює унікальність процесу буріння нафтових і газових свердловин [1]. Це призводить до потреби використовувати такі природні канали зв'язку, як колона бурильних труб, стовп промивної рідини і оцінювати режимні параметри за показниками наземних приладів. Дослідження засвідчили, що природні канали зв'язку породжують адитивні шуми, які у загальному випадку є нестационарними. Прямого вимірюванню доступне тільки проходження долота $h(t)$. Тому про технічний стан долота можна судити тільки опосередковано за механічною швидкістю буріння [1, 2].

Для визначення моменту підйому долота для заміни складають режимні карти. Проте фактичні результати відпрацювання доліт істотно відхиляються від рекомендацій, що наведені в режимних картах, які складені для деяких усереднених умов. Це зумовлено тим, що зміна фізико-механічних властивостей гірських порід має випадковий характер. Помилки під час визначення моменту підйому долота для заміни спричиняють аварії, на ліквідацію яких витрачають значні кошти. З огляду на це, актуальною є науково-прикладна задача розроблення системи інтелектуальної підтримки прийняття рішень про управління процесом відпрацювання доліт у складі автоматизованої системи керування режимами буріння на основі методу динамічного інтелектуального аналізу нестационарних сигналів про процес відпрацювання доліт з використанням штучних нейронних мереж, здатних функціонувати за умов апріорної та поточної невизначеності щодо структури та параметрів об'єкта.

Серед сучасних напрямів розроблення людино-машинних систем – системи автоматичного керування, експертні системи та системи підтримки прийняття рішень. Саме за допомогою системи підтримки прийняття рішень оператор має змогу безпосередньо за допомогою обчислювальних засобів проектувати, порівнювати та обирати альтернативні варіанти рішень. При цьому відбувається автоматизація не стільки ручної праці, скільки інтелектуальної, більше того, в ряді задач вони виявляються ефективнішими. Зрозуміло, що в таких випадках доцільно використовувати системи підтримки прийняття рішень, які дають змогу приймати важливі рішення, керуючись подіями, які ще не здійснилися, надають можливість розробляти кілька можливих сценаріїв, визначати оптимальні дії тощо.

Матеріали та методи. Особливістю роботи долота, як об'єкта контролю, на вибої свердловини є складність встановлення причинно-наслідкового зв'язку між співвідношенням інформаційних параметрів контрольованого об'єкта і його технічним станом. Інформаційна модель контролю долота ефективна за відсутності інформаційної невизначеності, зумовленої можливим ви-

никненням ускладнень у процесі буріння (прихоплення колони бурильних труб, обвал стінок свердловини, вхід долота в зону аномальних пластових тисків та ін.). Тому в деяких випадках виникає потреба у додатковій інформації для достовірного визначення стану долота на вибої свердловини. Одним із джерел такої інформації є статистичні дані режимних параметрів про вже пробурені свердловини із апіорі відомими технічними станами контрольованого об'єкта на різних етапах буріння, та ускладненнями, що виникали під час будівництва свердловини, параметричні ознаки яких подібні до ознак зношення долота.

Для ідентифікації поточного стану зношення долота в умовах інформаційної невизначеності пропонують використовувати разом із розробленими підходами нейромережний класифікатор на основі гібридної нейромережі, що складається з мережі Кохонена та нейромережі прямого поширення [3, 4]. Застосування мережі Кохонена дає змогу крім іншого, виявляти нові стани, в яких перебуває контрольований об'єкт, які раніше не були описані статистичними вибірками. Система зможе розширювати власну базу знань про можливі стани контрольованого об'єкта у процесі функціонування.

Нейромережа прямого поширення, застосована для оцінювання зношення долота на вибої свердловини, є складовою частиною загальної системи контролю зношення долота в умовах невизначеності процесу буріння свердловин. Її особливістю є наявність трьох шарів з прямою передачею сигналу. Реалізована нейромережа має три прошарки: вхідний прошарок з п'ятьма вхідними змінними, прихований прошарок та вихідний прошарок, сигнал якого є оцінкою ступеня зношення породоруйнівного інструменту. Приховані шари забезпечують проміжне оброблення вхідного сигналу.

Результати. Імітаційне моделювання роботи цих нейромереж проведено в середовищі програмного пакету Matlab. До вхідних параметрів нейромережевого алгоритму відносять: осьове навантаження на долото; частота обертання долота; крутний момент; механічна швидкість проходки.

Результати моделювання запропонованого алгоритму контролю технічного стану долота довели його ефективність і доцільність використання у цій ситуації. У разі виникнення будь-якого з наведених вище ускладнень оператор матиме змогу швидко ідентифікувати її тип і прийняти відповідні рішення для їх усунення. Отримані результати моделювання роботи нейромережевого алгоритму дають змогу розробити структуру системи підтримки прийняття рішень для контролю технічного стану породоруйнівного інструменту в процесі буріння свердловини. Основним елементом системи підтримки прийняття рішень (СППР) (рис. 1) є блок розпізнавання поточного функціонального стану об'єкта керування [5].

Завдання цього блоку полягає у віднесенні поточного стану об'єкта керування (вхідного образу) до одного з можливих заздалегідь визначених станів (класів розпізнавання) або видачі висновку про те, що поточний стан не відомий системі. У першому випадку в базі знань знаходяться рекомендації щодо керуючого впливу, якщо система його потребує. У другому випадку параметри нерозпізаного стану потрапляють до бази даних для подальшого використання при перенавчанні системи. У процесі навчання системи (рис. 2) проводиться накопичення нерозпізанних векторів вхідних параметрів.

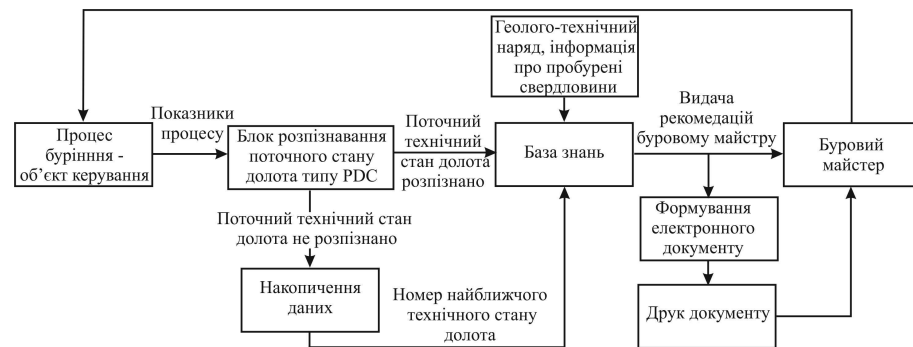


Рис. 1. Структурна схема системи підтримки прийняття рішень для управління відпрацюванням породоруйнівного інструменту

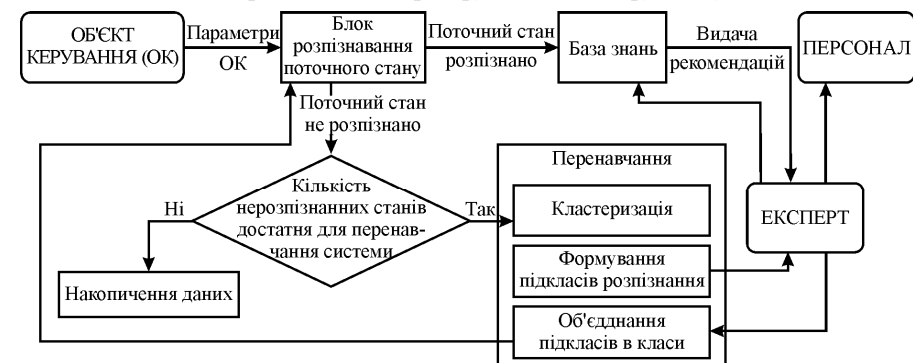


Рис. 2. Процес навчання СППР

Як тільки їх кількість стає достатньою для перенавчання – вибірка стає репрезентативною, система перенавчається. Під репрезентативністю вибірки мають на увазі її обсяг, який забезпечує задану статистичну похибку за прийнятною з практичних міркувань кількістю реалізацій образу [5]. Очевидно, що немає сенсу витрачати час на перенавчання після надходження кожного нового нерозпізаного вхідного вектора.

Під перенавчанням потрібно розуміти таке. Проводиться кластеризація даних і формуються підкласи розпізнавання. Оскільки під час кластерного аналізу не відомо, який підклас належить до якого класу (навчання без вчителя), то формування класів (віднесення підкласів до певних класів) покладено на експерта, який, крім цього, також має визначити керуючий вплив для кожного зі сформованих класів та занести їх в базу знань. У тому випадку, коли поточний стан розпізаного, система функціонує у звичайному режимі.

Обговорення або дискусія. Для типової структурної схеми керування бурової установки характерним є роздільне керування механізмом подачі долота і буровими насосними агрегатами. Зазвичай, для контролю і керування використовують наземні системи і системи, призначені для роботи на вибої свердловини. Такі системи встановлюють за кордоном фірми Schlumberger, Totco,

Eastman Christensen, Dresser Industriz Inc., NL Sperry-Sun Teleco oilfield Services, Norto Christensen та ін. Призначені вони, головним чином, для контролю навігаційних параметрів, а також тиску і температури на вибої, фактичного зусилля і крутного моменту на долоті, швидкості обертання вала гідравлічного двигуна, питомого опору гірських порід, вібраційних коливань у колоні бурильних труб, глибини свердловини, густини і витрати бурового розчину, механічної швидкості буріння та ін. [6].

Типова система контролю, що функціонує на вибої свердловини, відома під абревіатурою MWD (measuring while drilling – вимірювання під час буріння). На її основі було створено телеметричну систему MPTS (mud pulse telemetry system) [7]. На відміну від класичних телевимірювальних систем, де первинні параметри (механічні або гідравлічні) за допомогою давачів перетворюються на електричні сигнали, тут застосовується потрійне перетворення і крім згаданого, відбувається перетворення електричного сигналу в послідовність гідравлічних імпульсів, що пересилаються через стовп промивної рідини на поверхню, де відбувається кінцеве перетворення гідравлічного сигналу в електричний. До того ж потрібне додаткове перетворення гідравлічної енергії потоку промивної рідини або механічної енергії обертання колони бурильних труб для живлення енергією глибинних генераторів імпульсів і давачів.

Найпоширенішими в Україні та інших країнах СНД є автоматизовані системи Геотест-5, Geo Vox, Контур-2, СКУБ-2М, БУР-САК, Леуза-1,2. Структурні схеми автоматизованих систем мають багато спільних рис [6]:

- об'єднання систем управління буровими насосними агрегатами і механізмом подачі долота здійснюється на основі спільного керуючого програмованого мікроконтролера з пристроєм вводу і налаштування та пультом керування з використанням трьох типів каналів: електричних, інформаційних і каналів управління;
- використовується двоконтурна система керування, шляхом зміни осьової сили на долото і витрати промивної рідини;
- алгоритми керування розробляють на основі моделювання динамічних процесів, що відбуваються у колоні бурильних труб з урахуванням характеристик наземного і вибійного обладнання, а також можливих збурень у системі.

Висновки. Отже, на основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що розроблена система підтримки прийняття рішення для управління відпрацюванням породоруйнівного інструменту технічно може бути реалізована на базі системи контролю та управління процесом буріння типу СКУБ-1М або її зарубіжних аналогів.

Література

1. Семенцов Г.Н. Оптимальное управление процессом бурения нефтяных и газовых скважин : автореф. дисс. на соискание учен. степени д-ра техн. наук: спец. 05.13.07 – Автоматизация технологических процессов и производств (промышленность) / Г.Н. Семенцов. – М., 1990. – 44 с.
2. Горбійчук М.І. Оптимізація процесу буріння глибоких свердловин / М.І. Горбійчук, Г.Н. Семенцов. – Івано-Франківськ : Вид-во "Факел", 2003. – 493 с.
3. Kohonen Teuvo. Self-organizing maps / Teuvo Kohonen. – Helsinki, Finland, 2005. – 496 p.
4. Руденко О.Г. Штучні нейромережі : навч. посібн. / О.Г. Руденко, Є.В. Бодяньський. – Харків : Вид-во ТОВ "Компанія СМІТ", 2006. – 404 с.

5. Мішенін, А.А. Підхід до підтримки прийняття рішень операторами складних технологічних процесів / А.А. Мішенін // Вісник Сумського державного університету : зб. наук. праць. – Сер.: Технічні науки. – 2005. – № 9(81). – С. 107-123.

6. Чигур І.І. Оперативний контроль спрацювання доліт при бурінні свердловин на нафту і газ / І.І. Чигур // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах : зб. наук. праць. – 1998. – № 3. – С. 116-118.

7. Чигур І.І. Автоматизований контроль показника працездатності шарошkových доліт при бурінні свердловин / І.І. Чигур // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах : зб. наук. праць. – 1998. – № 4. – С. 165-169.

Чигур Л.Я. Совершенствование структуры системы поддержки принятия решений для контроля технического состояния породоразрушающего инструмента

Для идентификации текущего состояния износа долота в условиях информационной неопределенности предложено использовать вместе с разработанными подходами нейросетевой классификатор на основе гибридной нейросети. Он состоит из сети Кохонена и нейросети прямого распространения. Полученные результаты моделирования работы нейросетевого алгоритма позволили разработать структуру системы поддержки принятия решений для контроля технического состояния породоразрушающего инструмента в процессе бурения скважины, которая технически может быть реализована на базе системы контроля и управления процессом бурения типа СКУБ-1М или ее зарубежных аналогов.

Chyгур L.Ya. Improving the Structure of Decision Support Systems for Condition Monitoring of Rock Cutting Tool

A neural network classifier that is based on the hybrid neural network is suggested using along with developed approaches in order to identify the current state of the rock bit wear under the conditions of information uncertainty. It consists of Kohonen network and feed-forward neural networks. The results of modeling neural network algorithm made it possible to develop a framework of decision support systems for condition monitoring of rock cutting tool during drilling which technically can be realized in a system for monitoring and control of drilling of SKUB-1M type or its foreign counterparts.

Keywords: rock bit, wear, neural network, rock cutting tool, monitoring.

УДК 662.61:621

*Вед. науч. сотр. Ю.В. Шеренковский, канд. техн. наук –
Институт технической теплофизики НАН Украины*

СТРУКТУРА ТЕЧЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА В СИСТЕМАХ ОХЛАЖДЕНИЯ СТАБИЛИЗАТОРНЫХ ГОРЕЛОЧНЫХ УСТРОЙСТВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ НАГРУЗКАХ КОТЛОАГРЕГАТА

Приведены результаты математического моделирования течения природного газа в системах охлаждения горелочных устройств стабилизаторного типа. Соответствующие данные представлены для двух вариантов систем охлаждения – с плоской импульсной струей и с круглыми импульсными струями. Рассмотрены результаты сравнительного анализа структуры потока при разных значениях ширины стабилизатора пламени. Особое внимание уделено анализу закономерностей влияния нагрузки котлоагрегата на характеристики течения хладагента. Приведены результаты исследований, отвечающие диапазону изменения относительной нагрузки котла 20-100 %.

Ключевые слова: стабилизаторное горелочное устройство, система охлаждения, импульсные струи, структура течения.

Введение. Одним из перспективных направлений развития систем охлаждения стабилизаторных горелочных устройств является применение т. наз.