

3. Иогансен К.В. Спутник буровика. – М. Недра, 1986. – 294 с.
4. Масленников И.К., Матвеев Г.И. Инструмент для бурения скважин. – М., Недра, 1981. – 335 с.
5. Борисович В.Т., Михин В.Н. Долота различных типов // Итоги науки и техники. Техника геологоразведочных работ. ВИНТИ. – 1981.-т. 11. с. 66-85.
6. Давиденко О.М., Ігнатов А.О., Андрусенко С.Ю. Дискове ланцюгове долото // Науковий вісник НГУ. - 2009. – № 7. – С. 21-22.
7. Пат. 46041 Україна, МПК Е 21 В 10/46. Бурове долото / Ігнатов А.О., Андрусенко С.Ю. № u200905218; Заявлено 25.05.2009; Опубл. 10.12.2009; Бюл. № 23. - 2 с.
8. Андрусенко С.Ю. Обґрунтування конструктивних параметрів дискових ланцюгових доліт// Мат. І Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих учених “Трансфер технологій: Від ідеї до прибутку”. Дніпропетровськ, НГУ. - 2010. – С. 19–21.

Надійшла 16.06.10

УДК 622.243.272

М. П. Олексюк, А. Р. Юрич, А. І. Різничук

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна

ПРОГНОЗУВАННЯ ЗОН АНОМАЛЬНО ВИСОКОГО ПЛАСТОВОГО ТИСКУ МЕТОДОМ D-ЕКСПОНЕНТИ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН З ВИКОРИСТАННЯМ ЕОМ

The article describes the nature of d-exponent method and manner of its implementation on a computer to select the areas AHPP in real time directly to wells deepening.

Серед можливих ускладнень у процесі буріння свердловини особливо вирізняються флюїдопроявлення (ФП), оскільки вони можуть призвести до відкритого фонтанування, що спричинює: великі матеріальні та технічні для ліквідації фонтанування, руйнування бурового обладнання та інструменту, забруднення навколишнього природного середовища й навіть загибель людей; нерегульоване відбирання флюїду з пласта в екстремальних режимах, що може призвести до порушення стану надр і покладів, втрати цінної сировини (нафти, газу), а іноді й родовища загалом.

Надійність попередження ФП залежить насамперед від достовірності інформації про глибину залягання пластів з аномально високим пластовим тиском (АВПТ). Гірничо-геологічні характеристики гірських порід по розрізу свердловини належать до статистичних, імовірних даних, що характеризуються дисперсією за певного ступеня надійності. Точність цих характеристик знижується з збільшенням глибини свердловини і залежить від стану вивчення площі.

Для попередження ФП потрібні такі заходи [1, 2]: вирізнення зон АВПТ і прогнозування пластового тиску, у тому числі у процесі буріння; раннє виявлення ФП з використанням сучасних методів, технічних засобів і технологічних прийомів; розроблення конструкції свердловини, що забезпечить ефективне глушіння ФП; оснащення бурової установки ефективним противикидним обладнанням; розроблення раціональних методик глушіння ФП, що запобігає створенню високого тиску у свердловині; підвищення точності розрахунку вибірного тиску у свердловині при різних технологічних операціях (механічному бурінні, СПО, простоях тощо).

У разі вжиття зазначених заходів ліквідація ФП (що виникають за певних умов) набирає характеру звичайної, хоча й небажаної технологічної операції. У цьому зв'язку надзвичайно важливо є попереджувати ФП при бурінні свердловин.

Попередження ФП забезпечується за відомих характеристик пластів з АВПТ по розрізу свердловини, а також відповідних умов їх розкриття. Достовірна або близька до достовір-

ної інформація наявна при бурінні експлуатаційних свердловин, за відомого розрізу і характеристик пластів. Проте буріння з мінімальною репресією на пласт не завжди забезпечує відповідні умови розкриття покладу. При бурінні розвідувальних, а також пошукових свердловин відповідної інформації недостатньо. При бурінні в таких умовах необхідно знати способи прогнозування наближення до пластів з АВПТ і пластовий тиск до розкриття відкладів, тобто при розбурюванні покришок або екрануючих товщ у вигляді переважно глинистих порід. Таке прогнозування найважливіше для газоносних пластів.

Оскільки прогнозування – це передбачення АВПТ, найціннішими є методи отримання інформації до розкриття пластів і без запізнення її в часі.

До таких методів належить метод d-експоненти [1–3], який базується на зміні умов руйнування гірської породи при бурінні в літологічно однорідних глинистих породах, що є покришками газових покладів.

Метод d-експоненти передбачає використання впливу так званого диференційного тиску і розкріплення гірської породи на механічну швидкість буріння V_m під час буріння практично непроникних глинистих покришок газових покладів. Поровий простір цих покришок протягом геологічного часу існування газових покладів заповнився газом з утворенням ореолу вторгнення. Тиск газу в ореолі вторгнення дедалі більше наближатиметься до пластового, тобто значно підвищуватиметься. Відповідно збільшуватиметься коефіцієнт пластового (порового) тиску, а отже, змінюватимуться (поліпшуватимуться) умови руйнування гірської породи на вибої свердловини.

У 1966 р зарубіжні дослідники [3] запропонували для прогнозування зон АВПТ метод d-експоненти, що базується на використанні рівняння М. G. Bingham.

$$\frac{V_m}{n} = a \left(\frac{G_d}{D_d} \right)^d, \quad (1)$$

де V_m – механічна швидкість проходки, м/год; n – частота обертання долота, об/хв; a , d – емпіричні коефіцієнти, що характеризують умови руйнування гірської породи на вибої свердловини; G_d – осьове навантаження на долото, кН; D_d – діаметр долота, м.

Отже розв'язавши рівняння М. G. Bingham з урахуванням масштабування ми можна визначити один з емпіричних коефіцієнтів, що відображатиме зміни умов руйнування гірської породи на вибої свердловини [3]:

$$d = \frac{\ln \left(\frac{V_m}{196,8 \cdot n} \right)}{\ln \left(\frac{1,498 \cdot 10^{-6} \cdot G_d}{D_d} \right)}, \quad (2)$$

Як засвідчує досвід показав, характер зміни d-експоненти під час буріння у глинистих породах (покришках пласта) за якісного очищення вибою від шламу вибуреної породи дає змогу надійно вирізнити зони АВПТ і прогнозувати поровий тиск. З урахуванням прийнятих припущень і масштабних коефіцієнтів d-експонента зменшується за підвищення механічної швидкості буріння. При розбурюванні зон з нормальними пластовими тисками при $K = \text{const}$ d-експонента збільшується, а при вході в зону з підвищеним поровим тиском – зменшується. На цій особливості зміни механічної швидкості та d-експоненти й базується розглядуваний метод. У разі використання цього методу механічну швидкість слід вимірювати через кожні 1 – 5 м проходки.

З метою своєчасного вирізнення зон АВПТ з використанням ЕОМ створено програмний продукт який дає змогу працювати в режимі реального часу при поглибленні свердловини. При алгоритмізації здійснено декомпозицію інформаційного потоку, що характеризує цей процес: констант, змінних у реальному часі та постійних параметрів [4, 5]. Структурну схему алгоритму цього процесу зображено на рис. 1.



Рис. 1. Структурна схема алгоритму вирізнєння зон АВПТ

Під константами в досліджуваному процесі ми розумітимемо коефіцієнти масштабування, які входять у вираз, згідно з яким визначають d-експоненту. Постійними є режимні параметри буріння – діаметр долота, навантаження на нього та частота обертання, змінними – тривалість механічного буріння та проходка.

Такий підхід спрощує і полегшує реалізацію методу d-експоненти для виділення зон АВПТ без запізнення інформації в часі. Створення програмного продукту охоплює три етапи: створення форми для заповнення вхідними параметрами; створення форми для обчислень згідно з математичної моделі розрахунку; створення форми графічної візуалізації d-експоненти.

Перед початком розрахунку за допомогою програми заповнюють електронну форму вхідних даних, до яких належать назва родовища, номер свердловини, режимні параметри буріння (діаметр долота, навантаження на нього та частота обертання). Наприклад: Назва площі: Пн-Долина. Номер свердловини: 25. Режимні параметри буріння: діаметр долота, м: 0,1905; навантаження на долото, кн.: 150; частота обертання долота, об / хв.: 60. У процесі механічного буріння форму доповнюють значеннями проходки та тривалості механічного буріння, які наведені у таблиці.

Результати механічного буріння

№ п.п.	Інтервал буріння, м		Тривалість буріння, хв
1	4000	4002	18
2	4002	4005	29
3	4005	4006	10
4	4006	4008	21
5	4008	4010	22
6	4010	4013	38
7	4013	4016	42
8	4016	4018	30
9	4018	4020	32
10	4020	4023	52
11	4023	4026	36
12	4026	4028	18
13	4028		
14	0		

У результаті роботи програми, в міру заповнення форми вхідних даних отримують значення d-експоненти в реальному часі. Отримані значення відтворюються на моніторі у вигляді функції d-експоненти від глибини $d(H)$ (рис. 2).

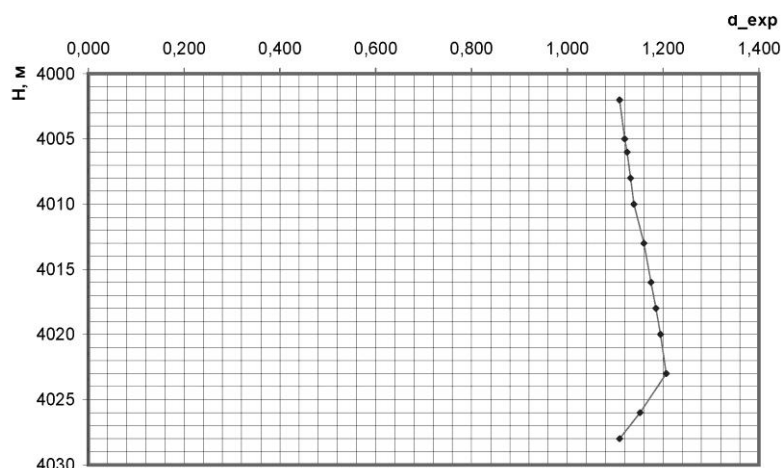


Рис. 2. Графічна візуалізація зміни d -експоненти

Як бачимо з наведеної інтерпретації, починаючи з глибини 4023 м різко підвищується механічна швидкість буріння і зменшується значення d -експоненти. Це явна ознака наближення до зони АВПТ. З огляду на це вжити комплекс техніко-технологічних заходів з підготовки свердловини до розкриття цієї зони і попередження ФП.

Розроблений підхід до реалізації цього методу вирізнення зон АВПТ дає змогу пришвидшити прийняття рішень, графічно візуалізувати залежність $d(H)$, полегшити статистичний аналіз ідентифікації зон АВПТ як для окремо взятої свердловини, так і родовища загалом.

З огляду на пришвидшення інформатизації суспільства та використання ЕОМ пропонується підхід до вирізнення зон АВПТ дасть можливість створення бази даних про параметри, що описують цей процес. Подальші дослідження спрямовуватимуться на створення інформаційної системи підтримки прийняття рішень при вирізненні зон АВПТ, що включає використання систем реального часу, новітніх підходів до автоматичного контролю параметрів буріння, теорій алгоритмів та прийняття рішень, відомих методів та підходів щодо проблеми прогнозування та попередження ФП.

Пропонуваний підхід до використання методів прогнозування можна застосувати на бурових підприємствах України як один з елементів техніко-технологічного комплексу заходів з прогнозування та попередження ФП при спорудженні свердловин.

Література

1. Ясов В. Г., Мислюк М. А. Осложнение в бурении – М.: Недра, 1991. – 334 с.
2. Шевцов В. Д. Предупреждение газопроявлений и выбросов при бурении глубоких скважин. – М.: Недра, 1988. – 116 с.
3. Мислюк М. А., Рибчин І. Й., Яремійчук Р. С. Буріння свердловин: Довідник: У 5 т. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2004 – Т. 5. – 2004. – 374 с.
4. Солдатов В. Н., Чудинов И. Л., Ямпольский В. З. Банки данных в нефтяной промышленности. – Новосибирск: Наука, 1988. – 126 с.
5. Расел С., Норвинг П. Искусственный интеллект: Современный поход. Перевод с англ. – 2-е изд. – М.: издат. дом «Виасян», 2006. – 1908 с.

Надійшла 31.05.10