

Прогнозування аномально високих пластових тисків(АВПТ) у процесі буріння методом d-експоненти в реальному часі буріння свердловин з використанням ЕОМ

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

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, Україна

Надійшла до редакції 23.04.10, прийнята до друку 01.10.10.

Анотація

В статті описано суть методу d-експоненти та спосіб його реалізації на ЕОМ, з метою виділення зон АВПТ в режимі реального часу безпосередньо при поглибленні свердловини.

Ключові слова: свердловина, ускладнення, прогноз.

В переліку можливих ускладнень в процесі буріння свердловини особливе місце займають флюїдопроявлення(ФП) оскільки вони можуть призвести до відкритого фонтанування, що спричинює:

- великі витрати коштів і засобів, для ліквідації фонтанування, руйнування бурового обладнання і інструменту, забруднення навколишнього середовища і навіть загибель людей;
- нерегульований відбір флюїда з пласта на екстремальних режимах, що може порушити стан надр і покладів, призвести до втрати великої кількості цінної сировини (нафта, газ), а інколи і родовища в цілому.

Надійність попередження ФП перш за все залежить від достовірності інформації про глибину залягання пластів АВПТ. Відомо, що відомості про гірничо-геологічні характеристики гірських порід по розрізу свердловини відносяться до категорії статистичних, імовірних даних, характеризуються дисперсією при певному ступеню надійності. Точність інформації зменшується із збільшенням глибини свердловини і залежить від стану вивчення площі.

Для ефективної профілактики ФП необхідні [1,2]:

- виділення зон АВПТ і прогнозування пластового тиску, в тому числі в процесі буріння;
- раннє виявлення ФП, з використанням сучасних методів, технічних засобів і технологічних прийомів;
- розробка конструкції свердловини, що забезпечує ефективне глушіння ФП;
- оснащення бурової установки ефективним противикидним обладнанням;
- використання раціональних методик глушіння ФП, що запобігає створенню високих тисків у свердловині;
- підвищення точності визначення вибірного тиску у свердловині при різних технологічних операціях (мех. буріння, СПО, простої тощо).

При виконанні перелічених вимог ліквідація ФП (а вони у відповідних умовах завжди можливі) набуває характеру звичайної, хоча й небажаної технологічної операції. У зв'язку з цим надзвичайно важливим є попередження ФП при бурінні свердловин.

Попередження ФП може бути забезпечено при відомій характеристиці пластів з АВПТ по розрізу свердловини, а також забезпечення відповідних умов їх розкриття. Достовірна або близька до достовірної інформація є при бурінні експлуатаційних свердловин, коли розріз свердловини і характеристики пластів добре вивчені, але буріння з мінімальною репресією на пласт не завжди забезпечує відповідні умови розкриття покладу. При бурінні розвідувальних, а тим більше

пошукових свердловин інформація про це неповна. При бурінні в таких умовах необхідно знати способи прогнозування наближення до пластів з АВПТ і величини пластового тиску до розкриття цих відкладів, тобто при розбурюванні покришок або екрануючих товщ, що переважно представлені глинистими породами. Такий прогноз найбільш важливий стосовно газоносних пластів.

Оскільки прогноз - це передбачення АВПТ, то найбільшу цінність представляють методи, що дають інформацію до розкриття пластів і без запізнення інформації в часі.

Одним із таких методів є метод d-експоненти [1,2], що базується на зміні умов руйнування гірської породи при бурінні в літологічно однорідних глинистих породах, що є покришками газових покладів.

Метод базується на використанні 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 з наближенням до газового колектора буде все більш наближатися до пластового, тобто буде помітно зростати. Зростає коефіцієнт пластового (порового) тиску, а значить змінюються (покршуються) умови руйнування гірської породи на вибої свердловини.

У 1966 р J. R. Jordan та O. J Shirley запропонували для прогнозування зон АВПТ метод d-експоненти [3]. Цей емпіричний метод оснований на використанні рівняння M. G. Bingham:

$$\frac{V_m}{n} = a \cdot \left(\frac{G_o}{D_o} \right)^d \quad (1)$$

де V_m – механічна швидкість проходки, м/год;

n – частота обертання долота, об/хв;

G_o – осьове навантаження на долото, кН;

D_o – діаметр долота, м;

a, d – емпіричні коефіцієнти, що характеризують умови руйнування гірської породи на вибої свердловини.

Отже розв'язавши рівняння M. G. Bingham з урахуванням масштабування ми можемо визначити один із емпіричних коефіцієнтів, який буде відображати зміни умови руйнування гірської породи на вибої свердловини.

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

Досвід показав, що характер зміни d-експоненти під час буріння в глинистих породах покришки при якісній очистці вибою від шламу вибуреної породи дозволяє надійно виділяти зони АВПТ і прогнозувати поровий тиск. З урахуванням прийнятих припущень і масштабних коефіцієнтів d-експонента зменшується при збільшенні механічної швидкості буріння. Тому при розбурюванні зон з нормальними пластовими тисками при $K=\text{const}$ величина d-експоненти збільшується, а при вході в зону з підвищеним норівим тиском – зменшується. На цій особливості зміни механічної швидкості і d-експоненти базується метод. При використанні даного методу вимірювання механічної швидкості слід проводити через 1-5 м проходки.

З метою своєчасного виділення зон АВПТ з використанням ЕОМ створено програмний продукт який дозволяє працювати в режимі реального часу при поглибленні свердловини. При алгоритмізації здійснено декомпозицію інформаційного потоку, який характеризує даний процес: константи, сталі параметри, змінні параметри (змінюються в реальному часі) [4,5]. Структурна схема алгоритму зображена на рисунку 1.

Під константами в даному процесі ми розуміємо коефіцієнти масштабування, які входять у вираз згідно з яким визначають d-експоненту. Сталими параметрами є режимні параметри буріння (діаметр долота, навантаження на нього та частоту обертання), змінними - час механічного буріння та проходка.

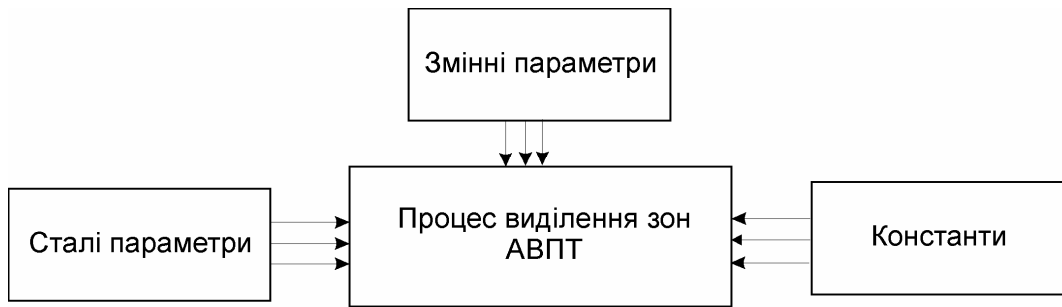


Рис. 1 Структурна схема алгоритму виділення зон АВПТ

Даний підхід спрощує і полегшує реалізацію методу. Створення програмного продукту включає три етапи:

- створення форми для заповнення вхідними параметрами;
- створення форми для проведення обчислень згідно математичної моделі розрахунку;
- створення форми графічної візуалізації d-експоненти.

Перш ніж приступити до проведення розрахунку за допомогою програми слід заповнити електронну форму вхідних даних, яка включає в себе назву родовища, номер свердловини, режимні параметри буріння (діаметр долота, навантаження на нього та частоту обертання). Після цього в процесі механічного буріння форму доповнюють значеннями проходки та часу буріння (рис. 2).

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		
Результати механічного буріння			
№	Інтервал буріння, м	Час бур, 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	4029	7
14	4029	4030	5
15	4030		
16	0		
17	0		
18	0		
19	0		
20	0		

Рис. 2 Електронна форма вводу вхідних даних

У результаті роботи програми, по мірі заповнення форми вхідних даних, ми отримуємо значення d-експоненти у реальному часі. Отримані значення відображаються на формі графічної візуалізації зміни d-експоненти у вигляді функції d(H) (рис. 3).

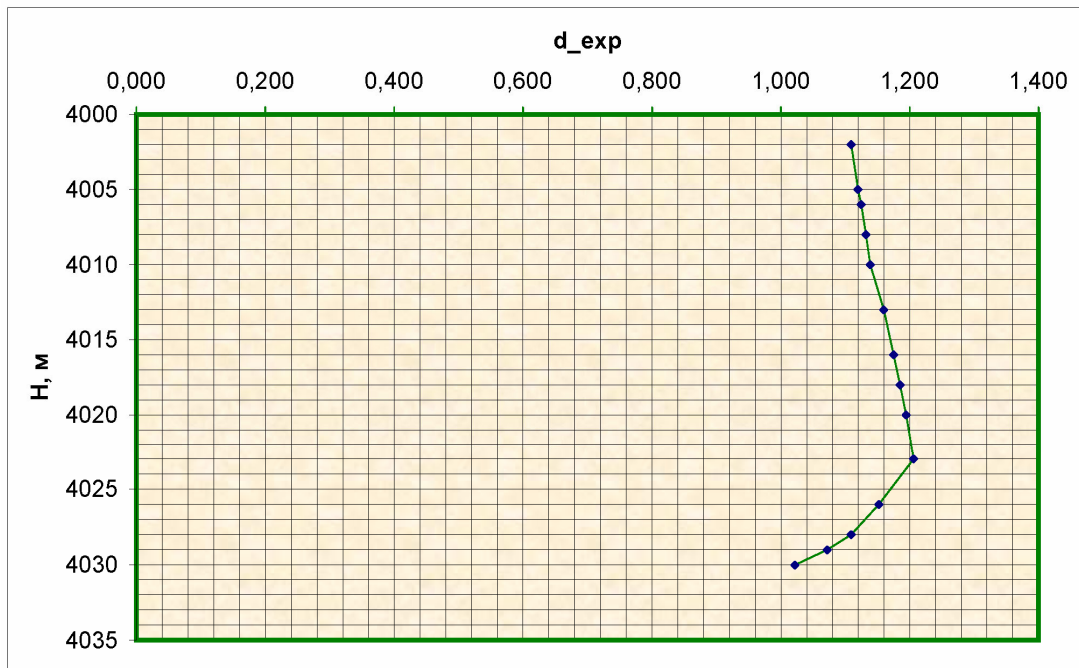


Рис. 3 Графічна візуалізація зміни d-експоненти

Як видно з наведеної інтерпретації починаючи з глибини 4023 м різко зростає механічна швидкість буріння та зменшується значення d-експоненти. Це є явною ознакою того, що ми наближаємось до зони АВПТ. Тому слід провести комплекс техніко-технологічних заходів по підготовці свердловини до розкриття цієї зони і попередження флюїдопроявлення.

Даний підхід до реалізації даного методу виділення зон АВПТ дозволяє: збільшити швидкість прийняття рішень, графічно візуалізувати залежність $d(H)$, полегшить статистичний аналіз ідентифікації зон АВПТ, як для окремо взятої свердловини так і для родовища загалом.

Враховуючи швидкий ріст інформатизації суспільства та зростаюче використання ЕОМ даний підхід до виділення зон АВПТ дасть змогу створити базу даних про параметри які описують цей процес. Подальші дослідження будуть спрямовані на створення інформаційної системи підтримки прийняття рішень при виділенні зон АВПТ, що включає використання систем реального часу, новітніх підходів до автоматичного контролю параметрів буріння, теорії алгоритмів, теорії прийняття рішень, відомих методів та підходів що стосуються проблеми прогнозування та попередження флюїдопроявів.

Даний підхід до використання методів прогнозування може використовуватись на бурових підприємствах України, як один з елементів техніко-технологічного комплексу заходів з прогнозування та попередження флюїдопроявлень при спорудженні свердловин.

Бібліографічний список

- 1 Ясов В.Г. Осложнение в бурении/ Ясов В.Г., Мислюк М.А.-М.: Недра.-334с
- 2 Шевцов В. Д. Предупреждение газопроявлений и выбросов при бурении глубоких скважин / В. Д. Шевцов.-М.: Недра, 1988.-116с.
- 3 Мислюк М. А. Буріння свердловин [Текст]: [довідник]: у 5 т./ М.А. Мислюк, І. Й. Рибчич, Р. С. Яремійчук; - К.: Інтерпрес ЛТД, 2004.- Т. 5.- 2004.-373с.:іл., табл. - ISBN 966-501-037-9.
- 4 Солдатов В.Н. Банки данных в нефтяной промышленности / Солдатов В.Н., Чудинов И.Л., Ямпольский В.З.- Новосибирск: Наука.- 1988.- 126с.- Бібліогр.: с. 122-126.
- 5 Расел С., Норвинг П. Искусственный интеллект: Современный поход / Расел С., Норвинг П. //- перевод с англ.- 2-е изд.- М.: изд. дом «Виасян», 2006.- 1908с.

© Олексюк М. П., Юрич А. Р., Різничук А. І., 2011.