



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 29774

(13) C2

(51) 6 E21B47/06

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ПРОГНОЗУВАННЯ ПЛАСТОВОГО ТИСКУ

1

2

(21) 97062889

(22) 18 08 1997

(24) 15 02 2002

(46) 15 02 2002, Бюл. № 2, 2002 р.

(72) Воронін В'ячеслав Іванович, Волохов Володимир Якович

(73) Акціонерне товариство "Укргазпром" Український науково-дослідний інститут природних газів /дочірнє підприємство/

(56) Авторське свідоцтво СРСР 779575, М КЛ³ E21B 47/06, 15 11 80 /прототип/

(57) Спосіб прогнозування пластового тиску, включаючий заміри /оценки/ пластового тиску в бурящійся скважині, відмінючийся тим, що заміри /оценки/ пластового тиску роблять не менше, ніж в трьох точках до відкриття

об'єкта прогнозу, прогнозне пластове тиску на глибині Н визначають з виразу

$$P(H) = \frac{\alpha}{1 + \beta e^{-kH^\gamma}}$$

де $P(H)$ - прогнозна величина пластового тиску на глибині Н, e - основа натурального логарифму, α - параметр, характеризуючий пластове тиску в однорідному розрізі при неограниченному збільшенні глибини, β, k, γ - параметри, характеризуючі швидкість зміни пластового тиску з зміною глибини

Изобретение относится к бурению нефтяных и газовых скважин, а именно, к способам прогнозирования пластового тиску

Известные способы прогнозирования пластового тиску - определения /предсказания/ величины пластового тиску в отложениях до их вскрытия скважиной - предполагают проведение в скважине различных технологических операций по замерам тиску на забое, определению расхода бурового раствора и его газосодержания и др., либо применяются только в разрезах с нормальными гидростатическими пластовыми тиску [См. А.с. СССР №779575, кл. E21B47/06, 1960 и Лутков Л.Л., Колодий В.В., Сельващук А.П. Опыт прогнозирования начальных пластовых тиску при бурении скважин на газоконденсатных месторождениях // ОИ Сер. Бурение газовых и газоконденсатных скважин - М., ВНИИЭГазпром, - 1987 №8 - 44с.]

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому способу прогнозирования пластового тиску является изобретение по А.с. СССР №779575, которое предусматривает определение в контрольной скважине соотношения между пластовым тиску в исследуемом пласте и поровым тиску в перекрывающих этот пласт глинистых породах, оценку порового тиску

в глинистых породах и прогноз пластового тиску в бурящійся скважині

Существенным недостатком способа - прототипа является необходимость бурения контрольной скважины, выделения в ее разрезе глинистых пород над исследуемым пластом и оценки порового тиску в глинистых породах, что значительно увеличивает затраты времени и материалов для прогноза пластового тиску в бурящійся скважині

Задачей настоящего изобретения является прогнозирование пластового тиску в бурящійся скважині, независимо от наличия в разбуриваемых отложениях глинистых пород и величины пластового тиску в разрезе

Задача решается определениями /замерами или оценками/ величины пластового тиску в разбуриваемых отложениях по мере углубления скважины. Сделаны они могут быть в различных точках скважины

Начальное пластовое тиску (P) в терригенных отложениях с увеличением глубины (H) не уменьшается, т.е. является неубывающей функцией, что выражается как

$$\frac{dP}{dH} \geq 0 \quad (1)$$

(13) C2

(11) 29774

(19) UA

Это установлено в результате анализа величин пластового давления, затерянных на большом количестве месторождений и площадей на разных глубинах в разрезах, несодержащих хемогенных отложений

Учитывая вышесказанное, на отрезке $[H_1, H_3]$ при условии $0 \leq H_3 - H_1 \leq 1500$ м пластовое давление можно определять /прогнозировать/ из выражения

$$P(H) = \frac{a}{1 + \beta e^{-KH^j}} \quad (2)$$

где

a - параметр, характеризующий пластовое давление в однородном разрезе при неограниченном увеличении глубины,

β, K, j - параметры, характеризующие скорость изменения пластового давления с изменением глубины

Параметры a, β, K, j определяются из анализа замеров /оценок/ пластового давления в интервале $[H_1, H_2]$ по методу наименьших квадратов (МНК) в нелинейном случае [См Демиденко Е.З. Оптимизация и регрессия - М. Наука, - 1989 - 296с.]

Сумма квадратов ошибок для нелинейной модели имеет следующий вид

$$Q(\vec{x}) = \sum_{i=1}^n \left\{ P_i - \frac{a}{1 + \beta e^{-KH_i^j}} \right\}^2 \quad (3)$$

где

n - количество замеров /оценок/ пластового давления ($i = 1, \dots, n$),

$\vec{x} = (a, \beta, K, j) = (x_1, x_2, x_3, x_4) = \{x_i\}, i = 1, \dots, L;$

P_i - величины измеренных /оцененных/ давлений в интервале $[H_1, H_2]$,

H_i - глубины, на которых измерены /оценены/ пластовые давления $P_i, H_i \in [H_1, H_2]$

Чтобы найти МНК - оценку \vec{x} , необходимо продифференцировать (3) по \vec{x}

Это дает L /в нашем случае $L = 4$ / нормальных уравнений относительно \vec{x}

$$\sum_{i=1}^n \left\{ P_i - f(H_i, \vec{x}) \right\} \left\{ \frac{\partial f(H_i, \vec{x})}{\partial x_l} \right\}_{\vec{x}=\vec{x}} = 0, l = 1, \dots, L \quad (4)$$

где

$$f(H_i, \vec{x}) = \frac{\vec{x}}{1 + \hat{x}_2 1^{-x_3 H_i^{x_4}}} \equiv \frac{a}{1 + \beta e^{-KH_i^j}} \equiv \frac{a}{1 + \beta \cdot \exp(-KH_i^j)}$$

Более подробно система нормальных уравнений (4) будет выглядеть следующим образом

$$\sum_{i=1}^n \left\{ P_i - f(H_i, \vec{x}) \right\} \cdot \left[\frac{\partial f(H_i, \vec{x})}{\partial x_1} \right]_{\vec{x}=\vec{x}} = 0 \quad (4a)$$

$$\sum_{i=1}^n \left\{ P_i - f(H_i, \vec{x}) \right\} \cdot \left[\frac{\partial f(H_i, \vec{x})}{\partial x_2} \right]_{\vec{x}=\vec{x}} = 0 \quad (4b),$$

$$\sum_{i=1}^n \left\{ P_i - f(H_i, \vec{x}) \right\} \cdot \left[\frac{\partial f(H_i, \vec{x})}{\partial x_3} \right]_{\vec{x}=\vec{x}} = 0 \quad (4c),$$

$$\sum_{i=1}^n \left\{ P_i - f(H_i, \vec{x}) \right\} \cdot \left[\frac{\partial f(H_i, \vec{x})}{\partial x_4} \right]_{\vec{x}=\vec{x}} = 0 \quad (4d)$$

Таким образом, рассчитав параметры $\vec{x} = (a, \beta, K, j)$, определяем на заданной глубине $H \in [H_2, H_3]$ пластовое давление P_z при $H = H^z$ из соотношения (2)

$$P(H^z) = \frac{a}{1 + \beta \cdot \exp[-K(H^z)^j]}$$

Способ осуществляется следующим образом

В бурящейся скважине по мере ее углубления измеряют /оценивают/ пластовое давление в нескольких, но не менее трех, точках. Определяют по этим замерам параметры a, β, K, j , а пластовое давление на глубине H рассчитывают по формуле (2)

$$P(H) = \frac{a}{1 + \beta e^{-KH^j}}$$

В качестве примера приводим данные прогноза пластового давления по четырем скважинам, в которых было сделано от трех до шести замеров пластового давления

Коэффициенты a, β, K , и j определялись по данным двух-трех замеров. Для остальных точек /глубин/ прогнозные пластовые давления рассчитывались по формуле (2). Результаты расчетов приведены в таблице. Прогнозные /расчетные/ величины пластового давления отличаются от замеренных не более, чем на 0,5 - 1,1%

Таблица

№№ скважин, название площади	Глубина, м	Замеренное пластовое давление, МПа	Прогнозное пластовое давление
1	2	3	4
20, Камышная	4812	52.43	-
	5037	54.39	-
	5216	55.86	56.32
	5326	56.94	57.62
	5331	57.82	57.69
4, Голицынская	5450	59.47	59.19
	1836	21.66	-
	2171	34.74	-

Продолжение таблицы

	2635	36 46	-
	3667	48 07	47 71
	3840	51 48	51 50
10, Юльевская	3911	42 14	-
	3997	43 02	-
	4097	44 20	44 11
	4406	47 53	47 29
	4480	48 02	48 02
	4530	49 20	48 51
2, Морозовская	3659	50 00	-
	4152	58 00	-
	5243	88 00	88 94

Способ может использоваться для прогноза пластового давления в терригенных, не содержащих хемогенных отложений разрезах, как с нормальными гидростатическими, так и с

аномально высокими пластовыми давлениями /АВПД/, по сравнению с известными способами прост в применении, менее трудоемок и дает более точный результат