



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3875250/22-03

(22) 29.03.85

(46) 23.01.87. Бюл. № 3

(71) Украинский научно-исследовательский институт природных газов

(72) В.С.Котельников и Г.Г.Панченко

(53) 622.27 (088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР
№ 945402, кл. E 21 B 47/06, 1982.

Сеид-Рза М.К. и др. Исследование влияния запаздывания выхода бурового раствора из скважины на процесс спуска колонны. - Азербайджанское нефтяное хозяйство, 1981, § 11, с. 34-38.

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ В СКВАЖИНЕ ПРИ ДВИЖЕНИИ КОЛОННЫ ТРУБ

(57) Изобретение относится к области горного дела и позволяет повысить точность измерения за счет контроля давления в любой момент спуско-подъема труб. В скважину (С) спускают колонну труб и определяют геометрические размеры С и труб. Измеряют изменение объема труб в С с учетом или без учета перетока раствора из труб в С или обратно. Затем определяют

уровень раствора и его объемную скорость движения за трубами и по ним судят об изменении объема раствора в приустьевой зоне С относительно его уровня в начальный момент движения колонны. В контролируемые моменты времени определяют упругое изменение объема ΔV в скважине как алгебраическую сумму изменения объема раствора в приустьевой зоне С и изменения объема труб в С с учетом или без учета перетока раствора из труб в С или обратно. А гидродинамическое давление вычисляют по формуле: $\Delta V = \int_0^h \beta(x) \cdot F(x) \cdot P(x) \cdot dx$, где

$\beta(x)$ - коэффициент упругого изменения объема в С; x - координата с направлением вдоль оси С; $F(x)$ - площадь поперечного сечения в С; $P(x)$ - гидродинамическое давление по глубине С. При небольшом промежутке времени движения колонны, в течение которого контролируют давление, гидродинамическое давление ниже башмака по глубине С отличается от значений, получаемых при прямоугольной эпюре распределения давления. 3 ил.

(19) SU (11) 1285145 A1

Рис.

Изобретение относится к горному делу и может быть использовано при контроле за динамическими давлениями в скважине, возникающими при движении в ней колонны труб.

Целью изобретения является повышение точности измерения за счет обеспечения возможности контроля давления в любой момент спуско-подъема труб.

На фиг. 1 показано положение колонны труб и уровня жидкости в затрубном пространстве до начала (а) и при спуске (б) очередной трубы или буровой свечи; на фиг. 2 и 3 — примеры возможных случаев распределения гидродинамического давления по глубине скважины.

Способ осуществляют следующим образом.

В процессе спуска (подъема) колонны труб контролируют длину опущенной (поднятой) трубы 1 или буровой свечи с момента начала движения колонны и контролируют уровень раствора в заколонном пространстве скважины. В контролируемые моменты времени определяют упругое изменение объема в скважине 2 как алгебраическую сумму изменения объема труб в скважине относительно начального момента движения и изменения объема раствора за колонной относительно первоначального уровня. При наличии перетока раствора из труб в скважину при подъеме и из скважины в трубы при спуске колонны из полученной суммы изменения объема труб в скважине и изменения объема раствора на устье вычитают объем перетока раствора. При отсутствии движения раствора на устье в направлении движения колонны упругое изменение объема в скважине до страгивания раствора будет равно изменению объема труб в скважине. Гидродинамическое давление в каждый контролируемый момент времени определяют по формуле

$$\Delta V = \int_0^H \beta(x) \cdot F(x) \cdot P(x) \cdot dx,$$

где ΔV — упругое изменение объема в скважине, равное алгебраической сумме изменения объема раствора в приустьевой зоне скважины и изменения объема труб в скважине с учетом

или без учета перетока раствора из труб в скважину или обратно;

H — глубина скважины,

$\beta(x)$ — коэффициент упругого изменения объема в скважине;

X — координата с направлением вдоль оси скважины;

$F(x)$ — площадь поперечного сечения в скважине;

$P(x)$ — гидродинамическое давление по глубине скважины.

На фиг. 2б приведен один из возможных вариантов распределения гидродинамического давления по глубине скважины: в заколонном пространстве эпюра давлений имеет треугольный вид, а ниже башмака колонны — прямоугольный. На фиг. 2в приведена система координат, в которой записана приведенная формула. Для приведенной эпюры закон распределения гидродинамического давления имеет вид:

$$P_1(x) = P_8 \cdot \frac{x}{L}, \quad P_2(x) = P_8;$$

где $P_1(x)$ — гидродинамическое давление в заколонном пространстве;

$P_2(x)$ — гидродинамическое давление ниже башмака колонны;

L — длина колонны;

P_8 — гидродинамическое давление в зоне башмака.

При небольшом промежутке времени движения колонны, в течение которого оценивают давление, гидродинамическое давление ниже башмака по глубине скважины может существенно отличаться от значений, получаемых при прямоугольной эпюре распределения давления. При постоянной скорости движения колонны закон распределения гидродинамического давления до момента страгивания раствора имеет вид:

$$P_2(x) = P_8 \cdot \left(1 - \frac{x-L}{Ct}\right) \text{ при } x-L < C \cdot t,$$

$$P_2(x) = 0 \text{ при } x-L \geq C \cdot t,$$

где C — скорость распространения фронта давления или фронта перемещения раствора в скважине ниже башмака колонны;

t — время движения колонны.

Записанный закон распределения давлений соответствует треугольной

эпюре давлений ниже башмака колонны (фронт давлений не достиг забоя скважины) и трапецидальной эпюре (фронт давлений достиг забоя скважины).

Объемная скорость распространения фронта давления или фронта перемещения раствора определяется по результатам опрессовки скважины путем измерения времени стабилизации давления на устье после окончания нагнетания раствора в скважину при известной глубине скважины или другими известными методами, которыми определяют скорость звука в жидкости.

Коэффициент упругого изменения объема в скважине определяют по данным опрессовки скважины и обсадных колонн.

П р и м е р. Глубина скважины $H=3000$ м; средний диаметр скважины $D=0,296$ м; длина опущенной обсадной колонны $L=1000$ м; наружный диаметр труб спускаемой колонны $d=0,245$ м; средняя скорость спуска $U=0,3$ м/с; колонна опускается с установленным в нижней части обратным клапаном. В процессе спуска осуществляют контроль за уровнем раствора в заколонном пространстве, по изменению которого определяют изменение объема раствора в приустьевой части скважины относительно уровня раствора в начальный момент спуска трубы. В контролируемые моменты времени уменьшение объема раствора на устье составило: через $t_1=1,5$ с $\Delta V_1=0,01$ м³; через $t_2=5$ с $\Delta V_2=0,09$ м³; через $t_3=10$ с $\Delta V_3=0,15$ м³; через $t_4=12$ с $\Delta V_4=0,14$ м³; где ΔV — изменение объема раствора на устье. Через $t_3=10$ с с начала спуска трубы началось движение раствора вверх по затрубному пространству, а через $t_4=12$ с началось интенсивное движение раствора из скважины с объемным расходом, значительно превышающим объемную скорость вытеснения раствора спускаемой колонной. Скорость распространения фронта давления в скважине равна $C=1000$ м/с. Коэффициент упругого изменения объема в скважине определен по результатам опрессовки скважины перед спуском колонны и опрессовки незацементированной обсадной колонны $\phi 0,245$ м на предыдущей скважине и равен: для заколонного пространства $\beta_1=5,3 \cdot 10^{-4}$ 1/МПа,

для скважины ниже башмака колонны $\beta_2=4 \cdot 10^{-4}$ 1/МПа.

Определяют время, в течение которого фронт давления достигнет забоя скважины:

$$H-L \ 3000-1000$$

$$t = \frac{H-L}{C} = \frac{3000-1000}{1000} = 2 \text{ с.}$$

Для контролируемых промежутков времени меньше 2 с с начала спуска трубы принимают треугольную эпюру давлений ниже башмака колонны и более 2 с — трапецидальную.

Окончательные уравнения для определения гидродинамического давления получают в результате решения приведенного интегрального уравнения. При треугольной эпюре давлений ниже башмака колонны гидродинамическое давление в зоне башмака определяют по формуле

$$P_g = \frac{2 \cdot \Delta V}{\beta_1 \cdot V_1 + \beta_2 \cdot F_2 \cdot C \cdot t},$$

а при трапецидальной эпюре

$$P_g = \frac{\Delta V}{0,5 \cdot \beta_1 \cdot V_1 + \beta_2 \cdot V_2 \cdot \left(1 - \frac{H-L}{C \cdot t}\right)},$$

где V_1 — объем затрубного пространства;

F_2 — площадь поперечного сечения скважины;

V_2 — объем скважины ниже башмака колонны.

По приведенным формулам вычисляют значения гидродинамического давления в зоне башмака колонны P_g в контролируемые моменты времени спуска трубы: при $t_1=1,5$ с $P_g=1,17$ МПа; при $t_2=5$ с $P_g=4,12$ МПа; при $t_3=10$ с $P_g=5,80$ МПа; при $t_4=12$ с $P_g=5,96$ МПа; причем величину $P_g=5,96$ МПа принимают за максимальное значение гидродинамического давления. Гидродинамическое давление в любом сечении скважины определяют используя приведенные уравнения распределения давления по глубине скважины.

Для других законов распределения давления получают аналогичные расчетные формулы.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Способ определения гидродинамического давления в скважине при движении колонны труб, включающий опре-

деление геометрических размеров скважины и труб, определение изменения объема труб в скважине с учетом или без учета перетока раствора из труб в скважину или обратно, определение упругого изменения объема в скважине, отличающийся тем, что, с целью повышения точности измерения за счет обеспечения возможности контроля давления в любой момент спускоподъема труб, определяют уровень раствора или его объемную скорость движения за колонкой труб, по ним определяют изменение объема раствора в приустьевой зоне скважины относительно его уровня в начальный момент движения колонны, а о гидродинамическом давлении судят по формуле

$$\Delta V = \int_0^H \beta(x) \cdot F(x) \cdot P(x) \cdot dx,$$

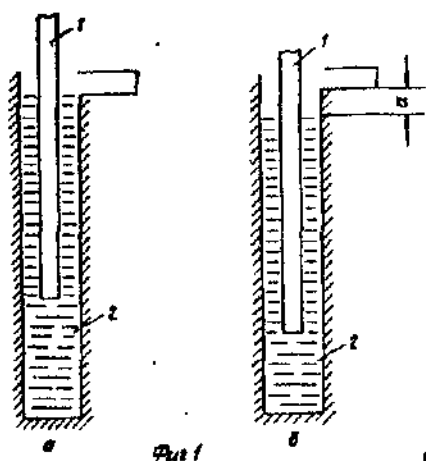


Рис. 1

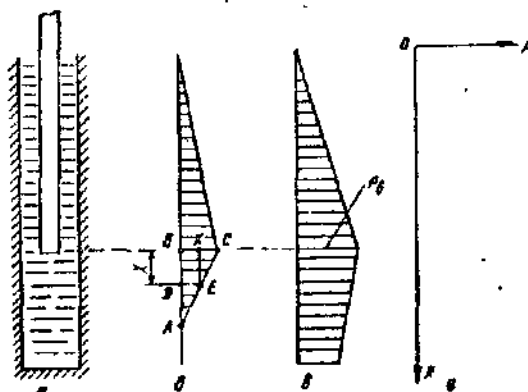


Рис. 2

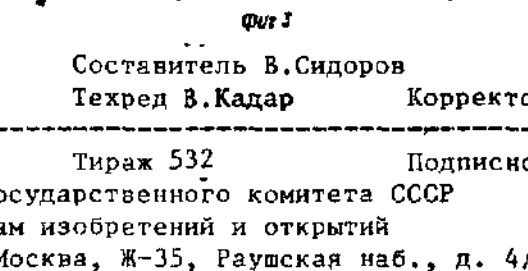


Рис. 3

где ΔV - упругое изменение объема в скважине, равное алгебраической сумме изменения объема раствора в приустьевой зоне скважины и изменения объема труб в скважине с учетом или без учета перетока раствора из труб в скважину или обратно;

H - глубина скважины;

$\beta(x)$ - коэффициент упругого изменения объема в скважине;

x - координата с направлением вдоль оси скважины;

$F(x)$ - площадь поперечного сечения в скважине;

$P(x)$ - гидродинамическое давление по глубине скважины

Составитель В. Сидоров

Редактор С. Патрушева

Техред В. Кадар

Корректор Т. Колб

Заказ 7619/34

Тираж 532

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4