

куда выходит также верхняя часть трубчатого клапана 14 с ограничительным буртом 16 и находится ограничительное кольцо 15. Нижний торец клапана опирается о наковальню 18, соединенную с корпусом гидроударника через шлицевой переходник 17, передающий наковальне вращение относительно продольной оси через корпус и разъединяющий при ударе массу наковальни с породоразрушающим инструментом от массы гидроударника и колонны бурильных труб, соединенных с ним.

Верхний клапан камеры имеет дифференциальное исполнение, т. е. его торцовые площади, на которые воздействует давление в камере, различны за счет того, что часть верхней площади – площадь штока, находится в полости низкого давления.

Замена дросселя, характерного для принятого в качестве прототип гидроударника двойного действия Р-ЗМГ, клапаном, который полностью перекрывает поток жидкости, причем за короткое время, что сопровождается гидравлическим ударом в нижней камере, создающим высокое давление, интенсифицирует обратный ход ударника, сокращается время t_1 и полное время цикла. Соответственно увеличивается частота ударов и уменьшается расстояние между следами от удара каждого резца.

Кроме того, при отрыве нижнего клапана от ударника в клапане открывается отверстие, обеспечивающее свободное истечение жидкости из нижней камеры, а следовательно, устраняющее противодействие рабочему ходу ударника, что повышает энергию удара. Таким образом, нижний клапан, выполняя функцию дросселя, одновременно выполняет функцию внутреннего клапана ударника в машине Р-ЗМГ. Этим достигается повышение эксплуатационных показателей гидроударника при упрощении конструкции.

Литература

1. Ратов Б.Т. Разработка технико-технологических средств гидровибрационного освоения водоносных пластов. // Автореф. дисс. Алматы.: Изд-во Каз НТУ.– 2006.
2. Инновац. пат. № 21226. Казахстан. Двухклапанный гидроударник двойного действия/ М. Отебаев, Б. М. Ратов, М. В. Таран, Б. М. Отебай.– Оpubл. 15.05.09.– Бюл. № 5.

Поступила 04.06.10

УДК 622.243

И. Я. Ширали

Государственная Нефтяная компания Азербайджанской Республики

ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИИ РЕЖУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ВООРУЖЕНИЯ ПОРОДОРАЗРУШАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Interaction of working parts rockdestructive tools with the rocks in the drilling work process has been considered.

Mechanical model of loading of working parts have been made up. In accordance with corresponding boundary and initial conditions mathematical model of the interaction process has been developed and solved on the basis of this model. As a calculating procedure variation method of conditional optimizational has been applied. As a result methods determining optimal form of working parts providing maximum destructive power and minimum energy intensity have been developed.

При решении вопросов геометрии режущих кромок следует исходить из физико-механических свойств разрушаемых пород. Это обусловлено, тем что форма рабочих поверхностей породоразрушающих инструментов должна регламентироваться из расчёта наименьшей сопротивляемости внедрению инструментов в разрушаемый объект.

Для решения указанной задачи полагаем, что долота работают по принципу чистого качения (как долота, предназначенные для бурения твёрдых пород) и внедряются в породу под действием нагрузки на зуб.

Допустим, режущие элементы внедряются в породу с одинаковой сопротивляемостью. Применив принцип Даламбера для единичного акта внедрения элемента, уравнение движения представим в виде

$$m \frac{d^2 x(t)}{dt^2} = Q(t) - R(t). \quad (1)$$

где m – приведенная масса; $x(t)$ – углубление элементов; $Q(t)$ – нагрузка, приходящая на один элемент; $R(t)$ – сопротивляемость горных пород при внедрении.

Обозначим действующие на грани зуба нормальные реакции $N(t)$ и силу трения через $F(t)$. Кроме того, на зуб будут действовать силы сопротивления породы, соответствующие начальному притуплению элемента, т. е. σf_k . С учётом изложенного сопротивление $R(x)$ может быть выражено в виде (рис. 1)

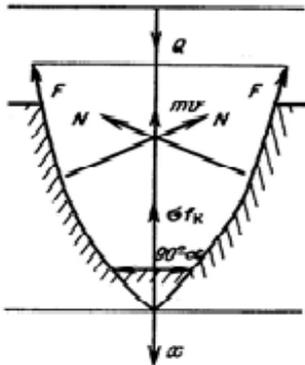


Рис. 1. Схема нагружения элемента оснащений

$$R[x(t)] = \sigma f_k + \int_0^x [\sigma \cos \alpha + \mu \sigma \sin \alpha] 2\pi y dx \quad (2)$$

В целях минимизации функционала (2) напишем уравнение Эйлера. Поскольку F не зависит от x , то

$$F_y = y \cos \alpha (y) [1 + \mu y'(x)], \quad F_y' = y \mu \cos \alpha (y). \quad (3)$$

Как известно, первый интеграл уравнения Эйлера имеет вид

$$F_y - y' F_y' = C, \quad (4)$$

где C – постоянная интегрирования.

Подставляя значения F_y и F_y' в (4), получаем

$$y(\cos \alpha (y) [1 + \mu y'(x)] - y(x) y'(x) \mu \cos \alpha (y)) = C$$

Следовательно,

$$y(x) \cos \alpha (y) = C \quad (5)$$

Дифференцируя (5.) по x

$$y'(x) [\cos \alpha (y) - y(x) \alpha'(y) \sin \alpha (y)] = 0,$$

в соответствующих точках (см. рис. 1.) графика функции касательной, не параллельной оси абсцисс, т. е. $y'(x) \neq 0$, имеем

$$y'(x) \alpha'(y) y_x(x) = 1; \quad y_x'(x) = \operatorname{tg} \alpha (y).$$

Таким образом,

$$y(x) \alpha'(x) = 1, \quad y(\alpha) = C e^{-\ln \cos \alpha (y)} \quad (6)$$

При

$$\alpha = \alpha_0 \text{ имеем } y(0) = A, \text{ тогда}$$

$$y(\alpha) = A \cos \alpha_0 / \cos \alpha, \quad (7)$$

где A – начальный радиус закругления режущей части элемента.

Полученная закономерность (7), где α_0 – половина угла (α) притупления зуба изменяется от 0 до 90° , показана на рис. 2.

Первое значение соответствует плоскому цилиндрическому штампу с плоским основанием, а второе – плоской

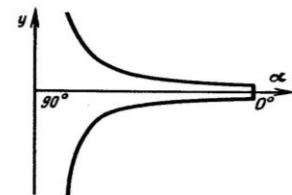


Рис. 2. Зависимость $y = y(\alpha)$

плите с бесконечным основанием. Указанная закономерность позволяет определить оптимальный профиль элемента, обеспечивающий минимальное сопротивление при внедрении.

С учетом (7), получаем

$$y(x) = A \cos \alpha_0 [1 + y'(x)]^{1/2} \quad (8)$$

Решение (8) представляем в виде

$$A \cos \alpha_0 \operatorname{arcch} \frac{y}{A \cos \alpha_0} = x + C_1, \quad (9)$$

где C_1 – постоянная интегрирования.

Кроме того,

$$y = A \text{ при } x = 0. \quad (10)$$

Подставляя (10) в (9), получаем искомый профиль режущих элементов:

$$y(x) = A \cos \alpha_0 \operatorname{ch} \left[\frac{x}{A \cos \alpha_0} + \operatorname{arcch} \frac{1}{\cos \alpha_0} \right]. \quad (11)$$

Подставляя значение $y(x)$ в выражение функционала (2), получаем

$$R(x) = \sigma f_k - 2\pi\sigma A [x + \mu a_1 \operatorname{ch}(a_2 x + a_3)] + C_2, \quad (12)$$

где

$$a_1 = A \cos \alpha_0; a_2 = 1 / A \cos \alpha_0; a_3 = \operatorname{arcch} (1 / \cos \alpha_0).$$

Произвольную C_2 определяем из условия $R = R_0$ при $x = 0$:

$$C_2 = R_0 - \sigma f_k - 2\pi\sigma A \mu a_1 \operatorname{ch} a_3.$$

Для установления закономерности скорости внедрения элементов долот следует решить уравнение (1.) с учётом $R(x)$, т. е.

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{1}{m} [Q - \sigma f_k - C_2 - 2\pi\sigma A (x + \mu a_1 \operatorname{ch}(a_2 x + a_3))] \quad (13)$$

Зная, что

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = v \frac{dv}{dx},$$

получаем

$$\frac{1}{2} \int_0^v d(v^2) = \frac{1}{m} \int_0^x [Q - \sigma f_k - C_2 - 2\pi\sigma A (x + \mu a_1 \operatorname{ch}(a_2 x + a_3))] dx.$$

Интегрируя выражение (13.), получим:

$$v(x) = \left[\frac{2Qx - 2\sigma f_k x - 2\pi\sigma A x^2 - (4\pi\sigma A \mu a_1 / a_2) \operatorname{sh}(a_2 x + a_3) + C_3}{m} \right]^{1/2},$$

где C_3 – определяется из условия $v(0) = 0$ при $x = 0$

$$C_3 = (4\pi\sigma A \mu a_1 \operatorname{sh} a_3) / a_2.$$

Минимальное время перехода элементов вооружения долот из начального состояния $M(0,0)$ в конечное $M(x_n, y_n)$ определяем следующим образом:

$$dS = [1 + y'(x)]^{1/2} dx.$$

Тогда продолжительность движения зуда

$$\int_0^T dt = \int_0^h \frac{dS}{v(x)} = \int_0^h \frac{[1 + y'(x)]^{1/2}}{v(x)} dx.$$

Таким образом,

$$T = \sqrt{m} \int_0^h \frac{[1 + b_4 \operatorname{sh}^2(a_2 x + a_3)]^{1/2}}{[b_1 x + b_2 x^2 + b_3 \operatorname{sh}(a_2 x + a_3)]^{1/2}} dx, \quad (14)$$

где $b_1 = 2Q - 2\sigma f_k - 2a_1$; $b_2 = 2\pi\sigma A$; $b_3 = 4\pi\sigma A\mu(a_1/a_2)$; $b_4 = \mu^2 a_1^2 \cdot a_2^2$

Приближённые значения данного интеграла определяются по формуле

$$T = \sqrt{mh} \left[\frac{1 + b_4 \operatorname{sh}^2\left(\frac{a_2 h}{2} + a_3\right)}{\frac{b_1 h}{2} - \frac{b_2 h^2}{4} - b_3 \operatorname{sh}\left(\frac{a_2 h}{2} + a_3\right)} \right]^{1/2} \quad (15)$$

Глубина внедрения режущих элементов вооружения долот определяются из условия $v(h) = 0$ при $x = h$:

$$(2Q - 2\sigma f_k - 2C_1)h - 2\pi\sigma Ah^2 - \frac{4\pi\sigma A\mu a_1}{a_2} \operatorname{sh}(a_2 h + a_3) + C_3 = 0 \quad (16)$$

Поскольку аргумент $a_2 h + a_3$ – малая величина, то

$$\operatorname{sh}(a_2 h + a_3) \approx a_2 h + a_3,$$

$$\left(2Q - 2\sigma f_k - 2C_1 - \frac{4\pi\sigma\mu a_1 a_2}{a_2} \right) h - 2\pi\sigma Ah^2 - \left(\frac{4\pi\sigma A\mu a_1 a_3}{a_2} \right) = 0. \quad (17)$$

Обозначая

$$2Q - 2\sigma f_k - 2C_1 - \frac{4\pi\sigma A\mu a_1 a_2}{a_2} = N_1,$$

$$2\pi\sigma a = N_2, \quad \frac{4\pi\sigma A\mu a_1 a_2}{a_2} - C_2 = N_2,$$

получим формулу для определения глубины внедрения элемента за время T

$$h = (N_1 + \sqrt{N_1^2 - 4N_2 N_1}) / 2N_2, \quad (18)$$

Таким образом, геометрия режущего элемента оснащения представляет собой уравнение гиперболического косинуса (рис. 3.). Построенный график свидетельствует о том, что оптимальный профиль зуба является конической поверхностью с определёнными притуплениями.

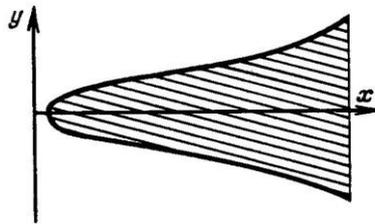


Рис. 3. Геометрия режущего элемента

Литература

1. Исмаилов Ф. А., Сквирский В. П., Фараджев В. Т., Вариационные принципы оптимального управления давлением в скважине при наличии гидроразрыва и последующем

- проявлении пластов.- В кн.: «Вопросы техники и технологии бурения глубоких нефтяных и газовых скважин» .-Баку: Изд-во АзНИПИ нефть, 1987.–с. 38-55.
2. Новые исследования в области совершенствования породоразрушающего и керноотборочного инструмента и его обработки. /Под ред. Ю.Г. Апановича . М.–Изд-во ВНИИБТ, 1987.–234 с.
 3. Пути совершенствования промывочных устройств буровых шарошечных долот/ Н. А. Жидовцев, И. К. Бикбулатов, А. В. Васильев, Э. С.Гинзбург.–М.: Изд-во ЦИНТИХИМ-нефтемаш, 1984.–32с.
 4. Травкин В.С. Породоразрушающий инструмент для вращательного бескернового бурения скважин.–М.: Недра, 1982.–190 с.

Поступила 09.06.10

УДК 622.24.051.004.6

Г.М. Эфендиев, член-корр. НАН Азербайджана, д-р техн наук, **А.С. Аббасов**

Институт геологии НАН Азербайджана, г. Баку

ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ДОЛОТ ИСМ

The lecture is dedicated to probability-statistical analysis for life of “ISM” bits. Based on study of no-failure operation distribution law studies showed that in considered case it's obey normal law. Going from this, it was proposed to use alternative method of calculating life of bit, used in different applications.

Рассчитать надежность любого объекта, в том числе долота, вероятностно-статистическими методами, можно на основании анализа характера износа. При этом следует составить модели возникновения отказов работы долот и выяснить характер износа, что позволяет делать обоснованные предположения о законе распределения продолжительности работы долот до отказа. Установление закона распределения продолжительности безотказной работы имеет важное значение для исследований и оценки надежности долот. Часто в этих целях используют фактические данные об отработке долот. Следует отметить, что законы распределения формируются в зависимости от характера износа, на который в свою очередь, влияют условия эксплуатации и тип долота [1, 2].

Ранее в результате анализа характера износа долот ИСМ истирающе-режущего действия было установлено, что продолжительность безотказной работы долот подчиняется нормальному закону распределения. В таком случае фактические данные необходимы уже для проверки достоверности этого вывода, построения и анализа статистических и вероятностных закономерностей отказов, а это, в свою очередь, позволяет решать задачу рационального использования долот.

Для оценки надежности долот ИСМ истирающе-режущего действия использовали фактическую информацию об их работе при бурении скважин на площадях Бакинского архипелага. Предварительно данные сгруппировали по интервалам, однородным по твердости, абразивности разбуриваемых пород, способу бурения, осевой нагрузке на долото, расходу и плотности бурового раствора. Результаты анализа данных показали, что большинство разрезов площадей, на которых обрабатывались долота, представлено переслаивающимися глинами и песками низкой твердости. В этой связи, данные о работе долот в сураханской, сабунчинской и балаханской свитах, залегающих на глубине 2000–3800 м, были объединены в одну группу. Вошедшие в эту группу долота обрабатывали при бурении турбинным способом и