Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института
им. Г.В.Плеханова, 1984, т. 99

УДК 622.243.2

ВЫБОР НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ СТАНКА ДЛЯ БУРЕНИЯ НАПРАВЛЕННЫХ СКВАЖИН БОЛЬШОЙ ПРОТЯЖЕННОСТИ

Ю.Б.СИНАЙ, В.А.УШКАЛО

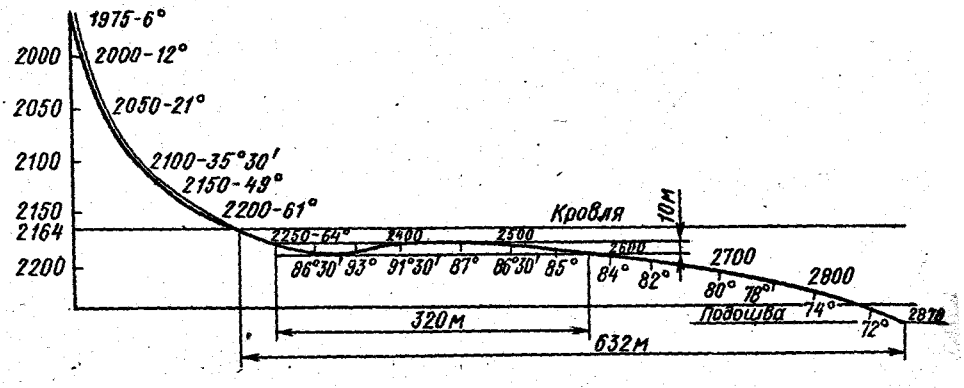
Современные шарошечные станки для бурения скважин с поверхности способны бурить вертикальные или наклонные скважины диаметром до 320 мм и глубиной до 30 м. При подземной разработке месторождений используются скважины, пробуренные под любым углом к горизонту, а станки для их бурения обеспечивают проходку скважин диаметром до 105 мм и длиной не более 100 м.

Успешные работы по освоению новых геотехнологических способов добычи полезных ископаемых поставили перед технологами проблему полученных с поверхности земли скважин с весьма протяженными горизонтальными или наклонными участками, пройденными по залежам полезных ископаемых. Такие скважины оказались необходимы, например, при выплавке самородной серы, при газификации пластов угля и сланца, для создания подземных резервуаров и т.д. Об эффективном применении скважин с большим отходом забоев от вертикали говорит и опыт нефтяников, увеличивающих отдачу нефти из продуктивного пласта при вскрытии его горизонтальными или наклонными скважинами [2].

Все шире в нефтяном бурении применяются разветвленно-горизонтальные скважины (РГ-скважины). Сущность метода бурения РГ-скважин заключается в проходке вертикальной части скважины, искривлении ствола с выводом забоя в горизонтальную плоскость и дальнейшем бурении скважин по пласту с зенитными углами, близкими к 90°.

Примером такой скважины может служить скважина № 63, пробуренная в 1968 г. на Марковской площади в Иркутской области [2] (см. рисунок). Скважина интенсивно искривляется с глубины 1970 м до кровли нефтяного пласта. Зенитный угол ствола скважины у кровли пласта составляет 62°, затем увеличивается до 93° с последующим постепенным снижением до 72°. При этом ствол скважины пересекает весь продуктивный пласт. Длина горизонтального участка ствола, вписанного в прослой мощностью 10 м, составил 320 м, а общая длина горизонтального участка достигла 600 м.

Рассмотрим некоторые особенности техники и технологии проведения направленных скважин с поверхности земли, имеющих значительную протяженность горизонтальной или наклонной части ствола. При бурении нефтяных и газовых скважин нагрузка на породоразрушающий инструмент осуществляется за счет массы буровой колонны. Но по мере углубки скважины из-за трения буровой колонны о стенки наклонной части ствола нагрузка на долото сни-



Профиль искривленной части скважины в Иркутской области

жается и бурение скважин с большим отходом забоя от вертикали становится весьма затруднительно или вовсе невозможно. По данным практики без специальных мер по увеличению нагрузки на долото реально осуществимая протяженность горизонтального ствола достигает примерно I/3 вертикальной глубины скважины. Для получения протяженного горизонтального участка скважины, буримой с поверхности, необходимо создавать дополнительные напорные усилия на буровую колонну. При небольших проектных глубинах заложения горизонтальной части ствола (до I000 м) нефтяные буровые установки и традиционная технология бурения нефтяных скважин не могут обеспечить выполнение поставленных задач.

Практический опыт бурения наклонно-направленных скважин в СССР показывает, что для проведения с поверхности земли участков стволов большой протяженности с зенитными углами близкими к 90° наиболее перспективны алектробуры, оснащенные телеметрическими системами и механизмами искривления [3].

Для оценки некоторых конструктивных и энергетических характеристик специального бурового станка, обеспечивающего проведение с поверхности земли скважин с горизонтальными участками стволов большой протяженности, зададимся ориентировочной конструкцией скважины и примем стандартную компоновку бурового снаряда. Выберем электробур марки ЭI64-8МI в комплекте с телеметрической системой СТЭ-I64УЗ и механизмом искривления. Буровые трубы стандартные, диаметром II4 мм с толщиной стенки 8 мм, сталь марки Д.

Примем двухинтервальный профиль ствола скважины. Скважина забуривается с поверхности земли вертикально и искривляется по дуге окружности с минимально допустимым радиусом искривления, искривление идет с постоянным набором зенитного угла и на определенной глубине скважина выходит на горизонталь, затем продолжается бурение горизонтального участка скважины. Для определения минимально допустимого радиуса искривления криволинейной части ствола зададимся упрощенной конструкцией скважины. Устьевая часть скважины обсаживается кондуктором, перекрывающим рыхлый слой наносов, криволинейная часть обсаживается трубами полностью до выхода ствола на горизонталь.

Исходя из прочности бурильных труб на изгиб (трубы НКТ4, сталь марки Д), минимальный радиус искривления скважины [3] может быть равным 60 м. Но из условия прохождения электробура с редуктором в обсадной трубе из стали марки Д и из условий прочности этой обсадной трубы на изгиб минимальный радиус искривления скважины составит 190 м. Таким образом при применении серийных технических средств бурения минимальная глубина залегания пласта, по которому можно проводить горизонтальную скважину, составляет 190 м.

Для труб НКТ4 с толщиной стенки 8 мм из стали марки Д растягивающая нагрузка, при которой напряжения в теле трубы достигают предела текучести, равна 980,4 кН [4]. При запасе прочности труб 1,25 [5] допустимое усилие на подъем инструмента будет равно 784,3 кН. По методике ВНИИБТ [3] для скважины трехинтервального профиля усилие подъема можно определить по формуле:

$$P_{\text{пол}} = P_{\text{к}} k_1 + qRk_2 + qH,$$

где

$$P_{\text{к}} = qL_{\text{пр}} + G,$$

q = 268,6 – масса 1 м трубы с кабелем, Н/м; $L_{\text{пр}}$ – прямолинейный горизонтальный участок скважины, м; G – масса электробура с телесистемой, Н; R = 190 – радиус искривления скважины, м; H = 0 – высота вертикального участка скважины, м; k_1 и k_2 – коэффициенты.

Из этой формулы можно определить длину горизонтальной части ствола при условии, что известно максимально допустимое усилие на подъем. При допустимом усилии подъема 784,3 кН длина прямолинейного горизонтального участка ствола составит не более 1600 м.

Расчетное усилие, необходимое для спуска буровой колонны в скважину двухинтервального профиля с длиной горизонтального участка 1500 м и радиусом кривизны 190 м при самых неблагоприятных условиях (плотность промывочной жидкости 1,4 г/см^3, коэффициент трения 0,6), будет равно 294,1 кН.

Учитывая рациональную нагрузку на долото диаметром 190 мм, равную 150 кН [1], усилие на буровую колонну, необходимое для осуществления процесса бурения, должно составлять 441,2 кН.

Мощность, необходимая для холостого вращения колонны, определенная по формуле В.С.Федорова [6], составляет 72 кВт. С учетом максимального момента вращения при затрудненных условиях работы долота, равного 4000 Н·м [7], суммарная мощность, необходимая для вращения бурового инструмента со скоростью 30 об/мин, составит 84,3 кВт.

Следовательно, для проведения скважин сложного профиля при применении технических средств бурения нефтяного стандарта необходимо создание специального станка, который одновременно обладает конструктивными узлами станков шарошечного бурения для открытых горных работ и агрегатов нефтяного бурения. Специальный станок должен обладать усилием на крюке (на подъем), равным 784,3 кН, развивать усилие подачи 441,2 кН и иметь мощность на вра-

шателе не менее 84,3 кВт. При этих условиях возможно проведение скважин с поверхности земли с длиной горизонтальной части ствола до 1600 м и радиусом искривления около 190 м.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балицкий В.П. Бурение и буровое оборудование. М., Недра, 1964.
2. Григорян А.М. Вскрытие пластов многозабойными и горизонтальными скважинами. М., Недра, 1969.
3. Калинин А.Т. Искривление скважин. М., Недра, 1974.
4. Элияшевский И.В., Орсуляк Я.М., Сторонский М.Н. Типовые задачи и расчеты в бурении. М., Недра, 1974.
5. Эпштейн Е.Ф. Расчет бурильных труб в геолого-разведочном бурении. М., Недра, 1979.
6. Федоров В.С. Проектирование режимов бурения. М., Недра, 1966.
7. Фоменко Ф.Н. Бурение скважин электробуром. М., Недра, 1974.