

УДК 622.244.053

А.А. Кожевников докт. техн. наук; **А. А. Кононенко**, асп.

Национальный горный университет, г. Днепропетровск, Украина

О РАЦИОНАЛЬНОЙ КОМПОНОВКЕ БУРИЛЬНОЙ КОЛОННЫ ДЛЯ БУРЕНИЯ СКВАЖИН ДИАМЕТРОМ 76 ММ

In article the opportunity application of bore pipes in diameter of 63,5 mm for drilling holes 76 mm in diameter is proved.

Разведочное бурение, в основном, ведется вращательным способом с приводом породоразрушающего инструмента вращающейся колонной труб. Повышение производительности при таком способе бурения связывается с возможностями перехода на более высокие осевые нагрузки и частоты вращения. Поэтому наиболее важным звеном в системе станок – забой является бурильная колонна, от возможностей которой зависит и производительность буровых работ.

Для обеспечения бурения на высоких частотах без вибрации бурильной колонны при сохранении прочности и работоспособности элементов колонны (труб и соединений) в течение длительного времени, а также для бурения скважины при наименьших затратах энергии следует выполнять следующие взаимосвязанные между собой требования:

зазор колонна – скважина минимально возможный (т. е. отношение диаметра бурильной колонны к диаметру скважины должно быть в пределах 0,88–0,93);

геометрическая точность колонны (главным образом прямолинейность труб и осность соединений) максимально возможная [2].

Бурильная колонна представляет собой вертикальный пустотелый вал с очень большим отношением длины к диаметру. Основное отличие бурильной колонны от других конструкций заключается в том, что при значительном отношении длины к диаметру колонна в результате потери устойчивости работает в скважине в условиях отсутствия прямолинейной формы равновесия. Исследованиям устойчивости бурильных колонн посвящены многие работы, в которых получены величины критических нагрузок и деформаций колонны для разных случаев нагружения.

Работа бурильной колонны зависит от многообразия и сложности действующих нагрузок, качественная и количественная оценки которых требуют разносторонних теоретических и экспериментальных исследований. Некоторые из нагрузок, передающихся колонне, такие, как статические, а также переменные, связанные с вращением колонны, изучены достаточно полно, другие, как, например, напряжения, связанные с колебаниями колонн, изучены недостаточно. Многообразие переменных и динамических нагрузок, особенно в призабойной зоне, во многих случаях приводит к неопределенности в оценке действующих нагрузок, что затрудняет выбор режимных параметров для разрушения горных пород.

Следует отметить, что для бурения геологоразведочных скважин диаметром 76 мм широко используется бурильная колонна из труб диаметром 50 мм как в растянутой, так и в сжатой части. Отказ от применения в сжатой части УБТ диаметром 73 мм объясняется рядом таких причин:

сложность проведения спуско-подъемных операций и монтажно-демонтажных работ;
высокая стоимость труб данного типа.

Целью данной статьи является обоснование возможности использования в сжатой части бурильной колонны при бурении геологоразведочных скважин диаметром 76 мм стальных бурильных труб диаметром 63,5 мм. Таким образом предлагается конструкция бурильной колонны, в которой растянутая часть будет выполнена из стандартных бурильных труб СБТ-50, а сжатая – из труб СБТ-63,5, но с муфтово-замковым соединением МЗ-50.

Использование стандартных бурильных труб диаметром 50 мм в сжатой части бурильной колонны для передачи нагрузки на забой скважины с одной стороны облегчает процесс спуско-подъемных операций с бурильной колонной, а с другой – ухудшает такие характеристики бурильной колонны, как жесткость, длина полуволны и т.п.

Таким образом, есть необходимость применения в сжатой части бурильной колонны труб с улучшенными характеристиками. Наиболее подходящим вариантом является использование СБТ диаметром 63,5 мм.

Для расчета труб приняты следующие исходные данные:

глубина скважины – 1000 м;

осевая нагрузка – 15000 Н;

частота вращения – 500 об/мин.

Для сравнения СБТ-50 и СБТ-63,5 рассчитывались следующие параметры [1; 3]:

Площадь поперечного сечения труб:

$$F = \frac{\rho(d_n^2 - d_{вн}^2)}{4},$$

где d_n – наружный диаметр бурильных труб;

$d_{вн}$ – внутренний диаметр бурильных труб.

осевой момент сопротивления изгибу

$$W_u = \frac{\rho(d_n^3 - d_{вн}^3)}{32},$$

где d – толщина стенки бурильной трубы.

полярный момент сопротивления при кручении

$$W_p = \frac{\rho(d_n^3 - d_{вн}^3)}{16},$$

Осевой момент инерции

$$I = \frac{\rho(d_n^4 - d_{вн}^4)}{64},$$

Напряжение сжатия в нижнем сечении

$$s_{сж} = \frac{Q_{сж}}{F},$$

где $Q_{сж}$ – сжимающая нагрузка в нижнем сечении;

Напряжение растяжения в верхнем сечении

$$s_p = \frac{Q_p}{F},$$

где Q_p – растягивающая нагрузка в верхнем сечении колонны.

Напряжение при изгибе

$$s_{из} = \frac{1000fd_n}{L^2},$$

Касательное напряжение в сжатой части колонны

$$t = \frac{M}{W_r},$$

где M – момент вращения бурового инструмента;

W_r – полярный момент сопротивления площади поперечного сечения.

Длина полуволны определяется из выражения

$$L = \frac{p}{w} \sqrt{-0,5gz + \sqrt{0,25(gz)^2 + \frac{EIgw^2}{q}}},$$

где w – угловая частота вращения колонны;

q – вес 1 метра буровой колонны;

z – длина сжатой части колонны;

g – ускорение свободного падения.

Наибольшая стрела прогиба труб

$$f = \frac{D - d_n}{2},$$

где D – диаметр скважины.

Результаты расчета приведены в таблице.

Выводы

1 Полученные результаты свидетельствуют о том, что использование труб СБТ-63,5 в сжатой части буровой колонны по сравнению с трубами СБТ-50 имеет следующие преимущества:

большая площадь поперечного сечения трубы;

большие осевой момент сопротивления изгибу и осевой момент инерции;

большой вес 1 м трубы;

меньшие напряжения сжатия, изгиба и касательные;

меньшая стрела прогиба и большая длина полуволны.

2 Следовательно, буровая колонна будет работать в менее нагруженном состоянии, т.е. с большим коэффициентом запаса прочности.

3 Такая компоновка буровой колонны позволит улучшить передачу осевой нагрузки, уменьшить искривление скважины, повысить механическую скорость бурения и производительность буровых работ, а также снизить их себестоимость.

Сравнительная характеристика труб СБТ-50 и СБТ-63,5

Показатель	СБТ-50	СБТ-63,5
Наружный диаметр d_n , мм	50,0	63,5
Внутренний диаметр $d_{вн}$, мм	39,0	51,5
Толщина стенки δ , мм	5,5	6,0
Площадь сечения $F \cdot 10^{-6}$, m^2	768,90	1083,85
Вес 1 метра трубы q , Н	60,4	85,1
Осевой момент инерции $I \cdot 10^{-12}$, m^4	193235,39	452811,98
Осевой момент сопротивления изгибу $W_u \cdot 10^{-9}$, m^3	7729,42	14261,79
Полярный момент сопротивления при кручении $W_p \cdot 10^{-9}$, m^3	15458,84	28523,58
L , м	6,6	8,1
$\sigma_{сж}$, МПа	193,0	122,0
σ_p , МПа	711,0	769,0
$\sigma_{из}$, МПа	14,92	6,05
τ , МПа	63,0	34,0

Литература

1. Султанов Б. З. Забойные буровые машины и инструмент. – М. Недра, 1976. – 210 с.
2. Саркисов Г. М. Расчеты бурильных и обсадных колонн. – М. Недра, 1971. – 193 с.
3. Технология и техника разведочного бурения / Под ред. Шамшева Ф. А., Тараканова С. Н. – М. Недра, 1983.–565 с.

Поступила 17.07.07.