

УДК 622.023

В.Г. Божко

## ОСНОВЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ БУРОВЫХ КОРОНОК

Семинар № 17

Ударно-вращательное бурение, принцип которого заложен в механизм перфораторов, при котором буровой инструмент, кроме воздействия статического осевого усилия и крутящего момента, подвергается воздействию динамических нагрузок - удара. В результате удара в коронках возникает сложное поле напряжений, изменяющееся не только от точки к точке, как при статической нагрузке, но и в данной точке коронки со временем. Поле напряжений в коронках еще более усложняется в результате отражения волн от границ поверхности коронки и взаимодействия коронки с буримой породой. Вследствие этого напряжение и деформации в коронке приходится рассматривать как сумму последовательных ударных волн, таких, как продольная, поперечная, поверхностная и т.д., и волн, отраженных от поверхности коронки и полученных от взаимодействия коронки с забоем шпура.

Эксплуатация буровых коронок показывает, что они не обладают необходимой прочностью корпусов, твердого сплава, креплением твердосплавного вооружения и т.д. при бурении крепких пород. Ввиду малой величины внедрения породоразрушающего твердосплавного вооружения инструмента, основная часть приложенного к коронке ударного импульса поглощается ее корпусом, что вызывает зарождение усталостных трещин в наиболее напряженных зонах и, как следствие, выход инструмента из строя.

Сечения, где происходит поломка элементов буровых коронок (рис. 1 а, б, в), являются следствием концентрации напряжений в этих местах.

Анализ нагруженности основных серийных конструкций дает возможность выявить характерные места концентрации опасных напряжений, ведущие к поломке элементов буровых коронок.

Опасные сечения концентрации напряжений, проходящие по твердосплавным пластинам, могут располагаться под различными углами по отношению к оси коронки. Наиболее опасными сечениями, которые вызывают поломку твердосплавных пластин, считаются:

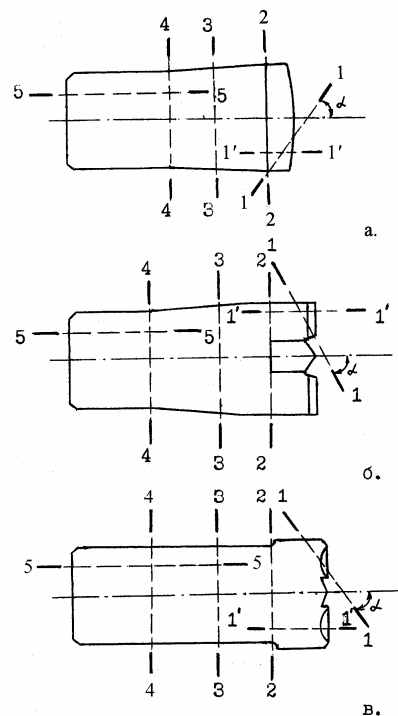


Рис. 1. Распределение опасных сечений в буровых коронках: а - долотчатые; б - крестовые; в - трехперые

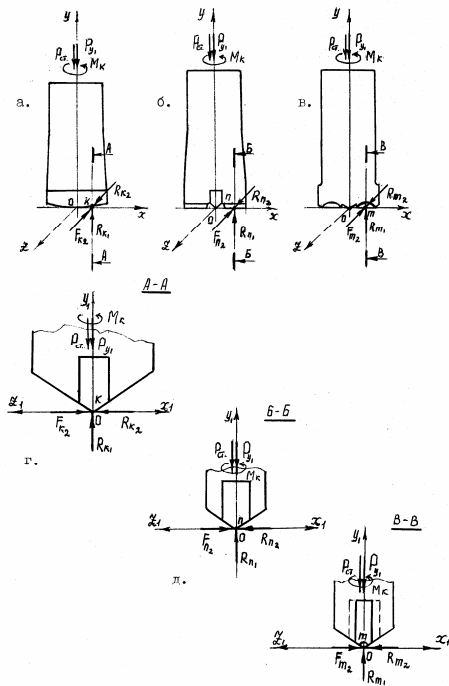


Рис. 2. Схема действия сил на буровые коронки: а, г – на долотчатую; б, д – на крестовую; в, е – на трехперую

сечение 1'-1' проходящее по высоте твердосплавной пластины параллельно оси коронки и сечение 1-1, расположенное под углом  $\alpha$  к оси коронки (рис. 1 а, б, в).

Кроме того у коронок долотчатого типа, крестовых и трехперых опасными сечениями, которые ведут к выходу буровых коронок их строя, являются: сечение 2-2, проходящее по торцевой части паяного шва; сечение 3-3 – это внутренняя линия сопряжения посадочного конуса с головкой коронки; сечение 4-4 - место перехода наружной конусной поверхности головки в цилиндрическую часть хвостовика; сечение 5-5- это сечение параллельное оси коронки, образующееся в результате износа и уменьшения наружного диаметра хвостовой части коронки.

При оценке прочности буровых коронок, армированных твердым сплавом, выполняется расчет допустимых напряжений в опасных сечениях (зонах), а при испытаниях максимально нагружаются эти сечения.

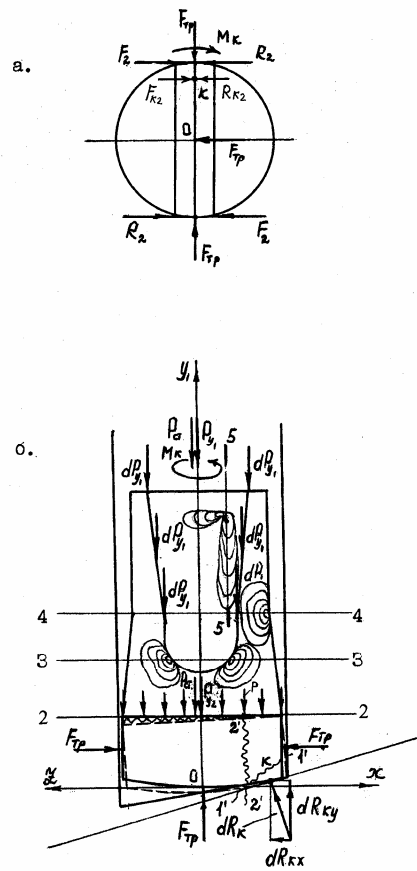


Рис. 3. Схема действия сил и изолинии напряжений в долотчатой коронке: а – схема действия сил ; б – изолинии напряжений в элементах коронки; 1'-1', 2'-2', 2-2, 3-3, 4-4 – опасные сечения

Для составления расчетных схем воздействия сил на элементы буровых коронок взяты основные наиболее распространенные и наиболее используемые при бурении крепких пород типы: долотчатая, крестовая и трехперая. Схемы нагружения буровых коронок при бурении крепких пород представлены на (рис. 2 а, б, в, г, д, е), (рис. 3 а, б).

Буровые коронки (рис. 2 а, б, в) вращаются под действием крутящего момента  $M_k$  и поступательно перемещаются вдоль оси под действием ударной силы  $P_{y1}$  и осевого усилия  $P_{st}$ , создаваемого пневмоподдержкой, податчиком или самим буровиком. При составлении расчетных схем и анализа нагруженности бу-

ровых коронок установлены точки, подверженные действию сил как со стороны ударника так и со стороны забоя – это для долотчатой точка (к), для крестовой точка (n), для трехперой точка (m). При воздействии на коронку крутящего момента  $M_{кр}$ , силы удара  $P_{у1}$ , осевого усилия  $P_{ст}$ . (рис. 2 а) в наиболее нагруженной точке (к) возникают силы – это реакция со стороны стенки шпура  $R_{к2}$ ; реакция со стороны забоя  $R_{к1}$ , т.е. сила направленная вдоль оси коронки в обратную сторону ее движения; сила трения  $F_{к2}$ , возникающая в результате трения коронки о горную породу. Для того чтобы происходило разрушение горной породы необходимо чтобы сумма сил, получаемая коронкой со стороны перфоратора была выше суммы сил сопротивления разрушению горной породы.  $R_{перф.} > R_{сопр.}$

Данное условие аналогично для любого типа буровых коронок.

На (рис. 3 а, б) представлено расположение сил, действующих на долотчатую коронку со стороны забоя в плоскости перпендикулярной оси коронки и изолинии напряжений, в местах концентрации напряжений по опасным сечениям, вызванные действием этих сил.

В наихудших условиях, как было сказано выше, находится точка (к) твердосплавной пластины на которую действует сумма сил  $F_{к2}$ ,  $R_{к2}$ ,  $F_{тр.}$ , вызывая поломку (выкрашивание) твердого сплава по опасному сечению 1'-1'. Увеличение концентрации напряжений и распространение изолиний напряжений в элементах коронки, обусловлено также неравномерностью поверхности забоя, что вызывает неравномерное распределение сил на элементы буровой коронки, т.е. происходит сжатие одной стороны твердосплавной пластины и выдавливание припоя из паза, а другая сторона пластины и ее паяный шов подвержены растяжению. В конечном итоге произойдет поломка пластины по опасному сечению 2'-2'.

Первоначальные исследования взаимодействия бурового инструмента и забоя шпура позволили остановиться на трех основных типах буровых перфораторных коронок. Напряженное состояние в сечениях бурового инструмента связано зависимостью с процессом разрушения горной породы. Следовательно, теоретические исследования бурового инструмента, в первоначальной стадии, позволили расставить силы, определить опасные сечения и нанести изолинии напряжений в зоне этих сечений.

---

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов К.И., Латышев В.А., Андреев В.Д. Техника бурения при разработке месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1987.

2. Бабенков И.С., Иванов К.И., Хесин Г.Л. Исследование взаимодействия бурового инструмента и породы методом фотоупругости. – М.: Недра, 1970.

---

#### Коротко об авторах

Божко Владимир Григорьевич – доцент, кафедра «Горные машины и оборудование», Московский государственный горный университет.

