

Б. А. КАТАНОВ, Г. Ф. МАРКОВ

Кузбасский политехнический институт

ОПТИМАЛЬНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ АРМИРУЮЩИХ РЕЗЦОВ
НА БУРОВОЙ КОРОНКЕ

Конфигурация и геометрические параметры режущей кромки буровых коронок, армируемых съемными резцами [1, 2], определяются не только типом резцов, но и их расположением на корпусе коронки. Наиболее важными элементами геометрии резца являются (рис. 1, а) угол заострения φ , задний угол γ и передний угол α , а также углы наклона боковых режущих кромок ψ'_1 и ψ'_2 (рис. 1, б).

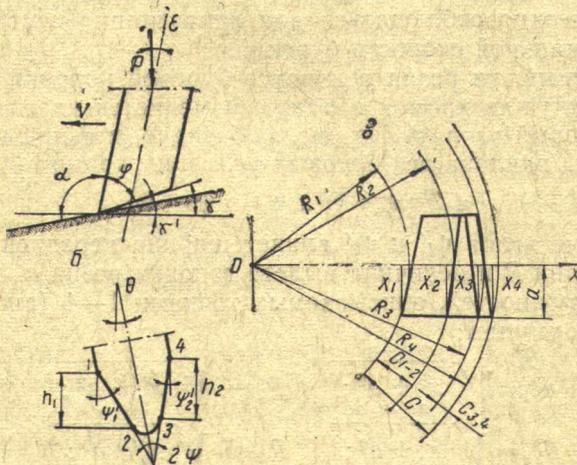


Рис. 1.

Элементы геометрии резца буровой коронки:
 а — схема изменения заднего угла; б — схема
 геометрических элементов наклонного резца;
 в — схема вписывания

Положение резца на корпусе коронки определяется (рис. 1, в) расстоянием R между осью коронки и точкой пересечения оси резца с поверхностью забоя, углами наклона резца в продольном ϵ и поперечном θ направлениях, вылетом резца a относительно поперечной оси OX корпуса коронки. В формировании усилия подачи существенную роль играет задний угол γ [3, 4].

У большинства типовых резцов этот угол равен $7-10^\circ$. Однако такие

значения заднего угла приняты исходя из условий работы резцов на исполнительных органах проходческих комбайнов, где радиусы кривизны траекторий движений резцов по сравнению с величиной подачи достаточно велики. При работе буровой коронки эти радиусы кривизны в ряде случаев уже сравнимы с величиной подачи коронки в осевом направлении. Поэтому, определяя рациональную геометрию резца, необходимо учитывать кинематический угол γ :

$$\gamma' = \operatorname{arctg} \frac{S}{2\pi RK}, \quad (1)$$

где S — подача коронки в осевом направлении, мм/об.;

K — число резцов в линии резания.

Практически допустимые в настоящее время значения S находятся в пределах 1—10 мм. Расчеты показывают, что даже при $K=1$ и $S=10$ мм/об центральные резцы режущих буровых коронок, расположенные на расстоянии $R=20$ —25 мм, имеют $\gamma > \gamma'$.

Однако для улучшения условий транспортирования буровой мелочи в призабойном пространстве целесообразно лопасти (перу) коронки давать наклон в продольном (по направлению движения) направлении на некоторый угол ε . Это неизбежно связано с наклоном оси резцов на тот же угол и уменьшением заднего угла на величину ε [5]. Так как транспортные функции коронки возрастают с увеличением угла ε , то он в ряде случаев может достигать 15° .

С учетом вышесказанного условием рациональной работы резцов будет

$$\gamma - (\gamma' + \varepsilon) > 0. \quad (2)$$

Это условие должно соблюдаться для внутренних (центральных) резцов при максимальной скорости бурения.

В случае установки резца в корпусе буровой коронки угол наклона его боковых режущих кромок φ также изменяется вследствие наклона резца на некоторый угол Θ . Из рис. 1, б видно, что при наклоне резца на угол Θ углы наклона его боковых режущих кромок будут равны:

$$\psi_1' = \psi + \Theta \text{ и } \psi_2' = \psi - \Theta.$$

На изменение углов ψ_1' и ψ_2' влияет ширина передней грани резца, радиус траектории R и величина вылета головки резца a .

Радиусы окружностей, описываемых точками 1—4 (рис. 1, б), определяются по формулам:

$$\begin{aligned} R_1 &= \sqrt{x_1^2 + a^2}; & R_3 &= \sqrt{x_3^2 + a^2}; \\ R_2 &= \sqrt{x_2^2 + a^2}; & R_4 &= \sqrt{x_4^2 + a^2}; \end{aligned} \quad (3)$$

где x_1, x_2, x_3, x_4 — координаты точек 1—4 по оси OX . Ширина канавок, прорезаемых боковыми режущими кромками, будет равна:

$$\begin{aligned} C_{1,2} &= R_2 - R_1 = \sqrt{x_2^2 + a^2} - \sqrt{x_1^2 + a^2}; \\ C_{3,4} &= R_4 - R_3 = \sqrt{x_4^2 + a^2} - \sqrt{x_3^2 + a^2}. \end{aligned} \quad (4)$$

Фактические углы наклона боковых кромок в нормальной плоскости в этом случае определяются из выражений:

$$\varphi_2' = \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{x_2^2 + a^2} - \sqrt{x_1^2 + a^2}}{h_1}; \quad (5)$$

$$\varphi_2'' = \arctg \frac{\sqrt{x_2^2 + a^2} - \sqrt{x_3^2 + a^2}}{h_2}; \quad (6)$$

Наиболее распространенные типовые резцы имеют угол наклона боковых режущих кромок к вертикали от 8° (ШБМ2-1-2-ОЗА; И-80; БВу-8 и др.) до 20° (ШБМ2-1-1-04 и РК-8Б).

Анализируя результаты вычислений по формулам (5) и (6), можно убедиться, что с возрастанием R угол ψ_1'' увеличивается и приближается к значению, характерному для всех R при $a=0$. С увеличением a (при $R=\text{const}$) угол ψ_1'' убывает. Следует заметить, что при малых R и больших a угол ψ_1'' может значительно (на $15-18^\circ$), отличаться от ψ_1' .

Угол ψ_2'' при изменении R и a меняется в меньшей степени. На рис. 2 графически представлен характер изменения углов ψ_1'' и ψ_2'' в зависимости от R и a для резца РК-8Б.

Боковые кромки резцов буровой коронки работают в различных условиях. Когда угол $\varphi_2'' > 0$, порода разрушается тремя режущими кромками.

Положение резца на корпусе коронки влияет на характер работы его боковых режущих кромок.

Внешняя режущая кромка (рис. 3, а) работает на вогнутой поверхности, а внутренняя кромка (рис. 3, б) — на выпуклой. При одной и той же толщине снимаемой стружки площадь поверхности скола в этих случаях будет различной. Совмещенная схема скола представлена на рис. 3 в.

Внутренняя режущая кромка производит скол элемента породы на участке K_1M_1 линии Б, а внешняя кромка — на участке K_2M_2 линии А. Длина линии скола для каждой частицы будет определяться расстояниями от точек M_1 и M_2 до точек пересечения соответствующих прямых Б и А с окружностью радиуса R . При $h_1=h_2=h$ положение точек M_1 и M_2 определится в системе координат X—Y:

$$M_1(b; a); M_2(b + 2h; a),$$

где h — толщина стружки, снимаемой боковой режущей кромкой.

Линии скола породы будут проходить примерно под одним и тем же углом у обеих режущих кромок, и положение прямых А и Б определится системой уравнений:

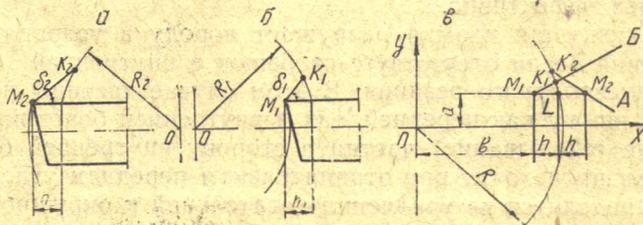


Рис. 3.

Схема работы боковых режущих кромок резца:
а — наружная режущая кромка; б — внутренняя режущая кромка; в — совмещенная схема.

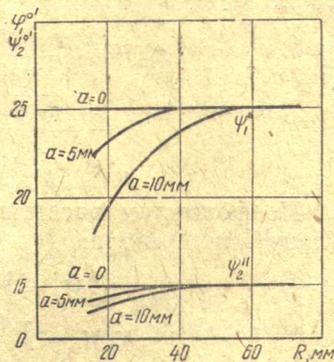


Рис. 2.

Графики зависимостей $\psi_1'' = \psi(R)$ и $\psi_2'' = \psi(R)$ при различном вылете a .

$$\begin{aligned} y - a &= -k[x - (b + 2h)]; \\ y - a &= k(x - b), \end{aligned} \quad (7)$$

где k — некоторый угловой коэффициент.

Уравнение окружности в тех же координатах запишется так:

$$x^2 + y^2 = (b + h)^2 + a^2. \quad (8)$$

Решая совместно уравнение (8) с каждым из уравнений системы (7), определим координаты точек K_1 и K_2 .

Точка K_1 будет иметь координаты;

$$\begin{aligned} x_{K_1} &= \frac{K(Kb - a)}{1 + K^2} \sqrt{\left[\frac{K(Kb - a)}{1 + K^2} \right]^2 - \frac{K(Kb^2 - 2ab) - (b + h)^2}{1 + K^2}}; \\ y_{K_1} &= Kx_{K_1} - Kb + a; \end{aligned} \quad (9)$$

Точка K_2 —

$$\begin{aligned} x_{K_2} &= \frac{K^2(b + 2h) + Ka}{1 + K^2} + \sqrt{\left[\frac{K^2(b + 2h) + Ka}{1 + K^2} \right]^2 - \frac{K^2(b + 2h)^2 - 2Ka(b + 2h) - (b + h)^2}{1 + K^2}}; \\ y_{K_2} &= Kx_{K_2} + K(b + 2h) + a. \end{aligned} \quad (10)$$

По формулам расстояния между двумя точками можно определить длину линий скола:

$$K_1M_1 = \sqrt{(x_{K_1} - b)^2 + (y_{K_1} - a)^2}; \quad (11)$$

$$K_2M_2 = \sqrt{[x_{K_2} - (b + 2h)]^2 + (y_{K_2} - a)^2}.$$

Соотношение между ними определится как

$$\frac{K_2M_2}{K_1M_1} \sqrt{\frac{[x_{K_2} - (b + 2h)]^2 + (y_{K_2} - a)^2}{(x_{K_1} - b)^2 + (y_{K_1} - a)^2}} \quad (12)$$

Так как обычно $K_2M_2 > K_1M_1$, отделение частиц породы в сторону вогнутой поверхности будет требовать больших энергозатрат.

Уравнение касательной к окружности радиуса R в точке L запишется как

$$y = -\frac{a}{b + h}x + 2a. \quad (13)$$

Величина отрицательного переднего угла для внутренней режущей кромки и положительного для внешней режущей кромки будет равна:

$$\alpha = \arctg \frac{a}{b + h}. \quad (14)$$

При отрицательных передних углах усилия резания обычно выше. По этой причине разрушение породы внешней режущей кромкой будет происходить более эффективно.

Торцевая режущая кромка разрушает породу в условиях блокированного резания (если отсутствует гребешок с внутренней стороны) в условиях полусвободного резания. В этом случае частицы породы скалываются в сторону как передней, так и внутренней боковой грани резца. Отделение (скалывание) частиц в сторону внутренней боковой режущей кромки происходит при отрицательном переднем угле. Величина этого угла определится из уравнения касательной к окружности, проведенной из центра вращения:

$$y = \frac{a}{b}x, \quad (15)$$

а величина отрицательного переднего угла

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{a}{b} . \quad (16)$$

Резание при отрицательном угле α будет отрицательно сказываться на износостойкости режущей кромки. Н. С. Тарасенко [6] рекомендует применять резцы лишь с отрицательным передним углом, незначительно отличающимся от 0° .

Таким образом, конфигурация режущей кромки буровых коронок и эффективность их работы зависит не только от типа армирующих резцов, но и от их расположения на корпусе коронки. Так, угол наклона резцов в продольном направлении ε должен выбираться с учетом геометрических параметров резца (угол γ) и возможных режимов бурения (угол γ').

Угол наклона резца в поперечном направлении Θ не должен превышать угла наклона боковых кромок резца ϕ . В результате смещения режущих кромок резца относительно поперечной оси коронки (при $a > 0$) боковые режущие кромки разрушают породу при отрицательных передних углах. Вследствие этого все резцы оказываются различно нагруженными, что также следует учитывать при конструировании коронок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. А. Катанов. Комбинированный режуще-шарошечный буровой инструмент для бурения взрывных скважин на карьерах и перспективы его использования. «Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых», 1969, № 1.
2. Б. А. Катанов, А. А. В а ж е н и н. Совершенствование буровых коронок со съёмными зубками для станков вращательного бурения. «Уголь», 1967, № 5.
3. В. Н. Г е т о п а н о в. О природе осевого усялия на рёзце при вращательном бурении. Изв. вузов, Горный журнал, 1962, № 3.
4. Б. М. Л о г у н ц о в. Определение усилий при резании горных пород. В сб.: «Горные машины», 1958, № 2.
5. Б. А. Катанов, В. И. Кузнецов, М. П. Л а т ы ш е н к о. Коронка режущего типа с наклонными перьями. Механизация горных работ. Сб. науч. тр. КузПИ, Кемерово, 1971, № 32.
6. Н. С. Т а р а с е н к о. Об отрицательных передних углах резания угля. «Уголь», 1950, № 10.

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

МЕЖВУЗОВСКИЙ НАУЧНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ СБОРНИК

Выпуск 1.

МЕХАНИЗАЦИЯ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

*Удостоверено
Александром Михайловичем
от автора 14/II 76*

СВЕРДЛОВСКИЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ

1975

МЕЖВУЗОВСКИЙ НАУЧНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ СБОРНИК

Выпуск 1.

МЕХАНИЗАЦИЯ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

СВЕРДЛОВСКИЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ

1975

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Отв. редактор проф. **ХОХРЯКОВ В. С.**

Канд. техн. наук Горцакалян Л. О.	Калининский политехнический институт
Доц. Катанов Б. А.	Кузбасский политехнический институт
Канд. техн. наук Кубарев С. Н.	Свердловский горный институт
Доц. Кулешов А. А.	Ленинградский горный институт
Проф. Кубачек В. Р.	Свердловский горный институт
Доц. Носырев Б. А.	Свердловский горный институт
(зам. ответственного редактора)	
Доц. Перетолчин В. А.	Иркутский политехнический институт
Канд. техн. наук Редькин М. Б.	Красноярский институт цветных металлов
Доц. Ржондковский Р.	Тульский политехнический институт
Доц. Сорокин Л. А.	Свердловский горный институт
(отв. секретарь)	
Доц. Стороженко А. М.	Магнитогорский горно-металлургический институт

АННОТАЦИЯ

В сборнике опубликованы результаты исследований в области совершенствования, расчета и эксплуатации экскаваторов, буровых станков и транспортных средств для карьеров, проведенных в Ленинградском, Свердловском горных, Магнитогорском горно-металлургическом, Кузбасском политехническом и других вузах РСФСР.

Сборник рассчитан на инженерно-технических работников горной и машиностроительной отраслей, работников институтов и аспирантов.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

	Стр.
Б. И. Сатовский, Л. С. Скобелев. К определению нормальных рядов концевых нагрузок и емкостей ковшей экскаваторов драглайнов большой мощности	3
А. А. Кулешов, А. И. Талько. Анализ эксплуатационной надежности экскаваторного парка Центрального рудника комбината «Апатит»	6
В. В. Шерстнев, Д. Е. Махно, А. И. Шадриг, Д. Г. Плькевич. Надежность карьерных экскаваторов ЭКГ-8 и ЭКГ-8И	11
П. А. Касьянов, В. Р. Кубачек. Исследование влияния кусковатости на нагрузки в подъемном механизме экскаватора	15
Ю. А. Девяткин, П. А. Касьянов, В. Р. Кубачек. Влияние величины стопорного усилия привода подъема на нагруженность и производительность карьерного экскаватора	20
Ю. А. Девяткин, П. П. Авдеев, Л. С. Скобелев. Влияние геометрических параметров ковша на производительность мощного экскаватора драглайна при работе во взорванных породах	23
В. И. Филатов, А. П. Комиссаров. К вопросу определения элементов поворотных движений одноковшового экскаватора	27
Б. С. Юнаков, В. Л. Раскин. Определение продолжительности цикла шагающего экскаватора по движениям подъема и опускания ковша	31
В. Н. Попов, М. А. Казаринова. К определению сопротивлений при передвижении экскаватора ЭШ-80/100 на скользящих опорах с гидравлической подушкой	36
В. И. Мазо, И. И. Рутковская. Измерение прогибов опорных рам шагающих экскаваторов	39
И. И. Рутковская. Метод измерения давлений грунта под опорными поверхностями экскаваторов и отвалообразователей	44
А. И. Талько, А. А. Кулешов, О. А. Казначеев. Математическое моделирование профилактического обслуживания карьерных экскаваторов	47
В. С. Хохряков, Л. А. Сорокин, А. Г. Моор, Ю. И. Мелентьев, А. М. Ройтман. Транспорт горной массы из глубоких карьеров будущего наклонными подъемниками грузоподъемностью 75—200 т	52
Л. А. Сорокин, А. Г. Моор. Детерминированный расчет технической производительности скиповых подъемников	55
Ю. И. Мелентьев, А. М. Ройтман. Снижение веса подъемных машин при использовании на подъемных установках ленточного тягового органа вместо канатного	59
В. Г. Селянин, Е. М. Фабровский. Автоматический учет первичной информации о работе большегрузных карьерных автосамосвалов	64
Э. Ш. Ходжаев, П. Т. Церенщиков. Оптимальный шаг удлинения монорельсовой дороги при комбинированном транспорте на карьерах	67
Е. П. Кавалевский, В. В. Скородумов, В. Г. Буров	
Ю. В. Смирнов. Определение расчетных параметров нагревательных устройств адсорберных агрегатов	71
В. А. Перетолчин, Н. Н. Страбыкин, Я. Н. Долгун. Карьерам — новый буровой инструмент	76
М. Г. Симилейский, В. Н. Шамшин, Е. А. Гудков, А. Е. Соркин. Результаты работ по повышению эффективности шнекового способа бурения взрывных скважин	81
В. А. Перетолчин, Я. Н. Долгун. О влиянии расположения резцов на интенсивность износа режущего бурового инструмента	87

А. Х. Корман. Исследование режимов работы гидропривода станков шарошечного бурения в эксплуатационных условиях	92
Б. А. Катанов, Г. Ф. Марков. Оптимальное расположение армирующих резцов на буровой коронке	97
И. Г. Исерсон. Наклеп стали 110Г13Л при статическом взаимодействии с горными породами	102
Рефераты	105

Редактор издательства *Р. Д. Мочалова.*
Технический редактор *Н. В. Семенова.*
Корректор *Л. В. Устьянцева.*

НС 19160. Подписано в печать 24.4. 1975 г. Печ. л. 7.
Уч.-изд. л. 9,5. Тираж 900. Бумага «Типографская № 2». Формат 70×108¹/₁₆.
Заказ 5529. Цена 98 коп.

Нижнетагильская городская типография управления издательств,
полиграфии и книжной торговли Свердловского облисполкома,
г. Н. Тагил, Газетная, 81.