

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗЦОВ С ЦЕЛЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ РАЦИОНАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

В. И. ЗВАРЫГИН, С. С. СУЛАКШИН

(Представлена научным семинаром кафедры техники разведки)

Эффективность работы твердосплавных коронок при вращательном бурении кольцевым забоем в большой степени зависит от геометрической формы резцов и их расположения в короночном кольце. С целью определения наиболее рациональной геометрии некоторых типов резцов были проведены исследования по выявлению влияния ряда факторов на усилия резания, глубину внедрения и стойкость резцов в лабораторных условиях. Для этого использовалась установка, представляющая гидравлическую машину с горизонтально расположенным цилиндром. Для записи усилий резания и глубины внедрения резцов на осциллограф Н-700 установка имела специально сконструированный динамометр с индуктивными датчиками. Исследования проводились на образцах среднезернистых песчаников, взятых из месторождений Кузбасса. Основной задачей исследований являлось выявление влияния на усилия резания и глубину внедрения резцов следующих параметров:

- а) ширины резца;
- б) формы режущей кромки резца;
- в) заднего угла резца;
- г) переднего угла резца;
- д) величины выхода резца;
- е) ориентировки резца в короночном кольце.

### Влияние ширины резца на усилия резания и глубину внедрения резца

Исследованию подвергались резцы шириной 2,5 мм; 4,5 мм и 8 мм с передним углом  $\gamma$ , равным нулю, и задним углом  $\alpha = 20-30^\circ$ .

Резание узкими резцами проводилось при постепенном увеличении нагрузки до тех пор, пока не происходили выкрашивание или поломка резцов. При этом износа режущих кромок практически не наблюдалось. Резание широкими резцами производилось до появления заметной на глаз площадки износа шириной порядка 0,1 мм. Для каждого типа резцов проводилась серия опытов по 15—20 резцов. Результаты обработки осциллографических записей представлены в виде графиков на рис. 1. На этих графиках показана зависимость глубины внедрения и усилий, действующих на резец от его ширины. Анализ полученных данных позволяет сделать следующие выводы.



1. Зависимость усилий резания от ширины резцов носит линейный характер; причем прямые зависимостей не проходят через начало координат, а отсекают на оси ординат некоторый отрезок. (рис. 1, в).

2. Усилия резания при одинаковой глубине внедрения резца растут медленнее, чем ширина резца.

Так при глубине внедрения резца, равной 1 мм и увеличении ширины резца в 3,2 раза горизонтальные усилия возрастают лишь в 1,86 раза (рис. 1, б), а осевые усилия в 2,3 раза (рис. 1, а).

3. При малой глубине резания (до 0,2 мм) рост осевых усилий пропорционален росту ширины резца. Это объясняется, видимо, тем, что

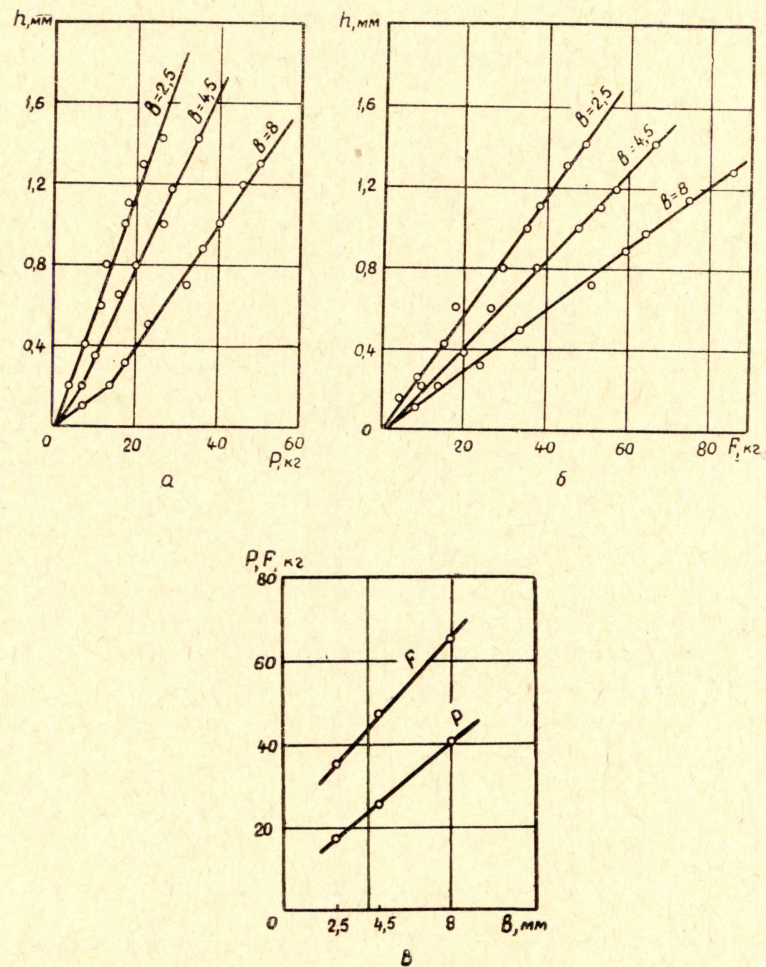


Рис. 1, а. График зависимости глубины внедрения резца от осевых усилий при различной ширине резцов.

б. График зависимости горизонтальных усилий от глубины внедрения при различной ширине резцов.

в. График зависимости усилий резания от ширины резцов.

при малых осевых усилиях, недостаточных для внедрения резца в породу, происходит не объемное разрушение породы, а ее истирание.

4. С увеличением ширины резца при одной и той же глубине внедрения удельная нагрузка уменьшается, но растет ее абсолютное значение. Поэтому передовые «врубные» резцы следует изготовлять возможно меньшей ширины.



## Влияние формы режущей кромки резца на усилия резания и глубину внедрения

В целях выбора оптимальной формы режущей кромки резцов были проведены опыты по резанию горных пород резцами прямоугольного сечения с режущей кромкой в виде прямой линии (№ 1), полуокружности (диаметром 2,5 мм — № 2 и диаметром 10 мм — № 3) и клинообразной формы. Причем резцы с режущей кромкой клинообразной формы имели переднюю грань двух видов: плоскую (№ 4) и двускатную (№ 5). Во всех случаях резцы устанавливались вертикально.

Результаты обработки осциллографических записей представлены в виде графиков (рис. 2 а, б).

Из полученных графиков видно, что лучшими показателями обладают резцы № 1, № 2 и № 4, худшими — резцы № 3 и № 5. При одинаковой глубине внедрения резца минимальные усилия резания (осевые и горизонтальные) имеют место при резании резцами с режущей кромкой

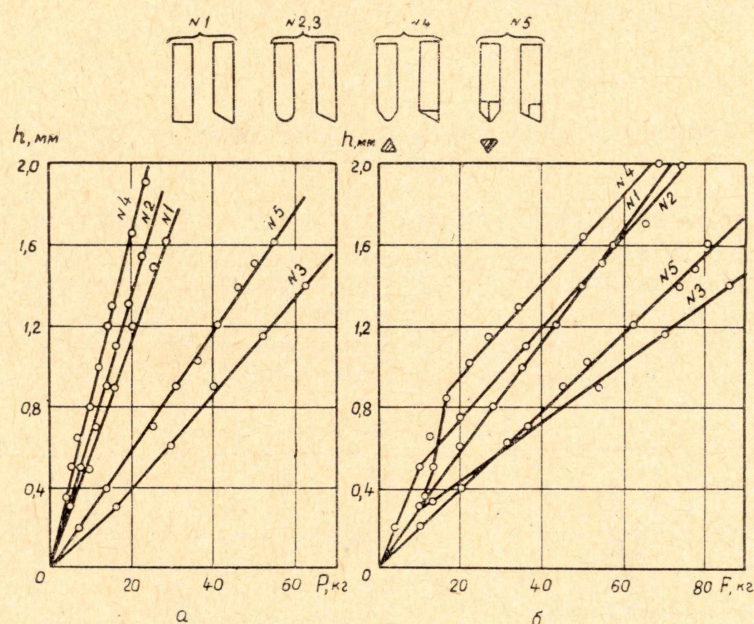


Рис. 2. Графики зависимости условий резания глубины внедрения резца для резцов с различной формой режущей кромки.

клиновидной формы с плоской передней гранью (№ 4) и режущей кромкой в виде полуокружности  $\varnothing$  2,5 мм (№ 2).

Но учитывая эффективность резания резцов с различной формой режущей кромки, следует также учитывать и прочность резца на излом. В процессе экспериментов нами наряду с фиксированием усилий резания и глубины внедрения резцов фиксировались также критические усилия, при которых происходила поломка резцов с различной формой режущей кромки. Ниже приводится таблица критических горизонтальных усилий резания.

Из табл. 1 видно, что наиболее устойчивой формой резцов будут резцы клиновидной формы с двускатной передней гранью (№ 5) и наименее устойчивой — резцы с режущей кромкой в виде полуокружности  $\varnothing$  2,5 мм (№ 2). Высокую прочность показали также резцы клиновидной формы с плоской передней гранью (№ 4).



Таким образом, исходя из вышесказанного, наиболее рациональной формой режущей кромки резца является клиновидная (№ 4). Но, с другой стороны, нужно ожидать, что износ резцов с клиновидной формой режущей кромки будет происходить быстрее и резец, таким образом, будет работать эффективно лишь в начальный момент бурения.

Таблица 1

Форма режущей кромки резца	Критические усилия, кг		Примечание
	от—до	в ср.	
Прямоугольная в виде окружности, $\varnothing$ 2,5 мм	30—80 13—75	55 38	$\gamma=0^\circ$
Клинообразная, с плоской передней гранью	100—170	120	$\alpha=20-30^\circ$
Клинообразная, с двускатной передней гранью	не сломался при 150 кг.		
В виде полуокружности, $\varnothing$ 10 мм			

### Влияние задних углов резца на усилия резания и глубину внедрения

Опыты по выявлению влияния задних углов на эффективность резания проводились резцами шириной 2,5 мм с передним углом  $\gamma=0$  и задними углами  $\alpha$ , равными 30, 45 и 60° на образцах, взятых из Анжерского месторождения: песчаниках и алевролитах. Результаты обработки записей усилий резания и глубины внедрения резцов приведены на графиках (рис. 3, а и б). Каждая кривая отстраивалась по результатам

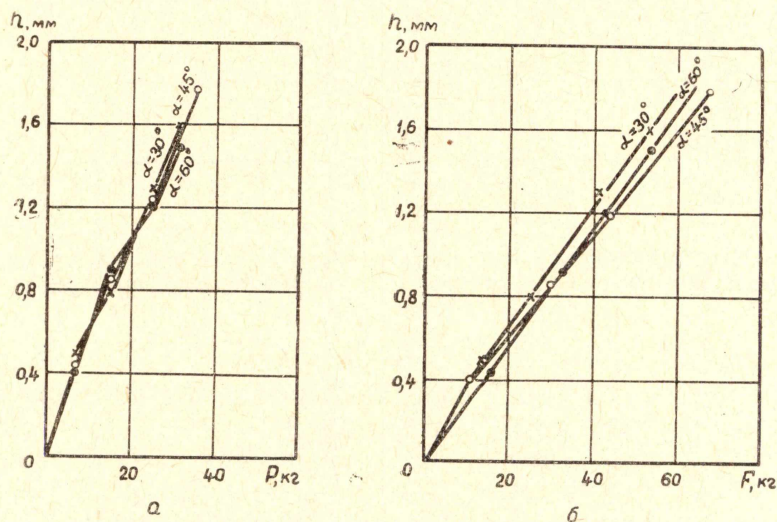


Рис. 3. Графики зависимости усилий резания от глубины внедрения резца для резцов с различной величиной заднего угла.

замеров 7—20 резцов. Из графиков видно, что кривые, полученные при резании резцами с различными задними углами, очень близко расположены друг к другу и пересекаются между собой. Следовательно, можно считать, что в диапазоне исследуемых величин углов величина заднего угла не влияет на глубину внедрения резца и усилия резания.



## Влияние передних углов на усилия резания и глубину внедрения резца

С целью выявления влияния переднего угла на усилия резания и глубину внедрения резца были проведены исследования при широком диапазоне изменения передних углов от  $-60^\circ$  до  $+60^\circ$ .

На основании полученных осциллограмм были построены графики зависимости глубины внедрения и усилий резания от величины переднего угла (рис. 4, а, б, в).

На графике (рис. 4, а) показана зависимость осевых усилий резания  $P$  от глубины внедрения при различных значениях переднего угла  $\gamma$ . На рис. 4, б приводится график зависимости горизонтальных усилий

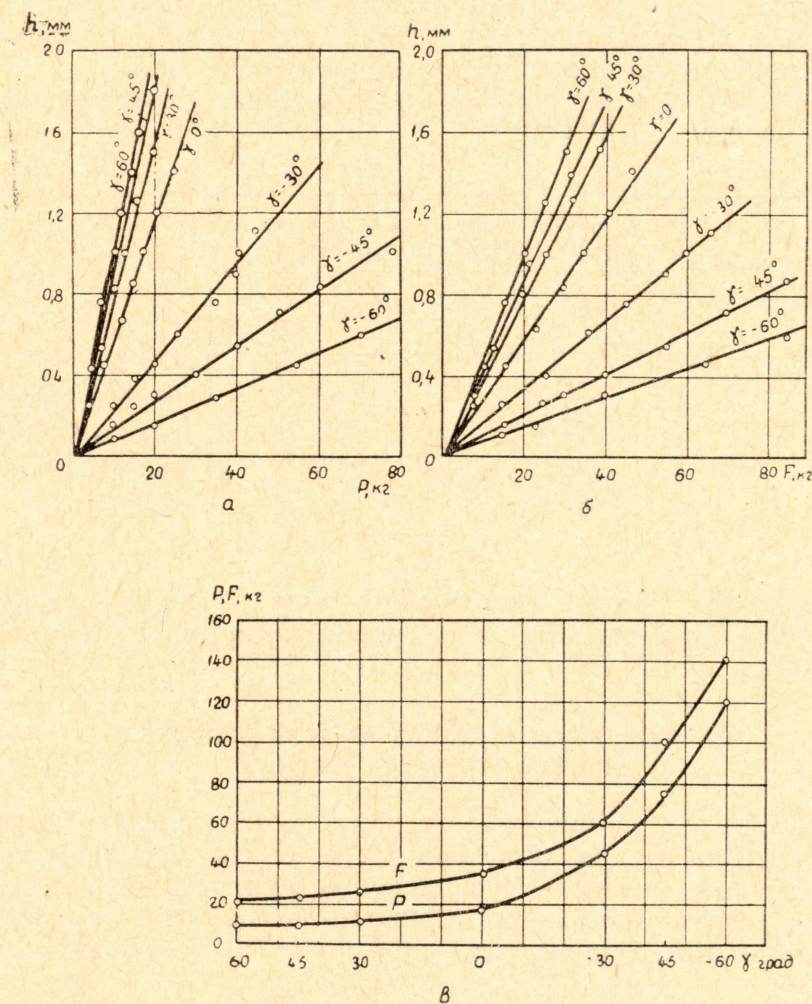


Рис. 4, а. График зависимости осевого усилия от глубины внедрения резца при различных значениях переднего угла.

б. График зависимости горизонтальных усилий от глубины внедрения резца при различных значениях переднего угла.

в. График зависимости усилий резания от переднего угла резца.

от глубины внедрения при разных  $\gamma$ . Наконец, на рис. 4, в показана зависимость усилий резания ( $P$  и  $F$ ) от величины переднего угла.



Полученные графики позволяют сделать следующие выводы:

1. Зависимость усилий резания от глубины внедрения резца имеет линейный характер.

2. С увеличением переднего угла при одинаковой глубине внедрения резца осевые усилия растут быстрее, чем горизонтальные.

3. Для положительных и отрицательных углов рост усилий резания происходит по разным закономерностям:

а) при изменении переднего угла в пределах  $+ 60 \div 0^\circ$  осевые усилия колеблются в очень узких пределах;

б) при изменении переднего угла от  $0$  до  $- 60^\circ$  усилия резания растут более интенсивно, чем при  $\gamma = 0 \div 60^\circ$ .

Таким образом, наиболее эффективно работают резцы с положительными передними углами. Но, учитывая эффективность работы резцов с положительными передними углами, следует учесть также их прочность. В табл. 2 приводятся зафиксированные при опытах критические значения усилий, при которых происходит излом резцов.

Из таблицы видно, что наибольшая стойкость резцов имеет место при угле  $\gamma$ , равном  $+ (30 \div 45^\circ)$ .

Т а б л и ц а 2

Значения переднего угла $\gamma$ , град.	Величина усилий, при которых происходит излом резцов, кг		Примечание
	от—до	В среднем	
+60	20—60	32	Задний угол резцов во всех случаях составил $10-15^\circ$ , а выход резцов—3 мм.
+45	35—95	64	
+30	40—80	60	
0	30—80	55	

Следовательно, проведенные исследования позволяют рекомендовать для резания определенных типов пород наиболее оптимальные значения передних углов в пределах  $+ 30 \div +45^\circ$ .

#### Влияние выхода резцов из тела коронки на эффективность резания

Сам факт выхода резцов из тела коронки при резании твердых пород, когда глубина внедрения резцов достигает долей миллиметра, казалось бы, не должен играть существенной роли. Напротив, при большом выходе резцов уменьшается стойкость резцов, что заставляет снижать усилия резания. Однако здесь важно отметить тот момент, что при

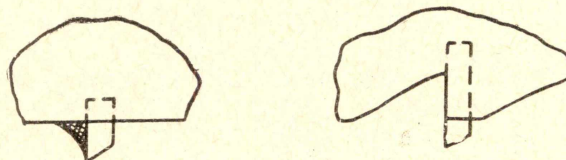


Рис. 5.

ограниченном выходе резца из короночного кольца в процессе резания горной породы впереди него под торцом короночного кольца образуется уплотненная масса, которая изменяет угол резания, а следовательно,



и усилия резания. В результате этого обстоятельства мы можем не достичь ожидаемого эффекта при увеличении переднего угла.

Явление образования уплотненной породы впереди резцов с ограниченным выходом наблюдается наиболее интенсивно при больших положительных углах.

Для устранения этого дефекта следует увеличивать выход резцов за счет удлинения резцов и специального выреза в теле коронки впереди резцов (рис. 5).

### Влияние ориентировки резца в теле коронки на усилия резания и глубину внедрения

Для выявления зависимости усилий резания от ориентировки резца в теле коронки были проведены исследования по резанию песчаников при следующих значениях углов резания в плане ( $\delta$ ): 90, 60, 30 и 0°. По результатам исследований составлены графики (рис. 6). Из графика

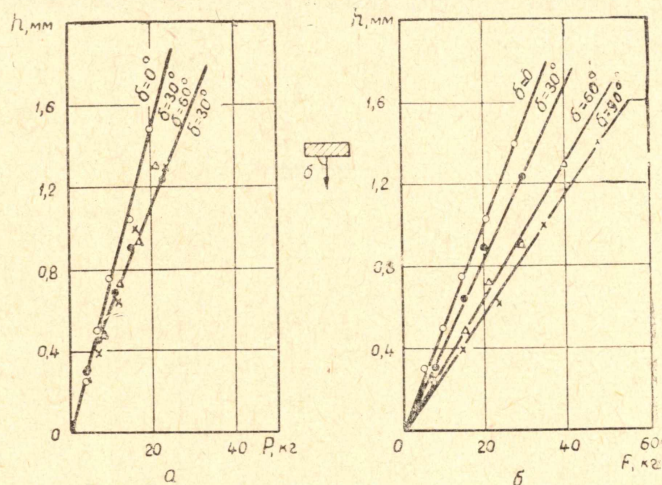


Рис. 6. Графики зависимости усилий резания от угла в плане.

ков видно, что при одинаковой глубине внедрения резца осевые усилия при различных углах  $\delta$  мало отличаются друг от друга. Заметное снижение осевых усилий наблюдается лишь при  $\delta = 0$ .

Горизонтальные усилия с уменьшением угла  $\delta$  уменьшаются более отчетливо. Но с уменьшением усилий при малых значениях  $\delta$  уменьшается также и скалываемый объем породы. Поэтому резцы с малыми  $\delta$  можно рекомендовать лишь в качестве «врубовых» резцов.

### Выводы

1. Рост усилий резания при глубине внедрения более 0,2 мм происходит медленнее, чем рост ширины резцов, поэтому при конструировании коронок «врубовые» (передние) резцы следует устанавливать с наименьшей шириной. Последующие резцы будут работать в более благоприятных условиях, причем чем меньше число резцов по ширине канавки забоя, тем меньше будет затрачиваться усилий на резание породы. Следовательно, последующие резцы для полного перекрытия канавки следует изготавливать большей ширины.

2. При малой глубине внедрения резца (менее 0,2 мм) рост усилий резания происходит пропорционально росту ширины резца.



3. Наиболее рациональной формой режущей кромки резца из серии испытываемых резцов является клиновидная форма с плоской передней гранью резца.

4. Задний угол резца при резании горных пород не влияет на эффективность резания.

5. Наиболее стойкими и эффективными в работе оказались резцы с передним углом ( $30-45^\circ$ ). Поэтому при конструировании коронок можно рекомендовать установку резцов с указанными передними углами.

6. При ограниченном выходе резцов из тела короночного кольца впереди них образуется уплотненная масса породы, которая изменяет передний угол резца, в результате чего усилия резания возрастают. Для устранения этого дефекта следует увеличить выход резцов за счет удлинения резцов и специального выреза в теле коронки впереди резцов.

7. С уменьшением угла резания в плане  $\delta$  усилия резания уменьшаются, но с уменьшением усилий уменьшается скалываемый объем, поэтому резцы с малыми значениями  $\delta$  можно рекомендовать лишь в качестве «врубных» резцов.

---