

УДК 622.23.051

*Б.А. Катанов***СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ  
И РАСШИРЕНИЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ  
РЕЖУЩИХ БУРОВЫХ ДОЛОТ**

**Б**ольшая часть угольных месторождений РФ отличается сложными горно-геологическими условиями и структурой вскрышных массивов, частой перемежаемостью крепких и слабых пород. Вскрышные породы с коэффициентом крепости по шкале проф. М.М. Протодьяконова с  $f$  до 6 на разрезах составляют до 60 % и выше.

Наличие такого количества некрепких пород позволяет применять для бурения скважин режущий инструмент – наиболее дешёвый и дающий возможность увеличить производительность буровых станков. Поэтому при совершенствовании бурового оборудования для угольных разрезов первостепенное значение приобретает разработка новых конструкций режущих долот, которые могли в ряде случаев заменить дорогостоящие и недостаточно надёжные серийные шарошечные долота.

При конструировании режущих долот со съёмными режущими элементами (резцами) большое значение имеет расположение резцов на корпусе долота.

Резцы могут располагаться несимметрично таким образом, чтобы каждый резец имел свою индивидуальную линию резания. Такое расположение резцов принято в долотах ИрГТУ. В этом случае поверхность забоя скважины полностью перекрывается и разрушается без оставления гребней, но работа долота неустойчива, а энергоёмкость процесса разрушения довольно высокая.

При симметричном расположении, предложенном КузГТУ, резцы прорезают

концентрические канавки с последующим скалыванием образующихся между ними гребней-целичков [1].

Исследованиями, проведёнными на кафедре горных машин и комплексов КузГТУ, установлено, что наиболее эффективное разрушение породы происходит при использовании долот с прерывистой режущей кромкой, когда значительная часть породы разрушается скалыванием целиков между щелями, прорезаемыми режущими элементами. Прерывистая режущая кромка может быть образована при оснащении долота специальными съёмными резцами, закрепляемыми тем или иным способом на корпусе (рис. 1).

Резцы обычно устанавливаются в сквозных цилиндрических отверстиях корпуса и фиксируются от осевого смещения валиками или шплинтами. От разворота вокруг продольной оси резцы удерживаются выступом на передней грани корпуса, с которым сопрягаются передние грани резцов.

В результате испытаний, проведённых на разрезах Кузбасса, установлено, что подобные долота обеспечивают скорости бурения в 1,3–1,5 раза большие, чем долота со сплошной режущей кромкой [2].

Одно из важнейших требований, предъявляемых к расположению резцов на корпусе долота, обеспечение их вписывания в выбуриваемые канавки на малых радиусах, т. к. вследствие плохого вписывания возникает трение резца о стенки прорезаемой им канавки, влекущее за собой дополнительный его износ и нагрев и, как

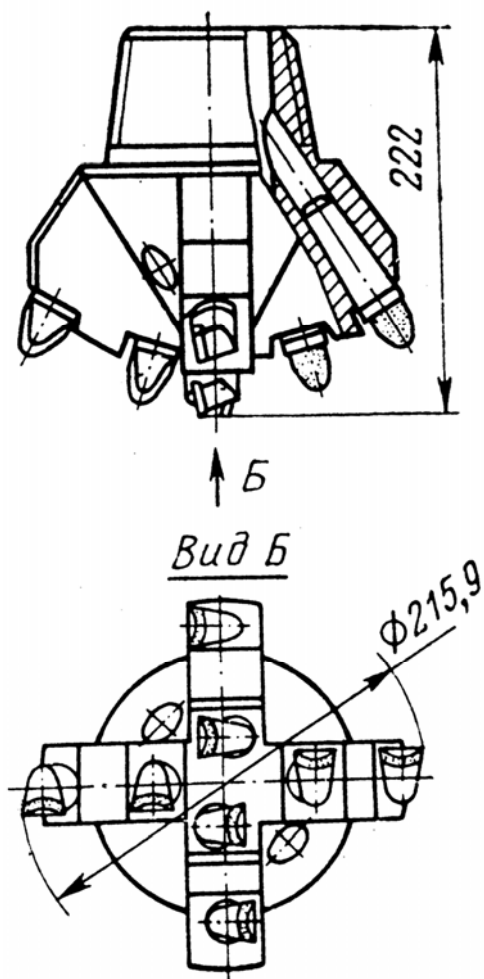


Рис. 1. Режущее буровое долото со съёмными резцами

часть которого имеет сечение в форме треугольника [1].

Вписывание подобных резцов обеспечивается на минимальных радиусах, сравнимых с размерами рабочей части резца, что необходимо для резцов, устанавливаемых в центральной части долота.

Новые конструкции буровых долот хорошо себя зарекомендовали, но их серийное изготовление до сих пор не освоено. Заводы изготовители бурового инструмента не желают этим заниматься, ссылаясь на отсутствие аналогов таких долот в зарубежной практике и на отсутствие инвестиций на организацию производства по существу нового класса продукции.

При подводе к забою скважины сжатого воздуха в ряде случаев скорость его истечения из сопел долота достигает звуковых значений. В этом случае аэродинамика долота становится важным фактором, обеспечивающим нормальное протекание процесса очистки. Исследованиями ряда авторов [3] было обнаружено явление эжекционных подсосов пылевоздушной смеси из затрубного пространства. Это неизбежно связано с возникновением вихревой циркуляции пылевоздушной смеси в зоне долота, которая не только существенно осложняет процесс очистки скважины, но и вызывает вторичное измельчение продуктов разрушения и снижение стойкости долота.

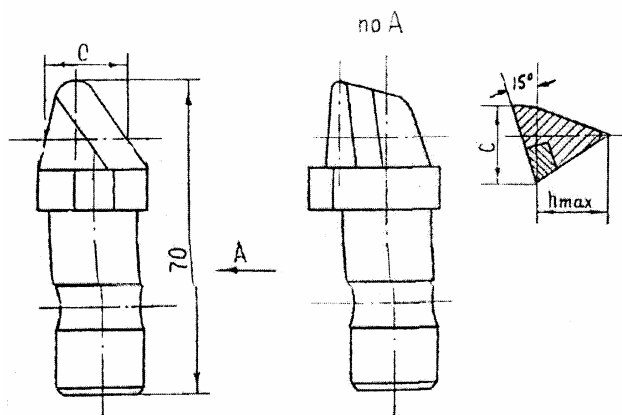
Существенно сократить или полностью устранить эжекционные подсосы и циркуляцию пылевоздушной смеси в призабойной зоне можно при использовании режущих долот вместо шарошечных.

Для исключения повторного переизмельчения продуктов разрушения долотом необходима своевременная очистка призабойной зоны скважины, которая будет иметь место при условии, что за время поворота инструмента частица успеет пройти путь от забоя до первого витка шнека.

следствие этого, излишние затраты энергии и снижение скорости бурения.

Сечение рабочей части (головки) резцов горизонтальной плоскостью представляет собой трапецию или близкую к ней фигуру, которая и должна вписываться в канавку. Канавка, прорезаемая резцом, проектируется на горизонтальную плоскость в виде кольца, ширина которого определяется шириной передней грани резца в данном сечении. Радиус окружности, проходящей через центр кольца, определяется расположением резца на корпусе долота.

Кафедрой горных машин и комплексов КузГТУ предложен резец (рис. 2), рабочая



**Рис. 2. Резец КузГТУ с цилиндрической державкой и частичной армировкой передней грани твердым сплавом**

На своевременный вынос частиц буровой мелочи до первого витка шнека существенно влияет и характер обтекания пылевоздушным потоком породоразрушающих органов, которые образуют проходное сечение.

Для осуществления пневматической или шнекопневматической очистки буровой скважины от буровой мелочи долото необходимо снабжать хвостовиком с конической замковой резьбой и продольным каналом в нём для подвода сжатого воздуха к продувочным отверстиям.

Что касается способа очистки скважин, то он должен быть шнекопневматическим с регулированием подачи сжатого воздуха в скважину. При этом в качестве частных случаев может быть обеспечена как чисто шнековая очистка (при прекращении подачи воздуха), так и пневматическая (при использовании вместо шнеков гладких труб).

При шнекопневматической очистке, как и при обычной пневматической, отбитая долотом частица породы проходит по забою путь в 3–5 раз меньше, чем в призабойной зоне (от забоя до первого витка шнека). Поэтому необходим расход воздуха, достаточный для обеспечения движения частицы на этом участке с достаточной скоростью [4].

С увеличением скорости воздушного потока, воздействующего на частицу, скорость её возрастёт. Причём при скорости

потока до 30 м/с скорость частицы растёт линейно, а при больших её значениях – по логарифмическому закону.

На успешный вынос частиц влияет и частота вращения долота, с увеличением которой время, необходимое для выноса без повторного переизмельчения, уменьшается, а

также характер обтекания воздушным потоком режущих элементов, которые образуют проходное сечение. При этом толщина пограничного слоя зависит от скорости воздушного потока и уменьшается при его возрастании. Для успешного удаления частиц необходимо, чтобы этот слой был минимальным. Этого можно достичь рациональной конструкцией долота.

Расчёты для бурового станка СБР-160А-24 со шнекопневматической очисткой скважины при использовании режущего долота показали, что для обеспечения очистки скважины диаметром 200 мм необходимо иметь компрессор с производительностью 8,5 м<sup>3</sup>/мин (0,14 м<sup>3</sup>/с) и давлением 3·10<sup>5</sup> Па [4].

Эксплуатация станка подтвердила целесообразность установки компрессора с подобными параметрами.

Существенное влияние на износ режущего бурового инструмента оказывает режим бурения, т. е. частота вращения инструмента и действующее на него осевое усилие.

Анализ экспериментальных данных показал, что с увеличением скорости резания удельный износ нарастает вначале медленно, а затем резко увеличивается, вызывая аварийный износ резцов.

При равномерной подаче скорость бурения пропорциональна скорости вращения инструмента и определяется как

$V_6 = S n$ , мм/мин,

где  $S$  – скорость подачи, мм/об.

Установлено также, что если породу бурят с постоянной скоростью, то при одинаковой степени притупления резца его удельный износ приблизительно пропорционален осевому усилию.

Зависимость усилия подачи от частоты вращения инструмента позволяет объяснить природу оптимальной частоты вращения инструмента при бурении с постоянным осевым усилием.

Результаты проведённых исследований [5] показывают, что для бурения в породах различной крепости скважин различного диаметра один и тот же станок должен лишь оснащаться различными долотами режущим, комбинированным или шарошечным. При этом конструкция станка должна обеспечивать возможность регулирования в широких пределах параметров режима бурения (осевого усилия, частоты вращения и крутящего момента на долоте). Способ очистки скважин должен

быть шнекопневматическим с регулированием количества сжатого воздуха, подаваемого в скважину. С учётом специфики горно-геологических условий угольных месторождений целесообразно иметь два типоразмера универсальных станков вращательного бурения [5]: станок лёгкого типа, у которого основным видом породоразрушающего инструмента должны быть режущие долота, и тяжёлого типа, оснащаемого преимущественно шарошечными долотами.

На основании всего изложенного выше и анализа существующего парка буровых станков с учётом специфики угольных месторождений нами предлагается выпускать всего два типоразмера универсальных станков вращательного бурения (СВБ-125/160/190 и СВБ-200/250) для бурения скважин в диапазоне диаметров 125–270 мм. Основные параметры этих станков даны в их типаже [5], предложенном КузГТУ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Катанов Б.А. Инструмент для бурения взрывных скважин на карьерах / Б.А. Катанов, М.С. Сафохин. – М.: Недра, 1989. – 173 с.
2. Катанов Б.А. Новые направления совершенствования режущих буровых долот // Известия вузов. Горный журнал. – 1997. – № 1–2. – 70–75 с.
3. Кутузов Б.Н. Теория, техника и технология буровых работ. – М.: Недра, 1972. – 312 с.
4. Катанов Б.А. Элементы аэродинамики в призабойной зоне скважины // Вестник КузГТУ. – 2000. – № 6. – С. 74–75.
5. Катанов Б.А. О новом типаже буровых станков для открытых горных работ / Б.А. Катанов, Ю.Е. Воронов // Уголь. – 1998. – № 7. – С. 24–26.

#### Коротко об авторах

Катанов Б.А. – доктор технических наук, профессор кафедры горных машин и комплексов Кузбасского государственного технического университета, академик РАЕН.

