

Классификация способов бурения шпуров и скважин

Бурение — процесс образования горной выработки преимущественно круглого сечения путём разрушения горных пород главным образом буровым инструментом (реже термическим, гидроэрозионным, взрывным и другими способами) с удалением продуктов разрушения.

Шпуром — называется пробуренная в породе горная выработка цилиндрической формы глубиной до 5 метров и диаметром до 75 мм. Шпуры бурят для добычи блоков, разрушения негабаритных кусков горных пород, выравнивания подошвы уступа, при строительстве автомобильных и карьерных дорог глубиной выемки до 5 м., проходке горизонтальных и вертикальных горных выработок, а также на очистных работах.

Бурение шпуров эффективно использовать при добыче штучного камня, при создании гладкого не разрушенного откоса, при проходке каналов и траншей методом контурного взрывания. Широко используется бурение шпуров при взрывных работах не горного характера - рыхление мерзлых грунтов, корчевке пней, валке деревьев, обрушение зданий и сооружений, а также других целей.

Скважиной — называется горная выработка цилиндрической формы глубиной свыше 5 м и диаметром более 75 мм.

Способ бурения		Внешний эффект, обуславливающий разрушение горных пород	Наименование буровой установки (пример)	
Механический	Ударный	Удар	Перфораторы Бурильные молотки ПР-19, ПР-22, ПР-24МВ, ПП-36, ПП-54 и др.	
	Вращательный	Шарошечными долотами	Смятие, раздавливание	СБШ-200, СБШ-250, СБШ-320
		Резцовыми коронками	Резание	Станки буровые: СБР 160А-24, СБР 160Б-32, СБВ-2МА
	Вращательно-ударный	Резание, удар	Буровая установка НКР-100	
	Ударно-вращательный	Удар, резание	Буровые установки: СБУ-100Г-35, СБУ-100П-35, СБУ-100Н-35, СБУ-125А-32, СБУ-125А-32	
Комбинированный	Термомеханический	Растрескивание, расплавление, смятие, раздавливание	Станок термомеханического бурения СБТМ-20 (ударно-огневой) СБШ-250К (шарошечно-огневой)	
	Гидромеханический	Гидравлический удар, смятие, раздавливание, резание	Установки для гидромеханического бурения	
Немеханический	Взрывной	Дробление взрывом	Установки для взрывного бурения	
	Термический	Растрескивание, расплавление	Станок огневой (термического) бурения СБО-160/20	
	Гидродинамический	Гидравлический удар, смятие, раздавливание	Установки для гидравлического (гидроструйного) бурения	
	Ультразвуковой	Ультразвуковые колебания бурового инструмента, кавитационный эффект в промывочной жидкости	LS600 SONIC DRILL (Boart Longyear). Ультразвуковой буровой станок YGL-S100 (Wuxi Jinfan Drilling Equipment Company Ltd)	
	Электрогидравлический	Гидравлический удар, возникающий в жидкой среде вследствие импульсного разряда	Бур электрогидравлический ЭБГП-1М	
	Комбинированные			

Таблица 1 – Классификация способов бурения шпуров и скважин по характеру разрушения горных пород

По характеру разрушения горных пород, применяемые способы бурения делятся на:

- а) **механические** — буровой инструмент непосредственно воздействует на горную породу, разрушая её;
- б) **немеханические** — разрушение происходит без непосредственного контакта с породой источника воздействия на неё (термическое, взрывное и др.);
- в) **комбинированные** — одновременное воздействие на горные породы механическими и немеханическими способами.

1 Механические разделяют на **ударный, вращательный, вращательно-ударный и ударно-вращательный** способы бурения шпуров и скважин.

1.1 **Ударный** (ударно-канатный) способ заключается в том, что буровой снаряд массой 1000-3000 кг падает с определенной высоты в забой скважины и разрушает породу благодаря развивающейся при его падении живой силе удара. После каждого удара буровой снаряд поворачивается на некоторый угол, вследствие чего создаются условия для равномерного разрушения всей площади забоя скважины. Во время бурения в скважину периодически подают воду и образовавшийся шлам вычерпывают желонкой.

Станками ударно-канатного бурения бурят скважины в неоднородных и разно-прочных грунтах диаметром до 400 мм и глубиной до 50 м. Из-за сравнительно невысокой производительности станки ударно-канатного бурения вытесняются более производительными станками ударно-вращательного и вращательного бурения.

Принцип ударного бурения использован в пневматических бурильных молотках (ручных и колонковых перфораторах), которые широко применяются для бурения шпуров диаметром 32-40 и 50-75 мм в полускальных и скальных грунтах.

1.2 **Вращательное** бурение заключается в том, что буровой снаряд из штанг шнекового типа с резцовой коронкой, прижатый к забою скважины за счет массы станка, получает вращение от двигателя станка. Резцы коронки при вращении в забое скважины срезают породу, которая в виде мелочи непрерывно удаляется из скважины спиральными витками штанг.

Вращательное бурение скважин осуществляется в основном станками шнекового бурения, а в отдельных случаях, для бурения разведочных скважин в особо вязких абразивных грунтах (для получения керна), — станками алмазного и дробового бурения.

Преимущества вращательного бурения — достаточно высокая скорость бурения в плотных и полускальных грунтах и непрерывность процесса, возможность бурения как вертикальных, так и наклонных скважин.

Промышленность выпускает три типа станков **шнекового** бурения (станки вращательного бурения **резцовыми коронками**): СВБ-2М, 1СБР-125, СБР-160 и их модификации.

Станки **шарошечного** бурения скважин, получили наибольшее распространение на карьерах в породах практически всех категорий крепости, для бурения скважин диаметром 190-320 мм и глубиной до 35 м. Основные их достоинства — высокая производительность (150-200 м/смену), непрерывность процесса бурения, возможность его автоматизации, комфортные условия труда.

Станки вращательного бурения типа СБШ предназначены для бурения взрывных скважин на открытых горных разработках в сухих и обводненных, монолитных и трещиноватых породах. устанавливается компрессор для комбинированной шнеко-воздушной очистки скважины. Управление станком — из кабины, размещенной в передней части станка.

1.3 При **ударно-вращательном** способе бурения, разрушения происходят вследствие ударов и во время вращательного движения инструмента.

Станки ударно-вращательного бурения (СБУ-100Г-35, СБУ-125А-32 и др.) широко применяются на карьерах небольшой производительности, разрабатывающих крепкие и весьма крепкие породы (граниты, габбро и др.), а также на рудных карьерах, разрабатывающих крупноблочные труднобуримые породы. В этих условиях малые диаметры скважин, выбуриваемые этими станками, а, следовательно, и небольшие расстояния между скважинами позволяют наиболее полно рассредоточить ВВ в разрушаемом массиве горных пород и, таким образом, снизить объем зоны неуправляемого дробления при взрыве.

Преимущество этого способа бурения – отсутствие практически зависимости производительности станков от угла наклона скважин к вертикали, поскольку осевое усилие при этом способе незначительно, и обеспечивает лишь контакт бурового инструмента с забоем. Порода разрушается частыми ударами коронки погружного пневмоударника по забою, вращение которого обеспечивается двигателем, установленным на раме станка. При использовании этих станков, чаще всего, применяют наклонные скважинные заряды, параллельные откосу уступа, что позволяет обеспечить равномерность сопротивления действию взрыва по всей высоте слоя разрушаемых горных пород, а также значительно улучшает проработку подошвы уступа и снижает заколообразование в тыльной части неразрушаемого массива. Поэтому станки с погружными пневмоударниками успешно применяют при контурном взрывании, обеспечивающем устойчивость откоса уступа при достижении им предельного положения в контуре карьера.

1.4 При **вращательно-ударном** способе бурения разрушения горных пород осуществляются по непрерывно вращающимся под большим осевым давлением инструмента. Разрушение происходит как вследствие ударов, так и в результате вращательного движения инструмента. Вращательно-ударный способ бурения использован при буровых установках марки НКР-100, которые до настоящего времени, широко используются при отбойке полезных ископаемых подземным способом.

2.1 При **термомеханических** способах тепловое воздействие осуществляется целенаправленно для предварительного снижения сопротивляемости породы последующему механическому разрушению.

2.2 При **гидромеханическом** бурении энергия высоконапорных струй жидкости используется для разрушения горных пород в комбинации с резцовыми или шарошечными долотами. Добавление в рабочую жидкость абразивных частиц повышает эффективность разрушения породы при тех же давлениях. При соответствующей конструкции гидромониторных насадок можно получить эффект кавитации струи промывочной жидкости непосредственно на забое скважины.

3.1 **Взрывное** бурение основано на принципе сооружения скважин разрушением породы на забое взрывами зарядов.

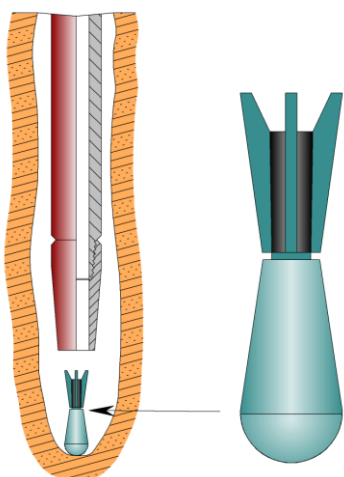


Рисунок 1 – Взрывное бурение

При бурении в крепких породах, когда классические способы бурения оказываются малоэффективными, а стойкость бурового инструмента низкой – может быть использован метод взрывного бурения.

Существует два вида взрывного бурения: ампульный и струйный.

Ампульное взрывобурение заключается в том, что специальная ампула, заряженная двумя компонентами (горючее и окислитель) отделенными друг от друга перегородкой, посылается в скважину по каналу внутри буровой колонны и достигнув дна скважины ударяясь о забой детонирует и взрывается. В результате взрыва порода на забое разрушается.

Разрушенная при взрывах порода в основном выносится из скважин при промывке ее буровым раствором.

При **струйном взрывобурении**, по двум отдельным каналам, к забою непрерывно подаются два компонента (горючее и окислитель), которые образуют на забое заряд взрывчатого вещества в виде плоского накладного жидкого слоя. Взрыв осуществляется третьим компонентом - жидким инициатором взрыва, который подается из специальной ёмкости с регулируемой частотой от 100 до 1500 импульсов в минуту. Инициатор взрыва представляет собой эвтектическую смесь калия и натрия.

Опытная эксплуатация ампульного и струйного взрывного бурения подтверждает перспективность этого способа. При ампульном бурении нефтяных и разведочных скважин в крепких породах, на глубине 1000-1500 м, была получена более высокая проходка за один спуск, чем при шарошечном бурении.

3.2 Термическое бурение, при котором разрушение горной породы происходит путем высокотемпературного теплового воздействия на породу. Высокая температура (свыше 2000 °С) создается при сгорании струи керосина в струе кислорода, вылетающих из сопел огнеструйной горелки, опускаемой в скважину на трубах. Горелка охлаждается водой.

Свободному расширению нагретых участков породы забоя препятствует противодействие ненагретых ее участков. Поэтому в породе возникают термические напряжения, вызывающие отслаивание от массива чешуек породы, которые выносятся отработанными газами и паром из зоны действия горелки вверх.

3.3 Гидродинамическое бурение, при котором разрушение горной породы осуществляется высоконапорной струей жидкости путем разрушения или растворения породы забоя. Известны две разновидности гидродинамического бурения:

а) струя полностью разрушает забой и формирует ствол скважины. При этом для разрушения пород давление струи должно составлять от 20 до 200 МПа в зависимости от крепости породы. Способность струи разрушать породу возрастает при эрозионном и гидромоторном бурении, когда в водяную струю вводят абразивный материал (стальную дробь, кварцевый песок) в концентрации от 5 до 15 % по объему;

б) водяная струя частично разрушает и размягчает породу забоя, ствол скважины формируется долотом, имеющим гидромониторные насадки, увеличивающие скорость вылета струи. Эта разновидность получила практическое применение при бескерновом бурении гидромоторными долотами в мягких и рыхлых породах.

3.4 Ультразвуковое бурение является передовым методом бурения, в котором используется энергия высокочастотного резонанса, вырабатываемая ультразвуковой бурильной головкой. Эта энергия используется для перемещения колонковой трубы или обсадной колонны в подповерхностные пласты. Во время бурения резонансная энергия с различной частотой передается вниз по бурильной колонне к торцу буровой коронки. За счет вращения бурильной колонны обеспечивается равномерное распределение энергии и ударов торца коронки. Резонансная энергия вырабатывается внутри ультразвуковой головки при помощи двух грузов, которые вращаются в противоположных направлениях.

Пневматическая изоляционная система, размещенная внутри ультразвуковой головки, предотвращает передачу энергии резонанса на буровую установку и направляет основную часть энергии вниз по бурильной колонне.

Операторами регулируется подача резонансной энергии, вырабатываемую генератором ультразвуковой головки, в соответствии с характеристиками проходимого пласта для обеспечения максимальной производительности. Когда резонансная энергия ультразвуковых колебаний совпадает с естественной частотой колебаний бурильной колонны, возникает резонанс. В результате на торец буровой коронки передается максимальное количество энергии. В то же время значительно снижается трение о почву в областях, прилегающих непосредственно к бурильной колонне.

3.5 При электрогидравлическом бурении электрический разряд в жидкости образует кавитационные полости, при заполнении которых происходит гидравлический удар, или проходит непосредственно через породу благодаря заполнению скважины диэлектрической жидкостью.