

УДК 622.243.051.64

Ю. П. Линенко-Мельников, канд. техн. наук

Институт сверхтвердых материалов им. В. Н.Бакуля НАН Украины,
Киев, Украина

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ БУРЕНИЯ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ВСТАВОК КОРОНОК УДАРНО-ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ С ПОРОДОЙ НА СКОРОСТЬ БУРЕНИЯ

The paper deals with peculiarities of the interaction between cemented carbide inserts of button bits and rock in a blast hole depending on specific shock energy and drilling conditions. It is shown that under specific conditions it is possible to provide the highest drilling speed and thus the lowest tool consumption, and the methods to attain this.

На эффективность перфораторного разрушения горных пород в шпуре при ударно-вращательном бурении влияют такие факторы как физико-механические свойства горных пород σ_n , энергия удара $A_{уд}$, усилие подачи P_n , частота ударов $K_{уд}$ и вращения n инструмента, конструкция буровых коронок $K_{ин}$, которые определяют основной показатель процесса бурения, его скорость $V_б$, а именно:

$$V_б = f(\sigma_n, A_{уд}, P_n, K_{уд}, n, K_{ин}).$$

Так как скорость бурения зависит от многих факторов, перечисленных выше, определить ее наибольшую величину экспериментальным или расчетным путем затруднительно, тем более, что в процессе бурения изменяются свойства горных пород, энергия удара из-за изменения давления в пневмосети, выбранные режимы бурения не являются оптимальными, изменяется состояние инструмента (износ и поломки твердосплавных вставок). Поэтому целесообразно создать систему, позволяющую осуществлять автоматический выбор наибольшей скорости бурения [1], а, следовательно, и наименьший расход инструмента, изменяя только один параметр, а именно – частоту вращения коронки. Это позволит изменять расстояние между ударами штырей о породу на забое шпура и фиксировать ту частоту $n_{оп}$ вращения коронки, при которой скорость бурения наибольшая V_{max} . Дальнейшее бурение будет осуществляться с этой частотой $n_{оп}$, периодически уточняя ее.

Большое количество исследований, проведенных в 60–80 гг. прошлого столетия по изучению и выбору оптимальных режимов бурения перфораторами и погружными пневмоударниками не могут быть в полной мере востребованы, т.к. лезвийные буровые коронки, на основе которых проводились исследования, в настоящее время заменены штыревыми, которые существенно отличаются от лезвийных формой, количеством, размерами и взаимным расположением твердосплавных вставок на корпусе коронки [2], изменились режимы бурения, особенно при использовании гидроперфораторов [3]. Поэтому рассмотрим бурение коронками, оснащенными цилиндрическими, баллистическими или цилиндропризматическими твердосплавными вставками, расположенными на концентрических окружностях корпуса коронки. Наибольшее количество вставок расположено на периферийной окружности корпуса с постепенным уменьшением их количества к центру инструмента. На коронках с небольшим количеством вставок, равномерно расположенных на одной окружности, например, от 1 до 4, и при большом расстоянии между ними в процессе бурения не будет наблюдаться взаимное влияние их друг на друга. Каждая твердосплавная вставка движется в шпуре по своей винтовой линии, шаг которой равен подаче коронки за один оборот, разделенной на количество вставок. Получается многозаходная «резьба» (при непрерывной подаче) с количеством заходов, равным количеству вставок на данной окружности. Увеличение количества штырей на коронке при заданной энергии удара снижают ее удельную величину и проникновение штырей в породу, что снижает скорость бурения.

Если расстояние между ударами штырей на породе невелико (меньше диаметра вставки), происходит переизмельчение породы и скорость бурения снижается. При большом расстоянии между смежными ударами на породе не будет осуществляться их взаимного влияния и большая часть энергии удара израсходуется на образование трещин предразрушения. В этом случае, а также при недостаточной удельной энергии удара, при постоянно действующем усилии подачи перемещение коронки вдоль шпура будет пульсирующим с периодическими остановками, во время которых за счет образования новых трещин прочность породы снижается, а затем происходит дальнейшее продвижение коронки вдоль шпура. Об этом свидетельствует фотограмма перемещения бурового инструмента (рис. 1) в процессе ударно-вращательного бурения [4], на которой видно, что в зоне А подачи практически не было, а в зоне Б началось перемещение коронки.

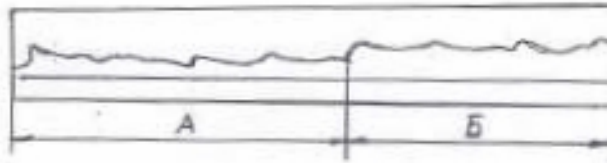


Рис. 1. Фотограмма перемещения бурового инструмента в процессе ударно-вращательного бурения: зона А–образование трещин предразрушения: зона Б–перемещение коронки вдоль шпура.

С увеличением крепости и упругих свойств породы и с уменьшением удельной энергии удара зона А увеличивается, а зона Б уменьшается. Снижается средняя скорость бурения. Для повышения удельной энергии удара целесообразно создать буровой инструмент с минимальным количеством твердосплавных вставок на его корпусе, обеспечивающем разрушение породы по всему сечению шпура.

Большую роль играет усилие подачи. С его увеличением снижается величина и время отскока коронки от породы после прохождения ударной волны и за счет вращения коронки происходит скол выступающих участков породы. Скорость бурения увеличивается, особенно с ростом энергии удара. Об этом свидетельствует зависимость скорости бурения гранита ($f = 14 \div 16$) от энергии удара $A_{уд}$ при ударной мощности $N_{уд} = 18000$ кГн/мин лезвийной коронкой диаметром 46 мм при различном усилии подачи и вращении коронки с $n=50$ об/мин (рис. 2) [4].

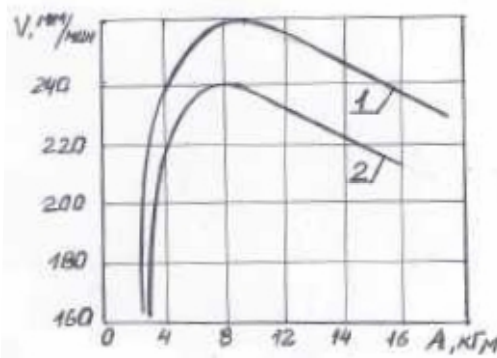


Рис. 2. Зависимость скорости бурения V от энергии удара A при осевом усилии $P_{ос}$; 1– $P_{ос}=1200$ кГ; 2– $P_{ос}=900$ кГ.

Наибольшая скорость бурения будет при энергии удара $A_{уд}=8$ кГм, т.е. при частоте K ударов 2250 в мин и расстоянии L между смежными ударами по периферии коронки, равном 3,2 мм. Изменение режимов бурения до $A_{уд}=5$ кГм; $K_{уд}=3600$ уд/мин; $L=2,0$ мм и $A_{уд}=12$ кГм, $K_{уд}=1500$ уд/мин; $L=4,8$ мм ведет к снижению скорости бурения. Характерным является то, что при увеличении энергии удара в 1,5 раза скорость бурения снизилась, что можно объяс-

нить увеличением расстояния между смежными ударами на периферии коронки до 4,8 мм, когда их взаимное влияние незначительно.

Увеличение усилия подачи на 30 % позволило повысить скорость бурения на 10 %. Таким образом, для пород с определенными свойствами при заданных режимах бурения существует оптимальное расстояние между смежными ударами твердосплавных вставок о породу, при котором скорость бурения наибольшая.

Для бурения с наибольшей скоростью в различных горно-геологических условиях при существующем буровом оборудовании и инструменте на буровых агрегатах следует предусматривать возможность плавного изменения скорости вращения бурового снаряда.

На буровых станках, созданных для бурения скважин погружными пневмоударниками, часто применяют пневматические или гидравлические вращатели, которые позволяют частоту вращения инструмента изменять в широком диапазоне от 20 до 120 об/мин. На колонковых бурильных установках или на самоходных каретках вращателями служат электродвигатели с постоянной частотой вращения. Их следует заменить на коллекторные электродвигатели, частоту вращения которых можно изменять.

При создании в 1947 г. перфоратора типа ЗИГ с независимым регулированием вращения бура скорость бурения по породе с $f = 12 \div 15$ была выше по сравнению с колонковым перфоратором обычного типа в 2–3 раза [5].

Как было показано выше, расстояние между смежными ударами штыря, расположенного на данной окружности корпуса коронки по торцу шпура, зависит от частоты ударов в 1 мин и скорости вращения коронки. Первый показатель, также как и энергия удара, зависит от давления сжатого воздуха в пневмосистеме и является характеристикой перфоратора, тогда как второй при наличии независимого вращателя можно изменять в широком диапазоне.

На рис. 3 показаны зависимости расстояния L между смежными ударами периферийных штырей коронки диаметром 110 мм (КНТУ110) по породе от скорости ее вращения при частоте $K_{уд}$ уд/мин.: 1–3200; 2–2000; 3–1600; 4–1200.

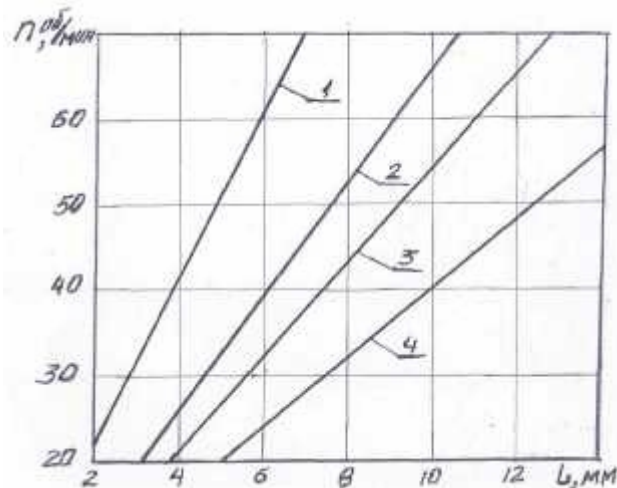


Рис. 3. Зависимость расстояния L между смежными ударами периферийных штырей коронки КНТУ110 по породе от ее скорости вращения n при частоте $K_{уд}$ уд/мин.: 1–3200; 2–2000; 3–1600; 4–1200.

Расстояние L может быть определено из выражения

$$L = \frac{\pi d_{ш} n}{K},$$

где $d_{ш}$ —диаметр окружности, на которой расположены штыри, мм;

n —частота вращения коронки, об/мин;

K —количество ударов перфоратора по коронке, уд/мин.

Данные зависимости имеют прямолинейный характер, и с уменьшением частоты ударов тангенс угла их наклона снижается, т.е. интенсивность изменения L увеличивается.

На рис. 4 даны зависимости изменения L для той же коронки от частоты ударов $K_{уд}$ при различной скорости n вращения коронки. Зависимости имеют криволинейный характер. Интенсивность изменения L увеличивается с ростом n .

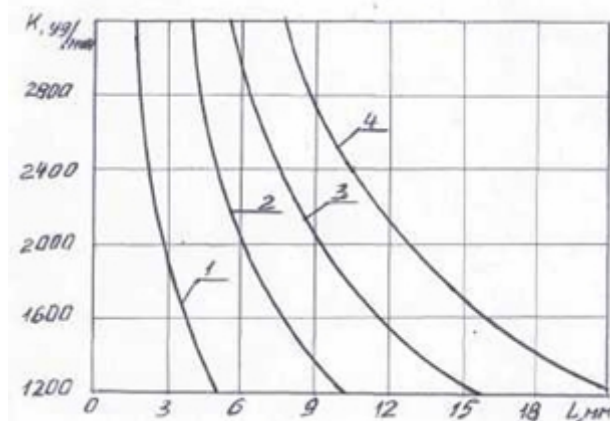


Рис. 4. Зависимость расстояния L между смежными ударами периферийных штырей коронки КНУТУ110 по породе от частоты ударов $K_{уд}$ бурголовки при скорости вращения n , об/мин: 1–20; 2–40; 3–60; 4–80.

Приведенное выражение и зависимости позволяют для различных условий и режимов бурения иметь наглядное представление о величине расстояния между смежными ударами штырей по породе, от которого существенно зависит основной показатель бурения – его скорость.

Выводы

Не частота ударов и скорость вращения штыревых коронок, оказывают влияние на скорость бурения, а зависящее от них расстояние между смежными ударами штырей о породе.

Для данных условий бурения существует оптимальное расстояние между смежными ударами штырей о породе, при котором скорость бурения наибольшая.

При увеличении усилия подачи коронки на забой скорость бурения повышается, т.к. осуществляется не только дробление породы под рабочими поверхностями штырей во время прохождения ударной волны, но и ее скол при вращении инструмента.

Для перфораторов с небольшой энергией удара или при недостаточном давлении сжатого воздуха в пневмосети для повышения удельной энергии удара и скорости бурения целесообразно создать штыревые коронки с минимальным количеством твердосплавных вставок, обеспечивающих разрушение породы по всему сечению шпура.

Литература

1. Линенко-Мельников Ю. П. Решение проблемы перфораторного бурения с обеспечением оптимальных режимов // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения. // Сб. науч. тр. – Вып. 7. – К: ИСМ им. В. Н.Бакуля НАН Украины, 2004. – С. 78–80.
2. Линенко-Мельников Ю. П., Алексеенко В. Ф. Погружные перфораторы и буровой инструмент для эффективного бурения взрывных скважин // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения. // Сб. науч. тр.–Киев: ИСМ им. В. Н. Бакуля НАН Украины, 2005.–С. 288–291.
3. Линенко-Мельников Ю. П., Алексеенко В. Ф., Глущенко В. С. Создание и применение в Украине буровой техники, заменяющей импортную продукцию // Инструмент. світ.–2003. – № 3 (19).–С. 24–29.

4. Израелит Б. З. Соотношение между энергией и частотой ударов при постоянной ударной мощности для ударно-вращательного бурения //Сб. «Взрывное дело», Сб 56/13. Совершенствование бурения шпуров и скважин. –М.: Недра. – 1964. – С. 46–50.
5. Барон Л. И. Применение глубоких скважин для подземной добычи руд. –М.: Metallurg-издат, 1961.

Поступила 05.07.07.