

билка-фундамент» является существенное отступление от норм эксплуатации обследуемого оборудования. Данный фактор приводит к преждевременному износу, как самого оборудования, так и строительных конструкций сооружения в котором оно расположено. Значительная часть энергии, передаваемая от привода к дробилке, затрачивается на раскачивание и колебание системы «дробилка-фундамент», что приводит к перерасходу электроэнергии при измельчении рудной массы.

#### Список литературы

1. ГОСТ 6937-91 Конусные дробилки. Общие технические требования, М.: Издательство стандартов, 1991. – 16 с.
2. ВСН 406-87 Монтаж технологического оборудования обогатительных и агломерационных фабрик. М.: Издательство стандартов, 1988. –8 с.
3. Отчет о НИР № 24-926-12 «Динамическое обследование рамного фундамента дробилки дробильно-перегрузочного узла на отм. -60 м ПАТ «ИнГОК», 2012г, – 31 с.
4. Отчет «Инструментальное обследование, паспортизация сооружения ДФ ПАО «ИнГОК» г.Кривой Рог»:Перегрузочный узел концентрационного горизонта отм.-60,0м., 2011г. – 19с.
5. Заключение по результатам обследования строительных конструкций дробильно-перегрузочного узла концентрационного горизонта на отм.-60,0 м (договор №3242-02 от 15 июня 2009г.), шифр 3242-03.03.01-ИД, 2009 г. - 61 с.

Рукопись поступила в редакцию 19.03.12

УДК 622.272: 624.191.5

А.Н. РОЕНКО, д-р техн. наук, проф., В.В. КОВАЛЕНКО, канд. техн. наук., доц.

Национальный горный университет

С.А. ХАРИН, д-р техн. наук, доц., ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

### ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ТЕМПЫ ПРОХОДКИ ВЫРАБОТОК В ГЛУБОКИХ ШАХТАХ

Затронуты вопросы организации работ по реконструкции шахт. Исследовано влияния ряда факторов: прочностных свойств пород, производительности бурового и погрузочного оборудования, а также средств крепления на темпы сооружения выработок глубоких шахт.

Активная реконструкция глубоких шахт для поддержания их производственной мощности требует своевременного ввода в эксплуатацию большого объема различных горных выработок. В этой связи соблюдение заданных темпов проходки выработок является важной задачей организации работ. Можно предполагать, с учетом отмеченного, что актуальным является исследование зависимости скорости проведения выработки от таких факторов, как крепость пересекаемых горных пород, производительность бурового и погрузочного оборудования, средств крепления.

Для исследования влияния крепости пород на темпы проходки горизонтальных выработок примем следующие условия. Проходка выработки, площадью поперечного сечения (здесь и далее) в черне 16 м<sup>2</sup>, производится в обычных условиях буровзрывным способом. Крепление выработки - комбинированное, предусматривающее сочетание набрызгбетона и анкеров.

Наибольшая скорость проходки выработки наблюдается при минимальном значении коэффициента крепости пород, в рамках нами рассмотренного, и составляет 45,94 м/мес (примем за 100 %) при соответствующей глубине шпуров 2,61 м. Рост коэффициента крепости пород приводит к уменьшению скорости проходки выработки, например, при крепости 9 она составит 36,26 м/мес (78,9 %), при крепости 12-27,81 м/мес (60,54 %). При возрастании коэффициента крепости пород до 15 скорость проходки будет составлять уже менее половины базового уровня, а именно 21,3 м/мес (46,36 %), а при достижении значения крепости 17 сократится до 18,13 м/мес (39,46 %).

**Таким образом,** при изменении коэффициента крепости пород от 6 до 17, расчетная скорость проходки горной выработки, как интегральный показатель различных факторов, сократится в 2,5 раза, что позволяет считать крепость пород определяющим параметром при организации работ.

В общем виде зависимость скорости проходки выработки  $v$  от коэффициента крепости пород  $f$  по шкале проф. М.М. Протодяконова может быть описано выражением

$$v = -2,5486f + 59,612$$

Исследуем далее зависимость скорости строительства выработки от изменения эксплуатационной производительности бурового оборудования. Проходка осуществляется в породах с коэффициентом крепости 16 по шкале проф. М.М. Протодяконова.

При изменении эксплуатационной производительности бурового оборудования с 7 до 14 м/ч скорость проходки выработки возрастает соответственно с 17,6 до 28,34 м/мес (в 1,61 раза), при изменении с 14 до 21 м/ч скорость увеличится до 36,26 м/мес (в 1,28 раза), а при изменении от 21 до 28 м/ч скорость возрастет до 42,06 м/мес (в 1,16 раза).

По отношению к скорости проходки, наблюдающейся при эксплуатационной производительности бурового оборудования 7 м/ч, скорость проходки при эксплуатационной производительности 14 м/ч составит 161 %, при 21 м/ч – 206 %, при 28 м/ч - 239 %.

Для достижения скорости проходки выработки 25 м/мес. в данном случае требуется эксплуатационная производительность бурового оборудования порядка 11,7 м/ч в то время как для скорости 50 м/мес - 42 м/ч, т.е. для увеличения скорости проходки выработки в 2 раза требуется увеличить эксплуатационную производительность бурового оборудования в 3,59 раза.

Зависимость скорости проходки выработки от эксплуатационной производительности бурового оборудования при проведении ее в породах с коэффициентом крепости 16 по шкале проф. М.М. Протодяконова может быть описана выражением

$$v = 1,25f + 10,06.$$

При анализе зависимости скорости проходки выработки от эксплуатационной производительности бурового оборудования при аналогичных условиях, но в породах с более высокой крепостью - 20 по шкале проф. М.М. Протодяконова, подтверждаются ранее отмеченные тенденции. Отмечено, что при прочих равных условиях и изменении коэффициента крепости пород от 12 до 20 по шкале проф. М.М. Протодяконова эксплуатационная производительность бурового оборудования, необходимая для поддержания скорости проходки выработки на уровне 25 м/мес, возрастает в 1,6 раза, а скорости 50 м/мес - в 1,56 раза.

Рассмотрим далее влияние эксплуатационной производительности погрузочного оборудования на скорость проходки. При  $f=12$  и эксплуатационной производительности погрузочного оборудования 3 м/ч имеет место скорость проходки выработки 21,65 м/мес. При увеличении эксплуатационной производительности погрузочного оборудования происходит рост скорости проходки выработки. Например, при эксплуатационной производительности 6 м<sup>3</sup>/ч имеет место скорость проходки выработки 25,87 м/мес, при 12 м<sup>3</sup>/ч - соответственно 28,51 м/мес, а при производительности 15 м<sup>3</sup>/ч скорость составит 29,22 м/мес.

Зависимость скорости проходки выработки от эксплуатационной производительности погрузочного оборудования может быть описана следующими выражениями: при  $f=12$   $v=0,51 f+22,12$ , при  $f=16$   $v=0,39f+19,5$ , при  $f=18$   $v=0,37f+18,3$ .

При увеличении эксплуатационной производительности погрузочного оборудования в 2 раза по отношению к принятому нами базовому уровню, т.е. до 6 м<sup>3</sup>/ч, скорость проходки выработки возрастает на 19,5 %. При росте в 3 раза скорость проходки выработки возрастает на 27,6 % по отношению к базовой. Дальнейшее возрастание эксплуатационной производительности погрузочного оборудования, в 4 и 5 раз применительно к базовой приводит к росту скорости проходки соответственно на 31,7 % и 35 %. Очевидно, что, по мере роста уровня эксплуатационной производительности средств погрузки, интенсивность возрастания скорости проходки выработки заметно снижается.

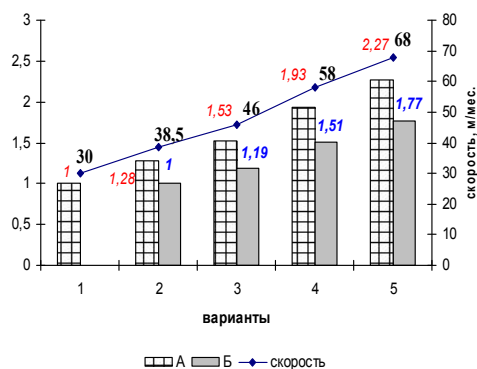
При увеличении  $f$  до 16 по шкале проф. М.М. Протодяконова скорость проходки выработки при соответствующих значениях эксплуатационной производительности погрузочного оборудования уменьшается. Так, например, при эксплуатационной производительности 3 м<sup>3</sup>/ч скорость проходки выработки сократилась до 19,18 м/мес, это в 1,129 раза меньше, по отношению к скорости, имевшей место при коэффициенте крепости пород  $f=12$ . Такое происходит из-за общего снижения скорости проходки, в первую очередь, за счет увеличения продолжительности буровзрывных работ.

Несмотря на широкое применение набрызгбетонной крепи, влияние темпов ее сооружения на скорость проведения выработок в условиях глубоких шахт изучено далеко не полно. В этой связи представляет интерес исследование вопроса о влиянии производительности оборудования для крепления выработок глубоких шахт на темпы их проходки при использовании различных типов крепей, как набрызгбетона отдельно, так и в сочетании с анкерами. Рассмотрим строительство выработки сечением в проходке 20 м<sup>2</sup> в породах с  $f=16$  при использовании достаточно высокопроизводительного оборудования для выполнения других, не связанных с креплением, основных проходческих операций.

Влияние этого фактора на темпы проведения выработок может быть существенным, особенно в тех случаях, когда имеет место следующее:

- большая площадь поперечного сечения выработки;
- значительная толщина крепи, которая характерна для выработок, находящихся на большой глубине или в сложных горно-геологических условиях;
- перерасход бетона под влиянием отскока его в процессе набрызгбетонирования;
- значительный перебор пород в результате БВР и вызванный этим перерасход бетона;
- относительно низкая производительность бурового оборудования при высокой крепости пород;
- низкая производительность проходческого оборудования в целом, исключая средства крепления.

Совместное влияние различных факторов на темпы проведения выработок, особенно отличающееся качественной однородностью воздействия, может в большей степени изменять такие темпы, рис. 1.



**Рис. 1.** Динамика темпов проходки выработки по вариантам условий: А - изменение скорости проходки относительно первого варианта  $v_i / v_1$ ; Б - изменение скорости проходки относительно второго варианта  $v_i / v_2$

*Вариант 1* сочетания факторов (набрызгбетон толщиной 100 мм и анкеры) отражает случай (скорость проходки  $v_1=30$  м/мес.), когда имеет место наименьшая производительность средств крепления.

*Вариант 2* отличается от предыдущего наибольшей (в рамках рассмотренного нами диапазона значений) производительностью набрызгбетонирования, что позволяет увеличить темпы проходки  $v_2$  в 1,28 раза.

*Вариант 3* характеризуется возрастанием в 2 раза (по сравнению с вариантами 1 и 2) производительности бурения шпуров под анкеры  $B_a=16$  м/ч и дает возможность поддерживать скорость проходки на уровне  $v_3=46$  м/мес.

*Вариант 4* предполагает возведение только набрызгбетонной крепи 100 мм. Наконец, обеспечивающий наибольшую скорость проходки 5 вариант предусматривает непосредственно при проходке применение только временной крепи из набрызгбетона относительно небольшой толщины (20 мм) и позволяет в условиях использования высокопроизводительного оборудования для всех операций обеспечивать высокие темпы проходки, в 2,27 раза превышающие уровень 1 варианта и в 1,77 раза уровень 2 варианта.

**Выводы.** Таким образом, исследование влияния крепости пород на скорость проходки горизонтальных выработок и формирующие ее факторы, позволяет сделать, в частности, следующие выводы: коэффициент крепости пород оказывает выраженное воздействие на число шпуров в забое выработки, удельный расход ВВ, общую массу заряда, что способно влиять на темпы проходки выработки, он также во многом определяет эксплуатационную производительность средств бурения и, следовательно, скорость ведения работ, особенно в весьма крепких породах, где высока доля затрат времени проходческого цикла на бурение шпуров.

В ходе исследования зависимости скорости проходки протяженных выработок горизонта от производительности бурового оборудования установлено роль этого фактора как наиболее значимого. Отмечено, в частности, что при возрастании скорости проходки выработки от 25 до 50 м/мес, т.е. в 2 раза, требуемая для обеспечения такой скорости эксплуатационная производительность бурового оборудования должна увеличиться более интенсивно, в зависимости от условий, в 3,55-3,67 раза. Установлено также, что производительности средств погрузки оказывает менее сильное влияние на скорость проходки выработки. При двукратном возрастании производительности погрузочного оборудования скорость проходки выработки возрастает только в 1,09-1,19 раза.

Для выработок с крупными размерами поперечного сечения, находящихся на больших глубинах и характеризующихся значительными толщиной набрызгбетонной крепи и числом анкеров, а также их длиной, производительность оборудования для крепления может оказывать весьма заметное влияние на темпы проходки.

Рукопись поступила в редакцию 19.03.12