УДК 622.232

А.А. Привалов, В.В. Попов, Ф.И. Ягодкин, В.А. Хакулов

ПОВЫШЕНИЕ ТЕМПОВ ПРОВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Рассмотрены проблемы сдерживающие повышение темпов проведения выработок и намечены некоторые рекомендации для снижения ручного труда в процессе крепления выработок, а также способы, направленные на совмещение проходческих процессов.

Ключевые слова: график, организация, выработка, темпы проходки, совмещенная схема, операции, процессы.

DOI: 10.25018/0236-1493-2017-8-0-219-224

С конца прошлого столетия на шахтах наметилась тенденция по сокращению объемов проведения горных выработок. В этот период основным способом проведения выработок был буровзрывной. Этот способ не позволяет подготавливать лавы, которые имеют подвигание линии очистного забоя 8 м и более. Применяемые в этот период проходческие комбайны ограничены крепостью слагаемых пород. Объемы применения комбайнового способа составляли 60—80% от всех пройденных выработок, что подтверждается результатами, представленными в работе [1].

Для обеспечения темпов подвигания линии очистного 8—12 м/сутки необходим масштабный переход на проходческую технику, которая может обеспечивать суточную производительность по добыче угля 5—10 тыс. т/сутки. Мощная самоходная техника, включающая буровые установки и погрузочно-доставочные машины, должна обеспечивать темпы в 2—3 раза больше существующих, которые приведены в работе [2].

Для выработок с крепкими породами темпы могут быть повышены в зависимости типа, вида крепи и ее трудоемкости. Анализ, существующих крепей и трудоемкости установки показал, что определяющим фактором применения крепей доля ручного труда. Исследователями ИГД им. А.А. Скочинского в работе [3] проведен анализ для установления влияния крепи на долю ручного труда при проведении выработок, который приведен в работе [4].

Установлено, что для применения металлической арочной крепи, доля ручного труда должна быть менее 70% трудоемкости всего процесса крепления металлической арочной крепью. Наиболее высока доля трудоемкости металлической крепи в призабойной зоне проводимой выработки.

В работе [3] приводятся факторы препятствующие применению традиционной арочной крепи в зону влияния очистных работ.

Бетонные крепи для крепления в зоне очистных работ практически не применяется. Набрызгбетонные крепи по утверждению, приведенному в работах [5, 6] открывают большие возможности для крепления выработок. Эта крепь способ-

ISSN 0236-1493. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2017. № 8. С. 219–224.
© А.А. Привалов, В.В. Попов, Ф.И. Ягодкин, В.А. Хакулов. 2017.

Усилие анкерного стержня на выдергивание

Наименование	Разрывное усилие, кН
Анкер АСГ	142
Анкер АД	180
Анкер рифленый (австралийский)	215
Анкер шестигранный	225

ствует снижению металлоемкости и снижает трудоемкость крепления, но также как арочные и набрызгбетонные крепи имеют ограниченное применение в зоне влияния очистных работ. Имеется экспериментальный опыт применения набрызгбетонной крепью выработок в зоне влияния очистных работ.

Несмотря на большое разнообразие шахтных крепей горных выработок, не решена главная и основная проблема, которая заключается в том, что не изжиты операции по креплению, выполняемые в ручную. В настоящее время широко применятся, сталеполимерная анкерная крепь, которая имеет широкое распространение для крепления выработок и зоне влияния очистных работ.

Однако, несмотря на новые типы и виды крепи горных выработок, процесс крепления, даже при применении анкерной крепи является сдерживающим фактором роста производительности труда проходчиков.

Впервые анкерная крепь применялась в Англии с 1861 г. В России первую деревянную анкерную крепь разработал техник Яковлев в 1940 г. В 60-х годах XX в. стали применяться анкерные распорные анкерные крепи различных конструкций. Сталеполимерная анкерная крепь впервые применялась в России в 1972 г. на шахте «Южная» комбината «Ростовуголь». Результаты применения приведены в работе [7]. Несмотря на удачные испытания, понадобилось более двадцати лет для применения сталеполимерной крепи в промышленных объемах. С 1997 г. на шахтах России началось применение анкерной сталеполимерной крепью с последующим усилением подготовительных выработок в зоне очистных работ рамной металлической крепью [8]. Проведенные

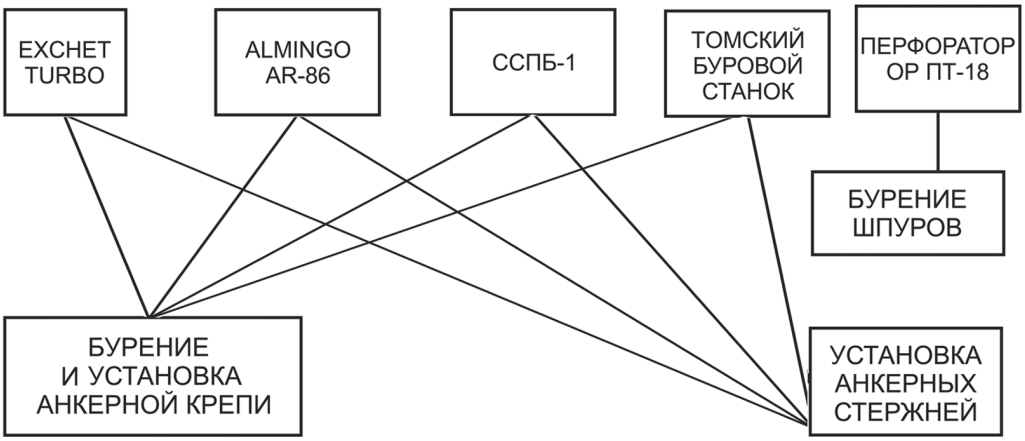

Рис. 1. Схема технологии для крепления анкерной крепи

испытания по выдергиванию анкеров приведены в таблице. Результаты натурных испытаний показали, что усилие выдергивания сталеполимерной крепи превышает усилие замковых и распорных анкеров в 2 раза.

Анкерная крепь в настоящее время широко используется в качестве временной, основной крепи, при проведении подготовительных выработок. В связи применения канатных анкеров, они практически полностью замени составные анкера. Она расширила диапазон применения анкерной крепи. В настоящее время анкерная крепь является прогрессивной и экономически выгодной. Анкерные крепи снизили и постоянно снижают трудоемкость за счет того, что трудоемкость измеряется раздельно для первого и второго уровней. Применение канатных анкеров снизило по результатам измерения на 20% долю ручного труда.

Анкерная крепь обладает потенциальными возможностями для полной механизации процесса крепления и требует меньше расхода материалов и меньших затрат на их доставку к месту установки. Анкерная крепь, является прогрессивной и экономически выгодной для снижения доли ручного труда в операции крепление подготовительных выработок. На рис. 1 представлена схема применяемого оборудования для установки сталеполимерной крепи.

Вторая проблема состоит в том, что составленный проходческий комплекс должен предусматривать совмещение операций проходческих работ. Темпы увеличиваются только в том случае, если совмещение предусмотрено только для операций в призабойной зоне, проводимой выработки. Формирование проходческого комплекса необходимо исходить из того, что он должен создаваться из высокопроизводительной проходческой техники с минимальным объемом ручных операций.

В связи с ухудшением горно-геологических условий намечается тенденция по сокращению объемов проведения подготовительных выработок. Объем проведения выработок буровзрывным способом уменьшился и достиг немного более 50%. Это обстоятельство в основном вызвано организационно-техническими мероприятиями. В настоящее время производятся замена комбайнов легкого типа комбайнами среднего и тяжелого типа в сочетании с высокопроизводительными очистными комбайнами нового типа.

В компании СУЭК–Кузбасс вводятся в эксплуатацию новые лавы, некоторые из них оборудуются комбайнами нового типа JOY 7LS20, с ожидаемой нагрузкой 200 тыс. т в месяц [9—10].

В настоящее время для увеличения темпов проведения выработок комбайновым способом производится замена комбайнов легкого типа комбайнами среднего и тяжелого типа в сочетании с высокопроизводительными очистными комбайнами нового типа.

Изучение вопроса влияния совмещение проходческих операций велось на угольных шахтах. Рассматривался наиболее типичный комплекс, включающего следующее оборудование: породопогрузочная машина 2ПНБ-2Б — 1 шт.; скребковый конвейер СП-202 — 1 шт.; конвейер ленточный 2ЛТ1000 скребковый конвейер СП-250 — 1 шт.; перегружатель 1ЛП800 — 1 шт.; конвейер ленточный 1Л1000П; лебедка ЛМ-71 — 1 шт.; вентилятор ВМП-6 — 1 шт.; перфоратор ПТ-48 — 2 шт.; перфоратор ПП-63; ПП-54; МКТ-120 — 2 шт.; бурильная установка — навесная установка на 2ПНБ-2Б — 1 шт.; шахтная воздушно-компрессорная станция УКВШ 15/7 — 1 шт.; буровые штанги — 2 комплекта.

Согласно графику организации производства проходческих работ, представленного на рис. 2 и разработанного для типичного комплекса, суточные тем-

Рис. 2. График организации проведения выработок

пы проведения выработок составляли в среднем 3,96 м/сутки.

Выработки, проводимые с использованием буровзрывных работ, ведутся в следующей последовательности. Операция горнопроходческого цикла осуществляется в следующей последовательности: бурение шпуров по забою; заряжание, взрывание, проветривание; уборка горной массы породопогрузочной машиной; возведение временной крепи; возведение постоянной крепи; наращивание скребкового конвейера и вентиляционных труб, наращивание ПОТ, ПМП-155, настилка рельсового пути ремонтные работы, крепление водоотливной канавки, наращивание труб сжатого воздуха.

Проведенный анализ последовательности проведения операций позволил составить график организации проведения выработок, позволяющий увеличить число циклов в сутки, без увеличения числа проходчиков (см. рис. 3). Представленный график организации позволил за три рабочие смены проходить 5,94 м/сутки. При этом темпы проведения выработок в месяц составили более 178 м/месяц.

Анкерная крепь в России пережила несколько периодов. Вначале распорная анкерная крепь применялась для крепления только в капитальных выработках. Затем после разработки и проведения длительных исследований [11—12] испытаний на смену замковой крепи пришла сталеполилерная анкерная крепь. Но из-за несовершенного бурильного оборудования применение сталеполимерной крепи не повлияло на темпы проведения горных выработок, но повлияло на долю ручного труда. Значительное влияние на снижение доли ручного труда произошло при креплении вырабо-

Рис. 3. График организации проведения выработок

ток двухуровневой крепью. Совмещение проходческих процессов, происходящих в призабойном пространстве очень трудно осуществить без нарушения правил безопасности. Предложенный график организации (рис. 3) дает возможность совмещать проходческие процессы без уменьшения доли ручного труда при применении существующей конструкции сталеполимерной анкерной крепи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Плешко М.С.*, *Насонов А.А.* Внедрение эффективных геотехнологий на основе комплексного мониторинга всех стадий жизненного цикла горнодобывающего предприятия // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2013. — № 11. — С. 69—76.

2. *Привалов А.А.*, *Розенбаум М.А.* Воспроизводство очистного фронта на шахтах Российского Донбасса // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. — 2003. — № 3. — С. 126—130.

3. *Barton N., Lien R., Lunde J.* Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support. Rock Mechanics, 6 (4), 1974.

4. *Гелескул М.Н.*, *Мельников Н.И.*, *Трушин В.С.* Опыт применения анкерной крепи на угольных шахтах. — М.: ЦНИЭИуголь, 1972. — 20 с.

5. *Заславский З.Ю.* Исследования проявлений горного давления в капитальных выработках глубоких шахт Донецкого бассейна. ДонУГИ. — М.: Недра, 1966. — 180 с.

6. *Louchnikov V.N.*, *Eremenko V.A.*, *Sandy M.P.* Ground support liners for underground mines: energy absorption capacities and costs // Eurasian Mining. — 2014. — № 1.

7. *Eremenko V.A.*, *Neguritsa D.L.* Efficient and active monitoring of stresses and strains in rock masses // Eurasian Mining. — 2016. — № 1.

8. *Демонстрация* анкерования в шахте Садкинская ОАО Ростовуголь. Россия. Заключительный отчет Хью–Пик, март 1997. — 20 с.

9. *Gu Beiserner* Schachttubbingsaulenausbau — Historie, Schadensarten und Reparaturvarianten. Report. — 1999. — P. 12—16.

10. *Bucher R., Cala M., Zimmermann A., Balg C., Roth A.* Large scale field tests of hightensile steel wire mesh in combina- tion with dynamic rock bolts subjected to rock burst loading / 7th Int. Symp. on Ground Support in Mining and Underground construction. — Australia, 2013. — P. 56—64.

11. *Dold B., Weibel L.* Biogeometallurgical pre-mining characterization of ore deposits: an approach to increase sustainability in the mining process // Environmental Science and Pollution Research. — 2013. — № 11. — P. 7777—7786.

12. *Fiscor S.* Roof bolting technology // Coal Age. — 2012. — V. 117. — № 5. — P. 26—30. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Привалов Александр Алексеевич[1] — доктор технических наук, профессор, e-mail: Priv.AA@yandex.ru,
Попов Виктор Владимирович[1] — доктор технических наук, профессор,
Ягодкин Феликс Игнатьевич[1] — доктор технических наук, профессор,
Хакулов Виктор Алексеевич — доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова,
[1] Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова.

ISSN 0236-1493. Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2017. No. 8, pp. 219–224.
UDC 622.232

A.A. Privalov, V.V. Popov, F.I. Yagodkin, V.A. Khakulov

INCREASE IN THE RATE OF MINE DRIVAGE

The article discusses the problems constraining the increase in the rate of excavations and outlined some recommendations to reduce the manual labor in the process of fastening of developments and also methods to the combination of tunneling processes.

Key words: chart, organization, elaboration, development rate, the combined scheme of operations, processes.

DOI: 10.25018/0236-1493-2017-8-0-219-224

AUTHORS

Privalov A.A.[1], Doctor of Technical Sciences, Professor,
e-mail: Priv.AA@yandex.ru,
Popov V.V.[1], Doktor of Technical Sciences, Professor,
Yagodkin F.I.[1], Doktor of Technical Sciences, Professor,
Khakulov V.A., Doktor of Technical Sciences, Professor, Head of Chair,
Kabardino-Balkarian State University named after Kh.M. Berbekov,
360004, North Caucasian Federal district,
Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik, Russia,
[1] M.I. Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI),
346428, Novocherkassk, Russia.

REFERENCES

1. Pleshko M.S., Nasonov A.A. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2013, no 11, pp. 69—76.
2. Privalov A.A., Rozenbaum M.A. *Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskiy region. Tekhnicheskie nauki*. 2003, no 3, pp. 126—130.
3. Barton N., Lien R., Lunde J. Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support. Rock Mechanics, 6 (4), 1974.
4. Geleskul M.N., Mel'nikov N.I., Trushin V.S. *Opyt primeneniya ankernoy krepi na ugol'nykh shakhtakh* (Experience in the application of roof bolting in coal mines), Moscow, TsNIEIugol', 1972, 20 p.
5. Zaslavskiy Z.Yu. *Issledovaniya proyavleniy gornogo davleniya v kapital'nykh vyrabotkakh glubokikh shakht Donetskogo basseyna*. DonUGI (Studies of the manifestations of rock pressure in major workings in deep mines of the Donets basin. Dosugi), Moscow, Nedra, 1966, 180 p.
6. Louchnikov V.N., Eremenko V.A., Sandy M.P. Ground support liners for underground mines: energy absorption capacities and costs. *Eurasian Mining*. 2014, no 1.
7. Eremenko V.A., Neguritsa D.L. Efficient and active monitoring of stresses and strains in rock masses. *Eurasian Mining*. 2016, no 1.
8. *Demonstratsiya ankerovaniya v shakhte Sadkinskaya OAO Rostovugol'*. Rossiya. Zaklyuchitel'nyy otchet Kh'yu–Pik, mart 1997 (Demonstration of ankerana mine sadkinskaya OAO Rostovugol. Russia. Final report Hugh Rush. March 1997), 20 p.
9. Gu Beiserner. *Schachttubbingsaulenausbau Historie, Schadensarten und Reparaturvarianten*. Report. 1999, pp. 12—16.
10. Bucher R., Cala M., Zimmermann A., Balg C., Roth A. Large scale field tests of hightensile steel wire mesh in combina- tion with dynamic rock bolts subjected to rock burst loading. *7th Int. Symp. on Ground Support in Mining and Underground construction*. Australia, 2013, pp. 56—64.
11. Dold B., Weibel L. Biogeometallurgical pre-mining characterization of ore deposits: an approach to increase sustainability in the mining process. *Environmental Science and Pollution Research*. 2013, no 11, pp. 7777—7786.
12. Fiscor S. Roof bolting technology. *Coal Age*. 2012. V. 117, no 5, pp. 26—30.