



М. А. ВЫГОДИН,
канд. техн. наук
(Национальный горный университет)



А. З. ПРОКУДИН,
науч. сотрудник
(Национальный горный университет)



А. М. ВЫГОДИН,
инженер
(ЧПФ «МЛАД»)



С. В. МКРТЧЯН,
инженер
(«Шахтоуправление
имени Героев космоса»)

УДК 622.268.2

Технологический регламент выполнения тампонажных работ на шахтах Западного Донбасса

Проанализированы проблемы обеспечения устойчивости капитальных выработок. Рассмотрена технология тампонажа закрепного пространства в качестве средства обеспечения длительной устойчивости выработок. Приведены ключевые аспекты выполнения тампонажа закрепного пространства. Разработаны технологический регламент и стандарт производства тампонажа закрепного пространства с применением установок сухого торкретирования.

Ключевые слова: технологический регламент, тампонаж закрепного пространства, торкретирование.

Контактная информация: prokudin.o.z@nmu.one

Перспективы расширения производственных мощностей угледобывающей промышленности Западного Донбасса предусматривают снижение себестоимости добытого угля за счет повышения объемов добычи, совершенствования и более эффективного выполнения операций всего производственного цикла. Одно из приоритетных направлений – оптимизация крепи протяженных выработок с длительным сроком эксплуатации.

Горно-геологические условия Западного Донбасса характеризуются слабыми, неустойчивыми, склонными к размоканию вмещающими породами, с последующей потерей несущей способности [1]. Анализ применяемой в рассматриваемых условиях традиционной арочной крепи показывает, что она не полностью противостоит проявлениям горного давления. Так, несмотря на то что все выработки сооружаются с использованием крепей высокой несущей способности и плотности, 40 % объема сооружения выработок ремонтируют до сдачи в эксплуатацию [2]. В связи с этим возникает необходимость дополнительных мероприятий по укреплению породного массива и повышению работоспособности крепи, тем самым исключая или минимизируя ремонтные работы.

Наиболее эффективны мероприятия, направленные на использование несущей способности приконтурного массива вмещающих пород за счет упрочнения или обеспечения плотного контакта крепи с породным массивом. Их реализуют, устанавливая рамно-анкерные крепи, крепи АНТ (арка, набрызг-бетон, тампонаж), рукава Буллфлекс и выполняя тампонаж закрепного пространства, предупреждая разрушение массива и снижая смещения породного контура.

В настоящее время на шахтах Западного Донбасса при проведении протяженных горных выработок в качестве основного типа крепи используют арочную металлическую с железобетонной затяжкой и последующим тампонажем закрепного простран-

ства. После выполнения тампонажа закрепного пространства несущая способность арочной крепи достигает уровня несущей способности такой трудоемкой крепи, как металлобетонная. Податливая крепь при этом переходит в режим работы ограниченной податливости.

Технология возведения указанного типа комбинированной крепи еще в 70-х годах была широко распространена и хорошо изучена. Однако ныне, помимо ухудшения горно-геологических условий, высокомеханизированная проходческая техника позволяет достигать значительных темпов проходки, в то время как технология тампонажа закрепного пространства не претерпела изменений, поскольку большой объем операций выполняется вручную. Следовательно, требуется усовершенствовать существующие технологические схемы возведения крепи с заполнением закрепного пространства твердеющими материалами, строго соблюдая технологический регламент выполнения работ.

Постановка проблемы. При креплении горных выработок металлической арочной крепью с тампонажем закрепного пространства на практике применяют такие технологические схемы:

- последовательную (с отставанием тампонажа от проходимого забоя) – тампонаж производят через 30–45 сут после возведения крепи, т. е. после исчерпания запаса податливости (150–200 мм), предусмотренный конструкцией крепи;
- после проведения выработки на полную длину или после перекрепления;
- совмещенную (одновременно с проведением выработки) – операции по заполнению закрепного пространства производят в забое выработки и частично совмещают с операциями проходческого цикла;
- участками по 10–20 м с полной остановкой проводимого забоя.

Один из важнейших технологических параметров данных схем – время отставания тампонажа от забоя проводимой выработки.

В работах [3, 4] утверждается, что чем более неустойчивы породы и чем больше площадь сечения штрека, тем меньше должен быть промежуток времени между возведением крепи и тампонажем закрепного пространства. Отставание тампонажа от проходки в научной литературе рекомендуют принимать от 2 до 30 сут.

Принимая во внимание изложенное, можно сделать вывод о необходимости проведения там-

понажа закрепного пространства на минимально возможном расстоянии от забоя, чтобы не мешать производству основных проходческих операций. При комбайновом способе проведения выработки это расстояние составляет 10–20 м (непосредственно за перегружателем) [5].

Не менее важный вопрос совершенствования рассматриваемой технологии – устранение большой доли ручного труда, затрачиваемого в основном на заделку стыков между железобетонной затяжкой и элементами крепи (пикотаж). Трудозатраты на выполнение данной операции требуют значительного времени на ее завершение, и именно из-за этой проблемы тампонирующее закрепное пространство отстает от забоя на 100–150 м. При этом уже происходят значительные смещения породного контура и деформации элементов крепи, что снижает эффективность тампонажа, а в отдельных случаях его применение становится безуспешным [6].

Технологические аспекты решения проблемы. Для ее решения внедряются технологии сухого торкретирования с применением современных средств механизации. Торкретирование – послойное нанесение бетонных или штукатурных растворов под большим давлением, в результате которого происходит плотное взаимодействие частиц раствора с обрабатываемой поверхностью, заполнение пустот, мелких пор и трещин.

Учитывая особенность и нетипичность выполняемых работ, для их эффективного внедрения в производственный процесс сооружения капитальных горных выработок необходимо разработать нормативные документы, регламентирующие методы производства, технические средства, технологические нормативы, условия и детальный порядок осуществления технологического процесса. Безукоризненное выполнение требований и последовательности операций, приведенных в нормах, позволит выполнять тампонаж закрепного пространства с механизированным пикотажом темпами не менее 100 м/мес, сопоставимыми со скоростью подвигания забоя.

Технологический регламент – документ, регулирующий: порядок, объемы и время выполнения работ; количество рабочих, задействованных на выполнении каждой операции, количество лиц, ответственных за качество работ. Его концепция представлена в Типовом плане выполнения тампонажных работ (рис. 1), а объемы основных операций и количество рабочих – в таблице.

ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ Календарные дни / смены месяца

		Выполнение основных операций (работ) по тампонажу закрепленного пространства горных выработок																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1-й день – торкрет, h = 1,25 м	↑	1-й день – торкрет, h = 1,25 м																														
		2-й день – тампонаж, h = 1,25 м																														
		2-й день – торкрет, h = 3,75 м																														
3-й день – тампонаж, h = 3,75 м	↑	3-й день – тампонаж, h = 3,75 м																														
		5-й день – двусторонний кольцевой вруб																														
		4-й день – торкрет																														
6-й день – тампонаж кровли	↑	6-й день – тампонаж кровли																														
		9-й день – торкрет 1/2 кровли																														
		11-й день – тампонаж кровли																														
4-й день – тампонаж, h = 3,75 м	↑	4-й день – тампонаж, h = 3,75 м																														
		8-й день – торкрет, h = 3,75 м																														
		7-й день – тампонаж, h = 1,25 м																														
3-й день – тампонаж, h = 3,75 м	↑	3-й день – тампонаж, h = 3,75 м																														
		6-й день – торкрет, h = 1,25 м																														
		1-й день – торкрет, h = 1,25 м																														
1-й день – двусторонний кольцевой вруб	↑	1-й день – двусторонний кольцевой вруб																														
		4-й день – торкрет																														
		6-й день – тампонаж кровли																														
5-й день – двусторонний кольцевой вруб	↑	5-й день – двусторонний кольцевой вруб																														
		9-й день – торкрет 1/2 кровли																														
		11-й день – тампонаж кровли																														
10-й день – двусторонний кольцевой вруб	↑	10-й день – двусторонний кольцевой вруб																														
		14-й день – торкрет																														
		16-й день – тампонаж кровли																														
15-й день – двусторонний кольцевой вруб	↑	15-й день – двусторонний кольцевой вруб																														
		19-й день – торкрет																														
		21-й день – тампонаж кровли																														
20-й день – двусторонний кольцевой вруб	↑	20-й день – двусторонний кольцевой вруб																														
		24-й день – торкрет																														
		26-й день – тампонаж кровли																														
25-й день – двусторонний кольцевой вруб	↑	25-й день – двусторонний кольцевой вруб																														
		29-й день – торкрет 1/2 кровли																														
		31-й день – тампонаж кровли																														
29-й день – тампонаж, h = 3,75 м	↑	29-й день – тампонаж, h = 3,75 м																														
		28-й день – торкрет, h = 3,75 м																														
		27-й день – тампонаж, h = 1,25 м																														
28-й день – тампонаж, h = 3,75 м	↑	28-й день – тампонаж, h = 3,75 м																														
		27-й день – торкрет, h = 1,25 м																														
		26-й день – тампонаж, h = 1,25 м																														
26-й день – торкрет, h = 1,25 м	↑	26-й день – торкрет, h = 1,25 м																														
		27-й день – тампонаж, h = 1,25 м																														
		27-й день – торкрет, h = 3,75 м																														
ПК 0	→	ПК 0																														
		ПК 2 (15 м)																														
		ПК 4 (30 м)																														
ПК 2 (15 м)	↑	ПК 2 (15 м)																														
		ПК 4 (30 м)																														
		ПК 6 (45 м)																														
ПК 4 (30 м)	↑	ПК 4 (30 м)																														
		ПК 6 (45 м)																														
		ПК 8 (60 м)																														
ПК 6 (45 м)	↑	ПК 6 (45 м)																														
		ПК 8 (60 м)																														
		ПК 10 (80 м)																														
ПК 8 (60 м)	↑	ПК 8 (60 м)																														
		ПК 10 (80 м)																														
		ПК 12 (100 м)																														

Рис. 1. Типовой план выполнения тампонажных работ в капитальных горных выработках площадью поперечного сечения в свету 17,7 м², производительность 100 м/мес.

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО НАУКИ И ПРОИЗВОДСТВА

День цикла	Сменный наряд	Объем работ	Количество, чел.
1-й	Торкретирование обоих бортов участка на высоту 1,25 м, м ²	50 (37,5)	3
2-й	Торкретирование (пикотаж) левого борта участка на высоту 3,75 м, м ²	50 (37,5)	3
	Тампонаж обоих бортов участка на высоту 1,25 м, м ³	7,5-8,55 (5,6-6,4)	2(3)
3-й	Торкретирование (пикотаж) правого борта участка на высоту 3,75 м, м ²	50 (37,5)	3
	Тампонаж левого борта участка на высоту 3,75 м, м ³	7,5-8,55 (5,6-6,4)	2(3)
4-й	Торкретирование (пикотаж) 1-го участка кровли, м ²	32 (24)	3
	Тампонаж правого борта участка на высоту 3,75 м, м ³	7,5-8,55 (5,6-6,4)	2(3)
5-й	Торкретирование (пикотаж) 2-го участка кровли, м ²	32 (24)	3
	Устройство двухстороннего кольцевого вруба следующие 20 (15) м и герметизация (зачистка, забутовка и замазка) примыканий стен и подошвы 20 (15) м, м	22,4 и 40 (30)	3
6-й	Тампонаж кровли, м ³	9,6-11 (7,2-8,2)	2(3)

Примечания. 1. Объемы в скобках указаны для использования при пикотаже участка горной выработки вручную, без применения торкрет-установки. 2. Время выполнения работ – 6 ч в одну смену.



Рис. 2. Карта процесса выполнения тампонажных работ.

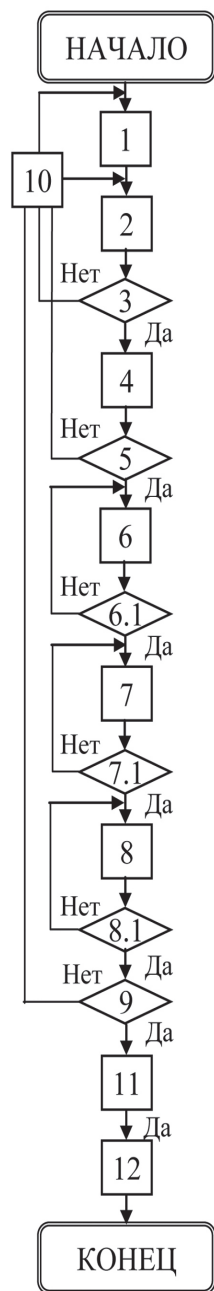


Рис. 3. Алгоритм выполнения комплекса тампонажных работ.

Технологический стандарт определяет оптимальные требования к режимам работы и этапам проведения тампонажа закрепного пространства. В документе подробно рассмотрены пункты: назначение документа; область применения; лица, ответственные за выполнение; результат и эффективность выполняемых операций; описание процессов; расценки для формирования договорной цены работ; виды, количество и нормы расходов материалов; расстановка людей и время выполнения операций за смену; требования норм охраны труда и приемы безопасного производства работ; требования к качеству работ и конструктивов; приемы и методы контроля качества.

Карта процесса выполнения тампонажа горных выработок представлена в виде схемы (рис. 2).

Алгоритм, который описывает технологическую последовательность операций и действий при тампонажных работах в горных выработках, включает (рис. 3):

1, 2 – формирование месячных и суточных заявок на поставку необходимых для выполнения работ материалов с учетом имеющихся в наличии;

3 – входной контроль получаемых в соответствии с заявкой материалов и оборудования;

4 – осмотр и ревизия оборудования. Подготовка оборудования к работе;

5 – контроль качества крепи горной выработки, вруба и забутовки на участке производства работ;

6 – подготовка и выполнение торкретирования;

6.1 – контроль качества торкретирования;

7 – подготовка и выполнение тампонажа;

7.1 – контроль качества тампонажа;

8 – завершающие выполнение работ операции;

8.1 – контроль качества завершающих операций;

9 – приемка выполненных за месяц тампонажных работ и окончательный контроль их качества предъявляемым требованиям;

10 – контроль несоответствующей продукции;

11 – прием-передача выполненных работ;

12 – подготовка и оформление актов выполненных работ, материального отчета, протокол распределения заработной платы.

Выводы. Разработанные документы с учетом строгого соблюдения последовательности и объемов выполняемых операций позволят достичь значительных темпов производства тампонажа закрепного пространства с высоким уровнем механизации работ и тем самым продлить срок безремонтного содержания капитальных горных выработок.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Выгодин М. А.* Особенности деформирования слабейших пород вокруг протяженных выработок шахт Западного Донбасса / М. А. Выгодин, А. В. Солодянкин, Е. В. Масленников [и др.] // Форум гірників–2011: матеріали міжнарод. конф. – Дніпропетровськ, 2011. – С. 50–57.
2. *Мартовицкий А. В.* Геомеханические процессы при отработке угольных пластов струговыми комплексами в условиях шахт Западного Донбасса: дис. ... доктора техн. наук: 05.15.09 / Мартовицкий Артур Владимирович. – Днепропетровск, 2012. – 215 с.
3. *Максимов А. П.* Опыт повышения устойчивости горных выработок / А. П. Максимов, В. В. Евтушенко. – М.: Изд-во ЦНИИУголь, 1973. – 21 с.
4. *Максимов А. П.* Использование несущей способности пород в приконтурной зоне / А. П. Максимов // Крепление, поддержание и охрана горных выработок / Сб. науч. тр. ИГД СО АН СССР. – Новосибирск, 1983. – С. 5–7.
5. *Солодянкин А. В.* Шахтные исследования геомеханических процессов при проведении протяженных выработок в сложных горно-геологических условиях ПСП «Шахта имени Героев космоса» / А. В. Солодянкин, М. А. Выгодин, А. З. Прокудин // Розробка родовищ–2015: щоріч. наук. зб. – Дніпропетровськ, 2015. – С. 349–354.
6. *Шашенко А. Н.* Пучение пород почвы выработок угольных шахт: монография / А. Н. Шашенко, А. В. Солодянкин, А. В. Смирнов. – Днепропетровск: ЛизуновПресс, 2015. – 256 с.