

УДК 622.257.1: 622.283.6

Воронин С.А., Мкртчян С.В.

ПАО «ДТЭК Павлоградуголь», г. Павлоград, Украина

Солодянкин А.В., Прокудин А.З.

Государственное ВУЗ "Национальный горный университет", г. Днепрпетровск, Украина

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДЗЕМНОГО КОМПЛЕКСА ДРОБЛЕНИЯ ПОРОДЫ

**Введение.** Отечественный и мировой опыт свидетельствует, что перспектива поддержания выработок на больших глубинах и в сложных горно-геологических условиях связана с применением комбинированных систем крепи, использующих наиболее эффективные элементы управления состоянием массива: полное заполнение закрепного пространства, тампонаж приконтурного слоя пород, анкерное крепление, инъекционное (глубинное) упрочнение пород.

В настоящее время на шахте им. Героев Космоса ШУ им. ГЕРОЕВ КОСМОСА ПАО «ДТЭК ПАВЛОГРАДУГОЛЬ» одним из путей поддержания капитальных выработок в сложных условиях и при переходе на более глубокие горизонты, является применение систем крепи, в том числе и замкнутых конструкций, на основе технологии заполнения закрепного пространства твердеющими составами.

Интенсивная отработка запасов угля на действующих участках шахтного поля, требует своевременной подготовки новых участков и лав, для чего предусматривается большой объем горнопроходческих работ на гор. 470 м. Кроме того, увеличение протяженности существующих выработок также предполагает их своевременную профилактику, ремонт, перекрепление участков, не соответствующих требованиям правил безопасности.

В качестве несущей конструкции применяется крепь КШПУ-17.7 с обратным сводом, устанавливаемая, как правило, с шагом 0,5 м (в наиболее сложных условиях, например, в зоне геологических нарушений – через 0,33 м). Затяжка крепи – железобетонная, которая, после проведения пикетажных работ, выполняет функции опалубки при выполнении тампонажных работ. Железобетонная затяжка, как несущий элемент в этой конструкции крепи, малоэффективна, ресурсоемка, в технологическом плане обладает целым рядом недостатков – многоэлементна, трудоемка в установке, формирует большое количество стыков после укладки на профиль крепи. В связи с этим, перспективным и эффективным решением совершенствования конструкции металлической рамной крепи, является замена традиционной железобетонной затяжки слоем набрызгбетона, укладываемого на металлическую сетчатую затяжку.

Эффективное выполнение технологии тампонажа закрепного пространства и набрызгбетонирования возможно только при своевременной доставке большого

объема материалов для приготовления твердеющих смесей: цемента, песка и глины – для тампонажных растворов, цемента, щебня мелкой фракции, песка – для набрызгбетонных смесей. В настоящее время производительность подъема по стволу не позволяет обеспечить бесперебойную поставку всех компонентов тампонажных и набрызгбетонных композиций. Перспектива увеличения объема горно-подготовительных, а также ремонтно-профилактических работ по поддержанию существующих выработок, сделает невозможной выполнение технологического регламента по обеспечению устойчивости выработок в полном объеме. Таким образом, ухудшение состояния протяженных выработок будет связано только из-за фактора доставки необходимого количества строительных материалов.

Данная проблема может быть решена за счет дробления углевмещающих пород в шахте в специальных дробильных комплексах и использовании их для приготовления тампонажных растворов, торкретбетонных (для механизированного пикотажа) и набрызгбетонных смесей.

Также дробление породы и оставление ее в шахте, помимо решения вопроса своевременного обеспечения ресурсами технологий тампонажа и набрызгбетонирования и экономии средств на закупке песка, щебня и цемента, позволит:

- разгрузить подъем в стволе, за счет уменьшения объема выдаваемой из шахты породы;
- снизить транспортные расходы на перевозку породы в отвалы;
- уменьшить площади, занимаемые породными отвалами;
- снизит техногенную нагрузку

#### **Основные требования к выбору технологических схем и компоновке оборудования для подземного комплекса дробления породы**

Известный опыт по оставлению породы в шахте в основном связан с использованием ее в качестве закладочных смесей для заполнения выработанного пространства лав или выкладки бутовых полос.

При дроблении необходимая степень дисперсности горных пород определяется в первую очередь назначением конечного продукта.

В связи с этим, дробление породы, оценка степени ее дисперсности и подбор оптимальной крупности продуктов дробления проводились из условия, что измельченные породы будут использоваться для полной или частичной замены традиционных материалов твердеющих смесей, предназначенных для:

- тампонажных работ с целью заполнения закрепного пространства и трещин приконтурного массива пород в выработках, закрепленных металлической арочной крепью. Степень дисперсности породы должна составлять 0...0,5 мм;
- торкретирования с целью изоляции внутренней поверхности крепи (железобетонной затяжки) для выполнения тампонажных работ. Степень дисперсности породы должна составлять 0...5 мм;
- набрызгбетонирования при внедрении технологии крепления выработок с набрызгом по металлической сетчатой затяжке. Степень дисперсности за-

полнителей должна составлять 1...10 мм.

Для получения наиболее мелкой фракции пород, как заполнителя для тампонажных растворов и торкретбетонных смесей, предполагается либо применение достаточно мощной высокопроизводительной дробильной установки, либо использование двух дробилок в комплексе, одна из которых будет выполнять предварительное дробление породного материала, поступающего непосредственно из проходческого забоя, а вторая – дробить материал уже до требуемой фракции.

В зависимости от степени централизации и места расположения оборудования, возможны две технологические схемы дробления породы:

1. В централизованном дробильно-сортировочном комплексе.
2. На участковом комплексе – непосредственно в подготовительных забоях (либо в непосредственной близости от забоя).

### **Централизованный дробильно-сортировочный комплекс**

Для реализации первой схемы дробления породы на одном из основных горизонтов устраивается комплекс выработок для централизованного дробления породы. Централизованный дробильно-сортировочный комплекс состоит из обособленной выработки, соединенной с основной магистральной выработкой горизонта и заездами для обслуживания, разгрузочной ямы для недробленной породы, камеры дробления, конвейерных ходков для передачи породы, бункера и погрузочного пункта дробленой породы. Комплекс должен включать щековую дробилку, питатель-классификатор КЛП, породный кулачковый классификатор ПКК, одновалковую дробилку. Кроме того, используется транспортное оборудование, погрузочный пункт, толкатель. Доставка породы предусматривается в вагонетках ВД-3,3 или ВДК-2,5.

Технологическая схема дробильно-сортировочного комплекса предусматривает прием, дробление и погрузку породы при двухстороннем поступлении груза. Общий объем выработок технологического комплекса, как показывает опыт проектирования на шахтах «Южно-Донбасская» № 3, им. А.Г. Стаханова и «Красноармейская-Западная» № 1, составляет около 15 тыс. м<sup>3</sup> [1-4].

В качестве основной может быть использована молотковая дробилка СМД-500 (рис. 1), которая обеспечивает требования дробильного комплекса как к размерам входного куска породы поступающей из забоев выработок, проводимых комбайнами, так и к фракционному составу заполнителей твердею-



*Рис. 1. Дробилка молотковая СМД-500*

ших смесей. Технические характеристики дробилки СМД-500 представлены в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики дробилки СМД-500

Показатель	Количество
Типоразмер	2М8×6
Размер куска исходного материала, наибольший, мм	100
Ширина разгрузочной щели, мм	6
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	27
Мощность двигателя основного привода, кВт	75×2
Масса, т	5,8
Габаритные размеры без привода $L \times b \times h$ , не более, мм	2300×1550×1850

Механическая дробильная машина СМД-500 (разновидность дробильных установок ударного действия), применяемая для разрушения породы, путем ее дробления ударами молотков, шарнирно закреплённых на быстро вращающемся роторе, а также методом разрушения кусков при ударах о плиты корпуса дробилки. Достоинства модели: высокая прочность, компактность, высокая степень измельчения.

Молотковая дробилка СМД-500 (двухроторная) применяется для дробления хрупких и мягких материалов, каменного угля, каменной соли, мела, гипса и других малоабразивных материалов с размером исходного куска не более 100 мм. Влажность исходного материала не должна превышать 5...7%. Работа на более влажных материалах возможна при демонтированных колосниковых решетках, однако крупность продукта дробления при этом повысится.

Продукт дробления СМД-500 имеет следующий гранулометрический состав (табл. 2):

Таблица 2

Фракция	0-0,315	0,315-0,63	0,63-1,25	1,25-2,6	2,6-5,0	Св. 5
Содержание, %	60	10	15	5	8	2

Достоинством данной модели является также то, что гранулометрический состав дробленой породы удовлетворяет технологии тампонажа, поскольку 70% сырья имеет размеры, подходящие для приготовления тампонажных растворов, а остальная порода пригодна для изготовления торкретбетонных смесей.

Несмотря на высокую стоимость дробильного оборудования и большие объемы подземных выработок, предназначенных для размещения технологического комплекса, централизованные дробильные комплексы обладают существенными преимуществами:

- возможностью организации стабильной работы дробильного комплекса и получения регламентированных объемов дробленого материала;

- возможностью регулирования поставок породы из различных проходческих забоев горизонта;
- организацией транспортных потоков по снабжению горизонтов и забоев материалом для тампонажа.

Для сокращения объема выработок, предназначенных для дробильного комплекса, оборудование может быть размещено на расширении выработки в месте, наиболее удобном для приема породы из проходческого забоя и последующего распределения подготовленного породного материала по участкам тампонажа закрепного пространства при проведении и ремонте выработок. В качестве промежуточного бункера для приема породного материала из проходческих забоев может также использоваться скважина между горизонтами.

#### **Технологическая схема участкового подземного дробильного комплекса.**

Участковые дробильные комплексы включают, в зависимости от их месторасположения, комплекс выработок (участок выработки) и оборудование, для приема, дробления, складирования и доставки породного материала к забоям проходимых капитальных выработок или к местам их перекрепления.

Участковый дробильный комплекс состоит из малогабаритных дробилок, ленточных перегружателей (транспортеров), бункера и вагонеток глухих УВГ-3,3 или с донной разгрузкой УВД-2,5 (ВД-3,3), что позволяет располагать его в пределах поперечного сечения двухпутевой выработки (либо на уширении однопутевой) с соблюдением требуемых Правилами безопасности зазоров и ширины прохода для людей.

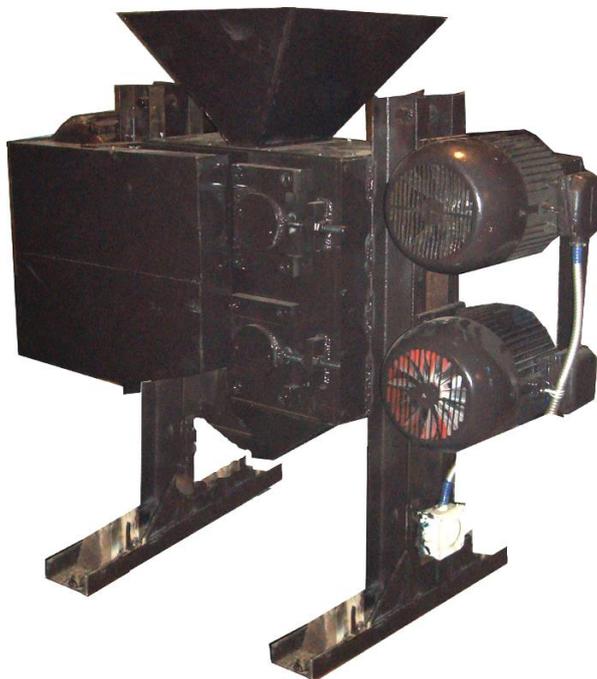
В качестве дробилки предварительного измельчения породы используется дробилка щекового типа ДЩ-350-400 (рис. 2).



Рис. 2. Дробилка щекового типа ДЩ-350-400

Данная дробилка обеспечивает высокий коэффициент размельчения – при наибольшем размере куска загружаемого материала 300×300 мм, на выходе размер породного материала составляет 0...10 мм. К достоинствам дробилки также относится высокая производительность, одинаковый размер готового породного материала, простоту конструкции, надежную работу, длительный срок службы и удобное обслуживание.

Для второй стадии дробления и получения исходного сырья тампонажных и торкрет / набрызгбетонных смесей может быть использована дробилка типа ДВ-270-200, приведенная на рис. 3.



*Рис. 3. Дробилка валкового типа ДВ-270-200*

Дробилка валковая ДВ-240-150 предназначена для мелкого дробления горных пород и других материалов, предел прочности которых не превышает 250 МПа.

Технические характеристики дробилки валковой ДВ-240-150:

- Размеры фракций:
  - вход 25 - 5 мм
  - выход 0,05 - 5 мм.
- Установленная мощность электродвигателя двигателя кВт – 4 × 7,5
- Производительность, т/ч – 4,0
- Габаритные размеры, мм 1600×1600×700
- Вес 1200 кг.

Для перемещения породного материала от щековой дробилки к валковой может быть использован транспортер ЛТ-6000-600 жолобообразный (рис. 4).

Технические характеристики транспортера ЛТ-6000-600:

- Скорость ленты м/сек – 1...1,5
- Установленная мощность электродвигателя кВт –  $2,2 \times 1500$  об/мин
- Габаритные размеры, мм
  - длина 7000;
  - ширина 700
  - высота 0-30°
- Вес, кг – не более 500.



*Рис. 4. Транспортер ЛТ-6000-600 жолобообразный*

Технологическая схема работы участкового дробильного комплекса с ленточными перегружателями (транспортерами) для механизации работ по загрузке породы в дробилки, расположенного в двухпутевой выработке с использованием скважины в качестве приемного бункера для породы, приведена на рис. 5.

**Выводы**

1. Известный опыт по оставлению породы в шахте в основном связан с использованием ее в качестве закладочных смесей для заполнения закрепного пространства лав или выкладки бутовых полос, что не дает возможности использовать аналогичные технологические схемы для рассматриваемого направления работ, как по компоновке комплекса, так и по качеству получаемой разрушенной породы.

2. Централизованный дробильно-сортировочный комплекс при наличии комплекса выработок и соответствующего оборудования предполагает использование высокопроизводительной дробилки, предназначенной для дробления породы в большом диапазоне размеров исходного и конечного породного материала. В качестве примера рассмотрена двухроторная молотковая дробилка СМД-500, которая обеспечивает одностадийное дробление породы размером до 100 мм, поступающей от проходческих забоев до фракции  $0 \div 0,5$  мм для приготовления тампонажных растворов и  $0,5 \div 10$  мм – для приготовления торкрет/набрызгбетона.

3. Участковый дробильный комплекс предполагает двухстадийное дробление породы с использованием щековой дробилки для предварительного дробления и валковой дробилки второй стадии для получения материала необходимого размера фракции для приготовления тампонажных растворов и торкрет/набрызгбетона.

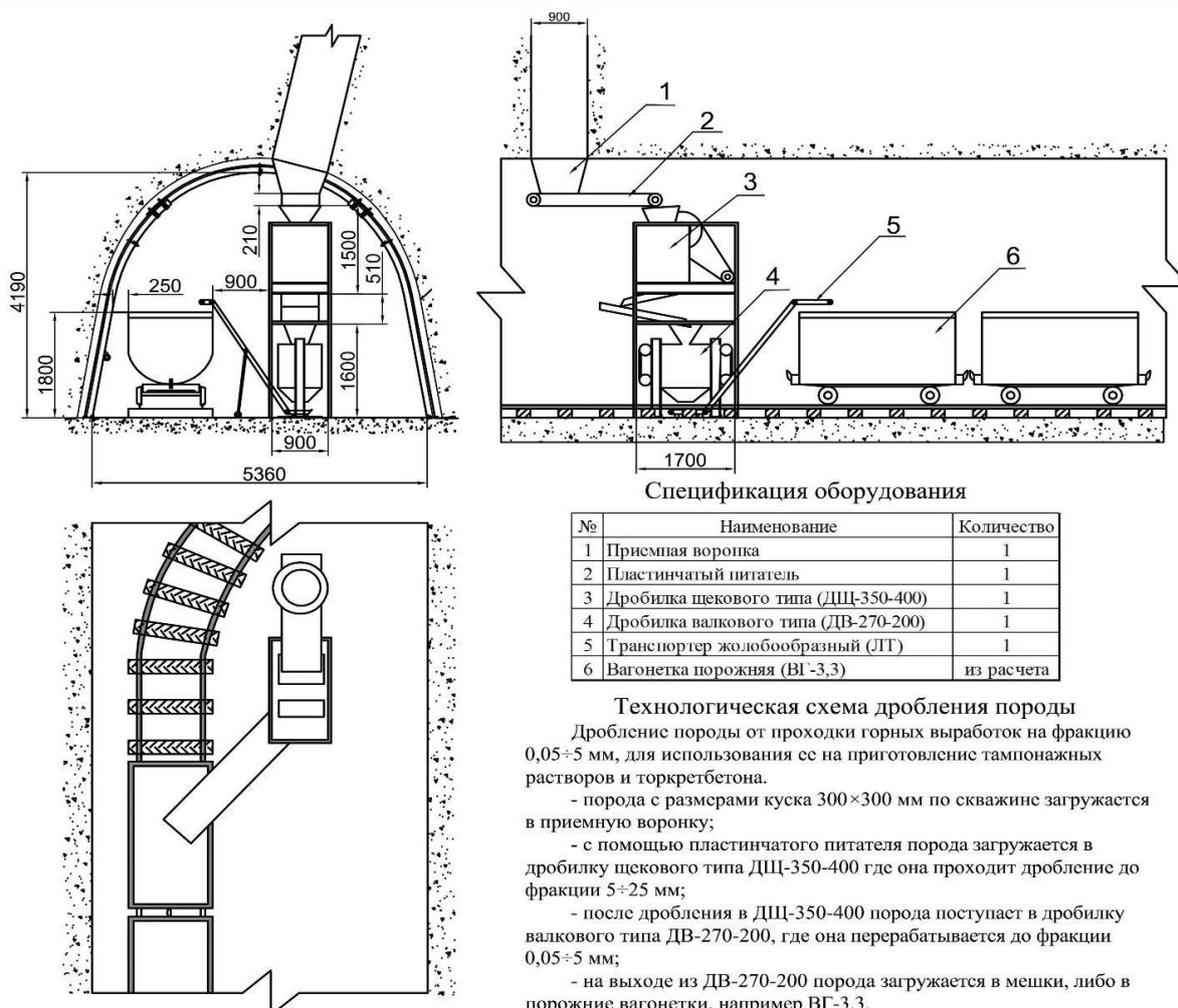


Рис. 5. Технологическая схема работы участкового дробильного комплекса с ленточными транспортерами

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тарасенко В.В. Основные направления решения проблемы оставления породы в шахтах Донбасса // Уголь Украины. – 1984. – № 4. – С. 5 - 7.
2. Шецер М.Г. Совещание по оставлению породы в шахте // Уголь Украины. – 1987. – № 2. – С. 5-6.
3. Иванов Ю.М. Технические решения по оставлению породы в шахте // Уголь Украины. – 1987. – № 12. – С. 14-17.
4. Солдатов В.И., Кравец В.Г. Оставление породы в шахте (опыт проектирования) // Уголь. – 1992. – № 2. – С. 23-27.