

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАТКА СПОСОБА ЗАКЛАДКИ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА ШАХТЫ НА ТВЕРДЕЮЩЕЙ ОСНОВЕ

Плетнев М. В.<sup>1</sup>, Петров А. Г.<sup>2</sup>, Степанов Е. И.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Плетнев Михаил Васильевич / Pletnev Mikhail Vasilevich - кандидат технических наук, доцент,  
кафедра экономики и предпринимательства,

Восточноукраинский национальный университет им. Владимира Даля, г. Северодонецк, Украина;

<sup>2</sup>Петров Александр Геннадиевич / Petrov Alexander Gennadyevich - кандидат технических наук, доцент;

<sup>3</sup>Степанов Евгений Иванович / Stepanov Evgeny Ivanovich - кандидат технических наук, доцент,  
кафедра горной электромеханики и транспортных систем,

Стахановский учебно-научный институт горных и образовательных технологий  
Луганский национальный университет им. Владимира Даля, г. Стаханов, Украина

**Аннотация:** в предложенной работе рассматриваются вопросы осуществления технологической оснасткой реализации непрерывности технологического процесса закладки выработанного пространства шахты на твердеющей основе, начиная от переработки породы в сыпучее, до её закладки в выработанное пространство в виде смеси (раствора) в точке закладки. Для эффективного использования этой технологии закладки на твердеющей основе, предложены технические решения, реализующиеся в средствах механизации, позволяющие перерабатывать горные породы в сыпучие (наполнитель), совмещая в одном устройстве несколько стадий измельчения.

**Ключевые слова:** закладка; твердеющая основа; смеси; переработка; смешивание; технологический процесс; транспортирование; стадийность.

**Введение.** При подземной добыче важным является вопрос размещения породы, получаемой при проведении выработок и выемке угля. Поэтому актуальны работы по закладке выработанного пространства. Основное назначение закладки — поддержание выработанного пространства для предотвращения обрушения вмещающих пород и оседания земной поверхности. Это позволяет исключить технологическую схему выдачи породы из шахт. В зависимости от способа переработки закладочного материала (дробление, измельчение), его транспортирования и укладки применяют схемы ручной, самотечной, механической, пневматической, гидравлической закладок и на твердеющей основе.

Закладка на твердеющей основе является базой для разработки автоматизированных комплексов переработки породы в наполнитель без выдачи ее на поверхность. Известны схемы, в которых в качестве наполнителя используют песок, щебень, дробленую (измельченную) породу, а в качестве вяжущего (связующего) — цемент, гипс и другие материалы, обладающие вяжущими свойствами. Закладки с применением измельченной породы и цемента реализуются средствами механизации в такой последовательности. Свозимая со всей шахты или крыла порода перерабатывается в дробилках разной стадии измельчения (дробления) до гранулометрического состава, необходимого для получения раствора. Наполнитель в специальных машинах (бетономешалках) смешивается с вяжущим при добавлении воды с соответствующим процентным отношением «наполнитель — вяжущее — вода». Смесь (раствор) по жестким трубопроводам подается к месту закладки насосами для перекачивания бетонных растворов.

Для получения наполнителя необходим технологический комплекс переработки породы, начиная от крупного, среднего и заканчивая мелким (тонким) измельчением. Стадийность переработки предусматривает громоздкое металлоемкое оборудование, что проблематично как с точки зрения непрерывности процесса переработки, так из-за ограниченности пространства и невозможности полной автоматизации.

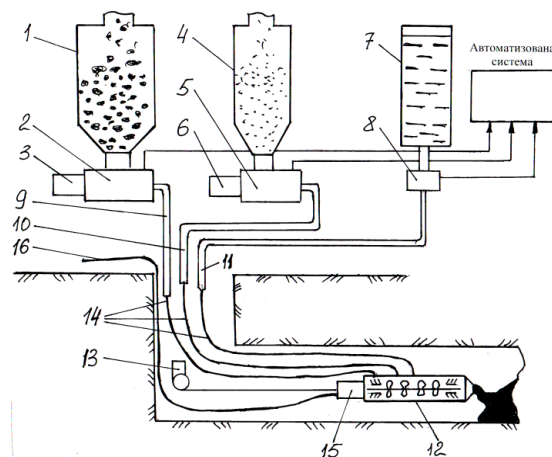
В основе способа закладки выработанного пространства на твердеющей основе, это приготовление закладочной смеси, транспортирование её по трубопроводам и разгрузка в выработанное пространство [1]. Трудность представляет транспортировка по трубопроводам приготовленной закладочной смеси в зону закладки, что вызывает при аварийных отключениях (аварийных ситуациях) твердения закладочной смеси в трубопроводе, снижая надежность закладочных работ. Ответственным переделом в способе является приготовление закладочной смеси путем перемешивания ее компонентов гидроэлеватором, транспортировки смеси с помощью того же гидроэлеватора по трубопроводам и разгрузка в выработанное пространство [2]. В начале готовится закладная смесь, которая затем транспортируется по трубопроводам к месту закладки. Из-за больших гидросопротивлений при перекачивании твердеющих смесей, расстояние между местом приготовления смеси и зоной закладки обычно значительны, необходимы промежуточные перекачивающие станции и так далее. Кроме этого интенсивность перемешивания компонентов смеси гидроэлеваторами низкая, что приводит к снижению качества смеси.

**Формулирование цели.** В основу поставлена задача увеличить расстояние от стационарно устанавливаемых средств механизации закладки до используемых устройств и приспособлений в зоне закладки, исключить твердения закладочной смеси в трубопроводах при аварийных остановках

(ситуациях), уменьшить количество стадий переработки породы в наполнитель и повысить интенсивность процесса перемешивания компонентов закладочной смеси, что даст возможность выполнить в конструктивном исполнении технические средства технологической оснастки реализующей этот процесс, менее габаритными, мобильными, и автоматизировать процесс закладки с возможностью варьирования качеством закладочной смеси и производительности закладочного комплекса.

**Материалы и результаты исследования.** В рамках начинающегося сотрудничества по обмену опытом, между кафедрами ЭП (Восточноукраинский национальный университет) и ГЭМ и ТС (СУНИГОТ), с научно-исследовательским центром в Высшей школе им. Георга Агрикола, г. Бохум, Германия, при выработке концепции проекта «Защита окружающей среды, земной поверхности и природных ресурсов в Землях Северный Рейн Вестфалия», на стадии формулирования исходных технических требований (ИТ) к техническому заданию (ТЗ), рассматривался протокол о «намерении», участия в программе «Создание нестандартного оборудования для реализации технологии закладки выработанного пространства при закрытии горных предприятий и ликвидации последствий горного дела». При разработке технико-экономического обоснования (ТЭО) к протоколу, были учтены результаты НИР кафедр в этом направлении. По результатам НИР кафедр были разработаны технологические и технические решения, которые легли в основу реализации поставленной задачи и стали объектом заинтересованности в проекте. Например, в традиционной схеме закладки выработанного пространства на твердеющей основе, после приготовления смеси (раствора) её транспортируют к месту закладки по трубопроводу. В предложенном способе, приготовление смеси осуществляют высокоскоростным мобильным смесителем в местах закладки с одновременной выгрузкой смеси в точку закладки [3]. На рисунке 1 показана структурно-функциональная схема взаимосвязи основных технических средств при реализации этого способа. Данное технологическое решение защищено патентом [4].

Для эффективного использования технологии закладки на твердеющей основе предложены технические решения реализующиеся в средствах механизации, позволяющие перерабатывать горные породы в сыпучие (наполнитель), совмещая в одном устройстве несколько стадий измельчения, для дальнейшего пневмотранспортирования в зону закладки, и смешивать с вяжущим материалом и водой в процентном отношении «наполнитель — вяжущее — вода». Эти устройства также защищены патентами [5, 6].



*Рис. 1. Структурно-функциональная схема взаимосвязи средств механизации реализующих способ:  
1 - бункер (наполнитель-измельченная порода); 2 - приемно-дозировочное устройство; 3 - воздуходувка; 4 - бункер (связующее-цемент, гипс или другие материалы); 5 - приемно-дозировочное устройство; 6 - воздуходувка; 7 - бункер-резервуар-вода; 8 - регулирующая система-гидронасос с приспособлениями; 9, 10, 11 - трубопроводы; 12 - смеситель; 13 - лебедка; 14 - гибкий трубопровод; 15 - привод смесителя; 16 - гибкий силовой кабель*

На базе выше перечисленных предложений разработана технологическая схема закладки выработанного пространства в очистной лаве, представленная на рисунке 2.

Согласно этой схеме в вертикальной сбойке 6 размещается устройство, которое дает возможность, как указывалось ранее, совмещать несколько стадий измельчения путем набора n-го количества секций 5. Секция устройства состоит из корпуса 1 и аксиально-смонтированных роторных колец 9 с помощью промежуточных подшипников 8. В верхней секции находится загрузочный бункер 7. Кольца выполнены в виде шкивов и имеют по центру полости с захватами (ребрами).

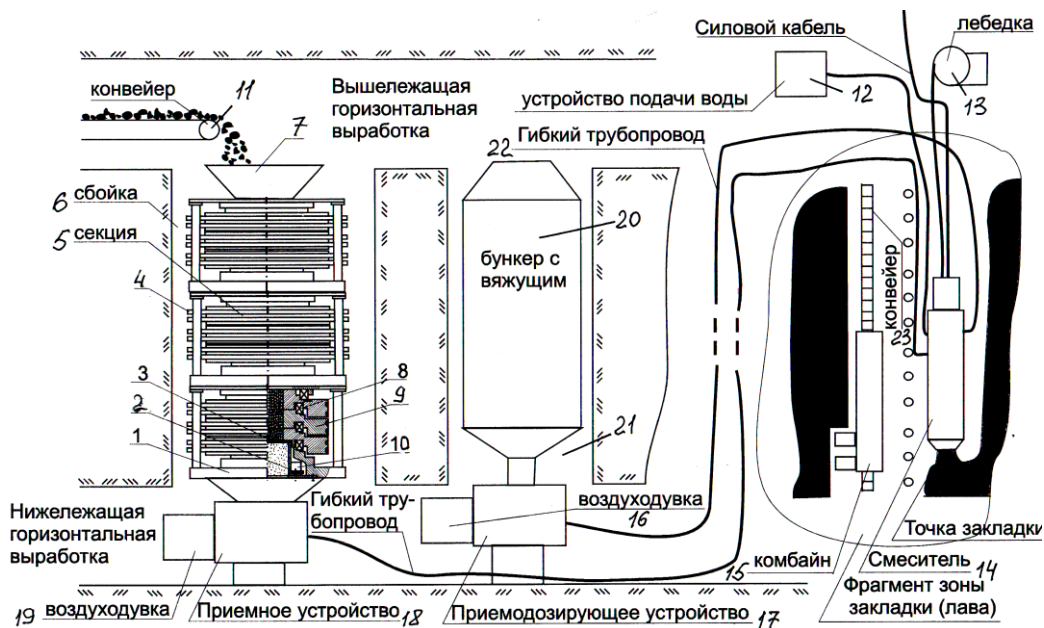


Рис. 2. Технологическая схема закладки выработанного пространства в очистной лаве:

1 - корпус; 2 - разгрузочный патрубок; 3 - перфорированное днище; 4 - ремennая передача; 5 - секции; 6 - вертикальная сбойка; 7 - загрузочный бункер; 8 - подшипники; 9 - роторные кольца; 10 - вибратор; 11 - конвейер; 12 - устройство подачи воды; 13 - лебедка; 14 - высокоскоростной смеситель; 15 - выемочная машина; 16 - воздуходувка; 17 - приемно-дозировующее устройство вяжущего; 18 - приемно-дозировующее устройство наполнителя; 19 - воздуходувка; 20 - бункер вяжущего; 21 - сбойка; 22 - гибкий трубопровод; 23 - конвейер

В нижней секции установлен разгрузочный патрубок 2, который снабжен перфорированным днищем 3 с вибратором 10 для сепарации из устройства измельченного продукта. Роторные кольца соединены с индивидуальными приводами ремennой передачей 4 с возможностью реверса. В нижележащей горизонтальной выработке на сопряжении с вертикальной сбойкой 6 под перфорированным днищем 3 нижней секции расположено приемное устройство 18 с воздуходувкой 19, которое соединено гибким трубопроводом 22 с мобильным высокоскоростным смесителем 14, устанавливаемым в любой зоне закладки. Он может перемещаться по этой зоне с помощью вспомогательных устройств (лебедка 13). В аналогичной сбойке 21 имеется бункер 20 с вяжущим материалом и приемно-дозировующим устройством 17 с воздуходувкой 16. Приемно-дозировующее устройство также соединено со смесителем гибким трубопроводом. Технологический процесс состоит из следующих операций. Исходный материал крупностью не более 250 мм непрерывно загружается конвейером 11 с вышележащей горизонтальной выработки в бункер 7. При работе измельчителя в каждой n-й секции среднее роторное кольцо 9 вращается противоположно смежным кольцам. Патрубок 2 с перфорированным днищем только нижней секции вибрирует и загружаемый в бункер 7 материал, захватываемый ребрами, измельчается за счет взаиморазрушения (самоизмельчения) слоев и частиц, а продукт измельчения сепарируется днищем 3 на выгрузку в приемное устройство 18 и подается в смеситель 14. По расходу продукта (наполнителя) дозируется вяжущий материал, и вода (устройство подачи воды 12) в соответствии с процентным отношением «наполнитель — вяжущее — вода» подается в смеситель. Получаемая смесь (раствор) в смесителе непрерывно выгружается в точку закладки, и смеситель перемещается по ее зоне. Регулирует и управляет всем технологическим процессом автоматизированная система.

**Выводы.** Разработанная технологическая схема показывает возможность осуществления непрерывности технологического процесса закладки, начиная от переработки горной породы, устранив (сократив) стадийность переработки, до закладки её в выработанное пространство в виде смеси, в точке закладки. Приготовление (получение) закладочной смеси в точке закладки с одновременной ее разгрузкой, значительно увеличивает расстояние от стационарно устанавливаемых средств механизации закладки до используемых и устанавливаемых в зоне закладки устройств и приспособлений. Это уменьшает гидросопротивления в транспортирующих трубопроводах, исключив затвердевание закладочной смеси при аварийных ситуациях. Интенсивное перемешивание компонентов закладочной смеси с помощью высокоскоростного лопастного смешивающего устройства позволяет выполнить конструктивное исполнение устройств, которые реализуют этот принцип перемешивания, малогабаритными и мобильными, используя их в труднодоступных зонах закладки выработанного пространства. Возможность осуществления автоматизации всего технологического процесса закладки

выработанного пространства в шахте, позволит варьировать качеством закладочной смеси и производительностью закладочного комплекса.

### *Литература*

1. Патент ФРГ № 1273468. Е 21 F 15/10, 1970.
2. Авторское свидетельство СССР № 1587221. Е 21 F 15/00, 1980.
3. *Степанов Е. И., Чёрный С. А.* Схема закладки выработанного пространства шахт с помощью нетрадиционных средств // Уголь Украины, 2006. № 8. С. 22-24.
4. Пат. 57126 Україна. МПК Е 21 F 15/00. Спосіб закладки виробленого простору шахти / Степанов Є. І., Тугай В. В., Амірахов А. А., Краснова Г. М. Заявник і патентовласник УПА. № u201009369. Заявл. 26.07.2010. Опубл. 10.02.2011. Бюл. № 3.
5. Пат. 47523 Україна. МПК В 02 С 19/00. Подрібнювач / Степанов Є. І., Тугай В. В., Амірахов А. А., Рогов А. А. Заявник і патентовласник УПА. № u200908410. Заявл. 10.08.2009. Опубл. 10.02.2010. Бюл. № 3.
6. Пат. 78143 Україна. МПК В 02 С 19/00. Пристрій для подрібнювання матеріалів / Авршин А. О., Даценко О. С., Гречко Т. І., Степанов Є. І. Заявник і патентовласник УПА. № u201210378. Заявл. 03.09.2012. Опубл. 11.03.2013. Бюл. № 5.