

УДК 622.063.44

Б. А. Анферов, Л. В. Кузнецова

ФОРМИРОВАНИЕ РАЗДЕЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ ГОРНОЙ МАССЫ В ШАХТЕ ПРИ ВЫЕМКЕ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ С ЦЕННЫМИ ХИМИЧЕСКИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

В Терсинском геолого-экономическом районе (ГЭР) Кузбасса начато освоение угольных месторождений. Геохимическими исследованиями установлено, что угли этого района, как и все кузнецкие угли, могут представлять промышленный интерес для извлечения ценных химических элементов. Следует отметить, что по сравнению с более освоенными районами Кузбасса, например, Ленинским, Бачатским, Ерунаковским, Байдаевским, угольные месторождения Терсинского ГЭР геохимически мало изучены. В пробах углей района обнаружены скандий (Sc) до 6 г/т, лантан (La) до 20 г/т, иттербий (Yb) до 1 г/т, серебро (Ag) до 0,002 г/т [1]. Дальнейшие исследования вещественного состава угольных пластов позволят выявить промышленно значимые содержания других ценных элементов, которые повысят товарную стоимость продукции. Для этого необходимо разработать специальные технологии, предусматривающие отдельную выдачу на поверхность различных по вещественному составу угольных потоков [2].

При селективной выемке угольных пластов для разделения транспортных потоков отбитой горной массы разного вещественного состава непосредственно в очистном забое потребуются внести изменения в схему выдачи полезного иско-

паемого на поверхность. Современная угольная шахта добывает уголь одним или двумя очистными забоями и при этом готовит фронт очистных работ тремя-четырьмя подготовительными забоями. Это означает, что по магистральным горным выработкам одним транспортным средством обслуживаются грузопотоки из разных забоев. Если при проведении подготовительных выработок разделение потоков угля и породы осуществляется непосредственно в зоне ведения подготовительных работ, то в зоне ведения очистных работ разделение грузопотоков на две транспортные цепочки для выдачи на поверхность становится весьма сложной задачей ввиду стесненности рабочего пространства и интенсивности потока добываемого угля.

Авторами предложена транспортная схема, обеспечивающая разделение потоков горной массы различного вещественного состава еще до магистральной выработки (рис. 1) [3]. Угольный комбайн осуществляет отдельную выемку угля и более ценного прослойка, например, прямым ходом, от конвейерного штрека к вентиляционному, комбайн вынимает прослойку и грузит отбитую горную массу на забойный конвейер, обратным ходом комбайн осуществляет отбойку угля и его погрузку на тот же конвейер. Горная масса

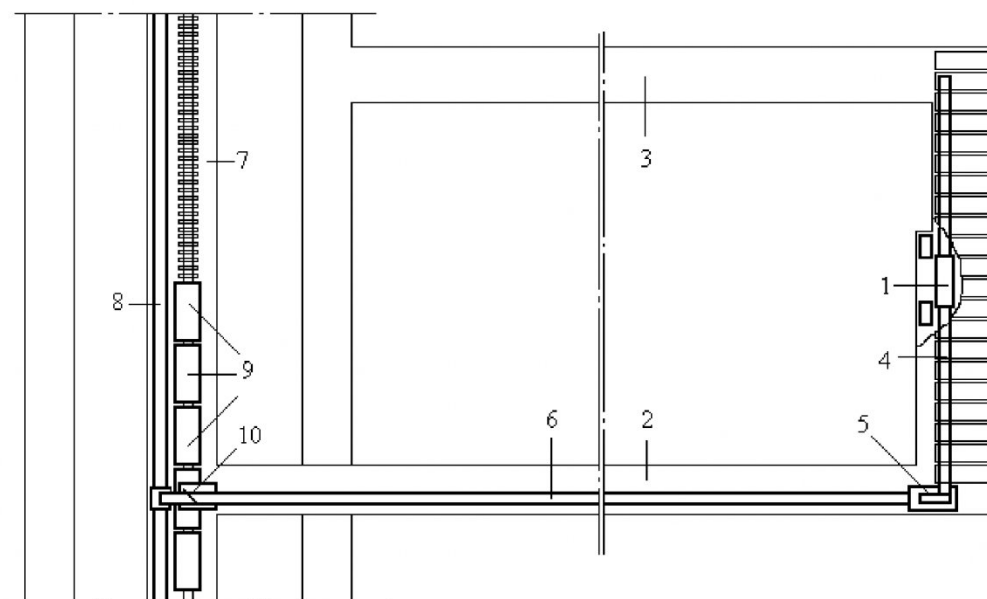


Рис. 1. Схема разделения транспортных потоков при селективной выемке:

1 – очистной комбайн; 2 – конвейерный штрек; 3 – вентиляционный штрек; 4 – забойный конвейер; 5 – приемное устройство; 6 – штрековый конвейер; 7 – магистральная горная выработка; 8 – магистральный конвейер; 9 – вагонетки; 10 – плужковый сбрасыватель

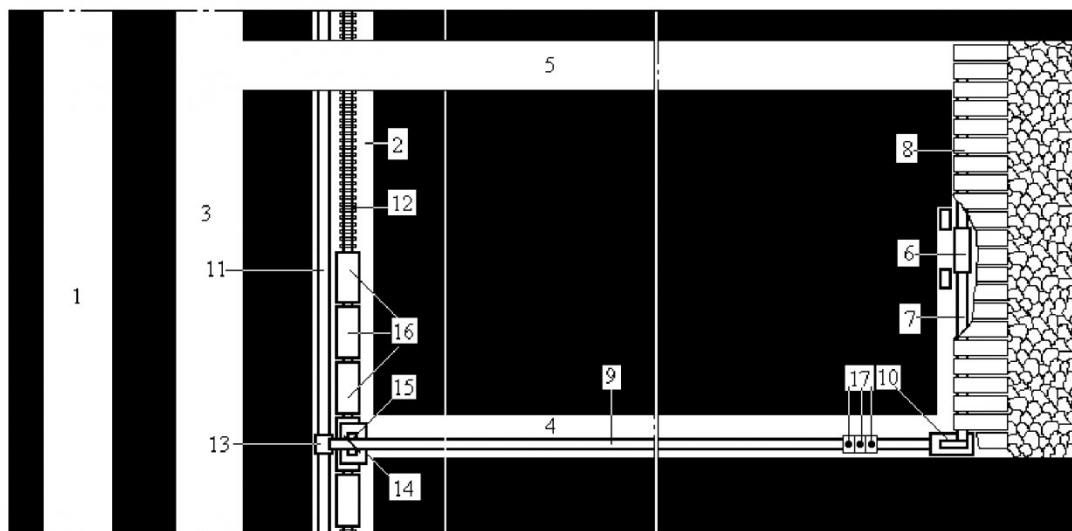


Рис. 2. Схема разделения транспортных потоков при валовой выемке:

1, 2, 3 – воздухоподающий, конвейерный и вентиляционный главные уклоны; 4, 5 – конвейерный и вентиляционный штреки; 6 – очистной комбайн; 7 – забойный конвейер; 8 – секции механизированной крепи; 9 – ленточный телескопический конвейер; 10, 13 – загрузочные устройства; 11 – магистральный ленточный конвейер; 12 – рельсовый путь; 14 – перегрузочное устройство; 15 – плужковый сбрасыватель; 16 – вагонетки; 17 – датчики контроля состава горной массы

доставляется на сопряжение очистного забоя с конвейерным штреком, где через приемное устройство перегружается на штрековый конвейер. Далее грузопоток следует к магистральной горной выработке (уклон, бремсберг, квершлаг и т. д.), где осуществляется перегрузка угля на магистральный конвейер, а более ценной угольной продукции – в вагонетки. Разделение грузопотоков угля и более ценной горной массы осуществляется плужковым сбрасывателем, который включается в работу по сигналу, поступающему от очистного забоя.

Достоинствами этого технического решения являются:

- в конвейерных уклонах (бремсбергах) существующих шахт, обязательно укладываются рельсовые пути для организации транспорта вспомогательных материалов вагонетками, которые могут быть использованы для аккумуляции и выдачи на поверхность горной массы, содержащей ценные элементы;

- операция пересыпа горной массы с ленты конвейера в вагонетки отработана многолетним опытом ее использования на отечественных шахтах;

- технология не требует дополнительных капитальных вложений и позволяет в подземных условиях разделить транспортные потоки из забоя с выдачей двух и более потоков горной массы на поверхность.

При валовой разработке угольного пласта также возможна раздельная выдача на дневную поверхность добытого угля и других полезных ископаемых, содержащихся в угольном пласте [4]. Технология может быть применена как при под-

земном, так и при открытом способах разработки угольных месторождений, использующих ленточные конвейеры для транспортирования горной массы.

Технология может быть реализована при подземном способе добычи следующим образом (рис. 2). Над штрековым конвейером, недалеко от сопряжения штрека с очистным забоем, монтируют излучатели и датчики контроля состава горной массы, находящейся на грузовой ветви ленты конвейера. Их может быть один, два, три и т. д. в зависимости от предполагаемого набора химических элементов, выявленных в данном угольном пласте и попутная добыча (физическое выделение с применением, например, рентгено-радиометрического способа сепарации из отбитого угля) которых экономически или экологически оправдана. Каждый из датчиков настроен на идентификацию одного из элементов определенной группы и связан с соответствующим исполнительным механизмом, расположенным в узле разделения потоков. Например, первый датчик по ходу несущей ветви ленты конвейера настроен на идентификацию радиоактивных элементов и связан с приводом управления плужкового сбрасывателя по углу поворота в одну сторону и высоте, а также с точкой перегрузочного устройства с той же стороны. Второй датчик настроен на идентификацию благородных металлов и связан с приводом поворота плужкового сбрасывателя в другую сторону и высоте, а так же с перегрузочным устройством с другой стороны. Третий датчик настроен на идентификацию железа и связан с приводом другого плужкового сбрасывателя (на схеме не показан); четвертый датчик – на токсичные компоненты.

При этом заранее устанавливают приоритеты срабатывания приводов исполнительных механизмов. Например, срабатывание датчика-идентификатора радиоактивных элементов блокирует цепь управления приводами механизмов, управляемых датчиком-идентификатором, настроенным на драгоценные металлы и т.п.

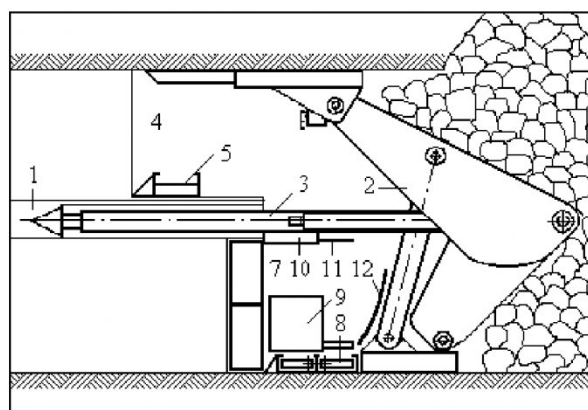
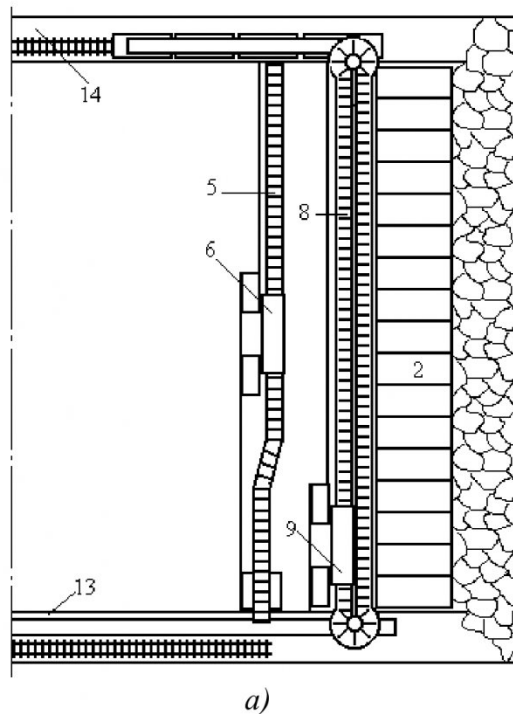
Выемка угольного пласта, содержащего включения радиоактивных элементов и благородных металлов (прогнозируемых результатами геолого-разведки) осуществляется в следующем порядке. Очистной комбайн, вынимает полосу угля и грузит отбитую горную массу на забойный конвейер. Забойный конвейер транспортирует ее к конвейерному штреку, где через загрузочное устройство перегружает на ленту штрекового конвейера. Датчики-идентификаторы контролируют содержание в транспортируемой горной массе химических элементов. При этом приоритет отдан датчику, идентифицирующему более ценный компонент, например, радиоактивные элементы. Штрековый конвейер транспортирует горную массу к конвейерному уклону (бремсбергу). На сопряжении штрека с конвейерным уклоном (бремсбергом) горная масса с ленты конвейера перегружается на ленточный конвейер магистральной выработки, которым выдается на поверхность и далее – на дневную поверхность.

При появлении в транспортируемой горной массе включений с повышенным содержанием радиоактивных элементов срабатывает соответствующий датчик-идентификатор; его сигнал посту-

пает в систему управления приводов плужкового сбрасывателя. С задержкой по времени, соответствующей скорости движения ленты конвейера и расстоянию транспортирования, плужковый сбрасыватель занимает крайнее нижнее положение и сбрасывает горную массу в одну сторону с ленты конвейера в перегрузочное устройство, откуда она через соответствующую течку поступает в вагонетки, замену которых осуществляет насыпщик известным способом. При обратном срабатывании датчика-идентификатора с соответствующей задержкой во времени осуществляется обратное же срабатывание исполнительного привода плужкового сбрасывателя.

При появлении в транспортируемой горной массе повышенного содержания благородных металлов срабатывает один из соответствующих датчиков-идентификаторов. Результатом его воздействия на систему управления плужковым сбрасывателем станет поворот плужка на 90 градусов и занятие им крайнего нижнего положения; горная масса будет сбрасываться в противоположную сторону от оси ленты конвейера и поступать в другой карман перегрузочного устройства. Насыпщик, извещенный о срабатывании датчика-идентификатора на благородные металлы, обеспечивает подачу на перегрузку порожних вагонеток.

Использованием датчиков-идентификаторов, установленных в начале транспортной цепочки горной массы, их ранжированием по приоритетам и включением в цепь управления приводами исполнительных механизмов достигается разделение



б)

Рис. 3. Технологическая схема селективной выемки: а – очистной забой (вид в плане); б – очистной забой (поперечное сечение);

1 – прослой угля с ценными элементами-прмесьями; 2 – секции механизированной крепи; 3 – опорные балки с буровым снарядам; 4 – рабочее пространство верхнего слоя; 5 – забойный конвейер; 6 – первый очистной комбайн; 7 – рабочее пространство нижнего слоя; 8 – забойный конвейер консольного типа; 9 – второй очистной комбайн; 10 – ползья секции крепи; 11 – ограждающий щит; 12 – отбойный щит; 13 – конвейерный штрек; 14 – вентиляционный штрек

горной массы на два, три и более транспортных потоков с повышенным содержанием тех или иных химических элементов, следовательно – раздельная выдача полезных ископаемых на дневную поверхность. При этом технология встроена в традиционный процесс комплексно механизированной добычи угля.

Достоинством данной технологии является то, что она не требует значительных дополнительных капитальных затрат на автоматизацию и позволяет в условиях подземного предприятия разделить транспортные потоки из одного забоя с выдачей двух и более потоков горной массы на поверхность без снижения нагрузки на очистной забой по углю.

Для случая [5], когда прослой угля с ценными химическими элементами расположен примерно посередине мощности пласта, предлагается вначале вынимать уголь выше прослоя, затем – уголь ниже прослоя, а сам прослой в последнюю очередь будет разрушаться под действием собственного веса (рис. 3). При этом отбитый уголь, расположенный выше прослоя, грузится на забойный конвейер, а ниже прослоя – на забойную ветвь конвейера консольного типа, по которым затем транспортируется до конвейерного штрека и далее по существующей транспортной цепочке выдается на поверхность. Прослой обрушается на тот же консольный конвейер, но на его завальную ветвь, и транспортируется на вентиляционный штрек и далее – на дневную поверхность средствами вспомогательного транспорта (см. рис. 3, а).

Оградительный щит секции крепи [6] (см. рис. 3, б) перекрывает рабочее пространство нижнего слоя, защищая его от проникновения пород прослоя, которые под действием веса могут разрушаться в пространстве между скважинами, а буровую мелочь, образующуюся при бурении скважин, направляют в завальную ветвь консольного конвейера.

После выемки первых полос угля в верхнем и нижнем слоях приступают к выемке следующих полос до тех пор, пока ширина межскважинного целика прослоя не превысит ширину оградительного щита. Тогда после очередного перемещения щита на ширину захвата исполнительного органа комбайна целик зависнет с завальной стороны, под действием собственного веса разрушится и упадет на завальную ветвь конвейера. Для повышения надежности обрушения пород прослоя на завальную ветвь консольного конвейера между ним и секцией крепи устанавливается отбойный щит.

Достоинствами технологической схемы являются:

- разделение двух потоков полезных ископаемых осуществляется непосредственно в очистном забое, потоки отбитого угля и более ценного прослоя направляются в противоположные стороны, что исключает возможность их перемешивания при выдаче на поверхность;

- саморазрушение межскважинных целиков прослоя не требует дополнительных затрат энергии;

- для транспортирования прослоя на дневную поверхность может быть использован вспомогательный транспорт – рельсовые пути в вентиляционном штреке.

Разделение потоков горной массы с различным вещественным составом позволит исключить разубоживание потоков с ценными химическими элементами при транспортировке на дневную поверхность, как при валовой, так и при селективной выемке.

При селективной выемке формирование раздельных транспортных потоков осуществляется непосредственно в очистном забое путем последовательной выемки слоев с различным вещественным составом, погрузки отбитой горной массы в различные транспортные средства и транспортирования ее до дневной поверхности без перемешивания.

В случае, когда ценные элементы рассеяны по всей мощности пласта и нет возможности установить визуально или инструментально границы слоев, применяют валовую выемку. При этом разделение потоков осуществляют не в очистном забое, а в пределах участкового транспорта методом магнитной или радиометрической детекции и последующей выдачей горной массы различного вещественного состава на дневную поверхность соответствующими средствами шахтного транспорта.

Разработанные технические решения по формированию раздельных транспортных потоков горной массы при подземной добыче угля направлены на осуществление комплексного освоения природных ресурсов Терсинского ГЭР. Они позволяют диверсифицировать угольную отрасль за счет добычи угля не только, как топлива и сырья коксохимического производства, но и сырья для извлечения ценных химических элементов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ по научному проекту № 13-05-98030 p_сибирь_a.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арбузов С. И. Редкие элементы в углях Кузнецкого бассейна / С. И. Арбузов [и др.]. – Кемерово: Комитет природных ресурсов по Кемеровской обл., 2000. – 248 с.
2. Анферов Б. А. Проблемы и перспективы комплексного освоения угольных месторождений Кузбасса / Б. А. Анферов, Л. В. Кузнецова. – Кемерово: Институт угля и углехимии СО РАН, 2009. – 242 с.

3. Пат. 2291300 Российской Федерации, МПК E21C 41/16. Способ селективной выемки пластовых месторождений / Анферов Б. А., Станкус В. М., Нифантов Б. Ф., Кузнецова Л.В.; заявитель патентообладатель ИУУ СО РАН. № 2005115366; заявл. 20.05.2005; опубл. 10.01.2007, бюл. № 1, 5 с.

4. Пат. 2392433 Российской Федерации, МПК E21C 41/18, E21C 41/00. Способ селективной выемки угольного пласта / Нифантов Б. Ф., Анферов Б. А., Кузнецова Л.В.; заявитель патентообладатель ИУУ СО РАН. № 2009116307; заявл. 28.04.2009; опубл. 20.06.2010, бюл. № 17, 6 с.

5. Пат. 2312988 Российской Федерации, МПК E21C 41/18. Способ селективной выемки пологого угольного пласта / Анферов Б. А., Нифантов Б. Ф., Кузнецова Л.В.; заявитель патентообладатель ИУУ СО РАН. № 2006110469; заявл. 31.03.2006; опубл. 20.12.2007, бюл. № 35, 6 с.

6. Пат. 2246007 Российской Федерации, МПК E21D 23/00. Секция крепи очистного забоя мощного крутонаклонного угольного пласта / Анферов Б. А., Станкус В. М., Кузнецова Л.В.; заявитель патентообладатель ИУУ СО РАН. № 2003132182; заявл. 03.11.2003; опубл. 10.02.2005, бюл. № 4, 6 с.

□ Авторы статьи:

Анферов
Борис Алексеевич,
канд. техн. наук, ведущий научный
сотрудник лаборатории эффектив-
ных технологий разработки уголь-
ных месторождений Института угля
СО РАН.
Email: b.anferov@icc.kemsc.ru

Кузнецова
Людмила Васильевна,
канд. техн. наук, старший научный
сотрудник лаборатории эффектив-
ных технологий разработки уголь-
ных месторождений Института угля
СО РАН.
Email: lvk@icc.kemsc.ru