

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

УДК 622.271.3

Г.Е. Ивершина

ОТКРЫТО-ПОДЗЕМНАЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЯ ОСВОЕНИЯ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ КГРП

Открытый способ разработки месторождений полезных ископаемых является наиболее безопасен и экономичен среди традиционных горнодобывающих технологий, что обуславливает его широкое применение в угольной промышленности. Но открытая добыча ограничивается, в частности, глубиной карьера, определение которой осуществляется из сравнения граничного и текущего коэффициентов вскрыши. Открытые горные работы normally развиваются во всех направлениях, пока текущий коэффициент не достигнет граничного, после чего разработка становится нерентабельной. Это приводит к росту себестоимости угледобычи, что свидетельствует о неполном использовании возможностей и достоинств открытых горных работ.

Добыча угля на разрезах Кузбасса связана со значительными его потерями в недрах, которые в пределах разработки открытым способом, переходят в разряд забалансовых. Эту проблему до сих пор решали только подземной добычей. Сегодня появилась новая технология – выбуривание пластов с использованием комплексов глубокой разработки пластов (КГРП), известных на Западе как комплексы SHM (Superior Highwall Miners).

Разработки таких комплексов существуют у фирм JOY, Addcar, SHM (США), Dieseco (Нидерланды), Salem Tool Inc., BryDet, CET, CSIRO (Австралия), Mining Technology. Сопоставительный анализ этих комплексов показал, что для усло-

вий российских угольных месторождений, в частности для Кузбасса, наиболее приемлемы комплексы SHM (Superior Highwall Miners). Название Highwall переводится как «высокая стена», что соответствует поверхности борта уступа большой высоты со стороны отработанной ранее части карьера. Извлечение угля при системе Highwall осуществляют с уступа карьера с применением машин с одинарным шнеком, сдвоенными (парными) шнеками или машиной Continious Highwall Miner (CHM). Шнекобуровые машины могут применяться для пологопадающих пластов (или горизонтально залегающих) или могут быть переоборудованы для наклона до 20° (с помощью рукояти). Кабина машиниста приспособлена для 2 человек. Непосредственно из кабины можно управлять всеми операциями, включая добавление или удаление шнеков в процессе бурения или шнекобуровой выемки [1].

Технология добычи угля комплексами КГРП, по существу, является разновидностью подземной камерно-столбовой системы разработки. В отличие от традиционных подходов она требует предварительной подготовки фронта работ путем вскрытия пласта траншеей. Фактически открытые горные работы обеспечивают доступ к угольным пластам исполнительного органа выемочной техники, осуществляющего подземную выемку угля. При этом пульт управления, силовые агрегаты, гидравлика и другие механизмы комплекса КГРП

остаются на поверхности. При использовании традиционной камерно-столбовой системы процесс выемки угля осуществляется в две стадии: проведение камер по пласту от транспортного к вентиляционному штреку и частичное извлечение межкамерных целиков короткими заходками. В этом случае в очистных выработках давление горных пород воспринимается не призабойной крепью, а массивом пласта и оставляемыми целиками угля. В результате исключается необходимость в применении дорогостоящей специальной крепи для управления горным давлением. Кровлю в камерах закрепляют, как правило, анкерами, а в заходках при частичном извлечении целиков ее не крепят. Длина камер составляет 30-50 м, ширина от 4 до 6 м, ширина частично извлекаемых целиков - 4-5 м. Потери угля достигают 35-45 % [2].

Как указывалось выше, камерно-столбовой метод получил наибольшее распространение в США, где с его применением осуществляется до 30 % подземной добычи угля, а также в Канаде и Австралии в основном на пологих пластах малой и средней мощности. При комплексной механизации горных работ длина камер достигает 100 -150 м, ширина - до 5-6 м; ширина междукамерных целиков - до 15-18 м. Выемочные участки разделяют неизвлекаемыми барьерными целиками. В благоприятных условиях (отсутствие тектонических нарушений, пологое залегание, средняя мощность пластов угля и т.д.) камерно-столбовая сис-

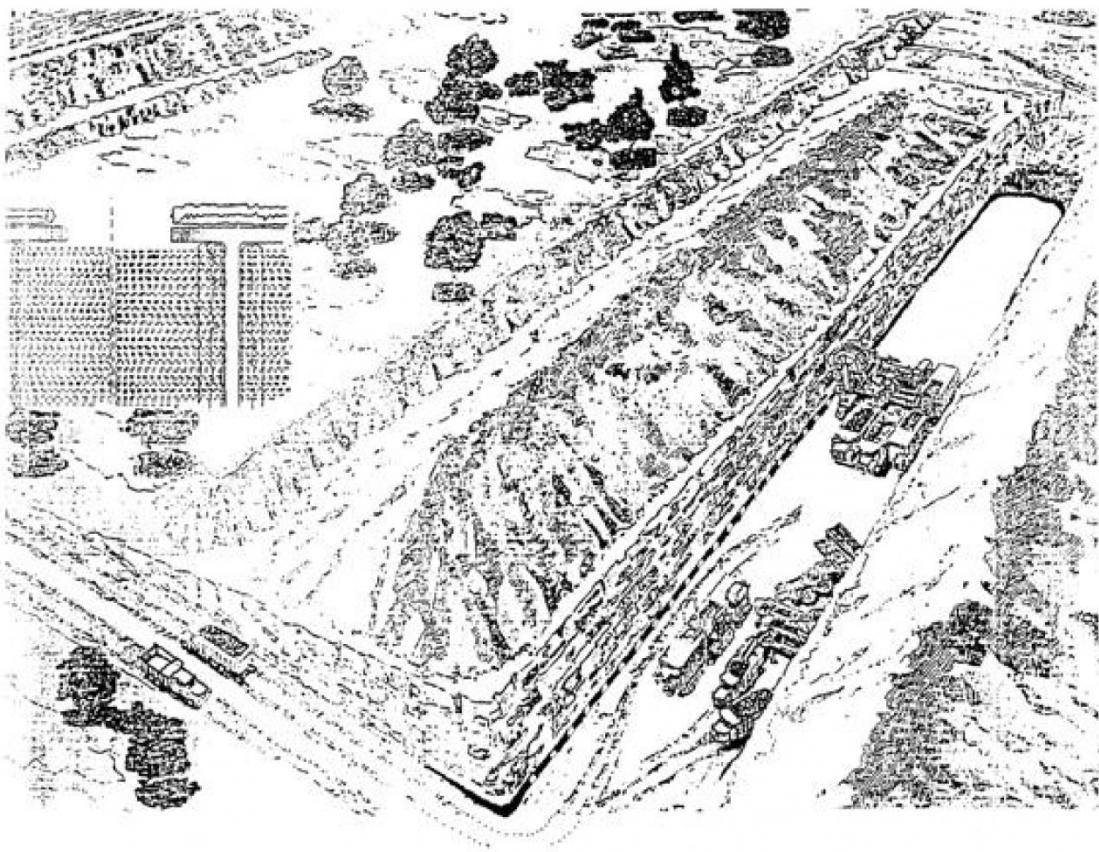


Рис.1. Вскрытие и подготовка разрезной траншеей угольного пласта для КГРП (технология КГРП)

тема разработки обеспечивает интенсивное извлечение запасов при высоких технико-экономических показателях: нагрузка на очистной забой до 1500-2000 т в сутки, производительность труда рабочего по участку до 35-60 т/сут (при среднестатистической - 10 -12т/ сут) [2].

Таким образом, к достоинствам технологических схем комплексных камерно-столбовых систем разработки относят:

- высокую нагрузку на забой;
- возможность полной механизации очистных работ с использованием мощного самоходного оборудования;
- относительно низкую себестоимость добычи угля.

Недостатки связаны с высокими потерями угля в целиках и отсутствием надлежащего пропаривания при широком фронте развития очистных работ [2].

В зависимости от модуля применяемой режущей головки комплекс КГРП позволяет отрабатывать угольные пласты

мощностью от 1 до 5 м. Режущая головка комплекса врезается в пласт на глубину до 300м [2]. При разработке пологих пластов (рис.1, 2) рабочая площадка будет представлять собой горизонтальную или наклонную площадку, ориентированную по простирианию пласта (до 15-25°) и развернутую относительно его простириания в зависимости от угла падения. При разработке крутопадающих пластов (рис.3) рабочая площадка представляет собой наклонную берму, расположенную вдоль простириания пласта, ориентированную по нормали к нему (при угле залегания пласта 75° поперечный уклон составляет 15°) [2].

Отбойка угля осуществляется специально адаптированным электроприводным комбайном «JOY» 14CM10 или 14CM15 с диаметром режущего барабана 0.76-1.12 м и шириной по фронту 3.20-3.51м, который подается в угольный пласт до максимальной глубины 300м

[2].

Цикл резания электрического комбайна контролируется оператором комплекса и в основном состоит из операций по углублению (врубу) и скальванию (подъёму и опусканию стрелы комбайна в диапазоне мощности пласта). На протяжении цикла режущая головка комбайна постепенно заглубляется в угольный пласт на длину секции, при этом происходит автоматическое отключение режущей головки, и цилиндры толкателя втягивают головку обратно к комбайну. В это время гидравлически управляемый механический «стол» автоматически вставляет коробчатую транспортно-толкающую секцию в центральной части комплекса между толкателем и комбайном. Внутри секции на всей её длине установлены два шнека, которые при перемещении толкателя вперед соединяются со шнеками предыдущей секции [2].

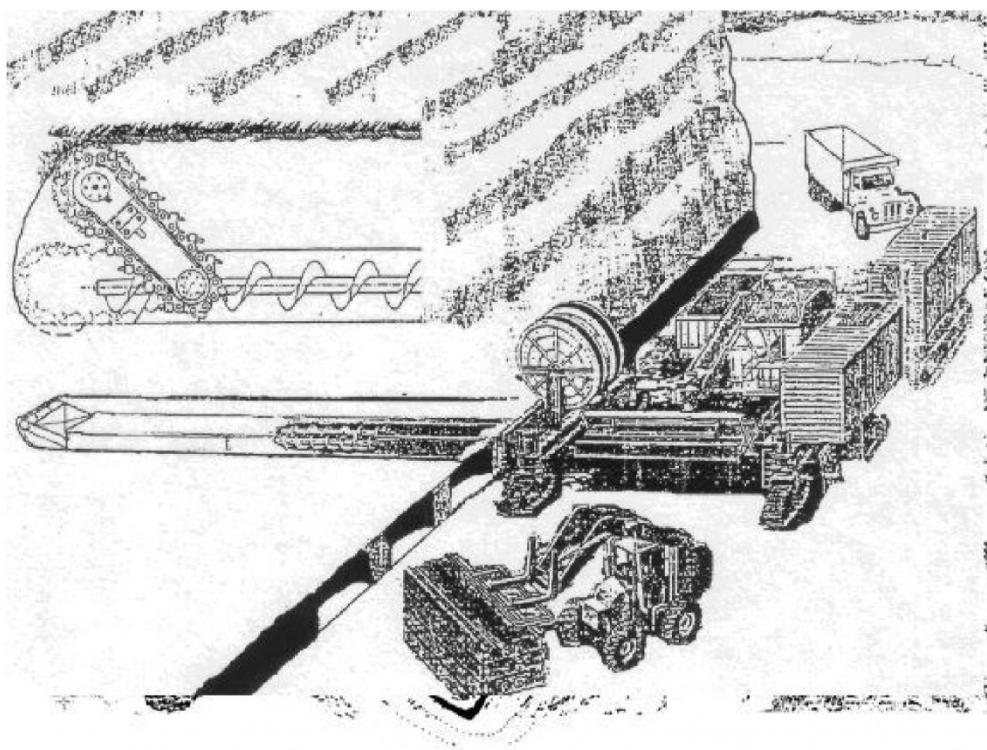


Рис.2. Комплекс глубокой разработки пластов (технология Highwall)

По мере достижения максимально возможной глубины начинается обратный процесс – цепочка секций и сам комбайн вытягиваются из выработки. В результате проведения заходки образуется выработка четырехугольного сечения. Между каждой выработкой оставляются целики шириной 20-25% от ширины заходки. Производительность комплекса достигает 150 тыс. т. угля в месяц [2].

Таким образом, несмотря на некоторые потери угля в целиках между последовательными заходками, комплекс КГРП позволяет экономически эффективно и с высокой производительностью извлекать до 75-80% [2] угля с максимальным сохранением его природного качества. Особенное значение имеет перспектива применения этой технологии для доработки запасов угля на разрезах, где горные работы прекращены в связи с ростом текущего коэффициента вскрыши и его приближением к граничному значению [2].

Область применения открытого способа угледобычи, как

правило, ограничена минимальной мощностью разрабатываемых пластов 2-2.5 м и максимальной глубиной их залегания 200-250 м. Угольные пласти, имеющие выход на поверхность и характеризующиеся высоким темпом роста коэффициента вскрыши по мере развития фронта горных работ, а также пласти малой мощности, требующие селективной выемки, наиболее эффективно могут быть отработаны с использованием технологии глубокой разработки пластов [3].

Технология глубокой разработки пластов может также применяться в сочетании с открытым способом добычи для доработки запасов угля, остающихся в бортах разреза после достижения ими граничного контура ведения открытых горных работ [3].

Рост производительности КГРП на 1 % приводит к снижению себестоимости 1 т угля на 2 - 2.5 %. В результате при увеличении длины выработок на 100 м затраты на добычу 1 т угля снижаются на 30-35 % [3].

КГРП по существу являются

шнекобуровыми машинами, которые включают разные модели в зависимости от количества шнеков.

Выбор большинства соответствующих конфигураций для шнеков с малым диаметром зависит от пласта и пород кровли. Где породы кровли слабые, лучше использовать машины с одним шнеком, а конструкции с двумя- тремя шнеками больше подходят к более крепким кровлям [4].

Машины созданы для более эффективного извлечения полезного ископаемого. Так, одиношнековая машина, используемая угледобывающей компанией в Британии, бурит 20-22 дюймовые (508-558 мм) скважины, достигая извлечения ≈ 50 % местных запасов, которые иначе были бы потерями полезного ископаемого, извлекаемого из отдельных пластов при открытой разработке. Машина применяется при бурении скважин на глубину 92 м. Вес машины ≈ 22т [4].

Одна из модификаций таких комбайнов включает лазерный кольцевой гироскоп, вмонтиро-

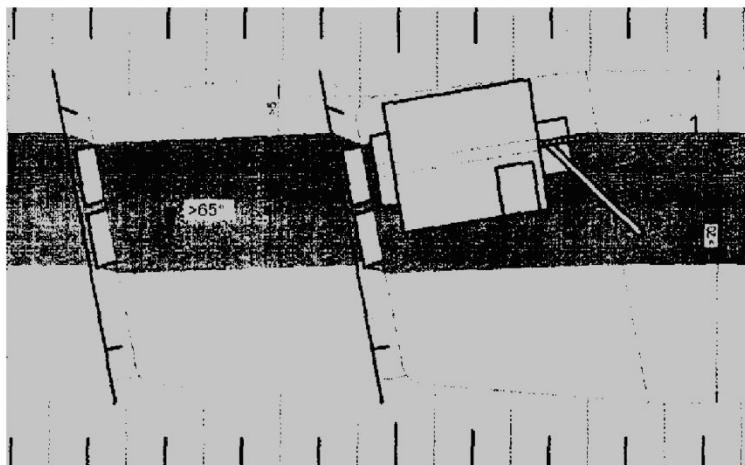


Рис. 3. Схема работы КГРП на крутых пластах.

ванный в режущую головку, отвечающую за механизм гидравлического управления со стороны задней части головки. Эта система включает естеств-



Рис.4. Схема очередности отработки карьерного поля с выделением технологических частей

венный гамма-детектор, который уточняет размещение режущей головки в пласте, а также информацию, выводимую на монитор в кабину машиниста. Эффективное внедрение в пласт может быть достигнуто механически посредством применения подрезающих буровых коронок на задней части режущей головки, которая через противодействие силе тяги на режущий край помогает размещать её в пределах пласта оптимально[4].

Универсальность шнекобуревой выемки проявляется также в бурении ряда скважин под и над породным прослойком в пласте.

Анализ ряда источников показал, что применение КГРП наиболее эффективно для технологии, предложенной П.П. Меньшонком [5] для открытой разработки пологопадающих и наклонных угольных месторождений. Система разработки -

комбинированная: продольно-поперечная с перевалкой и транспортированием вскрыши как при циклической, так и при поточной технологии; производственная мощность карьера в зависимости от угленасыщенности свит пластов – 3.5-10 млн. т [5].

Месторождение отрабатывается в две очереди (рис.4): первоначально до определенных промежуточного и конечного контуров – части «А» и «В» карьерного поля – по продольной системе разработки с приконтурными постоянными и временными отвалами, а затем в конечных контурах – часть С – по поперечной системе при выделении подэтапов по длине карьера (наклонные) или по диагональной системе (пологопадающие) с внутренним отвалообразованием.

Граница между очередями разработки оптимизируется по критерию паритета текущих (годовых) затрат для направлений подвигания фронта горных

работ вкрест простирания и по простирианию пластов.

При данной технологии обеспечивается работа карьеров с возрастающее - усредненным коэффициентом вскрыши; сокращается дальность транспортирования в среднем в 2.5-3 раза [5]; увеличиваются объемы внутреннего отвалообразования в 1.5 раза и более; в целом обеспечивается наибольшее соответствие оборудования горногеологическим условиям месторождения. Эколого-экономическими преимуществами являются:

- уменьшение землеемкости разрезов в 1.6-1.8 раза [5];
- сокращение числа подвижных источников загрязнений в среднем в 2.5-3 раза;
- улучшение показателей недросбережения и раздельной выемки сложнозалегающих углей;
- применение научно-обоснованных схем комплексной рекультивации территорий с восстановлением хозяйственных и рекреационных функций.

Открытые горные работы с применением комплекса КГРП, выполняемые на дневной поверхности, исключают необходимость проветривания очистных выработок, так как система предусматривает безлюдную технологию выемки угля, способствуют значительному снижению горного давления (глубина от поверхности 10-60 м), сокращению потерь угля (ширина барьера целика в среднем 1-2 м).

Комплексы КГРП произ-

Разрез по А-А

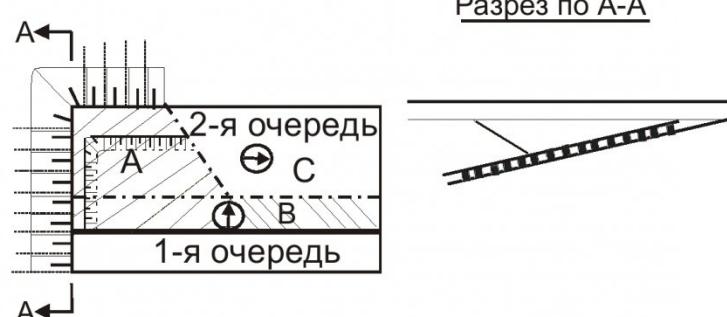


Рис.5. Технология отработки карьерного поля с применением КГРП

водства фирмы SHM являются полностью автономной, высокопроизводительной, безопасной и экономичной системой угледобычи, позволяющей осуществлять полностью механизированную безлюдную подземную разработку угольных пластов, исключающей присутствие людей в очистном забое. Комплекс КГРП устанавливается на рабочей площадке, которая формируется в процессе извлечения вскрышных пород и угля по контуру блока, подготовляемого к разработке с использованием данной системы (рис.5).

При подготовке к работе комплекс КГРП, передвигающийся на четырех гидравличес-

ски управляемых гусеничных тележках, устанавливается относительно линии забоя, вскрытого с помощью траншей или полутраншей, в диапазоне от -28 до +28° к нормали.

Таким образом, одним из ключевых факторов целесообразности применения рассматриваемой технологии угледобычи является уровень потерь полезного ископаемого. При применении способа выбуривания пластов объем потерь во многом определяется параметрами опорных целиков, зависящих, в свою очередь, от горно-геологических условий залегания пластов, а также от прочностных параметров угля и вмещающих пород. Варьируя пара-

метрами целиков в пределах установленных границ можно оптимизировать уровень потерь с позиций обеспечения эффективного применения комплексов КГРП [6].

Комплексы КГРП отрабатывают забалансовые запасы угля, которые не могут быть извлечены из недр традиционными способами. Таким образом, само значение термина «потери полезного ископаемого» теряет свое значение, поскольку весь извлекаемый уголь приходится на ранее «потерянные» запасы, и любой объем его извлечения из недр представляет собой сокращение уже имеющихся потерь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Применение системы Highwall для выемки угля с уступа разреза (краткий обзор состояния работ в США и Австралии) //Открытые горные работы. №2. 2000. С.54-56.
2. Нецевтаев А.Г., Репин Л.Н., Соколовский А.В. Технология добычи угля с применением комплексов глубокой разработки пластов. //Уголь. Ноябрь 2004. С.41-43.
3. Нецевтаев А.Г., Репин Л.Н., Соколовский А.В., Юткин А.В. Технология глубокой разработки угольных пластов: анализ опыта внедрения на разрезе «Распадский». //Уголь. Февраль 2005. С.9-10.
4. Walker S. Highwall miners keep the coal flowing. //World coal. December 2001 volume 10. № 12. P. 20-26.
5. Кузнецов В.И., Меньшинок П.П. Технология разработки месторождений с изменением направления подвигания фронта горных работ. // Уголь. 1997. №12. С.31-36.
6. Нецевтаев А.Г., Репин Л.Н., Соколовский А.В., Юткин А.В. Первый российский опыт применения технологии глубокой разработки угольных пластов: устойчивость массива и потери угля в недрах. // Уголь. Декабрь 2004. С.10-12.

УДК 622.271.3

Г.Е. Ивершина

ЭКОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОТКРЫТОЙ УГЛЕДОБЫЧИ

Загрязнение окружающей среды угольными разрезами происходит по следующим главным направлениям: загрязнение воздушного бассейна (выброс пыли, газа), нарушение земной поверхности (изменение рельефа и ландшафта в результате ведения открытых горных работ), сброс и сбор карьерных и дренажных вод.

Одной из основных задач, стоящих перед горнодобывающей промышленностью, является комплексное и рациональное использование месторождений, предусматривающее наиболее полное извлечение полезных ископаемых из недр. Благоприятных к открытой угледобыче месторождений с простыми горно-геологическими условиями постепенно становится все меньше, что обуславливает вовлечение в отработку бедных, с более сложными условиями залегания залежей. На пла-

сты мощностью менее 1 м приходится более 50% площадей и 30 % запасов полезного ископаемого. В ряде случаев ведется отработка свит тонких и сверхтонких сложноструктурных угольных пластов при достаточно большой мощности покрывающих пород. Экономичность отработки достигается за счет внутреннего отвалообразования с использованием автотранспорта и экскавационного оборудования нового поколения, которое позволяет полностью исключить затраты на буро-взрывные работы.

Современное состояние технологии открытой угледобычи на месторождениях с пологим и наклонным залеганием пластов (типа Южного Кузбасса) характеризуется применением систем разработки продольными заходками с подвиганием фронта работ вкrest простирации пластов при