

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

УДК 622.272

Б. А. Анферов, Л. В. Кузнецова

ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ КОМПЛЕКСНО-МЕХАНИЗИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКИ КРУТОНАКЛОННЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

В Кузнецком угольном бассейне в 2006 г. добыто более 174 млн.т угля различных марок, в том числе 56 млн.т коксующегося, что составило 80 % от общероссийской добычи. Балансовые запасы коксующихся углей в Кузбассе до глубины 600 м составляют 68,4 млрд.т (на 01.01.2004 г.). Балансовые запасы горных отводов действующих предприятий категорий А+В+C₁ оцениваются в 10,7 млрд.т. Из них особо ценных марок (ГЖ, Ж, КЖ, К и ОС) – 2,5 млрд.т, которые предназначены только для подземной добычи [1].

Однако промышленные запасы коксующихся углей (на 01.01.2005 г.) [2] составляют 3,7 млрд.т, в том числе особо ценных марок – 1,6 млрд.т. Так как только эти запасы возможно эффективно разрабатывать существующими технологиями в сложившихся экономических условиях. Таким образом, 66 % балансовых запасов коксующихся углей действующих

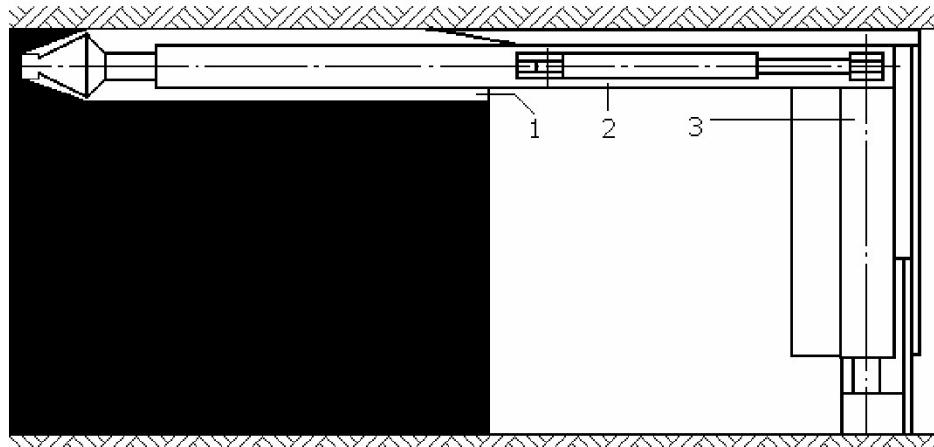
предприятий признаются сегодня неперспективными для разработки, не смотря на то, что промышленность России испытывает их дефицит. К неблагоприятным запасам относят, в том числе, и крутонаклонные угольные пласти технологичные по мощности.

Сложившиеся основные технологические тенденции развития угледобывающей отрасли России и мира предусматривают первоочередное извлечение запасов угля, залегающих в наиболее благоприятных горно-геологических условиях, пригодных для комплексной механизации. Однако количество таких запасов ограничено, особенно ценных коксующихся углей.

Так, например в Ерунаковском геолого-экономическом районе (ГЭР) ведется выборочная отработка локальных участков пологих угольных пластов марки Ж и ГЖ, пригодных для комплексной механизации. Разведанные запасы, дислоциро-

ванные в других горно-геологических условиях, в том числе в крутонаклонных пластах, на полях шахт «Ильинская», «Ускатская», «Ульяновская», «Казанковская» и «Жерновская» признаны не технологичными.

В случае появления эффективной технологии добычи из крутонаклонных пластов будет возможен рост технологичных запасов коксующихся углей, как за счет действующих производственных мощностей (около 1 млрд.т балансовых запасов), так и за счет строительства новых шахт на перспективных площадях, например в Анжерском ГЭР (восточное крыло Анжерской синклиналии на севере района), Байдаевском (западное крыло Байдаевской брахисинклиналии и западное крыло Антоновской синклиналии), Бачатском (южная часть Главной синклиналии), Беловском (юго-западное и северо-восточное крыло Чергинской брахисинклиналии), Кемеровском (запад-



Rис. 1. Схема расположения крепи в забое

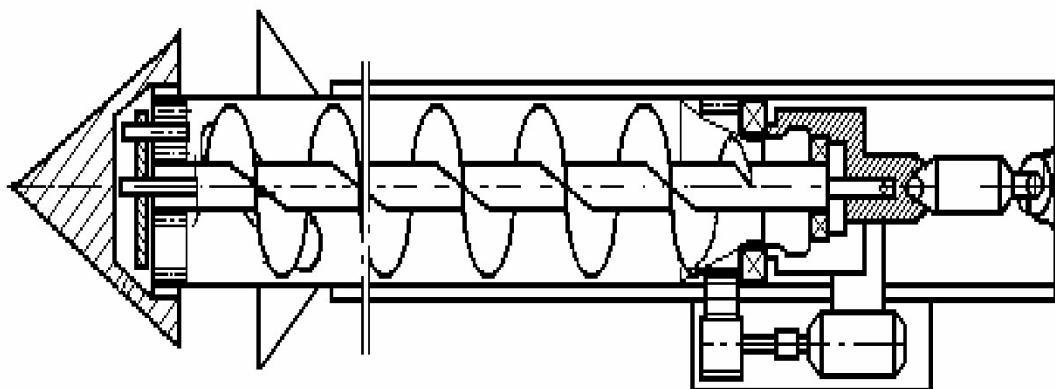


Рис. 2. Схема устройства бурового снаряда

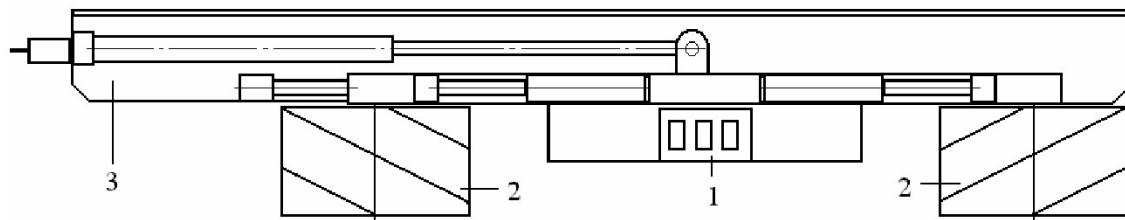


Рис. 3. Схема компоновки очистного комбайна для крутонаклонных пластов

ное крыло Кемеровской синклиниали), Ленинском (Тамбовское и Каменское месторождения), Осиновском, Ускатском и Терсинском геолого-экономических районах.

Зарубежного положительного опыта разработки крутонаклонных угольных пластов нет, а отечественный опыт сорока летней давности морально устарел и неприемлем в существующих экономических условиях. В Институте угля и углехимии СО РАН ведутся самостоятельные теоретические и экспериментальные исследования по эффективной разработке таких пластов.

Диапазон крутонаклонных пластов включает пластины, залегающие под углом от 35 до 55 градусов к горизонту. Эти пластины не удается эффективно разрабатывать традиционными средствами комплексной механизации, хорошо зарекомендовавшими себя при разработке пологих пластов, в частности по системе разработки «Длинные столбы по простирианию». Одной из причин этому является нерегламентированное сползание секций механизированной крепи по линии падения пласта

во время передвижки. При разработке этих пластов по щитовой системе, успешно применявшейся при разработке крутых угольных пластов, возрастает сложность управления щитом по линии падения, вследствие чего резко повышается аварийность очистного забоя. Более того, в границах этого диапазона находится предельный угол осуществления самотечного транспорта отбитого угля по почве выработки; при углах менее 45 градусов приходится принимать специальные меры для организации транспорта отбитого угля по линии падения.

Подземная разработка крутонаклонных угольных пластов в настоящее время ведется только в Прокопьевско-Киселевском ГЭР Кузбасса с применением буровзрывных работ, что, с одной стороны, само по себе повышает опасность ведения горных работ, а с другой – является мало эффективным. Среднесуточная нагрузка на очистной забой составляет не более 300 т. Эти технологии применяются только для добычи дефицитных коксующихся углей, несмотря на

убыточность.

В связи с чем, назрела необходимость решения актуальной задачи – комплексной механизации основных операций при выемке угля из крутонаклонных пластов с обеспечением нагрузки на очистной забой не менее 2000 т/сут. с наиболее полным использованием положительных свойств крутонаклонного залегания и минимизацией отрицательных.

Успешное развитие средств комплексной механизации для разработки пологих угольных пластов по системе «Длинные столбы по простирианию» и достигнутые при этом производственные результаты вызвали желание использовать этот опыт при разработке крутых и крутонаклонных угольных пластов. Однако механический перенос средств комплексной механизации с пластов полого залегания на крутонаклонные пластины оказался до настоящего времени несостоятельным. При прочих равных условиях при разработке крутонаклонных пластов повысились металлоемкость и энергоемкость очистной добычи, резко снизилась нагрузка на очистной забой, а, значит, и

эффективность разработки.

Для снижения влияния угла падения на работу оборудования разработано много различных средств компенсации сползания оборудования или удержания его на месте. Низкая эффективность этих мероприятий доказана практикой работы шахт, разрабатывающих крутые и крутонаклонные угольные пласти.

Новизна предлагаемого подхода решения поставленной задачи заключается в том, что за счет использования угольного массива для удержания секций крепи особой конструкции от сползания по линии падения пласта появляется возможность комплексной механизации выемки угля по системе разработки «Длинные столбы по простираннию».

Замысел состоит в том, что использование угольного массива для удержания крепи от сползания осуществляется путем бурения скважины 1 в массиве (рис. 1), в которую затем вводят опорную балку 2, являющуюся составной частью секции крепи 3 [3]. При снятии распора с секции крепи и ее передвижке сползание крепи по падению пласта ограничено упругими деформациями опорной балки, а направление движения – траекторией скважины.

Для бурения скважины в угольном массиве разработана конструкция бурового снаряда [4], заключенного во внутренней полости опорной балки коробчатого сечения (рис. 2), у которого орган, транспортирующий буровую мелочь, расположен внутри трубы, жестко связанной с режущим инструментом.

Анализ средств механизации отбойки угля – комбайнов показал, что существующие, т.е. серийные комбайны конца прошлого столетия, морально устарели и не могут применяться в нынешних условиях. Необходимо, чтобы комбайн обладал высокой производительностью, мог отбивать уголь как прямым,

так и обратным ходом. Такими характеристиками обладают очистные комбайны для пологих пластов – задача в том, чтобы адаптировать их для работы на крутонаклонных пластах.

С этой целью нами разработана компоновка очистного комбайна для крутонаклонных пластов [5] (рис. 3).

У этого комбайна, как и у всех комбайнов для крутых пластов, корпус 1 находится в пространстве между режущими органами – шнеками 2, поэтому передний шнек всегда отбивает уголь у почвы пласта, а задний – у его кровли. Корпус комбайна телескопически, т. е. с возможностью перемещения вдоль оси, крепится к направляющей балке 3, выполненной в форме длинной лыжи. Балка удерживается от сползания по падению пласта посредством каната лебедкой, установленной на вентиляционном штреке. За счет такой балки комбайн способен отбивать уголь, двигаясь как в прямом, так и обратном направлениях. Его преимущества особенно проявляются при работе в очистном забое, слабо наклоненном в сторону массива. При этом комбайн смещают в нижнюю часть балки при движении комбайна вверх и в верхнюю часть – при движении в обратном направлении. Консоль балки, опережающая корпус комбайна, препятствует зарыванию исполнительных органов в

угольный массив сверх паспортной глубины захвата.

Бурение скважин в угольный массив возможно не только у границы пласта с породами кровли, но и почвы, а также по средней линии мощности пласта. Нами были рассмотрены различные варианты компоновки секции крепи с буровым снарядом для определения наиболее выгодного, с точки зрения устойчивости секции во время передвижки, и разработаны различные технические решения для их использования.

С целью повышения устойчивости скважин разработана секция крепи, состоящая из двух полусекций 1, связанных между собой одной опорной балкой 2 с буровым снарядом 3 [6] (рис. 4). Ее отличительной особенностью является увеличенное расстояние между скважинами и расположение опорной балки примерно посередине мощности пласта.

Полусекции данной крепи передвигаются по очереди – сначала нижняя, затем верхняя (по линии падения пласта). При этом опорная балка удерживает полусекцию от сползания по линии падения, а саму опорную балку удерживают с одной стороны угольный массив, а с другой – одна из полусекций.

Использование этой крепи позволит организовать отработку угольных пластов верхней границы диапазона средней

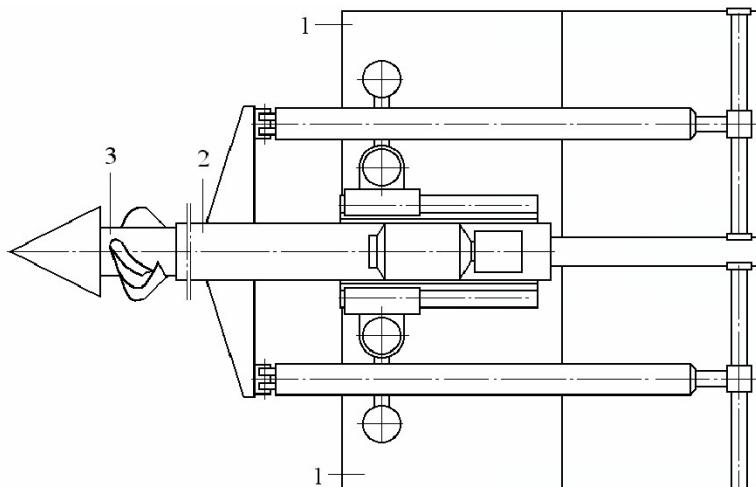


Рис. 4. Схема компоновки полусекционной крепи

мощности и нижней – диапазона мощных пластов. При этом в очистном забое предусмотрена работа двух очистных комбайнов по очереди – выше линии опорных балок и ниже нее, т.е. в два сближенных уступа. Предполагаемая нагрузка на очистной забой может составить более 2 тыс. т/сут.

Как известно, крутонаклонные пласти характеризуются повышенной нарушенностью по сравнению с пологими. Это обстоятельство существенно ограничивает возможную протяженность выемочных полей и столбов. А при относительно коротких выемочных столбах резко возрастают затраты на монтажно-демонтажные работы, которые снижают рентабельность добычи угля из крутонаклонных пластов.

Для выемки полосами по падению крутонаклонных угольных пластов мощностью от 3,5 до 5,5 м предлагается использовать механизированную крепь с буровой опорной балкой 1, снабженную выемочно-транспортным органом 2, выполненным в виде горизонтального шнека (рис. 5).

Секции крепи связывают попарно домкратами передвижки (рис. 6). При этом количество секций (длина очистного забоя) может быть принято из условия обеспечения разбавления газовыделения, протяженности ненарушенного участка или из экономических соображений.

В исходном положении секции 1 установлены в линию, их опорные балки вставлены в скважины, секции распERTЫ между кровлей и почвой пласта. Выемка угля осуществляется следующим образом. Сначала включают в работу крайнюю секцию на фланге полосы, в непосредственной близости от углеспускного ската. Исполнительные органы этой секции зарубают в угольный массив, после чего верхний осуществляют отбойку угля выше опорной балки до кровли пласта, нижний

– от почвы до опорной балки. Затем исполнительные органы выемочных машин секций возвращают в нижнее положение, при этом осуществляют транспортирование отбитого угля вдоль забоя до углеспускного ската 2. После этого секцию крепи передвигают на шаг передвижки, равный величине подвигания очистного забоя, и снова распирают между кровлей и почвой пласта.

На следующем этапе включают в работу первую и вторую секции крепи, а затем и третью и т.д. При этом исполнительные органы вновь вводимых в работу секций доставляют отбитый уголь в зону действия уже работающих секций и т.д. до ската. По мере подвигания по падению пласта линия очистного забоя принимает уступную форму и располагается по диагонали выемочной полосы. Далее работа очистного забоя осуществляется

аналогично. При этом отбитый уголь по скату поступает на штрек 3, в котором установлен ленточный конвейер.

Особенностями данной технологической схемы являются:

- исключена необходимость в прямолинейности очистного забоя, наоборот, уступная форма забоя улучшает условия транспортирования отбитого угля, за счет частичного самотечного транспорта угля с одного уступа на другой;

- используемая выемочная машина в каждой секции крепи не требует постоянного присутствия людей в очистном забое; зарубка и отбойка угля могут быть автоматизированы существующими средствами автоматизации; человек же присутствует в пространстве очистного забоя только во время передвижки секций крепи;

- обособленность секций крепи друг от друга позволяет

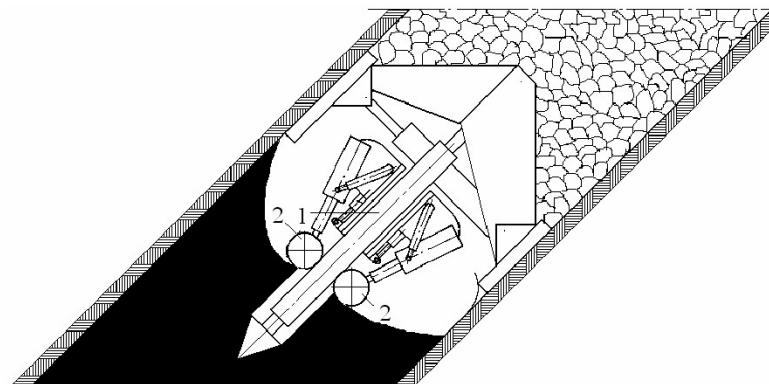


Рис. 5. Схема установки крепи по падению пласта

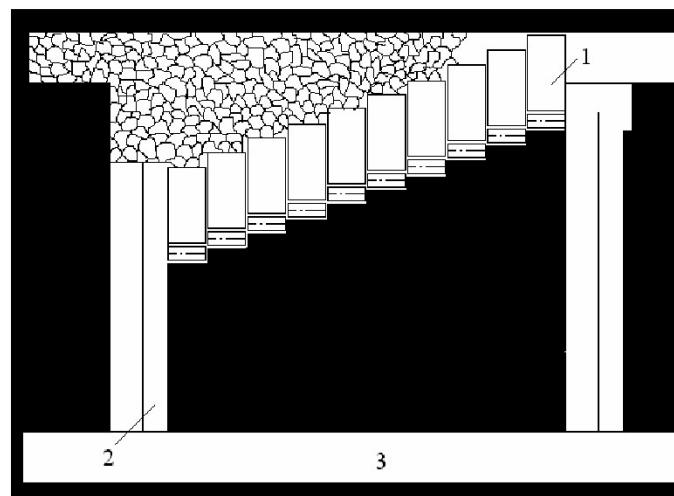


Рис. 6. Схема отработки полосы

набирать комплект оборудования любой длины в зависимости от горно-геологических условий, например, нарушенности пласта, т.е. позволяет вынимать запасы между нарушениями;

– поскольку выемочная полоса может быть отработана достаточно быстро, то основная трудоемкость технологического процесса приходится на монтажно-демонтажные работы, которые выполняются специализированными бригадами по монтажу и демонтажу горно-шахтного оборудования в зонах, сопряженных со штреками, включают однотипные, часто повторяющиеся операции и могут быть эффективно механизированы. Кроме того, секции крепи выходят на штрек для демонтажа не все сразу, а по одной, последовательно, не прерывая ведения очистных работ в зоне других секций;

– нет необходимости передвижения выемочной и транспортной машин по линии вдоль очистного забоя, что повышает надежность работы забоя;

– на стадии монтажа оборудования набирается нужное количество секций крепи по ширине выемочной полосы, в соответствии с протяженностью ненарушенной зоны, а это, в свою очередь, позволит наиболее полно извлекать запасы угля;

– за счет подъема уступов

очистного забоя от флангового ската к центру улучшаются условия проветривания очистного забоя за счет общешахтной депрессии, так как воздух движется все время вверх.

Аналогичная технологическая схема может быть использована при выемке пластов средней мощности, но при этом должна быть использована соответствующая агрегатированная крепь.

Отличительной особенностью технологической схемы разработки пласта средней мощности является то, что объем проведения подготовительных выработок может быть доведен до минимума, так как вентиляционный скат может быть сооружен сзади последней секции путем возведения крепи в выработанном пространстве.

Возможен и другой вариант реализации этой схемы – когда секции крепи последовательно монтируются и запускаются в работу по выемке угля в каждом цикле, увеличивая длину очистного забоя до тех пор, пока первая секция не выйдет на транспортный штрек. После выхода первой секции на транспортный штрек длина очистного забоя не будет увеличиваться, но не будет и сокращаться – секции, вышедшие на штрек могут быть снова смонтированы в верхней части выемочной полосы и запущены в работу. И только по-

сле отработки всего выемочного столба или его части, например, между геологическими нарушениями, проводят скат для проветривания очистного забоя и организации запасного выхода из него.

Во всех вариантах разработки угольного пласта полосами по падению расчетная суточная нагрузка на очистной забой – не менее 2 тыс. т/сут. Производительность труда рабочего по добыче – 100-130 т/смену. Учитывая высокие цены на коксующиеся угли, данная технология будет высокорентабельной.

Представленные технические решения по совершенствованию технологий выемки крутонаклонных угольных пластов защищены патентами РФ, или по ним ведется работа по патентованию. Перспективным является не только патентование предложенной технологии, но и лицензирование, так как за рубежом (Индия, Китай и др.) имеются месторождения углей с аналогичными горно-геологическими условиями, но не разрабатывающиеся из-за отсутствия эффективной технологии.

Для внедрения технологии в производство на данном этапе необходимо за счет средств заинтересованного инвестора выполнить опытно-конструкторские и опытно-технологические работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Угольная база России. Угольные бассейны и месторождения Западной Сибири.– М.: ООО «ГеоИнформцентр», 2003. Т. II. 604 с.
2. Угольная промышленность РФ в 2004 году. –М.: «Росинформуголь», 2005. Т. 2. 184 с.
3. Анферов Б. А., Станкус В. М., Кузнецова Л. В. Крепь для поддержания очистного забоя крутонаклонного угольного пласта. Патент РФ № 2231646. Опубл. 27.06.2004, Бюл. № 18.
4. Анферов Б. А., Станкус В. М., Кузнецова Л. В. Крепь очистного забоя мощного крутого угольного пласта. Патент РФ № 2212541. Опубл. 20.09. 2004, Бюл. № 26.
5. Анферов Б. А., Станкус В. М., Кузнецова Л. В. Узкозахватный комбайн для выемки угля из крутонаклонных пластов. Патент РФ № 2235202. Опубл. 27.08.2004, Бюл. № 24.
6. Анферов Б. А., Станкус В. М., Кузнецова Л. В. Секция крепи очистного забоя мощного крутонаклонного угольного пласта. Патент РФ № 2250375. Опубл. 20.04.2005, Бюл. № 11.

□ Авторы статьи:

Анферов
Борис Алексеевич
канд. техн. наук, доц. каф. стацио-
нарных и транспортных машин

Кузнецова
Людмила Васильевна
ст. научн. сотр. Института угля
и углехимии СО РАН