

ОПЫТ ОТРАБОТКИ КРУТЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Аннотация. Рассмотрены распространенные системы обработки, применяемые на крутонаклонных и крутых по падению пластах и в большинстве случаев используемые для добычи угля в Кузбассе. Накопление опыта разработки угольных пластов в разных условиях привело к совершенствованию системы их разработки. На пологих и наклонных пластах малой и средней мощности получили распространение столбовые системы разработки, которые позволили по сравнению с камерными значительно сократить потери угля. При разработке пологих и наклонных пластов использовались комбинированные камерно-столбовые системы. В XXI в. появились новые современные высокопроизводительные очистные механизированные комплексы для обработки угольных пластов пологого залегания, что позволило осуществлять добычу угля без значительных потерь в недрах. Обработка пластов крутонаклонного и крутого падения подземным способом в современных условиях сопряжена с высокой трудозатратностью и низкой производительностью. Также обработка пластов крутонаклонного и крутого падения обуславливается сложностью эксплуатации и необходимостью постоянного присутствия людей в забое для выполнения сложных технологических операций и управления горным давлением, что, безусловно, является травмоопасным и отрицательно сказывается на безопасности производства. В настоящее время постоянное совершенствование техники (прежде всего, в части безопасности и надежности) и технологии добычи угля — необходимое условие успешного развития угольной отрасли.

Ключевые слова: крутонаклонные пласты, крутые по падению пласты, мощные пласты, системы обработки, технологические схемы, очистные работы.

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-11-0-18-38

Введение

С начала послевоенного времени промышленность интенсивно восстанавливалась и развивалась, стремления СССР набрать экономическое влияние и окрепнуть в короткие сроки порождало необходимость во всех видах ресурсов, в особенности энергетических. Безусловно, для интенсивного развития необходимо было задействовать все известные и доступные ресурсы, что повлияло на добычу угля подземным способом в больших объемах. Стремительно начали осваиваться залежи угля как пологого, наклонного, крутонаклонного, так и крутого падения пластов. Государственное финансирование позволяло вести добычу, не

смотря на ликвидность энергетического сырья, так как амортизация осуществлялась за счет стоимости конечных продуктов металлургии, машиностроения и т.д.

Сложные горно-геологические условия Прокопьевско-Киселевского района (рис. 1) и потребность в энергетическом ресурсе подталкивали к развитию методов добычи угля, порождая многочисленные вариации решения задач.

Общая характеристика геологии

Тектоника Прокопьевско-Киселевского района сложная и обусловлена серией субпараллельных взбросов с амплитудой смещения до 2000 м. Простираются сместители крупных нарушений и осей

складок идентичны простиранию угленосной толщи.

Наиболее крупные синклиналильные структуры (Нулевая, I, II, III), осложненные разрывными нарушениями, прослеживаются почти по всему району.

В юго-восточной части района установлены IV, V и VI синклинали. Все складки имеют узкую форму. Углы падения крыльев изменяются от 40 до 90°, а местами опрокинуты.

Синклиналильные складки разделены антиклинальными структурами: Промежуточная, II Тырганская, «В», «N».

Разрывная тектоника развита широко. Около 15 нарушений простираются на расстоянии до 10 км и более. Падение сместителей в основном на юго-запад под углом 70–80°, только сместитель взброса «М» погружается на северо-восток под углом 65–80°. Наиболее крупными являются взбросы: Тырганский, «М», «Р», Калзыгайский, Афонино-Киселевский.

Все крупные разрывные нарушения сопровождаются широкими (от 10 до 200 м) зонами дробления.

Кроме крупных дизъюнктивов отмечаются средне-мелкоамплитудные нарушения типа согласных, реже — несогласных взбросов. Еще реже отмечаются надвиги и сбросы. Углы падения сместителей в пределах 45–80° на юго-запад.

Угленосность неодинакова в стратиграфическом разрезе и по площади.

Острогская подсерия содержит лишь единичные маломощные невыдержанные прослои угля.

Нижнебалахонская, подсерия (верхняя ее часть) включает в себя устойчивые пласты рабочей мощности: Сложный, Надсложный и Пятилетка.

Наиболее угленосная верхнебалахонская подсерия. Максимум угленосности приурочен к ишановской и нижней части кемеровской свитам. В наиболее мощных угольных пластах распространены раздувы и пережимы, особенно

в крутом залегании. Иногда раздувы и пережимы сопряжены с мелкоамплитудными нарушениями.

Пликвативная и дизъюнктивная тектоника участка, как и всего Прокопьевско-Киселевского района, обязана своим происхождением тангенциальному давлению с юго-запада, со стороны жесткого массива Салаирского кряжа. Это давление вызвало появление всех форм пликативной складчатости в угольных отложениях балахонской серии, узкой полосой вытянутых вдоль Тырганской возвышенности. Угленосные отложения собраны в серию очень узких, вытянутых в северо-западном направлении синклиналильных и антиклинальных складок, разбитых множеством разрывных нарушений на мелкие тектонические блоки, надвинутые друг на друга с юго-запада на северо-восток. Давление со стороны Томь-Колыванской складчатой дуги считают причиной появления ряда крупных и множества мелких широтных поднятий, с которыми связаны поперечные перегибы осей складок и образование брахискладчатости.

Прокопьевско-Киселевский угленосный район расположен в пределах крупной, очень сложной брахисинклиналильной складки, осложненной складчатостью более высоких порядков и большим количеством разрывов.

Прокопьевско-Киселевский угленосный район расположен в юго-восточной части Кузнецкого бассейна, в пределах так называемой Присалаирской полосы. В структурном отложении этот район представляет собой крупную брахисинклиналинную складку, осложняющую западное крыло основной мульды Кузнецкого бассейна. На СЗ и ЮВ полоса продуктивных отложений района резко сужается за счет крупных антиклинальных поднятий, представляющих естественные границы Прокопьевско-Киселевского геолого-экономического района.

Сложноскладчатая структура с господствующим, почти меридианным, простиранием осей складок и крутыми, порой опрокинутыми крыльями, пораженными различными по форме, амплитуде и направленности разрывами сплошности наряду со сложной дизъюнктивной тектоникой характеризуют большую сложность и разнообразие типов нарушений Прокопьевско-Киселевского угленосного района.

Все пликативные структуры шахтного поля в той или иной степени поражаются нарушениями, представленными взбросами, сбросами и надвигами.

Разновидности систем отработки

С течением времени начал возникать вопрос наращивания производственных мощностей за счет технической и инженерной рационализации. Развилось и появилось широкое разнообразие техно-

логических схем добычи угля [1–3], таких как:

1. Подэтажная гидроотбойка (ПГО);
2. Щитовая система разработки (ЩО);
3. Система отработки длинными столбами по простиранию (ДСО);
4. Система отработки узкими полосами по восстанию (УПВ) с использованием подвесной предохранительной крепи;
5. Блоковое обрушение из выемочных штреков (БОШ);
6. Блоковое обрушение угля из разрезных печей (БОП);
7. Камерно-столбовая система;
8. Комбинированные системы с гибким перекрытием;
9. Нетиповые системы разработки (ПШО, КОС, ДШО), а так же многие другие разновидности и подвиды систем отработки а так же многие другие разновидности и подвиды схем.

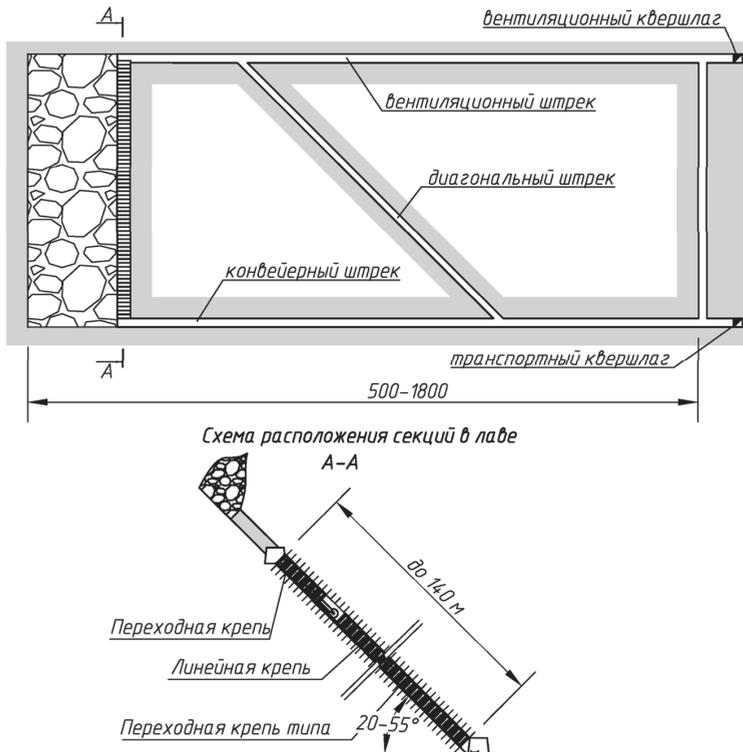


Рис. 2. Разработка пласта длинными столбами (ДСО)

Fig. 2. Longwall mining (LM)

Основные системы отработки

Система длинных столбов

Система длинных столбов (рис. 2) применяется при разработке пластов мощностью до 4,5 м. Длина лав устанавливается в зависимости от мощности пласта, крепости угля, устойчивости кровли и способа выемки, но не менее 30 м [4].

При отработке пластов угля, склонного к самовозгоранию, выемочные поля делятся на блоки длиной 150–200 м с оставлением непрорезаемых целиков шириной 6–8 м.

Отработка пластов производится с помощью выемочных полей длиной 400–600 м, как с помощью буровзрывных работ, так и с помощью механизированных комплексов КПК-1 и агрегатов АК-3.

Буровзрывным способом производится разработка пластов с неустойчиво

и труднообрушаемой кровлей. На пластах с труднообрушаемой кровлей в выработанном пространстве через 12–20 м оставляются ленточные целики по падению шириной 3 м («ножи»).

Агрегат типа АК-3 — фронтальный агрегат, предназначенный для высокоэффективной отбойки, транспортировки угля одновременно со всей открытой поверхности очистного забоя, крепления и управления всеми операциями в лаве без постоянного присутствия людей в очистном забое. Агрегат управляется с пульта, расположенного в транспортном штреке.

Агрегаты типа АК-3 (рис. 3) предназначены для комплексно-механизированной разработки пластов средней мощности (1,6–2,5 м) крутых и крутонаклонных угольных (свыше 35–80°) пластов лавами по простиранию, сопротивляемость

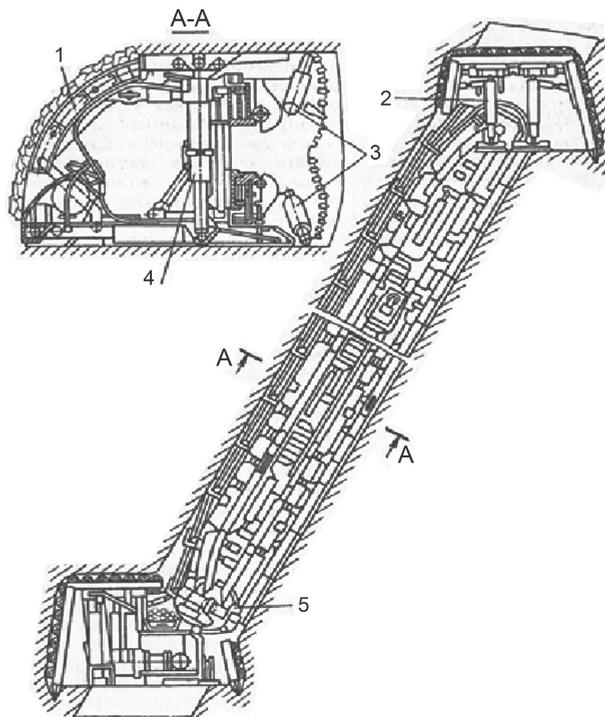


Рис. 3. Агрегат АК-3: 1 — ограждение агрегатированной забойной крепи; 2 — штрековая крепь сопряжения; 3 — стругоконвейер; 4 — стойка забойной крепи; 5 — привод

Fig. 3. System AK-3: 1—guard of powered supported connected with longwall conveyor; 2—face-end support; 3—plough-conveyor; 4—powered roof support leg; 5—drive

угля резанию до 300 кН/м; вмещающие породы ниже средней устойчивости. Нагрузка доходила до 2500 т/сут.

К недостаткам фронтального агрегата типа АК-3 следует отнести нерешенную проблему транспортировки угля в длинных забоях, что связано с тем, что цепь исполнительного органа расположена с завальной стороны транспортного желоба и вылет резцов в сторону забоя ограничен по условиям КПД резцовой каретки, что снижает производительность транспорта и погрузки угля. Именно это обстоятельство привело к созданию агрегата для крутого падения, где транспорт идет самотеком.

Длина агрегата в поставке 60 м. Он состоит из исполнительного органа в виде кольцевого отбойно-доставочного стругоконвейера, отбивающего уголь одновременно по всей длине лавы, механизированной оградительно-поддерживающего типа, крепей сопряжения, систем гидро- и электрооборудования, пульта управления.

Крепь агрегата включает одностоечные секции, связанные основаниями и передними стенками и образующие прочный став, на котором монтируется исполнительный орган. Сопrotивление стойки крепи 900 кН. Шаг передвижки секции крепи и става агрегата 0,5 м. Суммарная установленная мощность электродвигателей до 410 кВт.

Созданы модификации агрегата АК-3. На шахте «Зенковская» при отработке пласта мощностью 2,4 м с углом падения 52–55° прошел испытания щитовой агрегат АК-3К (рис. 3), в котором отбойку угля осуществляли комбайном 2К-52МУ с захватом шириной 0,25 м. На шахте им. Вахрушева на пласте мощностью 2,8–3,2 м с углом падения 55–60° испытан щитовой агрегат А-2С, в котором использована крепь агрегата АК-3, а в качестве исполнительного органа – конвейероструг агрегата 1АЦМ.

Мерлибах

Опытная технология отработки крутых пластов системой «МЕРЛИБАХ» началась в 1973 г. Импортное (французское) оборудование применялось впервые в СССР.

В комплект оборудования входили выемочные комбайны Д-11 фирмы «АНФ-Франжеко», бурильное и подъемное оборудование, скребковый конвейер, самоходная гусеничная машина «Эймко» с боковой разгрузкой ковша емкостью 0,75 м³, для зачистки полосы от угля, работающая на сжатом воздухе. На 1 января 1978 г. в работе находилось 14 комбайнов: десять комбайнов на шахте «Коксовая», два на шахте «Ноградская» и два на шахте «Центральная».

Выемочное поле размером по простиранию до 400 м обрабатывалось двумя забоями, оборудованными самостоятельными комплектами оборудования.

Отработка каждого забоя производилась полосами высотой до 5,0 м от центрального углеспускного ската к фланговым вентиляционным скатам. После отработки и зачистки забоя комбайн через переходный мост перегонялся во второй забой, а в первом забое производилась закладка выработанного пространства путем намыва закладочного массива от вентиляционного ската. Закладочный массив растекался под углом 3–5°, в качестве закладочного материала-

Основные параметры комбайна *The main parameters of combine*

Производительность, т/мин	1,5–2,5
Скорость тяговой подачи, м/мин	1,6
Исполнительный орган	барабан
Диаметр, м	0,55
Ширина, м	1,31
Давление в гидросистеме, МПа	21,0
Мощность электродвигателя, кВт	360
Основные размеры (длина ширина высота), м	11,5× ×1,6×3,8
Масса, т	40,0

ла использовались ижморские пески, с содержанием глины до 17%, и перегоревшие породы шахтных отвалов крупностью от 0–6 мм до 0–20 мм. Крепление забоев производилось смешанной крепью, состоящей из арочного верхняка в потолочине полосы и деревянных стоек на анкерах у кровли и почвы слоя.

Щитовая система разработки

Данная система разработки была предложена Н.А. Чинакалом в конце 30-х годов и уже в начале 40-х годов получила широкое применение на шахтах Прокопьевско-Киселевского района Кузбасса, где с помощью данной системы добывалось около 50% всей добычи. Однако применение данной системы на пластах с неустойчивым углем и в зонах геологических нарушений резко снижает ее эффективность, а также приводит к высоким эксплуатационным потерям (до 40–45%) и частой аварийности очистных забоев и углеспускных печей.

Сущность щитовой системы (рис. 4) заключается в том, что в забое на вентиляционном горизонте монтируют специальное крепление — щит, и в дальней-

шем уголь вынимают все время под этим креплением, используя силу тяжести как для передвижения щита вслед за забоем, так и для доставки отбитого угля по специальным выработкам собственным весом на нижний транспортный штрек.

Щитовая система разработки [5, 6] применяется для отработки пластов угля мощностью от 1,2 до 10,0 м с углом падения 40–90° при углях устойчивых и средней устойчивости. В зависимости от конструкции перекрытия и угла падения пластов применяют различные варианты щитов.

Допускается применение щитовой системы и с другими видами перекрытий при меньших углах падения и не соответствующих указанным выше мощностям пластов по специальным проектам, утвержденным вышестоящей по отношению к шахте организацией. Это ограничение распространяется, в том числе, и на послонные щиты и комбинированные перекрытия УКГП.

Для уменьшения потерь угля по мощности до монтажа щитов должна производиться разведка щитового столба ортами или скважинами в количестве не

Схема подготовки и отработки пласта ЩО при нормальной работе щита при скреперной доставке угля

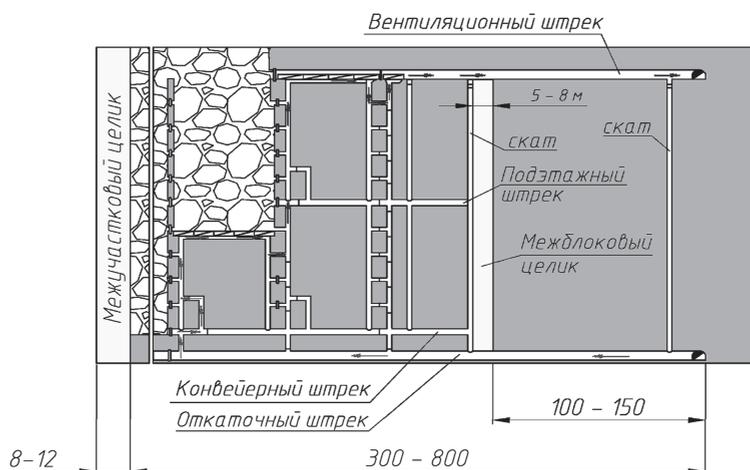


Рис. 4. Разработка пласта щитовой системой (ЩО)

Fig. 4. Shield mining (SM)

менее трех по падению и не более чем через 30 м по простиранию пласта. По результатам разведки составляется геологический паспорт, который является основанием для выбора размера щитового перекрытия по мощности.

Во время монтажа щита или перед выполнением этих работ в щитовом столбе должны быть выполнены работы по разведке состояния верхнего горизонта путем пробуривания скважины диаметром до 100 мм, замера температуры и набора проб рудничного воздуха в ней. При обнаружении в скважине температуры более +30 °С и наличия окиси углерода должны приниматься меры по локализации очага самонагрева.

Самопередвигающаяся щитовая крепь (КС)

Крепь оградительного типа (рис. 5), используемая для отработки мощных угольных пластов наклонного падения. Щитовая крепь состоит из отдельных секций, включающих плоское перекрытие, передние и задние лыжи, опорные стойки, соединяющие передние и задние лыжи. В поперечном сечении крепь представляет жесткий треугольник неизменной формы и сечения, который перемещается по падению пласта за счет давления обрушенных пород.

Недостатком крепи является ограниченная область применения по углам падения пластов, которые составляют 40–55°. При меньших углах падения давления перепускающихся пород недостаточно для перемещения крепи, а при больших углах падения крепь опрокидывается на забой под действием обрушенных и перепускающихся пород. В результате забой приходит в аварийное состояние и выходят из строя. Так же к недостатку можно отнести необходимость проведения большого объема подготовительных выработок. С увеличением глубины горных работ проис-

ходит увеличение горного давления и этот недостаток приобретает большую значимость, затрудняется бурение скважин, происходит разрушение угольного целика между печами, зажим бурового инструмента, увеличиваются затраты на поддержание и крепление углеспускных и ходовых печей. Результатом решения этой проблемы явилось создание технологии выемки угля с последующим скреперованием его до углеспускных печей.

В этом случае на щитовой столб проводятся только две печи: ходовая и углеспускная.

Ходовая печь при отработке следующего щитового столба становится вентиляционной (часть угля в окрестностях этой печи взрывом выбрасывается в эту печь). Скреперная установка на специальной раме подвешивается под секцией, над углеспускной печью. Применение технологии со скреперной доставкой угля обеспечивает:

- снижение трудоемкости на подготовку щитового столба и расход крепежных материалов;
- более благоприятные условия работы щитового перекрытия, так как опорные целики имеют более «правильную» форму, работа скреперной установки становится невозможной;
- улучшается безопасность работ под щитом, так как число печей (воронок в устьях печей) уменьшается вдвое, меняется форма щитового пространства.

Посадка щита сводится к взрыванию шпуров в один или в два приема в зависимости от мощности пласта. При большой мощности первоначально вынимается уголь в горизонтальном проходе, затем в опорном целике у висячего бока. В момент взрывания шпуров в опорном целике происходит перемещение (посадка) щита.

На шахте им. Ф.Э. Дзержинского успешно применяется щитовая система разработки столбами по падению с при-

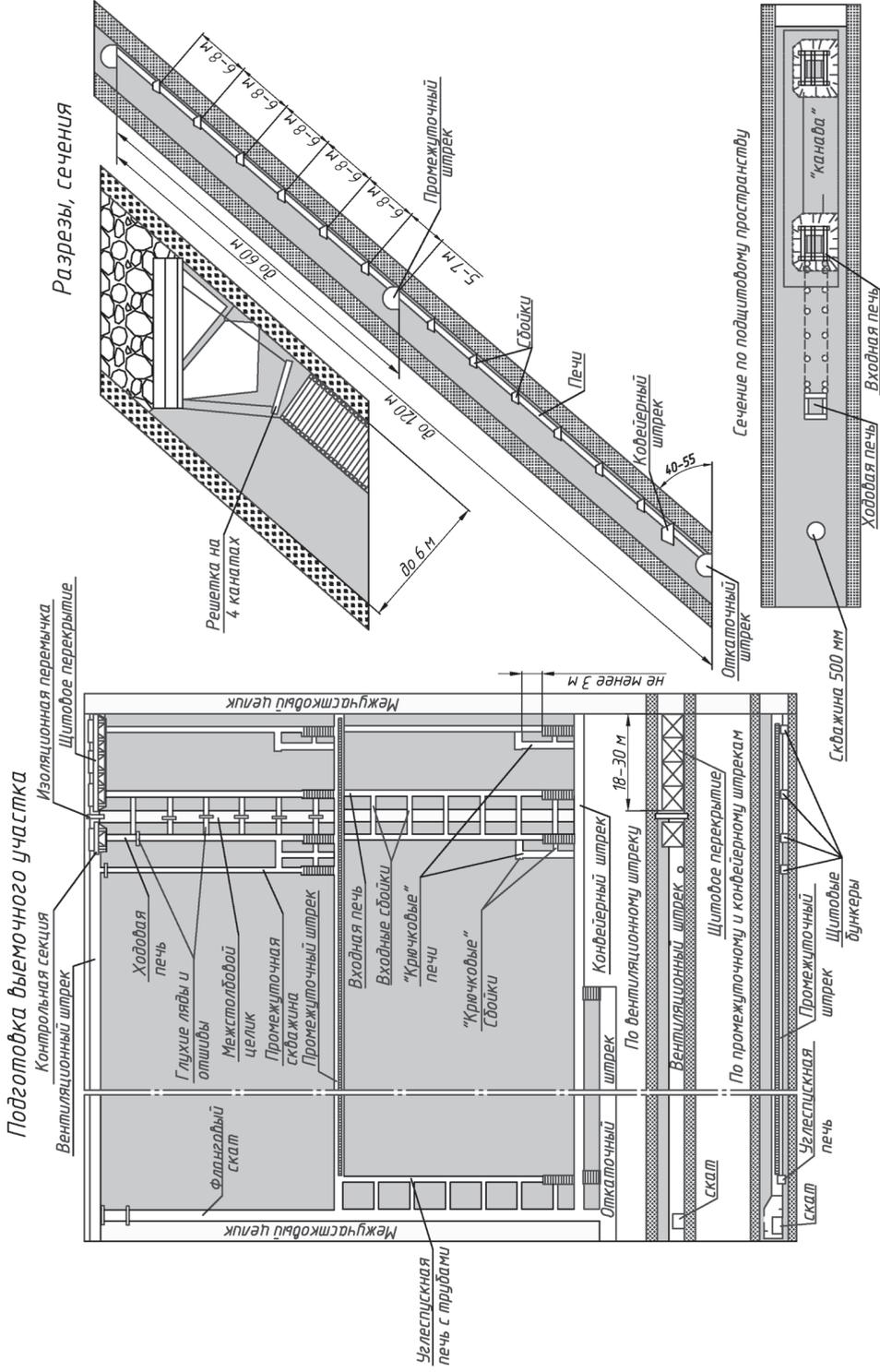


Рис. 5. Схема отработки пластов с применением щитов крепей КС
Fig. 5. Coal mining using shields of face-end support

менением самопередвигающихся щитовых перекрытий. Щитовая система КС обеспечивает полную безопасность работ горнорабочих. Успешно проведена отработка пласта «Безымянный» I с кв. № 1 на гор. +20 м. Длина участка по простиранию составляет 120 м, ширина выемочного столба — 25 м. Мощность пласта 2,6–2,8 м, угол падения 48–50°. Наклонная высота этажа — 135 м. Промышленные запасы угля составляют 60,0 тыс. т. Срок отработки запасов — 6,5 месяцев, при среднесуточной добыче угля 350–390 т, 9,0–10,0 тыс. т в месяц.

Подготовка пласта произведена по схеме щитовой системы разработки — столбами по падению. Выемочный столб подготавливается вентиляционным и откаточным штреками.

Назначение выработок — обеспечение проветривания очистных и подготовительных выработок, транспортировка угля, доставка материалов и оборудования. Объем проведения выработок на один выемочный столб составляет: штреков — 60 м, сбоек — 100 м, скатов и печей — 300 м, всего выработок — 460 м, что составляет 40 м на 1000 т добычи угля при мощности пласта 2,6 м.

Щитовая крепь КС имеет весьма простую конструкцию: ограждающее щитовое перекрытие из швеллерных балок с укладкой поверх каркаса деревянных балок в 1–2 ряда, двух опорных лыж из швеллера № 20 и двух опорных стоек для распора верхней части перекрытия.

Секции щита имеют ширину 6 м и по своей конструкции легко монтируются двумя горнорабочими в монтажной рассечке за 5–6 дней.

Очистные работы под щитом по добыче угля производятся буровзрывным способом с применением аммонита ПЖВ-20. Выгрузка угля из забоя производится скрепером. Главной особенностью данной технологии добычи угля яв-

ляется одно-операционность процесса выемки угля в забое на ВВ, т.е. процесс добычи угля производится непрерывно. Одновременно с выемкой угля на ВВ производится перемещение секций щита по падению пласта под воздействием налегающих на щит обрушенных пород кровли. Следовательно, процесс выемки угля под щитом буровзрывным способом одновременно обеспечивает передвижку щита на забой.

Технология выемки угля в забое и посадки щита производится без присутствия горнорабочих в забое и, следовательно, обеспечивается полная безопасность горных работ.

Себестоимость добычи 1 т угля щитовой системой с применением самопередвигающейся крепи (КС) по сравнению с себестоимостью добычи 1 т угля системой длинные столбы по простиранию (ДСО) в 1,4 раза ниже по данным шахтам.

Арочная щитовая крепь

Включает металлические арки из спецпрофиля СВП-17, установленные на лыжи и распорные стойки, опирающиеся на целики угля на контакте с висячим и лежащим боками.

Расстояние между арками 0,6 м. На арочную крепь в два ряда укладывают металлическую сетку, над которой создают породную подушку. Контакты с вмещающими породами перекрывают фартуками. Применяют арочную щитовую крепь при мощности пласта 1,2–2,6 м и с углом падения пласта 40–60°.

Щитовая крепь ЩРП

Перемещение перекрытия осуществляется только при помощи домкратов передвижки. В этом случае скорость перемещения перекрытия значительно меньше скорости свободного падения обрушенных пород. В этой связи при наличии в кровле слабых пород они об-

рушаются в призабойное пространство раньше, чем происходит передвижка перекрытия, из-за чего снижается эффективность использования крепи. Выполнение щитовой крепи в предлагаемом варианте, когда перекрытие свободно перемещается под действием обрушенных пород, исключает опрокидывание секций и предотвращает прорывы породы в призабойное пространство, благодаря чему существенно расширяется эксплуатационная возможность использования щитовой крепи по углам падения пласта.

Состоит из отдельных секций, включающих перекрытие, соединенное через опорные стойки с передней частью лыж и через домкраты передвижки с задней частью лыж, выполненных с объемной опорой, козырек, шарнирно закрепленный на перекрытии, отличающаяся тем, что, с целью расширения эксплуатационных возможностей при различных углах падения пласта за счет исключения опрокидывания секций, перекрытие снабжено ползунами, выполнено с упорами и направляющими, в которых установлены ползуны, шарнирно соединенные через домкраты передвижки с объемной опорой, которая посредством траверс шарнирно соединена с козырьком, уложенным на задний конец перекрытия.

С целью расширения области применения щитовой выемки на пласты с углом падения 30–55° и мощностью 3–6 м опробована щитовая крепь ЩРП с раздельной передвижкой перекрытия по лежачему и висячему бокам. На базе крепи ЩРП изготовлен механизированный комплекс ЩРПМ, оборудованный конвейеростругом агрегата 2АНЩ.

Комбинированная система разработки с гибким перекрытием (КГП)

Данная система разработки также получила широкое распространение на

шахтах Прокопьевско-Киселевского района Кузбасса и применялась на пластах с углом падения от 35°.

Средние показатели данной системы близки к показателям щитовой системы разработки. Однако для этой системы характерны высокий уровень эксплуатационных потерь угля и эндогенная пожароопасность [7, 8, 9].

Сущность данной системы заключается в том, что наклонный или крутой (35–65°) пласт мощностью более 5,0 м разделяется на два неравных наклонных слоя – верхний монтажный мощностью 1,5–1,8 м и нижний, включающий остальную толщу пласта. Монтажный слой отрабатывается с обрушением кровли длинными столбами по простиранию без оставления целиков угля в пределах выемочного поля; по мере выемки первого слоя на почве лавы настиляется гибкое перекрытие. Отработка второго слоя ведется под защитой этого перекрытия при всех типах кровли, кроме труднообрушаемых.

Допускается применение системы КГП при меньших углах падения по специальным проектам.

Нетиповые системы разработки (ПШО, КОС, ДШО)

Данные системы применяются на пластах, опасных по газу и пыли, в случаях, когда отработка пластов другими системами по техническим причинам и условиям безопасности невозможна.

Система разработки подэтажными штреками (ПШО) может применяться на пластах мощностью 3,5–10,0 м с углом падения 40–90° в сложных горно-геологических условиях:

- при доработке аварийных щитовых столбов;
- в зонах геологических нарушений с амплитудой смещения более 2–3 м, а также при диагональном размещении нарушений;

- в других случаях, когда отработка пластов типовыми системами по техническим причинам и условиям безопасности невозможна.

Запрещается применение системы ПШО в замках антиклинальных складок.

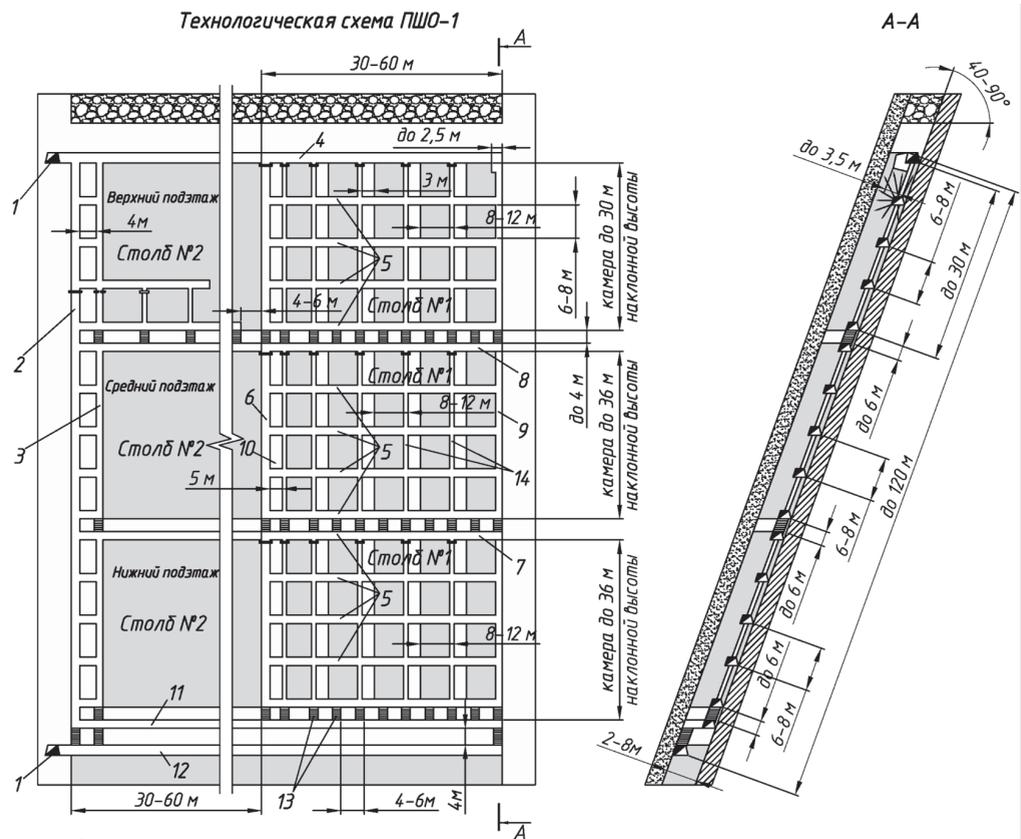
Параметры системы ПШО (рис. 6) принимаются, исходя из конкретных горно-геологических условий и устойчивости угля и вмещающих пород:

- высота этажа должна быть не более 40 м;
- расстояние между подэтажными штреками должно быть равно 6–8 м,

между промежуточным конвейерным и вышележащими подэтажными штреками — 4–5 м;

- шаг посадки кровли устанавливается опытным путем в зависимости от устойчивости угля и вмещающих пород и вынимаемой высоты подэтажа и принимается 8–12 м;
- ширина междуканальных целиков должна быть 2–3 м.

Система разработки камерами со скрепированием угля (КОС) может применяться на пластах мощностью 3,5–12,0 м с углом падения до 40° при углях



Условные обозначения:

- 1 – квершлаг; 2 – скат фланговый; 3 – углеспускная печь; 4 – вентиляционный штрек;
- 5 – выемочный штрек; 6 – ходовая печь; 7 – I промежуточный штрек; 8 – II промежуточный штрек;
- 9 – разрезная печь; 10 – межстолбовой целик; 11 – конвейерный штрек; 12 – откаточный штрек;
- 13 – бункеры; 14 – разрезные печи (скважины); 15 – орт; 16 – компенсационная выработка;
- 17 – сбойки; 18 – конвейерный орт

Рис. 6. Подэтажная шпуровая отбойка (ПШО)

Fig. 6. Sublevel breakage (SLB)

различной крепости, когда непосредственная и основная кровли представлены труднообрушаемыми песчаниками и алевролитами мощностью более 10 м в условиях, аналогичных ПШО. Данная система может применяться при отработке брахисинклинальных складок участков пластов с ограниченными запасами и переменными углами залегания.

Параметры системы КОС выбирают с учетом конкретных горно-геологических условий:

- высота подэтажа не более 40 м;
- расстояние между штреками в подэтаже должно быть 8 м;
- шаг посадки кровли устанавливается опытным путем в зависимости от устойчивости угля и вмещающих пород принимается 10—15 м;
- ширина междукамерных целиков принимается 2—3 м.

Система разработки с отбойкой угля длинными скважинами (ДШО) может применяться на пластах мощностью 2—6 м с углом падения 40—90° при труднообрушаемой кровле в условиях, указанных выше. В пределах вынимаемого подэтажа пласт должен быть выдержан по углу падения. Данная система может применяться в тех случаях, когда применение щитовой системы или системы длинных столбов по простиранию из-за наличия слабой пачки угля у почвы пласта или неустойчивой почвы, а также других горно-геологических факторов, нецелесообразно или технически невозможно по условиям безопасности.

Параметры системы ДШО:

- высота подэтажа 20—40 м;
- шаг посадки 8—12 м;
- размер междукамерных целиков 2—3 м.

Блоковое обрушение угля из разрезных печей (БОП)

Производится на пластах мощностью 1,8—5,0 м с углами падения более 40°.

При блоковом обрушении угля из разрезных печей (рис. 7) в зависимости от горно-геологических условий выемочные блоки разделяются на подэтажи с наклонной высотой до 36 м и длиной по простиранию 30—60 м.

После вскрытия пласта проводятся фланговый скат и углеспускная печь, откаточный и вентиляционные штреки до границы выемочного блока, где они соединяются вентиляционной разрезной печью. От ската проводятся промежуточные и конвейерный штреки, разделяющие выемочное поле на подэтажи. Разрезные печи в подэтаже проводятся последовательно через 8—11 м.

Ширина камер по простиранию устанавливается опытным путем и составляет 6—9 м, ширина междукамерных целиков — 2 м (рис. 7).

Разрушение угля производится с использованием БВР (ПЖВ-20) из разрезной печи одновременно на всю высоту камеры. Отбитый уголь выпускается по бункерам на конвейер.

Блоковое обрушение из выемочных штреков (БОШ)

Область применения блокового обрушения из выемочных штреков (БОШ) распространяется на пласты или участки пластов мощностью 2—8 м с углами падения 40—90°, с кровлями не ниже средней категории устойчивости, включая пласты, где имеются горно-геологические нарушения, зоны ослабленных углей, участки с невыдержанной мощностью пластов.

В зависимости от горно-геологических условий этаж разделяется на подэтажи высотой до 36 м и столбы длиной по простиранию 30—60 м. Ширина межстолбового целика по простиранию 5 м. Выемочный столб включает полный комплекс необходимых выработок, обеспечивающих ведение очистных работ, их проветривание и транспортирование угля.

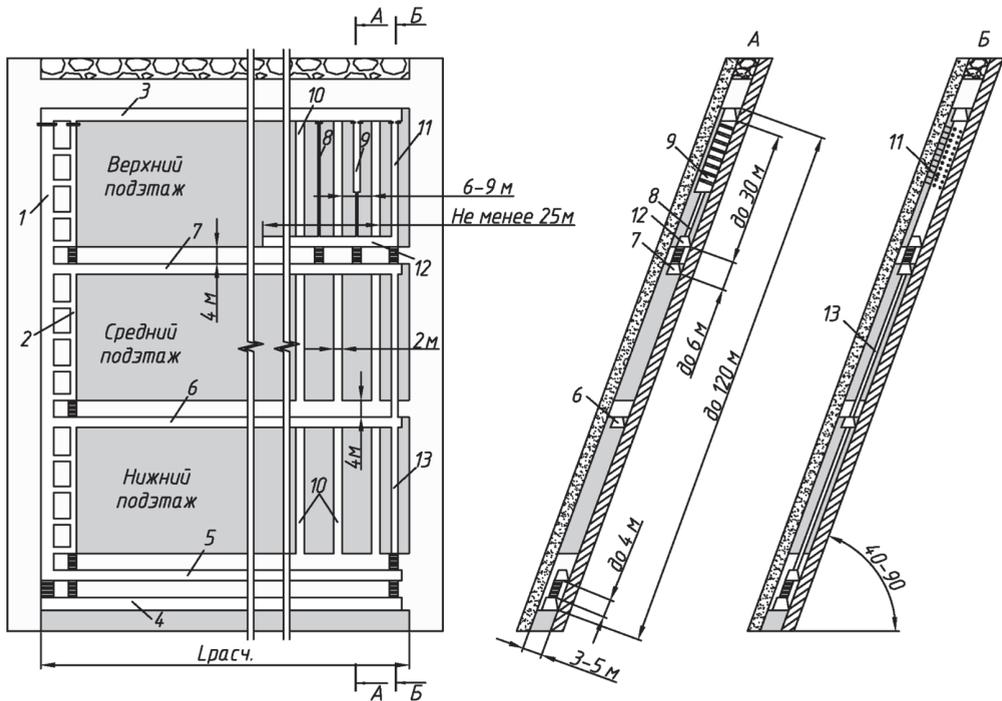
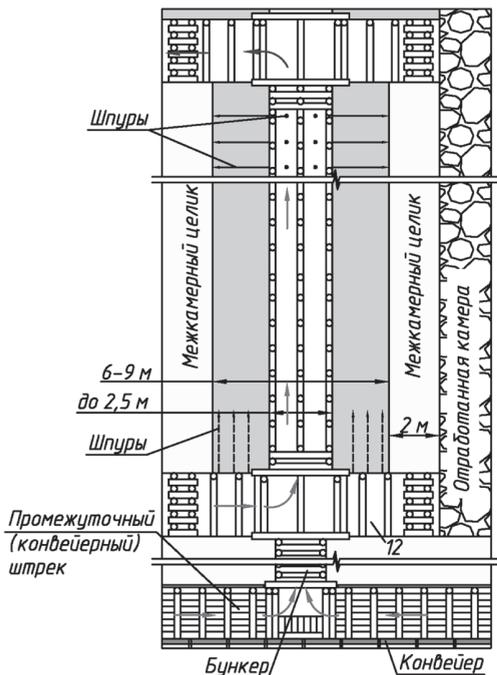


Схема отбойки угля в камере



Условные обозначения

- 1 – фланговый скат;
- 2 – углеспускная печь;
- 3 – вентиляционный штрек;
- 4 – откаточный штрек;
- 5 – конвейерный штрек;
- 6 – I промежуточный штрек;
- 7 – II промежуточный штрек;
- 8 – скважина 650 (500) мм;
- 9 – разрезная печь в проходке;
- 10 – межкамерный целик;
- 11 – готовая разрезная печь;
- 12 – “бис” штрек;
- 13 – вентиляционная печь.

Рис. 7. Схема отработки пластов блоковым обрушением угля из разных печей (БОП)

Fig. 7. Coal mining by block caving of different patches (BCP)

Порядок отработки выемочного столба — последовательно подэтажами в нисходящем порядке. Порядок отработки подэтажей в пределах выемочного столба — от «завальной» части к спаренным печам (скату).

Порядок отработки камер — последовательный, в пределах одного подэтажа.

Выемка угля в камере производится взрывной отбойкой угля из одного выемочного штрека на всю ширину камеры по простиранию и на всю мощность пласта. Отбойка угля из выемочных штреков ведется в нисходящем порядке. Отбитый уголь выпускается по бункерам на конвейер.

Системы разработки с гидравлической закладкой

Система разработки наклонными слоями с гидрозакладкой и выемкой слоев полосами по простиранию и восстанию. Отличительная особенность данной системы — последовательная выемка слоев по принципу пласт-слой, т.е. в последующем слое очистная выемка начинается только после полной отработки предыдущего слоя [10, 11].

Применяется для выемки пластов мощностью 4,5—16,0 м с углом падения до 60—65°.

Выемочное поле принимают длиной 200—300 м. Выемочное поле разделя-

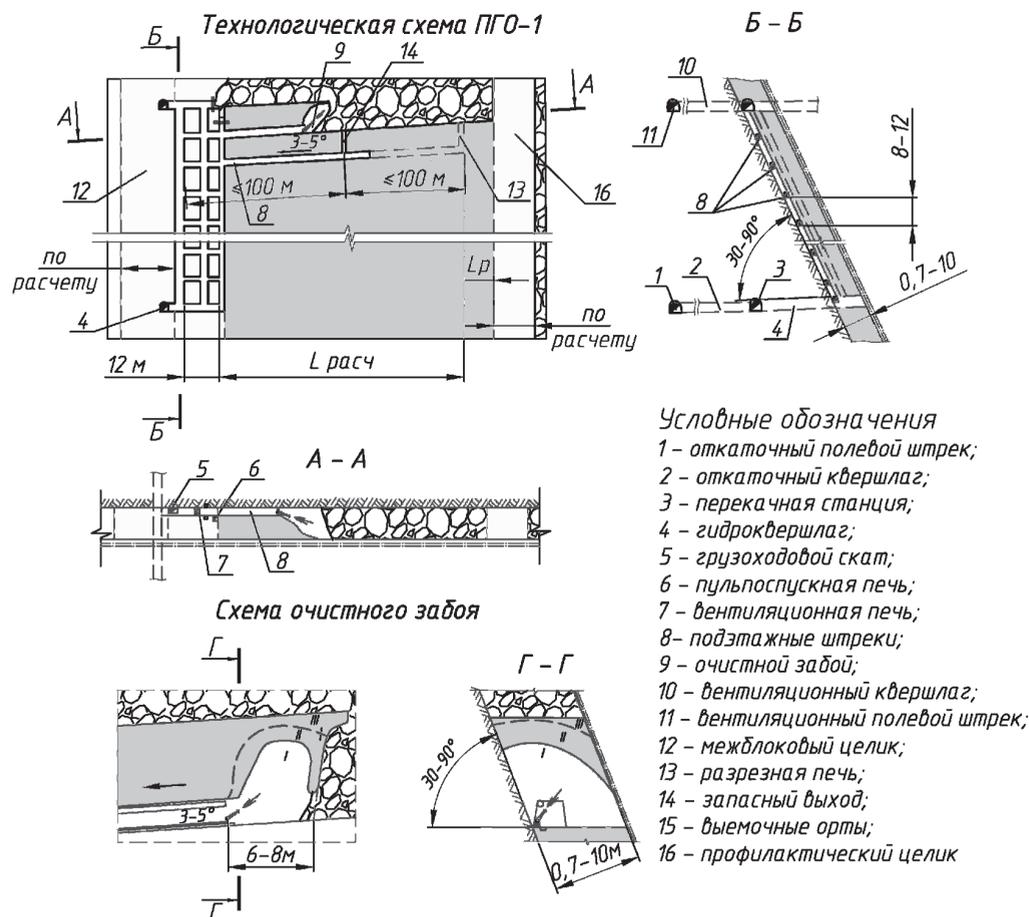


Рис. 8. Подэтажная гидроотбойка (ПГО)

Fig. 8. Hydraulic sublevel breaking (HSLB)

ют на два или три блока длиной 100–150 м.

Мощность слоев принимается от 2,8 до 3,2–3,5 м. Очистная выемка в каждом слое производится полосами шириной 10 м.

Система разработки поперечно-наклонными слоями с гидрозакладкой. Применяется для выемки пластов мощностью 4,0–10,0 м с углом падения от 50–55° до 70–75°. Боковые породы должны быть устойчивыми, а уголь крепкий или средней крепости.

Выемочное поле принимают длиной 200–300 м и по восстанию 100–120 м, т.е. на высоту этажа. Выемочное поле разделяют на два или три блока длиной 100 м. Этаж на подэтажи не разделяют. В каждом блоке находится два действующих забоя.

Мощность слоя принимается 2,7–3,0 м. Слои располагают с наклоном от кровли пласта к почве под углом 25–35°.

Допускается применение на мощном пласте различных систем разработки, при условии ведения их в различных слоях. В одном слое в пределах выемочного участка применение различных систем разработки, как правило, не допускается. В случае значительного изменения мощности пласта или слоя допускается применение разных систем разработки, причем отработка блока должна производиться одной системой.

Особого внимания заслуживает система механизированных горизонтальных слоев с литой твердеющей закладкой (МГС ЛТЗ), которая испытывалась на шахте «Коксовая» в 80-е годы. Выемка угля производилась горизонтальными полосами в нисходящем порядке в две заходки по мощности пласта проходческим комбайном ГПК-4. Транспортировка до углеспускного ската самоходным вагоном ВС-5. Преимущество данной системы в ее механизации, безопасно-

сти и практически полной выемки угля, что обеспечивает также и пожаробезопасность отработки мощных крутых пластов. Литая твердеющая закладка изготавливалась на комплексе КУЗ-120, производительностью 120 м³ твердеющей смеси в час, которая самотеком по трубам подавалась до забоя. Исходным материалом для литой твердеющей закладки являлись отходы производства: граншлаки Западно-металлургического комбината в г. Новокузнецке и золы уноса Красноярской ТЭЦ. Смесь, приготовленная на шаровой мельнице КУЗ-120, обеспечивая крепость закладочного массива равной бетону марки М-20, что позволяло добывать ценные марки коксующихся углей под Западно-Сибирской железнодорожной магистралью [12–13].

Подэтажная гидроотбойка (ПГО)

Гидравлическая добыча угля — подземная разработка угольных месторождений, при которой процессы выемки, транспортирования и подъема угля на поверхность выполняются энергией водного потока. Источником воды чаще всего является приток подземных вод в шахту.

Первые опытные работы по гидродобыче проводились в 1935–1936 гг. В.С. Мучником в Кизеловском угольном бассейне, в 1938–1941 гг. была применена в Донбассе и Кузбассе. Промышленное внедрение гидродобычи на шахтах в СССР началось в 1953 г. пуском гидрошахты «Полысаевской-Северной» в Кузбассе.

Разрушение угольного массива при гидродобыче осуществляется либо водной струей высокого давления, которая формируется в гидромониторах, либо механогидравлическими машинами. Вода в забой подается по трубопроводам центробежными насосами. Уголь, отбитый в забое, смывается водой и транспортиру-

ется по металлическим желобам, уложенным в горных выработках, пройденных с уклоном 3–3,5° до центральной камеры гидроподъема, откуда гидросмесь транспортируется на поверхность, а затем на обогатительную фабрику, где происходит обогащение, обезвоживание и сушка угля.

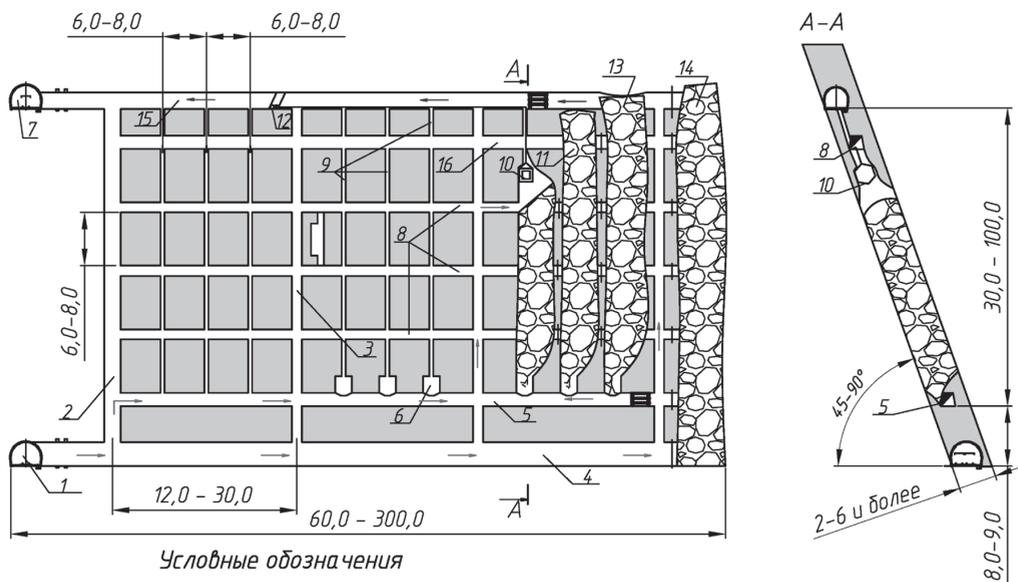
На пластах крутого и наклонного (более 25°) падения применяется подэтажная гидроотбойка (рис. 8), при которой часть шахтного поля делится печами на блоки длиной по простиранию 150–200 м и по падению 80–120 м. В блоке на расстоянии 6–12 м один от другого проводятся подэтажные штреки. Образованные штреками целики угля разрушаются снизу вверх струей гидромонитора.

Система отработки узкими полосами по восстанию (УПВ)

Технология узкие полосы по восстанию с комплексом оборудования подвесной предохранительной крепи ППК-4 (рис. 9) предназначена для отработки крутых пластов.

Мощность пластов 2–8 м, угол падения пласта более 45° [14], может применяться на нарушенных участках пластов с углями разной крепости и устойчивости при возможности выбуривания и сохранения скважин, а так же на пластах опасных по горным ударам, самовозгаранию угля, прорывам воды, глины и горельника, по пыли и газу.

Наиболее рациональными является: длина выемочного поля (блока) 150 м и более, высота столба до 120 м, ширина



Условные обозначения

- | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1 - Откаточный квершлаг | 9 - Скважины |
| 2 - Скат | 10 - Предохранительный полок |
| 3 - Ходовые печи | 11 - Замагазинированная полоса |
| 4 - Основной штрек | 12 - Тяговая лебёдка |
| 5 - Конвейерный штрек | 13 - Отработанная полоса |
| 6 - Монтажные камеры (бункера) | 14 - Отработанный выемочный столб |
| 7 - Вентиляционный квершлаг | 15 - Вентиляционный штрек |
| 8 - Сбойки | 16 - Демонтажный штрек |

← исходящая струя
→ сбегающая струя

Рис. 9. Схема отработки пластов узкими полосами по восстанию (УПВ) с использованием подвесной предохранительной крепи

Fig. 9. Mining of coal in narrow up-dip bands (NUDB) using suspended support

20–70 м, расстояние между сбойками 6–8 м, ширина целика между полосами 1–2 м, ширина полосы 5–8 м, диаметр скважин 650–1000 мм, площадь сечения сбойки 1,5 м². Схема очистки забоя — сводообразная с опережающей нишей для подвесной крепи.

Отбойка угля в полосе производится буровзрывным способом по односторонней схеме в сторону завала или по двусторонней схеме, при крепком угле. Между подвесной предохранительной крепью и отбитым углем (замагазинированным) должно быть свободное пространство от предохранительной крепи до нижележащей сбойки для обеспечения проветривания и запасного выхода. Отставание магазинирования не далее нижней сбойки.

Подвигание за цикл составляет 1–2 м. Нагрузка на забой не менее 100 т/смена. Забоек в столбе допускается в количестве 1–2.

Заключение

Отработка пластов крутонаклонного и крутого падения подземным способом в современных условиях сопряжена с высокой трудозатратностью и низкой производительностью. Также отработка пластов крутонаклонного и крутого падения обуславливается сложностью эксплуатации и необходимостью постоянного присутствия людей в забое для выполнения сложных технологических операций и уп-

равления горным давлением, что безусловно требует высокой квалификации персонала [15], качественным управлением производством [16], но является травмоопасным и отрицательно сказывается на безопасности производства.

В настоящее время постоянное совершенствование техники (прежде всего, в части безопасности и надежности) и технологии добычи угля — необходимое условие успешного развития угольной отрасли, поэтому практически все шахты Прокопьевско-Киселевского месторождения законсервированы [17–18] и в настоящее время специалистами изучается зарубежный опыт мониторинга и использование метана из выработанного пространства [19–21]. Существует большое количество современных высокопроизводительных очистных механизированных комплексов для отработки угольных пластов пологого залегания, что позволяет вести добычу угля без значительных потерь в недрах, при этом присутствие людей в забое в зоне непосредственного дробления угля исключается, и повышает безопасность работ, уменьшает риск возникновения несчастных случаев.

Отработка пологих пластов подземным способом является наиболее безопасной, рациональной и экономически целесообразной, по сравнению с отработкой пластов крутонаклонного и крутого падения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Егошин В. В., Кухаренко Е. В. Системы разработки крутопадающих пластов Кузбасса. — Кемерово: Кузбасский политехнический институт, 1991. — 80 с.
2. Ефимов В. И., Сухарев Г. В. Анализ отработки мощных крутых угольных пластов в городе Прокопьевске // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. — 2013. — № 2. — С. 57–77.
3. Ефимов В. И. Проблемы и пути их решения при отработке пластов крутых угольных шахт ООО «Объединение Прокопьевскуголь». // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. — 2013. — № 2. — С. 118–129.
4. Лукьянов П. Ф., Плесков П. М., Руднев Б. А. Технология разработки мощных крутых пластов. — Кемерово: Кузбасский политехнический институт, 1975. — 180 с.

5. *Томашевский Л. П.* Технология разработки мощных крутых нарушенных пластов Кузбасса и направления ее совершенствования: обзор. — М.: ЦНИЭИуголь, 1978. — 45 с.
6. *Томашевский Л. П., Петров А. И., Ефимов В. И., Штраух В. В., Хахалин Н. Н.* Патент на изобретение RUS 2011836. Щит для разработки мощных пластов.
7. *Инструкция по безопасному применению комбинированной системы разработки с гибким перекрытием (КГП).* — Кемерово: ВостНИИ; КузНИУИ, 1992. — 54 с.
8. *Ефимов В. И., Вибе Ю. В.* Опыт тушения и профилактики подземных пожаров при отработке мощных крутых угольных пластов // Безопасность труда в промышленности. — 2014. — № 8. — С. 42–46.
9. *Мельник В. В., Ефимов В. И.* Безопасная подземная отработка сближенных мощных крутых угольных пластов // Безопасность труда в промышленности. — 2014. — № 12. — С. 22–24.
10. *Лукашов В. Г., Лукашев Г. Е., Скопин С. Г., Хан В. В., Разумняк Н. Л., Ефимов В. И., Казаков В. А.* Патент на изобретение RUS 2059818. Способ разработки мощных пластов слоями с закладкой. Гос. реестр изобретений СССР. 10.05.1996.
11. *Жигулин И. Ф., Суховольский С. Н., Ткач С. В., Ефимов В. И., Нефедов Н. Н.* Патент на изобретение RUS 2059817. Способ разработки мощных крутых угольных пластов с закладкой выработанного пространства. Гос. реестр изобретений СССР. 10.05.1996.
12. *Ефимов В. И., Рыжков В. В., Федоров К. Ф.* Патент на изобретение RUS 1467184. Способ выемки мощного крутого пласта с твердеющей закладкой. — Гос. реестр изобретений СССР. 15.11.1988.
13. *Ефимов В. И.* Разработка технологии эффективной отработки крутых пластов с литой твердеющей закладкой. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук — М.: НИТУ «МИСиС», 1991.
14. *Инструкция по эксплуатации комплекса оборудования подвесной предохранительной крепи ППК-4 и технологии «Узкие полосы по восстанию (УПВ)» при отработке крутых пластов в поле ООО «Шахта «Киселевская».* — Киселевск: НВФ ООО «Крутой пласт», 2008. — 23 с.
15. *Ефимов В. И., Рыбак Л. В.* Управление персоналом. Учебное пособие. — М., 2009.
16. *Ефимов В. И.* Управление качеством. Учебное пособие. — М., 2014.
17. *Ефимов В. И., Сидоров Р. В., Корчагина Т. В.* Проблемы проектирования консервации (ликвидации) шахт Прокопьевско-Киселевского района Кемеровской области // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. — 2016. — № 4. — С. 18–24.
18. *Ефимов В. И., Сидоров Р. В., Корчагина Т. В.* Актуальные вопросы проектирования консервации (ликвидации) неэффективных угледобывающих производств на примере шахт Прокопьевско-Киселевского района Кузбасса // Уголь. — 2015. — № 4. — С. 72–75.
19. *Yan-xiang Jia, Ying-shu Liu, Wen-hai Liu, Zi-yi Li.* Study on purification characteristic of CO₂ and CO within closed environment of coal mine refuge chamber // Separation and Purification Technology, Vol. 130, 10 June 2014, Pp. 65–73.
20. *Eugeniusz Krause, Zbigniew Pokryszka.* Investigations on Methane Emission from Flooded Workings of Closed Coal Mines // Journal of Sustainable Mining, Vol. 12, Issue 2, 2013, Pp. 40–45.
21. *Guorui Feng, Shengyong Hu, Zhen Li, Haina Jiang, Yuting Zhang, Guang Xu, Zhuo Wang, Lixun Kang.* Distribution of methane enrichment zone in abandoned coal mine and methane drainage by surface vertical boreholes. A case study from China // Journal of Natural Gas Science and Engineering. Vol. 29, February 2016, Pp. 550–558. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

*Мельник Владимир Васильевич*¹ — доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой e-mail: msmu-prpm@yandex.ru,

*Ефимов Виктор Иванович*¹ — доктор технических наук, профессор, e-mail: v.efimov@mirtrade.ru,

*Корчагина Татьяна Викторовна*² — кандидат технических наук, директор,

*Попов Андрей Иванович*² — заместитель директора,

*Музафаров Глеб Геннадьевич*² — главный инженер проекта,

¹ НИТУ «МИСиС»,

² ООО «Сибирский Институт Горного Дела».

Experience of steeply dipping coal seam mining

Melnik V.V.¹, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Chair, e-mail: msmu-prpm@yandex.ru,

Efimov V.I.¹, Doctor of Technical Sciences, Professor, e-mail: v.efimov@mirtrade.ru,

Korchagina T.V.², Candidate of Technical Sciences, Director,

Popov A.I.², Deputy Director,

Muzafarov G.G.², Chief Project Engineer,

¹ National University of Science and Technology «MISiS», 119049, Moscow, Russia,

² Siberian Institute of Mining, Kemerovo, Russia.

Abstract. The common mining systems for steeply dipping coal seams, which are mostly used in Kuzbass mines, are discussed. The accumulated experience of coal mining under different conditions has allowed improvement of mining systems. Flat and pith coal seams of low and medium thickness are widely mined using longwalling which greatly reduces coal loss as compared with room-and-pillar methods. As science and technology advanced, in the 21st century, new modern and highly productive mechanized longwall systems were manufactured for flat coal mining, which enabled coal production without considerable loss in subsoil. Underground mining of steeply dipping coal seams is currently connected with high labor content and low productivity. Furthermore, steeply dipping coal mining features operational difficulties and continuous presence of personnel in the face area in order to perform complex process steps and for ground control, which is obviously hazardous and affects mining safety. To date, the persistent improvement of equipment (first of all, in terms of safety and reliability) and technology of coal mining is a necessary condition of efficiency of the coal industry. Despite considerable expenditures, restructuring of the coal industry has come to a generally positive result.

Key words: steeply dipping seams, thick seams, mining systems, process flow charts, longwalling.

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-11-0-18-38

REFERENCES

1. Egoshin V.V., Kuharenko E.V. *Sistemy razrabotki krutopadayushchih plastov Kuzbassa* [Mining systems for steeply dipping seams in Kuzbass], Kemerovo, Kuzbasskiy politekhnicheskiy institut, 1991, 80 p.
2. Efimov V.I., Sukharev G.V. Analiz otrabotki moshchnykh krutykh ugol'nykh plastov v gorode Prokop'evske [Analysis of steeply dipping coal seam mining at Prokopievsk], *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle*. 2013, no 2, pp. 57–77. [In Russ].
3. Efimov V.I. Problemy i puti ikh resheniya pri otrabotke plastov krutykh ugol'nykh shakht OOO «Ob'edinenie Prokop'evskugol'» [Problems and solutions in steeply dipping coal seam mining at Prokopievskugol Association], *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle*. 2013, no 2, pp. 118–129. [In Russ].
4. Luk'yanov P.F., Pleskov P.M., Rudnev B.A. *Tekhnologiya razrabotki moshchnykh krutykh plastov* [Mining technology for thick steep seams]. Kemerovo, Kuzbasskiy politekhnicheskiy institut, 1975, 180 p.
5. Tomashevskiy L.P. *Tekhnologiya razrabotki moshchnykh krutykh narushennykh plastov Kuzbassa i napravleniya ee sovershenstvovaniya: obzor* [Mining technology for damaged thick steep seams in Kuzbass and ways of improvement: review], Moscow, TSNIElugol', 1978, 45 p.
6. Tomashevskiy L.P., Petrov A.I., Efimov V.I., Shtraukh V.V., Khakhalin N.N. *Patent RU 2011836*.
7. *Instruktsiya po bezopasnomu primeneniyu kombinirovannoy sistemy razrabotki s gibkim perekrytiem (KGP)* [Guidelines on safe application of composite mining system with flexible canopy (CMFC)], Kemerovo, VostNIU; KuzNIU, 1992, 54 p.
8. Efimov V.I., Vibe Yu.V. Opyt tusheniya i profilaktiki podzemnykh pozharov pri otrabotke moshchnykh krutykh ugol'nykh plastov [Experience of extinguishing and prevention of underground fires in mining thick steep coal seams], *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*. 2014, no 8, pp. 42–46. [In Russ].
9. Mel'nik V.V., Efimov V.I. Bezopasnaya podzemnaya otrabotka sblizhennykh moshchnykh krutykh ugol'nykh plastov [Safe underground mining of closely spaced thick steep coal seams], *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*. 2014, no 12, pp. 22–24. [In Russ].
10. Lukashov V.G., Lukashev G.E., Skopin S.G., Khan V.V., Razumnyak N.L., Efimov V.I., Kazakov V.A. *Patent RU 2059818*, 10.05.1996.
11. Zhigulin I.F., Sukhovol'skiy S.N., Tkach S.V., Efimov V.I., Nefedov N.N. *Patent RU 2059817*, 10.05.1996.
12. Efimov V.I., Ryzhkov V.V., Fedorov K.F. *Patent RU 1467184*, 15.11.1988.
13. Efimov V.I. *Razrabotka tekhnologii effektivnoy otrabotki krutykh plastov s litoy tverdeyushchey zalkadkoy* [Technology of efficient steep seam mining with cemented paste backfill], Candidate's thesis, Moscow, NITU «MISiS», 1991.
14. *Instruktsiya po ekspluatatsii kompleksa oborudovaniya podvesnoy predokhranitel'noy krepki PPK-4 i tekhnologii «Uzkie polosy po vosstaniyu (UPV)» pri otrabotke krutykh plastov v pole OOO «Shakhta «Kiselevs-*

кава» [Operating manual for suspended support PPK-4 and technology with narrow up-dip bands (NUDB) for steep coal seams in Kiselevskaya Mine field]. Kiselevsk, NVF OOO «Krutoy plast», 2008, 23 p.

15. Efimov V.I., Rybak L.V. *Upravlenie personalom*. Uchebnoe posobie [Personnel management. Educational aid], Moscow, 2009.

16. Efimov V.I. *Upravlenie kachestvom*. Uchebnoe posobie [Quality management. Educational aid], Moscow, 2014.

17. Efimov V.I., Sidorov R.V., Korchagina T.V. Problemy proektirovaniya konservatsii (likvidatsii) shakht Prokop'evsko-Kiselevskogo rayona Kemerovskoy oblasti [Design problems in suspension (closure) of mines in the Prokopievsk–Kiselevsk district of the Kemerovo Region], *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle*. 2016, no 4, pp. 18–24. [In Russ].

18. Efimov V.I., Sidorov R.V., Korchagina T.V. Aktual'nye voprosy proektirovaniya konservatsii (likvidatsii) neeffektivnykh ugledobyvayushchikh proizvodstv na primere shakht Prokop'evsko-Kiselevskogo rayona Kuzbassa [Urgent questions of suspension (closure) planning for inefficient coal mines in terms of the Prokopievsk–Kiselevsk district of the Kemerovo Region], *Ugol'*. 2015, no 4, pp. 72–75. [In Russ].

19. Yan-xiang Jia, Ying-shu Liu, Wen-hai Liu, Zi-yi Li. Study on purification characteristic of CO₂ and CO within closed environment of coal mine refuge chamber, *Separation and Purification Technology*, Vol. 130, 10 June 2014, Pp. 65–73.

20. Eugeniusz Krause, Zbigniew Pokryszka. Investigations on Methane Emission from Flooded Workings of Closed Coal Mines, *Journal of Sustainable Mining*, Vol. 12, Issue 2, 2013, Pp. 40–45.

21. Guorui Feng, Shengyong Hu, Zhen Li, Haina Jiang, Yuting Zhang, Guang Xu, Zhuo Wang, Lixun Kang. Distribution of methane enrichment zone in abandoned coal mine and methane drainage by surface vertical boreholes. A case study from China, *Journal of Natural Gas Science and Engineering*. Vol. 29, February 2016, Pp. 550–558.



ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК)

МЕТОДОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

(2018, № 7, СВ 40, 16 с.)

Азев Владимир Александрович — кандидат технических наук, НИТУ «МИСиС».

Условием конкурентоспособности угледобывающих предприятий в настоящее время является устойчивое и непрерывное повышение эффективности и безопасности производства посредством организации инновационной деятельности персонала. Практика повышения эффективности производства с ориентацией на техническое перевооружение, увеличение единичной мощности оборудования, осуществляемая без должного изменения системы планирования горного производства, приводит к неэффективному использованию как оборудования, так и рабочего времени персонала. Разработана методология комплексного планирования горного производства в условиях инновационного развития базирующаяся на модели циклической трансформации структуры производственной системы, осуществляемой взаимовязанными мерами, обеспечивающими ее перевод в новое состояние и его стабилизацию на всех интервалах производственной деятельности от смены до года и более.

Ключевые слова: угледобывающее предприятие, развитие, планирование, комплексное планирование, методология.

METHODOLOGY OF INTEGRATED PLANNING FOR DEVELOPMENT OF COAL ENTERPRISES

Azev V.A., Candidate of Technical Sciences,
National University of Science and Technology «MISIS», 119049, Moscow, Russia.

The condition of competitiveness of coal-mining enterprises at present is a steady and continuous increase in the efficiency and safety of production through the organization of innovative personnel activities. The practice of increasing the efficiency of production with a focus on technical re-equipment, increasing the unit capacity of equipment, carried out without due modification of the mining planning system, leads to inefficient use of both equipment and staff time. The methodology of integrated planning of mining production in the conditions of innovative development is developed based on the model of cyclic transformation of the structure of the production system implemented by interrelated measures that ensure its transfer to a new state and its stabilization at all intervals of production activity from shifts to a year or more.

Key words: coal mining enterprise, development, planning, complex planning, methodology.