

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Т.Ф. ГОРБАЧЕВА»

А.И. КОРЯКИН

Ресурсосберегающие технологии

Учебное пособие

Рекомендовано методической комиссией специальности
130403 «Открытые горные работы»
в качестве электронного учебного пособия

Кемерово 2012

Рецензенты:

Селюков А.В., доц., к.т.н.
ФИО, должность

кафедры

Открытые горные работы
наименование кафедры

Колесников В.Ф.
ФИО, член УМК или председатель

УМК специальности

130403
код и наименование

Открытые горные работы
специальности или направления подготовки

Кафедра открытых горных работ Федерального Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Т.Ф. ГОРБАЧЕВА» (доц. к.т.н. Селюков А.В.).

Ресурсосберегающие технологии: учебное пособие [Электронный ресурс] / сост. А.И. Корякин – Электрон. дан. – Кемерово : КузГТУ, 2012. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) ; зв. ; цв. ; – Систем. требования : Pentium IV ; ОЗУ 8 Мб ; Windows 7 ; (CD-ROM-дисковод) ; мышь. – Загл. с экрана.

В учебном пособии «Ресурсосберегающие технологии» изложены: анализ и оценка применяемых технологий с позиций ресурсопотребления на единицу добычи полезного ископаемого; изучение новых направлений в совершенствовании традиционных технологий открытой добычи полезных ископаемых; изучение нетрадиционных технологических вариантов добычи полезных ископаемых открытым способом; изучение методических основ оценки эффективности технологических решений добычи полезных ископаемых по критериям удельных ресурсозатрат

Предназначено для студентов специальности 130403 «Открытые горные работы» при изучении дисциплины «Ресурсосберегающие технологии».

© КузГТУ
© А.И. Корякин

Тема «Виды ресурсов, потребляемых
при добыче полезных ископаемых»

При добыче полезных ископаемых открытым способом потребляются следующие виды ресурсов:

- энергетические (электроэнергия, жидкое и твердое топливо, взрывчатые вещества);
- материальные ресурсы (горные машины и оборудование, материал для их изготовления);
- земляные ресурсы (площадь земель, на которых ведутся горные работы);
- трудовые ресурсы (обслуживающий персонал горных машин, оборудования и горных цехов; управление).

Удельными показателями затрат указанных ресурсов на единицу добычи полезных ископаемых являются:

- энергоемкость, Дж/т, Дж/м³;
- материалоемкость, кг/т, кг/м³;
- землеёмкость, га/млн. т; га/млн. м³;
- трудоёмкость, чел-см/т; чел-см/м³.

Энергоемкость определяется путем деления годовых затрат энергии на годовой объем добычи полезного ископаемого, т.е.

$$q = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{A_T}, \text{ Дж/т}$$

где E_i – годовые затраты i -го вида энергии, Дж;

A_T – производственная мощность карьера по добыче полезного ископаемого, т, (м³).

Материалоемкость определяется суммой масс горного оборудования с учетом его срока службы деленной на годовую добычу полезного ископаемого, т.е.

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i / T_i}{A_T}, \text{ кг/т}$$

где Q_i – масса i -го вида горного оборудования, кг T_i – срок эксплуатации i -го вида горного оборудования, лет.

Землеёмкость (текущая, средняя) определяется как отношение площади нарушенных земель за i -й период к добыче полезного ископаемого за этот же период т.е.

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n S_{нз i}}{A_{г i}}, \text{ га/млн. т}$$

Трудоемкость добычи полезного ископаемого устанавливается путем деления общих затрат труда в чел-сменах за год на объем добычи полезного ископаемого т.е.

$$T = \frac{\sum_{i=1}^n N_{см i}}{A_{г}}, \text{ чел-см/т}$$

где $N_{см i}$ – годовые затраты смен одним i -м рабочим, i -й специальности (профессии).

Все удельные показатели ресурсозатрат могут быть выражены как энергетических единицах (Дж), так и в стоимостном виде (руб).

Таким образом, с уменьшением удельных показателей ресурсозатрат эффективность технологии открытой добычи повышается.

Основным требованием к ресурсосберегающей технологии является обеспечение минимальных ресурсозатрат на единицу добычи полезного ископаемого.

Отсюда *ресурсосберегающей технологией* называется технология, обеспечивающая добычу единицы полезного ископаемого с минимальными затратами ресурсов.

При добыче энергетических полезных ископаемых (уголь, сланец, торф) возможно нахождение КПД открытой добычи i -го вида энергетического полезного ископаемого по формуле:

$$\eta_{\text{тех}} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{E_i},$$

где R_i – удельный показатель i -го вида ресурса, Дж/т;

E_i – энергетическая ценность i -го вида топлива Дж/т

(1 кал = 4,187 Дж)

Удельные показатели ресурсозатрат, а следовательно и эффективность открытого способа добычи полезных ископаемых зависит от вида применяемой технологии для разработки данного месторождения

Поэтому изыскание способов и средств снижения, удельных ресурсозатрат является основной целью изучаемой дисциплины «Ресурсосберегающие технологии открытой добычи полезных ископаемых».

Тема: *«Анализ применяемых технологий с позиции ресурсопотребления».*

2.1. Условия ведения открытых горных работ в Кузбассе.

Кузбасс является уникальным угольным бассейном мира, отражающим все возможные условия залегания угольных пластов. Угленосная толщина представлена свитами угольных пластов различного качественного состава с изменяющимися в широком диапазоне мощностью, углами падения и ориентацией в пространстве. Вмещающие породы представлены литологическими разностями с прочностью до 160 МПа запасы угля до глубины 1800 м составляют 725 млрд т. с распределением по мощности:

Таблица 2.1.

Мощность пласта, м	Удельный вес в общих запасах, %
0,4 – 0,7	11
0,7 – 1,3	18
1,3 – 3,5	39
3,5 – 10	27
10 и более	5

Из таблицы видно, что 29 % всех запасов сосредоточены в пластах, выемка которых в настоящее время открытым способом не производится и эти запасы уходят в потери или остаются в недрах.

39 % всех запасов сосредоточены в маломощных пластах, обрабатываемых попутно со средними потерями 32 %.

Эффективно по применяемой технологии ведется отработка всего 32 % всех запасов угля.

На месторождениях угля в Кузбассе характерно наличие угленасыщенных зон, представленных чередованием угольных пластов и породных междупластий. Причем 80 % всех пластов составляют пласты сложного строения, содержащие в свою очередь слои угля и пород. По углу падения угольные пласты делятся на следующие группы по %

Таблица 2.2.

Районы	Углы падения, град						
	до 10	10-17	17-30	30-45	45-60	60-80	80-90
Разрезы Северного Кузбасса	0-8	4-28	37-55	9-36	0-19	0-14	
Разрезы Центрального Кузбасса с пологими пластами	44-75	14-30	11-26				
Разрезы Центрального Кузбасса с крутопадающими пластами				0-11	26-48	41-60	0-14
Разрезы Южного Кузбасса	9-26	55-74	0-29	0-7			

Многие месторождения (Центральный Кузбасс) подвержены геологическим нарушениям.

Разнообразие горногеологических условий залегания угольных пластов на месторождениях Кузбасса предопределяет различие технологических вариантов их разработки.

В соответствие с этим сформулированы следующие требования к технологии, обеспечивающей эффективную разработку угольных месторождений:

- создание условий для извлечения всех пластов угленосной толщи в пределах граничных контуров разрабатываемого месторождения;

- обеспечение перемещения вскрышных пород к местам складирования по наикратчайшему расстоянию;
- повышение полноты извлечения полезного ископаемого из недр до предельно допустимого значения по техническим и экономическим условиям;
- создание условий для экономической безопасности окружающей среды (снижение отрицательного влияния горных работ на окружающую среду);
- создание условий для размещения вскрышных пород в выработанном пространстве с восстановлением нарушенных земель вслед за продвижением фронта горных работ;
- создание условий, обеспечивающих минимизацию объемов вскрышных пород;
- обеспечение разделения грузопотоков по качественным признакам;
- обеспечение минимального засорения полезного ископаемого вмещающими породами;
- возможность промышленного использования отдельных компонентов породного массива, добываемых попутно.

2.2. Соответствие применяемых технологий условиям залегания полезных ископаемых на сложноструктурных месторождениях Кузбасса.

В настоящее время при отработке угольных месторождений применяется в основном продольная одно и двухбортная система разработки, с её разновидностями (транспортная технология, бестранспортная и комбинированная).

Продольная система разработки наиболее полно отражает (соответствует) простым по строению месторождениям, представленным одиночными пластами горизонтального и пологого залегания, когда обеспечивается полнота и качество выемки вследствие привязки вскрытия и развития фронта работ к одному пласту. При этом обеспечивается возможность размещения всего объема пород или значительной его части в выработанном пространстве.

Применение классической продольной системы разработки в условиях сложноструктурных месторождений приводит к снижению эффективности открытого способа угледобычи.

Как видно из первой лекции все месторождения Кузбасса представлены свитами угольных пластов. И в этих условиях продольная система разработки не обеспечивает того эффекта, который достигается при простых условиях залегания.

Дело в том, что при данной технологии вскрытие и подготовка месторождения к выемке угля осуществляются применительно к одному наиболее мощному пласту свиты. А остальные пласты отрабатываются попутно с подходом фронта работ к ним в большинстве случаев со стороны лежачего бока наиболее неблагоприятного по условиям их выемки.

В этом случае формируются сложные породугольные экскаваторные блоки. Забой также формируется из породугольных частей. Причем положение пласта в забое носит случайный характер с изменением положения пласта по всей площади забоя, что еще более усложняет выемочные работы по углю и по породе.

Постепенное вовлечение угольных пластов свиты в отработку не позволяет обеспечить стабильность добычи угля всего марочного состава свиты. Затрудняется или становится неосуществимой разделение добываемых углей по их марочному (качественному) показателям.

При отработке наклонных и крутопадающих угольных залежей использование продольной системы разработки приводит к необходимости размещения всех пород вскрыши на внешних отвалах, что влечет за собой ухудшение экологии и увеличению ресурсозатрат (землеемкости, энергоемкости, материалоемкости).

Перемещение огромных объемов вскрыши на внешние отвалы, расположенные как правило на значительном расстоянии от забоев приводит к росту количества транспортных средств и вспомогательного оборудования.

Что влечет к росту ресурсозатрат всех видов.

Следовательно, применяемая продольно-углубочная технология не полностью соответствует условиям залегания угольных пластов и необходимо изыскивать более совершенные технологические решения.

Тема: «Совершенствование применяемой продольно-углубочной системы разработки».

3.1. Технология ведения вскрышных работ с применением экскавационно-канатной установки ЭКУ (билайн).

Конструктивно ЭКУ выполнено следующим образом. Имеются две самоходные башни на гусеничном или шагающем ходу, одна из которых устанавливается на верхней площадке обрабатываемого уступа, а вторая на верхнем отвале.

Башни соединены системой тяговых канатов с подвешенным ковшом типа скреперного или драглайнового.

Основой ЭКУ являются базы экскаваторов ЭШ-10/70, ЭШ-15/90, ЭШ-40/85, ЭКГ-12,5; ЭКГ-20.

Техническая характеристика ЭКУ-20 (ЭКГ-12,5)

Емкость ковша, м ³	– 20
Глубина черпания, м	– до 100
Продолжительность цикла, с	– 180
Расстояние между башнями, м	– до 400
Скорость перемещения башни, м/ч	– до 1,5
Масса установки, т	– 1300
Производительность, м ³ /ч	– 400

Преимущества:

Отсутствие стрелы позволяет в 2-2,5 раза увеличить вместимость ковша по сравнению с базовой машиной.

Возможность прицельной разгрузки ковша в отвал позволяет до минимума сократить межгребневое пространство, а, следовательно, и объем последующей планировки отвала.

Зависимость производительности ЭКУ от высоты вскрышного уступа представлена на графике (рис. 2.2.)

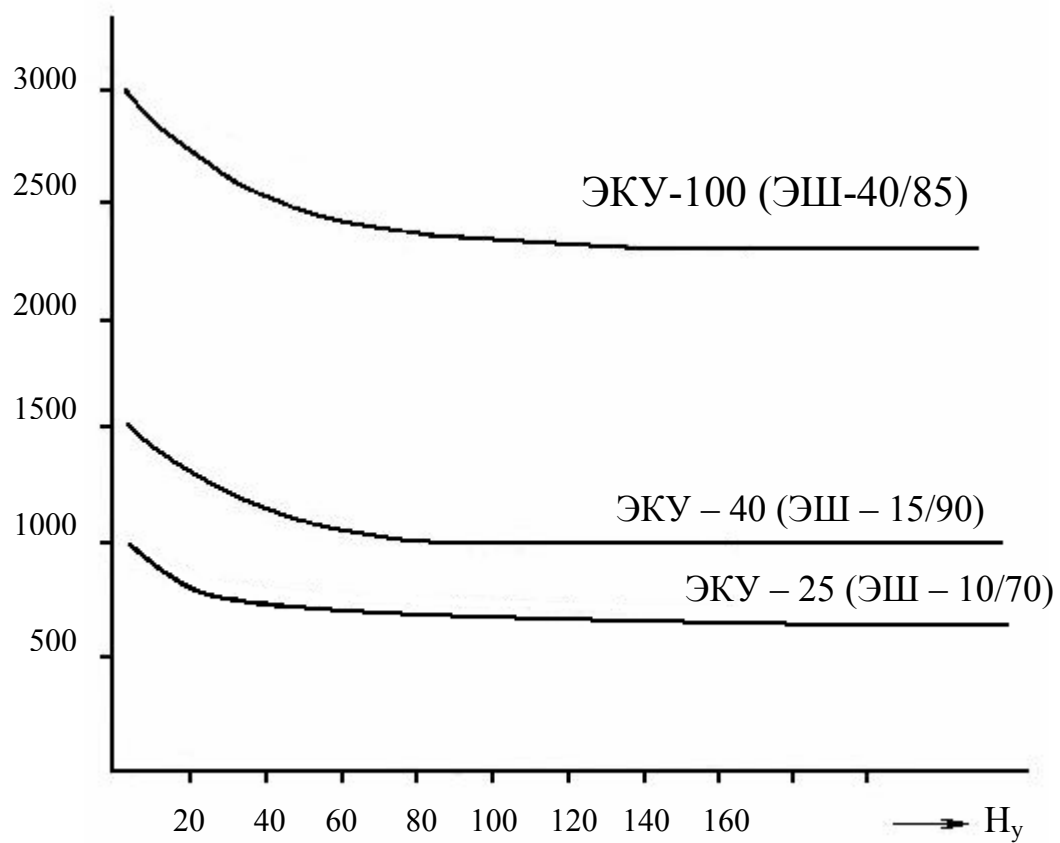


Рис. 2.1.

Схема работы ЭКУ представлена на рис. 2.1.

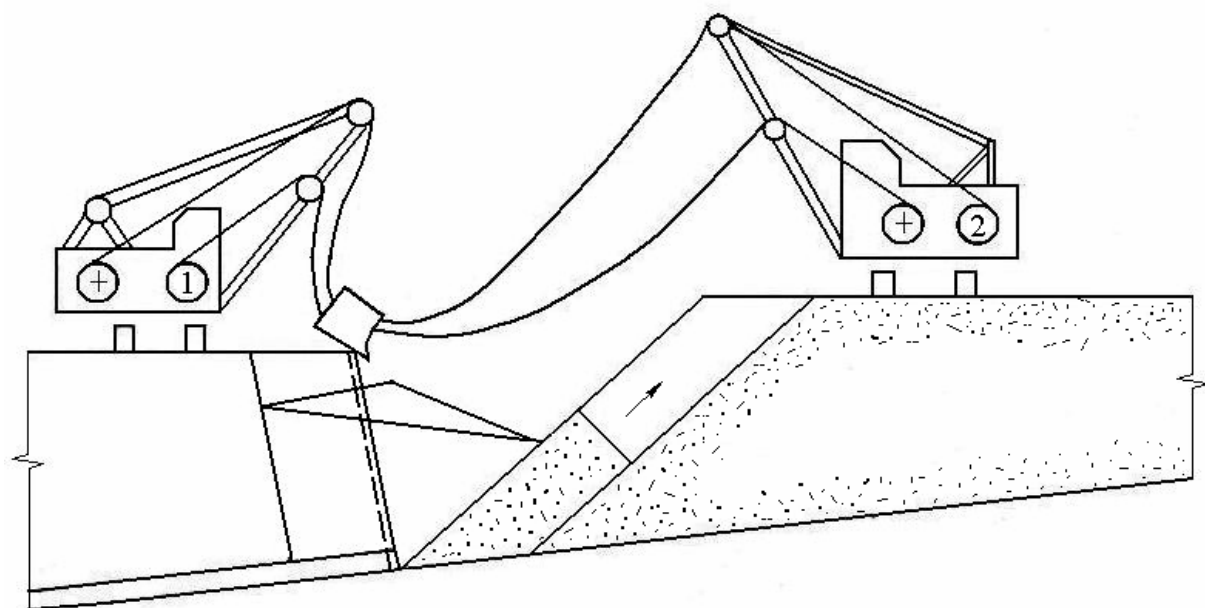


Рис. 2.2.

Самоходные базовые тележки 1 и 2 устанавливаются соответственно одна на верхней площадке обрабатываемого уступа, другая в отвальной зоне на площадке отвального уступа. Взорванный массив с помощью подвигаемого на тросах ковша перемещается в отвал способом волочения, что обеспечивает высокую полноту заполнения ковша. По мере перемещения породы из вскрышной заходки в отвал производится передвижение базовых тележек вдоль фронта работ.

Преимущества ЭКУ:

1. Повышение безопасности работ;
2. Снижение объемов по рекультивации отвала;
3. Увеличение мощности вскрыши, обрабатываемой по бестранспортной технологии;
4. Снижение зависимости производительности ЭКУ от качества дробления пород;
5. Снижение ресурсозатрат в следствии перемещения пород из забоя в отвал по наикратчайшему расстоянию.

3.2. Технология обработки вскрышных уступов с переэкскавацией породы с нижних горизонтов на вышележащие с помощью драглайнов.

С переходом на обработку глубоких горизонтов сокращается фронт работ, увеличивается длина транспортирования, снижается производительность транспортных средств. Кроме этого присутствие транспорта в глубинных частях карьера требует расширение рабочих площадок и приводит к выколаживанию угла погашения нерабочего борта, а следовательно увеличивается текущий и средний коэффициент вскрыши.

Сущность предлагаемой технологии состоит в применении на выемке и подъеме породы с нижних горизонтов на верхние с помощью драглайнов, а верхние горизонты обрабатываются по транспортной технологии с непосредственной погрузкой породы в транспортные средства. Причем поднятая с нижних горизонтов порода отгружается на транспорт или драглайнами или мехлопатами. Данная технология имеет большое число вариантов.

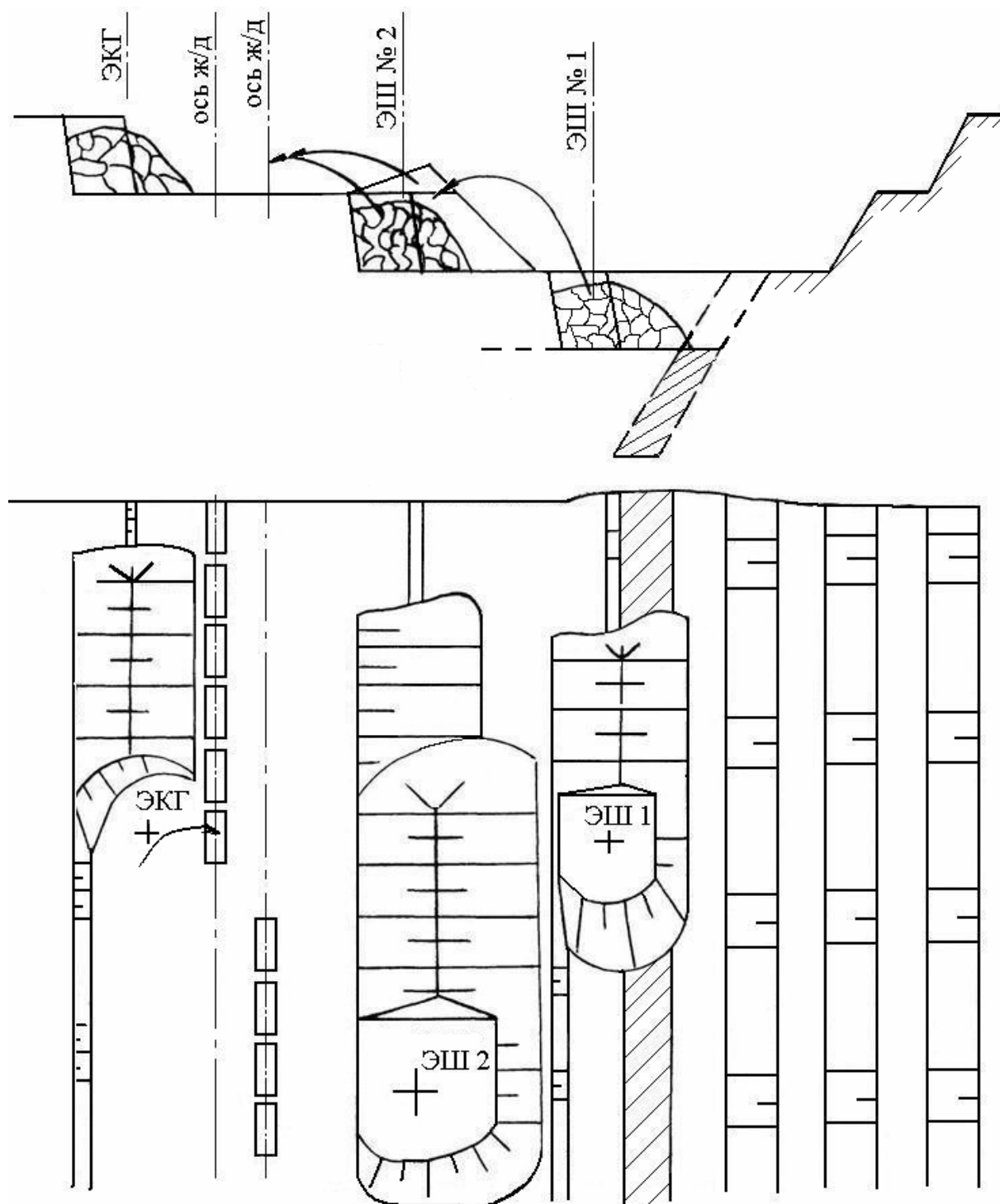


Рис. 2.3.

На рис. 2.3. представлен один из вариантов предлагаемой технологии. Технология осуществляется следующим образом. На нижнем горизонте производится взрывание вскрышной заходки. На развал устанавливается драглайн ЭШ №1, который перегружает породу на вышележащий горизонт на развал пород после взрывания вскрышной заходки второго горизонта. На общий навал пород устанавливается драглайн № 2, который отгружает породу в ж/д или автотранспорт. Породы с верхнего горизонта отгружаются ЭКГ на автотранспорт.

Преимущества технологии:

1. Сокращаются на 60-70 % объем переукладки ж/д путей.
2. Увеличивается угол откоса рабочего борта карьера, как следствие этого снижается текущий коэффициент вскрыши (H_y увеличивается).
3. Уменьшается количество транспортных средств.
4. Сокращение на 30-70 % объемы горно-капитальных работ и вскрывающих выработок.
5. Снизить затраты ресурсов по процессу транспортирования.

Недостатки:

1. Необходимость переэкскавации пород.
2. Использование драглайна для прицельной погрузки породы в транспортные средства, что ведет к снижению производительности драглайна.

3.3. Технология разработки пород с использованием гравитационной силы.

Исследованиями ИГД СО РАН доказано, что для эффективной разработки трудноразмываемых пород (наносов) можно использовать механическую подрезку уступов с последующим их самообрушением под действием сил гравитации.

ИГД СО РАН совместно с концерном «Кузбассразрезуголь» и ВНИПИИ стромсырье создан комбайн ГК-1000 (Чайковский).

Техническая характеристика ГК-1000

Техническая производительность, м ³ /ч	– 1000
Водопроизводительность, м ³ /ч	– 4000
Скорость производства вруба, м/мин	– 3,3÷3,7
Высота разрабатываемого уступа, м	
с механическим рабочим органом	– 15
с использованием верхнего гидромонитора	– 25
Давление струи гидромонитора, МПа	– 10
Ширина заходки, м	– до 40
Масса машины, т	– 300

На стреле гидрокомбайна установлены два гидромонитора для смыва разрушенного грунта.

Испытания проводились на разрезе «Черниговский» в 1988 г. Разрабатывался уступ высотой 27 м

Схема отработки уступа представлена на рис. 2.4.

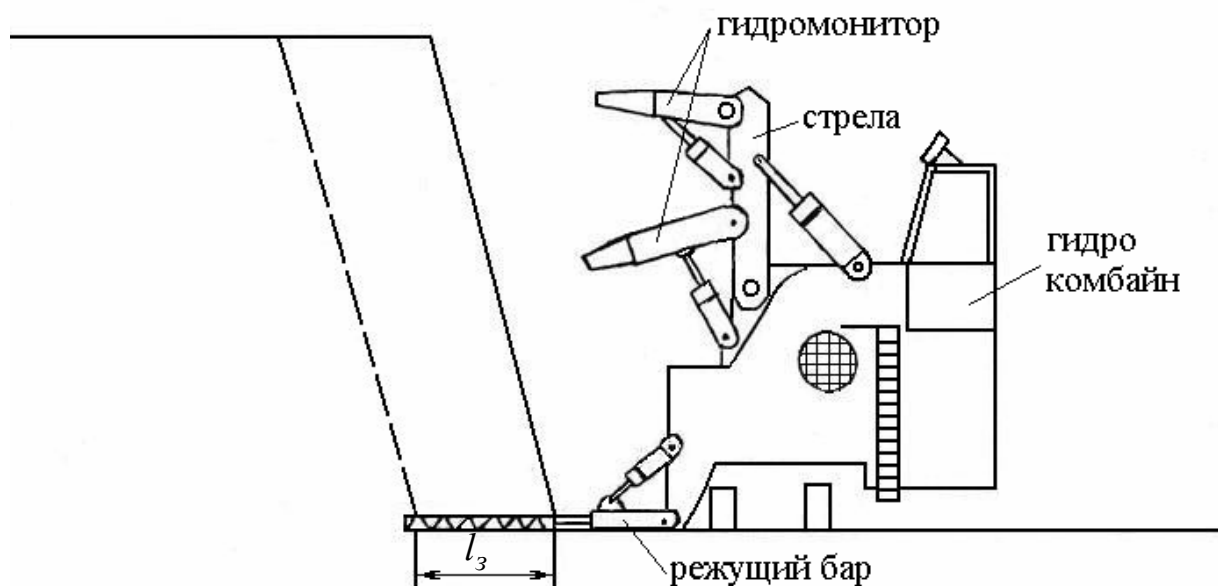


Рис. 2.4. Технология разработки трудноразмываемых пород (наносов) гидрокомбайном

Отработка уступа ведется следующим образом. Гидрокомбайн осуществляет подрезку уступа с помощью режущего бара на глубину 1 м по длине фронта работ. С некоторым отставанием от забоя резания происходит ослабление пород уступа с частичным их обрушением. После подрезки уступа на величину блока, гидрокомбайн возвращается в первоначальное исходное положение и осуществляет размыв пород с помощью гидромониторов, установленных на стреле гидрокомбайна.

Преимущества технологии:

1. Повышается в 2÷2,5 раза производительность по размыву пород.
2. Снижается ресурсопотребление на отработке наносов.
3. Улучшаются условия труда в забое.
4. Исключение недомыва в почве.
5. Возрастает консистенция пульпы в 1,3 раза.

Тема *«Новые технологии с применением традиционных технических средств».*

4.1. Площадно-слоевая технология разработки крутопадающих залежей.

Сущность площадно-слоевой технологии заключается в отработке угленасыщенной зоны карьера в пределах граничных контуров отрабатываемой свиты общим горизонтальным слоем.

Разноска бортов разреза за пределами свиты осуществляется по обычной технологии.

Возможны также варианты отработки месторождения одним слоем в границах карьерного поля с распределением фронта работ в пределах слоя по экскаваторам (рис. 4.3).

Наличие единой рабочей площадки позволяет осуществлять выемку всех пластов свиты с их висячего бока.

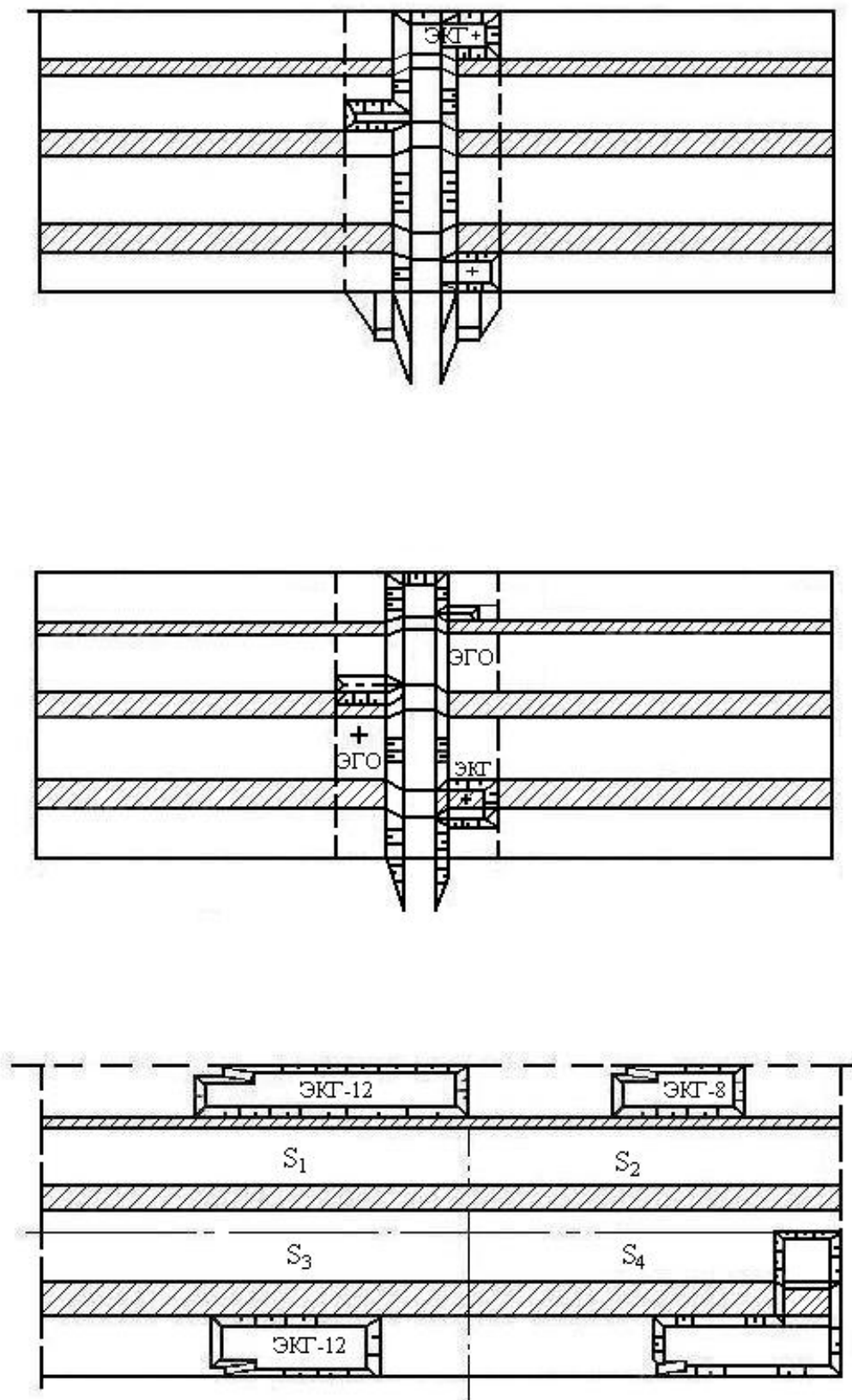


Рис. 4.3. Отработка слоя отдельными блоками

Отработка залежи одним горизонтальным слоем позволяет использовать большой набор технологических вариантов, обеспечивающих высокую полноту и качество извлечения угля из недр.

Возможны следующие варианты:

1. Отработка слоя экскаваторами типа мехлопата с погрузкой породы (угля) в автосамосвалы на уровне и выше уровня стояния экскаватора;
2. Отработка слоя гидравлическими экскаваторами, обратная лопата с опережающей выемкой пластов;
3. Отработка слоя рыхлителями в комплексе с автопогрузчиками;
4. Отработка слоя самостоятельными блоками.

Отработка слоя осуществляется путем подготовки свиты (слоя) с помощью разрезной траншеи, проходимой вкрест простирания свиты. Из разрезной траншеи проходятся ниши со стороны висячего бока пласта на ширину, равную ширине экскаваторной заходки и на длину, позволяющую разместить экскаватор для зачистки и выемки угольного пласта с его висячего бока.

При отработке карьерного поля одним горизонтальным слоем с делением его по площади на отдельные экскаваторные участки (рис. 4.3) их площади определяют в зависимости от производительности экскавационных средств по формуле:

$$S_i = \frac{Q_{Gi}^3}{h_{cl}},$$

где Q_{Gi}^3 – годовая производительность i -го экскаватора, м^3 ;

h_{cl} – мощность отрабатываемого слоя, м.

Принимается условие, что весь слой отрабатывается в течение года. Мощность слоя устанавливается как средневзвешенная величина от всей численности экскаваторов занятых на отработке слоя.

Причем h_{cl} для i -го экскаватора определяется по условиям прочерпывания контакта «уголь-порода»

$$h_{cl} = aL_{об}^2 + bL_{об} + c,$$

где a, b, c – значения коэффициентов регрессии; (табл. 4.1)

$L_{об}$ – длина обнажения пласта по простиранию, м.

Таблица 4.1

Значения коэффициентов регрессии

Тип экскаваторов	a	b	c
ЭКГ-5А	0,00637	0,04091	1,507
ЭКГ-8И	0,00112	0,01215	3,938
ЭКГ-6,3У	0,00121	0,01045	4,608
ЭКГ-12,5	0,00098	0,04036	4,024
ЭКГ-4У	0,00136	0,00647	5,587
ЭКГ-20	0,00126	0,04984	4,909
ЭГО-5	0,00802	-0,26115	6,819
ЭГО-8	0,00324	0,09293	0,882
ЭГО-12	0,00457	0,05433	2,078
ЭГО-20	0,00562	-0,0332	3,750
ЭГ-8	0,00494	-0,17934	5,0647
ЭГ-12	0,00546	-0,20759	5,786
ЭГ-20	0,00727	0,31342	8,289
ЭГ-40	0,00836	-0,33422	9,042

Достоинства технологии:

1. Обеспечение выемки угольных пластов свиты со стороны висячего бока.
2. Повышение маневренности горного оборудования в пределах слоя.
3. Обеспечение стабильности добычи угля всего марочного состава свиты в пределах года.
4. Упрощение организации работ.

Недостатки:

1. При буровзрывной подготовке пород к выемке усложняется организация БВР.
2. Увеличивается объем горно-подготовительных работ.

Технология с поперечным развитием фронта горных работ и сооружением карьера первой очереди (Томаков П.И.)

Сущность технологии заключается в следующем.

В одном из торцов карьерного поля сооружается карьер на граничную глубину с минимальными параметрами с вывозкой вскрышных пород на внешние отвалы.

При этом, торцевой борт формируется под углом погашения, а противоположный борт под рабочим углом. Борты со стороны висячего и лежащего боков свиты формируются как нерабочие.

Карьер первой очереди сооружается сразу в граничных контурах по глубине и ширине с вовлечением в отработку всей свиты по её мощности (рис. 4.4).

Расчет параметров карьера первой очереди ведется по следующим формулам.

Длина дна карьера

$$L_{\partial} = H_{\kappa}(\operatorname{ctg}\gamma_0 - \operatorname{ctg}\gamma_n) + T + B_p + A_3 + l_{pk},$$

где H_{κ} – конечная глубина карьера, м;

γ_0 – генеральный угол откоса внутреннего отвала, град;

γ_n – угол погашения торцевого борта карьера, град;

T – ширина транспортной полосы, м;

$$T = B_{\kappa a} + 2C,$$

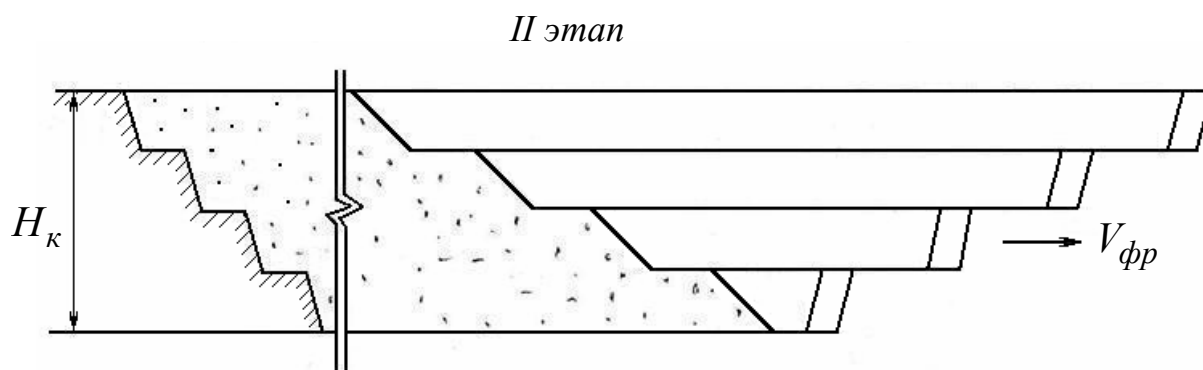
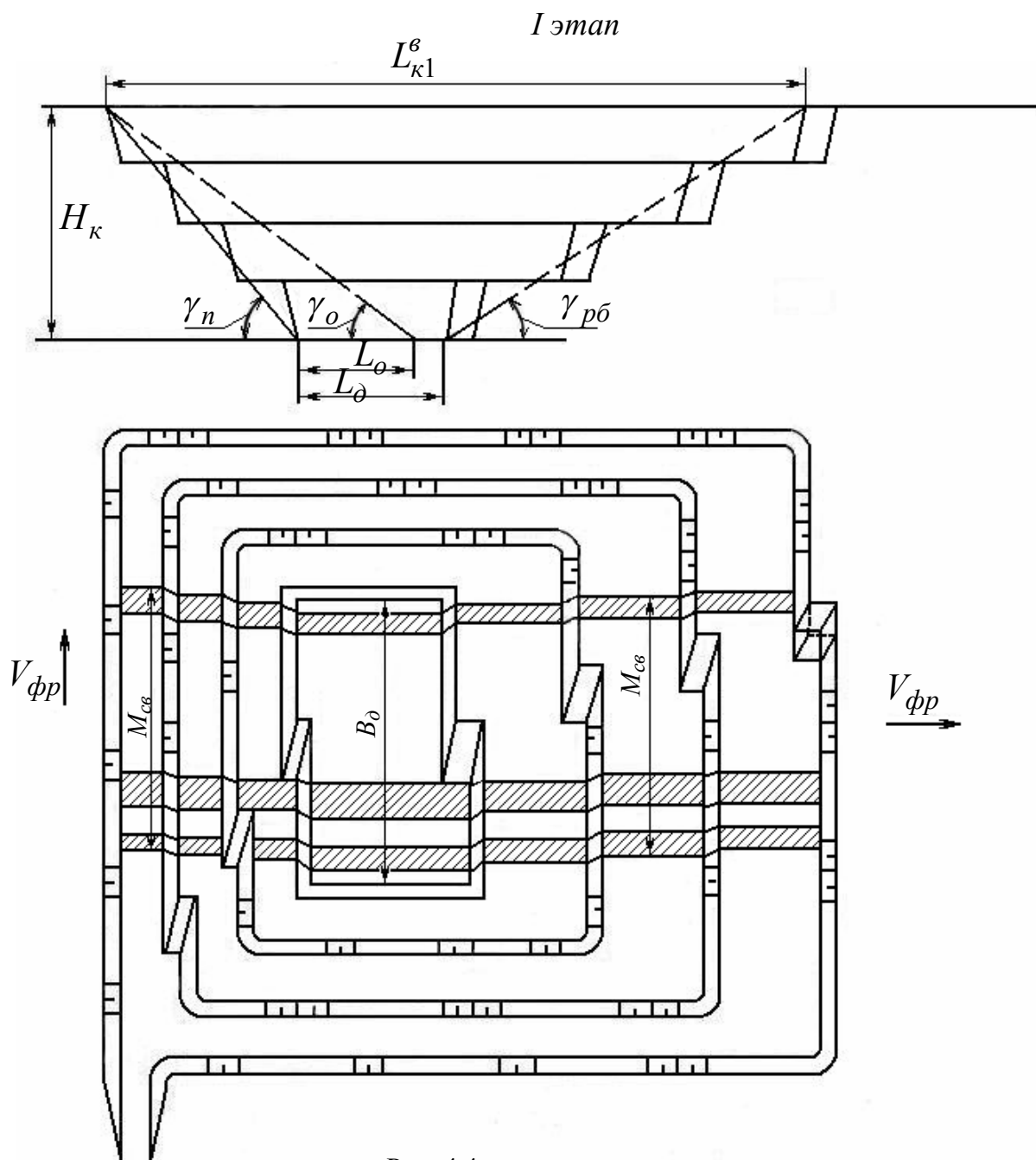
где $B_{\kappa a}$ – ширина кузова автосамосвала, м;

C – зазор между кузовом автосамосвала и нижней бровкой развала пород и предохранительным валиком со стороны отвала, м; ($C = 2,5$ м)

B_p – ширина развала пород после взрыва, м;

A_3 – ширина заходки по целику, м;

l_{pk} – разлет кусков породы после разгрузки на отвале, м
($l_{pk} = 3 \div 24$ м при $H_{от} = 4 \div 30$ м)



Ширина дна карьера

$$B_{\partial} = M_{ce} / \sin \alpha + 2e_{\partial}$$

где M_{ce} – мощность свиты угольных пластов, м;

α – угол падения свиты, град;

e_{∂} – ширина бермы безопасности, м.

Длина карьера по верху

$$L_{\kappa 1}^e = L_{\partial} + H(ctg \gamma_n + ctg \gamma_{p\partial})$$

где $\gamma_{p\partial}$ – угол откоса рабочего борта, град.

Объем карьера первой очереди

$$V_{\kappa 1} = \frac{S_{\partial} + S_e}{2} H_{\kappa},$$

где S_{∂} – площадь дна карьера, м;

$$S_{\partial} = B_{\partial} \cdot L_{\partial};$$

S_e – площадь карьера по верху, м;

$$S_e = L_{\kappa 1}^e \cdot B_{\kappa}^e,$$

где B_{κ}^e – ширина карьера по верху, м.

$$B_{\kappa}^e = B_{\partial} + H_{\kappa}(ctg \gamma_{nl} + ctg \gamma_{nv}),$$

где γ_{nl} – угол откоса нерабочего борта с лежащего бока свиты, град;

γ_{nv} – угол откоса нерабочего борта с висячего бока свиты, град.

Средняя длина транспортирования в пределах карьера первой очереди, м

$$L_{mp}^{cp} = 0,25(L_{\partial} + L_{\kappa 1}^e) + \frac{1000 \cdot h_{\text{цт}}}{i} + 0,5(B_{\kappa}^e + B_{\partial 1}),$$

где $h_{\text{цт}}$ – высота центра тяжести карьера, м

$$h_{\text{цт}} = H_{\kappa} - \frac{0,5(L_{\partial} + L_{\kappa 1}^e) - L_{\partial}}{ctg \gamma_n + ctg \gamma_{p\partial}}.$$

Средняя длина транспортирования при переходе на внутреннее отвалообразование определяется по выражению:

$$L_{mp2}^{cp} = 0,5[2(A + T + h_y \cdot ctg \beta_o + B_{\partial}) + (H_{\kappa} - h_y)(ctg \gamma_{p\partial} + ctg \gamma_o) + B_{\kappa 1}^e],$$

где h_y – высота уступа, м;

β_o – угол откоса отвального яруса, град.

После сооружения карьера первой очереди осуществляется переход на технологию с внутренним отвалообразованием с поперечным развитием фронта работ.

Достоинства по сравнению с продольной системой разработки:

- меньшая землеемкость добычи;
- уменьшение длины транспортирования, что позволяет уменьшить количество транспортных средств;
- снижение потерь угля вследствие отработки всех пластов свиты со стороны висячего бока.

Возможной областью применения технологии являются случаи, когда достоверно установлена предельная глубина карьера (отработка синклинальных складок, комбинированная открыто-подземная разработка).

Недостатки:

- большой объем горно-подготовительных работ из-за необходимости строительства карьера до граничной глубины;
- необходимость вывозки до 30 % вскрыши на внешние отвалы;
- ограниченность рабочей зоны и фронта работ;
- жесткая взаимосвязь вскрышных работ.

Поперечная блочнослоевая технология.

Технология является разновидностью предыдущей поперечной технологии с сооружением карьера первой очереди (рис. 4.6).

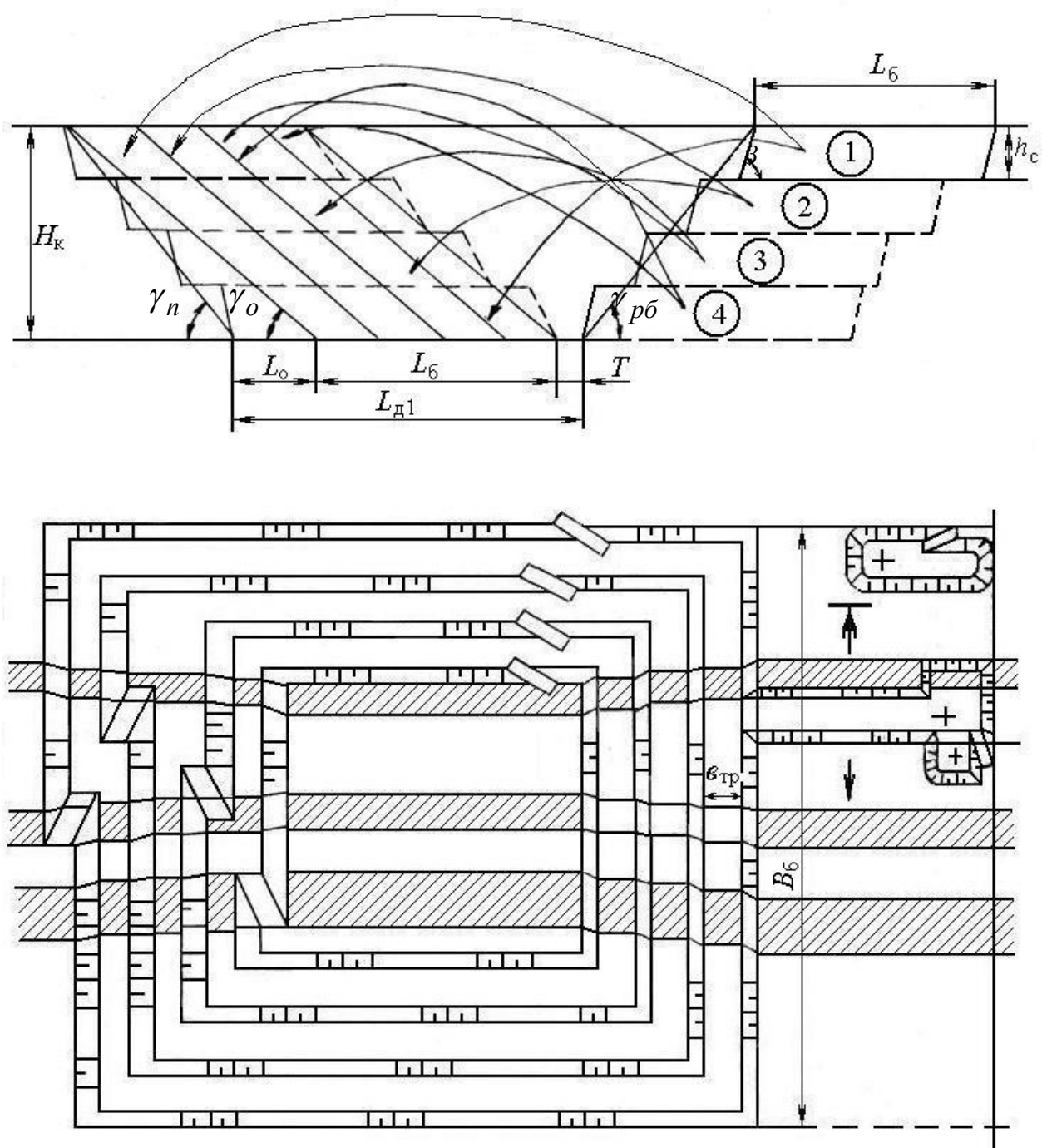


Рис. 4.6.

Первично также сооружается карьер первой очереди до граничной глубины с бортами под углом погашения и одним рабочим бортом. Причем угол откоса рабочего борта формируется под воздействием следующих элементов

$$\gamma_{p\delta} = \arctg \frac{\sum_{i=1}^n e_{mp}(n-1) + n \cdot H_{cl} \cdot ctg \beta}{H_{\kappa}}, \text{ или}$$

$$\gamma_{p\delta} = \arctg \frac{H_{\kappa}}{\sum_{i=1}^n e_{mp}(n-1) + n H_{cl} \cdot ctg \beta},$$

где n – количество разрабатываемых слоев;

H_{cl} – мощность слоя, м;

β – угол откоса слоя, град;

H_{κ} – глубина карьера, м;

e_{mp} – ширина транспортной полосы, м;

$$e_{mp} = e_{\delta} + Ш_{\delta} + \Delta B_p$$

e_{δ} – берма безопасности,

$$e_{\delta} = H_{cl}(ctg \beta_y - ctg \beta) \geq 3 \text{ м}$$

β_y – устойчивый угол откоса слоя, град;

$Ш_{\delta}$ – ширина дороги, м;

ΔB_p – приращение ширины развала пород после их буровзрывного рыхления, м [Ржевский В.В. Процессы открытых горных работ. 1978]

$$\Delta B_p = 3,7 W$$

W – линия сопротивления по подошве уступа, м.

Длина дна карьера первой очереди определяется по формуле:

$$L_{\delta 1} = L_o + L_{\delta} + T,$$

где $L_o = H_{\kappa}(ctg \gamma_o - ctg \gamma_n)$

L_{δ} – длина разрабатываемого блока, м

Оставшаяся часть карьерного поля по длине делится на блоки длиной до 200 м. Блок делится на горизонтальные слои мощ-

ностью H_{cl} , обеспечивающей эффективное извлечение угольных пластов выемочными средствами.

Блок по высоте делится на слоя со смещением один относительно другого на величину

$$B_p = \Delta B_{pn} + T + b_{\bar{o}},$$

где ΔB_{pn} – приращение развала пород

$$\Delta B_{pn} = B_p - A_3$$

T – ширина транспортной полосы,

$b_{\bar{o}}$ – берма безопасности.

Ширина блока зависит от горизонта отработки слоя и определяется по выражению

$$B_{\bar{o}i} = B_0 + 2 \left[H_k - (n-1)h_c \right] \operatorname{ctg} \gamma_n,$$

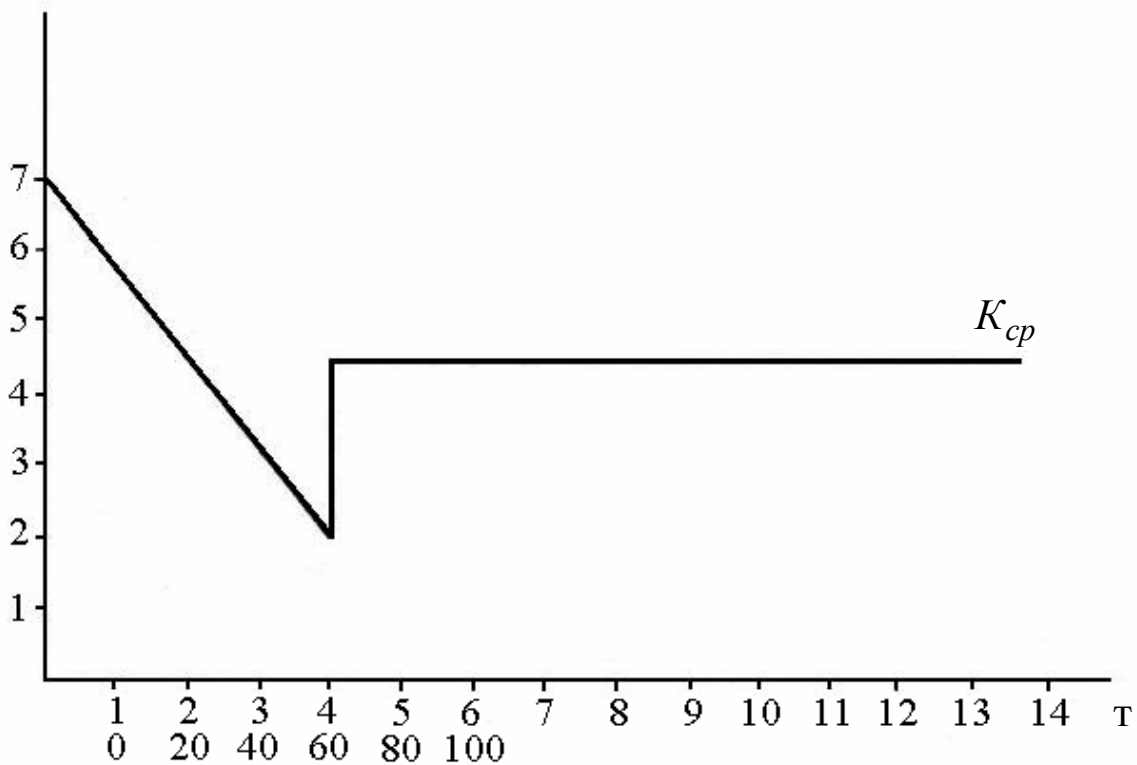
где n – порядковый номер слоя относительно дневной поверхности (1, 2, 3, ..., n).

Параметры блока определяются исходя из среднего коэффициента вскрыши за год.

Блок по глубине карьера должен отрабатываться в течение одного года, т.е.

$$L_{\bar{o}} \cdot H_k \cdot \frac{M_{c\bar{o}}}{\operatorname{Sin} x} K_y (1 - K_n) \rho_y = A_r$$

$$K_{\bar{o}}, \text{ м}^3/\text{т}$$



Длина блока определяется из расхода обеспечения производственной мощности карьера по углю, т.е.

$$L_{\sigma} = \frac{A_{\Gamma} \cdot \sin \alpha}{(1 - K_n) M_{св} \cdot K_y \cdot H_{\kappa} \cdot \gamma_y},$$

где A_{Γ} – производственная мощность карьера, т;

α – угол падения свиты, град;

K_n – коэффициент потерь угля, у.е.;

$M_{св}$ – мощность свиты (нормальная), м;

K_y – коэффициент угленосности, у.е.;

γ_y – плотность угля, т/м³.

Отработка блока производится горизонтальными слоями в нисходящем порядке, начиная с верхнего слоя.

Порода во внутренний отвал размещается или горизонтальными слоями снизу-вверх или под углом естественного откоса с отсыпкой отвала с дневной поверхности на полную глубину карьера.

Достоинства технологии:

1. Обеспечивается размещение части пород вскрыши во внутренний отвал.
2. Создаются условия для селективной выемки всех угольных пластов свиты.
3. Повышается безопасность горных работ.
4. Уменьшаются параметры остаточной горной выработки, что снижает землеемкость.

Недостатки:

1. Требуется сооружение карьера первой очереди с большими параметрами.
2. Усложняется технология внутреннего отвалообразования.
3. Сокращение фронта горных работ.

Область применения

Возможной областью применения технологии являются сложноструктурные угольные месторождения со значительной протяженностью карьерного поля.

Поперечная поэтапно-углубочная технология

является дальнейшим совершенствованием поперечных технологий с сооружением карьера первой очереди. Особенностью технологии является поэтапное понижение горных работ до граничной глубины карьера (рис. 4. 7).

Первоначально в одном из торцов карьерного поля проходится поперечный котлован на глубину, равную высоте уступа с вывозкой породы на внешние отвалы.

Причем, ширина дна котлована определяется по тем же критериям, что и при сооружении карьера первой очереди т.е.

$$L_k = H_y (ctg \beta_0 - ctg \beta) + T + B_p - A + l_{pk}$$

После этого производится отгон борта котлована с размещением пород вскрыши в выработанное пространство.

Отгон производится на величину шага углубки L_{y1}

$$L_{y1} = \frac{[(V_1 + V_2) - (V_{y1} + V_{y2})] K_p}{h_y \cdot K_o \cdot l_{k1}} + 2Ш_{on} + h_y \cdot ctg \beta_o + 2h_o ctg \beta_o,$$

где V_1 – объем углубочного котлована, м³;

V_2 – объем породы, вывозимый на поверхность внутреннего отвала с вышележащего над углубочным котлованом горизонта, м³;

$Ш_{on}$ – ширина отвальной площадки, м;

h_o – высота отвала, отсыпаемого на поверхности внутреннего отвала, м;

K_o – коэффициент откоса, $K_o = 0,7 \div 0,8$;

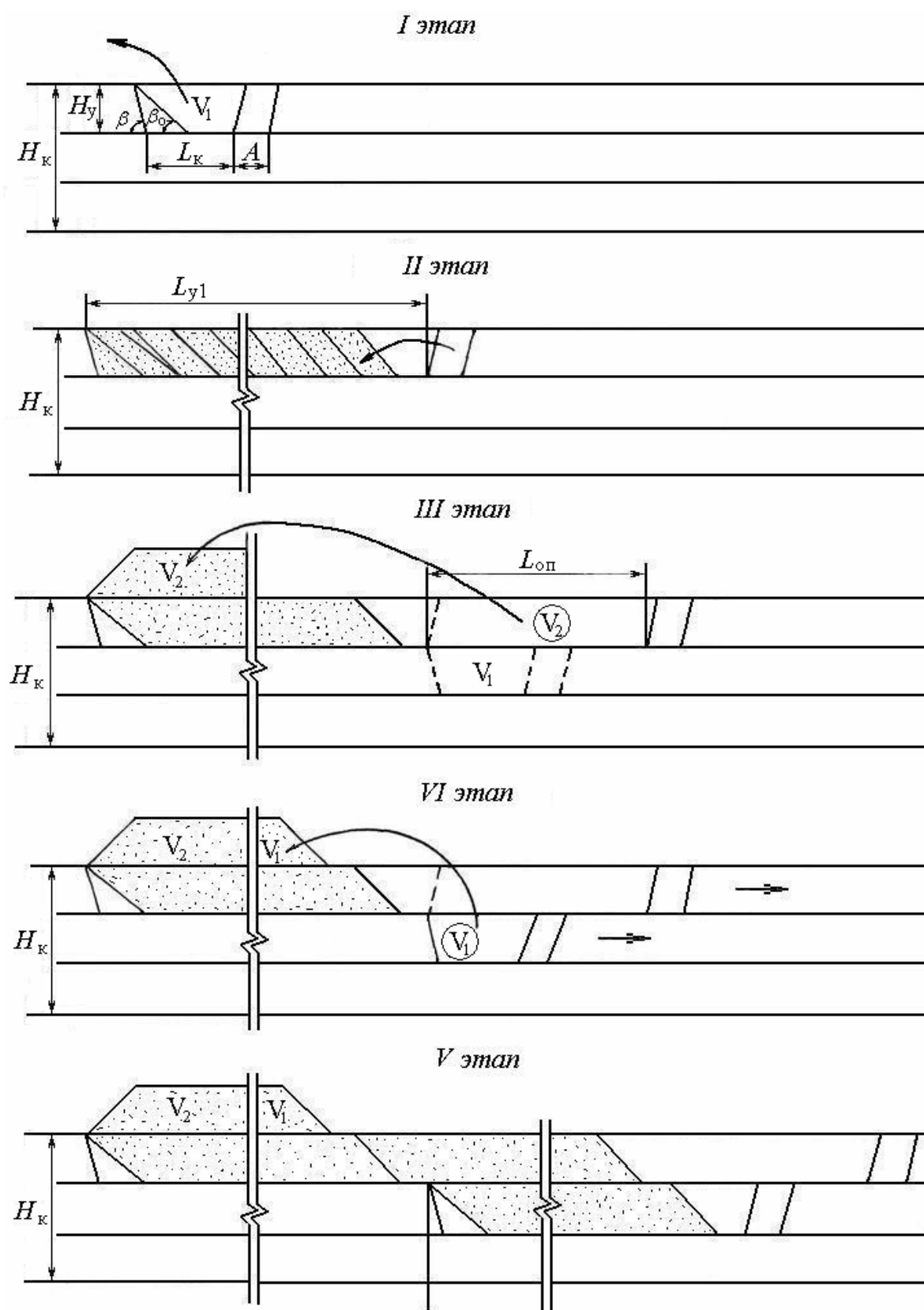
l_{k1} – средняя длина углубочного котлована, м

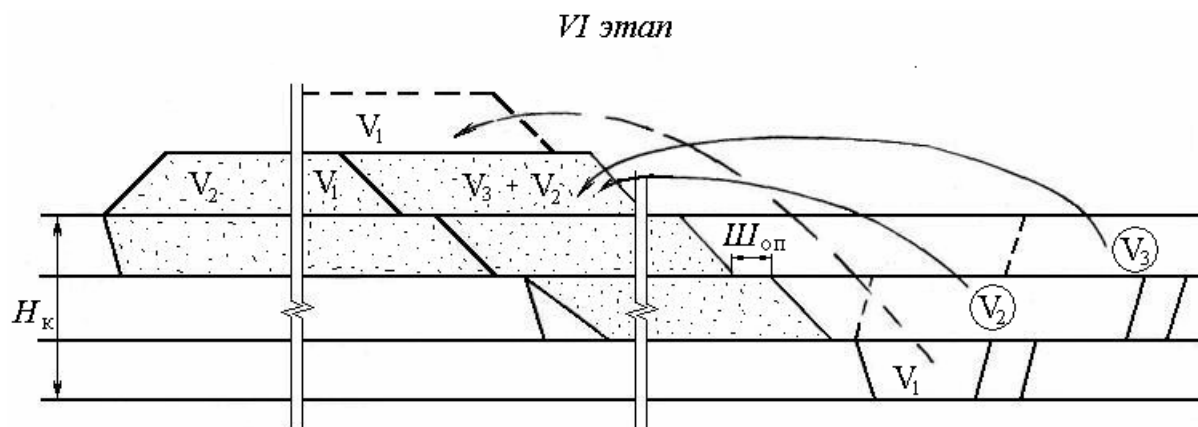
$$l_{k1} = M_{св} + h_y \cdot ctg \alpha$$

α – угол падения залежи, град;

$$V_1 = (L_k + h_y \cdot ctg \beta) \cdot h_y \cdot l_{k1}$$

внешний отвал





$$V_2 = (L_k + 2h_y \cdot \operatorname{ctg} \beta + Ш_{pn}) \cdot h_y \cdot l_{k2},$$

$Ш_{pn}$ – ширина рабочей площадки, м;

l_{k2} – средняя ширина карьера на вышележащем горизонте от углубочного котлована, м

$$l_{k2} = l_{k1} + 2h_y \cdot \operatorname{ctg} \beta + 2b$$

b – ширина транспортной бермы, м.

После этого осуществляется отгон борта с укладкой породы на поверхность внутреннего отвала. Такой режим сохраняется до обеспечения условий нарезки углубочного котлована на нижележащем горизонте. При этом длина отгона L_{on} определяется по выражению

$$L_{on} = L_k + 2h_y \cdot \operatorname{ctg} \beta + Ш_{pn}$$

Затем производится проходка углубочного котлована на нижележащем горизонте с вывозкой породы на поверхность внутреннего отвала. После углубки отработка уступов ведется с укладкой вскрышных пород во внутренний отвал по своим горизонтам.

Для углубки на следующий горизонт осуществляются аналогичные операции.

При углубке на граничную глубину карьера производится отработка оставшейся части карьерного поля с размещением вскрышных пород в выработанном пространстве.

Достоинства технологии:

1. Сокращаются объемы вскрыши, размещаемой на внешних отвалах.
2. Снижается землеемкость угледобычи.
3. Сокращаются сроки строительства карьера и перехода на технологию с внутренним отвалообразованием.
4. При отработке нижнего слоя возможно применение бестранспортной технологии.
5. Возможность рекультивации внутреннего отвала вслед за подвиганием фронта горных работ.

Недостатки:

1. Консервации части запасов угля в зоне углубки горных работ.
2. Необходимость транспортирования всех пород вскрыши на поверхность внутреннего отвала, что влечет к увеличению длины транспортирования и снижению производительности транспортных средств.
3. Увеличивается время набора проектной мощности карьера.

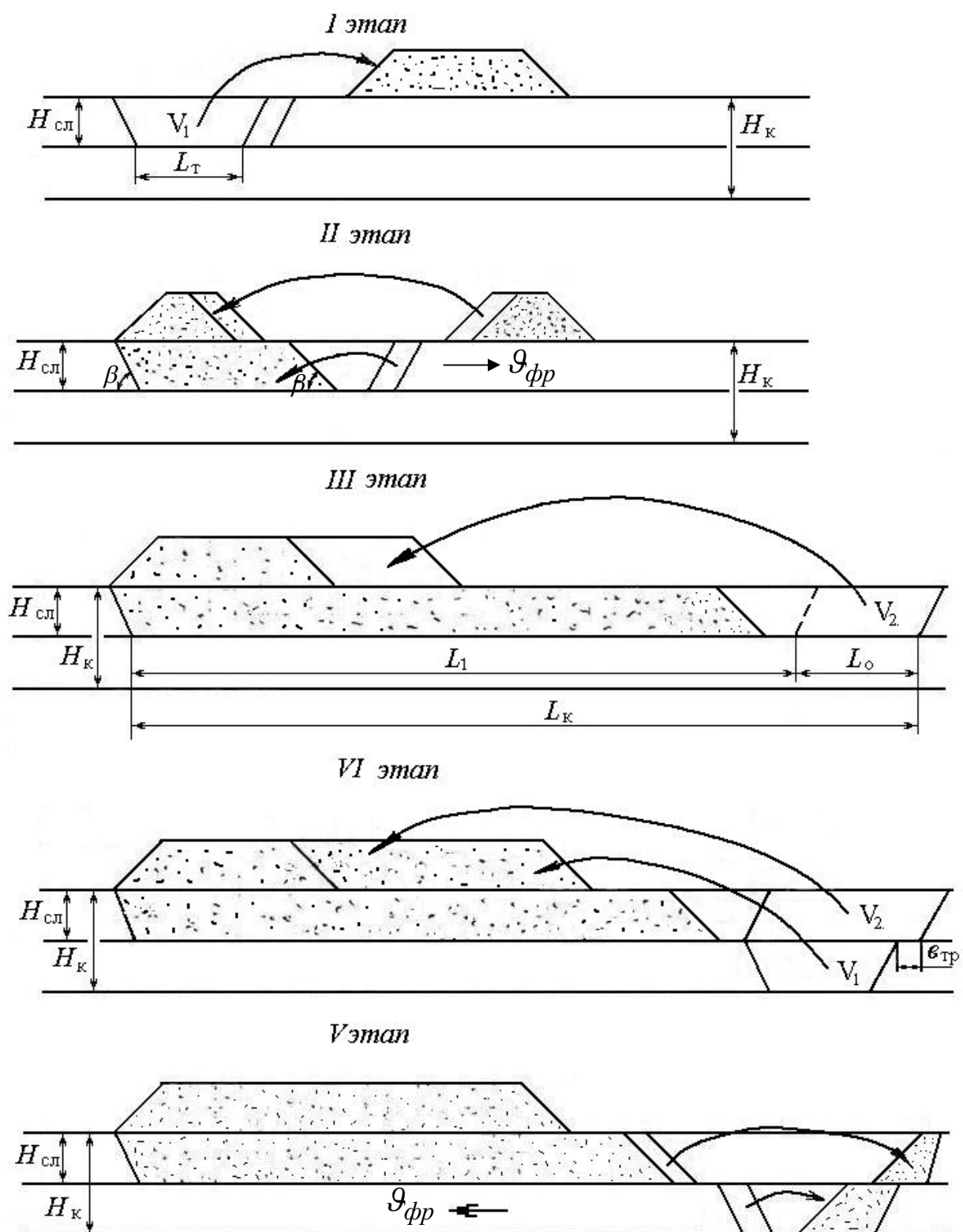
Возможной областью применения данной технологии является отработка свит крутого падения с длинной карьерного поля более 3 км.

Поперечная челночно-слоевая технология.

Данная технология является результатом совершенствования предыдущей поэтапно-углубочной технологии.

Горные работы ведутся в следующей технологической последовательности.

Первоначально в одном из торцов карьерного поля проходит поперечная разрезная (подготовительная) траншея вкрест проектирования свиты угольных пластов на глубину, равную высоте отрабатываемого слоя по бестранспортной технологии (до 90 м). При этом порода вскрыши вывозится на поверхность карьерного поля. Затем осуществляется отгон борта траншеи в сторону противоположного торца карьерного поля с отработкой слоя



по бестранспортной технологии и переэкскавации отвальных пород по транспортной технологии с размещением на поверхность внутреннего отвала.

В такой последовательности ведется отработка слоя до длины слоя, равной величине

$$L_1 = L_k + L_o,$$

где L_k – длина слоя по дну, в граничных контурах карьера, м

$$L_k = L_k^6 - 2H_{cl} \cdot \operatorname{ctg} \beta$$

L_k^6 – длина карьерного поля по поверхности, м;

H_{cl} – мощность отрабатываемого слоя, м;

β – угол откоса слоя (генеральный), град;

L_o – длина отрабатываемого слоя, необходимая для создания возможности проходки подготовительной поперечной траншеи на нижележащем горизонте, м

$$L_o = L_m + 2H_{cl} \cdot \operatorname{ctg} \beta + b_{mp}$$

где b_{mp} – ширина транспортной бермы, м.

После этого отработка слоя по бестранспортной технологии прекращается и отгон борта на величину L_o ведется с вывозкой породы на поверхность внутреннего отвала.

Затем производится проходка поперечной разрезной траншеи на нижележащем горизонте (слоя) на глубину, равную его мощности. При этом порода транспортируется с применением транспортных средств на поверхность внутреннего отвала первого слоя.

Отработка нижележащего слоя производится в направлении обратном по отношению к направлению отработки верхнего слоя по бестранспортной технологии. А порода внутреннего отвала первого слоя переэкскавируется с применением транспорта на поверхность внутреннего отвала второго нижележащего слоя.

В такой последовательности горные работы ведутся до противоположного торца карьерного поля с соблюдением требований, аналогичных при отработке первого слоя. При необходимости отработки нижележащего слоя производится проходка подготовительного котлована в этом слое с последующим

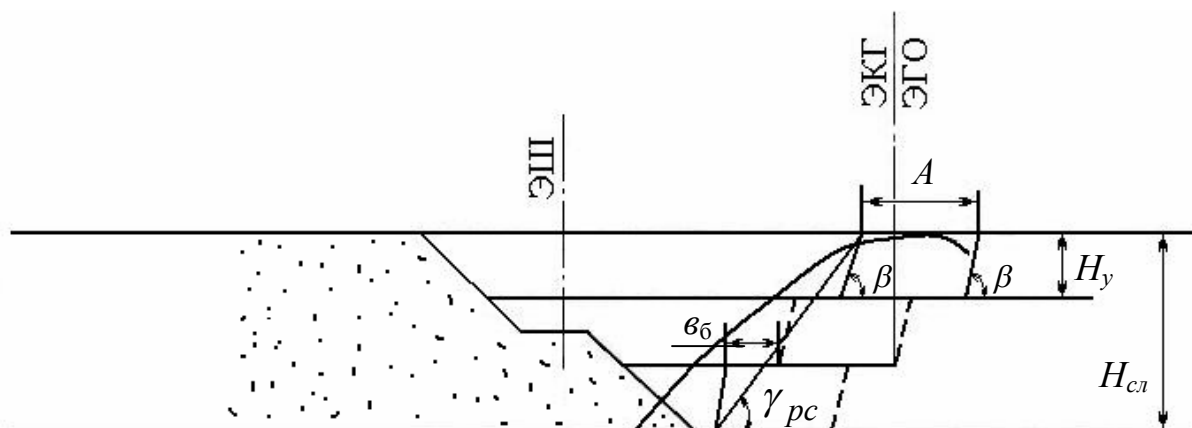
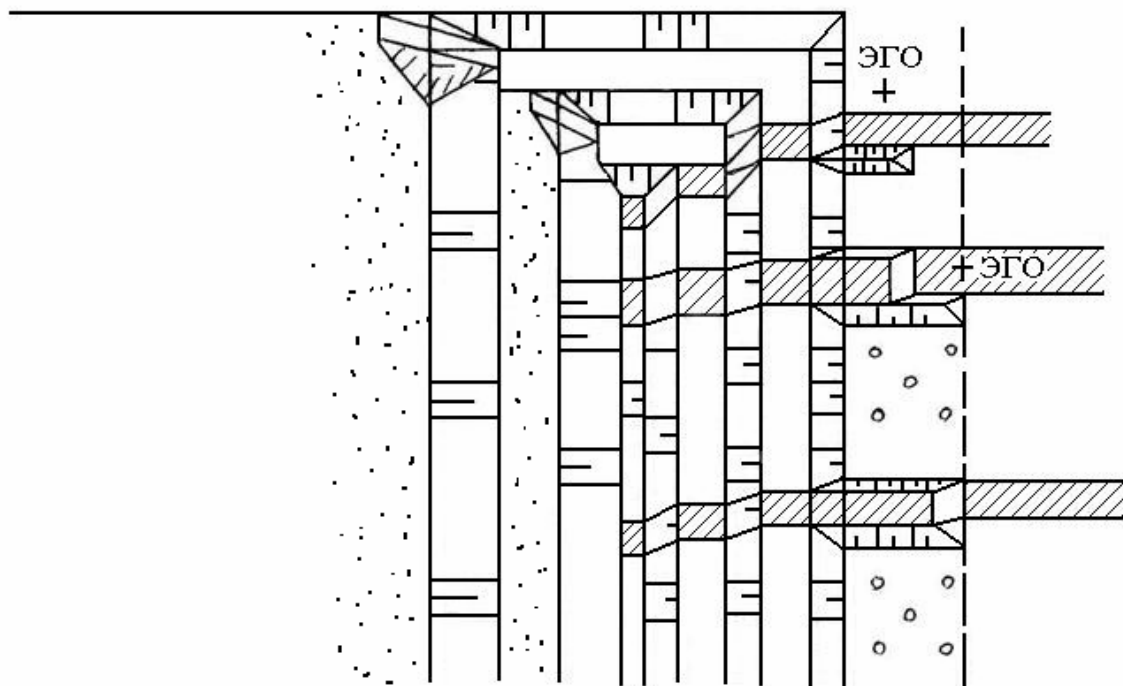


Рис. Схема отработки слоя по бестранспортной технологии



изменением отработки слоя на противоположное с внутренним отвалообразованием.

Отработка месторождения ведется до глубины, при которой средний текущий коэффициент вскрыши станет равным граничному, т.е.

$$K_{тек}^{cp} = K_{гр}$$

Отработка горизонтального слоя осуществляется уступами в нисходящем порядке, начиная с верхнего. Уступ в свою очередь отрабатывается поперечными относительно простирания залежи экскаваторными заходками с опережающими выемкой угольных пластов гидравлическими экскаваторами типа «обратная лопата».

Порода с уступа сбрасывается к нижнему горизонту, откуда затем переэкскавируется во внутренний отвал.

Между уступами слоя оставляются предохранительные бермы.

Угол откоса отрабатываемого слоя определяется по выражению

$$\gamma_{pc} = \text{arcctg} \frac{(n-1)b_{\delta} + n \cdot H_y \cdot \text{ctg} \beta}{H_{cl}}$$

где n – количество уступов в слое,

b_{δ} – берма безопасности, м.

Особенностью челночно-слоевой технологии является наличие одного добычного слоя. Отработанные вышележащие слои представляют собой внутренние отвалы периодически переэкскавируемые из одного положения в другое по мере отработки нижележащих породугольных слоев.

Основной характеристикой технологии является слоевой коэффициент вскрыши

$$K_{вс} = \frac{V_c}{Q_{извi}^y}, \text{ м}^3/\text{т}$$

где V_c – объем вскрыши при отработке слоя, м^3 ;

$Q_{извi}^y$ – объем угля, извлеченного при отработке слоя, т.

Текущий коэффициент вскрыши при отработке карьерного поля определяется по выражению

$$K_m = \frac{\sum_{i=1}^n V_{ci} + V_{nc}}{Q_{изв.нс}^y},$$

где V_{ci} – объем вскрыши в отработанном i -м слое, м^3 ;

$Q_{изв.нс}^y$ – объем угля, добытый на нижнем породугольном слое отработанной части карьерного поля, т;

V_{nc} – объем вскрыши при отработке нижнего породугольного слоя.

Достоинства технологии:

1. Снижение землеемкости добычи за счет исключения внешнего отвалообразования.
2. Увеличение доли бестранспортной технологии при отработке залежи.
3. Снижение длины транспортирования.
4. Уменьшения параметров остаточной горной выработки, вследствие увеличения угла откоса рабочего борта слоя.

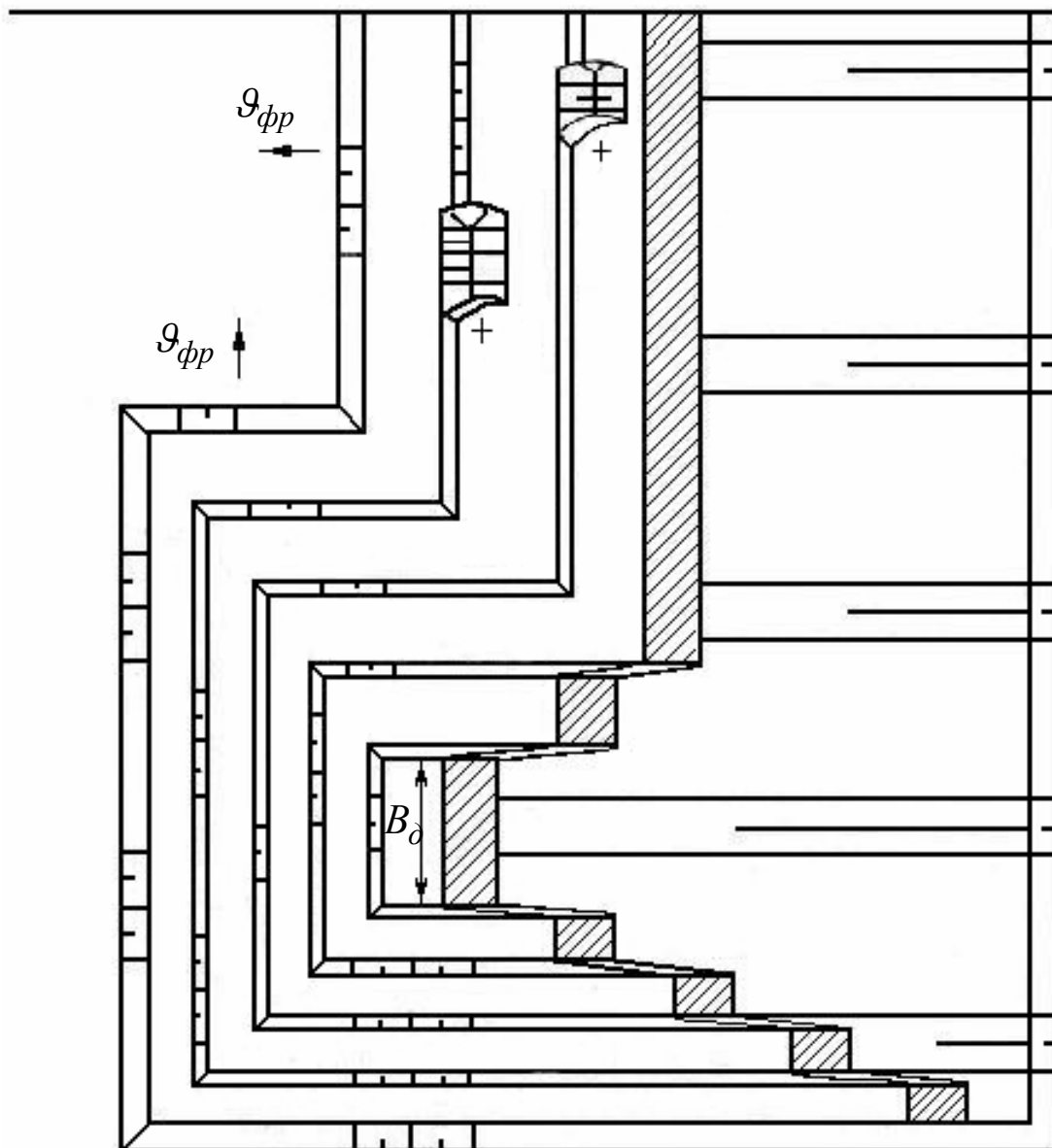
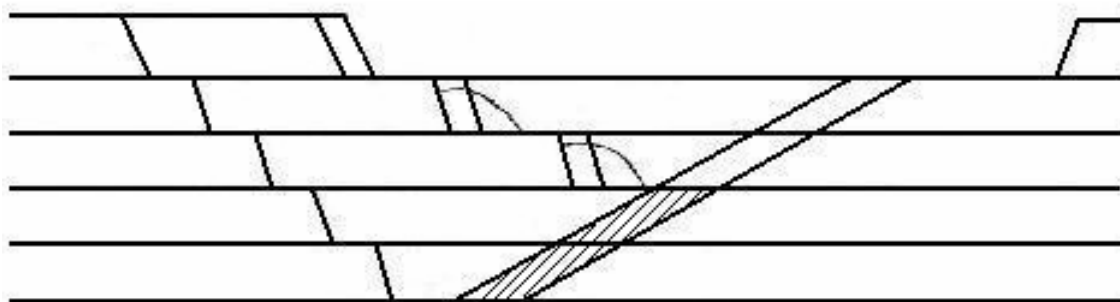
Недостатки:

1. Необходимость многократной переэкскавации внутренних отвалов.
2. Жесткая взаимозависимость отработки уступов слоя и технологии отвалообразования.

Продольно-поперечная система разработки наклонных угольных месторождений

Данная технология объединяет в себе преимущества продольной и поперечной систем разработки.

Сущность технологии заключается в следующем. Первоначально вскрытие и подготовка залежи к выемке осуществляется по продольной технологии с вывозкой вскрыши на внешние отвалы. При достижении проектной мощности карьера в одном



из торцов карьерного поля сооружается врезка до границ карьера по падению угольных пластов.

Размеры по ширине должны быть минимальными и определяются исходя из возможности размещения внутреннего отвала, т.е.

$$B_{\partial} = H_{\kappa}(\operatorname{ctg}\gamma_o - \operatorname{ctg}\gamma_n) + T + b_{\partial} + A,$$

где H_{κ} – предельная глубина карьера, м;

γ_o – генеральный угол откоса внутреннего отвала, град;

γ_n – угол погашения торцевого борта карьера, град;

T – ширина транспортной полосы, м;

b_{∂} – полоса безопасности, м;

A – ширина заходки.

После этого формируется поперечный фронт работ в пределах врезной выработки с размещением всех вскрышных пород при продольном и поперечном развитии фронта горных работ в выработанное пространство.

При этом отработка карьерного поля ведется одновременно по поперечной и продольной системам разработки.

Достоинства технологии:

1. Обеспечение значительной длины фронта горных работ и концентрации.
2. Снижение объемов пород, размещенных на внешних отвалах.
3. Снижение ресурсозатрат на перемещение вскрыши при внутреннем отвалообразовании.

Открыто-подземная добыча угля.

Огромные запасы угля в Кузбассе (725 млрд. т) ставят вопрос о концепции технологии разработки угольных месторождений бассейна.

Прогнозные запасы – 3,3 трл. т угля.

Отсутствие единой стратегии приводит к необоснованному росту нарушения земель, увеличению ресурсозатрат.

Высокая угленасыщенность (до 20 %) и выходе свит пластов под наносы на всех месторождениях Кузбасса имеется возможность их отработки открытым и подземным способами. Эффективность отработки комбинированным открыто-подземным способом подтверждено практикой отработки рудных месторождений.

В рамках бывшего СССР такая технология применялась на 41 месторождении в основном на железорудных и руд цветных металлов.

Некоторый опыт применения открыто-подземной технологии имеется и в Кузбассе. Так, на разрезе «Коркинский» одновременно велись подземные и открытые работы.

Имеется опыт работы при отработке верхних горизонтов шахтных полей открытым способом.

На разрезах «Моховский», «Киселевский», «им. Вахрушева», «Прокопьевский», «Ольжерасский» разрабатываются верхние горизонты, на которых одновременно открытые и подземные работы.

Раздельное применение этих способов приводит к негативным последствиям, обусловленным недостатками каждого из них.

Так, применение открытого способа приводит к значительному нарушению земель, большим затратам на их восстановление (рекультивацию).

Использование подземного способа приводит к повышенным потерям угля в недрах, что обуславливает повышение ресурсозатрат на 1 т добычи.

Положительный эффект от совместного применения способов при отработке одного и того же месторождения обусловлен следующими факторами:

1. Неопределенность глубины открытых работ не имеет существенного значения.
2. Возможность применения при отработке верхней части месторождения технологии с размещением вскрыши в выработанное пространство.
3. Возможность использования остаточной открытой горной выработки для строительства подземных горных выработок.

4. В Кузбассе выполнен научный задел ко обоснованию открыто-подземного способа (институты ВостНИИ, ВНИМИ, КузНИУИ, НИИОГР).

Опыт работы участков открытых работ в Центральном Кузбассе показал, что при подземной разработке с потерями угля 50 % и более эти запасы в верхних горизонтах целесообразно отрабатывать открытым способом.

Применение открыто-подземного способа позволит получить следующие положительные качества:

- сокращение площадей, нарушаемых горными работами вследствие совмещения карьерного и шахтного полей;
- сокращение потерь угля;
- увеличение концентрации горных работ в пределах одного карьерно-шахтного поля;
- возможность взаимоиcпользования горных выработок;
- экранизация запасов угля, предназначенных для подземной разработки;
- дегазация угольных пластов для подземной разработки

Возможны следующие варианты открыто-подземного способа отработки месторождений:

- последовательная открыто-подземная;
- совмещенная открыто-подземная технология с опережающим подвиганием открытого фронта работ;
- совмещенная открыто-подземная технология с опережающим подвиганием подземного фронта работ;
- совмещенная открыто-подземная разработка (ОПР) с синхронным подвиганием открытого и подземного фронтов работ;
- совмещенная открыто-подземная разработка с взаимно-противоположным направлением фронтов работ.

Последовательная открыто-подземная разработка осуществляется в следующей последовательности. Первоначально в границах общего карьерно-шахтного поля устанавливается предельная глубина горных работ, выбирается вариант технологии с размещением вскрыши в выработанном пространстве. Затем из остаточной горной выработки сооружаются стволы и капитальные горные выработки для подземной разработки месторожде-

ния. Разновидностью этого варианта является вариант, при котором строительство капитальных горных выработок ведется в процессе открытой разработки верхней части месторождения.

Достоинства варианта:

- исключений отрицательного взаимовлияния открытых и подземных горных работ;
- повышение безопасности ведения горных работ.

Недостатки:

- снижается производственная мощность предприятия по разработке месторождения;
- увеличиваются сроки отработки месторождения

*Совмещенная открыто-подземная технология
с опережающим подвиганием открытого фронта работ.*

Сущность технологии заключается в следующем. Первоначально строится карьер и ведется отработка верхней части карьерного поля. С некоторым отставанием ведется сооружение капитальных подземных выработок и формируется подземный фронт добычных и подготовительных работ. Причем направление фронтов подземных и открытых горных работ совпадают с опережением открытого фронта работ. Таким образом отработка верхней части карьерно-шахтного поля производится с некоторым опережением шахтной отработки.

Такая технология позволяет:

- сократить сроки освоения производственной мощности по разработке месторождения;
- повысить производственную мощность предприятия по сравнению с первым вариантом;
- исключить отрицательное влияние забойной зоны карьера на подземные выработки.

Недостатки:

- необходимость синхронизации скоростей подвигания фронтов работ.

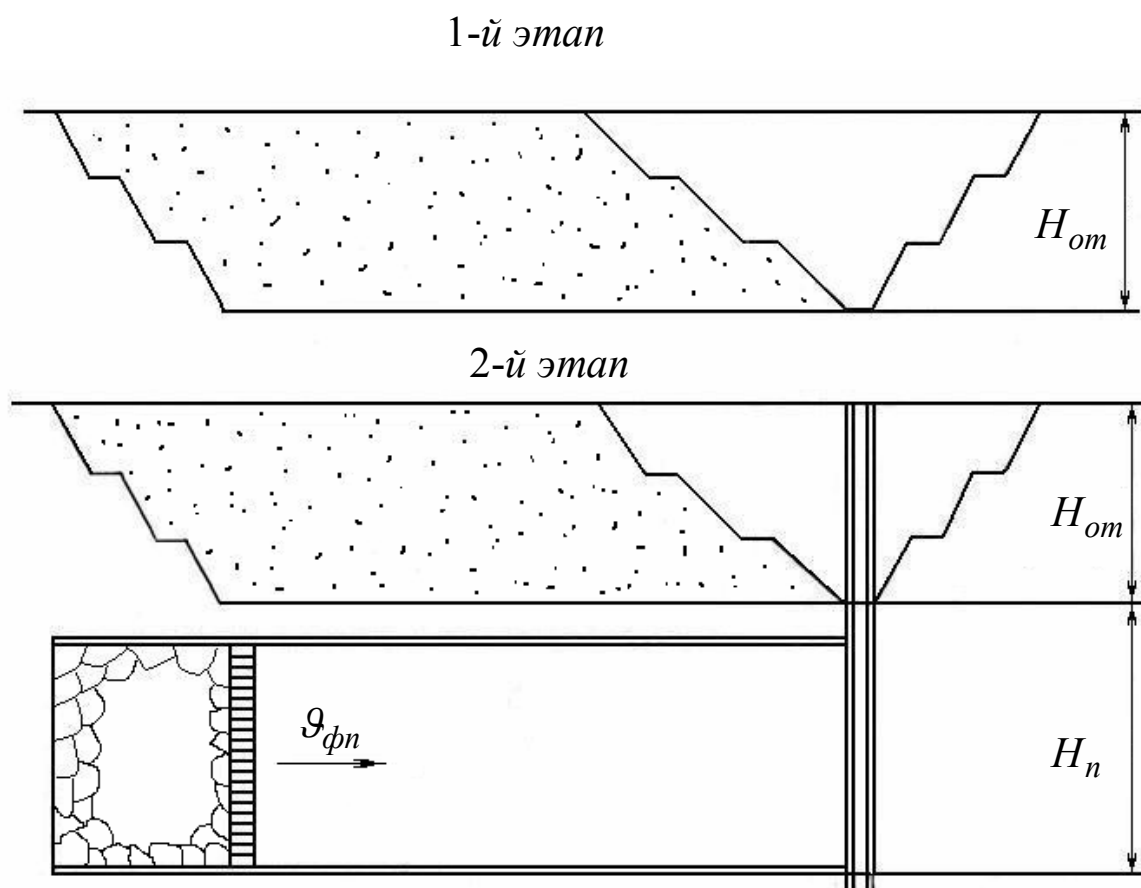


Рис. Схема последовательной открыто-подземной разработки месторождений

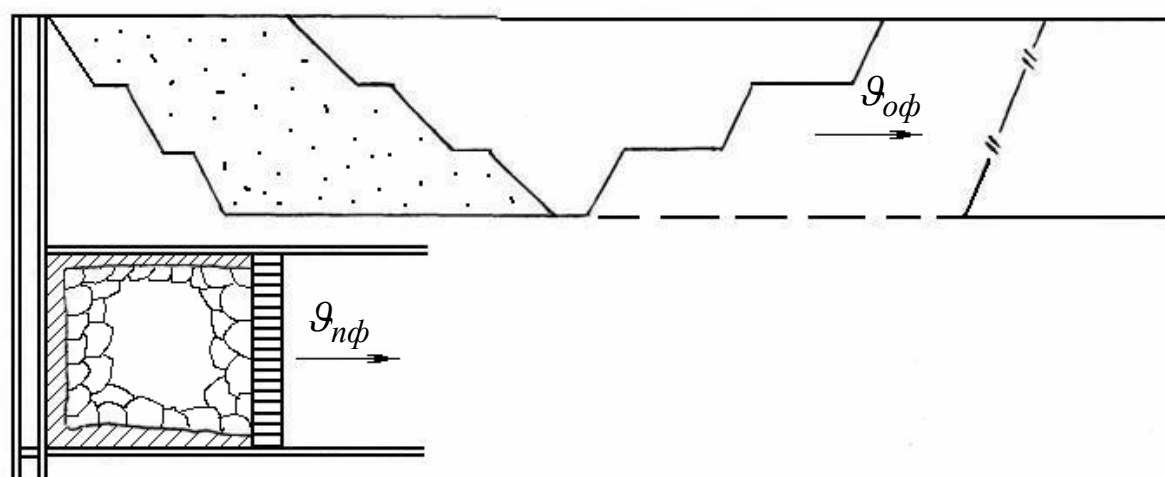


Рис. Схема совмещенной открыто-подземной разработки месторождения с опережающим продвижением открытого фронта работ

Совмещенная открыто-подземная технология с опережающим подвиганием подземного фронта работ осуществляется в следующей последовательности.

Первоначально сооружаются шахтные выработки с созданием опережающего фронта работ.

Затем строится карьер, фронт работ которого отстает от подземного. При этом направления фронтов работ совпадают.

Достоинства схемы:

- исключается влияние открытых работ на подземные выработки;
- возможность осушения карьерного поля подземными горными выработками.

Недостатки схемы:

- влияние подземных выработок на устойчивость породного угольного массива при его открытой разработке;
- усложнение ведения буровзрывных работ.

Совмещенная открыто-подземная разработка с синхронным подвиганием фронтов работ применяется в исключительных случаях, когда открытая и подземная разработка ведется без применения буровзрывных работ.

В этом варианте строительство карьера и шахтных выработок ведется одновременно, что обеспечивает высокую производственную мощность предприятия и концентрацию горных работ в пределах карьерного поля.

Совмещенная открыто-подземная разработка с разнонаправленным подвиганием фронтов работ объединяет преимущества и недостатки второй и третьей схем, а на этапе встречи фронтов и четвертой схемы.

Тема: «Новые технологии с применением выемочно-погрузочных машин, обеспечивающих разработку породугольного массива без применения БВР».

5.1. Технология применения экскаваторов с ковшом активного действия.

Первый экскаватор ЭКГ-5В изготовлен в 1990 г. ПО «Уралмаш» на базе ЭКГ-5А и отличается увеличенной длиной поворотной платформы и ковшом активного действия конструкции ИГ СО РАН.

Характеристика ковша экскаватора.

Давление сжатого воздуха ($P_в$), МПа	– 0,6
Количество молотов, шт.	– 3
Энергия единичного удара (A_y), ДЖ	– 1700
Частота ударов, Гц	– 7
Расход воздуха, м ³ /мин	– 27
Износ рабочих инструментов, тыс. м ³	– 7-50
Масса ковша, т	– 13,2
Средняя техническая производительность экскаватора	– 135,3 м ³ /ч.

Рабочий цикл: разрушение массива с открытым днищем, дробление обрушенной негабаритной массы, черпание разрушенной породы, погрузка. Техническая производительность экскаватора определяется по формуле:

$$Q_T = K_o \cdot Q_o,$$

где Q_o – теоретическая производительность, м³/ч;

K_o – показатель эффективности процесса экскавации

$$K_o = \exp \left[-f \frac{1,8(45 - E)}{80} \right],$$

f – коэффициент крепости по М.М. Протоdjяконову;

E – емкость ковша, м³.

Технология аналогична работе карьерного экскаватора на выемке насосов. При селективной выемке угольных пластов ис-

ключаются потери от ведения БВР. Исключение БВР позволяет уменьшить ширину рабочей площадки и, следовательно, текущий коэффициент вскрыши.

Но при этом сохраняется криволинейная траектория черпания, что приводит к потерям и разубоживанию угля в нижней и верхней частях добычного забоя. Возможность образования навесей в верхней части забоя.

Существенным недостатком технологии является резкое снижение производительности экскаватора при увеличении прочности пород. Так, если $G_{сж} = 20 \text{ МПа}$, $K_o = 1$, то при $G_{сж} = 100 \text{ МПа}$, $K_o = 0,5$.

Применение целесообразно в угленасыщенных зонах карьерного поля $G_{сж}$ до $50 \div 60 \text{ МПа}$ и в зонах, где ведение БВР невозможно.

5.2. Технология обработки карьерного поля с применением фрезерных агрегатов.

Выемочно-погрузочные машины фрезерного типа позволяют вести разработку породугольного массива без применения буровзрывных работ, что дает возможность устранить негативные последствия буровзрывной подготовки пород к выемке.

В настоящее время серийно изготавливаются машины типа «Серфис Майнер» (СМ), оборудованных широкозахватным органом роторного и шнекового типа с режущими рабочими инструментами.

По конструктивной компоновке машины делятся на машины с центральным расположением рабочего органа (фирма «Виртген») и с консольным рабочим органом (фирма «Круп Фердтехник»).

Область применения по прочности пород $G_{сж} = \text{до } 70 \text{ МПа}$.

Недостатки машин:

- высокая энергоемкость (резание);
- малый диапазон разрабатываемых пород по прочности.

Техническая характеристика фрезерных машин

Показатели	фирма «Виртген»				фирма «Круп Фердертехник»		
	2600 SM	3000 SM	3500 SM	4200 SM	KSM 2000	KSM 4000	KSM 2000P
Техническая производительность, м ³ /ч	370	720	1050	1500	1400	2800	1400
Ширина захвата, м	2,6	3,0	3,5	4,2	5,6	7,1	7,1
Диаметр рабочего органа, м	0,95	1,27	1,4	2,1	3,55	3,85	4,8
Наибольшая мощность отрабатываемого слоя, м	0,25	0,40	0,47	0,60	2,5	2,75	2,9
Скорость хода при выемке, м/мин	10,0	10,0	10,0	10,0	1,7	2,4	1,3
Мощность привода рабочего органа, кВт	280	280	450	550	370	740	1100
Масса, т	65	60	129	155	190	380	400

В 1996 г. агрегат KSM-2000 P проходил опытно-промышленную проверку на разрезе «Талдинский». При испытаниях была достигнута производительность 1800 м³/ч горной массы.

Причем производительность в значительной степени зависит от прочности и структуры разрабатываемых пород.

Технология отработки породугольного массива заключается в следующем.

Уступ по высоте разрабатывается горизонтальными слоями и полосами в каждом слое. Выемка слоев ведется сверху вниз. Оработка месторождения может производиться как по простиранию залежи, так и вкрест простирания.

Начальная стадия отработки слоя начинается с нарезки съезда с уклоном не более 100 % на высоту мощности слоя.

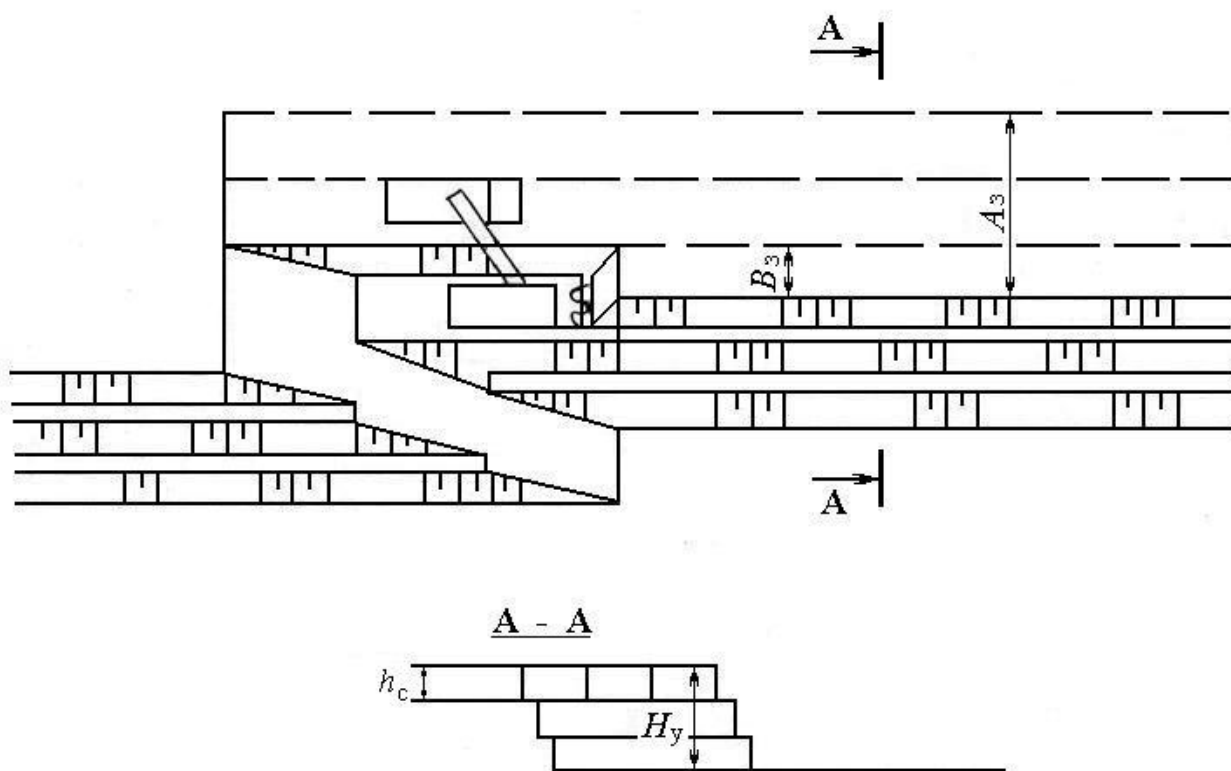
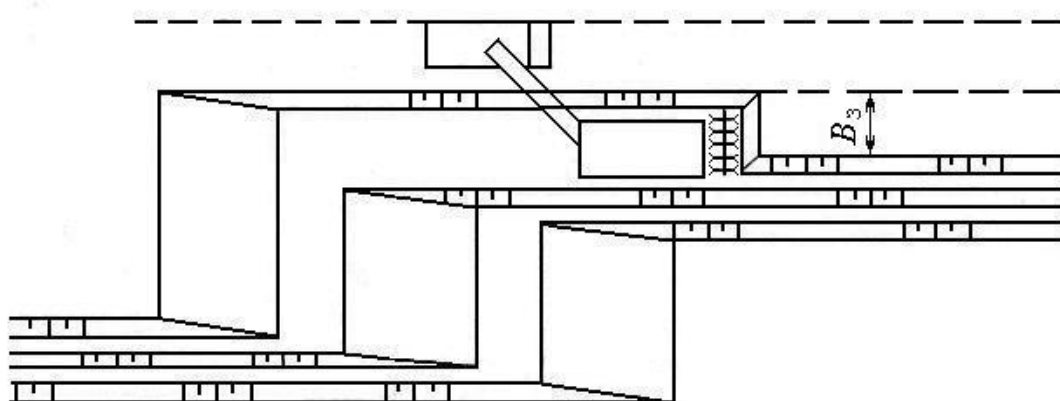


Рис. Схема послойной отработки уступа
фрезерными машинами



Достигнув, необходимую высоту слоя, машина движется горизонтально, при этом в конце слоя машина может нарезать второй съезд для сквозного проезда автосамосвалов.

Закончив отработку всех полос в слое машина приступает к отработке нижележащего слоя и т.д.

Машина может грузить породу в автосамосвал или конвейер, расположенные как на уровне стояния агрегата, так и выше или ниже.

При применении фрезерных агрегатов на отработке угленасыщенных зон карьерного поля формируется общий горизонт отработки этих пластов.

По мере отработки угленасыщенной зоны за её пределами формируется безугольная зона со ступенчатыми откосами, которая затем отрабатывается по традиционной технологии.

Достоинства технологии:

- исключение буровзрывных работ;
- снижение потерь угля;
- возможность применения поточных видов транспорта.

Недостатки:

- высокая энергоемкость разрушения пород;
- резкое снижение производительности машин с увеличением прочности пород;
- недостаточный диапазон разрушаемых пород по прочности (до 70 МПа).

5.3. Технология отработки месторождений с помощью взрывоимпульсных агрегатов.

В ИГД им. А.А. Скочинского созданы породоразрушающие ударники с единой мощностью до 10 кДж, что позволяет разрушать породы во всем диапазоне их прочностей без применения БВР. Кроме взрывоимпульсных ударников используются пневмоимпульсные, гидроимпульсные, магнитоимпульсные и электрогидроимпульсные с высокой энергией единичного удара ($A_y = 0,5 - 600 \text{ кДж}$).

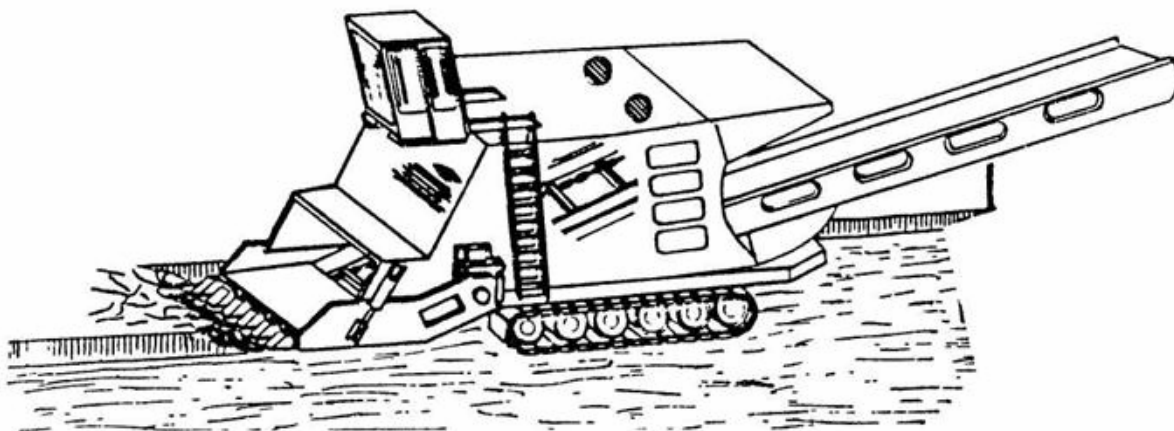


Рис. 5. 1. Взрывоимпульсивный агрегат «ВИА-1»

На базе этих ударников могут быть созданы эффективные выемочно-погрузочные машины, исключая традиционные буровзрывные работы для разрушения горных пород.

Общий вид выемочно-погрузочного агрегата ВИА-1 представлен на рис.

Техническая характеристика ВИА-1

Техническая производительность	– до 5000 м ³ /ч
Ширина захвата рабочего органа	– 5 м
Мощность вынимаемого слоя	– до 1 м
Крепость разрабатываемых пород	– до 120 МПа
Мощность приводов агрегата	– 650 кВт
Расход топлива	– 108 л/ч
Масса	– 100 т.

Выемочная машина ВИА разрабатывает породугольный массив горизонтальными стружками мощностью до 1 м как по простиранию, так и вкрест простирания угольных пластов с погрузкой в поточные виды транспорта или циклические.

При поперечном подвигании забоя и погрузкой на конвейер, на конвейере образуется грузопоток, состоящий из участков по-

роды и угля, копирующие структуру породугольного массива. На выходе с забойного конвейера на магистральный устанавливается разделитель грузопотока, формирующий отдельные породный и угольный потоки с направлением породы на отвал, а угля на угольный склад, обогатительную фабрику или непосредственно потребителю (рис.).

Такая технология позволяет выделять составляющие компоненты разрабатываемого породугольного массива по качественным признакам, т.е. селективную их выемку.

Сравнительная оценка эффективности технологии с ВИА по отношению к традиционно применяемой показала, что энергоёмкость разработки 1 м³ вскрышных пород агрегатом ВИА в 1,6 раза ниже традиционного способа.

Достоинства:

- возможность разработки породугольного массива во всем диапазоне прочности пород;
- снижение потерь угля;
- снижение энергоёмкости разработки породугольного массива.

Недостатки:

- незначительная мощность отрабатываемого слоя, что приводит к росту вспомогательных операций на перегоны, развороты, зарезку и перемещения в процессе разработки породугольного массива.

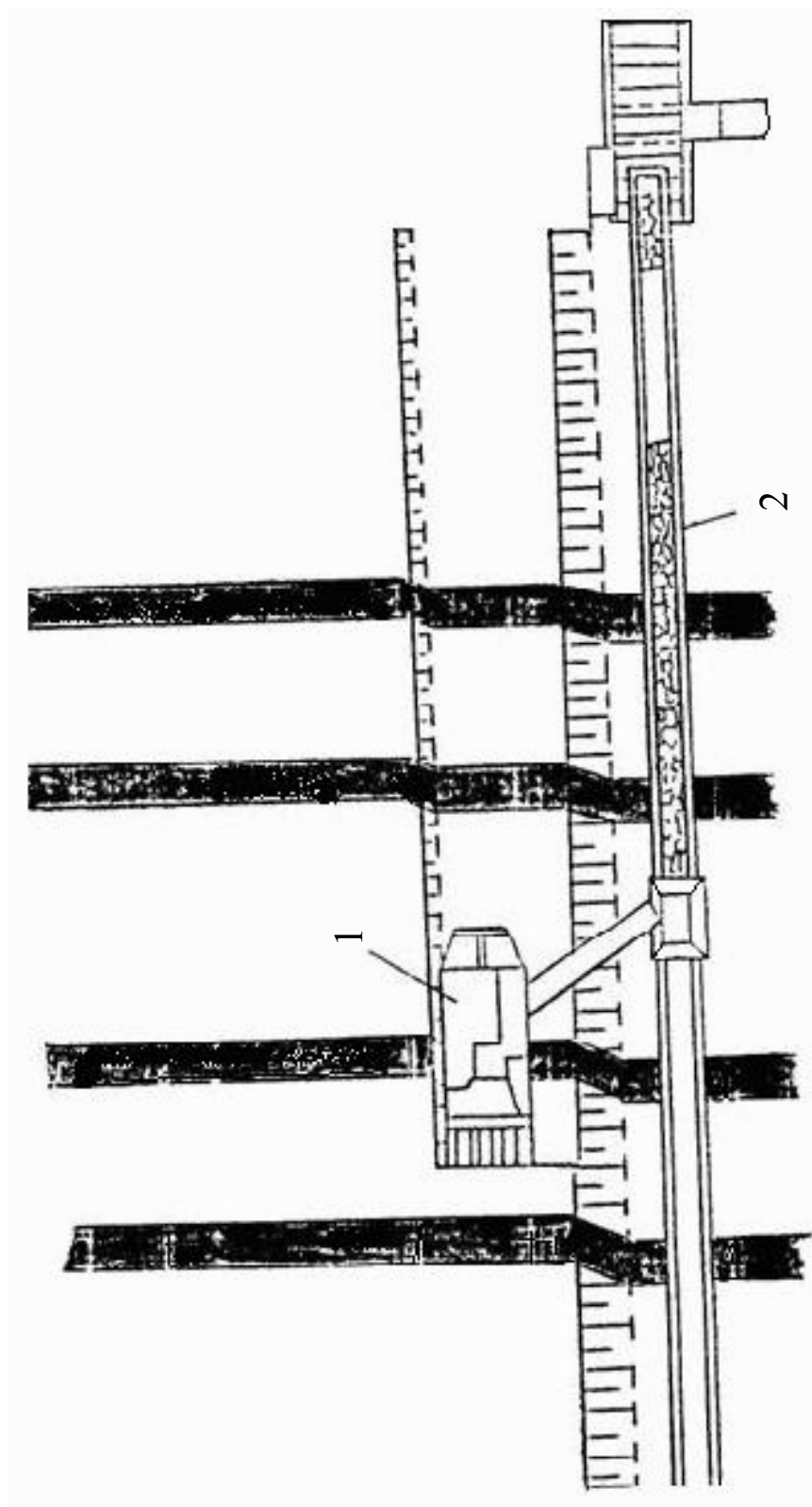


Рис. Схема отработки уступа агрегатом ВИА

Тема: *«Технология выемки угольных пластов
с их выходов под наносы специальными
выемочными агрегатами»*

Сущность технологии заключается в следующем (рис).

Над выходом пласта под наносы сооружается карьерная выемка на глубину, равную мощности наносов и ширину по дну, обеспечивающую расположение выемочного агрегата и разворот автомобиля с созданием полустационарных съездов. При этом наносы временно размещаются на бортах сооружаемой выемки.

Для этих целей целесообразно использовать шагающий экскаватор (драглайн).

Затем в торце выработки по падению пласта проходится подготовительная выработка на заданную глубину отработки пласта.

После этого в выработке монтируется передвижная гидравлическая крепь с крутонаклонным конвейером.

По направляющим конвейера перемещается рабочий орган, обеспечивающий разрушение и подачу угля на крутонаклонный конвейер с последующей выдачей и погрузкой в транспортные средства.

По мере отработки угольного пласта производится завалка выработанного пространства породами наносов с помощью драглайна.

Способ может найти применение при отработке отдельных угольных пластов месторождений, разработка которых по традиционной технологии неэффективна вследствие высокого текущего коэффициента вскрыши.

Достоинства технологии:

- исключение процесса подготовки, выемки, транспортирования и отвалообразования по коренным породам, что способствует снижению ресурсозатрат;
- сокращение площадей нарушенных земель;
- упрощение технологии ведения горных работ.

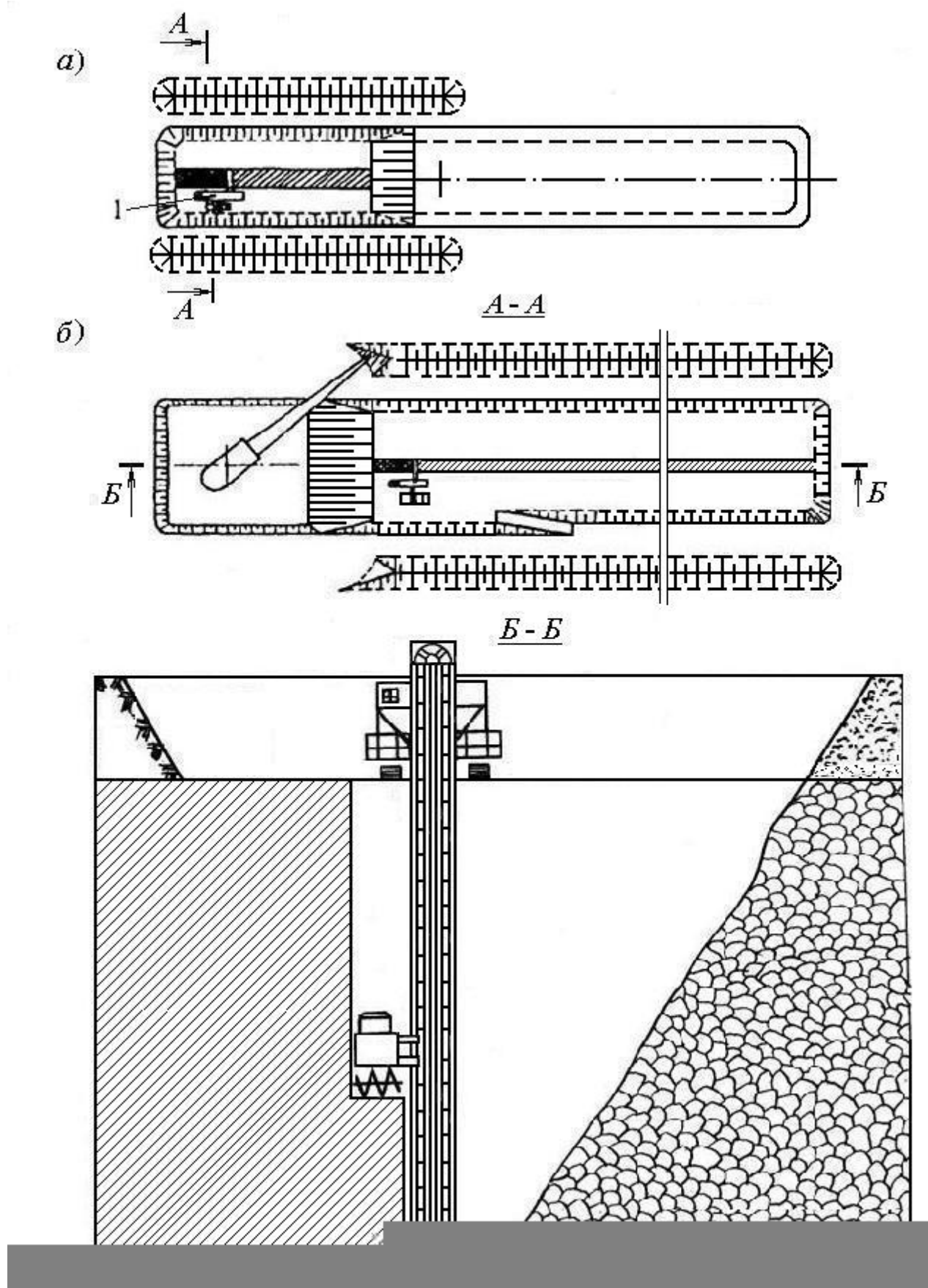


Рис. Схема выемки угольного пласта с выхода под наносы специальными установками

Недостатки:

- ограничение глубины отработки пластов;
- невозможность применения при геологических нарушениях пласта по падению.

Тема: «Технология выемки угольных пластов из бортов карьера при достижении граничных контуров».

После разработки месторождения в контурах карьерного поля в бортах остаточной выработки остается значительное количество запасов. Так только по разрезу «Краснобродский» таких запасов имеется свыше 30 млн. т.

Отработка наклонных или крутопадающих угольных пластов может осуществляться с применением серийно изготавливаемых автоматизированных гидравлических выемочных комплексов.

Для этого из борта карьера по проектированию угольного пласта проходятся вентиляционный и транспортный штреки на глубину, равную длине тупикового проветривания (до 1000 м). Затем эти штреки сбиваются и в сбойке монтируется выемочный комплекс, а в транспортном штреке – конвейер.

Отработка угольного столба производится обратным ходом в сторону борта карьера с оставлением на выходе предохранительных целиков. Уголь из лавы подается на конвейер с последующей перегрузкой в автотранспорт и транспортирования по остаточным транспортным коммуникациям.

При отработке крутопадающих угольных пластов применяется щитовая система разработки с проходкой тех же подготовительных выработок с дополнительной нарезкой углеспускных печей и ходков. Уголь по углеспускным печам спускается на конвейер и транспортируется автотранспортом аналогично предыдущего варианта.

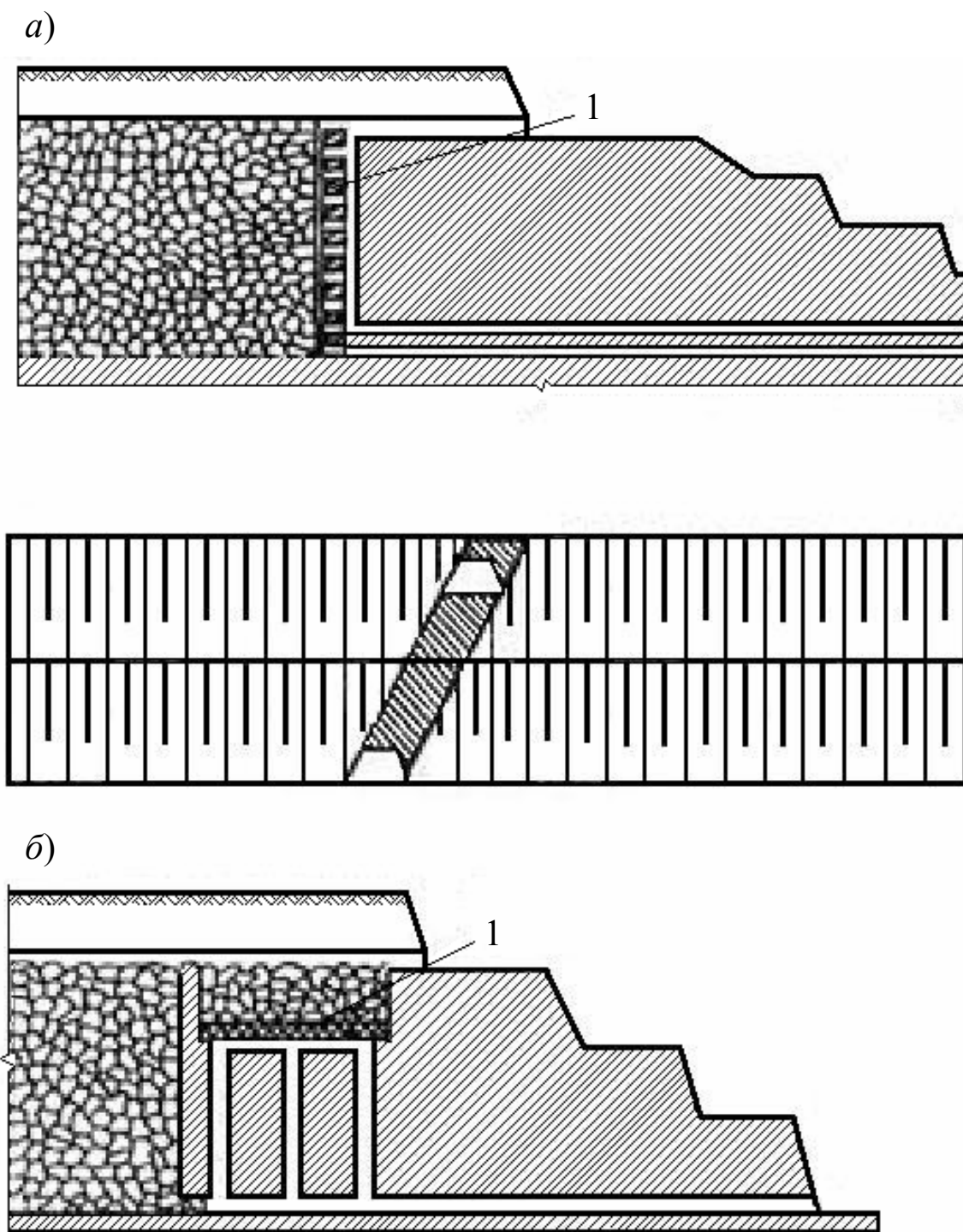


Рис. 9.1. Схемы отработки приконтурных запасов угля:
a) отработка запасов подземными автоматизированными комплексами (1 – выемочный комплекс);
б) отработка запасов по щитовой системе разработки (1 – щитовой комплекс)

Выемка приконтурных запасов угля может осуществляться также с помощью шнеко-буровых машин и гидравлическим способом.

Достоинства:

- исключение отработки боковых пород;
- возможность использования карьерных транспортных коммуникаций для доставки угля;
- минимальный объем подготовительных работ;

Недостатки:

- снижение устойчивости бортов карьера.

Тема: «Скважинная технология добычи полезных ископаемых»

Сущность технологии заключается в бурении скважин по полезному ископаемому с последующим нагнетанием в них химически или биологически активных веществ, воздействующих на уголь.

В результате этого воздействия уголь или разупрочняется или превращается в жидкообразное состояние. После чего он транспортируется на поверхность гидроспособом.

По этому признаку все схемы скважинной отработки угольных месторождений делятся на две группы:

- схемы с нагнетанием в скважины биокомпонентов;
- схемы с нагнетанием в скважины поверхностно-активных веществ (ПАВ).

На рис 8.1. изображена схема биотехнологической добычи угля с трансформацией угля в топливную угольную суспензию, пригодную для транспортирования по трубопроводам.

Превращение угля в суспензию делится на три стадии.

Первая стадия – индукционный период, когда микроорганизмы проникают внутрь угольного пласта, разрушая его структуру и снижая его прочность.

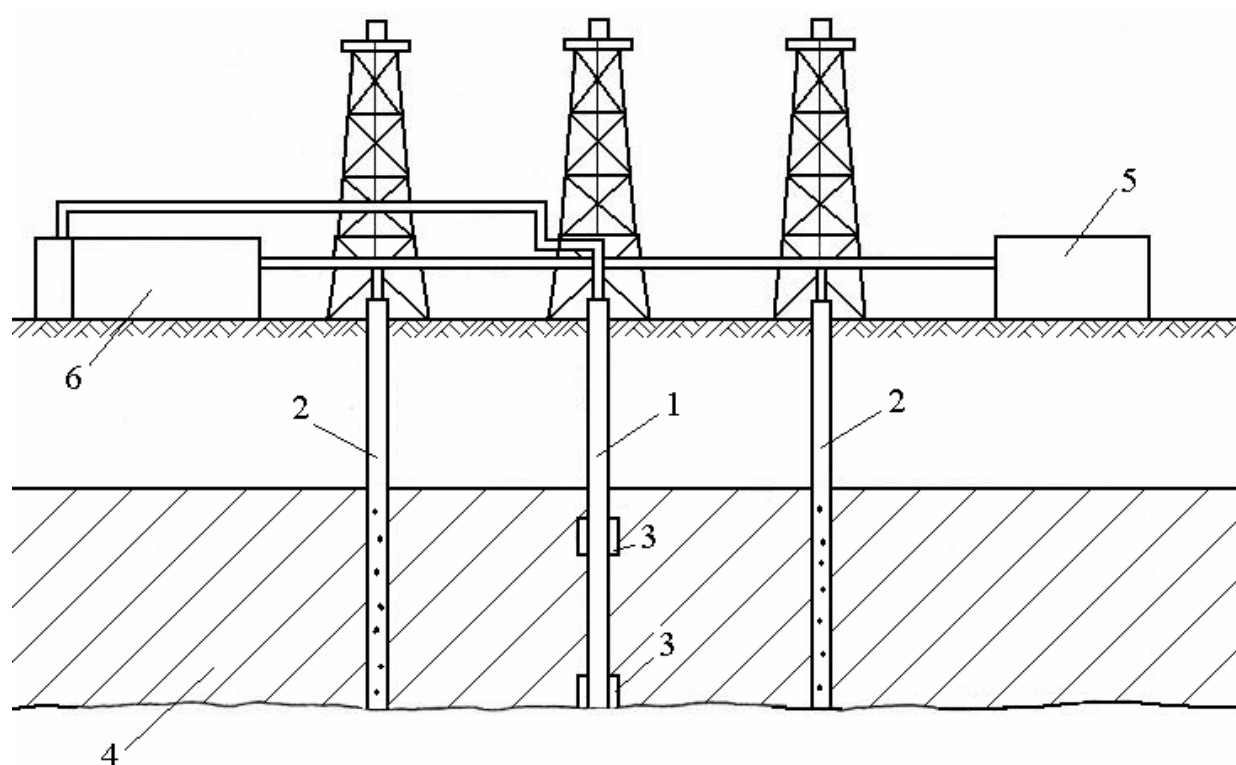


Рис. 8.1. Схема установки для внутрипластовой

биотехнологической трансформации угля:

1 – откачивающая продукционная скважина;

2 – нагнетательная скважина;

3 – продукционный фильтр;

4 – угольный пласт;

5 – блок подготовки микроорганизмов
и их штаммов в виде водной суспензии;

6 – блок складирования и отстаивания угля

Вторая стадия – диспергирование угля в жидкой фазе с образованием суспензии.

Третья стадия, когда суспензия достигает насыщения и содержание твердого вещества в жидкой фазе остается постоянным.

В зависимости от температуры и вида угля, максимальное содержание твердого вещества в суспензии составляет 38-42 % по массе. Эта суспензия обогащается затем в проточной шнековой центрифуге.

Полупромышленные опыты проведены на разрезах Канско-Ачинского угольного бассейна.

Подбор штаммов микроорганизмов осуществляется путем их вытяжки из угля и рекомендованы три их вида:

ВКПМ В-4883

ВКПМ В-4884

ВКПМ В-4885

Уголь – это концентрат органических соединений углерода, которые могут участвовать в любых биохимических процессах, идущих под воздействием микроорганизмов.

При этом уголь играет роль питательного субстрата для роста и развития микроорганизмов. Продукты метаболизма.

Тема: *«Технология выемки угольных пластов с помощью комплекса глубокой разработки пластов (КГРП)»*

Установка КГРП предназначена для выемки угольных пластов мощностью от 1,1 до 4,8 м и угла падения до 30°.

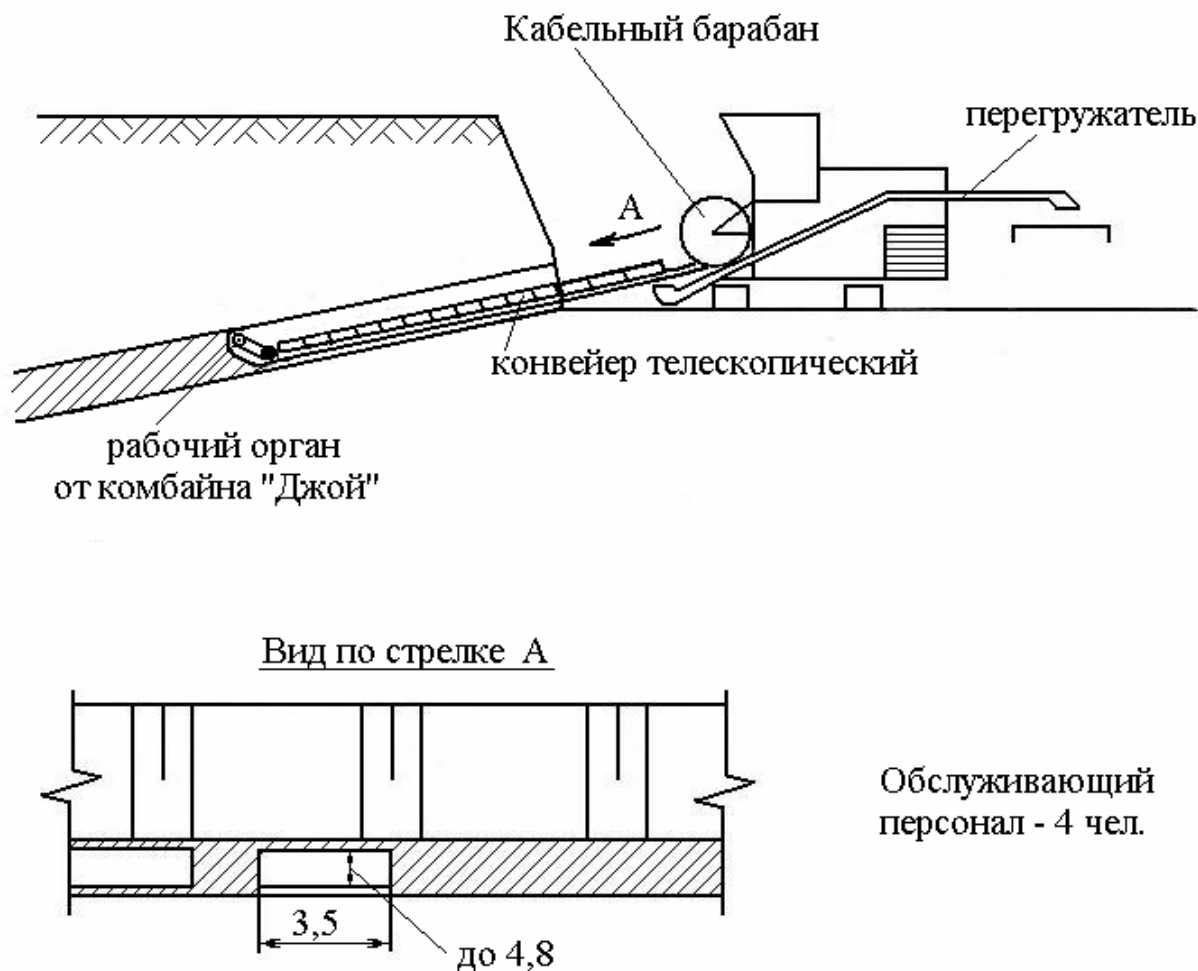
Глубина выемки достигает 300 м. Выемка осуществляется с выходом пластов в горные выработки.

Технология аналогична шнекобуровой выемки. Отличительными признаками является формирование прямоугольной выработки сечением до $3,5 \times 4,8 = 15,75 \text{ м}^2$.

Объем вынимаемого угля при использовании максимальных параметров составляет $15,75 \cdot 300 = 4725 \text{ м}^3$ или 6379 т. Потери угля составляют 30 - 37 %.

Потери угля обусловлены необходимостью оставления межвыемочных предохранительных целиков и пачек угля в почве и кровле образуемой выработки.

Телескопический конвейер с режущим рабочим органом «Джой» обеспечивает непрерывность выемки с варированием мощности отрабатываемого пласта в пределах 1,1 - 4,8 м.



Достоинства технологии с КГРП:

1. Выемка угля ведется при $K_g \rightarrow 0$, что обеспечивает минимальные ресурсозатраты на добычу угля.
2. Выемка угля из под бортов карьера с закладкой выработанного пространства позволяет осуществлять консервацию приконтурных запасов и охрану их от окисления.

Недостатки:

1. Довольно высоки потери угля.
2. Снижение устойчивости бортов карьера.
3. Узок диапазон обрабатываемых пластов по мощности.