

Министерство образования и науки Украины
Донецкий национальный технический университет
Красноармейский индустриальный институт

Рекомендации

**по выбору рациональных схем бесцеликовой подготовки и отработки
выемочных полей**

пособие по курсовому и дипломному проектированию по дисциплинам
«Технология подземной разработки месторождений полезных ископае-
мых», «Технология подземной добычи угля», «Управление состоянием
породного массива».

Красноармейск 2009

Министерство образования и науки Украины
Донецкий национальный технический университет
Красноармейский индустриальный институт

Рекомендации

по выбору рациональных схем бесцеликовой подготовки и отработки выемочных полей

(пособие по курсовому и дипломному проектированию по дисциплинам «Технология подземной разработки месторождений полезных ископаемых», «Технология подземной добычи угля», «Управление состоянием породного массива» для студентов специальностей 7.090301, 7.090216 всех форм обучения)

Утверждено на заседании кафедры геотехнологий и охраны труда
Протокол № 10 от 10.04.2008 г.

Утверждено на заседании кафедры “Разработка месторождений полезных ископаемых”
Протокол № 6 от 15.04.2008 г.

Утверждено на заседании учебно-издательского совета ДонНТУ
Протокол № 4 от 19.05.2008 г.

УДК 622.273:622.02.51:622:831

Пособие по курсовому и дипломному проектированию по дисциплинам «Технология подземной разработки месторождений полезных ископаемых», «Технология подземной добычи угля», «Управление состоянием породного массива» (для студентов специальностей 7.090301.02, 7.090216 всех форм обучения) / Сост.: В. И. Теряник, Я. А. Ляшок, Н. А. Рязанцев, В. М. Куцерубов, В. Н. Нестеренко, Л. Л. Бачурин. – Красноармейск, КИИ ДонНТУ, 2008. – 30 с.

Приведены рекомендации по выбору рациональных схем бесцеликовой подготовки выемочных полей. В работе представлены наиболее приемлемые для горно-геологических условий Донбасса схемы подготовки и отработки выемочных полей лавами по простиранию и восстанию.

Составители:

В. И. Теряник, доц.
Я. А. Ляшок, доц.
Н. А. Рязанцев, доц.
В. М. Куцерубов, доц.
В. Н. Нестеренко, доц.
Л. Л. Бачурин, ст. преп.

Рецензент:

проф. Ворхлик И. Г.

Ответственный за выпуск:

Я. А. Ляшок

Оглавление

Введение	4
1. Цель работы и пути её достижения	5
2. Обоснование перехода на бесцеликовую отработку пластов.	5
3. Бесцеликовые схемы подготовки и отработки выемочных полей	9
3.1. Бесцеликовые схемы при работе лавами по простиранию.	10
3.2. Бесцеликовые схемы при работе лавами по восстанию	20
4. Рекомендации по выбору бесцеликовых схем при работе лавами по простиранию и восстанию.....	25
5. Примеры выбора рациональных бесцеликовых схем	28
Перечень ссылок	30

Введение

Общепринятая в мировой и отечественной практике технология подготовки и отработки пластов на угольных шахтах с охраной подготовительных выработок с помощью оставляемых и безвозвратно теряемых угольных целиков характеризуется большими объёмами проведения и значительными расходами на поддержание подготовительных выработок, большими потерями угля в недрах, сложностью транспортирования угля и материалов, опасностью самовозгорания угля и газодинамических проявлений горного давления в форме выбросов угля и газа и горных ударов.

Отмеченные принципиальные недостатки применяемой технологии с особой остротой проявлялись при переходе горных работ на шахтах Украины на большие глубины и широким внедрением высокопроизводительных очистных механизированных комплексов. В этих условиях охрана подготовительных выработок целиками стала одним из главных препятствий в подъёме производства на новый технический уровень и дальнейшим повышением безопасности работ на шахтах. Получившая широкое применение в Донбассе подготовка и отработка пластов с использованием для охраны подготовительных выработок бутовых полос вместо угольных целиков также не обеспечивает решения проблемы в связи со сложностью и трудностью этого способа и возможностью его применения лишь в условиях тонких пластов.

В настоящее время в результате творческого сотрудничества ученых и производственников разработана принципиально новая технология, в которой кардинальное комплексное решение проблемы эффективной и безопасной разработки угольных пластов базируется на расположении подготовительных выработок в загруженной зоне от горного давления, зоне на границе с выработанным пространством и охране и поддержании их без целиков и преимущественно без бутовых полос только путём выбора соответствующих конструкций и параметров крепи.

Промышленное освоение бесцеликовой подготовки и отработки угольных пластов в отрасли производилось одновременно с исследованиями вопросов горного давления, вентиляции и дегазации и испытаниями различных способов охраны, крепления и поддержания подготовительных выработок без целиков.

Такой метод внедрения, наряду с большой работой по разъяснению геомеханических и технических положений и преимуществ бесцеликовой технологии, позволил за сравнительно короткий срок на шахтах Украины освоить в промышленном масштабе бесцеликовую подготовку и отработку угольных пластов. В настоящее время удельный вес добычи по бесцеликовой технологии составил на шахтах Украины более 80% подземной добычи угля. Опыт применения такой технологии подтвердил её высокую экономическую эффективность и техническую рациональность.

Настоящее учебное пособие призвано помочь будущим специалистам в решении вопросов выбора рациональных схем бесцеликовой подготовки и отработки выемочных полей в конкретных условиях эксплуатации, что позволит улучшить состояние участковых подготовительных выработок и в конечном итоге повысить эффективность горного производства.

1. Цель работы и пути её достижения

Целью работы является разработка и изложение методики выбора рациональных схем бесцеликовой подготовки и отработки выемочных полей в конкретных горно-геологических и горнотехнических условиях эксплуатации.

Для достижения поставленной цели необходимо:

1. Изучить факторы (показатели) условий применения разработанных схем.
2. Изучить фактические (заданные) горно-геологические и горнотехнические условия эксплуатации.
3. Путём сопоставления фактических (заданных) условий эксплуатации с рекомендуемыми условиями применения выбрать конкурентную схему.

2. Обоснование перехода на бесцеликовую отработку пластов.

В отечественной и зарубежной практике подземной разработки угольных пластов до последнего времени традиционной являлась технология, при которой подготовительные выработки охранялись от вредного воздействия горного давления с помощью предохранительных целиков, оставляемых в выработанном пространстве.

Подготовка и отработка угольных пластов с охраной подготовительных выработок с помощью целиков возникла и получила широкое применение на угольных шахтах при глубине горных работ 200-300 м, при которой, как правило, пласты имеют низкую газоносность, отсутствуют динамические проявления и большие концентрации горного давления.

В этих условиях целики шириной до 15 м в большинстве горно-геологических условий обеспечивали безремонтное поддержание подготовительных выработок. В то же время технология подготовки и отработки угольных пластов с охраной подготовительных выработок целиками приводит к значительным объемам проведения выемочных штреков (до 20-25 м / 1000 т добычи), усложняет схемы транспорта и вентиляции на выемочных участках, а главное, создает условия для формирования очагов динамических проявлений горного давления на последующих этажах с увеличением глубины разработки.

В последние годы на шахтах Украины произошло коренное изменение горнотехнической обстановки. Интенсификация добычи угля привела к

быстрому увеличению глубины ведения горных работ до 1000-1200 м. В этот же период на угольных шахтах были широко внедрены высокопроизводительные очистные механизированные комплексы, эффективное применение которых с нагрузками на очистной забой свыше 1000 т/сут потребовало увеличение скорости подвигания очистных забоев до 100-150 м/мес. При применении комплексов также коренным образом повысились требования к вентиляции и транспорту.

Увеличение газоносности угольных пластов привело к большим осложнениям при проведении подготовительных выработок и ведении очистных работ. Применяемых возвратноточные схемы вентиляции и способы дегазации, обусловленные технологическими особенностями систем разработки с охраной выемочных штреков целиками угля, не обеспечивали необходимого роста нагрузки на лаву с учетом внедрения новой очистной техники, а также не обеспечивали безопасные условия разработки. Во многих случаях в верхних частях лав образовывались локальные скопления метана с концентрацией до 10%, эффективность дегазации по выемочному участку не превышала 35% при объеме дегазационных скважин около 15 м на 1000 т добычи. Высокая газоносность явилась сдерживающим фактором скорости проведения подготовительных выработок, несмотря на внедрение прогрессивной проходческой техники, что в свою очередь отрицательно сказалось на воспроизводстве очистного фронта.

Как известно, одной из наиболее эффективных мер предупреждения внезапных выбросов угля и газа и горных ударов является разработка в свите «защитных» пластов. Однако при применяемой технологии с оставлением целиков этот способ не только оказался малоэффективным, но, наоборот, в ряде случаев приводил к ухудшению безопасности работ. Это связано с тем, что целики, являясь концентраторами напряжений в толще вмещающих пород, приводили к созданию особо опасных зон на смежных пластах.

Вообще при разработке свит сближенных пластов отрицательную роль оставления целиков на эффективность и безопасность отработки расположенных под и над ними участков смежных пластов, как показала практика, трудно преувеличить. В этих зонах повышенного горного давления (ПГД), возрастающих с увеличением глубины и уже на глубинах 500-600 м распространяющихся до 120-150 м, в очистных забоях и подготовительных выработках резко ухудшается устойчивость кровли, увеличиваются смещения кровли и пучение почвы, возрастают нагрузки на крепь. В результате этого выработки приходят в нерабочее состояние, требуют неоднократного укрепления, падает нагрузка на очистные забои, возникают завалы лав.

С увеличением глубины разработки и интенсификацией проявлений горного давления особенно усложнились условия поддержания подготовительных выработок, охраняемых целиками угля. Это обстоятельство привело к выполнению большого объема трудоемких и небезопасных ручных работ.

Таким образом, вышеприведенное свидетельствует о том, что технология работ с охраной выработок угольными целиками нерациональна, так как приводит к увеличению объемов горнопроходческих работ, росту протяженности поддерживаемых выработок, усложнению системы проветривания и подземного транспорта. Это направление не отвечает требованиям концентрации горных работ и не обеспечивает выполнения рекомендаций об охране и рациональном использовании недр.

Основные недостатки технологии подготовки и отработки угольных пластов с охраной подготовительных выработок с помощью целиков заключаются в следующем.

1. Для обеспечения безремонтного поддержания подготовительных выработок при переходе горных работ на глубины 500-600 м и более ширина целиков должна приниматься не менее 30-50 м. Это приводит к нерациональному использованию запасов угля в недрах, так как на небольших глубинах потери угля в целиках не превышают 10-12%, то в этих условиях они достигают 25-30%. Зависимость влияния глубины горных работ на ширину угольных целиков для охраны подготовительных выработок представлена на рис. 1.

2. Размеры целиков 15-20 м, принимаемые для уменьшения потерь при переходе горных работ на большие глубины, не обеспечивают безремонтного поддержания подготовительных выработок. В связи с этим ежегодно перекрепляется значительной объем подготовительных выработок, на что задалживается до 10-20% подземных рабочих, а затраты на поддержание выработок составляют до 15-20% себестоимости 1 т угля.

3. Большой объем проведения подготовительных выработок, неудовлетворительное их состояние, трудности нормального проветривания забоев, сложность схем транспорта и низкие темпы подготовки фронта очистных работ зачастую не позволяют использовать возможности эффективной добычи угля высокопроизводительными механизированными комплексами.

4. Оставленные для охраны подготовительных выработок угольные целики создают в толще пород зоны высокой концентрации напряжений, что многократно повышает опасность возникновения внезапных выбросов угля и газа и горных ударов, ухудшает условия поддержания подготовительных выработок и приводит к завалам лав при отработке сближенных пластов.

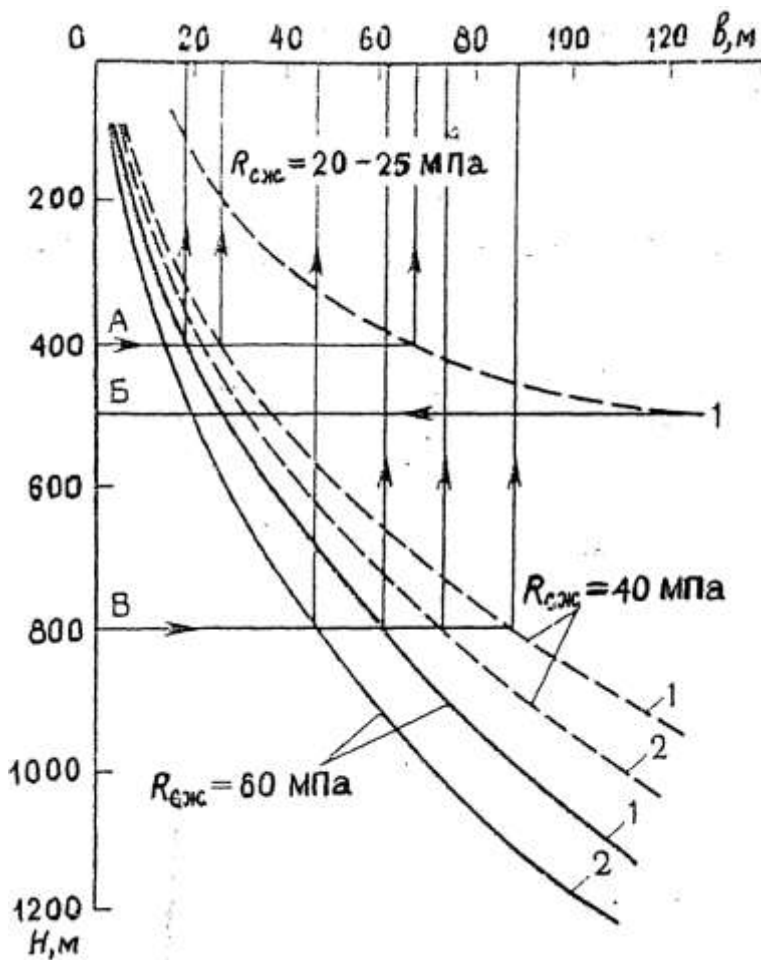


Рис. 1 Влияние глубины горных работ на ширину угольных целиков для охраны подготовительных выработок: 1 — деревянная крепь с податливостью 200мм; 2 — металлическая крепь с податливостью 500 мм; $R_{сжс}$ — прочность пород на одноосное сжатие, МПа; H — глубина разработки, м; v — ширина целика.

3. Бесцеликовые схемы подготовки и отработки выемочных полей

Под бесцеликовой подготовкой и отработкой выемочных полей понимается такая планировка и технология, ведения горных работ, при которой не оставляются межглавные и другие целики угля с целью охраны подготовительных выработок. Сущность этой технологии заключается в расположении подготовительных выработок в зонах с пониженным горным давлением, т. е. в использовании эффекта разгрузки пород от напряжений в краевой части угольного массива, прилегающей к выработанному пространству

Применяемые бесцеликовые схемы подготовки и отработки выемочных участков базируются на двух решениях: на повторном использовании транспортных или вентиляционных выработок и на проведении выработок в зоне установившегося горного давления вприсечку к выработанному пространству.

Рекомендуемые бесцеликовые схемы подготовки и отработки выемочных полей базируются на столбовой системе разработки и отдельных вариантах комбинированной и в своем большинстве обеспечивают повышение уровня концентрации очистных забоев в панели или выемочной ступени.

Широкое применение бесцеликовых схем выемки позволит значительно повысить безопасность и эффективность разработки угольных пластов и снизить потери угля в недрах.

Бесцеликовая подготовка и отработка выемочных полей представлена наиболее приемлемыми для горно-геологических условий Донбасса схемами.

3.1. Бесцеликовые схемы при работе лавами по простиранию.

Схема 1. Столбовая система разработки с проведением вентиляционных штреков вприсечку к выработанному пространству смежной лавы, а транспортных штреков — в массиве.

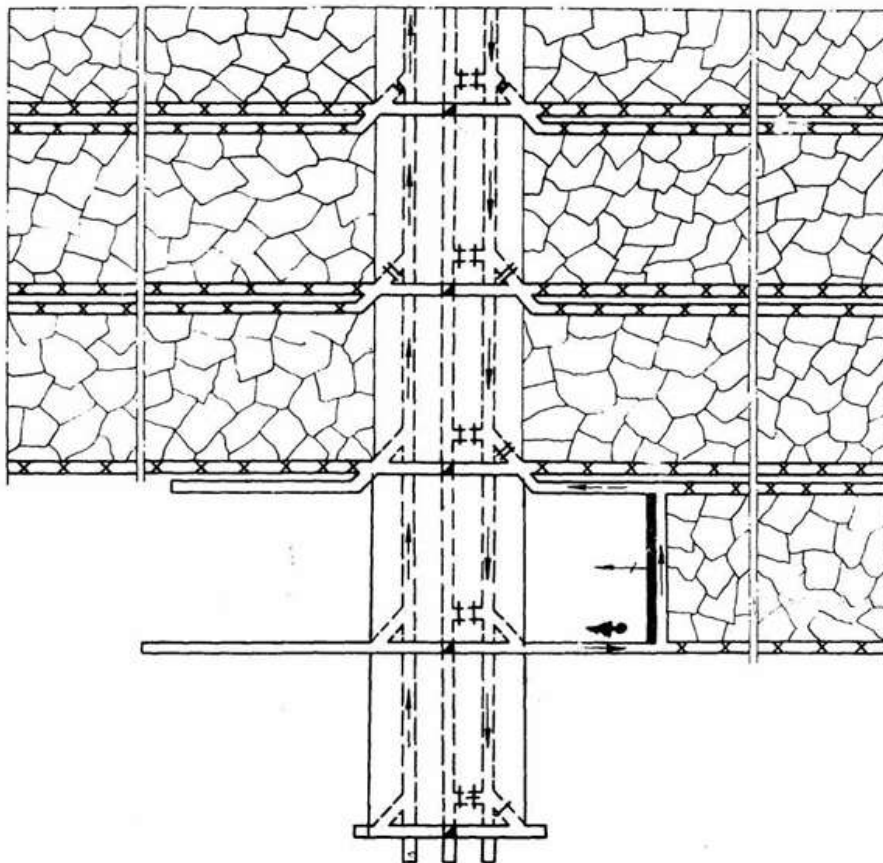


Схема 2. Столбовая система разработки с комбинированной отработкой ярусов, проведением штреков в нечетных ярусах в массиве, а в четных – вприсечку к выработанному.

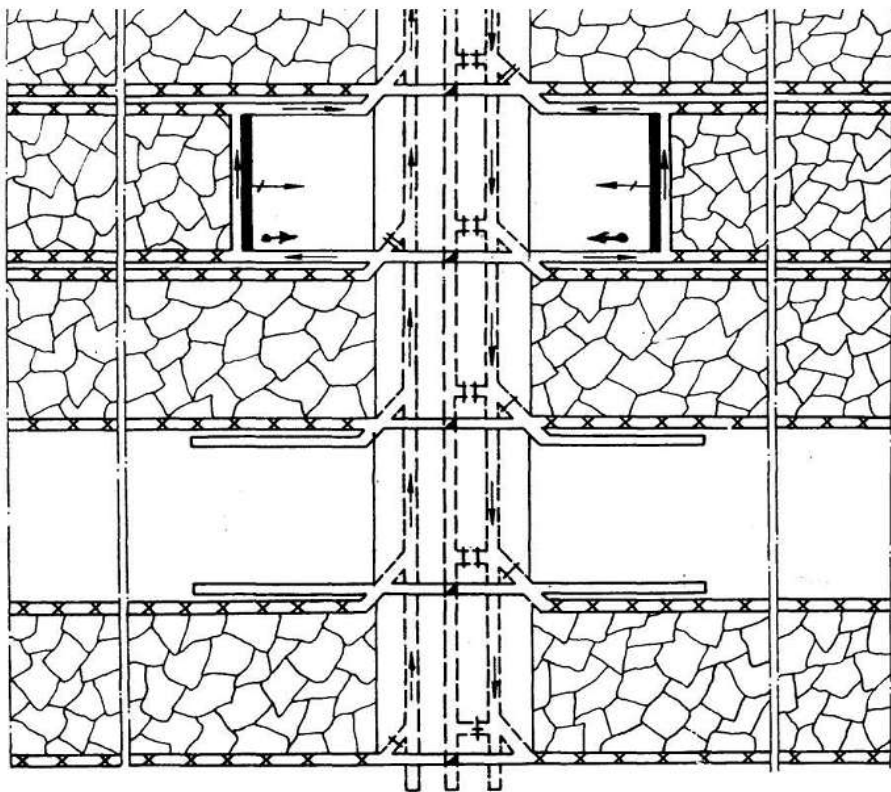


Схема 3. Столбовая система разработки с проведением вентиляционного штрека вприсечку к выработанному пространству от выработки в середине крыла панели, а транспортного штрека в массиве.

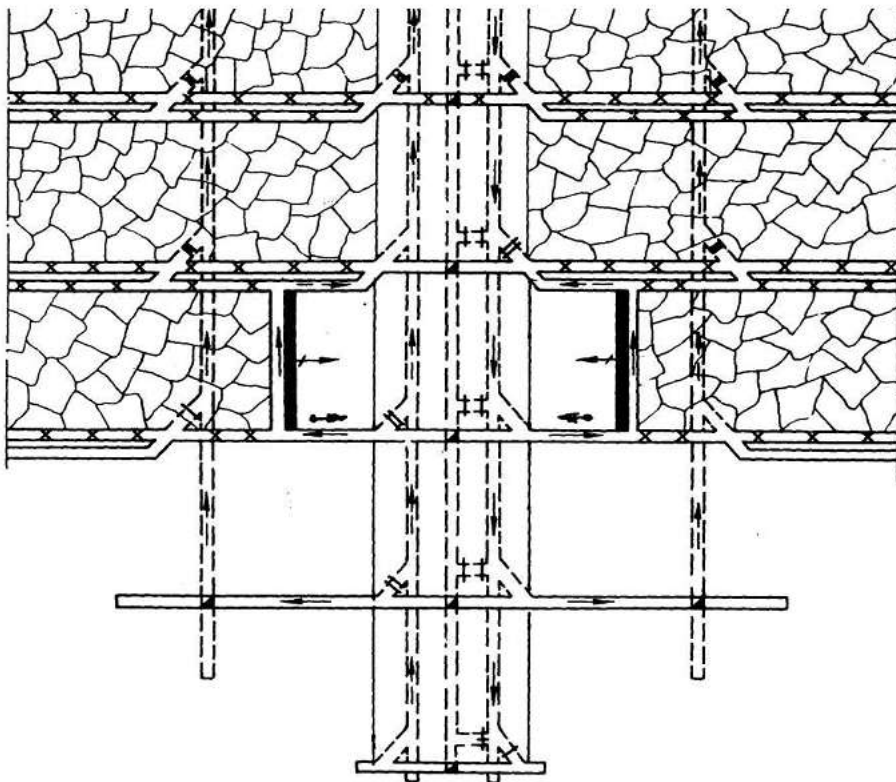


Схема 4. Столбовая система разработки с подготовкой столбов спаренными штреками.

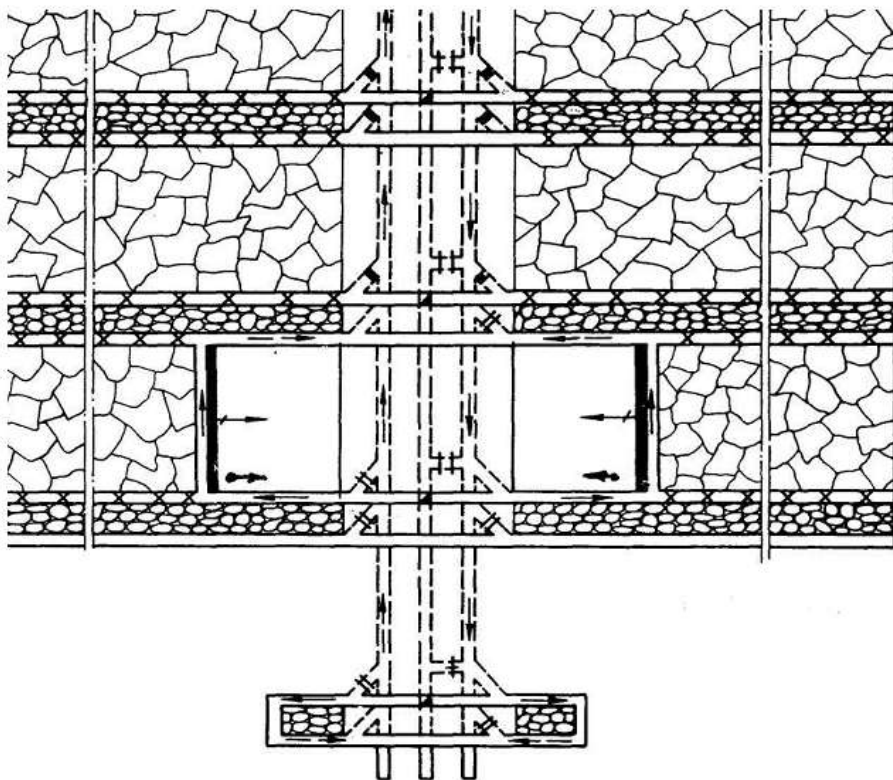


Схема 5. Комбинированная система разработки с повторным использованием транспортного штрека в качестве воздухопадающего и выводом исходящей струи через подготовленный ниже ярус.

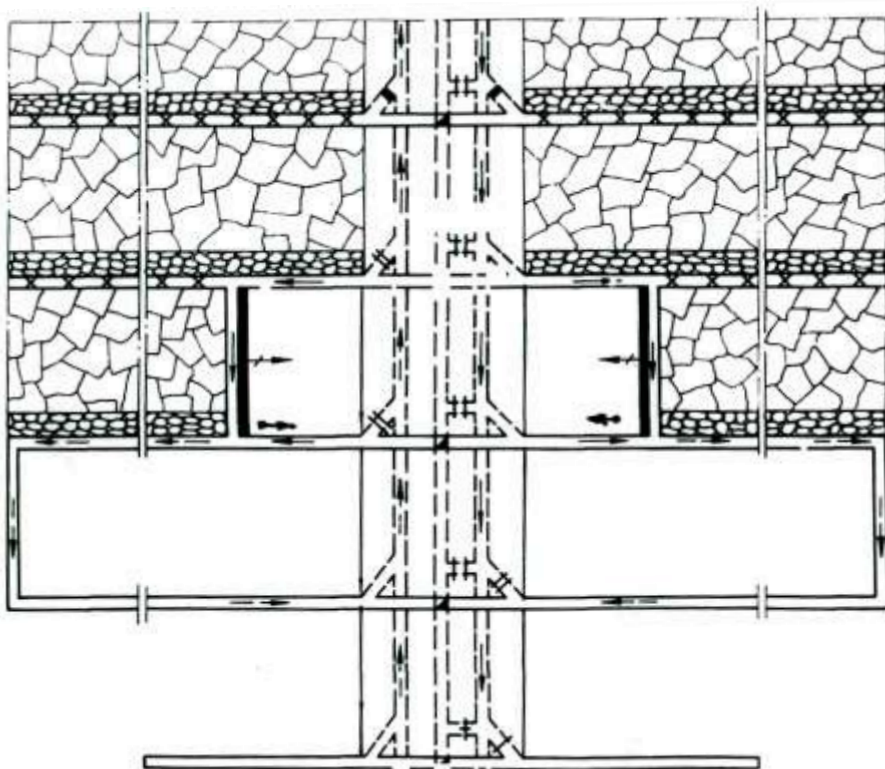


Схема 6. Комбинированная система разработки с повторным использованием транспортного штрека в качестве воздухопадающего и выводом исходящей струи на фланговой вентиляционный ходок.

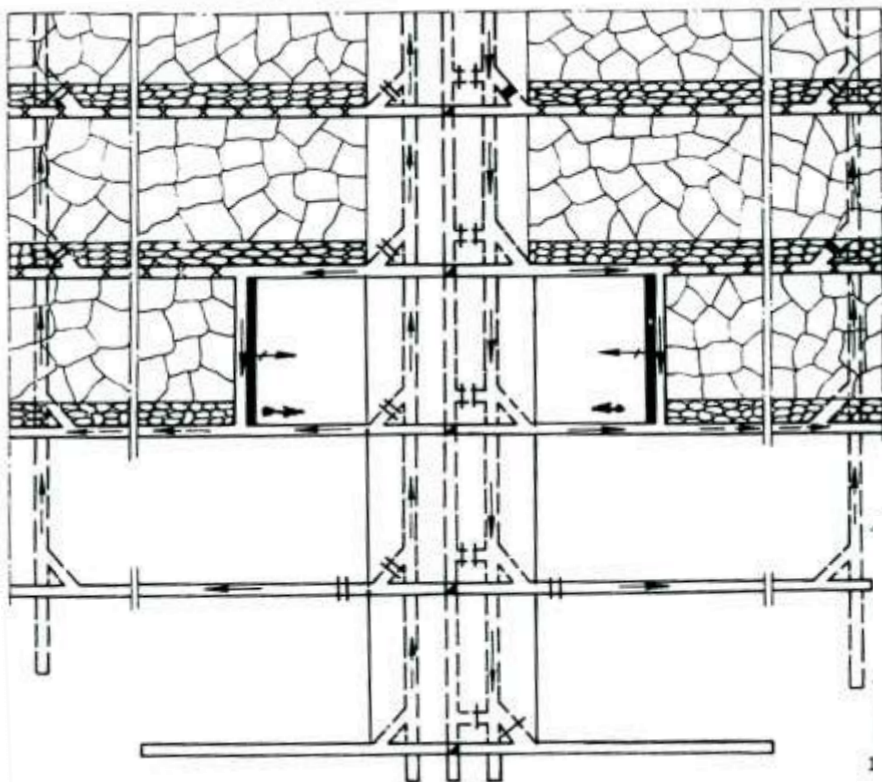


Схема 7. Комбинированная система разработки с проведением вентиляционного штрека вприсечку к выработанному пространству, погашением обоих штреков вслед за лавой и проведением нового вентиляционного штрека по выработанному пространству с целью вывода исходящей струи на фланговой вентиляционный ходок.

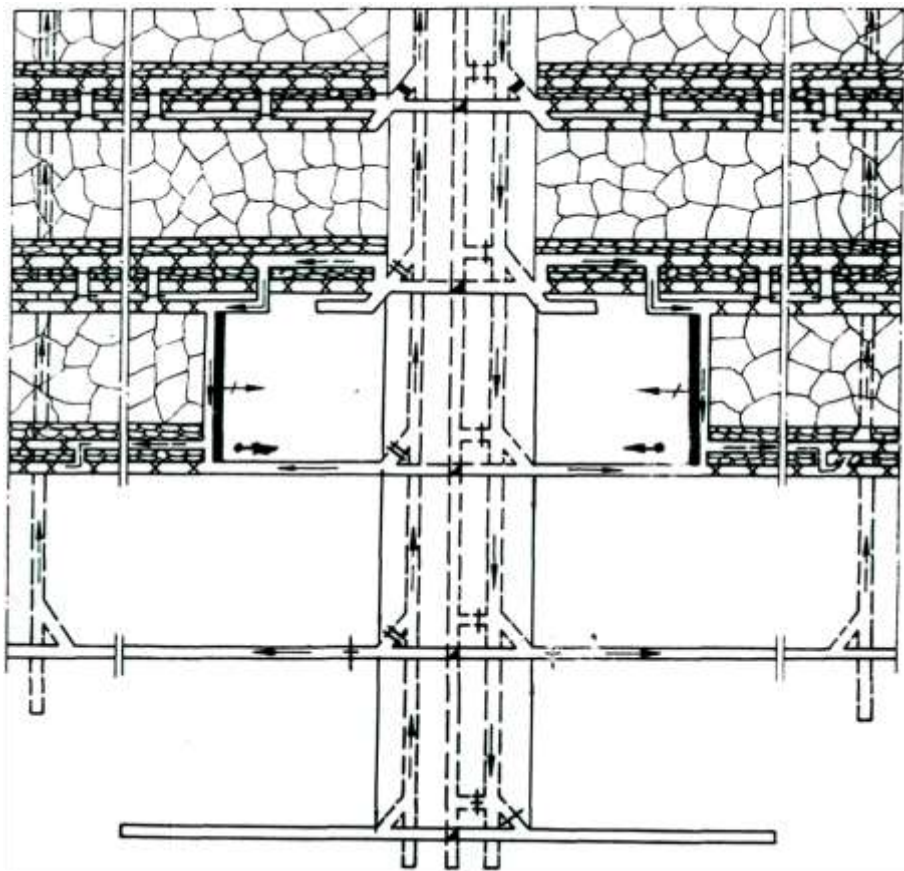


Схема 8. Комбинированная система разработки с проведением вентиляционного штрека вприсечку к выработанному пространству, а - транспортного в массиве, погашением обоих штреков вслед за лавой и проведением нового вентиляционного штрека посередине лавы с целью вывода исходящей струи на фланговой вентиляционный ходок.

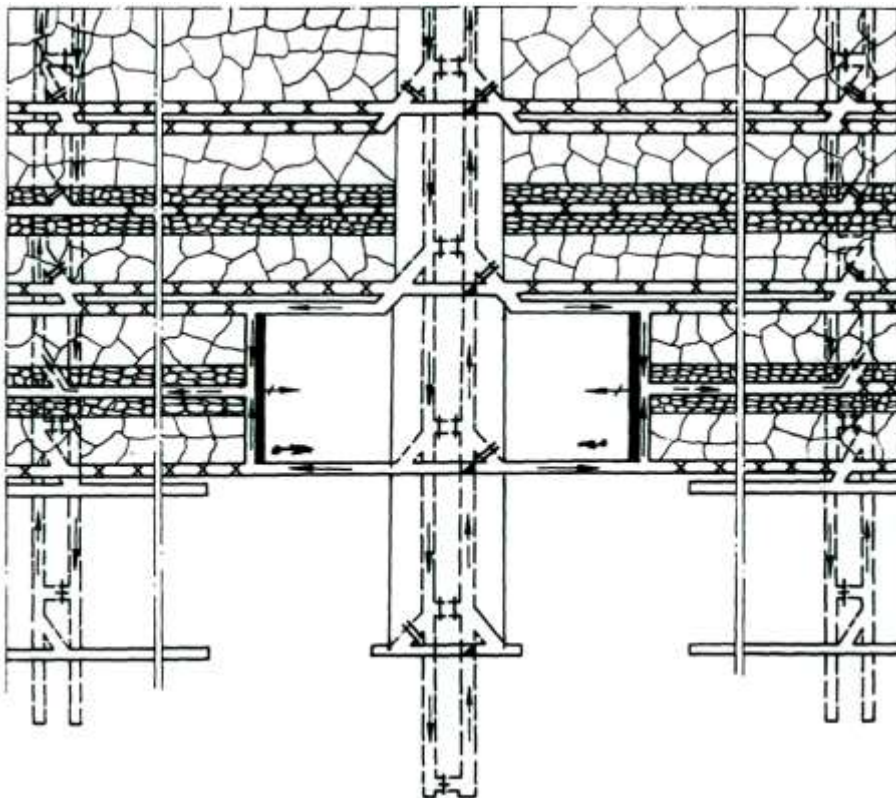


Схема 9. Комбинированная система разработки с проведением вентиляционного штрека вслед за лавой вприсечку к выработанному пространству, транспортного — в массиве, с прямоточной схемой проветривания и выводом исходящей струи на фланговый вентиляционный ходок.

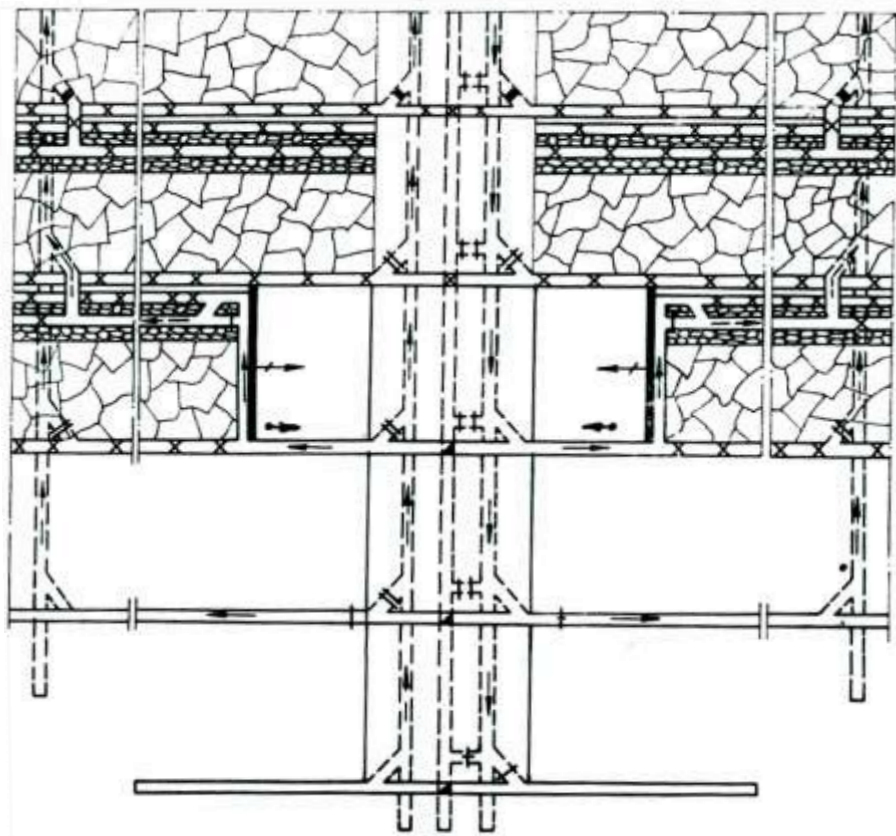
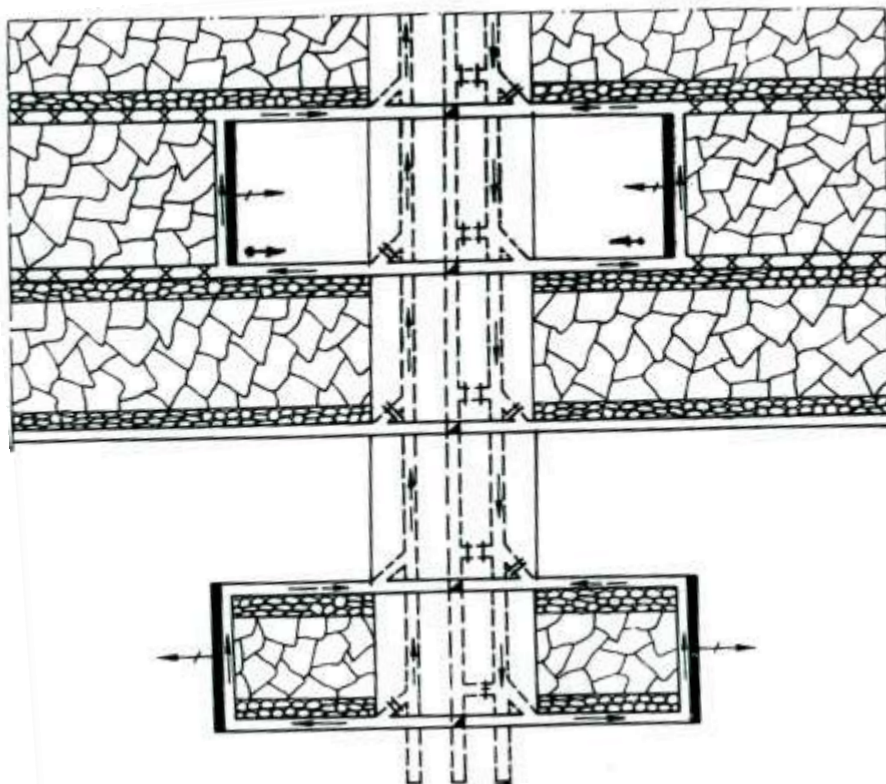


Схема 10. Комбинированная система разработки (парные штреки) с использованием сплошной системы в нечетных ярусах, а столбовой — в четных.



3.2. Бесцеликовые схемы при работе лавами по восстанию

Схема 11. Столбовая система разработки с проведением бортовой вентиляционной выработки вприсечку к выработанному пространству, а транспортной — в массиве.

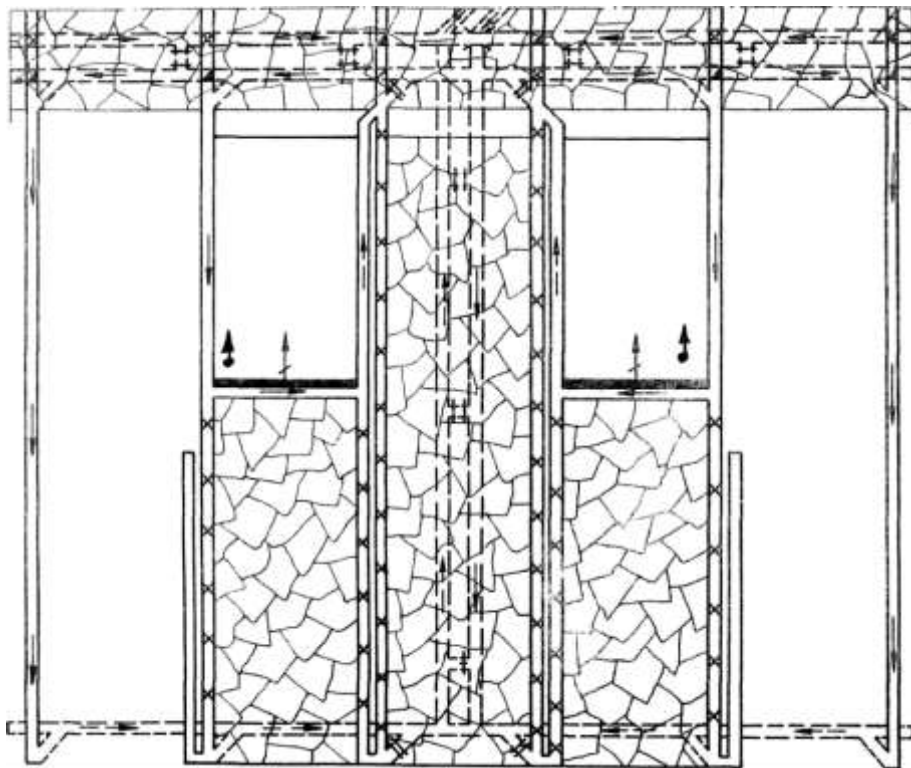


Схема 12. Столбовая система разработки с проведением бортовых выработок в нечетных столбах в массиве, а в четных — вприсечку к выработанному пространству.

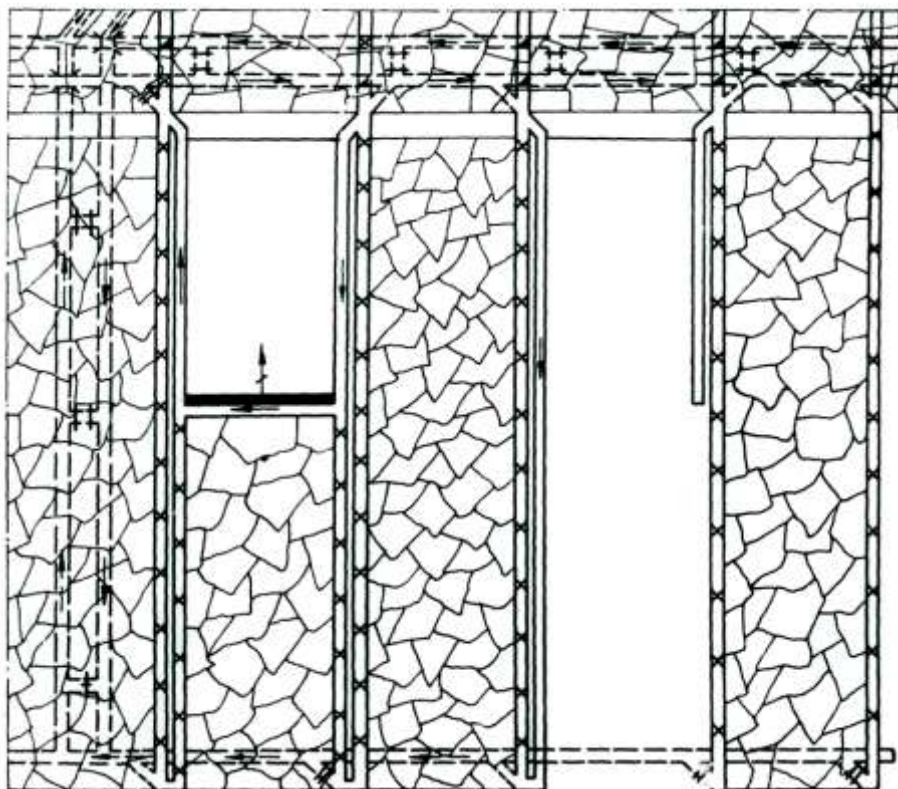


Схема 13. Комбинированная система разработки с повторным использованием транспортной бортовой выработки в качестве воздухоподающей и сохранением транспортной бортовой выработки для вывода исходящей струи на нижний вентиляционный штрек.

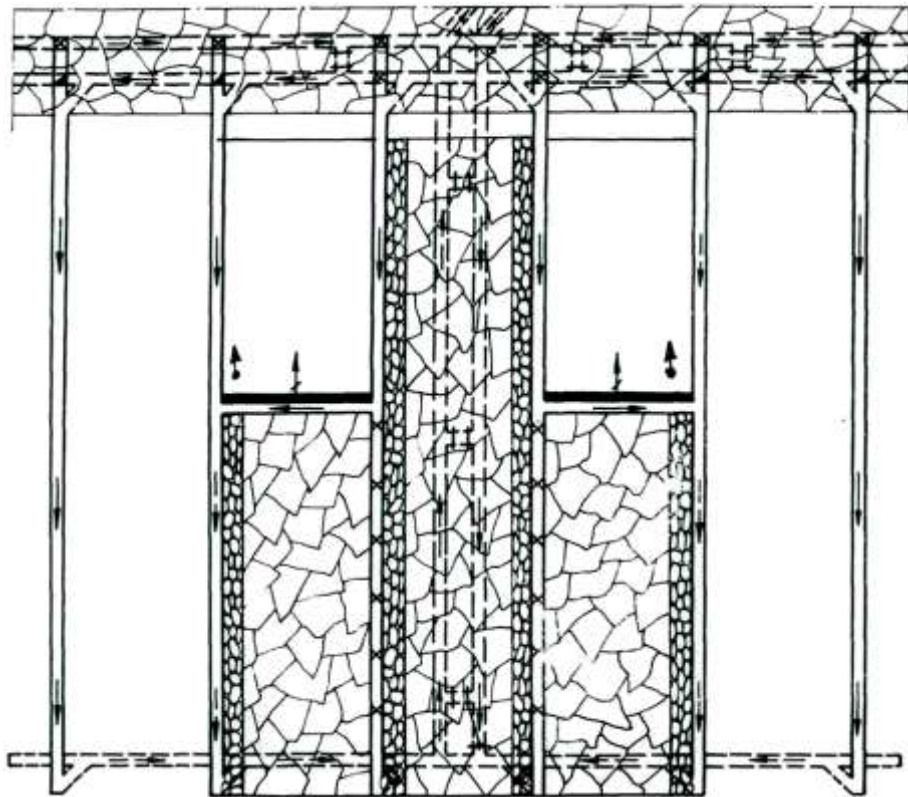


Схема 14. Комбинированная система разработки с приведением одной бортовой выработки вприсечку к выработанному пространству, второй — в массиве, погашением их вслед за лавой проведением вентиляционной выработки вслед за лавой по выработанному пространству для вывода исходящей струи на нижний вентиляционный штрек.

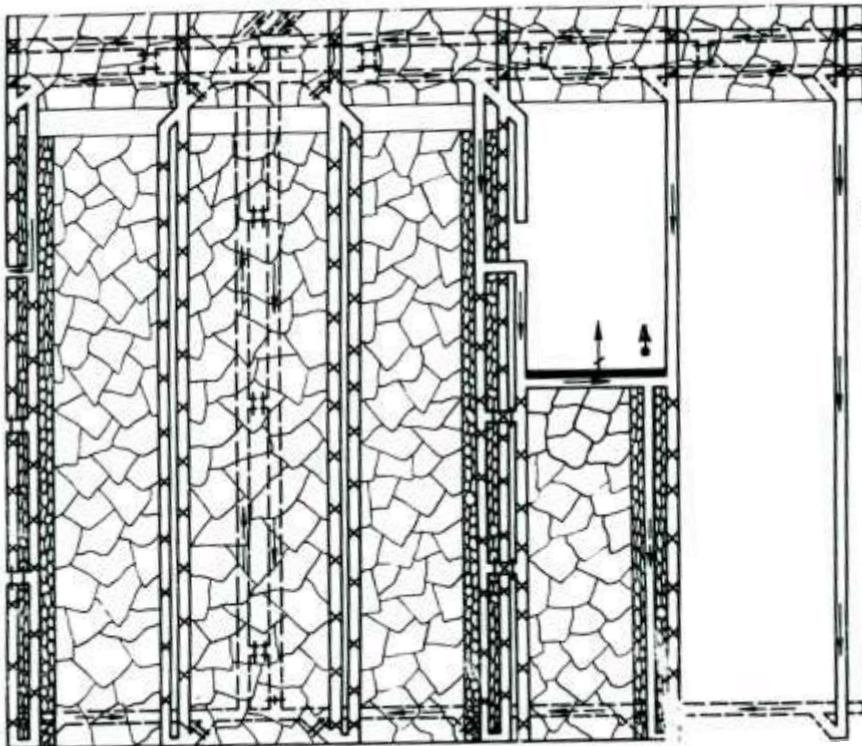
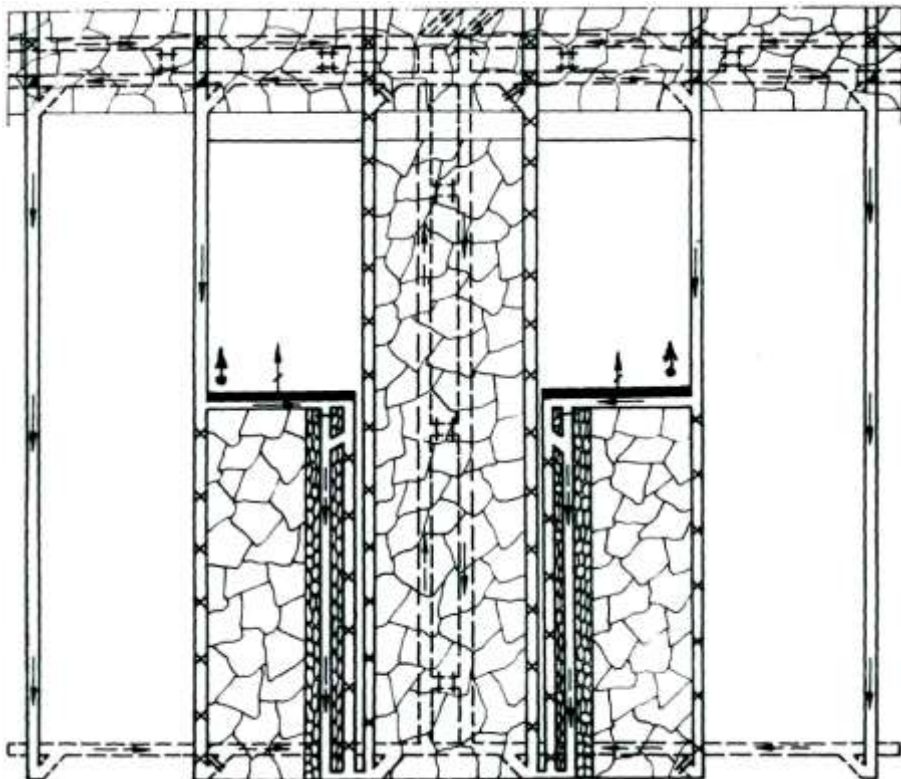


Схема 15. Комбинированная система разработки с проведением вентиляционной бутовой выработки вслед за лавой, а транспортной — в массиве.



4. Рекомендации по выбору бесцеликовых схем при работе лавами по простиранию и восстанию.

Выбор схемы следует производить в соответствии с рекомендуемыми для каждой из них условиями применения, приведенными в таблице 1.

При этом необходимо учитывать следующее. При ограничении нагрузки на лаву производительностью выемочных средств в первую очередь должна рассматриваться схемы 1- 4, предусматривающие возвратноточное проветривание выемочных участков.

Схему 1, предусматривающую одновременную отработку в панели только одной лавы, целесообразно применять при доработке действующих панелей на шахтопласте, имеющих самостоятельную сеть выработок до околоствольного двора.

Схема 2 является не только самой эффективной при работе лавами по простиранию, но и одной из самых технологичных, сточки зрения возможности увеличения числа одновременно обрабатываемых лав в панели.

Схему 3, конструктивной основой которой является наличие промежуточных фланговых наклонных выработок, рекомендуется применять в следующих условиях:

— при увеличенных размерах крыльев панели (до 1500-2000 м), когда при обычных схемах подготовка столбов такой длины связана с трудностями проведения и проветривания тупиковых подготовительных забоев;

— при возникновении значительных осложнений, связанных либо с газовым фактором, либо с поддержанием пройденных вприсечку конвейерных штреков в период отработки столбов в схеме 2, оконтуренных с двух сторон выработанным пространством.

— в случае если на границе панели крупное геологическое нарушение и проведение, поддержание там фланговой выработки весьма затруднительно.

Область условий экономически выгодного применения схемы 4 с подготовкой столбов спаренными штреками с помощью комплексов типа КСВ сравнительно широкая, поэтому реализация этой схемы позволит значительно повысить эффективность бесцеликовой выемки и снизить объем выдаваемой на поверхность породы.

Схему 5 рекомендуется применять в таких условиях, когда с помощью горнотехнических мероприятий можно исключить перекрепление и подрывку почву в повторно используемых штреках. При разработке газоносных пластов с углом падения более 10 градусов необходимо предусматривать возвратноточное проветривание выемочных участков. Схему 6 рекомендуется применять при условии обеспечения поддержания повторно используемых штреков без перекрепления.

Схемы 7 и 8 следует применять в наиболее сложных горно-геологических условиях, когда невозможно исключить перекрепление повторно используемых штреков в схеме 6, а по газовому фактору требуется

переход на схему с прямоточным проветриванием и подсыжением исходящей струи воздуха.

Схему 9 рекомендуется применять, прежде всего, тогда, когда можно использовать для проведения фланговых наклонных выработок имеющиеся выработки на вышележащем горизонте.

Схема 10, основанная на системе разработки парными штреками, является практически типовой для пластов h_7 Смоляниновского и h_{10} Ливанского, особо опасных по внезапным выбросам угля и газа.

Для повышения эффективности бесцеликовой выемки пласты с углом падения до 10° необходимо подготавливать погоризонтным способом и обрабатывать длинными столбами по восстанию.

С точки зрения своевременного воспроизводства фронта очистных работ, схема 12 является предпочтительнее схемы 11.

Схему 13, как и схему 6 при работе лавами по простиранию, рекомендуется применять при поддержании повторно используемых ходков без перекрепления.

Схему 14 следует применять в наиболее сложных горно-геологических условиях, когда невозможно исключить перекрепление повторно используемых ходков в схеме 13, а по газовому фактору требуется подсыжение исходящей струи воздуха.

При ограничении нагрузки на лаву газовым фактором эффективность схем 13 и 14 повышается.

Схему 15 следует применять при неустойчивых вмещающих угольный пласт породах.

Условия применения схем

Показатели	Норма схем																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Мощность пласта, м	до 2,0			до 1,5			до 1,5		до 1,5			до 2,0		до 1,5		до 1,5	
Угол падения пласта, град	до 25		до 15		до 25			до 25			до 18		до 10				
Устойчивость пород кровли	средней устойчивости и неустойчивые		от устойчив. до неуст.		средней устойчивости и устойчивые			средней устойчивости и неустойчивые			неустойч.		средней устойчивости и неустойчивые		средней устойчив. и неустойч.		средней устойчивости и неустойчивые
Устойчивость пород почвы	от устойчивых до неустойчивых				средней устойчивости и устойчивые			средней устойчивости и неустойчивые			неустойч.		от устойчивых до неустойчивых		средней устойчив. и устойчивые		средней устойчивости и неустойчивые
Глубина разработки, м	до 1000							600-1000		600-1200		до 1000					
Газоносность пласта	от незначительной до высокой						высокая		от незначительной до высокой								
Способ подготовки шахтного поля	панельный										погоризонтный						
Система разработки	столбовая				комбинированная						столбовая		комбинированная				
Схема проветривания	возвратноточная				прямоточная с подсвежением исходящей струи воздуха			прямоточная		возвратноточная			Прямоточная с подсвежением исходящей струи воздуха		прямоточная		

5. Примеры выбора рациональных бесцеликовых схем

Пример 1.

Исходные данные для примера.

I. Горно-геологические условия.

- | | |
|--|------------------|
| 1. Средняя вынимаемая мощность пласта, м | - 1,6 |
| 2. Средний угол падения пласта, градусы | - 15 |
| 3. Устойчивость пород кровли | - неустойчивые |
| 4. Устойчивость пород почвы | - устойчивая |
| 5. Глубина разработки, м | - 900 |
| 6. Газоносность пласта | - незначительная |

II. Горнотехнические условия.

- | | |
|---|---|
| 1. Способ разработки шахтного поля | - панельный |
| 2. Система разработки | - столбовая |
| 3. Схема проветривания | - возвратноточная |
| 4. Фактор ограничения нагрузки на лаву | - по производительности и выемочных средств |
| 5. Необходимость увеличения числа одновременных работающих лав в панели | - да |

Решение примера.

1. Изучаем и рекомендации по применению разработанных бесцеликовых схем, приведенные в таблице и в разделе...
2. Изучаем заданные горно-геологические и горнотехнические условия.
3. Путем сопоставления заданных условий эксплуатации с рекомендуемыми по каждой схеме определяем конкурентную схему. В данном случае такой схемой является схема №2.

Пример №2.

Исходные данные для примера.

I. Горно-геологические условия.

- | | |
|--|------------------------|
| 1. Средняя вынимаемая мощность пласта, м | - 1,25 |
| 2. Средний угол падения пласта, градусы | - 8 |
| 3. Устойчивость пород кровли | - средней устойчивости |
| 4. Устойчивость пород почвы | - средней устойчивости |
| 5. Глубина разработки, м | - 750 |
| 6. Газоносность пласта | - высокая |

II. Горнотехнические условия.

- | | |
|--|--|
| 1. Способ подготовки шахтного поля | - погоризонтный |
| 2. Система разработки | - комбинированная |
| 3. Схема проветривания | - прямоточная с
подсвежением исходящей
струи воздуха |
| 4. Фактор ограничения нагрузки на лаву | - по газовому фактору |
| 5. Необходимость увеличения числа
одновременно работающих лав | - да |

Решение примера.

1. Изучаем условия и рекомендации по применению разработанных бесцеликовых схем, приведены в таблице и в разделе...
2. Изучаем заданные горно-геологические и горнотехнические условия.
3. Путем сопоставления заданных условий эксплуатации с рекомендуемыми по каждой схеме определяем конкретную схему. Такой схемой является схема №13, предусматривающая отработку выемочных полей лавами по восстанию с повторным использованием ходов.

Перечень ссылок

1. Бесцеликовая отработка пластов — М.: Недра, 1983 — 278с.
2. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР. — Л., ВНИМИ, 1986.
3. Инструкция по отнесению добычи на шахтах Минуглепрома СССР к бесцеликовой технологии, Л. ВНИМИ, 1977 — 19с.

Теряник Виктор Иванович
Ляшок Ярослав Александрович
Рязанцев Николай Александрович
Куцерубов Валерий Михайлович
Нестеренко Василий Николаевич
Бачурин Леонид Леонидович

Рекомендации

**по выбору рациональных схем бесцеликовой подготовки и отработки
выемочных полей**

пособие по курсовому и дипломному проектированию по дисциплинам
«Технология подземной разработки месторождений полезных ископае-
мых», «Технология подземной добычи угля», «Управление состоянием
породного массива».