

В.Н. Окалелов, В.Н. Величко

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ РАЗРАБОТКИ ЛОКАЛЬНЫХ ЗАПАСОВ МАЛЫМИ УГОЛЬНЫМИ ШАХТАМИ

*Приведены варианты технологических схем отработки угольных пластов малыми шахтами с использованием камерных и камерно-столбовых систем разработки, а также их основные параметры.*

---

### ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ РОЗРОБКИ ЛОКАЛЬНИХ ЗАПАСІВ МАЛИМИ ВУГІЛЬНИМИ ШАХТАМИ

*Наведено варіанти технологічних схем відробки вугільних пластів малими шахтами з використанням камерних та камерно-стовпових систем розробки, а також їх основні параметри.*

---

### TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT SCHEMES OF SMALL COAL MINES LOCAL RESERVES

*A number of technologies for coal layers processing in small mines are presented using chamber and chamber-pile type systems of production as well as their main parameters.*

---

Одним из направлений развития угольной промышленности Украины в соответствии с разработанным проектом программы предусматривается доведение объема добычи угля малыми шахтами к 2030 году до 15 млн. тонн. Достижение этого уровня связано с увеличением, как количества самых малых шахт, так и ростом их годовой производственной мощности. Успешное решение этих задач в значительной мере зависит от эффективности применяемых на малых шахтах технологических схем разработки угольных пластов.

В настоящее время эти схемы обосновываются проектировщиками исходя из накопленного опыта отработки локальных запасов с частичным использованием рекомендаций нормативных документов [1, 2]. Поэтому сами схемы достаточно разнообразны и индивидуальны в зависимости

от геологических условий залегания угольных пластов.

В связи с этим назрела необходимость анализа технологических схем работы малых шахт для последующей их типизации с целью унификации технологического обеспечения ведения горных работ.

Анализ работы ряда малых шахт показал, что на них применяются преимущественно камерные и камерно-столбовые системы разработки, принципиальные схемы которых представлены на рис. 1 *а, б, в*).

Схема *а* предусматривает выемку угля прямым ходом на всю ширину камеры, схема *б* с расширением камеры обратным ходом и схема *в* с поперечной выемкой камеры. Последняя из схем достаточно подробно рассмотрена в нормативных документах [1, 2]. Порядок ведения подготовительных и очистных работ по схемам *а, б*

показан на рис. 2.

Ведение горных работ начинается с проведения с откаточного (транспортного) штрека устья выемочной камеры шириной  $1,5 \div 3$  м и длиной  $3 \div 10$  м. Далее их или расширяют до рабочей ширины камеры, которая в зависимости от устойчивости кровли колеблется в пределах  $4 \div 5$  м, и отработывают прямым ходом (схема а) или проходят узким ходом ( $3 \div 5$  м) разрезную печь выемочной камеры до сбойки с вентиляционным штреком, а выемку угля ведут обратным ходом одно- или двусторон-

ними заходками на всю ширину (до 15 м) камеры (схема б). По отношению к транспортной выработке камеры располагаются перпендикулярно или диагонально, с небольшим отклонением от перпендикуляра. Между камерами оставляются межкамерные ленточные целики с шириной, установленной расчетным путем. Для уменьшения давления на межкамерные целики, после отработки  $3 \div 8$  выемочных камер, оставляют усиленные по отношению к межкамерным межблоковые целики.

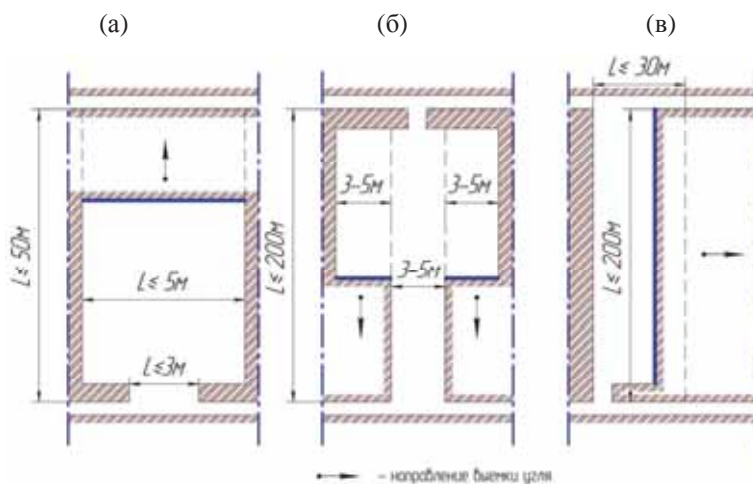


Рис. 1. Камерные и камерно-столбовые системы разработки



Рис. 2. Ведение горных работ при камерной системе разработки

Одновременно в работе в пределах одного выемочного участка может находиться до трех смежных камер – в первой камере после окончания выемочных работ осуществляется ее забутовка и герметизация устьев для уменьшения утечек воздуха через выработанное пространство, во второй – ведутся очистные работы, третья находится в стадии подготовительных работ.

Выемка угля в камерах производится отбойными молотками без или в сочетании с предварительным рыхлением угольного массива буровзрывным способом. В качестве основного крепления выработанного пространства выемочных камер применяется индивидуальная деревянная (реже металлические стойки трения) крепь в сочетании с деревянными кустами, кострами, бутোকострами, органичной крепью или с бумажными полосами.

Возможен и другой вариант камерно-столбовой системы разработки, согласно которого выемка угля ведется в два этапа.

На первом этапе очистные работы ведутся узкими протяженными выемочными камерами прямым ходом. В пределах выемочного блока (участка) между камерами оставляются ленточные целики шириной до 100 метров. На втором этапе эти целики обратным ходом извлекаются заходками по углю. Заходки располагаются под углом к линии простирания пласта. Заходки регулярно чередуются с угольными целиками между ними. Крепление, выемка и транспортирование угля из заходов осуществляется аналогичными средствами и методами как для выемочных камер.

В случае возникновения признаков опасности и возможности обрушения кровли, работы в выемочных камерах или заходках прекращаются и люди из них выводятся. Очистные работы возобновляются в следующем очистном забое с оставлением целика больших размеров между новым и опасным забоями.

Главным недостатком камерных и камерно-столбовых систем разработки являются большие потери, которые могут составлять до 40% от общих запасов угля, но,

несмотря на это они являются наиболее безопасными и экономически выгодными при отработке угольных пластов в сложных горно-геологических и горнотехнических условиях малыми шахтами.

При разработке локальных запасов угольных пластов выходящих под наносы применяется вариант системы разработки, представленный на рис. 3.

Согласно этому варианту обособленные выемочные блоки формируются бортовыми наклонными выработками №№ 1, 5, 9 (стволами) пройденными по пласту на длину до 300 м (рис. 4). При этом на первом этапе формирования выемочных блоков проводятся наклонные бортовые стволы №№ 1, 5, которые на нижней отметке соединяются дренажным просеком с уклоном 0,005 в сторону бортовой наклонной выработки № 5.

Между бортовыми наклонными выработками №№ 1, 5 проводятся наклонные выработки №№ 2, 3 и № 4, которые формируют выемочные столбы №№ 1-4, с размерами по простиранию до 100 м.

В устье бортовой наклонной выработки № 5 устраивается вентиляционный канал для вентилятора главного проветривания и устанавливается вентиляционный шлюз из двух вентиляционных перемычек.

Бортовая наклонная выработка № 5 проходится на 6-10 метров ниже места ее сбойки с дренажным просеком и в ее забое образуется водосборник. Промежуточный водосборник Г-образной формы проходится в средней части бортовой наклонной выработки № 5.

По окончании проходческих работ ВМП, которые проветривали бортовые наклонные выработки № 1, 3 и 5 переносятся для проветривания подготовительных забоев бортовых наклонных выработок № 6-9 (рис. 4). На первом этапе отработки выемочного блока выемка угля ведется одновременно в первом и третьем выемочных столбах для избежания взаимного влияния горного давления во время очистных работ.

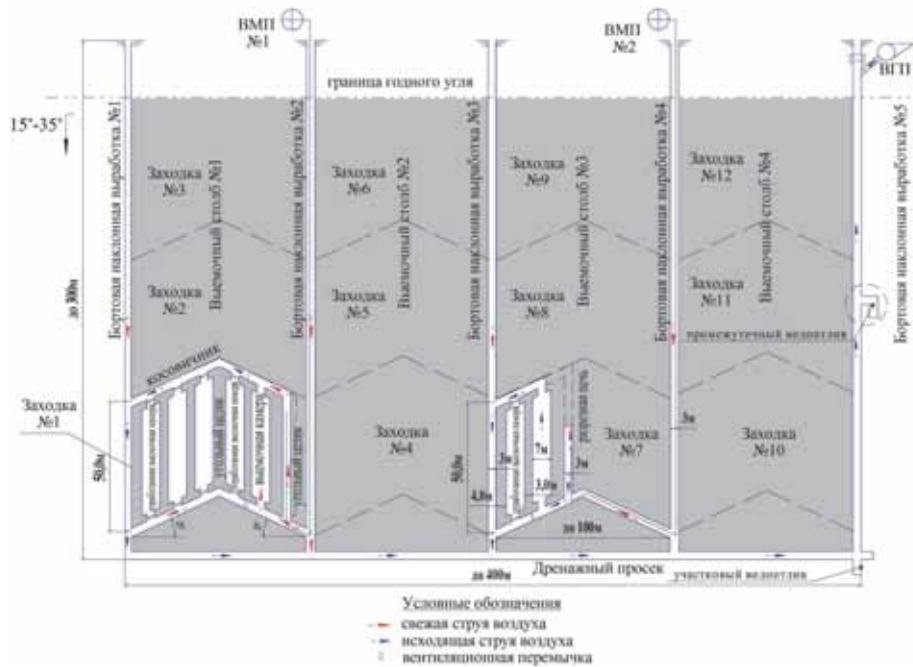


Рис. 3. Схема горных выработок обособленного выемочного блока

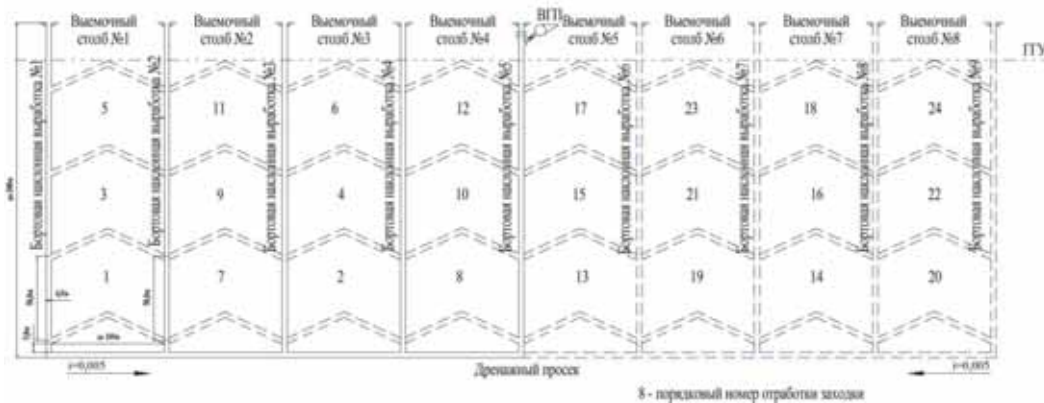


Рис. 4. Порядок отработки заходок выемочных столбов

Далее отрабатываются выемочные столбы №№ 2, 4. На втором этапе отработки камерного блока отрабатываются выемочные столбы №№ 5, 7, потом №№ 6, 8.

Выемочный столб камерного блока состоит из трех эксплуатационных заходок с размерами по падению угольного пласта

50 м. Порядок отработки эксплуатационных заходок в столбе – снизу вверх (рис. 4).

Способ управления кровлей в эксплуатационной заходке осуществляется удержанием на целиках. Крепление всех выработок – рамной деревянной крепью (комплект крепи состоит из распила и трех де-

ревянных стоек).

Выемка угля в эксплуатационных заходках осуществляется из выемочных камер (рис. 3), пройденных по восстанию пласта длиной 50 м и шириной 3,0 м (разрезная печь). Первая пройденная разрезная печь выемочной камеры сбивается косовичником с бортовой наклонной выработкой для создания второго запасного выхода из очистного забоя и организации восходящего проветривания камеры за счет общешахтной депрессии. Добыча угля в выемочной камере ведется двусторонними раскосками сверху вниз, ширина раскосок – по два метра. Таким образом, общая ширина выемочной камеры составит 7,0 м. Одновременно с очистными работами проводится разрезная печь следующей выемочной камеры.

Транспортировка угля из выемочной камеры на погрузочный пункт бортовой наклонной выработки осуществляется по нижнему косовичнику эксплуатационной заходки. Косовичники проходятся под углом  $25^\circ$  к линии простирания пласта для обеспечения самотечной транспортировки угля по эмалированным рештакам при угле падения пласта более  $35^\circ$ . Если косовичник пройден под углом менее  $25^\circ$ , транспортировка угля по нему может осуществляться скреперными лебедками или скребковыми конвейерами. В эксплуатационной заходке между выемочными камерами и бортовыми наклонными выработками оставляют ленточные целики шириной 4,0 м, между выемочными камерами №№ 3 и 4 (средняя часть заходки) – ленточный целик шириной 5,0 м, остальные межкамерные ленточные целики – шириной 3,0 м.

В благоприятных горно-геологических условиях локальные участки угольных пластов с размерами шахтного поля или обособленного выемочного блока по простиранию до 1000 м и по падению – до 400 м, могут обрабатываться по схеме «шахта-лава». По этой схеме месторождение вскрывается двумя стволами, расположенными на фланге шахтного поля. Нижняя часть шахтного поля обрабатывается лавой

по сплошной системе разработки, а верхняя часть, в зоне неустойчивых пород, дорабатывается камерной системой. В отдельных случаях шахтное поле вскрывается фланговыми стволами. Отличие этого способа от предыдущего заключается в том, что в первую очередь между стволами проходится откаточный штрек у нижней технической границы широким ходом с закладкой породы в нижнюю раскоску. Данная схема является, по сути, комбинацией схемы № 25 [2] с камерной системой разработки.

Подготовку запасов угля выемочных участков с земной поверхности при камерной системе разработки осуществляют группами выемочных камер (от 3 до 9 шт.), проводимых сверху вниз, по падению пласта. Расстояния между выемочными камерами по простиранию пласта –  $8\div 10$  м, наклонная длина – до 180 м. Схема обособленного выемочного участка и фрагмент паспорта крепления и управления кровлей выемочного камерного блока показан на рис. 5.

По мере проведения выемочные камеры сбиваются между собой вентиляционными печами (сбойками) шириной  $2\div 3$  м. Оси первых от поверхности вентиляционных печей закладываются поочередно через 20 или 25 м по падению пласта с целью избежать соосное расположение сбоек. Последующие вентиляционные печи закладываются через  $10\div 20$  м.

После проведения первых двух параллельных выемочных камер по пласту угля до границы выемочного участка они сбиваются между собой вентиляционным просеком и затем приступают к выемке угля отбойными молотками в оконтуренном столбе заходками шириной  $2\div 4$  м по простиранию пласта и длиной до 10 м по восстанию пласта. Отработка подготовленных запасов угля ведется расширением выемочных камер обратным ходом по восстанию пласта с оставлением ленточных и столбчатых целиков. Крезь выемочных камер, заходок и вентиляционных печей не подлежит извлечению.

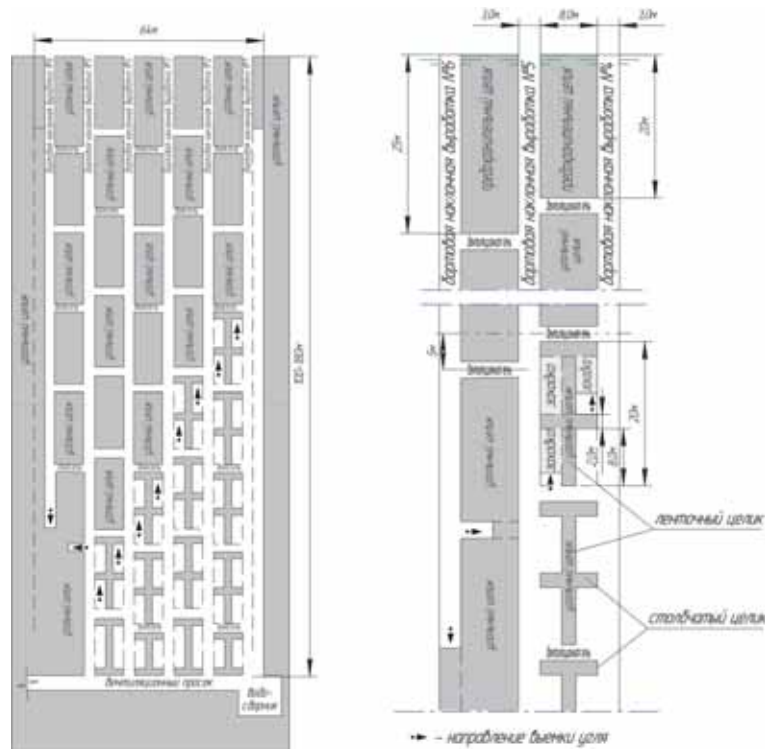


Рис. 5. Схема обособленного выемочного камерного блока

Выемка угля осуществляется с помощью отбойных молотков, крепление всех выработок – рамной деревянной крепью.

Доставка угля из выемочных камер осуществляется скреперными лебедками, устанавливаемыми у устья каждой выемочной камеры.

При применении указанных выше технологических схем весьма важным является обоснование ширины камер и межкамерных целиков. В настоящее время эта задача решается с использованием методики УкрНИМИ [6, 7]. Не вдаваясь в ее детальный анализ, следует отметить, что в ней рассматриваются ленточные целики и, не учитывается то, что они могут иметь разную конфигурацию (рис. 3, 5), а также разный порядок их формирования и размеры исходя из назначения (внутри и межблочные).

Кроме этого не учитываются факты, согласно которым на практике оставление целиков с рекомендуемой шириной ведет к локальным проседаниям поверхности из-за разрушения крепи в оставленных камерах и сдвижения над ними массива горных пород. В результате существенно нарушается рельеф поверхности и усиливается негативное влияние отработки угольных пластов на состояние окружающей среды.

Параметры крепления камер устанавливаются согласно рекомендациям ДонУГИ, которые учитывают давление на крепь всего массива горных пород, начиная от крепи до поверхности. Такой подход к расчету параметров крепления камер, на наш взгляд, является чрезмерно упрощенным и нуждается также в уточнении.

Таким образом, помимо разработки самих схем отработки угольных пластов малыми шахтами необходимо проведение ис-

следований с целью более надежного обоснования их параметров. С учетом этого при разработке паспортов крепления и управления кровлей необходимо предусматривать следующие мероприятия по безопасности горных работ:

– не допускается извлечение крепи вскрывающих, подготавливающих горных выработок и выемочных камер после завершения горных работ;

в пояснительной записке к паспорту необходимо описывать признаки, предшествующие обрушению кровли, которые должны быть усвоены рабочими и ИТР. При появлении этих признаков, должны прекращаться все работы в шахте, а люди выводятся в безопасное место, согласно плана ликвидации аварий;

– технические и маркшейдерская службы шахты должны ежесуточно контролировать соблюдение принятых паспортом геометрических параметров целиков, выемочных камер и направление их проведения с записью в журнал наблюдений состояния кровли, крепи, забоя. Всю производственную ситуацию (выемка угля, установку крепи и пр.) обязательно эскизировать;

– технологическую последовательность ведения всех работ в выемочных блоках необходимо отражать в специально разработанных мероприятиях по безопасному ведению всех работ;

– отработанные выемочные камеры и эксплуатационные заходки должны изолироваться чураковыми перемычками, выкладываемыми в устьях выработок на песчано-глиняном растворе.

После отработки выемочных блоков для исключения попадания людей в выработанное пространство должна предусматриваться ликвидация бортовых наклонных выработок путем закладки в них породы с близлежащих терриконов и сооружения изолирующих перемычек.

Для эффективной отработки участков угольных месторождений малыми угледобывающими предприятиями необходимо разработать нормативную документацию с обоснованием параметров технологических схем по указанным в настоящей работе вариантам с учетом основных диапазонов изменения горно-геологических и горнотехнических условий залегания угольных пластов.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. КД 12.01.201-98. Технологические схемы разработки пластов на шахтах Украины [Текст]. – Донецк: ДонУГИ, 1998. – 244 с.

2. Технологические схемы разработки пластов на угольных шахтах [Текст]. – М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1991. – 207 с.

3. Дрибан, В.А. Определение оптимальных параметров камерной отработки угольных пластов [Текст] / В.А. Дрибан // Проблемы горного давления. – 2001. – № 5. – С. 90-107.

4. Проведение исследований по изучению сдвижений и деформаций массива горных пород и земной поверхности при бурошнековой отработке угольных пластов,

разработка и внедрение «Рекомендаций по эффективной охране подрабатываемых объектов при бурошнековой отработке угольных пластов» [Текст]: отчет о НИР / УкрНИМИ; рук. И.Ф. Озеров, В.А. Дрибан. – 0219515080. – М.-Донецк, 1996. – 55 с.

## ОБ АВТОРАХ

Окалелов Василий Николаевич – д.т.н., профессор кафедры разработки месторождений полезных ископаемых Донбасского государственного технического университета.

Величко Владимир Николаевич – директор ЧП «Торзетехпроект».

