

УДК 622.001.5.012.2: 622.273.3.

Д.Н. Дегтярёв, С.И. Калинин, К.А. Филимонов

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ОТРАБОТКИ МОЩНЫХ ПОЛОГИХ ПЛАСТОВ КАМЕРНО-СТОЛБОВОЙ СИСТЕМОЙ НА ПОЛНУЮ МОЩНОСТЬ. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

КузГТУ совместно со специалистами ОАО «Южный Кузбасс» разработали технологические схемы для отработки мощных пологих пластов камерно-столбовой системой на полную мощность без разделения на слои, которые в настоящее время внедряются для отработки пластов III и IV-V в условиях шахты им. В.И. Ленина. Технологические схемы разработаны для отработки запасов угля непригодных для отработки длинными механизированными очистными забоями. Это участки недоработанных лав, клинья, оставленные при раскройке пластов, целики угля различного назначения.

Было разработано три варианта экспериментальных технологических схем:

- технологическая схема отработки пластов на полную мощность односторонними диагональными заходками;

- технологическая схема отработки пластов на полную мощность двухсторонними диагональными заходками;

- технологическая схема отработки пластов на полную мощность двухсторонними разнодлинными диагональными заходками.

Технологические схемы разрабатывались на основе следующих требований:

схемы обеспечивают отработку запасов угля с полным обрушением кровли и с сохранением земной поверхности при подработке различных объектов.

При этом в качестве основного критерия использовался коэффициент извлечения угля на отработываемых участках, по величине которого уточнялась безопасная высота подработки объектов на дневной поверхности [1, 2].

Установленные безопасные значения коэффициентов извлечения угля на выемочных участках приведены в табл. 1.

На участках, где отсутствуют подработыва-

емые объекты и не сохраняется дневная поверхность коэффициент извлечения принимается равным 0,65-0,7;

- темпы отработки запасов угля на участках принимаются с учётом инкубационного периода самовозгорания угля для исключения возникновения эндогенных пожаров. В связи с этим участки пластов, имеющие значительные площади, разделяются на подучастки с меньшими размерами для отработки их в короткие сроки, а между подучастками оставляются угольные профилактические целики;

- на участках, где отсутствуют подработываемые объекты и где кратность отношения максимального размера участка к минимальной глубине горных работ меньше 0,8, расчёт нагрузки пород на целики производится не по всей мощности налегающих пород до дневной поверхности, а по мощности активной кровли пласта;

- в технологических схемах применяется способ углубки камер и заходок с помощью отступающих заходок и наклонных съездов комбайна. Углубка производится до почвы пласта под защитой возведённой анкерной крепи в кровле камер;

- в технологических схемах используется проходческо-очистное оборудование фирмы «Джой» в составе:

- проходческий комбайн 12СМ12-10D с дистанционным радиоуправлением;

- самоходный вагон 10SC32B-56 с грузоподъёмностью 15т;

- самоходный анкерустановщик Ramtrak 2300;

- ручной буровой станок Rambor.

Экспериментальные технологические схемы приведены на рис. 1- 3. На рис.4 представлена схема углубки выемочных камер с помощью отступающих заходок и наклонных съездов.

В разработанных технологических схемах предусматривается диагональное расположение

Таблица 1. Значения коэффициента извлечения угля при подработке различных объектов на поверхности

Подработываемый объект	Коэффициент безопасной подработки объекта, $K_6$	Глубина подработки, (м)	$K_{изв}$
р. Ольжерасс	40	170	0,35
Опоры ЛЭП-35кВ	75 - анкерные	220	0,32
	60 - промежуточные		0,4
Железная дорога	75	170	0,32
Автомобильная дорога	20	170	0,6

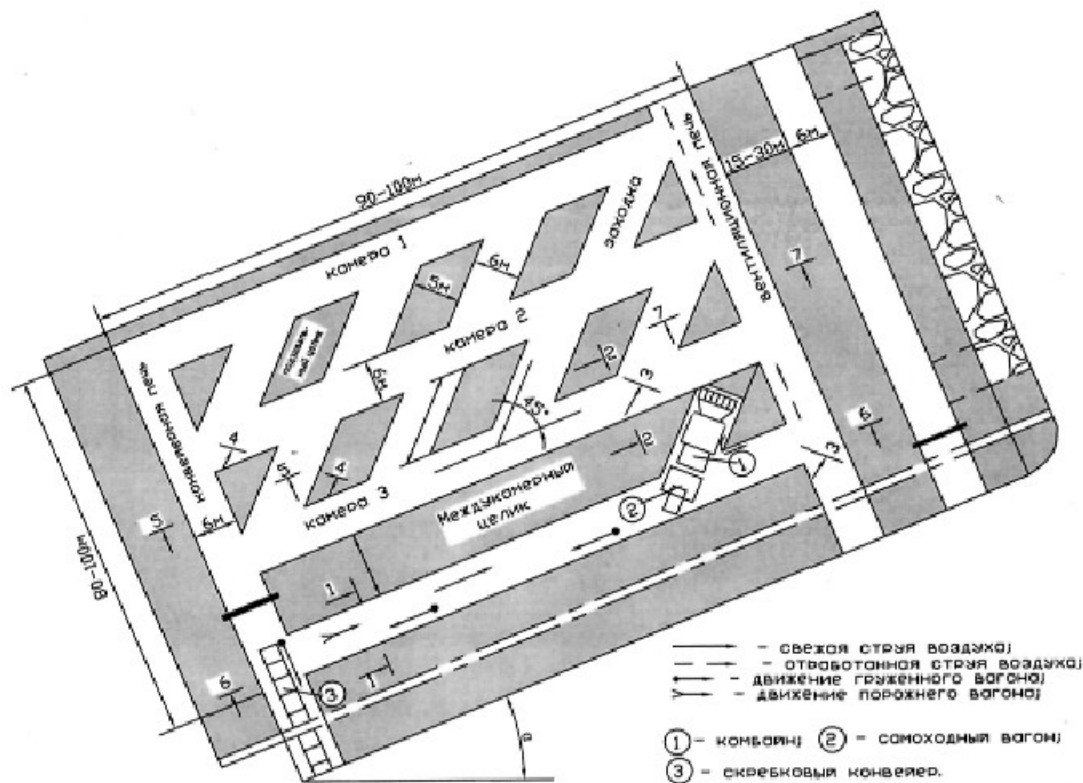


Рис.1. Технологическая схема отработки пласта III на полную мощность односторонними заходками по восстанию

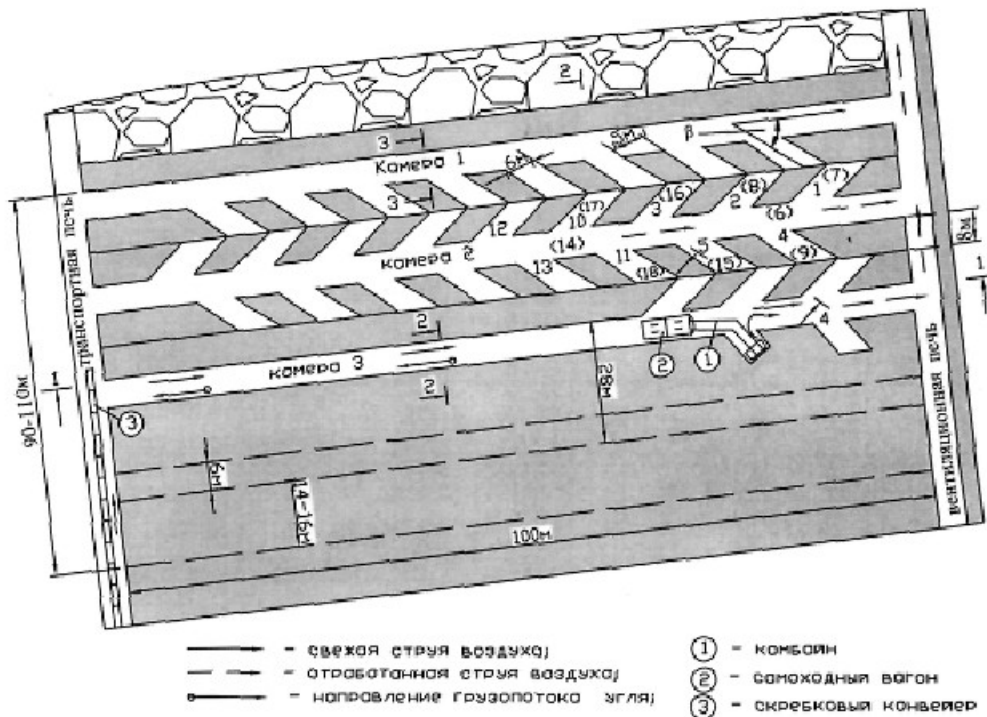


Рис.2. Технологическая схема отработки пласта III на полную мощность двухсторонними диагональными заходками

выемочных камер и выемочных заходок. Угол продольного наклона камер не превышает  $7^\circ$ , угол между осью камер и осью заходок принимается  $45^\circ-60^\circ$ , (тупой угол  $120^\circ-135^\circ$ ). Выемочные камеры проводятся в направлении от транспортной выработки участка к вентиляционной. Оработ-

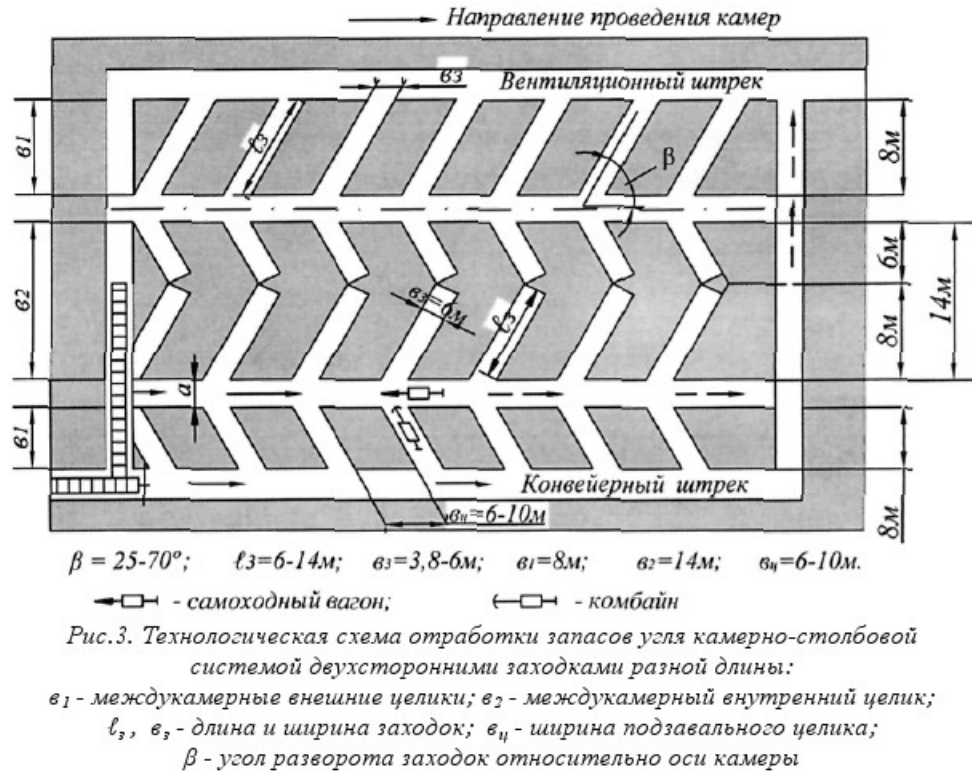
ка междукамерных целиков и погашение камер производится в обратном направлении - от вентиляционной выработки к транспортной. Высота камер при их проходке принимается 2,5-2,7м (не более 3м) для удобства крепления кровли в камерах. Кровля и бока камер крепятся сталеполимер-

ной анкерной крепью. Выемка заходок производится без их крепления. При углубке камер крепятся только бока камер на высоту до 5 м. После углубки камер до 5-5,2 м крепление боков камер не производится. При углубке камер комбайн отступает назад, затем начинает углубляться с помощью наклонных съездов (см. рис.4).

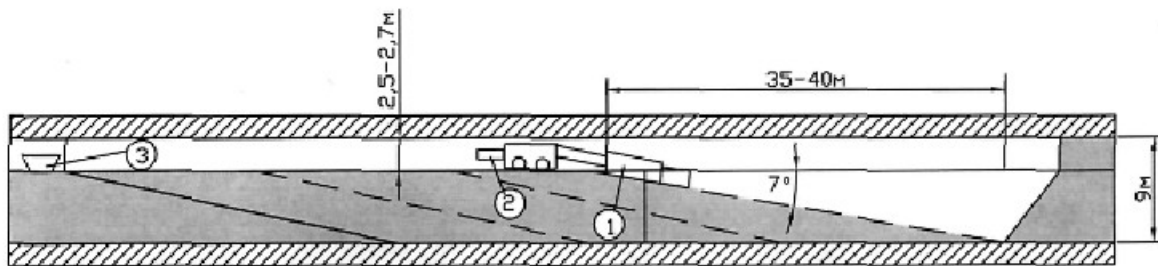
Первая углубка производится на высоту 4,6 м, при этом производится выемка заходок на высоту 4,6 м. Вторая углубка камеры производится на

высоту 6,2-6,5 м, на такую же высоту углубляются выемочные заходки. Третья углубка производится до почвы пласта (8,9-9,8 м). Длина отступающих заходок принимается равной 20-22 м.

Технологическая схема обработки пластов односторонними диагональными заходками рекомендуется для обработки участков неправильной геометрической формы, участков с ограниченными запасами, с ослабленными вмещающими породами, у зон геологических нарушений и на участ-



а). Горизонтальное расположение камер



б). Расположение камер под углом  $7^\circ$  к горизонту

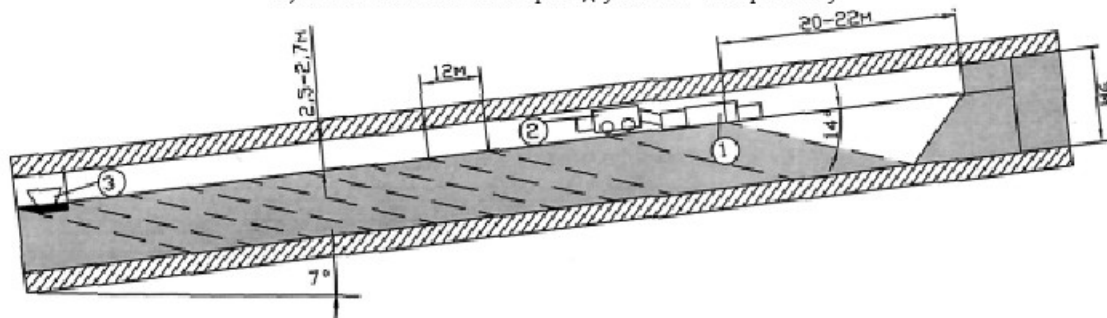


Рис.4. Схема углубки выемочных камер с помощью отступающих заходок и наклонных съездов

ках, где угол падения пласта 15°-18°. Схема может применяться для отработки участков с полным обрушением кровли и для отработки участков с сохранением земной поверхности под различными объектами. Оработка участков производится по падению пласта, сначала обрабатывается целик угля из камеры №1, затем из камеры №2 (см. рис.1).

Технологическая схема, приведённая на рис.2 отличается от первой тем, что из выемочной камеры производится отработка междукammerного целика со стороны восстания и междукammerного целика со стороны падения, используются двухсторонние диагональные заходки. Расположение заходок принимается в шахматном порядке с целью уменьшения площади обнажения пород на сопряжениях заходок с камерой. Данную технологическую схему рекомендуется применять на участках пластов, где кровля по устойчивости не ниже средней, участки пластов имеют достаточные запасы угля с площадью не менее 20-25тыс.м<sup>2</sup>. Технология проведения камер, углубки

камер и отработки заходок принципиально такая же, как в первой технологической схеме.

Технологическая схема, приведённая на рис.3 отличается от технологической схемы на рис.2 разной длиной заходок по восстанию пласта и по падению. Это вызвано тем, что в отдельных случаях угол подъёма заходок (наклона) превышает 7°. При длинных заходках по падению (8-11м) выемочный комбайн типа 12СМ-12 (12СМ-18) не может самостоятельно выйти из заходки. Поэтому на участках, где угол падения пласта непостоянный, рекомендуется заходки по падению принимать длиной не более 6м.

Параметры технологических схем определяются расчётами, при этом использовались рекомендации методических разработок ВНИМИ и КузГТУ [1, 3, 4]. Для условий пласта III и IV-V шахты им. В.И. Ленина параметры технологических схем определялись для глубины горных работ от дневной поверхности 150-350м.

Расчётные параметры для экспериментальных технологических схем приведены в табл.2.

Таблица 2. Параметры технологических схем для отработки мощных пластов III и IV-V в условиях шахты им. В.И. Ленина камерно-столбовой системой

№№ пп	Наименование параметров	Ед-ца изм.	Схема с одно- сторонними заходками	Схема с двух- сторонними заходками	Схема с двухсторон- ними разнодлинными заходками	
1.	Параметры подучастков: Длина при Н=150-250м	м	110-112	110-112	110-112	
	при Н=250-350м		75-105	75-105	75-105	
	Ширина при Н=150-350м		94	94	94	
2.	Ширина камер	м	6	6	6	
3.	Высота камер	м	8,9-9,8	8,9-9,8	8,9-9,8	
4.	Ширина междукammerных целиков:	м	П л а с т III			
			8	(8 + 8)	(8 + 8)	
	при отработке с обруше- нием кровли	м	П л а с т IV-V			
			10	(10 + 10)	(10 + 10)	
при сохранении земной поверхности	м	Н = 150-250м				
		14	14	14		
			Н = 250-350м			
			16	16	16	
5.	Высота междукammerных целиков: пласт III	м	8,9	8,9	8,9	
			пласт IV-V	9,8	9,8	9,8
6.	Параметры заходок: Ширина	м	6	6	6	
	Длина (мах)	м	11,7	11,7	6 - по падению 11,7 - по восстанию	
	Высота	м	8,9-9,8	8,9-9,8	8,9-9,8	
7.	Ширина подзавальных целиков: Н=150-250м	м	3,5-4	3,5-4	3,5-4	
			Н=250-350м	4-5	4-5	4-5
	При сохранении земной поверхности	м	Н=150-250м	14-16	14-16	14-16
			Н=250-350м	16-18	16-18	16-18

Сравнение технологических схем производилось по следующим оценочным показателям:

- по удельному объёму проведения подготовительных выработок на 1000т подготавливаемых запасов угля - м/1000т;

- по кратности отношения обрабатываемой площади из выемочной камеры к площади выемочной камеры -  $S_{отр} / S_{кзк}$ ;

- по кратности отношения объёма проведения подготовительных выработок с креплением к общему объёму проведения выработок -  $V_{кр} / V_{общ}$ ;

- по геомеханической безопасности междукамерных целиков и сопряжений камер с заходками.

Результаты сравнения технологических схем приведены в табл.3.

Из табл.3 видно, что технологическая схема с двухсторонними диагональными заходками имеет преимущества по сравнению с первой схемой: удельный объём проведения выработок снижается на 33%, вынимаемая площадь междукамерных целиков из камеры в 1,7 раза больше, а объём проведения выработок с их креплением снижается на 60%. Однако, схема отработки пластов двухсторонними диагональными заходками по геомеханическим факторам является более опасной из-за повышенной площади обнажения пород кровли на сопряжениях камер с заходками, которая больше площади обнажения кровли при односторонних заходках в 1,22 раза.

Испытания экспериментальных технологических схем проводились в условиях шахты им. В.И. Ленина при отработке участков пласта III и IV-V.

В границах выемочных блоков средняя мощность пласта III изменяется от 8,55м до 10,56м, глубина залегания от дневной поверхности от 170м до 260м, угол падения от 7° до 15°.

Пласт сложного строения, в верхней части пласта имеется два прослоя алевролита мощностью 0,35-0,4м и 0,12-0,15м. Уголь пласта марки "К" имеет предел прочности при одноосном сжатии 11-13МПа, объёмный вес 1,33т/м<sup>3</sup>.

В непосредственной кровле пласта залегают алевролиты мощностью от 4м до 11м, имеющие предел прочности на сжатие 38МПа. Непосредст-

венная кровля среднеустойчивая.

Основная кровля труднообрушаемая, представлена песчаниками мощностью 17-25м с сопротивлением сжатию 120МПа.

В почве пласта залегают алевролиты мощностью 10,5-13м с сопротивлением сжатию 60МПа, не склонные к размоканию и пучению.

В границах выемочных блоков средняя полная мощность пласта IV-V - 9,9м, глубина залегания от дневной поверхности изменяется от 190м до 250м, угол падения - до 14°.

Угольный пласт сложного строения, содержит два породных прослоя мелкозернистого алевролита и углистого аргиллита средней суммарной мощностью 0,42м. Коэффициент крепости породных прослоев 2-3. Предел прочности угля при одноосном сжатии 11МПа.

Непосредственная кровля представлена песчаниками средне и крупнозернистыми, крупнослоистыми, сопротивление сжатию 115МПа, мощностью 11м. В основании песчаников непосредственной кровли залегают прослой гравелитов мощностью 0,0-0,2м с сопротивлением сжатию 13МПа.

Основная кровля представлена песчаникам и конгломератами мощностью 15м, с сопротивлением сжатию песчаников 115МПа, конгломератов 130МПа.

Почва представлена алевролитом мощностью 3м, коэффициент крепости алевролита 4,5, сопротивление сжатию 45МПа.

При испытании технологических схем по пласту III было отработано 7 участков с суммарными запасами угля 1600 тыс.т. Часть запасов обрабатывалась с подработкой р.Ольжерасс, ЛЭП-35кВ. Добыто угля 850 тыс.т. Безопасные значения коэффициентов извлечения угля составили: при подработке р. Ольжерасс 0,37-0,4, при подработке ЛЭП-35кВ - 0,5. На участках, где отработка пласта производилась с обрушением пород кровли, коэффициент извлечения угля составлял 0,65-0,7. Средняя добыча угля в сутки при отработке семи участков составила 720т, максимальная добыча 2000т. Средняя добыча угля в месяц соста-

Таблица 3. Сравнительные показатели технологических схем

№№ пп	Показатель сравнения	Технологическая схема	
		с односторонними заходками	с двухсторонними заходками
1.	Удельный объём проведения подготовительных выработок на 1000т подготавливаемых запасов.	18	12
2.	Кратность отношения обрабатываемой площади из камеры к площади камеры.	0,9	1,7
3.	Кратность отношения объёма выработок с креплением к общему объёму	0,43	0,27
4.	Факторы, снижающие геомеханическую безопасность схемы.	-	Площадь обнажения на сопряжении камер с заходками увеличивается в 1,22 раза



вила 18100т, максимальная 39060т.

При испытании технологических схем по пласту 4-5 было отработано 4 участка с суммарными запасами угля 1476 тыс.т, применялась, в основном, первая и вторая технологическая схема (см. рис.1, 2).

При этом на отдельных участках работы проводились вблизи р.Ольжерасс, в зонах влияния дизъюнктивных нарушений и высокой изрезанности пласта ранее пройденными подготовительными выработками. Фактический коэффициент извлечения угля в целике под р. Ольжерасс составил - 0,51, в зоне влияния дизъюнктивных нарушений - 0,42, в зоне повышенной изрезанности пласта подготовительными выработками - 0,29-0,31.

Было добыто 610 тыс.т. угля. Средняя добыча угля в сутки при отработке участков составила 1000т, максимальная - 2120т. Средняя добыча за месяц составила 30110т, максимальная - 39800 т.

Испытания экспериментальных технологических схем подтвердили правильность принятых значений коэффициентов извлечения угля при отработке мощных пластов без разделения на слои (см. табл.1), возможность подработки природных и промышленных объектов на дневной поверхности, целесообразность диагонального расположения выемочных камер относительно простирания пласта, эффективность и безопасность работы в камерах, на сопряжениях камер с заходками под защитой возведённой анкерной крепи, целесообразность применения для углубки камер и заходок отступающих заходок и наклонных съездов комбайна.

#### Выводы

1. Разработаны и испытаны в условиях шах-

ты им. В.И. Ленина технологические схемы отработки мощных пологих пластов на полную мощность без разделения на слои камерно-столбовой системой с использованием импортного оборудования фирмы «Джой».

2. Установлена рациональная область применения разработанных технологических схем. Технологическую схему отработки мощных пластов односторонними диагональными заходками рекомендуется применять на пластах с наиболее сложными горно-геологическими условиями: с углами падения 15-18°, ослабленными вмещающими породами, в зонах влияния геологических нарушений, при подработке объектов на дневной поверхности. Схему отработки пластов двухсторонними диагональными заходками рекомендуется применять в более благоприятных условиях: на участках с повышенными запасами угля, при углах падения не более 15°, с устойчивостью пород кровли не ниже средней.

На участках, где кровля пласта относится к устойчивой или к средней устойчивости, но угол пласта непостоянный, достигает до 20-22°, целесообразно применять схему №3 с разной длиной заходок. Длина заходок со стороны падения пласта принимается меньше, чем со стороны восстания, не превышает 6м, длина заходок со стороны восстания принимается до 11,7м.

3. При опытной проверке экспериментальных технологических схем производилось уточнение основных параметров схем: ширины камер, ширины междукамерных и подзавальных целиков, ширины и длины заходок. Подтверждена правильность принятых параметров технологических схем, значения которых приведены в табл.2.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Р.Х. Галимарданов, С.Г. Костюк, С.И. Калинин. Особенности расчёта параметров технологии отработки мощных пологих пластов камерно-столбовой системой с сохранением земной поверхности / Инновации - основа комплексного развития угольной отрасли в регионах России и странах СНГ // Материалы II Международной научно-практической конференции. Прокопьевск, 2009. - С.58-62.
2. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. С-Петербург, ВНИМИ, 1998. - 291с.
3. Методическое пособие по определению основных параметров систем разработки с короткими забоями для пологих пластов Кузбасса. Ленинград, ВНИМИ, 1965. - 87с.
4. Методическое руководство по выбору геомеханических параметров технологии разработки угольных пластов короткими забоями. С-Петербург, ВНИМИ, 2003. - 55с.

□ Авторы статьи:

Детярёв  
Дмитрий Николаевич,  
- старший инженер НИ ПКП-«УТК»  
КузГТУ (г. Прокопьевск)  
Email: deg-prk@yandex.ru

Калинин  
Степан Илларионович  
- докт. техн. наук, руководитель  
НИ ПКП- «УТК» КузГТУ  
(г. Прокопьевск),  
тел. 8-384-6-62-56-26

Филимонов  
Константин Александрович  
канд. техн. наук, зав. каф.  
разработки месторождений  
полезных ископаемых подземным  
способом КузГТУ  
тел. 8-384-2-58-51-23