МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ И МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА
ВНИМИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПАРАМЕТРОВ УПРАВЛЕНИЯ ГОРНЫМ ДАВЛЕНИЕМ В ТИПОВЫХ ГОРНОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ РАЗРАБОТКИ МОЩНЫХ ПОЛОГИХ ПЛАСТОВ

Ленинград
1981

gost.e-ecolog.ru

Министерство угольной промышленности СССР

Всесоюзный ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт
горной геомеханики и маркшейдерского дела
В Н И М И

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПАРАМЕТРОВ УПРАВЛЕНИЯ ГОРНЫМ ДАВЛЕНИЕМ В ТИПОВЫХ ГОРНОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ РАЗРАБОТКИ МОЩНЫХ ПОЛОГИХ ПЛАСТОВ

Ленинград
1981

УДК 622.031.4:622.273:622.83

Методические указания по определению параметров управления горным давлением в типовых горногеологических условиях разработки мощных пологих пластов. Л., 1981, 63 с. (М-во угольной пром-сти СССР. Всесоюз. ордена Трудового Красного Знамени науч.-исслед. ин-т горн. геомех. и маркшейд. дела).

Методические указания составлены на основе изучения и систематизации геомеханических характеристик мощных пологих пластов в основных угольных бассейнах страны, а также обобщения и анализа результатов исследования проявлений горного давления и взаимодействия крепей с боковыми породами в очистных и подготовительных выработках при выемке указанных пластов сразу на полную мощность и наклонными слоями, в том числе после их подработки или надработки. Приведены данные о распределении промышленных запасов угля по условиям залегания, строению и свойствам пластов и вмещающих пород. Разработаны рекомендации по выбору параметров управления горным давлением и конструктивных элементов систем разработки в типовых горногеологических условиях.

Методические указания рассчитаны на специалистов, занимающихся вопросами разработки мощных пологих пластов.

Рассмотрены и одобрены секцией горного давления Ученого совета ВНИМИ и согласованы с производственными объединениями Караганда-уголь, Южкузбассуголь, Ленинскуголь и Кузбассуголь.

Ил. 9, табл. 6, библиогр. 19.

© Всесоюзный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт горной геомеханики и маркшейдерского дела ВНИМИ, 1981.

1. ВВЕДЕНИЕ

Выбор способа выемки мощного угольного пласта, параметров управления кровлей и конструктивных элементов системы разработки должен производиться, прежде всего, с учетом строения пласта, особенностей его залегания, свойств угля и вмещающих пород. Среди всего многообразия известных сочетаний строения, физико-механических свойств и условий залегания пластов мощностью более 3, 5 м с углом падения до 35°, именуемых далее "мощные пологие пласты", можно выделить группы пластов, которые имеют сходные горногеологические характеристики, что позволит использовать для них наиболее эффективные системы разработки или их варианты, отличающиеся только количественными показателями. На основе такого выделения появляется возможность разработки конкретных рекомендаций по выбору параметров управления горным давлением, а также по области и перспективам применения существующих и вновь создаваемых средств механизации горных работ для рассматриваемых пластов.

В последние годы при выемке мощных пологих пластов наклонными слоями широкое распространение получили серийные механизированные комплексы типа ОКП и КМ-81, созданные для пластов средней мощности. Как свидетельствует практика, такие комплексы не всегда соответствуют условиям их применения в нижних слоях. Вместе с тем, наметилась тенденция к увеличению одновременно вынимаемой мощности пластов (слоев) до 5 м и довольно интенсивно ведутся работы по созданию механизированных крепей и комплексов для этих условий. Технические требования к крепям для слоевой выемки и для повышенной вынимаемой мощности пластов (слоев) в настоящее время отсутствуют, а выбор силовых параметров крепей никакими нормативами не регламентирован.

Лабораторией горного давления ВНИМИ в 1976-1980 гг. были проведены исследования /1-7/ по изучению и систематизации горно-геологических условий разработки мощных пологих пластов в Карагандинском, Кузнецком и Челябинском бассейнах, на долю которых приходится около 75% всей подземной добычи угля из таких пластов. По единой методике были испытаны механические свойства углей и вмещающих пород. При этом принимались к учету и подробно изучались шахтопласты с промышленными запасами угля не менее 5 млн. т.

Помимо перечисленного, были выполнены исследования проявлений горного давления и взаимодействия крепей с вмещающими породами в очистных и подготовительных выработках по мощным пологим пластам при выемке их слоями, сразу на полную мощность, после подработки и надработки. В частности, были проведены шахтные наблюдения при промышленных испытаниях механизированных крепей М-130, М-120, М-136, ОКП-70 и 2УКП, а также эксперименты по последовательному изменению сопротивления механизированной крепи типа ОКП в очистном забое под обрушенными неслеживающимися породами и деревянной рамной крепи в подготовительных выработках нижних слоев. Эти исследования были направлены на обоснование рациональных силовых параметров крепей для очистных забоев, способов охраны и параметров поддержания слоевых подготовительных выработок в типовых горногеологических условиях разработки мощных пологих пластов.

Настоящие Методические указания составлены на основе обобщения и анализа результатов научно-исследовательских работ ВНИМИ с учетом исследований ИГД им. А. А. Скочинского и КНИУИ.

2. ТИПИЗАЦИЯ ГОРНОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЗРАБОТКИ МОЩНЫХ ПЛАСТОВ С УГЛАМИ ПАДЕНИЯ ДО 35°

2. 1. Принципы разделения пластов по их строению, физико-механическим свойствам и условиям залегания

Систематизация данных о строении, физико-механических свойствах и условиях залегания мощных пологих пластов позволяет составить ясное представление о их распространении, выделить наиболее перспективные направления работ по совершенствованию разработки и оценить возможные объемы внедрения прогрессивных технических решений на шахтах отрасли. При выполнении этих работ ВНИМИ использованы следующие методические приемы.

2. 1. 1. При изучении строения толщи вмещающих пород на высоту до 25-30 м по нормали от пласта и до 5 м ниже него в обнажении вмещающих пород в стенках выработок выделяли характерные группы слоев пород, объединенные либо признаком литологической однородности, либо равномерностью строения. Для характеристики выделенных групп слоев использовали литологический состав пород (по визуальным признакам), диапазон изменения мощности слагающих слоев и прослойков пород, расстояние между нормально- и кососекущими трещинами и интервал изменения расстояний между поверхностями ослабления, расположенными параллельно напластованию. При этом учитывали поверхности с ослабленным межслоевым сцеплением, образованные линзами и прослоями угля, пластичными глинистыми прослойками и промазками, тонкими прослоями аргиллита и алевролита, чешуйками слюды и железистого налета, конкрециями, остатками флоры и зеркалами скольжения /8/.

2. 1. 2. Одновременно с регистрацией особенностей строения вмещающих пород отбирали пробы для определения их прочностных и деформационных свойств на образцах неправильной формы с использованием пробника БУ-39. Испытания пород и обработку результатов производили в соответствии с действующим ОСТ /9/.

2. 1. 3. Прочностные показатели угольных пачек и породных прослойков, слагающих угольный пласт, определяли при помощи прочностномера П-1. Показателем прочности при этом способе является глубина внедрения в испытываемую породу конической пики с массивным

утяжелителем, получающей заданную скорость под действием пружины. Аналогичным образом оценивали прочностные свойства слабых пород в непосредственной кровле и почве пласта.

2.1.4. В качестве основных признаков и показателей для характеристики шахтопластов были приняты следующие:

- мощность и угол падения пласта;
- строение пласта и его кровли;
- слеживаемость пород непосредственной кровли;
- устойчивость непосредственной кровли;
- обрушаемость основной кровли;
- сопротивляемость почвы пласта вдавливанию;
- дизъюнктивная нарушенность пласта;
- газообильность пласта и вмещающих пород;
- опасность по горным ударам и внезапным выбросам угля и газа;
- обводненность пласта и вмещающих пород.

2.1.5. По мощности рассматриваемые пласты разделены на три группы: 3,5–4,5; 4,5–6,5 и более 6,5 м. При этом верхняя граница первой из групп соответствует максимальной вынимаемой мощности разрабатываемых пластов и возможностям испытываемых механизированных крепей для выемки пологих пластов сразу на полную мощность. Кроме того, принятые интервалы мощностей соответствуют геолого-маркшейдерской отчетности шахт.

2.1.6. По углу падения пласты разделены на четыре группы в соответствии с градацией, принятой в геолого-маркшейдерской отчетности шахт: 0–12; 13–18; 19–24; 25–35°.

2.1.7. Строение пласта и его кровли оценивали путем последовательного учета его характеристик, выполняемого в соответствии со специальной блок-схемой (рис. 1). При этом учитывали признаки, влияющие на выбор системы разработки пласта с точки зрения управления кровлей. При использовании блок-схемы для определения группы, к которой должен быть отнесен шахтопласт, требуется последовательно проверить соответствие пласта характеристикам, номера которых заключены в кружок. Если фактическая характеристика пласта совпадает с тест-характеристикой в очередной позиции, то следует перейти по стрелке с надписью "да" к кружку с номером очередной характеристики. При несовпадении тест-характеристики с фактической необходимо переходить к номеру следующей характеристики по стрелке с надписью "нет". Индекс группы, к которой должен быть отнесен пласт, получается как последовательность номеров пройденных тест-характеристик, сопровождаемая надписью у стрелки за последней тест-характеристикой. Например, индексом 123НЕТ обозначен пласт простого строения, выдержанный по мощности, которая не превышает 4,5 м;

2.1.8. Слеживаемость пород непосредственной кровли оценивали по их размокаемости,

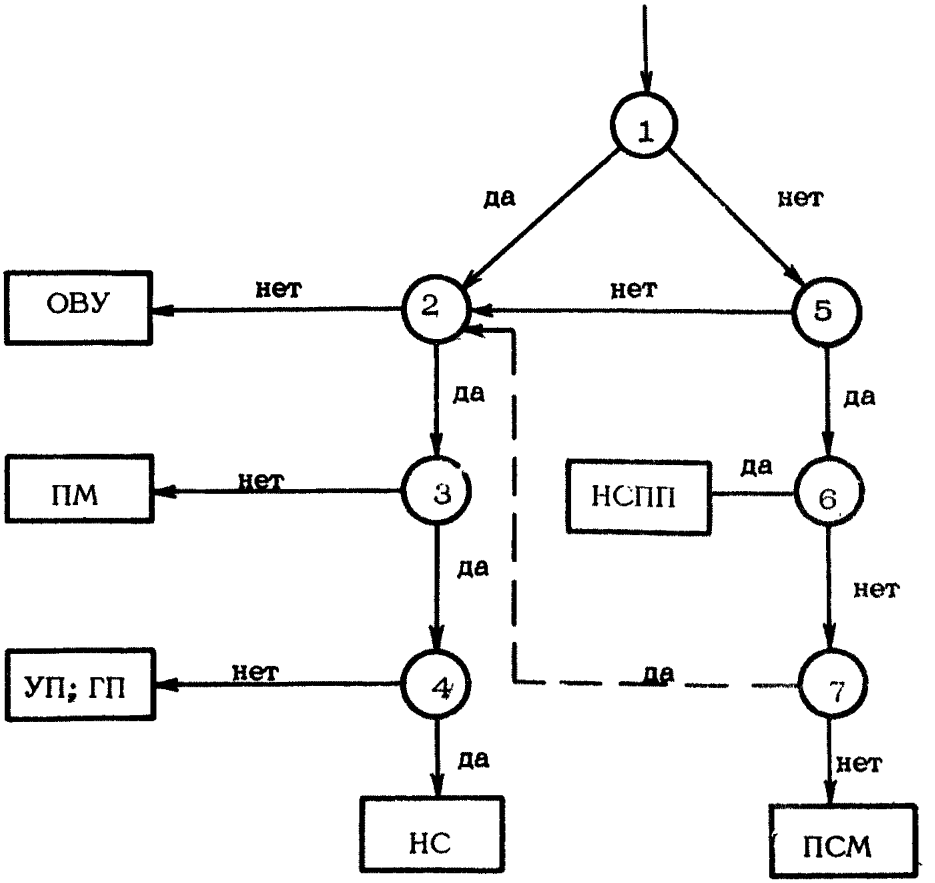


Рис. 1. Блок-схема выбора целесообразной системы разработки мощного пологого пласта на основе особенностей его строения:

1 – пласт простого строения; 2 – пласт (слой) выдержан по мощности; 3 – мощность пласта более 4,5 м; 4 – породы непосредственной кровли склонны к слеживанию; 5 – породные прослойки и включения препятствует валовой выемке пласта; 6 – для раздельной выемки пригодны более одного слоя; 7 – мощность слоя более 3,5 м; ПМ – выемка пласта на полную мощность с применением крепей большой высоты; ОВУ – на полную мощность с обрушением и выпуском подкровельной угольной толщи или путем уступной выемки; НС – наклонные слои с применением средств обеспечения слеживаемости пород, межслоевого настила или армирования обрушенных пород у почвы слоя; УП, ГП – наклонные слои с оставлением межслоевых угольных пачек, межслоевого настила или с укреплением обрушенных пород; НСПП – наклонные слои с включением породного прослоя в состав межслоевой пачки; ПСМ – разработка слоя как пласта средней мощности

которую принято делить на 3 категории: легкая (Л), средняя (С) и трудная (Т). При чередовании в непосредственной кровле слоев глинистых пород с пропластками угля категорию слеживаемости кровли принимали на одну ступень ниже, чем размокаемость самой породы.

2.1.9. По устойчивости обнажений кровли разделяют на устойчивые, средней устойчивости и неустойчивые. Отнесение кровли к одной из указанных групп производят по результатам наблюдений при очистных работах, а при их отсутствии – на основе данных о строении и механических свойствах пород кровли в соответствии с Единой классификацией /10/.

К неустойчивым кровлям (НУ) относят следующие: а) если их обнажения площадью до 10 $м^2$ сохраняют устойчивость не более 30 мин; б) породы непосредственной кровли имеют предел прочности при одноосном сжатии менее 25 МПа и толщину слоев до 0,25 м (или расстояние между трещинами составляет менее 0,4 м).

Устойчивыми кровлями (У) считают такие, которые сохраняют устойчивость обнажений по всей длине лавы при ширине захвата комбайна до 0,8 м в течение выемочного цикла. К этой же группе относят кровли с прочностью пород при сжатии более 50 МПа, если непосредственная кровля не расслаивается или расслаивается на нетрещиноватые слои толщиной более 0,2 м.

Кровли с промежуточными показателями устойчивости (по отношению к двум указанным группам) или сложенные породами прочностью при одноосном сжатии от 25 до 50 МПа с толщиной слоев до 0,5 м или при расстоянии между трещинами до 0,6 м относят к средней устойчивости (СУ).

2.1.10. По обрушаемости кровли разделены на труднообрушающиеся (Т) и легкообрушающиеся (Л). К труднообрушающимся относятся кровли, характеризуемые следующими признаками /10/:

– мощность непосредственной кровли, представленной легкообрушающимися породами, не более 6 м[x];

– основная кровля сложена породами прочностью при одноосном сжатии более 70 МПа;

– мощность монолитного слоя пород в основной кровле не менее 5 м, он представлен породами одного литологического состава (песчаники, известняки, песчанистые сланцы);

– шаг первичной осадки основной кровли составляет более 30 м.

Кроме того, к труднообрушающимся отнесены кровли, которые, несмотря на их строение и прочностные свойства пород, не удовлет-

---

[x] На мощном пласте толщину верхнего слоя, как правило, не принимают менее 2 м, поэтому мощность легкообрушаемой толщи пород в непосредственной кровле пласта составит не более чем три вынимаемых мощности пласта или верхнего слоя.

воряют некоторым перечисленным выше требованиям и создают тяжелые условия работы механизированных крепей при их фактическом сопротивлении не менее 0,4 МПа.

Остальные кровли отнесены к легкообрушающимся.

2.1.11. По сопротивляемости почвы пласта вдавливанию выделены прочные почвы (П) сопротивлением вдавливанию более 2,5 МПа, слабые (С) сопротивлением 1-2,5 МПа и весьма слабые (ВС) сопротивлением менее 1 МПа.

2.1.12. По дизъюнктивной нарушенности, характеризуемой отношением суммарной длины разрывных нарушений пласта в километрах с амплитудой более 0,2 м к площади подсчета в квадратных километрах, пласты разделены на 5 групп: малой нарушенности (М) (коэффициент дизъюнктивной нарушенности K_1 менее 0,5); ниже средней (НС) нарушенности (K_1 = 0,5-1); средней (С) нарушенности (K_1 = 1-2); выше средней (ВС) нарушенности (K_1 = 2-4) и большой (Б) нарушенности (K_1 более 4).

2.1.13. По газообильности разрабатываемые шахтопласты делили на группы, соответствующие принятым в действующих Правилах безопасности категориям по газу на основе газовыделения на 1 т суточной добычи $м^3/т$: I - до 5; II - 5-10; III - 10-15; IУ (сверхкатегорийная) - более 15 и при суфлярных выделениях газа. При отсутствии горных работ группу по газообильности определяли на основе данных геологоразведки о газоносности пласта.

2.1.14. Опасность пластов по горным ударам и внезапным выбросам угля и газа оценивали отнесением к одной из двух категорий: не опасные (-) и угрожаемые или опасные (+).

2.1.15. По обводненности пластов и боковых пород пласты разделены на обводненные (О), при разработке которых приток воды существенно ухудшает условия управления кровлей, и необводненные (Н).

2.1.16. Результаты изучения пластов сведены в таблицу (см. приложение), в которой каждый участок шахтопласта характеризуется совокупностью показателей, определяющих строение, свойства и условия его залегания. Указанная таблица позволяет выполнить разносторонний анализ рассматриваемых шахтопластов.

2.1.17. Характеристики шахтопластов, приведенные в приложении, носят обобщенный характер для всего шахтопласта. Они, как правило, не отражают местных изменений строения пласта и боковых пород на отдельных участках. При необходимости определения группы, к которой должны быть отнесены те или иные участки, на которых характеристики пласта отличаются от средних по шахтопласту, следует воспользоваться изложенной выше методикой.

2. 2. Определение типовых горногеологических условий разработки мощных пластов

2. 2. 1. Укрупненные данные о строении мощных пологих пластов, условиях их залегания и особенностях разработки сведены в табл. 1–3[x].

Анализ табл. 1 показывает, что из общего объема промышленных запасов угля в мощных пластах с углом падения до 35° в трех рассмотренных бассейнах (около 1,5 млрд. т) почти 97% залегают в Кузнецком и Карагандинском. Основная часть запасов (79,4%) сосредоточена в пластах с углом падения до 18°, причем в диапазоне углов падения 0–18° запасы угля распределены практически равномерно. При углах падения 0–12° залегает 52,8% запасов, а при 13–18° – 26,6%. В пластах с углами падения 18–35° запасы сравнительно невелики (20,6%), и их объем убывает по мере увеличения угла падения пласта. На интервал 19–24° приходится уже только 13,5% запасов, а на интервал 25–35° – всего 7,1%. Указанная зависимость в общих чертах сохраняется во всех интервалах мощности пластов.

2. 2. 2. По мощности пласта запасы распределяются следующим образом: 38% приходится на интервал 3,5–4,5 м; 33,9% – на пласты мощностью 4,5–6,5 м и 28,1% – пласты мощностью более 6,5 м, т. е. относительный объем запасов сокращается по мере увеличения мощности пласта.

2. 2. 3. Основная часть запасов (89%) залегает в пластах сложного строения (остальные 11% – в пластах простого строения), но только 2,9% имеют прослойки, делающие нецелесообразной или невозможной валовую выемку пласта, т. е. требуют слоевой разработки с включением породных прослойков в состав межслоевой пачки.

2. 2. 4. Кровли пластов мощностью более 4,5 м, для выемки которых применяются слоевые системы разработки, в основном представлены неслеживающимися породами (41% запасов). На пласты со слеживающимися породами кровли приходится лишь 11,6% запасов.

2. 2. 5. На долю пластов, обладающих неустойчивой непосредственной кровлей, приходится 50% запасов, залегающих преимущественно в Карагандинском бассейне (около 27% запасов). В пластах с кровлей средней устойчивости и устойчивой залегает, соответственно, 26,5 и 23,4% запасов угля.

2. 2. 6. Основная кровля пластов у 78% запасов относится к легкообрушающейся. Только в Кузбассе объем пластов с труднообрушающейся кровлей относительно велик (16,8%), из них 12% приходится на шахту "Распадская".

---

[x] В табл. 2 и 3 показаны запасы по Кузнецкому бассейну с учетом запасов пластов Грамотеинского шахтоуправления, входящего в систему ПО Облкемеровоуголь.

Таблица 1

Распределение запасов угля (%) в мощных пологих пластах по углу падения и мощности

Бассейн	Всего	Мощность пласта											
		3,5–4,5 м при α^0				4,5–6,5 м при α^0				>6,5 м при α^0			
		0–12	13–18	19–24	25–35	0–12	13–18	19–24	25–35	0–12	13–18	19–24	25–35
Кузнецкий . . .	64,94	20,71	6,00	1,80	1,80	7,66	6,15	3,09	2,42	7,47	3,19	4,46	0,20
Карагандинский	31,96	0,68	3,01	1,98	1,50	5,24	6,55	1,40	0,93	9,85	0,79	0,03	0,01
Челябинский	3,10	0,24	0,11	0,05	0,12	0,02	0,17	0,27	0,01	0,98	0,56	0,47	0,09
Итого . . .	100	21,62	9,12	3,83	3,42	12,92	12,88	4,76	3,36	18,29	4,54	4,96	0,30
		30,74				25,79				22,85			
		34,57				30,55				27,80			
		38,00				33,90				28,10			

2. 2. 7. По сопротивляемости почвы пласта вдавливанию 63% запасов залегают в пластах с прочной почвой, всего 8% – с весьма слабой, а остальные 29% – с почвами, которые отнесены к слабым.

2. 2. 8. По дизъюнктивной нарушенности выделяются две группы пластов: малой нарушенности (26% запасов) с коэффициентом $k_1 < 0,5$ и выше средней нарушенности (52,2% запасов), при которой суммарная длина дизъюнктивных нарушений составляет 2–4 км на 1 км^2 площади пласта. Большая часть оставшихся пластов (18,2% запасов) занимает промежуточное положение между этими двумя группами.

2. 2. 9. По газообильности 62,7% запасов относятся к сверхкатегорийным и 35,3% – ко II и III категориям.

2. 2. 10. Затруднения при ведении горных работ вследствие обводненности пласта ожидаются при разработке 23,5% запасов.

2. 2. 11. Не опасны по горным ударам и внезапным выбросам 69% запасов. На угрожаемые по внезапным выбросам шахтопласты приходится 28,2% запасов, которые сосредоточены главным образом в Карагандинском бассейне.

2. 3. Выбор систем разработки для типовых условий

2. 3. 1. В общем случае для выбора системы разработки пластов выделенных групп по мощности, строению и характеристикам управляемости кровли (см. табл. 1 и 2) можно пользоваться блок-схемой (см. рис. 1).

2. 3. 2. Г р у п п а 12 н е т (по условиям управления кровлей ей аналогичны также группы 152нет и 15672нет) включает в себя пласты с невыдержанной мощностью. Переменная мощность пласта затрудняет применение механизированной его выемки как сразу на всю мощность с использованием крепей большой высоты, так и наклонными слоями. Это объясняется тем, что эффективность применения механизированных крепей при невыдержанной гипсометрии почвы или кровли пласта снижается. Кроме того, трудность приспосабливания крепи к переменной мощности пласта неизбежно вызывает повышенные потери угля. Исходя из сказанного, для разработки пластов этой группы целесообразно использовать систему разработки с обрушением и выпуском угля из подкровельной или межслоевой угольной толщи.

Помимо указанных пластов с невыдержанной мощностью, использование систем разработки с выпуском угля целесообразно при выемке ограниченных участков пласта.

Точное определение удельного объема запасов угля на участках пластов, где целесообразно применение систем разработки с выпуском угля, затруднительно или невозможно. Это объясняется тем, что для нижних горизонтов шахт, где пока не ведутся горные работы, нельзя достоверно установить контуры таких участков, исходя только из результатов бурения разведочных скважин с земной поверхности. Следовательно, запасы участка шахтопласта можно отнести в группу 12нет, как правило, только после его доразведки из горных выработок.

Таблица 2

Распределение запасов угля (%) в мощных пологих пластах по строению пласта, устойчивости непосредственной и обрушаемости основной кровли

Бассейн	Всего запасов	Строение пласта: простое: не выдержан по мощности: m=3,5–4,5 м: 12 нет	Строение пласта: простое: не выдержан по мощности: m=3,5–4,5 м: 123 нет	Строение пласта: простое: выдержан по мощности: m>4,5 м: породы кровли: не слеживаются: 1234 нет	Строение пласта: простое: выдержан по мощности: m>4,5 м: породы кровли: слеживаются: 1234 да	Строение пласта: сложное: прослойки требуют выемки отдельными слоями: 156 да	Строение пласта: сложное: прослойки не требуют разработки пласта слоями: m=3,5–4,5 м: 1523 нет	Строение пласта: сложное: прослойки не требуют разработки пласта слоями: m>4,5 м: породы кровли: не слеживаются: 15234 нет	Строение пласта: сложное: прослойки не требуют разработки пласта слоями: m>4,5 м: породы кровли: слеживаются: 15234 да	Устойчивость кровли: неустойчивые	Устойчивость кровли: средней устойчивости	Устойчивость кровли: устойчивые	Обрушаемость основной кровли: легкообрушающиеся	Обрушаемость основной кровли: труднообрушающиеся
Кузнецкий . . .	65,39	2,16	5,34	2,63	0,90	2,28	25,79	22,70	3,60	20,21	23,21	21,97	48,63	16,76
Карагандинский	31,55	–	–	–	–	–	7,07	16,95	7,53	26,87	3,24	1,44	26,04	5,51
Челябинский . . .	3,06	–	–	–	–	0,62	0,52	1,49	0,43	3,06	–	–	3,06	–
Итого . . .	100	2,16	5,34	2,63	0,90	2,90	33,38	41,14	11,56	50.14	26.45	23.41	77,73	22,27
		7,50		3,53				52,70						
								86,08						
		11,03				88,97								

Таблица 3

Распределение запасов угля (%) в мощных пологих пластах по сопротивляемости почвы пласта вдавливанию, дизъюнктивной нарушенности, газообильности, опасности по горным ударам и внезапным выбросам и обводненности

Бассейн	Всего запасов	Сопротивляемость почвы вдавливанию $1 \cdot 10^5$, Па			Дизъюнктивная нарушенность пласта, км/км^2				
		<10	10–25	>25	<0,5	0,5–1	1–2	2–4	>4
Кузнецкий . . .	65,39	2,32	16,85	46,22	23,91	0,75	10,18	28,64	1,91
Карагандинский	31,56	4,89	9,98	16,68	-	7,25	-	22,65	1,65
Челябинский	3,06	0,95	2,11	-	2,11	-	-	0,95	-
Итого . . .	100, 00	8,16	28,94	62,90	26,02	8,00	10,18	52,24	3,56

Бассейн	Газообильность, м^3/т				Опасность по горным ударам или внезапным выбросам		Обводненность	
	<5	5–10	10–15	>15[x]	не опасные	опасные	обводненные	не обводненные
Кузнецкий . . .	1,99	21,85	10,15	31,41	62,47	2,92	53,90	11,49
Карагандинский	-	-	1,23	30,32	3,34	28,21	19,49	12,06
Челябинский	-	-	2,11	0, 95	3,06	-	3,06	-
Итого . . .	1,99	21,85	13,49	62,68	68,87	31,13	76,45	23,55

[x] В эту же группу отнесены пласты с суфлярными выделениями газа.

Анализ данных по действующим горизонтам шахт Кузбасса показывает, что доля пластов, для разработки которых целесообразно применять выемку с выпуском угля, в общей сумме запасов угля в мощных пологих пластах всего бассейна составляет по отдельным шахтам от 10–15 до 50–80%. В среднем можно считать, что запасы на участках для выемки с выпуском угля составляют не менее 15–20% при отсутствии ограничений по другим факторам.

2.3.3. Группа 123нет (а также группы 1523нет и 156723нет) включает выдержанные по мощности пласты мощностью до 4,5 м. Слоевую выемку таких пластов следует считать нецелесообразной, поэтому данная группа является областью применения крепей повышенной высоты с выемкой пласта сразу на полную мощность. Поскольку объем запасов в пластах этой группы составляет около 40% всех запасов угля в мощных пластах с углом падения до 35°, работы по совершенствованию крепей и систем разработки для пластов этой группы являются весьма актуальными.

2.3.4. Группа 1234нет (а также группы 15234нет и 1567234нет) включает пласты мощностью более 4,5 м, у которых породы непосредственной кровли не склонны к слеживанию после их обрушения на почву подрабатывающего слоя. Запасы угля в пластах группы составляют около 44%. Разработка таких пластов представляет наибольшую техническую трудность. Выемка пластов этой группы на полную мощность с крепями увеличенной высоты применима только к мощности немногим более 4,5 м. Для этой группы пластов основными являются слоевые системы разработки, при которых необходимо предусматривать использование дополнительных мер по увеличению устойчивости обнажений кровли в очистном забое второго и последующих слоев при нисходящем порядке их выемки. Известно, что увеличение устойчивости кровли в нижележащих слоях обычно достигается в результате оставления межслоевых угольных пачек, а также путем возведения предварительной крепи на почве вышележащего слоя в виде гибкого настила или системы жестких элементов. Другой способ решения проблемы выемки таких пластов – использование систем разработки с обрушением и выпуском угля.

2.3.5. Группа 1234да (а также группы 15234да и 1567234да) включает пласты мощностью более 4,5 м со слеживающимися породами кровли. Запасы в таких пластах составляют 12,5%. Для этой группы пластов, как правило, целесообразно применение системы разработки наклонными слоями в нисходящем порядке. В случае необходимости проводятся мероприятия по увеличению слеживаемости обрушенных пород непосредственной кровли пласта. При склонных к слеживанию породах обеспечение требуемой устойчивости обнажений кровли в нижележащих слоях обычно может быть достигнуто посредством дополнительного увлажнения обрушенных пород или использования легкого межслоевого настила.

2.3.6. Группа 156да. Особенностью пластов этой группы является наличие в пласте породных прослойков, которые де-

лают невозможной валовую выемку пласта и разделяют его на пачки слоев, пригодные к самостоятельной разработке. Запасы угля составляют около 3%. Решение вопроса о выборе системы разработки для таких пластов обычно не представляет трудности, так как наиболее рациональной, как правило, будет последовательная выемка слоев в нисходящем порядке с использованием породного прослойка в качестве межслоевой толщи. По технологии разработка такого пласта мало отличается от выемки весьма сближенных пластов. Если отдельные слои пласта имеют мощность более 3,5 м, вопрос об их разработке может решаться самостоятельно с использованием блок-схемы (см. рис. 1).

2.3.7. Группа 1567нет включает пласты, у которых к разработке пригодна лишь одна пачка мощностью не более 3,5 м. Для разработки такого пласта могут быть использованы те же средства и способы, что и для пластов средней мощности.

Исследования позволяют сделать следующие выводы:

- из общего объема промышленных запасов угля в мощных пологих пластах для выемки на полную мощность с применением механизированных крепей большой высоты (до 5 м) пригодно около 36% запасов, в том числе около 14% приходится на пласты с труднообрушающимися породами кровли (12% - в Кузнецком и 2% - в Карагандинском бассейнах);
- в пластах мощностью более 5 м, пригодных для разработки слоями, залегает около 55% запасов, причем только около 9% находится в пластах с хорошо слеживающимися породами кровли;
- системы разработки с выпуском угля целесообразно использовать для выемки 15-20% запасов, однако, учитывая ограничения по фактору обрушаемости пород кровли, объем их рационального применения составит около 10% всех запасов, в том числе около 4% при мощности пластов до 5 м.

3. ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЙ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ В ТИПОВЫХ УСЛОВИЯХ

Знание общих закономерностей и особенностей проявлений горного давления при выемке мощных пологих пластов позволяет правильно решать практические задачи, в частности, выбора силовых параметров крепей и конструктивных элементов систем разработки, способов охраны подготовительных выработок, схем подготовки и отработки выемочных полей, взаимной увязки горных работ в смежных слоях и на сближенных пластах.

3.1. Выемка пластов сразу на полную мощность

3.1.1. Увеличение одновременно вынимаемой мощности пласта и создание для очистных забоев механизированных крепей более высокого технического уровня требует надежного обоснования их силовых

и конструктивных параметров. При этом необходимо иметь в виду, что с увеличением уровня номинального сопротивления крепи возрастает ее вес и стоимость. Так, увеличение сопротивления на каждые 0,1 МПа ведет к росту стоимости оборудования крепи, приведенной к 1 пог. м длины лавы и к 1 м мощности пласта, примерно на 0,2 тыс. р.

3. 1. 2. Рост сопротивления гидростоек механизированной крепи в течение выемочного цикла ограничен уровнем номинального сопротивления, который задается настройкой предохранительных клапанов гидростоек. При достижении этого уровня происходит просадка гидростоек без изменения их сопротивления. При прочих равных условиях податливость крепи, как известно, определяется величиной опускания кровли и условиями на опорных поверхностях крепи (наличие штыба, гипсометрия и прочность вмещающих пород на вдавливание). Поскольку податливость крепи характеризует величину опусканий кровли и ее устойчивость в очистном забое, что, в свою очередь, определяет его производительность, то важно знать, как она зависит от сопротивления крепи. Такие зависимости были получены в результате исследований на серийных и опытных образцах (рис. 2).

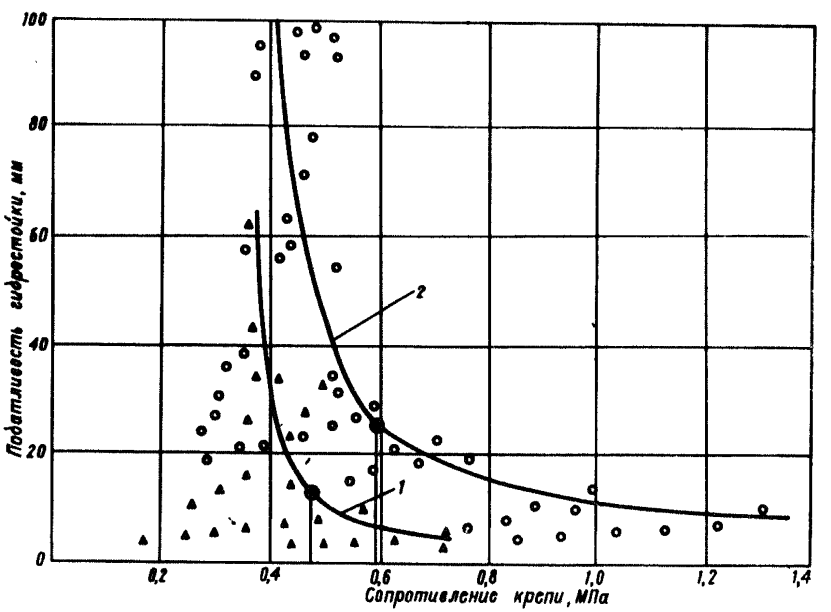


Рис. 2. Зависимость податливости гидростоек от сопротивления крепи при работе на пластах в обычных горногеологических условиях (1) и с труднообрушающимися кровлями (2):

▲ – в обычных условиях; o – при труднообрушающейся кровле

3. 1. 2. 1. Уровень номинального сопротивления крепей, на которых проводили исследования, на пластах с труднообрушающимися породами кровли составлял 0,43; 0,5; 0,7; 1 и 1,35 МПа, а в обычных условиях - 0,43; 0,5; 0,58 и 0,7 МПа. Вынимаемая мощность пластов изменялась в пределах 3,5–5 м.

3. 1. 2. 2. Для получения указанных зависимостей вначале были нанесены на график сопряженные значения податливости гидростоек и максимального сопротивления крепи в течение цикла. Затем по точкам пересечения полученных кривых со значениями номинального сопротивления соответствующей крепи были построены обобщенные зависимости (см. кривые 1 и 2 на рис. 2).

Точка максимальной кривизны (гипербола 1 на рис. 2) соответствует сопротивлению крепи около 0,47 МПа. При таком уровне номинального сопротивления, как свидетельствуют наблюдения, не обеспечиваются устойчивый режим работы крепи и надежность управления кровлей в очистных забоях на пластах мощностью 3,5 м и более, особенно при большой длительности цикла. Учитывая разброс в уровне фактической настройки предохранительных клапанов гидростоек и состояние кровли в лавах, в качестве номинального сопротивления крепей для этих условий можно рекомендовать сопротивление порядка 0,7 МПа, а начальный распор - около 0,5 МПа.

Для мощных пологих пластов с труднообрушающейся кровлей установленная зависимость податливости крепи от максимального сопротивления аппроксимируется гиперболой 2 (см. рис. 2), которая имеет максимальную кривизну в точке, соответствующей сопротивлению крепи 0,6 МПа. При незначительном уменьшении сопротивления ниже 0,6 МПа резко увеличивается податливость крепи, а следовательно, и растут опускания кровли. Такое сопротивление допустимо только при начальном распоре, а номинальное сопротивление крепи для данных условий с учетом состояния обнажений кровли в призабойном пространстве и устойчивости угольного забоя при разной продолжительности выемочного цикла следует выбирать на уровне 1 МПа. Это не исключает возможности создания для рассматриваемых пластов опытных крепей с более высоким уровнем номинального сопротивления. Такие крепи позволят провести в реальных условиях обстоятельные эксперименты по выбору оптимального сопротивления путем его последовательного снижения.

3. 1. 3. С увеличением вынимаемой мощности пласта возрастает отжим угля из забоя, что отрицательно сказывается на безопасности работ в очистном забое из-за обрушения кусков угля. При этом увеличивается площадь обнажений кровли в призабойной полосе. Применяемые в настоящее время устройства для удержания груди забоя малоэффективны. Основной причиной отжима угля из забоя является переход в запредельное напряженное состояние краевой части угольного массива, находящейся в условиях близких к двухосному напряженному состоянию. Устранить отжим можно за счет разгрузки краевой части массива, например, путем проведения щелевого разгрузочного вруба

по плоскости напластования /4/. Образование такого вруба ведет к перемещению зоны концентрации напряжений от кромки угольного пласта в глубь массива и разгрузке краевой части пласта.

3. 1. 4. При выемке пластов угля повышенной мощности возникают трудности с поддержанием сопряжений очистного забоя с подготовительными выработками. Сложность заключается в том, что подготовительные выработки, как правило, имеют высоту 2–2,5 м, которая примерно в два раза меньше, чем высота очистного забоя. При этом площади обнажения угольного массива со стороны очистного забоя на сопряжении достигают 10 $м^2$. Угольный массив в кровле подготовительной выработки в зоне сопряжения с лавой подвергается сильным деформациям и разрушается, при этом происходят вывалы угля в призабойное пространство. Обеспечить высокие темпы подвигания очистного забоя можно путем создания и совершенствования механизированных крепей для сопряжений лавы с подготовительными выработками. Это диктуется также требованиями обеспечения безопасных условий работы.

3. 1. 5. Выемка мощного пологого пласта сразу на полную мощность может осуществляться как прямолинейным, так и уступным забоем. С точки зрения управления горным давлением наиболее целесообразна выемка забоем почвоуступной формы /4/. При такой форме забоя распределение нагрузки между уступом и почвой лавы не зависит от ее интенсивности на поддерживающую часть крепи. Регулирование нагрузки на уступ возможно путем изменения геометрических и конструктивных параметров крепи (длины верхнего перекрытия, реакции ограждающей части, площади и положения участка контактирования основания крепи с уступом) /11/:

– при увеличении длины верхнего перекрытия с 1,6 до 3,1 м, т. е. почти в два раза, при прочих равных условиях, относительная нагрузка на уступ возрастает на 20–30%, а при увеличении ширины поддерживаемого пространства за счет длины ограждающей части крепи – несколько снижается;

– при уменьшении на 1 м ширины участка контактирования основания крепи с уступом нагрузка на уступ снижается всего на 6–8%

3. 2. Выемка пластов наклонными слоями

3. 2. 1. Отличительные особенности проявлений горного давления при слоевой выемке мощных пластов обусловлены спецификой их отработки, поскольку отработка последующих слоев производится под обрушенным массивом, устойчивость которого, по сравнению с верхними (первым) слоем, резко снижается. При отработке верхнего слоя параметры управления горным давлением следует выбирать так же, как и при выемке пластов средней мощности. При отработке нижележащих слоев необходимо учитывать склонность обрушенных пород к слеживанию.

3. 2. 2. Работа механизированной крепи в очистном забое сопровождается знакопеременными усилиями, которым подвергается кровля в призабойном пространстве. Это особенно отрицательно влияет на устойчивость кровли в нижних слоях, представленной обрушенными породами. При использовании крепей поддерживающего типа каждый участок кровли по мере подвигания забоя испытывает до восьми циклов "нагрузка–разгрузка". Следовательно, с этой точки зрения нижние слои предпочтительнее отрабатывать с применением крепей оградительно–поддерживающего типа, имеющих небольшую длину верхняка и сплошную ограждающую часть /3/.

3. 2. 3. При выборе рационального значения начального распора крепей необходимо, чтобы он не превышал величины, допустимой с точки зрения сохранения целостности межслоевой пачки в случае ее оставления и связности обрушенных пород. Поэтому распор должен регулироваться в зависимости от конкретных условий. С точки зрения рассматриваемых факторов величина начального распора для нижних слоев должна составлять 0,15–0,2 МПа.

3. 2. 4. Величина номинального сопротивления крепей в слоях под обрушенными породами может быть меньше, чем в верхнем, поскольку снижение его до определенного уровня не оказывает существенного влияния на характер проявлений горного давления в очистном забое и приводит к улучшению экономических показателей добычи угля. В результате экспериментов по последовательному снижению сопротивления механизированных крепей оградительно–поддерживающего типа установлены зависимости податливости гидростоек от длительности цикла и от сопротивления крепи /3/, которые позволяют выбрать рациональное значение сопротивления крепи для работы под обрушенными породами.

Как следует из графиков (рис. 3), продолжительность цикла оказывает существенное влияние на величину просадок штоков гидростоек, в основном, только при сопротивлении крепи 0,17 МПа. В этом случае даже при незначительной длительности цикла (до двух часов) гидростойки сразу после распора начинают работать в режиме постоянного сопротивления, происходит срабатывание клапанов, межслоевая пачка разрушается впереди верхняков крепи и высыпается в призабойное пространство. При сопротивлении крепи 0,24 МПа и выше с увеличением длительности цикла просадки стоек изменяются весьма незначительно.

Построенный по экспериментальным данным график обобщенной зависимости просадок штоков гидростоек от сопротивления крепи (рис. 4) показывает, что снижение сопротивления до 0,4 МН не приводит к существенному увеличению просадок. Состояние кровли при этом остается удовлетворительным при длительности цикла до 4–5 часов. Увеличение ее приводит к появлению трещин впереди верхняков крепи, вывалам из кровли, появлению отжима угля из забоя. При сопротивлении крепи 0,3 МН просадки стоек резко возрастают, а состояние

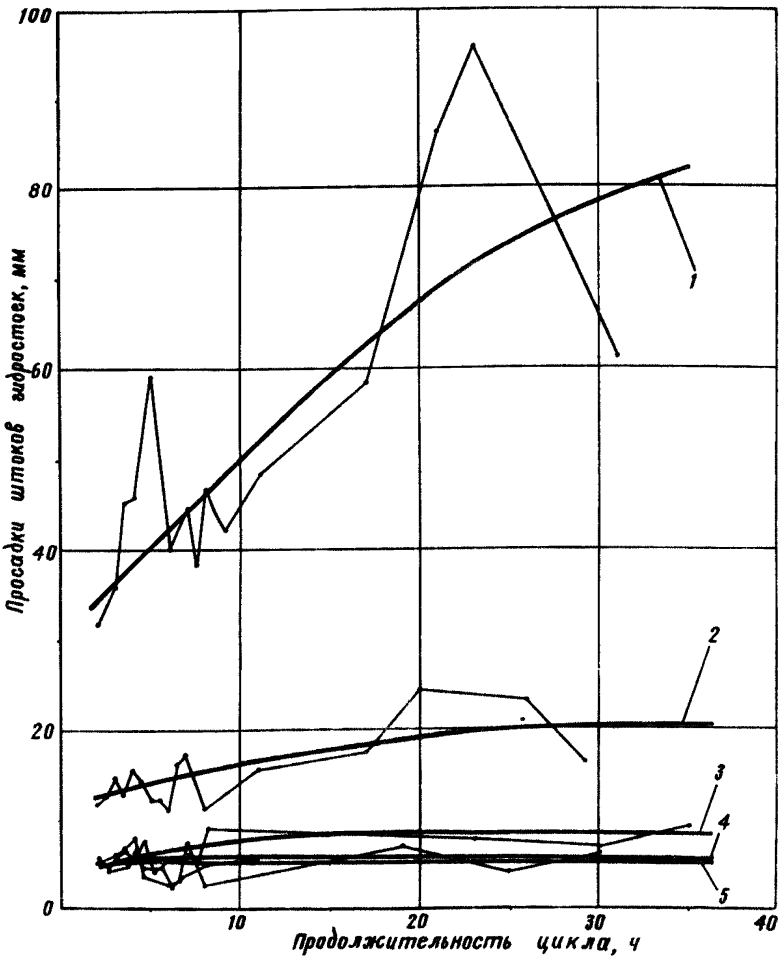


Рис. 3. Изменение просадок штоков гидростоек в зависимости от длительности цикла:

1–5 – при номинальном сопротивлении крепей, соответственно 0,17; 0,24; 0,36; 0,48 и 0,60 МПа

забоя и кровли ухудшается. Следовательно, уменьшение сопротивления крепи ниже 0,4 МН, что соответствует 0,24 МПа, нецелесообразно. Номинальное сопротивление крепей для нижележащих слоев мощностью 3–3,5 м должно быть не менее 0,3 МПа, при котором во всех случаях обеспечивается вполне удовлетворительное состояние забоя и кровли в лавах.

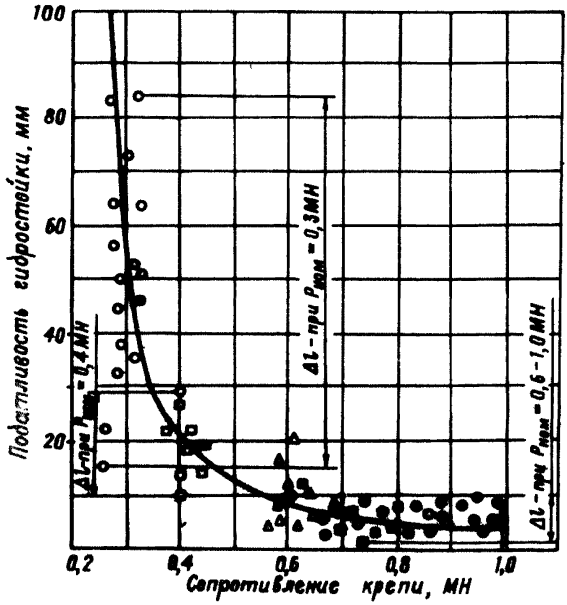


Рис. 4. Зависимость податливости гидростоек от номинального сопротивления крепи (МН) в нижележащих слоях:

○, □ , △ , ■ , ● – при сопротивлении крепи 0,3; 0,4; 0,6; 0,8; 1 МН соответственно

3. 2. 5. Обеспечение устойчивости обнажений кровли в нижележащих слоях во многом зависит от способности обрушенных пород приобретать между отдельными кусками и частицами определенную связь, которая обусловлена их минералогическим и фракционным составом, величиной давления и продолжительностью его действия. Указанную связь могут приобретать обрушенные породы, удельная поверхность слагающих фракций которых составляет $S_п \leq 40$ см$^{-1}$. Удельную поверхность фракций в слое обрушенных пород толщиной не менее 0,5 м в кровле выработок можно определить по формуле из теории грунтов /13/:

$$S_п = \sum_{0}^{n} \frac{6 q_i}{\sqrt{d_{\varepsilon i}\, d_{mi}}}, \qquad (1)$$

где n –количество фракций; q_i = 0,01 P_i (P_i – процентное содержание i –той фракции); $d_{\varepsilon i}$ и d_{mi} – наибольший и наименьший поперечный размер i –той фракции, см.

3. 2. 6. Устойчивость кровли из обрушенных пород определяется их прочностными и деформационными характеристиками. Так, прочность на одноосное сжатие образцов из уплотненных обрушенных пород R^0_c под давлением 5–8 МПа, действующим в течение не менее 7 суток, может приниматься в 10–20 раз меньше, чем образцов этих пород, взятых до их обрушения.

Прочность образцов на растяжение $R_р$ и изгиб $R_и$ определяют из соотношения:

$$R_р = (0{,}055–0{,}07)\, R^0_c ;$$

$$R_и = 0{,}145\, R^0_c .$$

3. 2. 7. Указанные показатели прочности уплотненных обрушенных пород позволяют определить величину допустимого пролета обнажения кровли (м):

$$l_{пр} = \frac{7 \cdot 10^5\, R_р\, K_м}{n \gamma} ,$$

где $R_р$ – предел прочности уплотненных обрушенных пород (на растяжение), МПа; $K_м$ – коэффициент структурного ослабления; n – коэффициент запаса; γ – плотность, кг/м^3.

3. 2. 8. Величина деформаций обрушенных пород при сжатии зависит главным образом от величины давления, прочностных характеристик пород, влажности, фракционного и гранулометрического состава /7/. При одинаковом фракционном и гранулометрическом составе основная доля (до 80%) деформаций пород, склонных и не склонных с слеживанию, происходит в начальный стадии их уплотнения при нагрузке до 3 МПа. При этом куски слеживающихся пород могут разрушаться в этой стадии, в то время как куски неслеживающихся пород начинают разрушаться при нагрузке свыше 3 МПа.

Величину относительных деформаций разрушенных пород ε вычисляют по формуле

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{a + b\sigma} , \qquad (2)$$

где σ – давление, МПа; a и b – эмпирические коэффициенты (табл. 4).

3. 2. 9. Устойчивость кровли из обрушенных пород и в целом напряженно-деформированное состояние массива пород вокруг выработок следует оценивать с помощью модуля деформации. Характер деформирования обрушенных пород при сжатии позволяет выделить три стадии: I – наиболее интенсивного деформирования при нагрузке до 1 МПа; II – снижения интенсивности деформирования при нагрузке 1–3 МПа; III – стабилизации процесса деформирования при нагрузке свыше 3 МПа (рис. 5). Для первой стадии модуль деформации определяют по формуле

$$E^{I}_{д} = \frac{\sigma}{\varepsilon} ; \qquad (3)$$

для второй $$E_{\vartheta}^{II} = \frac{\sigma}{\varepsilon - \varepsilon_{II}}; \quad (4)$$

для третьей $$E_{\vartheta}^{III} = \frac{\sigma}{\varepsilon - \varepsilon_{III}}. \quad (5)$$

Порядок получения величин, входящих в эти формулы, представлен на рис. 5.

Таблица 4

Значения эмпирических коэффициентов в зависимости от влажности

Породы	Влажность пород, %	Коэффициенты	
		a	b
Слеживающиеся	3÷5	3,90	2,97
	5÷7	3,09	2,63
	7÷9	2,43	2,43
	9÷11	2,25	2,15
	11÷13	1,54	2,00
	13÷15	1,51	2,33
	15÷17	1,30	2,18
Неслеживающиеся	3,0	6,90	2,62
	5,0	2,61	3,14
	7,3	1,90	3,15
	8,5	1,58	2,82
	11,5	1,37	2,64
	15,0	0,89	2,58

Таблица 5

Значения эмпирических коэффициентов в зависимости от отношения пород к слеживанию для каждой стадии их деформирования

Характеристика пород	Стадия деформирования	Коэффициенты	
		a	b
Слеживающиеся	I	0,0990	0,0130
	II	0,0390	0,0015
	III	0,0113	0,0007
Неслеживающиеся	I	0,1000	0,0157
	II	0,0410	0,0006
	III	0,0079	0,00015

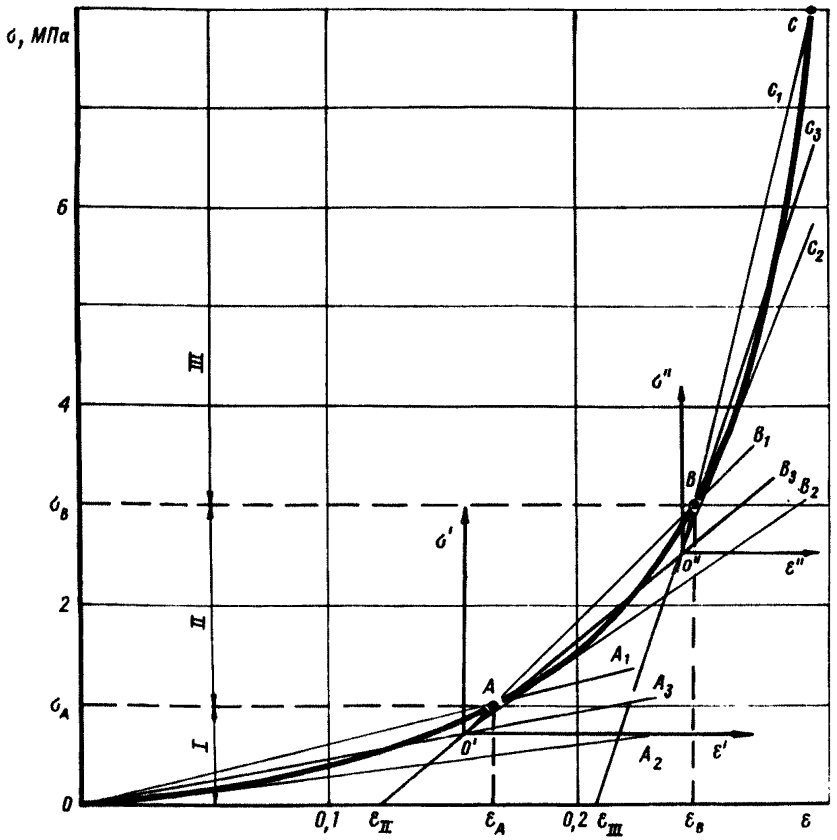


Рис. 5. Схема к определению модуля деформации обрушенных пород:

I, II, III – стадии деформирования

3. 2. 10. Модуль деформации как для слеживающихся, так и для неслеживающихся пород с увеличением их влажности W снижается, а с ростом нагрузки – повышается. При постоянной влажности (6–8%) увеличение прочности пород приводит к повышению модуля деформации, причем в наибольшей степени это происходит в третьей стадии деформирования.

Модуль деформации обрушенных пород по влажности вычисляют по формуле

$$E_{\text{д}} = \frac{1}{\alpha + \beta W}, \qquad (6)$$

где α и β – эмпирические коэффициенты (табл. 5).

3. 2. 11. Модуль деформации обрушенных пород по прочности на сжатие их до обрушения при влажности 6–8% определяют по формуле

$$E_g = \frac{1}{\alpha - \beta \cdot R_c}, \qquad (7)$$

где R_c – предел прочности на сжатие пород в куске до обрушения, МПа; α и β – эмпирические коэффициенты (табл. 6).

Таблица 6

Значения эмпирических коэффициентов в зависимости от стадии деформирования

Стадия деформирования	Коэффициенты	
	α	β
I	0,218	0,00065
II	0,057	0,00026
III	0,0178	0,00013

3. 2. 12. Для сплошных пород, имеющих другую влажность ($W \neq 6 \div 8\%$), прочность на одноосное сжатие определяют по формуле

$$R_c = \frac{R_c^c}{1 + \left(\frac{R_c^c}{R_c^в} - 1\right)\frac{W}{W_\beta}}, \qquad (8)$$

где R_c^c – предел прочности на одноосное сжатие пород в сухом состоянии, МПа; $R_c^в$ – предел прочности на одноосное сжатие пород при полном влагонасыщении, МПа; W – влажность пород, %; W_β – влажность пород при полном их влагонасыщении, %.

Кроме модуля деформации, оценку устойчивости обрушенных пород можно производить с помощью коэффициента остаточного разрыхления (коэффициент уплотнения), который определяют по формуле

$$k_p = k_p^0 (1 - \varepsilon), \qquad (9)$$

где k_p – коэффициент остаточного разрыхления; k_p^0 – коэффициент разрыхления пород без нагрузки; ε – относительная деформация пород, вычисляемая по формуле (2).

Зная коэффициент остаточного разрыхления, можно установить допустимые площади обнажения кровли S, представленной слеживающимися породами. Так, при $k_p = 1{,}05$ площадь обнажения $S \geq 6$–7 м^2; при $k_p = 1{,}07$ величина $S = 5$–6 м^2; а при $k_p > 1{,}07$; $S < 5$ м^2 /14/.

3. 3. Влияние надработки и подработки пласта на управление кровлей в очистном забое

3. 3. 1. При нисходящем порядке выемки сближенных пластов, когда верхний пласт отрабатывают без оставления целиков и очистные выработки по нижнему пласту не попадают под влияние краевых частей верхнего пласта, условия управления кровлей в лавах нижнего пласта практически ничем не осложняются.

При наличии в междупластье прочных, малотрещиноватых пород (например, типа пород Ольжерасского и Распадского месторождений в Кузбассе) общей мощностью не менее 30–40 м надработка практически не оказывает влияния на проявления горного давления в очистном забое нижнего пласта. В то же время оставленные целики различного назначения и краевые части верхнего пласта могут оказывать отрицательное влияние на состояние очистных забоев по нижнему пласту при мощности междупластья даже более 100 м.

Когда мощность междупластья составляет менее 30–40 м, в том числе при слоевой отработке, условия обрушения пород кровли при выемке надработанного пласта (слоя) улучшаются. При этом общий характер оседания пород меньше зависит от литологического состава пород междупластья и в большей мере отражает характер деформирования толщи, подработанной верхним пластом.

3. 3. 2. Выбор параметров управления горным давлением и конструктивных элементов систем разработки при выемке ранее подработанного мощного пологого пласта имеет свои особенности и зависит от ряда конкретных факторов, основными из которых являются коэффициент подработки и расположение очистных забоев относительно зон сдвижения горных пород /6/.

3. 3. 3. При соблюдении определенных требований предварительная подработка мощных пологих пластов создает в очистных забоях более благоприятные условия для управления кровлей, в том числе представленной труднообрушающимися породами, приводит к уменьшению вывалов из обнажений кровли и забоя в лаве, снижению влияния на крепь вторичных осадок кровли, а также улучшению взаимодействия крепи с породами кровли, что в целом ведет к повышению эффективности и безопасности работ при выемке подработанного пласта.

3. 3. 4. Прочностные характеристики пород, слагающих междупластье, как и мощность подрабатывающего пласта, при соблюдении прочих условий, допускающих подработку, не являются препятствием для применения восходящего порядка выемки сближенных пластов.

3. 3. 5. На характер проявлений горного давления в очистном забое подработанного пласта значительно влияет его расположение относительно зон сдвижения и опорного давления, образующихся в результате опережающей выемки нижнего пласта. При этом продолжительность активной стадии развития процесса сдвижения определяется прежде всего составом и строением пород подрабатываемой толщи, скоростью подвигания очистного забоя по подрабатывающему пласту, его

мощностью и глубиной разработки. Граница зоны благоприятного влияния подработки на условия управления горным давлением в очистном забое подработанного пласта проходит близко к вертикали над нижней границей выработанного пространства подрабатывающего пласта.

3. 3. 6. В условиях полной подработки пород покрывающей толщи максимальная величина давления пород в выработанном пространстве достигает значений близких к γH. В условиях неполной подработки величина давления пород на границе участка интенсивного нагружения почвы пласта не превышает веса столба пород высотой, соответствующей расчетной высоте зоны полных сдвижений пород под данной точкой в выработанном пространстве.

3. 3. 7. Увеличение вынимаемой мощности пласта приводит к увеличению общей высоты зоны обрушения подрабатываемых пород. Кратность высоты этой зоны относительно мощности подрабатывающего пласта остается постоянной или может даже несколько уменьшиться. Исходя из этого, минимальное значение коэффициента подработки, выражаемого отношением мощности пород междупластья к мощности подрабатывающего пласта, при котором допускается восходящий порядок выемки (ПТЭ § 188), будет справедливым для пластов разной мощности.

3. 4. Слоевые подготовительные выработки

3. 4. 1. Особенности поддержания слоевых подготовительных выработок связаны с тем, что в их кровле в нижележащих слоях находятся обрушенные породы, которые с течением времени могут слеживаться или не слеживаться, а почвой выработок верхнего и средних слоев является уголь.

При прочих равных условиях характер проявлений горного давления в этих выработках в течение всего периода эксплуатации зависит от места их расположения в пласте, схемы подготовки и отработки выемочного поля, способа охраны, типа и параметров крепи (рис. 6).

3. 4. 2. В зоне влияния проходческого забоя (см. рис. 6, период 1) деформации пород, окружающих выработку, вызываются нарушением их первоначального напряженного состояния. Это состояние определяется глубиной заложения выработок и физико-механическими свойствами пород.

В рассматриваемой зоне выработки по верхним слоям в условиях легкообрушающихся пород деформируются сильнее, чем при труднообрушающихся /7/. Смещения пород при всех способах охраны выработок и глубине их заложения свыше 350–400 м могут достигать предела допустимой податливости рамной деревянной крепи (130–150 мм). В выработках верхних слоев в условиях труднообрушающихся пород кровли при всех способах охраны смещения боковых пород почвы на порядок ниже, чем при легкообрушающихся породах кровли.

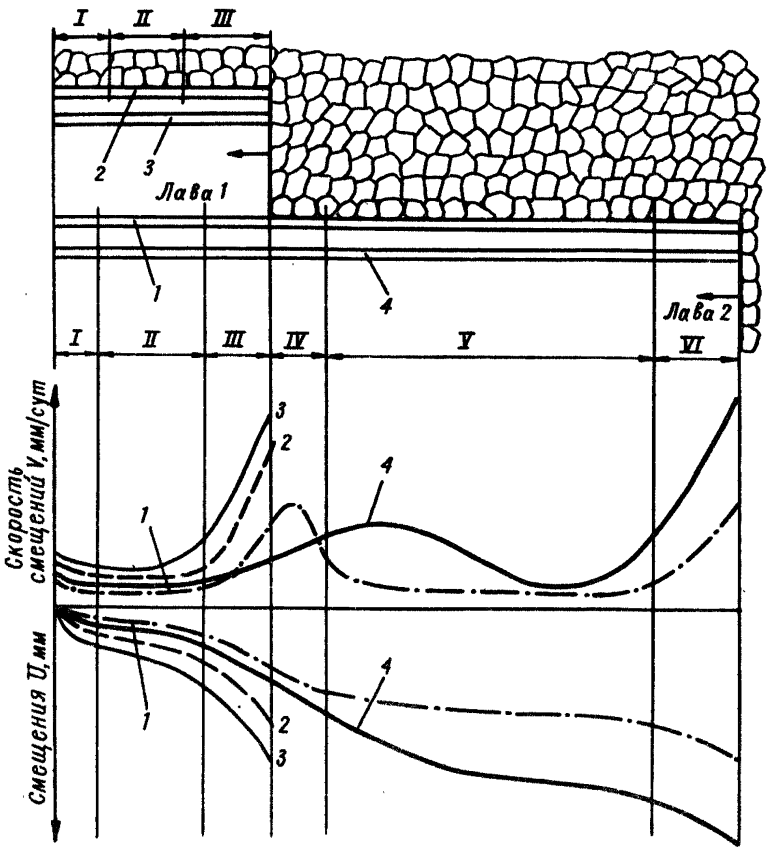


Рис. 6. Схема распределения смещений пород и их скоростей в слоевых выработках при различных способах их охраны:

1–4 – номера условных выработок; I–УI – периоды поддержания

В выработках нижележащих слоев картина деформирования пород имеет иной характер. В условиях неслеживающихся пород кровли в выработках, проводимых в массиве угля (см. 1 на рис. 6), скорости сближений кровли и почвы составляют 2 – 2,5 мм/сут, а протяженность зоны влияния проходческого забоя 40–50 м. При проведении выработок на границе с выработанным пространством эти скорости достигают 3 мм/сут, а протяженность зоны влияния проходческого забоя 60 м. При хорошо слеживающихся породах кровли конвергенция пород и протяженность зоны влияния проход-

ческого забоя почти в два раза меньше, чем в условиях неслеживающихся пород.

3.4.3. Вне зоны влияния проходческого забоя и очистных забоев (см. рис. 6, периоды II, У) породы, окружающие выработку, деформируются со скоростями меньшими, чем в первом периоде.

В выработках в е р х н е г о с л о я, поддерживаемых в массиве угля при глубине заложения до 400 м (см. 1 на рис. 6), в условиях труднообрушающихся пород скорости сближения кровли и почвы составляют 0,1–0,3 мм/сут, а в условиях легкообрушающихся пород они достигают 2 мм/сут /7/, т. е. выработки, располагаемые под более слабыми породами, испытывают большие деформации. В условиях легкообрушающихся пород кровли скорости сближений в выработках, пройденных вприсечку к выработанному пространству (см. 2 на рис. 6), достигают 2,8–3 мм/сут, а при охране целиками угля шириной 2–5 м (см. 3 на рис. 6) – 3, 7 мм/сут.

На характер проявлений горного давления в выработках н и ж е л е ж а щ и х с л о е в существенно влияет их расположение относительно контуров очистной выемки в верхнем слое. При поддержании выработок на границе с выработанным пространством смещения пород и давление на крепь выработки со стороны выработанного пространства несколько больше, чем со стороны массива угля. При удалении этих выработок от границы неразрушаемого целика или краевой части массива по верхнему слою на 3–6 м конвергенция пород по ширине выработок практически становится одинаковой, однако скорости сближений пород в них по сравнению с выработками, расположенными непосредственно у этой границы, возрастают: во втором (среднем) слое в 2–3 раза, а в третьем (нижнем) слое – в 3–4 раза. Сопротивление крепи в выработках, поддерживаемых в массиве и расположенных у границы массива или неразрушаемого целика в вышележащих слоях, не оказывает существенного влияния на конвергенцию пород. В таких же выработках, располагаемых на некотором удалении от указанной границы, скорость конвергенции пород изменяется обратно пропорционально сопротивлению крепи. В выработках, проводимых вприсечку, скорости сближений при прочих равных условиях в 2–3 раза ниже, чем в выработках, сохраняемых позади забоя лавы на границе с выработанным пространством.

Выработки в средних слоях, независимо от степени слеживаемости обрушенных пород, характеризуются более тяжелыми условиями поддержания, чем выработки верхних слоев. Скорости сближений кровли и почвы в этих выработках обычно в 2–3 раза выше, чем в выработках верхнего слоя. Увеличение сопротивления крепи в 2 раза приводит к снижению конвергенции пород в этих выработках также в 2 раза. Сближение кровли и почвы в данных выработках в основном происходит за счет поднятия почвы.

3.4.4. Зона влияний опорного давления от очистных работ (см. рис. 6, периоды Ш, 1У, У1) характеризуется возрастанием скоростей смещений пород, окружающих выработку, по мере приближения к очистному забою.

Выработки в е р х н е г о с л о я, сохраняемые на границе с выработанным пространством, а также проводимые вприсечку к выработанному пространству в условиях труднообрушающихся и легкообрушающихся пород кровли, характеризуются сравнительно легкими условиями поддержания до глубины горных работ 350–400 м. Размер зоны интенсивного влияния очистных работ на выработки, поддерживаемые в условиях труднообрушающихся пород кровли, составляет впереди забоя 25–30 м, позади него 50–60 м. В условиях легкообрушающихся пород размер этой зоны равен соответственно 0 и 50–60 м. При прочих равных условиях конвергенция в этих выработках при труднообрушающихся породах кровли в 1,5–2 раза больше, чем при легкообрушающихся. Крепь выработок в верхних слоях работает в режиме заданной деформации.

На устойчивости выработок п о н и ж е л е ж а щ и м с л о я м в зоне влияния очистных работ существенно отражается их расположение по отношению к контурам очистной выемки по вышележащим слоям. При расположении выработок непосредственно у краевой части массива или у границы неразрушаемого целика угля по вышележащим слоям конвергенция пород и нагрузки на стойки крепи распределяются неравномерно по ширине выработки. Размер зоны интенсивного влияния очистных работ в выработках среднего слоя впереди забоя составляет 45–50 м, а позади него – 25–30 м. В выработках этого слоя, располагаемых в 3–6 м от указанной выше границы под неслеживающимися обрушенными породами, конвергенция пород со стороны целика угля на линии очистного забоя почти в 2 раза больше, чем со стороны отрабатываемого столба. Значительная часть конвергенции пород происходит за счет поднятия почвы, которая в наибольшей степени проявляется со стороны неразрушаемого целика угля. С этой стороны выработки при креплении ее деревянными рамами плотностью 3 рамы на метр максимальная нагрузка на стойку крепи составляет 70–75 кН, а со стороны выработанного пространства около 90 кН. Размер зоны интенсивного влияния очистных работ впереди лавы составляет соответственно 10–15 и 5–10 м, а позади забоя лавы с обеих сторон выработки 20–25 м.

3. 4. 5. При одновременной отработке двух смежных лав в выработке, которая является для них общей, размер зоны интенсивного влияния очистных работ составляет 60–70 м. Величина конвергенции в такой выработке почти в 4 раза, а нагрузок на крепь в 6 раз больше, чем в выработке, которая испытывает влияние очистных работ от одной лавы.

3. 4. 6. В выработках н и ж н е г о с л о я, находящихся под обрушенными неслеживающимися породами, конвергенция пород при всех бесцеликовых способах их охраны значительно (в 2–3 раза) превышает предел допустимой податливости рамной деревянной крепи, а реакции стоек достигают критической величины.

3.4.7. В зоне опорного давления с ростом интенсивности влияния очистного забоя величина сопротивления крепи в выработках, располагаемых под обрушенными породами, сказывается в большей степени, чем в выработках, находящихся под сплошными породами кровли. В условиях слеживающихся пород увеличение сопротивления крепи выработок в 2 раза приводит к снижению конвергенции в 3,5 раза. В условиях неслеживающихся пород при увеличении сопротивления крепи в 1,7 раза от паспортного в выработках, поддерживаемых как в массиве угля, так и на границе с выработанным пространством позади забоя лавы, происходит уменьшение опусканий кровли примерно в 2 раза.

4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ПАРАМЕТРОВ УПРАВЛЕНИЯ ГОРНЫМ ДАВЛЕНИЕМ

4.1. Выемка пластов сразу на полную мощность

4.1.1. Исследования, основные результаты которых изложены в разделе 3, позволяют уточнить требования к силовым параметрам механизированных крепей для пластов с вынимаемой мощностью до 5 м:

– величина номинального сопротивления поддерживающей части крепи должна быть не менее 0,7 МПа, когда кровля представлена породами не выше средней устойчивости, легкообрушающимися, и не менее 1 МПа при склонных к зависанию труднообрушающихся породах кровли;

– начальный распор гидростоек крепи во всех случаях должен составлять не менее 65% величины их номинального сопротивления;

– сопротивление ограждений секций крепи должно быть не менее 0,2 МПа для типичных условий и не менее 0,3 МПа – для условий пластов с крупноблочным характером обрушения и резкими осадками кровли.

4.1.2. На основе изучения характера взаимодействия и контактирования с боковыми породами механизированных крепей различных типов можно заключить, что для отработки без разделения на слои мощных пологих пластов с любыми породами кровли, включая труднообрушающиеся, более предпочтительными являются крепи оградительно-поддерживающего типа.

4.1.3. Крепи сопряжений очистного забоя с подготовительными выработками должны обеспечивать:

– возможность удержания обнажений массива и защиту поддерживаемого пространства со стороны завала;

– активный распор в боковые породы и не иметь опоры на крепь очистного забоя;

– свободный выход из очистного забоя;

– устойчивость угольной толщи, залегающей над подготовительной выработкой, со стороны очистного забоя с помощью специального прижимного устройства, развивающего сопротивление не менее 0,05 МПа;

– затяжку не менее 30% площади обнажения нависающего угольного массива с помощью соответствующей конструкции прижимного устройства.

Поскольку в настоящее время нет надежных конструкций прижимных устройств для крепи сопряжений, то до их создания и внедрения в производство концевые секции крепи очистного забоя должны оборудоваться дополнительными домкратами и распорными устройствами, удерживающими угольный массив над подготовительной выработкой.

4. 1. 4. На выбор параметров управления горным давлением сильно влияет отжим угля из забоя, поскольку в результате увеличиваются площади обнажения кровли и возрастают нагрузки на крепь. Одним из решений, направленных на снижение отжима, является проведение опережающих очистной забой щелевых врубов.

4. 1. 4. 1. Высоту предварительного вруба β следует выбирать такой, чтобы в результате сближения кровли и почвы пласта (слоя) в течение выемки одной полосы угля произошло его закрытие и частичное восстановление подпора кровли. Другими словами, действующая (свободная) высота вруба $h_д$ не должна превышать минимальной величины конвергенции пород на уровне забоя Δh, т. е. $h_д < \Delta h$. Если вруб не заполнен углем, то $h_д = \beta$. При заполнении вруба разрушенным углем максимальное значение его действующей высоты должно быть

$$h_д \leq \frac{\beta (k_р - 1)}{k_р},$$

где $k_р$ – коэффициент разрыхления угля, заполняющего вруб.

4. 1. 4. 2. Если по техническим причинам высота вруба оказывается больше его требуемой действующей высоты, ее можно уменьшить путем заполнения вруба угольной мелочью. Для этого могут применяться плоские бары с движением режущих элементов цепи от устья вруба в глубь массива. Например, используя бар врубовой машины типа "Урал", образующей вруб высотой 140 мм, при коэффициенте разрыхления угля 1,3–1,5 возможно уменьшить действующую высоту вруба до 30–50 мм, что приемлемо для большинства горногеологических условий.

4. 1. 4. 3. Требуемая глубина вруба определяется, прежде всего, мощностью пласта, положением вруба по высоте забоя, интенсивностью давления на краевую часть угольного массива (глубиной разработки) и деформационными характеристиками угля и боковых пород. Для лучшей устойчивости забоя вруб целесообразно проводить в верхней его части.

Глубина разгрузочных врубов l_β в средней части по высоте забоя должна удовлетворять условию:

$$l_\beta \geq \frac{m}{2} \operatorname{tg} (45^\circ - \frac{\varphi}{2});$$

где m – мощность отрабатываемого пласта (слоя); φ – угол внутреннего трения угля в краевой части массива.

Ориентировочно глубина такого вруба должна удовлетворять условию:

$$l \geq 0{,}25m.$$

Для конкретного пласта оптимальные значения действующей высоты и глубины щелевого вруба уточняют экспериментальным путем. Проводить вруб следует одновременно с выемкой угля или непосредственно вслед за нею.

4.1.5. Механизированные комплексы для выемки угольных пластов с весьма прочными труднообрушающимися породами кровли (R_c = = 80–100 МПа и более), склонными к зависанию на значительных площадях, требуют проведения специальных мероприятий по управлению кровлей, например, передового торпедирования или гидрообработки пород, что вызывает необходимость бурения восстающих скважин длиной до 100 м. При отработке свиты сближенных пластов в нисходящем порядке возможно разупрочнять труднообрушающиеся породы кровли нижележащего пласта путем взрывания зарядов в скважинах, которые следует бурить из выработок вышележащего пласта до начала горных работ по нижележащему пласту. Расстояние между рядами скважин при торпедировании должно приниматься не более 2/3L , где L – шаг естественного обрушения пород основной кровли, а при гидрообработке оно определяется фильтрационными свойствами пород. Данный способ при разработке сближенных пластов имеет следующие преимущества: не происходит разрушения непосредственной кровли пласта; исключается возможность скопления метана в пробуренных скважинах; уменьшается длина скважин, так как не перебуривается непосредственная кровля пласта и тем самым уменьшается возможность значительного их отклонения от оси бурения; не подвергаются разрушению выработки под влиянием взрывных работ; облегчается заряжание скважин.

4.1.6. Расширение (по мощности) диапазона применения комплексов, созданных для пластов средней мощности, возможно при выемке мощных пологих и наклонных пластов почвоуступным забоем, при котором нижний уступ вынимается без проходки подготовительных выработок и без крепления призабойного пространства /4/. В верхнем уступе уголь вынимается механизированным комплексом, имеющим два конвейера (забойный и завальный), обычным способом, а в нижнем уступе – с помощью выемочной машины, работающей с рамы завального конвейера, расположенного под защитой ограждения механизированной крепи. Выемочная машина нижнего уступа состоит из рабочего органа, разрушающего уголь в нижнем уступе, и погрузочного устройства, служащего для доставки отбитого угля на верхний уступ и погрузки его на завальный конвейер. При данном способе выемки мощных пологих пластов устраняется необходимость создания крепей значительной высоты; облегчается переход геологических нарушений в связи с возможностью регулирования высоты уступа и обеспечивается полнота выемки пласта при значительных колебаниях его мощности.

4. 2. Выемка пластов наклонными слоями

4. 2. 1. Выбор параметров управления горным давлением при выемке мощных пологих пластов наклонными слоями в нисходящем порядке связан, в первую очередь, с разработкой технических требований к механизированным крепям, работающим в верхнем слое и последующих. Поскольку механизированных крепей, предназначенных специально для слоевой выемки, практически нет, то применяют крепи, созданные для пластов средней мощности. Однако в связи со спецификой работ, особенно при выемке нижележащих слоев, эти крепи не всегда соответствуют условиям их применения.

4. 2. 2. Механизированные крепи первого и последующего слоев должны обеспечивать эффективную работу комплекса:

а) при колебании вынимаемой мощности слоя до 15%;

б) при переходе геологических нарушений без демонтажа оборудования с амплитудой нормального их смещения до 1 м на пластах мощностью до 7 м и до 1,5 м – на пластах мощностью более 7 м;

в) при любых кровлях, включая труднообрушающиеся;

г) при переходе подготовительных выработок, ориентированных к фронту движения лавы под углами, превышающими 15°.

Механизированная крепь для выемки слоев с возведением искусственных межслоевых перекрытий должна оборудоваться соответствующими устройствами и приспособлениями для механизации указанных работ и средствами контроля за качеством межслоевого перекрытия, а в случае оставления межслоевой пачки должна обеспечивать контроль за ее толщиной.

4. 2. 3. Требования к конструктивным схемам и силовым параметрам механизированных крепей для верхнего слоя:

– Конструктивные схемы механизированных крепей в зависимости от условий применения должны быть:

а) поддерживающего типа – в условиях высокой газообильности или при необходимости иметь дополнительное пространство для ведения работ по созданию искусственной кровли;

б) оградительно–поддерживающего типа – во всех остальных случаях.

– Конструкция крепи должна обеспечивать возможность:

а) контроля величины начального распора и фактического сопротивления гидростоек;

б) удержания угольного забоя от обрушения;

в) пылеподавления при передвижке.

– При работе с возведением гибкого межслоевого перекрытия конструкция крепи должна предусматривать возможность создания регулируемого зазора между ограждениями и основаниями секций или почвой пласта для выпуска перекрытия.

– Номинальное сопротивление поддерживающей части крепей для вынимаемой мощности верхнего слоя 3,5–5 м должно быть не менее 0,7 МПа при кровле не выше средней устойчивости, легкообрушающей–

ся; а в условиях труднообрушающихся пород кровли не менее 1 МПа. Ограждающая часть крепей должна иметь сопротивление не менее 0,2 и 0,3 МПа соответственно.

4. 2. 4. Требования к конструктивным схемам и силовым параметрам крепей для нижележащих слоев:

– Конструктивные схемы крепей должны быть:

а) поддерживающего типа – при необходимости возведения межслоевых перекрытий;

б) оградительно-поддерживающего типа – во всех остальных случаях.

– Конструкция крепи должна удовлетворять требованиям к крепям верхнего слоя и дополнительно обеспечивать полную затяжку межсекционных зазоров по кровле и со стороны выработанного пространства

– Номинальное сопротивление поддерживающей части крепей при мощности слоя до 3,5 м должно быть не менее 0,3 МПа, а при мощности слоя 3,5–5 м – 0,4–0,5 МПа. Сопротивление ограждающей части крепей должно быть не менее 0,2 МПа.

4. 2. 5. Механизированная крепь очистного забоя должна обеспечивать:

– распор гидростоек крепи до проектного уровня начального распора;

– герметичность гидростоек и гидросистемы крепи;

– отсутствие вдавливания опорных элементов крепи в боковые породы.

Оперативно оценить указанные факторы в очистном забое в настоящее время невозможно из-за большой трудоемкости и малой производительности применяемых способов проверки несущей способности крепи. Одной из первоочередных задач повышения эффективности эксплуатации механизированных крепей является разработка практически применимой методики оперативного контроля фактических силовых параметров крепи с учетом изложенных требований.

4. 2. 6. При слоевой выемке мощных пологих пластов и нисходящем порядке отработки свиты в условиях, аналогичных Томусинскому району Кузбасса, опережение очистных забоев в слоях в зависимости от проявлений горного давления в выработанном пространстве должно составлять:

– между первым (верхним) и вторым слоями по ненадработанному пласту не менее 100 м, а по надработанному – не менее 50 м;

– между вторым и третьим слоями по обоим пластам – не менее 30 м.

4. 2. 7. Мощные пологие пласты должны отрабатываться наклонными слоями, как правило, без оставления межслоевых пачек: с возведением гибких металлических, синтетических или бутобетонных перекрытий, а при слежавшихся обрушенных породах – непосредственно под ними. Выемка слоев с оставлением угольных пачек должна допускаться только в исключительных случаях на основе специального обоснования.

4. 2. 8. Требования к искусственным межслоевым перекрытиям сводятся к следующим:

- Конструкция межслоевого перекрытия должна обеспечивать:

а) эффективное ограждение призабойного пространства от вышележащих обрушенных пород в течение не менее 6 месяцев после его возведения;

б) максимальный прогиб перекрытия между забоем и козырьками (верхняками) крепи не более 0,3 м при ширине его обнажения 0,7 и длине 5 м.

- Бутобетонные перекрытия должны создаваться путем упрочнения породной и угольной мелочи на почве вышележащего слоя с помощью вяжущих растворов на основе местных (тонкомолотые доменные и котельные шлаки и т. п.) или синтетических материалов. Толщина упрочненного слоя должна составлять 0,3–0,4 м при прочности материала на одноосное сжатие не менее 5 МПа.

- Межслоевые перекрытия с использованием синтетических материалов должны быть не токсичными и огнестойкими.

- При недостаточной естественной влажности (менее 10–12%) склонных к слеживанию обрушенных пород следует производить их обработку водой или глинистой пульпой в количестве не менее 0,17–0,2 $м^3$ на 1 $м^2$ выработанного пространства при подаче по трубопроводам или через индивидуальные скважины и не менее 0,04–0,05 $м^3$ при тонкодисперсном распылении вблизи почвы слоя.

4. 2. 9. Средства возведения гибких межслоевых перекрытий должны обеспечивать:

а) при возведении перекрытия из стальных полос и металлической сетки – раскатку полос по ходу движения комплекса с укладкой на них полос плетеной металлической сетки с коэффициентом нахлеста не менее 1,5;

б) при возведении перекрытия из стальных полос укладку их вереплет;

в) емкость барабанов (кассет), достаточную для размещения не менее 20 м полос, сетки или рулонной затяжки;

г) возможность независимого ведения работ по выемке угля и возведению перекрытия;

д) конструкция средств возведения гибкого перекрытия из синтетических материалов типа стеклопластиковой рулонной затяжки должна дополнительно предусматривать возможность клеевого или механического соединения смежных полос.

4. 3. Подработка пластов

4. 3. 1. При разработке свиты мощных пологих пластов в качестве обязательных условий, допускающих восходящий порядок их выемки, необходимо рассматривать следующие /6/:

- мощность пород междупластья, как правило, должна быть не менее 6-кратной мощности пласта;

– расположение очистных забоев по верхнему пласту в пределах зоны полных сдвижений, определяемой в соответствии с правилами охраны сооружений и природных объектов в условиях конкретного бассейна;

– опережение между горными работами на сближенных пластах или между забоями смежных лав на одном и том же пласте должно быть не менее протяженности зоны интенсивных сдвижений пород над выработанным пространством;

4. 3. 2. Наибольшее значение коэффициента подработки, при котором следует ожидать разупрочнения труднообрушающихся пород кровли вышележащего пласта, на данном этапе изученности необходимо выбирать не более высоты зоны водопроводящих трещин, которая при мощности подрабатывающих пластов m = 3÷5 м составляет 25÷30m/15/.

4. 3. 3. Для выемки подработанных пластов следует применять механизированные крепи с теми же силовыми параметрами, что и для выемки одиночных пластов той же мощности в обычных горногеологических условиях.

4. 3. 4. Одним из перспективных направлений отработки мощных пологих пластов с труднообрушающимися породами кровли представляется выемка наклонными слоями в восходящем порядке. При этом пласт подготавливают по системе разработки длинными столбами, а подготовительные выработки проводят у почвы пласта. Вначале производят выемку слоя у почвы пласта, а затем выемку оставшейся толщи пласта с отставанием не менее чем шаг обрушения основной кровли (рис. 7). Вынимаемую мощность опережающего слоя необходимо выбирать с учетом коэффициента разрыхления угля, а оставшуюся толщу вынимать на те же подготовительные выработки, что и первого слоя. По мере подвигания очистного забоя первого слоя следует производить обрушение вышележащей угольной толщи и плавное опускание кровли на обрушенный уголь, сопровождающееся образованием трещин в вышележащих породах. В результате подработки труднообрушающаяся кровля перейдет в разряд легкообрушающейся.

4. 4. Слоевые подготовительные выработки

Управление горным давлением в очистных забоях при слоевой разработке мощных пологих пластов тесно связано с обеспечением устойчивости подготовительных выработок в течение всего срока их эксплуатации. Обеспечение устойчивости выработок достигается за счет выбора рациональных схем подготовки и отработки выемочных полей, расположения выработок в пласте, способов их охраны, типов и параметров крепи при слоевой выемке и при выемке пластов на полную мощность.

4. 4. 1. Основные требования, предъявляемые к схемам подготовки и отработки выемочных полей:

– максимальная концентрация горных работ на основе комплексной механизации очистных и подготовительных работ;

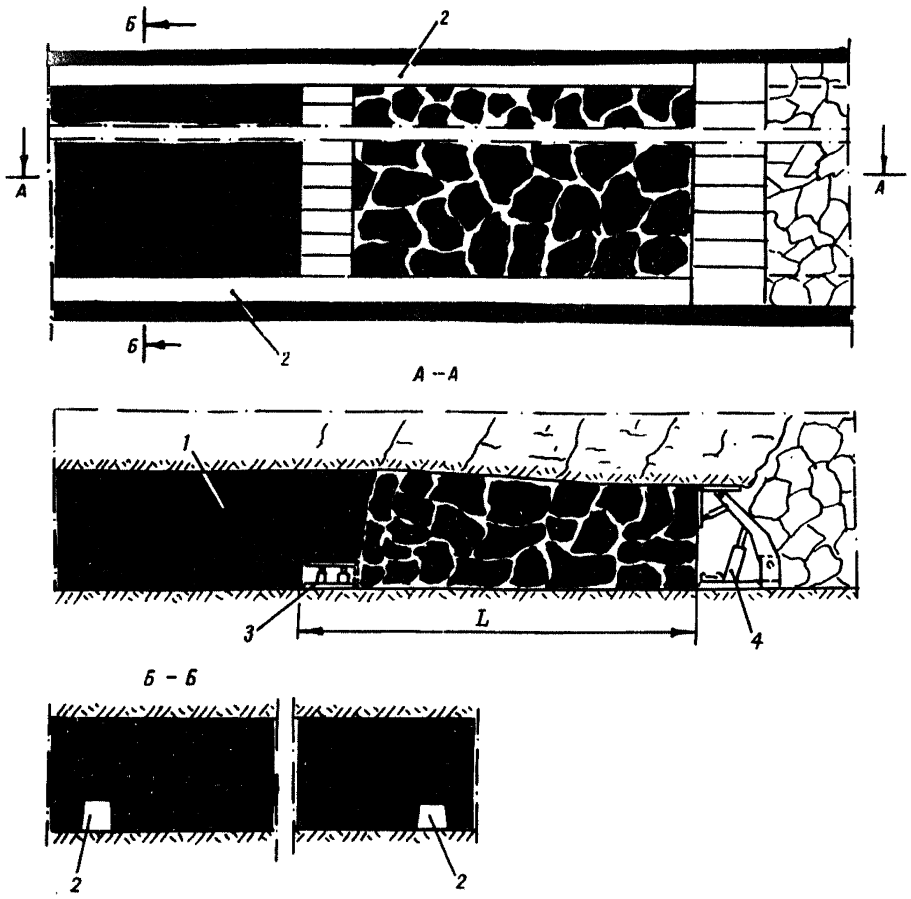


Рис. 7. Способ выемки мощных угольных пластов:

1 – угольный пласт; 2 – подготовительные выработки; 3 – крепь для выемки слоя у почвы пласта; 4 – крепь для выемки оставшейся толщи угля

– расположение выработок вне зон интенсивного проявления опорного давления и активных сдвижений пород, а также вне зон активизации процесса сдвижения подработанных пород над соседним выработанным пространством;

– рациональное взаимное расположение выработок в слоях: одна под другой или с небольшим смещением в сторону выработанного пространства у кромки нетронутого массива или целика с достаточной несущей способностью;

– достаточный разрыв во времени между отработкой и подготовкой слоев, обеспечивающий необходимую степень слеживания обрушенных пород;

– возможность изменения направления отработки столбов (подэтажей) в слоях в зависимости от характера и параметров геологических нарушений;

– отработка пластов без оставления целиков угля и межслоевых угольных пачек.

При выемке мощных пологих пластов этим требованиям отвечают схемы, представленные в работах /16-18/.

4.4.2. При разработке мощных пологих пластов наклонными слоями целесообразно применять следующие способы предварительного крепления выработок в нижележащих слоях, используя выработки по вышележащим слоям:

– укладка верхняков и межслоевого перекрытия при погашении выработок в вышележащем слое, что позволяет проводить выработки по нижележащему слою в закрепленном массиве со стороны кровли, при этом под уложенные верхняки устанавливают стойки крепи (рис. 8);

– установка и закрепление анкеров в верхнем слое (рис. 9).

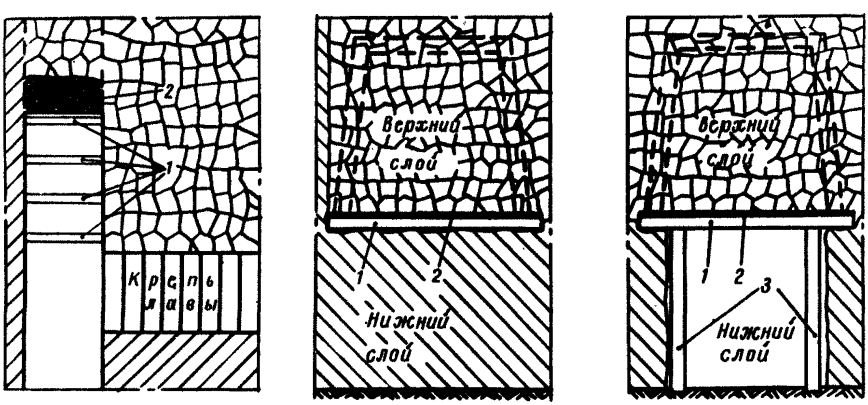


Рис. 8. Способ предварительного крепления выработок со стороны кровли по нижележащему слою путем укладки верхняков и перекрытия в вышележащем слое:

а – схема погашения выработки; б – расположение верхняка и перекрытия после погашения выработки в вышележащем слое; в – положение крепи в нижележащем слое после проведения выработки по этому слою; 1 – верхняк крепи; 2 – межрамное перекрытие (затяжка); 3 – стойки крепи

4.4.3. Возможность проведения выработок по нижележащему слою в предварительно закрепленном массиве угля не только со стороны кровли, но и со стороны блоков выработки обеспечивается следующим способом. При проведении выработок по верхнему слою в их почве

бурят скважины, в которые устанавливают стойки крепи. В процессе погашения выработки стойки крепи в ней убирают, а верхняки опускают и соединяют со стойками, установленными в нижележащем слое.

4.4.4. Бесцеликовую отработку мощных пластов целесообразно вести при следующих способах охраны выработок:

1) в массиве угля впереди очистного забоя (с погашением за лавой);

2) сохранение выработки позади забоя лавы на границе с выработанным пространством для ее повторного использования;

3) проведение выработок вприсечку к выработанному пространству.

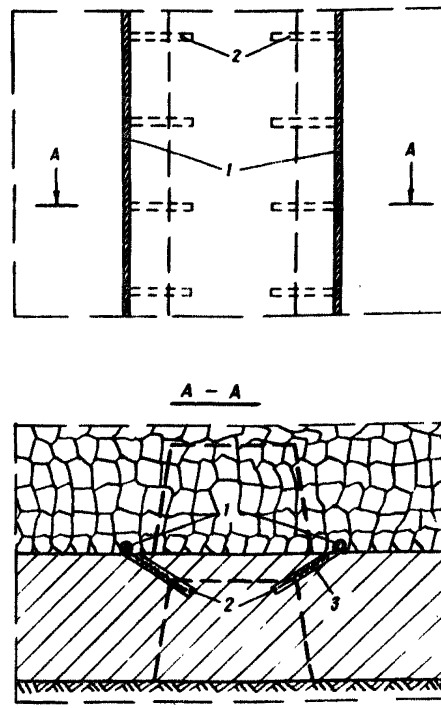


Рис. 9. Способ предварительного крепления выработок со стороны кровли по нижележащему слою с помощью анкеров:

1 – несущий элемент (канат, металлический стержень и др.); 2 – шпур для анкера; 3 – анкер

4.4.5. При поддержании выработок по способу "массив–целик" угольные целики необходимо погашать вместе с очистным забоем. Ширину целиков для охраны подготовительных выработок следует выбирать исходя из их несущей способности и действующей на них нагрузки. Несущая способность целика $P_н$ определяется кубиковой прочностью на сжатие угольных пачек R, слагающих целик, его шириной b и коэффициентом формы $K_ф$.

$$P_н = R\, b\, K_ф.$$

При этом прочность угля необходимо принимать с учетом срока службы целика, а коэффициент формы для целиков с отношением их ширины b к высоте h от 1 до 10–12 вычислять по формуле

$$K_ф = (b/h)^x,$$

где x – показатель степени, изменяющийся от 1/2 до 2/3. Действующая на целик нагрузка $P_ф$ определяется весом столба пород над целиком и весом зависающих на нем породных консолей. Она рассчитывается по формуле

$$P_ф = (в + 0{,}5a)\gamma H + \frac{1}{2}\gamma H^2 \operatorname{tg}\varphi + \frac{1}{2}(H - h)\cdot l\cos^2\beta,$$

где φ – угол обрушения пород, изменяющийся преимущественно в пределах 10÷20 град ; h – высота зоны обрушения пород; β – угол поворота блоков основной кровли относительно горизонтальной плоскости; γ – усредненная плотность пород покрывающей толщи; а – ширина выработки; Н – глубина горных работ; l – длина блоков основной кровли.

Эта нагрузка должна уравновешиваться несущей способностью целика с некоторым коэффициентом запаса n , т. е.

$$P_н = P_ф \cdot n .$$

Значение коэффициента запаса прочности целика принимают в зависимости от степени достоверности и способа получения данных по прочности угля, точности расчетной схемы и других факторов. Обычно принимают n = 1,5–3.

4. 4. 6. Размеры зон влияния очистного забоя и параметры крепи выработок при бесцеликовой отработке мощных пологих пластов следует принимать в зависимости от глубины заложения выработки и характеристик пород кровли в соответствии с Типовыми паспортами /20/.

Протяженность зоны влияния активной стадии процесса сдвижения пород в выработанном пространстве данного столба, а также зоны активизации этого процесса над ранее отработанным смежным столбом составляет $3 \div 4\sqrt{H}$ (Н – глубина работ в метрах), считая от контуров очистной выемки отрабатываемого столба.

Приложение

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗАПАСОВ УГЛЯ В ПЛАСТАХ МОЩНОСТЬЮ БОЛЕЕ 3,5 м С УГЛОМ ПАДЕНИЯ ДО 35° ПО УСЛОВИЯМ РАЗРАБОТКИ, СТРОЕНИЮ И СВОЙСТВАМ ПЛАСТА И ВМЕШАЮЩИХ ПОРОД

Шахта, шахтоуправление	Пласт	Средняя вынимаемая мощность пласта, м	Угол падения, градус	Глубина разработки пласта, м	Строение пласта	Слеживаемость пород непосредственной кровли	Устойчивость обнажений кровли	Обрушаемость кровли	Сопротивляемость почвы вдавливанию	Дизъюнктивная нарушенность пласта	Опасность по горным ударам	Газообильность	Обводненность	Запасы угля, тыс. т
"Южная"	Подвол-ковский	4,5-6,5	0-12	310	12нет	С	СУ	Л	П	М	-	Ш	Н	400
		4,5-6,5	13-18	310	12нет	С	СУ	Л	П	М	-	Ш	Н	1210
		4,5-6,5	19-24	310	12нет	С	СУ	Л	П	М	-	Ш	Н	2170
		4,5-6,5	25-35	310	12нет	С	СУ	Л	П	М	-	Ш	Н	2643
		>6,5	С-12	310	12нет	С	СУ	Л	П	М	-	Ш	Н	1230
		>6,5	13-18	310	12нет	С	СУ	Л	П	М	-	Ш	Н	2330
		>6,5	19-24	310	12нет	С	СУ	Л	П	М	-	Ш	Н	2940
		>6,5	25-35	310	12нет	С	СУ	Л	П	М	-	Ш	Н	1865
им. Волкова	Кемеровский	3,5-4,5	0-12	210	1523нет	Т	НУ	Л	П	М	-	Ш	Н	6300
		3,5-4,5	13-18	210	1523нет	Т	НУ	Л	П	М	-	Ш	Н	9432
		3,5-4,5	19-24	210	1523нет	Т	НУ	Л	П	М	-	Ш	Н	1957
		4,5-6,5	0-12	210	15234нет	Т	НУ	Л	П	М	-	Ш	Н	447
		4,5-6,5	13-18	210	15234нет	Т	НУ	Л	П	М	-	Ш	Н	354
		4,5-6,5	19-24	210	15234нет	Т	НУ	Л	П	М	-	Ш	Н	60
		>6,5	0-12	210	15234нет	Т	НУ	Л	П	М	-	Ш	Н	1401
		>6,5	13-18	210	15234нет	Т	НУ	Л	П	М	-	Ш	Н	364

Шахта, шахтоуправление	Пласт	Средняя вынимаемая мощность пласта, м	Угол падения, градус	Глубина разработки пласта, м	Строение пласта	Слеживаемость пород непосредственной кровли	Устойчивость обнажений кровли	Обрушаемость кровли	Сопротивляемость почвы вдавливанию	Дизъюнктивная нарушенность пласта	Опасность по горным ударам	Газообильность	Обводненность	Запасы угля, тыс. т
Кузнецкий бассейн, Кемеровский район														
"Южная"	Волковский	3,5-4,5	0-12	200	12нет	С	У	Л	П	М	-	Ш	Н	901
		3,5-4,5	13-18	200	12нет	С	У	Л	П	М	-	Ш	Н	30
		3,5-4,5	19-24	200	12нет	С	У	Л	П	М	-	Ш	Н	100
		3,5-4,5	25-35	200	12нет	С	У	Л	П	М	-	Ш	Н	1000
		4,5-6,5	0-12	200	12нет	С	У	Л	П	М	-	Ш	Н	400
		4,5-6,5	13-18	200	12нет	С	У	Л	П	М	-	Ш	Н	1200
		4,5-6,5	19-24	200	12нет	С	У	Л	П	М	-	Ш	Н	2100
		4,5-6,5	25-35	200	12нет	С	У	Л	П	М	-	Ш	Н	2400
		>6,5	0-12	200	12нет	С	У	Л	П	М	-	Ш	Н	1230
		>6,5	13-18	200	12нет	С	У	Л	П	М	-	Ш	Н	2100
		>6,5	19-24	200	12нет	С	У	Л	П	М	-	Ш	Н	2400
		>6,5	25-35	200	12нет	С	У	Л	П	М	-	Ш	Н	1100
	Подволковский	3,5-4,5	0-12	310	12нет	С	СУ	Л	П	М	-	Ш	Н	1000
		3,5-4,5	13-18	310	12нет	С	СУ	Л	П	М	-	Ш	Н	40
		3,5-4,5	19-24	310	12нет	С	СУ	Л	П	М	-	Ш	Н	175
		3,5-4,5	25-35	310	12нет	С	СУ	Л	П	М	-	Ш	Н	1057

Шахта, шахтоуправление	Пласт	Средняя вынимаемая мощность пласта, м	Угол падения, градус	Глубина разработки пласта, м	Строение пласта	Слеживаемость пород непосредственной кровли	Устойчивость обнажений кровли	Обрушаемость кровли	Сопротивляемость почвы вдавливанию	Дилатантивная нарушенность пласта	Опасность по горным ударам	Газообильность	Обводненность	Запасы угля, тыс. т
Им. 7-го Ноября	Байкаимский	3,5-4,5 3,5-4,5	0-12 19-24	200 200	1523нет 1523нет	Т Т	НУ НУ	Л Л	П П	М М	- -	1У 1У	0 0	39500 223
	Полысаевский-2	3,5-4,5	0-12	100	1523нет	С	НУ	Л	С	М	-	1У	0	9698
"Инская"	Сычевский-4	5,3	5-12	60	156да	С	НУ	Л	С	М	-	П	Н	33930
	Сычевский-1	4,0 4,0	8-12 13-18	150 150	1523нет 1523нет	Л Л	НУ НУ	Л Л	С С	М М	- -	П П	Н Н	28600 10087
	Безымянный	3,6	13-18	230	1523нет	С	НУ	Л	С	М	-	П	Н	36830
	Полысаевский-2	4,5-6,5	13-18	250	1234нет	С	НУ	Л	С	М	-	П	Н	18741
	Байкаимский	4,7 4,7	19-24 25-35	200 200	1523нет 1523нет	С С	НУ НУ	Л Л	С С	М М	- -	П П	Н Н	8100 7075

Шахта, шахтоуправление	Пласт	Средняя вынимаемая мощность пласта, м	Угол падения, градус	Глубина разработки пласта, м	Строение пласта	Слеживаемость пород непосредственной кровли	Устойчивость обнажений кровли	Обрушаемость кровли	Сопротивляемость почвы вдавливанию	Дизъюнктивная нарушенность пласта	Опасность по горным ударам	Газообильность	Обводненность	Запасы угля, тыс. т
"Судженская"	Десятый	3,5-4,5	0-12	500	123нет	Т	СУ	Т	П	ВС	-	1У	Н	1735
		3,5-4,5	13-18	500	123нет	Т	СУ	Т	П	ВС	-	1У	Н	2500
		3,5-4,5	19-24	500	123нет	Т	СУ	Т	П	ВС	-	1У	Н	2400
		3,5-4,5	25-35	500	123нет	Т	СУ	Т	П	ВС	-	1У	Н	3300
		4,5-6,5	25-35	500	1234нет	Т	СУ	Т	П	ВС	-	1У	Н	1357
	Андреевский	3,5-4,5	0-12	500	123нет	-	У	Т	С	ВС	-	1У	Н	2000
		3,5-4,5	13-18	500	123нет	-	У	Т	С	ВС	-	1У	Н	3015
		3,5-4,5	19-24	500	123нет	-	У	Т	С	ВС	-	1У	Н	2844
		3,5-4,5	25-35	500	123нет	-	У	Т	С	ВС	-	1У	Н	4652
Ленинский район														
Им. Ярославского	Журинский	4,8	0-12	230	15234нет	Т	НУ	Т	ВС	М	-	Ш	О	25583
		4,8	13-18	230	15234нет	Т	НУ	Т	ВС	М	-	Ш	О	120
		4,8	19-24	230	15234нет	Т	НУ	Т	ВС	М	-	Ш	О	100
		4,8	25-35	230	15234нет	Т	НУ	Т	ВС	М	-	Ш	О	130
"Кольчугинское"	Журинский	4,6	0-12	340	1523нет	Т	НУ	Т	ВС	М	+	1У	Н	8265
		4,6	19-24	340	1523нет	Т	НУ	Т	ВС	М	+	1У	Н	148
		4,6	25-35	340	1523нет	Т	НУ	Т	ВС	М	+	1У	Н	200

Шахта, шахтоуправление	Пласт	Средняя вынимаемая мощность пласта, м	Угол падения, градус	Глубина разработки пласта, м	Строение пласта	Слеживаемость пород непосредственной кровли	Устойчивость обнажений кровли	Обрушаемость кровли	Сопротивляемость почвы вдавливанию	Дизъюнктивная нарушенность пласта	Опасность по горным ударам	Газообильность	Обводненность	Запасы угля, тыс. т
Им. Шевякова	Ш	>6,5	13-18	300	15234нет	Т	СУ	Л	П	ВС	-	П	Н	28000
		>6,5	19-24	300	15234нет	Т	СУ	Л	П	ВС	-	П	Н	41345
	1У-У	>6,5	13-18	300	15234нет	Т	У	Л	П	ВС	-	П	Н	6100
		>6,5	19-24	300	15234нет	Т	У	Л	П	ВС	-	П	Н	10020
	У	4,5-6,5	13-18	300	15234нет	Т	СУ	Л	П	ВС	-	П	Н	8000
		4,5-6,5	19-24	300	15234нет	Т	СУ	Л	П	ВС	-	П	Н	13300
		>6,5	13-18	300	15234нет	Т	СУ	Л	П	ВС	-	П	Н	8004
		>6,5	19-24	300	15234нет	Т	СУ	Л	П	ВС	-	П	Н	8600
"Усинская"	Ш	>6,5	8-12	500	15234нет	Т	СУ	Л	П	С	+	1У	О	11569
	1У-У	>6,5	8-12	500	15234нет	Т	У	Л	П	С	-	1У	О	12930
	У1	4,5-6,5	8-12	400	15234нет	Т	У	Л	П	С	-	1У	О	2254
"Томская"	Ш	>6,5	5-12	330	15234нет	Т	СУ	Л	П	ВС	-	1У	О	35000
		>6,5	12-15	330	15234нет	Т	СУ	Л	П	ВС	-	1У	О	20382

Шахта, шахтоуправление	Пласт	Средняя вынимаемая мощность пласта, м	Угол падения, градус	Глубина разработки пласта, м	Строение пласта	Слеживаемость пород непосредственной кровли	Устойчивость обнажений кровли	Обрушаемость кровли	Сопротивляемость почвы вдавливанию	Дизъюнктивная нарушенность пласта	Опасность по горным ударам	Газообильность	Обводненность	Запасы угля, тыс. т
"Грамотеинское"	Сычевский-4	3,5-4,5	6	60	1523нет	С	НУ	Л	С	М	-	I	Н	6076
	Сычевский-1	3,5-4,5	9-12	80	1523нет	Л	НУ	Л	С	М	-	I	Н	7584
	Красногорский	3,5-4,5	9-12	100	1523нет	Л	СУ	Т	С	М	-	I	Н	4230
	Полысаевский-2	5,1-5,4	19-24	100	15234да	Л	НУ	Л	С	М	-	I	Н	8860
	Байкаимский	5,1-5,4	13-18	100	15234да	С	НУ	Л	С	М	-	I	Н	1000
		5,1-5,4	19-24		15234да	С	НУ	Л	С	М	-	I	Н	1000
		5,1-5,4	25-35		15234да	С	НУ	Л	С	М	-	I	Н	900
Томусинский район														
Им. Ленина	Ш	>6,5	7-12	400	15234нет	Т	СУ	Л	П	ВС	+	1У	О	12200
	1У-У	>6,5	7-12	360	15234нет	Т	У	Л	П	ВС	-	1У	О	18300
	У1	3,5-4,5	7-12	360	1523нет	Т	У	Л	П	ВС	-	1У	О	13400

Шахта, шахтоуправление	Пласт	Средняя вынимаемая мощность пласта, м	Угол падения, градус	Глубина разработки пласта, м	Строение пласта	Слеживаемость пород непосредственной кровли	Устойчивость обнажений кровли	Обрушаемость кровли	Сопротивляемость почвы вдавливанию	Дизъюнктивная нарушенность пласта	Опасность по горным ударам	Газообильность	Обводненность	Запасы угля, тыс. т
"Шушта-лепская"	XX1	3,5-4,5	13-18	90	1523нет	Л	НУ	Л	П	С	-	П	Н	370
		3,5-4,5	19-24	90	1523нет	Л	НУ	Л	П	С	-	П	Н	5500
		3,5-4,5	25-35	90	1523нет	Л	НУ	Л	П	С	-	П	Н	5560
		4,5-6,5	13-18	90	15234да	Л	НУ	Л	П	С	-	П	Н	454
		4,5-6,5	19-24	90	15234да	Л	НУ	Л	П	С	-	П	Н	2494
		4,5-6,5	25-35	90	15234да	Л	НУ	Л	П	С	-	П	Н	11538
	XXXП	3,5-4,5	13-18	90	123нет	Л	СУ	Л	П	С	-	П	Н	378
		3,5-4,5	19-24	90	123нет	Л	СУ	Л	П	С	-	П	Н	5700
		3,5-4,5	25-35	90	123нет	Л	СУ	Л	П	С	-	П	Н	5822
"Алар-динская"	3-3а	4,5-6,5	13-18	120	15234да	С	СУ	Л	С	ВС	-	Ш	Н	27320
	21	4,5-6,5	13-18	200	1234нет	С	СУ	Л	С	Б	-	Ш	Н	17060
		4,5-6,5	19-24	200	1234нет	С	СУ	Л	С	Б	-	Ш	Н	1800
		>6,5	19-24	200	1234нет	С	СУ	Л	С	Б	-	Ш	Н	177
	23	3,5-4,5	19-24	130	1523нет	Т	У	Т	П	С	-	Ш	Н	450

Шахта, шахтоуправление	Пласт	Средняя вынимаемая мощность пласта, м	Угол падения, градус	Глубина разработки пласта, м	Строение пласта	Слеживаемость пород непосредственной кровли	Устойчивость обнажений кровли	Обрушаемость кровли	Сопротивляемость почвы вдавливанию	Дизъюнктивная нарушенность пласта	Опасность по горным ударам	Газообильность	Обводненность	Запасы угля, тыс. т
"Томская"	1У-У	>6,5	6-12	300	15234нет	Т	У	Л	П	ВС	-	1У	О	15930
	У1	4,5-6,5	8-12	100	15234нет	Т	У	Л	П	ВС	-	1У	О	6882
"Распадская"	6-6а	3,5-4,5	6-10	180	1523нет	Т	У	Т	П	ВС	-	1У	Н	88800
		4,5-6,5	6-10	180	15234нет	Т	У	Т	П	ВС	-	1У	Н	32000
	7-7а	3,5-4,5	6-10	180	1523нет	Т	У	Т	П	С	-	1У	Н	55900
		4,5-6,5	6-10	180	15234нет	Т	У	Т	П	С	-	1У	Н	2500
	9-10	3,5-4,5	8-12	150	1523нет	Т	У	Л	П	М	-	1У	Н	29300
					Кондомский район									
"Шушталепская"	1У	3,5-4,5	13-18	90	123нет	Л	СУ	Л	П	С	-	П	Н	250
		3,5-4,5	19-24	90	123нет	Л	СУ	Л	П	С	-	П	Н	3660
		3,5-4,5	25-35	90	123нет	Л	СУ	Л	П	С	-	П	Н	3600
	У	4,5-6,5	13-18	90	1234да	Л	СУ	Л	П	С	-	П	Н	550
		4,5-6,5	19-24	90	1234да	Л	СУ	Л	П	С	-	П	Н	3500
		4,5-6,5	25-35	90	1234да	Л	СУ	Л	П	С	-	П	Н	9350

Шахта, шахтоуправление	Пласт	Средняя вынимаемая мощность пласта, м	Угол падения, градус	Глубина разработки пласта, м	Строение пласта	Слеживаемость пород непосредственной кровли	Устойчивость обнажений кровли	Обрушаемость кровли	Сопротивляемость почвы вдавливанию	Дизъюнктивная нарушенность пласта	Опасность по горным ударам	Газообильность	Обводненность	Запасы угля, тыс. т
Карагандинский бассейн, Карагандинский район														
"Стахановская"	$К_{12}$	>6,5	0-12	600	15234нет	С	СУ	Л	П	ВС	-	У	Н	7450
	$К_{12}$	>6,5	13-18	600	15234нет	С	СУ	Л	П	ВС	-	У	Н	5840
	$К_{12}$	>6,5	19-24	600	15234нет	С	СУ	Л	П	ВС	-	У	Н	390
	$К_{12}$	>6,5	25-35	600	15234нет	С	СУ	Л	П	ВС	-	У	Н	162
"Карагандинская"	$К_{12}$	>6,5	0-12	600	15234нет	С	НУ	Л	ВС	ВС	-	У	Н	23212
	$К_{12}$	>6,5	13-18	600	15234нет	С	НУ	Л	ВС	ВС	-	У	Н	643
Им. Костенко	$К_{12}$	>6,5	0-12	600	15234нет	С	НУ	Л	С	НС	-	У	Н	57952
Им. 50-летия Октябрьской революции	$К_{12}$	>6,5	0-12	500	15234нет	С	НУ	Л	П	НС	-	У	Н	50038

Шахта, шахтоуправление	Пласт	Средняя вынимаемая мощность пласта, м	Угол падения, градус	Глубина разработки пласта, м	Строение пласта	Слеживаемость пород непосредственной кровли	Устойчивость обнажений кровли	Обрушаемость кровли	Сопротивляемость почвы вдавливанию	Дизъюнктивная нарушенность пласта	Опасность по горным ударам	Газообильность	Обводненность	Запасы угля, тыс. т
"Алардинская"	23	4,5-6,5	13-18	130	15234нет	Т	У	Т	П	С	-	Ш	Н	6453
		4,5-6,5	19-24	130	15234нет	Т	У	Т	П	С	-	Ш	Н	900
	29	3,5-4,5	13-18	130	1523нет	Т	СУ	Л	С	Б	-	Ш	Н	527
		4,5-6,5	13-18	130	15234нет	Т	СУ	Л	С	Б	-	Ш	Н	8000
		4,5-6,5	19-24	130	15234нет	Т	СУ	Л	С	Б	-	Ш	Н	913
Б а й д а е в с к и й р а й о н														
"Юбилейная"	29а	3,5-4	0-12	300	123нет	-	СУ	Л	П	М	-	1У	Н	6650
"Байдаевская"	29а	3,5-4,5	0-12	430	123нет	-	СУ	Л	П	НС	+	1У	Н	1600
		3,5-4,5	13-18	430	123нет	-	СУ	Л	П	НС	+	1У	Н	5060
		3,5-4,5	19-24	430	123нет	-	СУ	Л	П	НС	+	1У	Н	2970
		3,5-4,5	25-35	430	123нет	-	СУ	Л	П	НС	+	1У	Н	1500
"Зыряновская"	29а	3,5-4	0-12	150	123нет	-	СУ	Л	П	М	-	1У	Н	4000
		3,5-4	13-18	150	123нет	-	СУ	Л	П	М	-	1У	Н	6713
"Новокузнецкая"	29а	3,5-4,5	0-12	280	123нет	-	СУ	Л	П	ВС	-	Ш	Н	9200

Шахта, шахтоуправление	Пласт	Средняя вынимаемая мощность пласта, м	Угол падения, градус	Глубина разработки пласта, м	Строение пласта	Слеживаемость пород непосредственной кровли	Устойчивость обнажений кровли	Обрушаемость кровли	Сопротивляемость почвы вдавливанию	Дизъюнктивная нарушенность пласта	Опасность по горным ударам	Газообильность	Обводненность	Запасы угля, тыс. т
"Актасс-кая"	$К_7$	3,5-4,5	0-12	365	1523нет	Т	НУ	Т	С	Б	-	У	Н	2536
	$К_7$	3,5-4,5	13-18	365	1523нет	Т	НУ	Т	С	Б	-	У	Н	2483
	$К_7$	3,5-4,5	19-24	365	1523нет	Т	НУ	Т	С	Б	-	У	Н	2782
	$К_7$	3,5-4,5	25-35	365	1523нет	Т	НУ	Т	С	Б	-	У	Н	5798
Им. 50-летия СССР	$К_{12}$	4,5-6,5	0-12	340	15234нет	Т	НУ	Л	ВС	ВС	-	У	0	13200
	$К_{12}$	4,5-6,5	13-18	340	15234нет	Т	НУ	Л	ВС	ВС	-	У	0	10600
	$К_{12}$	4,5-6,5	19-24	340	15234нет	Т	НУ	Л	ВС	ВС	-	У	0	1100
	$К_{12}$	4,5-6,5	25-35	340	15234нет	Т	НУ	Л	ВС	ВС	-	У	0	1900
	$К_{12}$	>6,5		340	15234нет	Т	НУ	Л	ВС	ВС	-	У	0	6100
	$К_{12}$	>6,5		340	15234нет	Т	НУ	Л	ВС	ВС	-	У	0	5100
Чурубай-Нуринский район														
"Чурубай-Нуринская"	$К_{10}$	3,5-4,5	13-18	290	1523нет	С	НУ	Л	С	ВС	-	1У	0	2000
	$К_{10}$	3,5-4,5	19-24	290	1523нет	С	НУ	Л	С	ВС	-	1У	0	6596
	$К_{10}$	3,5-4,5	25-35	290	1523нет	С	НУ	Л	С	ВС	-	1У	0	2660

Шахта, шахтоуправление	Пласт	Средняя вынимаемая мощность пласта, м	Угол падения, градус	Глубина разработки пласта, м	Строение пласта	Слеживаемость пород непосредственной кровли	Устойчивость обнажений кровли	Обрушаемость кровли	Сопротивляемость почвы вдавливанию	Дизъюнктивная нарушенность пласта	Опасность по горным ударам	Газообильность	Обводненность	Запасы угля, тыс. т
"Сокурская"	$К_{12}$	3,5-4,5	0-12	500	1523нет	С	СУ	Л	П	ВС	-	У	О	3355
	$К_{12}$	3,5-4,5	19-24	500	1523нет	С	СУ	Л	П	ВС	-	У	О	310
	$К_{12}$	3,5-4,5	25-35	500	1523нет	С	СУ	Л	П	ВС	-	У	О	432
	$К_{12}$	4,5-6,5	0-12	500	15234нет	С	СУ	Л	П	ВС	-	У	О	10005
	$К_{12}$	4,5-6,5	13-18	500	15234нет	С	СУ	Л	П	ВС	-	У	О	10313
	$К_{12}$	4,5-6,5	19-24	500	15234нет	С	СУ	Л	П	ВС	-	У	О	1967
	$К_{12}$	4,5-6,5	25-35	500	15234нет	С	СУ	Л	П	ВС	-	У	О	8008
"Саранская"	$К_{12}$	4,5-6,5	0-12	420	15234нет	Т	У	Л	С	ВС	-	У	Н	2982
	$К_{12}$	4,5-6,5	13-18	420	15234нет	Т	У	Л	С	ВС	-	У	Н	18400
	$К_{12}$	4,5-6,5	19-24	420	15234нет	Т	У	Л	С	ВС	-	У	Н	54
	$К_{12}$													
	$К_{7}$	3,5-4,5	13-18	420	1523нет	С	НУ	Т	С	ВС	-	У	Н	9626
	$К_{7}$	3,5-4,5	19-24	420	1523нет	С	НУ	Т	С	ВС	-	У	Н	1417
"Актасская"	$К_{12}$	4,5-6,5	0-12	540	15234нет	С	НУ	Л	ВС	Б	-	У	Н	1238
	$К_{12}$	4,5-6,5	13-18	540	15234нет	С	НУ	Л	ВС	Б	-	У	Н	7472
	$К_{12}$	4,5-6,5	19-24	540	15234нет	С	НУ	Л	ВС	Б	-	У	Н	1186
	$К_{12}$	4,5-6,5	25-35	540	15234нет	С	НУ	Л	ВС	Б	-	У	Н	1148

Шахта, шахтоуправление	Пласт	Средняя вынимаемая мощность пласта, м	Угол падения, градус	Глубина разработки пласта, м	Строение пласта	Слеживаемость пород непосредственной кровли	Устойчивость обнажений кровли	Обрушаемость кровли	Сопротивляемость почвы вдавливанию	Дизъюнктивная нарушенность пласта	Опасность по горным ударам	Газообильность	Обводненность	Запасы угля, тыс. т
Тентекский район														
"Казахстанская"	$Д_6$	3,5–4,5	13–18	340	1523нет	Л	НУ	Л	П	ВС	–	У	Н	350
	$Д_6$	4,5–6,5	0–12	340	15234да	Л	НУ	Л	П	ВС	–	У	Н	1850
	$Д_6$	4,5–6,5	13–18	340	15234да	Л	НУ	Л	П	ВС	–	У	Н	28365
Им. Ленина	$Д_6$	4,5–6,5	0–12	360	15234да	Л	НУ	Л	П	ВС	–	У	Н	38628
	$Д_6$	4,5–6,5	13–18	360	15234да	Л	НУ	Л	П	ВС	–	У	Н	7620
	$Д_6$	4,5–6,5	19–24	360	15234да	Л	НУ	Л	П	ВС	–	У	Н	8240
	$Д_6$	4,5–6,5	25–35	360	15234да	Л	НУ	Л	П	ВС	–	У	Н	2400
Челябинский бассейн, Коркинский район														
"Коркинская"	Чумлякский	3,5–4,5	0–12	450	1523нет	С	НУ	Л	С	М	+	Ш	Н	1000
		3,5–4,5	13–18	450	1523нет	С	НУ	Л	С	М	+	Ш	Н	106
		4,5–6,5	0–12	450	15234да	С	НУ	Л	С	М	+	Ш	Н	100
		4,5–6,5	13–18	450	15234да	С	НУ	Л	С	М	+	Ш	Н	300
		4,5–6,5	19–24	450	15234да	С	НУ	Л	С	М	+	Ш	Н	350
		>6,5	0–12	450	15234да	С	НУ	Л	С	М	+	Ш	Н	3330
		>6,5	13–18	450	15234да	С	НУ	Л	С	М	+	Ш	Н	2374

Шахта, шахтоуправление	Пласт	Средняя вынимаемая мощность пласта, м	Угол падения, градус	Глубина разработки пласта, м	Строение пласта	Слеживаемость пород непосредственной кровли	Устойчивость обнажений кровли	Обрушаемость кровли	Сопротивляемость почвы вдавливанию	Дизъюнктивная нарушенность пласта	Опасность по горным ударам	Газообильность	Обводненность	Запасы угля, тыс. т
"Чурубай-Нуринская"	$К_{13}$	3,5-4,5	19-24	290	1523нет	С	НУ	Л	П	ВС	-	1У	0	2500
	$К_{13}$	3,5-4,5	25-35	290	1523нет	С	НУ	Л	П	ВС	-	1У	0	2700
"Абайская"	$К_{12}$	3,5-4,5	13-18	300	1523нет	С	НУ	Л	С	ВС	-	1У	0	7857
	$К_{12}$	3,5-4,5	19-24	300	1523нет	С	НУ	Л	С	ВС	-	1У	0	1148
	$К_{12}$	4,5-6,5	13-18	300	15234нет	С	НУ	Л	С	ВС	-	1У	0	5608
	$К_{12}$	4,5-6,5	19-24	300	15234нет	С	НУ	Л	С	ВС	-	1У	0	175
	$К_{12}$	4,5-6,5	25-35	300	15234нет	С	НУ	Л	С	ВС	-	1У	0	230
"Шахтинская"	$Д_6$	3,5-4,5	13-18	340	1523нет	Т	НУ	Т (Л)	П	ВС	-	У	0	12000
	$Д_6$	3,5-4,5	19-24	340	1523нет	Т	НУ	Т (Л)	П	ВС	-	У	0	12000
	$Д_6$	3,5-4,5	25-35	340	1523нет	Т	НУ	Т (Л)	П	ВС	-	У	0	8474
	$Д_6$	4,5-6,5	0-12	340	15234нет	С	НУ	Т	П	ВС	-	У	0	9209
	$Д_6$	4,5-6,5	13-18	340	15234нет	С	НУ	Т	П	ВС	-	У	0	7900
	$Д_6$	4,5-6,5	19-24	340	15234нет	С	НУ	Т	П	ВС	-	У	0	7900
"Молодежная"	$Д_6$	3,5-4,5	0-12	150	1523нет	С	НУ	Л	С	ВС	-	Ш	0	4100
	$Д_6$	3,5-4,5	13-18	150	1523нет	С	НУ	Л	С	ВС	-	Ш	0	10000
	$Д_6$	3,5-4,5	19-24	150	1523нет	С	НУ	Л	С	ВС	-	Ш	0	2308
	$Д_6$	3,5-4,5	25-35	150	1523нет	С	НУ	Л	С	ВС	-	Ш	0	1940

Шахта, шахтоуправление	Пласт	Средняя вынимаемая мощность пласта, м	Угол падения, градус	Глубина разработки пласта, м	Строение пласта	Слеживаемость пород непосредственной кровли	Устойчивость обнажений кровли	Обрушаемость кровли	Сопротивляемость почвы вдавливанию	Дизъюнктивная нарушенность пласта	Опасность по горным ударам	Газообильность	Обводненность	Запасы угля, тыс. т
"Батуринская"	Восточно-Батуринский	4,5–6,5	13–18	450	156да	Л	НУ	Л	ВС	ВС	–	1У	Н	1314
		4,5–6,5	19–24	450	156да	Л	НУ	Л	ВС	ВС	–	1У	Н	2540
		> 6,5	13–18	450	156да	Л	НУ	Л	ВС	ВС	–	1У	Н	2438
		> 6,5	19–24	450	156да	Л	НУ	Л	ВС	ВС	–	1У	Н	1982
		> 6,5	25–35	450	156да	Л	НУ	Л	ВС	ВС	–	1У	Н	948

Шахта, шахтоуправление	Пласт	Средняя вынимаемая мощность пласта, м	Угол падения, градус	Глубина разработки пласта, м	Строение пласта	Слеживаемость пород непосредственной кровли	Устойчивость обнажений кровли	Обрушаемость кровли	Сопротивляемость почвы вдавливанию	Дизъюнктивная нарушенность пласта	Опасность по горным ударам	Газообильность	Обводненность	Запасы угля, тыс. т
"Коркинская"	Подчумлякский	3,5–4,5	0–12	470	1523нет	Т	НУ	Л	С	М	–	Ш	Н	1711
		3,5–4,5	13–18	470	1523нет	Т	НУ	Л	С	М	–	Ш	Н	50
		4,5–6,5	0–12	470	15234нет	Т	НУ	Л	С	М	–	Ш	Н	136
		4,5–6,5	13–18	470	15234нет	Т	НУ	Л	С	М	–	Ш	Н	944
		4,5–6,5	19–24	470	15234нет	Т	НУ	Л	С	М	–	Ш	Н	1084
		4,5–6,5	25–35	470	15234нет	Т	НУ	Л	С	М	–	Ш	Н	156
		>6,5	0–12	470	15234нет	Т	НУ	Л	С	М	–	Ш	Н	11004
		>6,5	13–18	470	15234нет	Т	НУ	Л	С	М	–	Ш	Н	3431
		>6,5	19–24	470	15234нет	Т	НУ	Л	С	М	–	Ш	Н	4993
		>6,5	25–35	470	15234нет	Т	НУ	Л	С	М	–	Ш	Н	385
Е м а н ж е л и н с к и й р а й о н														
"Батуринская"	Восточно-Батуринский	3,5–4,5	0–12	450	1523нет	Л	НУ	Л	ВС	ВС	–	1У	Н	755
		3,5–4,5	13–18	450	1523нет	Л	НУ	Л	ВС	ВС	–	1У	Н	1490
		3,5–4,5	19–24	450	1523нет	Л	НУ	Л	ВС	ВС	–	1У	Н	788
		3,5–4,5	25–35	450	1523нет	Л	НУ	Л	ВС	ВС	–	1У	Н	1839

Литература

1. Изучение геомеханических условий разработки мощных пологих пластов Карагандинского бассейна. Отчет по теме 0202030202. Фонд ВНИМИ, 1978. 68 с.

2. Проведение полевых испытаний и обобщение данных о механических свойствах вмещающих пород и углей мощных пологих пластов в Кузнецком и Челябинском бассейнах. Отчет по теме 0202030203. Фонд ВНИМИ, 1979. 94 с.

3. Исследование проявлений горного давления при разработке мощных пологих пластов с механизированными крепями системой наклонных слоев. Отчет по теме 0201030101. Фонд ВНИМИ, 1976. 100 с.

4. Исследовать проявления горного давления при разработке мощных пологих пластов с механизированными крепями на полную мощность. Отчет по теме 0202030102. Фонд ВНИМИ, 1977. 120 с.

5. Исследование проявлений горного давления при промышленных испытаниях секций крепи М-136 в условиях шахты "Распадская" Кузнецкого бассейна. Отчет по теме 0202030100. Фонд ВНИМИ, 1979. 33 с.

6. Изучение особенностей проявлений горного давления при выемке мощных пологих пластов после их подработки и надработки. Отчет по теме 0202030103. Фонд ВНИМИ, 1979. 167 с.

7. Обобщить результаты исследований проявлений горного давления в нарезных выработках при слоевой выемке мощных пологих пластов. Отчет по теме 0202030104. Фонд ВНИМИ, 1980. 276 с.

8. Эксплуатация механизированных крепей и пути их совершенствования. Под. общ. ред. С. Т. Кузнецова. М. : Недра, 1976. 190 с.

9. Отраслевой стандарт. Породы горные, метод комплексного экспресс-определения пределов прочности при одноосном растяжении и сжатии. 1979. 15 с. (Минуглепром СССР).

10. Единая классификация горногеологических условий подземной добычи угля комплексами оборудования для пластов с углами падения до 35° (тема 171/74). Улан-Батор. Постоянная комиссия СЭВ по угольной промышленности. 1977, 62 с.

11. Рекомендации по выбору параметров управления кровлей, крепей и конструктивных элементов основных систем разработки для мощных пологих угольных пластов. Л. : 1976, 32 с. (ВНИМИ).

12. Левинтант Р. Г., Гапанович Л. Н. Исследование проявлений горного давления при разработке уступным забоем пологого пласта мощностью 7,5 м. – Сб. : Технология и средства комплексной механизации и автоматизации очистных работ, вып. 172. М. : 1979, с. 94-99. (ИГД им. А. А. Скочинского).

13. Беличенко Д. М. Вывод формул суммарной и удельной поверхности минеральных составляющих грунта. М. –Л. : Строительство дорог, 1939, № 7, с. 30–32.

14. Гайдуков Ю. Г. Исследование области и условий эффективного применения механизированных комплексов в наклонных слоях при разработке мощных пологих пластов Челябинского бассейна: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М. : 1972. 15 с. (ИГД им. А. А. Скочинского).

15. Указания по определению условий безопасной выемки угля под водными объектами и их охране. Л. : 1977. 56 с. (ВНИМИ).

16. Указания по совершенствованию управления горным давлением при слоевой выемке мощных пологих пластов с применением механизированных комплексов. Л. : 1975. 31 с. (ВНИМИ).

17. Временное руководство по применению технологических схем бесцеликовой выемки угольных пластов, склонных к самовозгоранию на шахтах Карагандинского бассейна. Караганда: 1976. 24 с (КНИУИ).

18. Прогрессивные технологические схемы разработки пластов на угольных шахтах. М. : 1979. 331 с. (Минуглепром СССР).

19. Типовые паспорта охраны, крепления и поддержания подготовительных выработок без целиков. Л. : 1980. 105 с. (ВНИМИ).

О Г Л А В Л Е Н И Е

1. ВВЕДЕНИЕ 3

2. ТИПИЗАЦИЯ ГОРНОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЗРАБОТКИ МОЩНЫХ ПЛАСТОВ С УГЛАМИ ПАДЕНИЯ ДО 35°. 5

2. 1. Принципы разделения пластов по их строению, физико-механическим свойствам и условиям залегания. . . 5
2. 2. Определение типовых горногеологических условий разработки мощных пластов 10
2. 3. Выбор систем разработки для типовых условий. . . 12

3. ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЙ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ В ТИПОВЫХ УСЛОВИЯХ 16

3. 1. Выемка пластов сразу на полную мощность 16
3. 2. Выемка пластов наклонными слоями 19
3. 3. Влияние надработки и подработки пласта на управление кровлей в очистном забое 27
3. 4. Слоевые подготовительные выработки 28

4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ПАРАМЕТРОВ УПРАВЛЕНИЯ ГОРНЫМ ДАВЛЕНИЕМ 32

4. 1. Выемка пластов сразу на полную мощность 32
4. 2. Выемка пластов наклонными слоями 35
4. 3. Подработка пластов 37
4. 4. Слоевые подготовительные выработки 38

П р и л о ж е н и е. Распределение промышленных запасов угля в пластах мощностью более 3,5 м с углом падения до 35° по условиям разработки, строению и свойствам пласта и вмещающих пород 43

Литература 60

С о с т а в и т е л и

Научный руководитель

канд. техн. наук Ю. В. ГРОМОВ

Ответственные исполнители

кандидаты техн. наук Ю. Н. БЫЧКОВ, В. П. КРУГЛИКОВ,

инж. В. А. АНДРАНОВИЧ

Редактор В. Д. Вакуленко
Художественный редактор С. А. Филимонова

Подписано к печати 9. 07. 81 г. М-29925.
Формат бумаги 60x90/16. Объем 4 п. л. Тираж 200.
Заказ 62. Бесплатно.
Печатный цех ВНИМИ

УДК 622.031.4:622.273:622.83

Методические указания по определению параметров управления горным давлением в типовых горногеологических условиях разработки мощных пологих пластов. Л., 1981, 63 с. (М-во угольной пром-сти СССР. Всесоюз. науч.-исслед. ин-т горн. геомех. и маркшейд. дела)

МОЩНЫЕ ПОЛОГИЕ ПЛАСТЫ, ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, ТИПИЗАЦИЯ, ГОРНОЕ ДАВЛЕНИЕ, ПАРАМЕТРЫ КРЕПЕЙ, РЕКОМЕНДАЦИИ

Составлены на основе изучения и систематизации геомеханических характеристик мощных пологих пластов в основных угольных бассейнах страны, а также обобщения и анализа результатов исследования проявлений горного давления и взаимодействия крепей с боковыми породами в очистных и подготовительных выработках при выемке пластов сразу на полную мощность и наклонными слоями, в том числе после их подработки.

Ил. 9, табл. 6, библиогр. 19.

gost.e-ecolog.ru