

МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УДАРООПАСНОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ И ПОРОД

1. Основные понятия и определения

1.1. Горный удар — хрупкое разрушение угольного целика, краевой части пласта или боковых пород, находящихся в предельно напряженном состоянии, проявляющееся в виде отброса или выдавливания угля (породы) в горные выработки и приводящее к повреждению горной крепи, смещению машин, оборудования и нарушению технологического процесса.

Удар возникает внезапно, сопровождается резким звуком, сотрясением горного массива, образованием большого количества пыли и воздушной волной. На газоносных угольных пластах удар приводит к повышенному газовыделению, а на крутых пластах может вызвать обрушение или высыпание угля.

Микроудар — осыпание угля (породы) в горные выработки без нарушения технологического процесса, сопровождаемое резким звуком, сотрясением горного массива, образованием пыли, а на газоносных пластах — газовыделением.

Толчок — разрушение пласта угля (породы) в глубине массива без отброса в горную выработку, сопровождающееся звуком, сотрясением массива, образованием пыли, а на газоносных пластах — газовыделением.

Стреляние — разрушение и отскакивание кусков угля (породы) на обнаженных участках массива, сопровождаемое резким звуком.

Горный удар с разрушением пород почвы (кровли) выработки — хрупкое разрушение слоя породы почвы (кровли) выработки в результате превышения предела прочности его в условиях изгиба со сжатием. Сопровождается заполнением выработки разрушенным материалом, повреждением механизмов и оборудования, сильным звуком, сотрясением и пылеобразованием, а на газоносных пластах — повышенным газовыделением.

Горно-тектонический удар вызывается воздействием энергии сейсмических волн от толчкообразного деформирования горного массива, в том числе техногенных землетрясений, и проявляется в виде горных ударов на нескольких участках шахтного поля или группы шахт. Горно-тектонический удар сопровождается сильными сотрясениями массива, резким звуком, образованием пыли и воздушными волнами.

Угрожаемый пласт — пласт, обладающий высокими упругими свойствами и склонностью к хрупкому разрушению в условиях повышенных концентраций напряжений. Угрожаемые каменноугольные и антрацитовые пласты, как правило, залегают в боковых породах (песчаниках) прочностью более 80 МПа, склонных к зависанию в очистных забоях на больших площадях. Мощные бурогоугольные пласты могут быть угрожаемыми по ударам при наличии слабых боковых пород.

Опасный пласт — пласт, имеющий все признаки угрожаемого пласта, на котором в пределах данного этажа (яруса) шахтного поля происходили горные удары, микроудары или были выявлены участки с категориями ОПАСНО.

Целик — участок опасного, угрожаемого или неопасного угольного пласта, оконтуренный отдельными выработками, выработанным пространством или геологическим нарушением не менее чем с двух противоположных сторон, а наименьший его размер в плоскости напластования не превышает величину зоны опорного давления.

Передовыми выработками следует считать выработки, соединяющие вентиляционный и откаточный горизонты выемочных столбов, а также капитальные пластовые выработки, которые впоследствии попадут в зону опорного давления от действующих очистных забоев.

Оценка склонности пласта к горным ударам — предварительное, как правило, на стадии геологоразведочных работ прогнозирование возможности возникновения горных ударов на данном шахтном поле в процессе ведения горных работ на основе анализа показателей: глубины залегания, механических свойств, мощности и тектонической нарушенности пласта и боковых пород.

Региональный прогноз — выявление геодинамически опасных зон на значительных площадях, соизмеримых с размерами шахтного поля, в пределах всего месторождения. Региональный прогноз осуществляется непрерывно с помощью сейсмостанций, предназначенных для этой цели.

Локальный прогноз удароопасности (прогноз удароопасности участка пласта) — определение на конкретном участке (забой, целик, выработка) относительной величины повышенной напряженности краевой части массива.

Участки пласта делятся на две категории — ОПАСНО и НЕОПАСНО.

Зона опорного давления l — краевая часть пласта вокруг выработки (очистной, подготовительной), в пределах которой уровень напряжений выше, чем в нетронутом массиве.

Защитная зона n — разгруженная от напряжений краевая часть угольного пласта в результате применения локальных противоударных мероприятий, обеспечивающая изменение механических свойств угля и безопасное ведение горных работ.

Локальная выемка защитного пласта — первоочередная отработка ограниченного участка угольного пласта в целях создания безопасных условий ведения горных работ на отдельных участках смежных удароопасных пластов.

Защитный пласт — угольный пласт (слой породы), отработка которого обеспечивает безопасность работ в отношении горных ударов на защищаемом пласте либо создает частичную разгрузку, облегчающую применение других способов борьбы с горными ударами на защищаемом пласте.

Зона разгрузки — часть области влияния очистной выработки защитного пласта, в пределах которой напряжения, действующие перпендикулярно напластованию, меньше соответствующих напряжений в нетронутом массиве.

Защищенная зона — часть области разгрузки, в пределах которой не происходит динамических явлений при разработке удароопасного защищаемого пласта.

Углы защиты $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ и δ_i — углы, разделяющие неопасные и опасные участки под- или надрабатываемого пласта.

Углы давления φ_1, φ_2 и φ_i — углы, оконтуривающие опасные участки на подработанном пласте.

Критическая мощность m_0 — мощность защитного пласта, начиная с которой дальнейшее ее уменьшение приводит к увеличению углов давления и уменьшению защищенной зоны.

Зона повышенного горного давления (зона ПГД) — часть угольного массива и боковых пород, испытывающая повышенные напряжения, передаваемые краевыми частями, отдельными оставленными целиками или другими концентраторами, расположенными на смежном пласте (пластах).

Зона влияния геологического нарушения — локальный участок угольного пласта (боковых пород), примыкающий к геологическому нарушению, в пределах которого изменены механические свойства и напряженное состояние горного массива.

Геодинамическое районирование — метод диагностики горного массива, позволяющий выявлять его блочную структуру, оценивать и прогнозировать напряженное и газогидродинамическое состояние.

2. Определение основных геологических и горно-технических факторов

Удароопасность пластов определяют следующие геологические факторы:
значительная глубина залегания;

наличие в кровле мощных слоев прочных песчаников;

склонность краевой части угольного пласта к упругому деформированию и хрупкому разрушению, зависящая от прочностных и фазово-физических свойств угля;

отсутствие в непосредственной кровле и почве на контактах с пластом слабых пластических слоев пород;

тектоника месторождения и характер нарушенности угольных пластов.

В результате предварительной разведки месторождения (шахтного поля), выполняемой геологоразведочными организациями, дается начальный прогноз об удароопасности пластов.

На начальной стадии пласт считается склонным к горным ударам, если:

выход керна составляет 85-100 %;

уголь крепкий (коэффициент крепости $f_i \geq 1$), представленный более чем на 80 % матовыми и полуматовыми петрографическими разновидностями. Пласты, склонные к горным ударам, отличаются однородностью, монолитностью и, как правило, не содержат слабых пачек.

Влияние основных геологических факторов на удароопасность каменноугольных и антрацитовых пластов оценивают по комплексному критерию

$$P = P_1 + P_2 + P_3,$$

где P_1, P_2, P_3 — баллы, определяемые по табл. 1.1.

Таблица 1.1

Глубина залегания пласта, м	Балл P_1	Прочность пород кровли мощностью 10 м, МПа	Балл P_2	Мощность основной кровли, м	Балл P_3
150	1,0	80-100	1,0	10	1,0
200	2,5	150	1,5	15	1,5
250	3,0	200	2,0	20	2,0
300	3,5	250	2,5	25	2,5
350	4,0	300	3,0	30	3,0
400	4,5			35	3,5
450	5,0			40	4,0
500	5,5			45	4,5
≥550	6,0			50	5,0
				55	5,5
				60	6,0

Каменноугольные и антрацитовые пласты относятся к угрожаемым по горным ударам при $P \geq 3$.

При $P = 3$ минимальная глубина залегания пласта составляет 150 м, прочность пород основной кровли на одноосное сжатие 80 МПа, мощность монолитного слоя основной кровли 10 м.

В процессе ведения горных работ проявлениями удароопасности пластов являются толчки, стрельяния и микроудары в очистных и подготовительных забоях при работе выемочных машин, отбойных молотков, бурении и взрываний шпуров.

3. Определение склонности угольных пластов к горным ударам

На стадии геологоразведочных и проектных работ, выполняемых до детальной геологической разведки шахтного поля или его отдельного участка, применяется оценка потенциальной удароопасности пласта по коэффициенту удароопасности K .

Коэффициент удароопасности находят из соотношения

$$K = \varepsilon_y / \varepsilon_n \cdot 100\%,$$

где ε_y — упругая относительная деформация краевой части пласта угля при искусственно создаваемой с помощью давяльной установки нагрузке, составляющей 75-80 % от разрушающей;

ε_n — полная относительная деформация.

Для условий Кузбасса значение коэффициента K определяют по графику в зависимости от прочности угля (рис. 1.1).

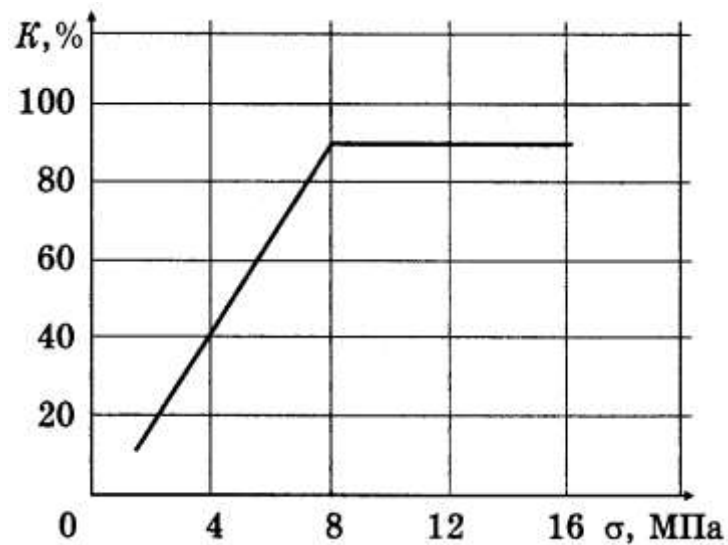


Рис. 1.1. График зависимости показателя удароопасности K прочности угля σ

При $K \geq 70\%$ угольный пласт считают потенциально удароопасным. В этом случае при составлении проектной и рабочей документации, а также при ведении работ на этом пласте необходимо предусматривать меры, требуемые настоящей Инструкцией в отношении пластов, опасных по горным ударам. Степень удароопасности угольного пласта в дальнейшем должна уточняться в соответствии с требованиями п. 1.5 Инструкции.

Угольные пласты, состоящие из нескольких слоев разного петрографического типа, условно представляют в виде двух пачек: слабой и крепкой. В слабую пачку включают слои, прочность которых меньше или равна 0,6 по шкале проф. Протодяконова, а в крепкую — с прочностью более 0,6.

Прочность угля каждой пачки определяют как средневзвешенную по мощности слоев.

Прочность угольного пласта в целом f рассчитывают по формуле

$$f = \frac{f_{кр}}{1 + (f_{кр} / f_{сл} - 1) \cdot m_{сл} / m},$$

где $f_{кр}$ и $f_{сл}$ — прочность пачек соответственно крепкого и слабого угля;

m — мощность пласта;

$m_{сл}$ — мощность пачки со слабым углем. При определении коэффициента удароопасности прочность угля рассчитывают по формуле $\sigma = 100 \cdot f$.

Коэффициент удароопасности пласта, сложенного равнопрочными пачками угля, может быть определен непосредственно по формуле

$$K_{п} = \frac{K_{кр}}{1 + (K_{кр} / K_{сл} - 1) \cdot m_{сл} / m},$$

где $K_{кр}$ и $K_{сл}$ — коэффициенты удароопасности соответственно крепкой и слабой пачек пласта.

Для определения склонности угольных пластов к горным ударам может быть использован показатель интенсивности разрушения $K_{п}$ в виде отношения запредельной работы упругой деформации к допредельной. Такое определение производится ВНИМИ или другой организацией, имеющей соответствующую лицензию Госгортехнадзора России и необходимое оборудование. Для этой цели в шахтных условиях на крупногабаритных образцах размером не менее 40x40x80 см с помощью гидродомкратов получают полные диаграммы прочности угольного массива (рис. 1.2). Из точки перегиба A на диаграмме проводят прямую AD , параллельную участку упругого деформирования OE , и опускают перпендикуляр AC .

Из точки C проводят прямую CB , параллельную OE , до пересечения с кривой диаграммы в точке B . Отношение площадей $A_2 : A_1 = K_{п}$ является показателем склонности пласта к горным ударам. Если $K_{п} = 1$, то угольный пласт склонен к пластическому деформированию, при $K_{п} = 0$ происходит идеально хрупкое разрушение. Пласт является склонным к горным ударам при $K_{п} < 0,9$.

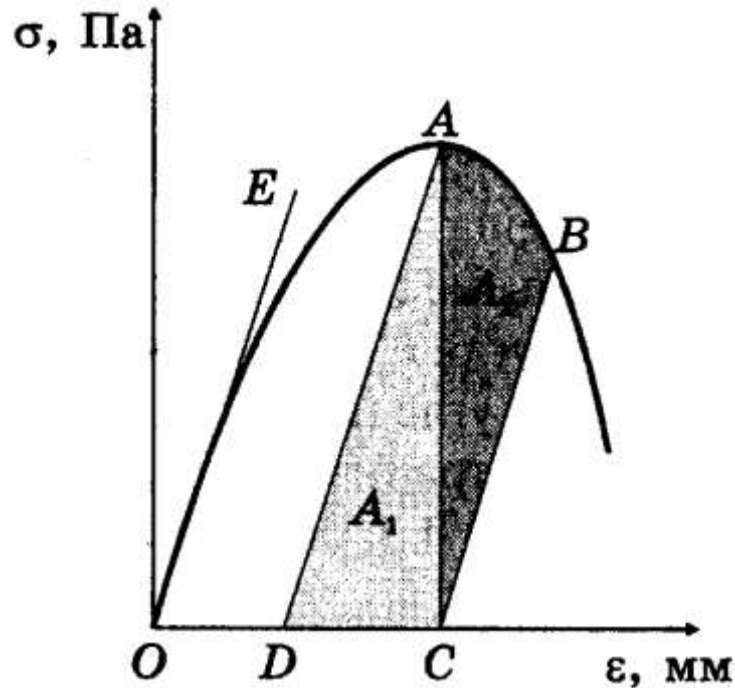


Рис. 1.2. Схема определения коэффициента интенсивности разрушения угольного пласта:
 σ — напряжения; ϵ — деформация

На пластах сложного строения, представленных разнопрочными угольными пачками или разделенными прочными породными прослоями, прогноз удароопасности отдельных участков следует проводить по наиболее прочным угольным пачкам. При разнице в прочности слоев угля и пород в четыре раза и суммарной мощности породных прослоев, составляющей 40 % от общей мощности пласта, такой участок не является удароопасным.

4. Выявление пластов, склонных к горным ударам, одновременно склонных к горным ударам и внезапным выбросам угля и газа на основе информации о фазово-физических свойствах угля

4.1. Определение склонности пластов к горным ударам и выбросам на основе информации о фазово-физических свойствах угля.

4.2. Определение склонности пластов к горным ударам и выбросам на основе информации о фазово-физических свойствах угля проводится на стадии разведки месторождения, строительства и эксплуатации шахт с использованием четырех показателей:

структурный показатель ($G_{\text{мг}}$), отражающий доленое участие сорбционного порового объема угля в общей пористости;

максимальная гигроскопическая влагоемкость ($W_{\text{мг}}$), равная максимальному количеству физически связанной влаги, которую может вмещать и удерживать сорбционный объем порового пространства угля; соответствует полному водонасыщению сорбционного объема порового пространства;

полная влагоемкость ($W_{\text{мг}}$), равная максимальному количеству влаги, которую уголь может вмещать и удерживать в полном (сорбционном и фильтрационном) объеме порового пространства;

естественная влажность угля ($W_{\text{е}}$), равная фактическому количеству влаги, содержащемуся в угле на участке опробования.

4.3. Каменноугольные и антрацитовые пласты являются склонными к горным ударам при $G_{\text{мг}} > 0,5$, склонными к внезапным выбросам угля и газа при $G_{\text{мг}} < 0,5$.

4.4. Каменноугольные и антрацитовые пласты являются неопасными по горным ударам и выбросам при $W_{\text{е}} > W_{\text{мг}}$, при обратном соотношении возможна динамическая опасность при наличии других факторов, определяющих ее возникновение.

4.5. Буроугольные пласты склонны к горным ударам при $W_{\text{е}} > 0,85 \cdot W_{\text{мг}}$.

4.6. Определение фазово-физических свойств угля производится посредством отбора бороздовых проб с обнажения пласта или проб угля из шпуров и скважин. Методика апробирования и лабораторных анализов изложена в Методических указаниях по прогнозированию динамических явлений на угольных пластах по их фазово-физическим свойствам (Л.: Изд. ВНИМИ, 1981).

4.7. На пластах сложного строения для определения их склонности к горным ударам пробы отбирают из крепких пачек угля, склонности к выбросам — из слабых перемятых пачек.

Если пласт на 70 % и более по мощности представлен пачками угля, отвечающими условиям удароопасности, то его относят к угрожаемому по горным ударам (п. 2 приложения 1).

Наличие в таком пласте хотя бы одной пачки мощностью более 0,1 м, отвечающей условию выбросоопасности, дает основание относить его к пластам, одновременно склонным к горным ударам и внезапным выбросам угля и газа.

5. Прогноз удароопасности пород

На угольных месторождениях прогнозу удароопасности подлежат в первую очередь боковые породы с пределом прочности на одноосное сжатие более 80 МПа, залегающие на глубине более 500 м.

Порода является склонной к горным ударам, если имеется один из следующих признаков:

- в породе присутствует кварц;
- керновое бурение скважин со скоростью не более 50 мм/мин сопровождается делением керна на выпукло-вогнутые диски толщиной менее $\frac{1}{3}$ диаметра;
- соотношение предела прочности породы на сжатие к пределу прочности на растяжение превышает 25.

Прогнозирование по минералогическому составу, дискованию керна и соотношению пределов прочности на сжатие и растяжение рекомендуется осуществлять на стадиях геологоразведки и строительства шахт.

В целях уточнения результатов предварительного прогнозирования по керну при развитии горных работ на шахтах рекомендуется метод прогноза удароопасности пород непосредственно в выработках, основанный на оценке хрупкости краевой части породного массива вдавливанием жестких штампов. Оценка хрупкости производится с помощью гидравлических скважинных приборов БП-18.

Методика оценки хрупкости состоит в следующем. Перфоратором бурят скважины диаметром 60 мм. Забой каждой скважины шлифуют без доступа воды специальными коронками, имеющими сплошной контакт с породой. Минимальная глубина скважины 0,4 м. Прибор устанавливают в скважине, расклинивают с помощью гидравлического механизма, фиксируют исходные показатели манометра и индикаторов. Производят внедрение штампа до момента разрушения породы.

В процессе разрушения измеряют:

P_1 и P_2 — соответственно максимальное и минимальное давление в гидросистеме на момент начала и окончания разрушения, МПа;

h_1 — глубину внедрения штампа на момент разрушения, мм;

h_2 — глубину лунки в породе после разрушения, мм.

Коэффициент хрупкости вычисляют по формуле

$$K_{\text{хр}} = P_1 h_1 / P_2 h_2.$$

Минимально необходимое число определений коэффициента хрупкости — 10.

Породы, имеющие $K_{\text{хр}} \geq 3$, являются склонными к горным ударам. При $K_{\text{хр}} \leq 3$ породы не склонны к горным ударам.

ПРИКАЗ

по организации и территориальному органу Госгортехнадзора России

Гор. _____ № _____ от _____

На основании требований Инструкции по безопасному ведению горных работ на шахтах, разрабатывающих пласты, склонные к горным ударам (СПб., 1999), и заключения ВНИМИ утвердить список шахтопластов, отнесенных к опасным и угрожаемым по горным ударам.

Список шахтопластов, отнесенных к опасным

и угрожаемым по горным ударам

Шахта	Индекс и название пласта	Пласт		Глубина, начиная с которой пласт относится к опасным и угрожаемым
		угрожаемый	опасный	

Технический руководитель организации

*Начальник территориального органа
Госгортехнадзора России*

Приложение 2

ПОЛОЖЕНИЕ О КОМИССИИ ПО ГОРНЫМ УДАРАМ

1. Общие положения

1.1. Региональная (бассейновая) комиссия по горным ударам создается при производственном предприятии по добыче угля (акционерном обществе, ассоциации, концерне, корпорации или другом органе управления группой шахт)* в соответствии с требованиями Инструкции по безопасному ведению работ на шахтах, разрабатывающих пласты, склонные к горным ударам (далее — Инструкция), действующей на основании п. 168 Правил безопасности в угольных шахтах. Комиссия действует на основании настоящего Положения и Инструкции.

* Далее — предприятие.

1.2. Состав региональной (бассейновой) комиссии (далее — комиссия) ежегодно утверждается приказом по предприятию. В необходимых случаях в состав комиссии включаются специалисты самостоятельных угольных шахт (независимо от их форм собственности).

Рекомендуемый численный состав комиссии — не более 10—12 человек. Председателем комиссии является технический директор (технический руководитель, главный инженер) предприятия. Заместителем председателя комиссии назначается заместитель технического директора.

Членами комиссии назначаются ведущие специалисты предприятия, соответствующего территориального органа Госгортехнадзора России, а также специалисты ВНИМИ, отраслевого бассейнового технологического и проектного институтов, а также другие специалисты по предложению председателя комиссии.

Во всех случаях, когда на шахтах имеются пласты угля, одновременно склонные к горным ударам и внезапным выбросам угля и газа, в комиссию включаются соответствующие специалисты ВостНИИ.

1.3. Работа комиссии проводится на основе годового плана, который принимается на заседании комиссии и утверждается ее председателем.

1.4. Комиссия подготавливает предложения по обеспечению безопасности работ в особо сложных горно-геологических и горно-технических условиях, в конкретных условиях ведения горных работ, а также в случаях, не предусмотренных Инструкцией.

Решения комиссии носят рекомендательный характер и оформляются протоколом, который подписывается председателем комиссии и ее секретарем.

При несогласии с принятым решением члены комиссии представляют в письменном виде особое мнение, которое приобщается к протоколу, о чем в протоколе делается соответствующая запись.

1.5. Принятые комиссией рекомендации по вопросам обеспечения безопасности работ на пластах, склонных к горным ударам, реализуются после их согласования с соответствующим территориальным органом Госгортехнадзора России.

Предложения комиссии по вопросам, не предусмотренным Инструкцией или требующим принятия специального решения, могут реализовываться после рассмотрения в Госгортехнадзоре России.

1.6. Вопросы для рассмотрения на комиссии по горным ударам вносятся руководством шахты или технической дирекцией предприятия. Для решения отдельных вопросов на заседании

комиссии могут приглашаться главные инженеры, главные маркшейдеры, главные технологи, руководители служб прогноза и борьбы с горными ударами шахт.

1.7. Подготовка и оформление материалов для рассмотрения вопросов на комиссии по горным ударам возлагается на техническую дирекцию предприятия.

2. Задачи и обязанности комиссии

2.1. Основными задачами комиссии по горным ударам являются:

2.1.1. Подготовка предложений по обеспечению безопасности работ на пластах, склонных к горным ударам, в особо сложных горно-геологических и горно-технических условиях, в конкретных условиях ведения горных работ.

2.1.2. Проведение единой технической политики в области прогноза и борьбы с горными ударами.

2.1.3. Контроль за выполнением научно-исследовательских, проектно-конструкторских и горно-экспериментальных работ по вопросам прогноза и предупреждения горных ударов, выполняемых на шахтах региона (бассейна).

2.2. Для выполнения указанных задач на комиссию по горным ударам возлагаются:

2.2.1. Ежегодное рассмотрение вопроса об отнесении к угрожаемым и опасным по горным ударам угольных пластов или отдельных шахтопластов месторождения.

2.2.2. Рассмотрение способов вскрытия, схем подготовки, систем разработки и порядка отработки угольных пластов в свите.

2.2.3. Рассмотрение технологических вопросов ведения очистных и подготовительных работ.

2.2.4. Рассмотрение вопросов организации служб прогноза и предотвращения горных ударов.

2.2.5. Рассмотрение руководств и методик по вопросам предупреждения горных ударов, разработанных по результатам научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и направленных на обеспечение безопасности при ведении горных работ в удароопасных условиях, в целях определения целесообразности проведения горно-экспериментальных работ и промышленных испытаний на шахтах, а также определения необходимых мер безопасности.

2.2.6. Рассмотрение результатов горно-экспериментальных работ и промышленных испытаний новых способов (методов) прогноза и предотвращения горных ударов, а также отчетов о выполнении соответствующих горно-экспериментальных работ.

2.2.7. Оказание методической помощи предприятиям при вводе в действие нормативных документов по безопасному ведению работ на пластах, опасных и угрожаемых по горным ударам.

2.2.8. Разработка предложений по вопросам годового и перспективного планирования и ведения горных работ на шахтах.

2.2.9. Обсуждение проектов нормативных документов по безопасному ведению работ на удароопасных угольных пластах.

2.2.10. Периодическое заслушивание отчетов технических руководителей шахт о состоянии безопасности работ на пластах, опасных и угрожаемых по горным ударам.

2.2.11. Ежегодное рассмотрение обстоятельств и анализ причин происшедших горных ударов на шахтах региона (бассейна).

2.2.12. Подготовка и проведение научно-технических совещаний и семинаров по проблеме горных ударов.

3. Права и ответственность

3.1. Комиссия имеет право:

3.1.1. Привлекать к участию в своей работе главных инженеров, главных маркшейдеров и технологов шахт, руководителей служб прогноза удароопасности, специалистов по горным ударам.

3.1.2. Рассматривать причины горных ударов, происшедших на шахтах региона (бассейна).

3.1.3. Рассматривать состояние работ на шахтах и предприятиях по прогнозу и предотвращению горных ударов.

3.1.4. Вносить предложения о приостановке горных работ в случаях нарушений требований нормативных документов, касающихся вопросов безопасной отработки удароопасных пластов.

3.1.5. При необходимости привлекать к работе комиссии специалистов организаций, работающих по проблеме борьбы с горными ударами.

3.1.6. Получать от руководителей шахт необходимую документацию по вопросам прогнозирования и предотвращения горных ударов.

3.1.7. Вносить предложения руководству предприятия (самостоятельных шахт) о поощрении и представлении к награждению работников предприятия, шахт и научно-исследовательских организаций, территориального органа Госгортехнадзора, внесших существенный вклад в решение вопросов борьбы с горными ударами.

3.1.8. Вносить предложения о привлечении к материальной или дисциплинарной ответственности должностных лиц, не обеспечивающих безопасное ведение горных работ на пластах, склонных к горным ударам, а также лиц, разрешающих или ведущих работы с нарушениями Инструкции или других документов по безопасности работ в угольных шахтах.

3.2. Члены комиссии несут ответственность за принятие решений, не обеспечивающих безопасность ведения горных работ на пластах, склонных к горным ударам, или противоречащих требованиям нормативных документов по безопасности работ в шахтах.

Приложение 3

КАРТОЧКА ГОРНОГО УДАРА № _____

Шахта, организация _____
Дата и время проявления горного удара _____
Наименование пласта и выработки _____
Элементы залегания пласта и вмещающих пород _____
Глубина от поверхности _____
Геологическая характеристика района горного удара _____
Сведения о системе разработки, управлении кровлей, технологии работ _____
Сведения о наличии зон повышенного горного давления _____
Сведения об удароопасности участка _____
Предупредительные признаки (их наличие) _____
Работы, выполнявшиеся перед горным ударом _____
Сведения о применявшихся профилактических мероприятиях _____
Вид горного удара, его последствия и сведения о пострадавших _____
Причины горного удара _____
Основные выводы комиссии, расследовавшей горный удар, и решения по обеспечению безопасности работ _____
Эскиз места проявления горного удара (планы, разрезы) _____

Технический руководитель —
главный инженер шахты

(подпись)

Главный маркшейдер

(подпись)

Приложение 4

ГЕОДИНАМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ*

* Геодинамическое районирование недр. Методические указания. Л.: ВНИМИ, 1990

1. Геодинамическое районирование выполняется ВНИМИ или другой организацией, имеющей соответствующую лицензию Госгортехнадзора России.

Геодинамическое районирование недр должно включать:

- выделение элементов блочной структуры горного массива и оценку их взаимодействия;
- выделение активных разломов и определение степени их активности;
- оценку напряженного состояния горного массива;
- выделение тектонически напряженных зон и склонных к динамике участков угольных пластов;
- разработку и внедрение комплекса профилактических мер по обеспечению геодинамической безопасности при ведении горных работ;
- разработку и внедрение комплекса методов геофизического, геомеханического мониторинга на стадиях прогноза и контроля геодинамического состояния горного массива.

2. Геодинамическое районирование выполняется применительно к решению конкретных технологических задач функционирования шахт в пределах локальных территорий, так и комплексно для региона (группы регионов) в целях решения вопросов безопасного и экологически чистого освоения недр.

3. Разработка и внедрение комплекса практических рекомендаций и профилактических мер по результатам геодинамического районирования недр должно производиться на стадиях проектирования, строительства, эксплуатации и ликвидации угольных шахт.

4. Выполнение работ по геодинамическому районированию недр состоит из следующих основных этапов:

установление местоположения потенциально геодинамически опасных участков на основе морфоструктурного анализа земной поверхности по топографическим картам различного масштаба с привлечением космических и аэрофотоснимков, данных аналитических расчетов;

проведение комплекса геофизических, геохимических и геодезических наблюдений на потенциально опасных участках в целях уточнения их границ и дифференциации по степени геодинамической активности (опасности);

организация геодинамического мониторинга на угольных шахтах, выделенных как опасные по геодинамической активности.

5. Масштаб карт для морфоструктурного анализа рельефа поверхности выбирается в каждом конкретном случае в зависимости от площади территории, особенностей функционирования горного предприятия и своеобразия решаемых практических задач. При этом используются разные приемы построения и интерпретации блоков и структур по рельефу: по интенсивности вертикальных или горизонтальных движений блоков разными методами (тренд, ингредиентов, анализ речной сети и др.) в зависимости от типа рельефа.

6. Уточнение границ мегаблоков и блоков, степени активности блочной структуры осуществляется путем использования космических снимков, результатов инженерно-исследовательских работ, сейсморайонирования, а также ранее выполненных геологических и геофизических исследований для соответствующего региона земной коры.

7. Характер, степень активности и границы элементов выделенной блочной структуры, местоположение опасных зон, их возможное влияние на вид техногенной деятельности в данном районе устанавливаются в соответствии с действующими Методическими указаниями.

8. Оценка напряженного и газогидродинамического состояния блочного горного массива соответствующего региона производится с использованием расчетных методов.

9. Условия и характер взаимодействия элементов блочной структуры устанавливаются в соответствии с Методическими указаниями.

10. Определяются необходимость и структура системы контроля на территории опасных зон.

11. По результатам геодинамического районирования проводится анализ возможных схем раскройки шахтных полей на каждом конкретном месторождении и устанавливается порядок и календарный план их отработки. Расположение шахтных полей необходимо предусматривать в пределах одного-двух тектонических блоков IV ранга, а междушахтные целики — вдоль наиболее протяженных границ блоков. Порядок отработки шахтных полей должен обеспечивать перераспределение напряжений от наиболее нагруженных тектонических блоков к менее нагруженным. В первую очередь необходима отработка пластов в наиболее нагруженных блоках, а в пределах блоков — на наиболее нагруженных участках. При этом следует применять восходящий порядок их отработки. Далее обрабатываются угольные пласты в наименее напряженных тектонических блоках.

12. Полученные поданным геодинамического районирования сведения о блочном строении шахтного поля, распределении естественного поля напряжений, расположении активных разломов, тектонически напряженных и разгруженных зон в массиве дают возможность разработать в каждом конкретном случае практические рекомендации по рациональному расположению основных горных выработок в пространственно-планировочных схемах вскрытия, подготовки и отработки шахтных полей (выемочных блоков).

Места заложения стволов следует выбирать таким образом, чтобы они не попадали в пределы зон влияния активных разломов, особенно на участки тектонически напряженных зон, заключенных между фрагментами прорастающих разломов. Расположение капитальных выработок и камер различного назначения следует предусматривать вне зон влияния крупных тектонических нарушений и за пределами выявленных геодинамическим районированием тектонически напряженных зон. Направление проведения протяженных горных выработок должно совпадать или быть близким с ориентацией действия максимальных напряжений в нетронутом массиве горных пород.

Выработки следует располагать таким образом, чтобы они как можно реже пересекали зоны разломов. При этом не рекомендуется располагать в этих зонах сопряжения горных выработок.

Приложение 5

ПОСТРОЕНИЕ ЗАЩИЩЕННЫХ ЗОН И ЗОН ПОВЫШЕННОГО ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ

1. Построение защищенных зон

1.1. Для построения границ защищенных зон, которое производится в соответствии со схемами, представленными на рис. 5.1 и 5.2, необходимы следующие исходные данные:

- глубина разработки защитного пласта H , м;
- вынимаемая мощность защитного пласта m , м;
- принятый способ управления кровлей на защитном пласте;
- угол падения пласта α , градус;
- процентное содержание песчаников в составе междупластья η ;
- размеры очистной выработки защитного пласта a , b , м.

Схема (рис. 5.1, в) может быть преобразована для случая столбов по восстанию (при пологом залегании) путем замены угла δ_4 углом δ_3 угла φ_1 углом φ_2 и размера L_1 размером L_2 .

В приведенных схемах (см. рис. 5.1 и 5.2) предполагается управление кровлей на защитном пласте полным обрушением или закладкой выработанного пространства по всей площади.

Способ управления кровлей учитывается эффективной мощностью $m_{эф}$ защитного пласта:

при полном обрушении $m_{эф} = m$; в случае применения закладки выработанного пространства значение $m_{эф}$ определяется по формуле

$$m_{эф} = (0,1 + K_y)m, \quad (5.1)$$

где K_y — коэффициент, учитывающий усадку закладочного материала.

При оставлении в выработанном пространстве целиков размером менее 0,11 (на мощных пластах — 8 м) такие целики при расчете защищенных зон не учитываются и за величины a или b принимают суммарную ширину выработанного пространства соответственно по падению или простиранию.

Если размер целика больше 0,11 (на мощных пластах — 8 м), то за величину a или b принимают соответственно ширину выработанного пространства по падению или простиранию, ограниченную с одной стороны целиком, а с другой — угольным массивом.

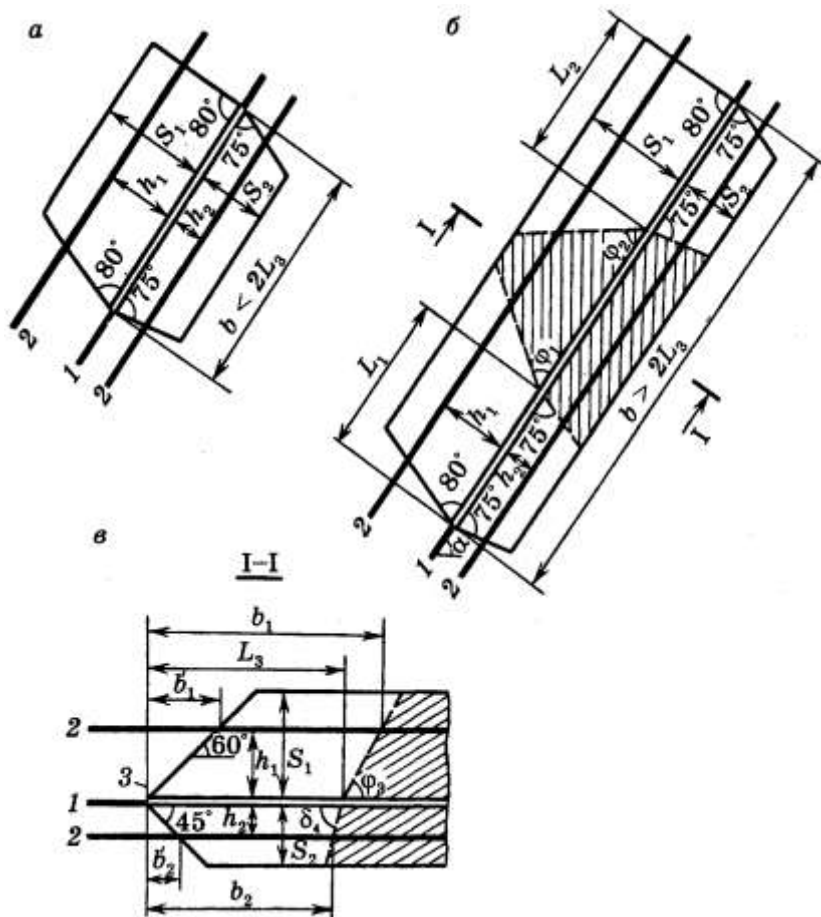




Рис. 5.1. Схема к построению защищенной зоны при обработке защитного пласта столбами по падению:
a — сечение по простираанию при $b < 2L_3$; *б* — то же, при $b > 2L_3$; *в* — сечение вкрест простираания пласта; 1 — защитный пласт; 2 — защищаемый пласт; 3 — направление подвигания очистного забоя на защитном пласте;  — защищенная зона;
 — область восстановления опасных нагрузок (подзона 1)

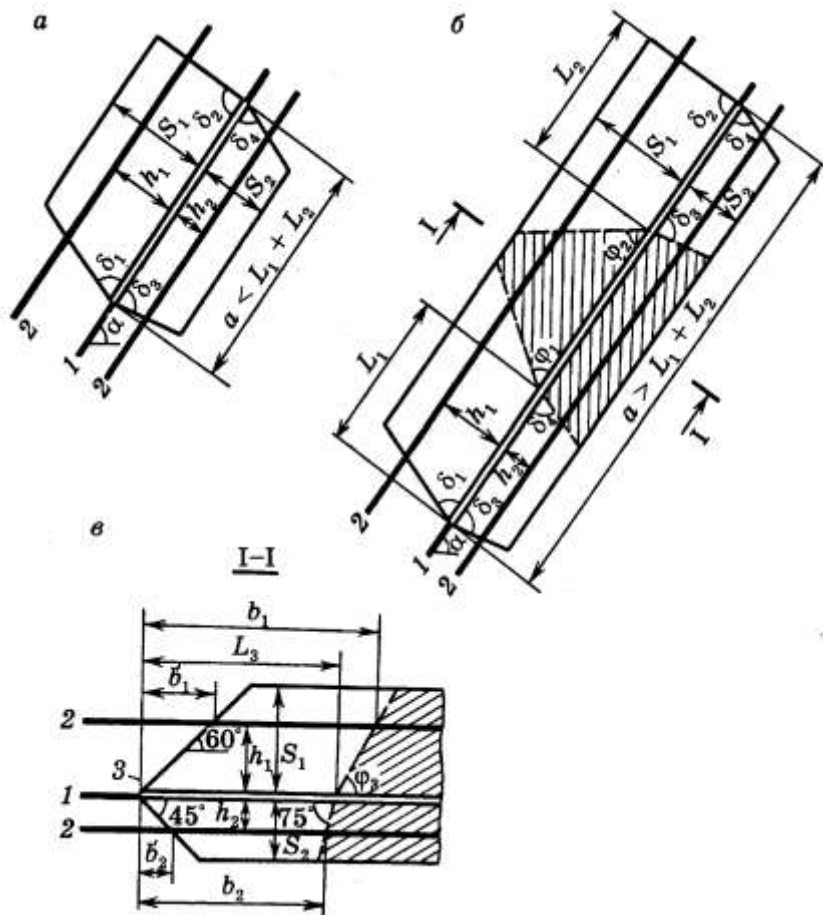




Рис. 5.2. Схема к построению защищенной зоны при отработке защитного пласта столбами по простиранию:

a — сечение вкрест простиранию при $a < L_1 + L_2$; *б* — то же, при $a > L_1 + L_2$; *в* — сечение по простиранию; 1, 2, 3,  и  — то же, что на рис. 5.1

1.2. Размеры защищенной зоны в кровлю S_1 и S_2 (см. рис. 5.1 и 5.2) определяются по формулам:

$$S_1 = \beta_1 \beta_2 S'_1; \quad (5.2)$$

$$S_2 = \beta_1 \beta_2 S'_2, \quad (5.3)$$

где β_1 — коэффициент, учитывающий значение $m_{эф}$; $\beta_1 = m_{эф}/m_o$ но не более 1; m_o — критическое значение мощности защитного пласта, определяемое по номограмме рис. 5.3;

a — наименьший размер выработки (a или b — см. рис. 5.1 и 5.2);

если $a > 0,3 H$, то при определении m_o принимают $a = 0,3 H$, но не более 250 м;

β_2 — коэффициент, учитывающий процентное содержание η песчаников в составе пород междупластья:

$$\beta_2 = 1 - 0,4 \frac{\eta}{100}; \quad (5.4)$$

значения S_1 и S_2 берут из табл. 5.1.

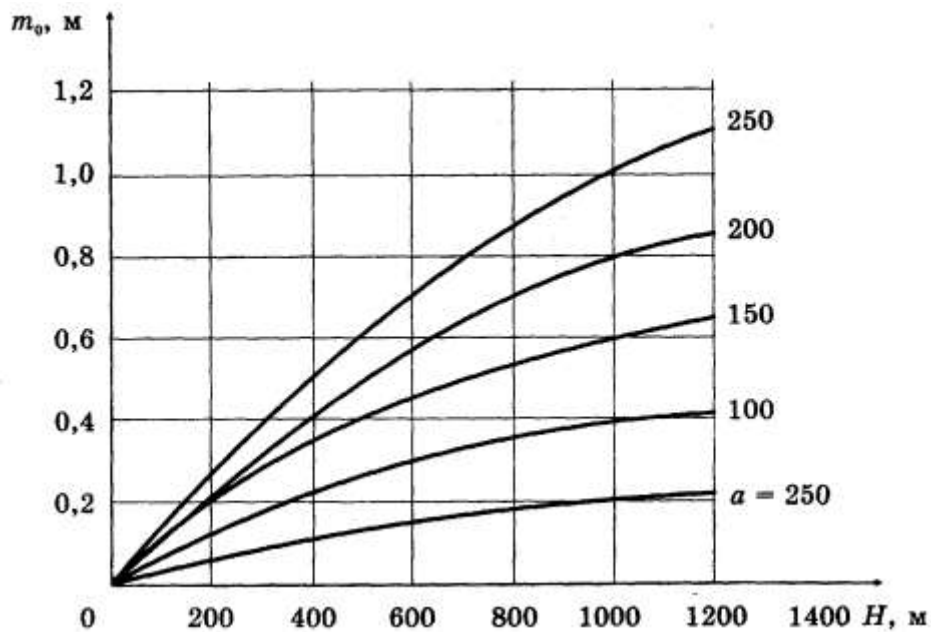


Рис. 5.3. Номограмма для определения критической мощности защитного пласта

Таблица 5.1

Глубина работ H , м	S'_1 при наименьшем размере (м) a или b очистной выработки защитного пласта							
	50	75	100	125	150	175	200	≥ 250
300	70	100	125	148	172	190	205	220
400	58	85	112	134	155	170	182	194
500	50	75	100	120	142	154	164	174
600	45	67	90	109	126	138	146	155
800	33	54	73	90	103	117	127	135
1000	27	41	57	71	88	100	114	122
1200	24	37	50	63	80	92	104	113

Глубина работ H , м	S'_2 при наименьшем размере (м) a или b очистной выработки защитного пласта							
	50	75	100	125	150	200	≥ 250	
300	62	74	84	92	97	100	102	
400	44	56	64	73	79	82	84	
500	32	43	54	62	69	73	75	
600	27	38	48	56	61	66	68	
800	23	32	40	45	50	55	56	
1000	20	28	35	40	45	49	50	
1200	18	25	31	36	41	44	45	

1.3. Если $h_1 < S_1$ при подработке или $h_2 < S_2$ при надработке, то необходимо завершить построение защищенной зоны со стороны границ выработанного пространства и выделить участки, характеризующиеся восстановлением опасных нагрузок, как это показано на рис. 5.1 и 5.2. Для оконтуривания защищенных зон (см. рис. 5.1 и 5.2) используют углы защиты δ_1 (δ_2 , δ_3 и δ_4), углы восстановления опасных нагрузок φ_1 (φ_2 и φ_3) значения которых в зависимости от угла падения α приведены в табл. 5.2*.

* Если направление подвигания очистного забоя не совпадет ни с линией простирания, ни с линией падения, то за величину α принимают угол наклона пласта в сечении, перпендикулярном направлению подвигания забоя.

Таблица 5.2

Угол падения защитного пласта α , град	Углы, град						
	δ_3	δ_2	δ_2	δ_4	φ_1	φ_2	φ_3
0	80	80	75	75	64	64	64
10	77	83	75	75	62	63	63
20	73	87	75	75	60	60	61
30	69	90	77	70	59	59	59
40	65	90	80	70	58	56	57
50	70	90	80	70	56	54	55
60	72	90	80	70	54	52	53
70	72	90	80	72	54	48	52
80	73	90	78	75	54	46	50
90	75	80	75	80	54	43	48

1.4. Для условий Печорского бассейна при одновременном соблюдении условий: мощность междупластья $h = 25$ м, $\alpha = 30^\circ$, $m = 1,3$ м и управление кровлей полным обрушением допускается принимать углы защиты δ_1 , δ_2 , δ_3 и δ_4 равными 90° .

1.5. Область восстановления опасных нагрузок на схемах *б* и *в* (см. рис. 5.1 и 5.2) образуется при одновременном соблюдении условий:

$$a = L_1 + L_2 \text{ и } b = 2L_3.$$

Параметры L_1 , L_2 и L_3 , используемые для построения зоны восстановления опасных нагрузок, рассчитываются по формулам:

$$L_1 = \beta_1 \cdot L'_1; \quad L_2 = \beta_1 \cdot L'_2; \quad L_3 = \beta_1 \cdot L'_3. \quad (5.5)$$

Значения L_1 , L_2 и L_3 определяются по номограмме (рис. 5.4). В области восстановления опасных нагрузок могут происходить горные динамические явления.

Величины допустимых опережений (минимального и максимального) очистным забоем защитного пласта горных работ на защищаемом пласте (см. рис. 5.1 и 5.2) приведены в табл. 5.3. При наличии заключения ВНИМИ с экспериментальной оценкой защитного действия пластов размеры защищенной зоны могут быть изменены.

1.6. У границ шахтного поля или охранных целиков угля, а также у геологических нарушений проведение разрезной печи на опасном пласте следует производить после определенного развития горных работ на защитном пласте.

Минимальные параметры над- и подработки, при которых допускается начало работ по проведению разрезной печи на опасном пласте показаны на рис. 5.5. Участок между разрезной печью и границей барьерного целика следует обрабатывать очистным забоем от разрезной печи, как в зоне ПГД (п. 2.5).

1.7. При разработке свиты пластов малой мощности (при $m_{эф} < m_0$) для расширения границ защищенных зон применяют повторное над- или подработки удароопасных пластов. В этом случае защищенная зона строится по схемам от базового пласта, за который принимают разрабатываемый пласт, ближайший к опасному (рис. 5.6). Размер S_k определяют по номограмме (рис. 5.6), где $m_{эф1}$ и $m_{эф2}$ - эффективные мощности соответственно базового пласта и дополнительного, используемого для повторной над- или подработки;

$$N = K \cdot m_{эф2}/m_0, \quad (5.6)$$

где $K = 1,67 - 0,67 h_i / S_i$ — степень влияния на дополнительный пласт зоны разгрузки от базового пласта ($i = 1$ — при повторной подработке; $i = 2$ — при повторной надработке).

Значение $N = 0$ соответствует влиянию одиночной разработки базового пласта.

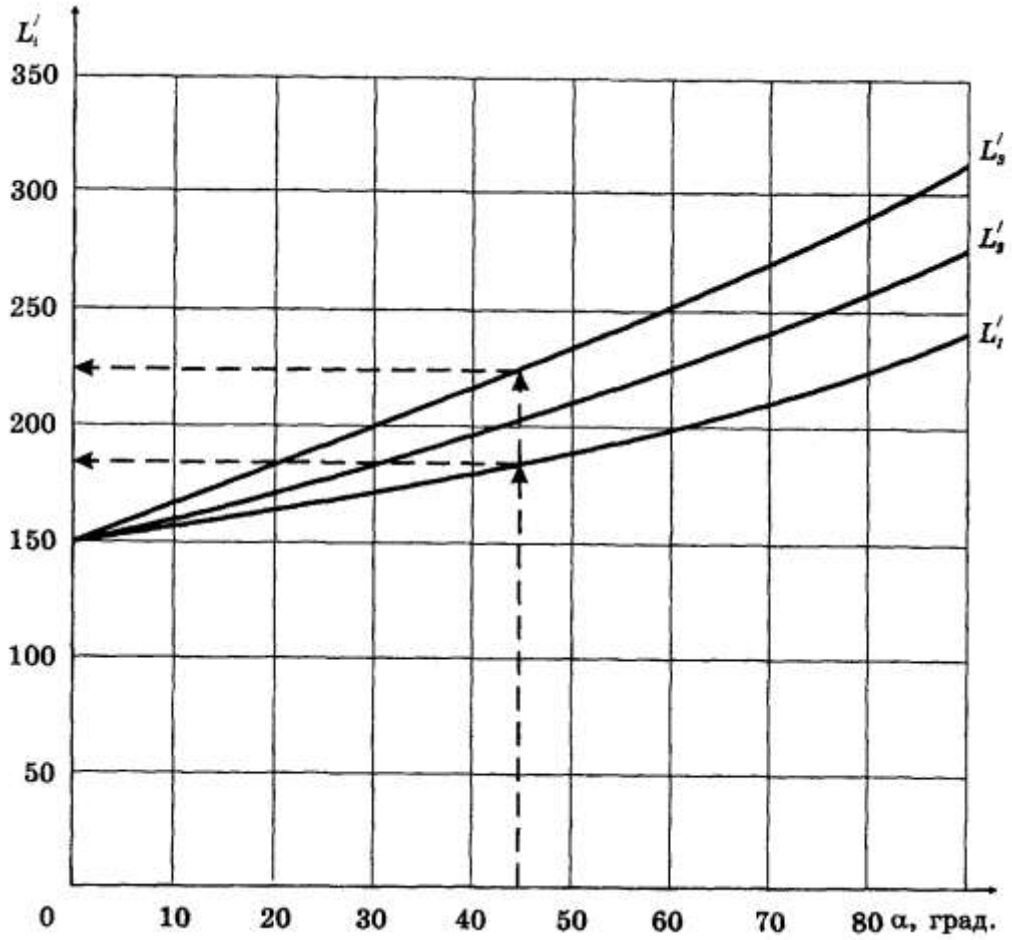


Рис. 5.4. Номограмма для определения величин L'_i ($i = 1, 2, 3$)

Таблица 5.3*

Условия разработки	Величина допустимого опережения
Минимальное опережение:	
при подработке	$b'_1 = 0,6h_1$
при надработке	$b'_2 = h_2$
Максимальное опережение**:	
при подработке	b_1 - не ограничено
при надработке	b_2 - не ограничено
Горные работы в пределах области восстановления опасных нагрузок:	
при подработке	$b_1 = L_3 + h_1 \text{ctg} \varphi_3$
при надработке	$b_2 = L_3 - h_2$

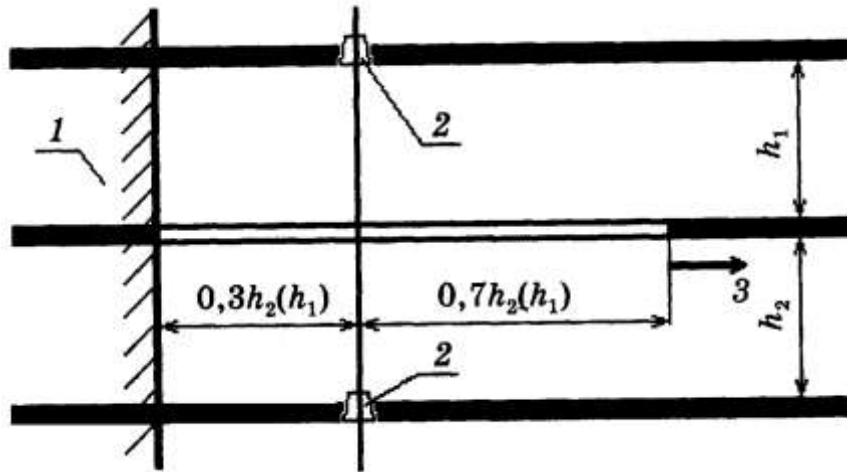


Рис. 5.5. Схема заложения разрезной печи на защищаемом пласте:
 1 — линия створа с границей барьерного (охранного) целика, оставленного на защитном пласте; 2 — разрезная печь;
 3 — направление очистных работ

* В таблице даны максимальные опережения при ведении очистных работ по простиранию. При ведении горных работ по падению (см. рис. 5.1) вместо величин L_3 и φ_3 принимают L_1 и φ_1 , а по восстанию — L_2 и φ_2 .

** Максимальные опережения следует определять при отходе очистного забоя от разрезной печи на расстоянии более $2L_3$ (либо $L_1 + L_2$ при ведении горных работ по падению или восстанию), но по времени не более 5 лет.

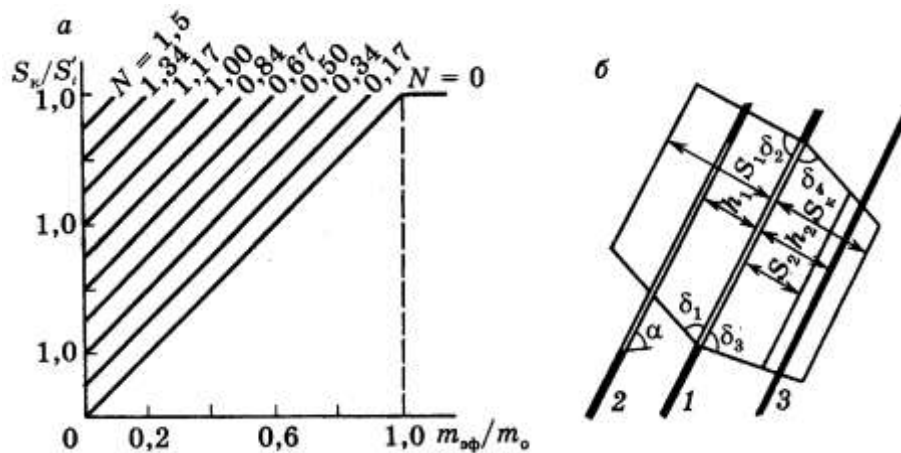


Рис. 5.6. Номограмма (а) и схема (б) к построению защищенной зоны при повторной надработке (подработке):
 1 — защитный пласт (базовый); 2 — защитный пласт (дополнительный);
 3 — опасный пласт

1.8. Параметры локальной выемки защитных пластов при надработке определяют в соответствии со схемами, показанными на рис. 5.7.

В случае подработки размер защитной выработки определяют аналогично, при этом размер $h_2(h'_2)$ заменяют на $h_1(h'_1)$.

2. ПОСТРОЕНИЕ ЗОН ПОВЫШЕННОГО ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ

2.1. Построение границ зон ПГД на разрезе вкрест простирания пластов и по простиранию выполняют в соответствии с рис. 5.8.

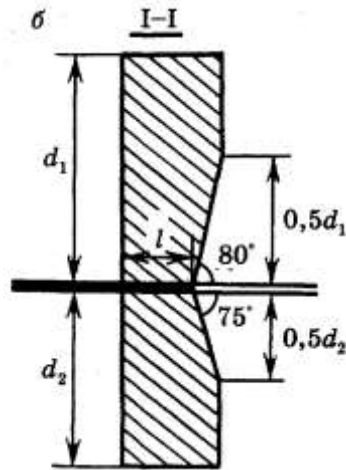



Рис. 5.8. Схемы к построению зон ПГД
a — на разрезе вкрест простирания пластов; *б* — то же, по простиранию пластов;
 — зона ПГД

Таблица 5.4

Глубина работ <i>H</i> , м	<i>d</i> ₁ , м					<i>d</i> ₂ , м				
	<i>a</i> , м									
	100	125	150	200	≥ 250	100	125	150	200	≥ 250
300	92	98	105	110	115	80	92	104	109	110
400	105	113	120	122	125	93	105	115	118	120
500	115	125	130	132	135	105	115	125	128	130
600	120	130	135	138	140	117	127	135	138	140
800	135	145	150	155	157	125	133	140	145	146
1000	145	155	160	165	168	132	140	148	150	153
1200	155	165	173	177	180	140	148	155	158	160

Таблица 5.5

<i>a</i> , м	100	150	200	≥ 250
<i>K</i>	0,8	1	1,2	1,4

2.2. Целиком угля, формирующим зоны ПГД в соответствии с рис. 5.8, считается часть пласта, оконтуренная выработанным пространством или выработками шириной не менее $0,1l$ с противоположных сторон (рис. 5.9, *a*) и с наименьшим размером L , удовлетворяющим условию

$$0,1l = L = (K_1 + K_2)l, \quad (5.7)$$

где K_1 и K_2 — коэффициенты, зависящие от ширины a_1 и a_2 прилегающих выработок (выработанных пространств) и определяемые по номограмме рис. 5.9, *б*;

l — по номограмме (см. рис. 1).

При ширине a_1 или a_2 менее $0,1l$ построения зон ПГД производятся как от краевой части.

2.3. При построении зоны ПГД от целиков (см. рис. 5.8) размеры d_1 и d_2 рассчитывают умножением соответствующих для краевой части величин d_1 и d_2 на коэффициент K , учитывающий ширину целика L и определяемый по табл. 5.6.

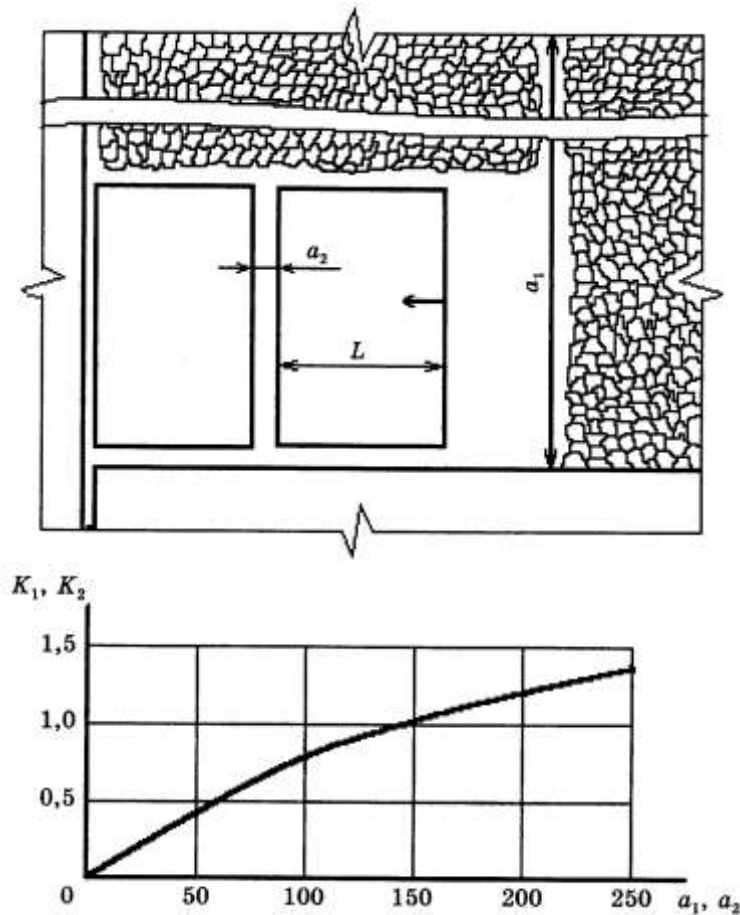


Рис. 5.9. Схема построения выработанных пространств по падению (простирацию) пласта с номограммой для определения коэффициентов K_1 и K_2

Таблица 5.6

$L, \text{ м}$	$\leq 0,1$	0,15	0,20	0,25	0,35	0,5	1,0	1,5	$\geq 2,0$
K	0	0,25	0,5	0,75	1,0	1,13	1,25	1,13	1,0

В этом случае за глубину H принимают расстояние от нижней кромки целика до земной поверхности, а за размер a — максимальный размер выработанного пространства, прилегающего к целику (при $a > 250$ м принимать $a = 250$ м).

2.4. В случае наложения зон ПГД от нескольких краевых частей или целиков соседних пластов на один и тот же участок рассматриваемого пласта построение зон ПГД производится отдельно от каждой краевой части или целика по принципу, положенному в основу схемы рис. 5.8.

2.5. Наиболее опасна в отношении динамических явлений ситуация выхода очистного забоя из зоны ПГД в защищенную. Горные работы следует планировать так, чтобы переход створов осуществлялся в направлении из защищенной зоны в сторону зоны ПГД. Комиссия может рекомендовать переход створов в направлении защищенной зоны при условии применения мер предотвращения динамических явлений с расстояния l до подхода к границе зоны ПГД.

2.6. Определение степени влияния зоны ПГД и выбор способа ведения горных работ при разработке опасных пластов в ней производится в соответствии с табл. 5.7.

2.7. В районах влияния ранее оставленных целиков и краевых частей по смежному пласту угля (участки d на рис. 5.10) ширину защитной зоны следует принимать равной $1,3n$.

2.8. Параметры d'_1 , d'_2 и l' , необходимые для оконтуривания зон ПГД при их под- или надработке определяют по формулам:

$$d'_1 = kd_1; \quad (5.8)$$

$$d'_2 = kd_2; \quad (5.9)$$

$$l' = k l, \quad (5.10)$$

где величины d_1 , d_2 и l принимаются по табл. 5.4 и номограмме (см. рис. 1) без учета влияния под- или надрабатывающих очистных выработок, а величина k , учитывающая степень влияния под- или надработки, определяется по номограммам рис. 5.11.

Таблица 5.7

Степень влияния зоны ПГД	Условия разработки пласта в зоне ПГД	Способ ведения горных работ в зонах ПГД
I	При $h_2 \leq 0,5 d_2$ $h_1 \leq 0,5 d_1$ Зоны ПГД, осложненные геологическими нарушениями	Ширину защитной зоны в краевой части пласта принимают в соответствии с п. 2.3 Инструкции
II	$0,5 d_2 < h_2 \leq 0,8 d_2$ $0,5 d_1 < h_1 \leq 0,5 d_1$	Прогноз горных ударов на шахтах осуществляют в соответствии с п. 5.6 Инструкции
III	При $0,8 d_2 < h_2 \leq d_2$ $0,8 d_1 < h_1 \leq d_1$	Как на одиночном опасном пласте

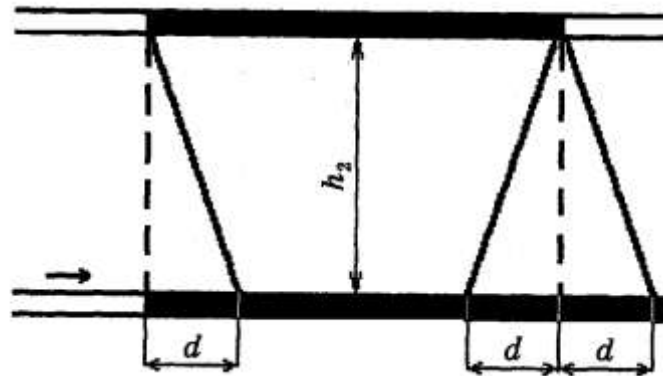
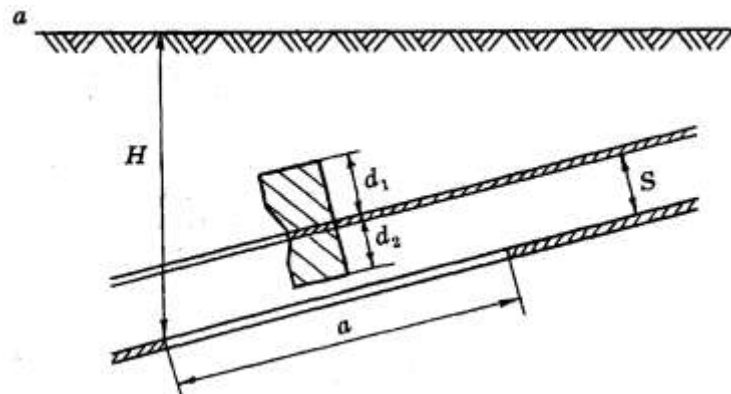


Рис. 5.10. Схема определения зон влияния участков пласта d при надработке и подработке

2.9. Сложные горно-геологические ситуации при построении защищенных зон ПГД для свит разрабатываемых угольных пластов могут быть рассмотрены во ВНИМИ с использованием разработанного программного комплекса.



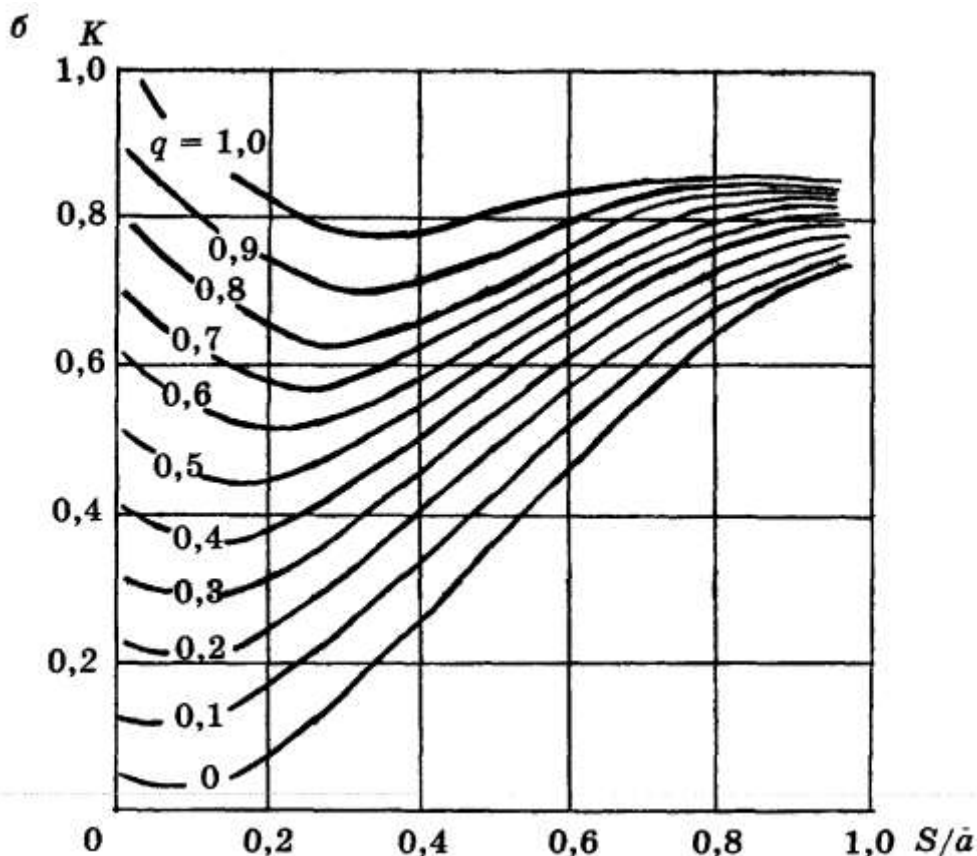


Рис. 5.11. Номограмма для определения влияния под- или надработки на параметры зон ПГД:

$q = a / H$, но не более 1 — коэффициент подработанности; a принимается равной ширине под- или надрабатывающей очистной выработки, но не более 250 м;
 S — мощность пород междупластья при под- или надработке зон ПГД

Приложение 6

РЕГИОНАЛЬНЫЙ ПРОГНОЗ ЗОН АКТИВИЗАЦИИ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Прогноз основан на непрерывном приеме с помощью пространственно распределенной сети датчиков (пунктов наблюдений) сейсмических сигналов и их анализе на центральном пункте (сейсмостанции).

Региональный прогноз осуществляют в соответствии с указанием Минтопэнерго России от 6.02.1998 г. № СК-17, которым отраслевые структуры ТЭК обязаны руководствоваться нормативно-методическим документом «Руководство по геодинамическим наблюдениям и исследованиям для объектов топливно-энергетического комплекса» на всех стадиях проектирования и эксплуатации объектов ТЭК. В частности, он предусматривает включение в состав эксплуатируемого объекта ТЭК контрольно-прогностических систем наблюдений за опасными природными явлениями. Наличие данных систем является одним из условий, учитываемых при выдаче или пролонгации лицензии на эксплуатацию объекта ТЭК.

ВНИМИ выполняет предварительную оценку параметров сейсмической активности и составляет рекомендации по структуре и плотности сети пунктов наблюдений, системе сбора и передачи информации, методические указания и инструкции по сейсмическим наблюдениям, проект «Положения о службе геодинамических наблюдений».

В качестве системы сбора и передачи информации рекомендуется использовать разработанную ВНИМИ шахтную геоинформационную систему «GITS».

Сейсмостанция создается по специальному проекту под научно-методическим руководством ВНИМИ.

Для эксплуатации сейсмостанции при предприятии создается служба геодинамических наблюдений, которая подчиняется техническому руководителю организации и работает в соответствии с Положением о службе геодинамических наблюдений, согласованным с территориальным органом Госгортехнадзора России и утвержденным техническим руководителем организации (председателем комиссии по горным ударам).

В Положении должны быть отражены:

1. Общая часть;
2. Основные задачи и функции;
3. Обязанности, права и ответственность;
4. Взаимоотношения с техническими службами и службами обеспечения безопасности;
5. Регламент приема и обработки сейсмических событий;
6. Порядок хранения и передачи информации.

Сейсмостанция является структурным подразделением шахты или объединения шахт.

Сейсмостанцию возглавляет начальник, который назначается приказом технического руководителя.

Начальник сейсмостанции в своей работе руководствуется требованиями настоящей Инструкции и Положением.

На должность начальника сейсмостанции назначается лицо, имеющее высшее горно-техническое образование. Подземный стаж работы на пластах, склонным к горным ударам, должен составлять не менее 2 лет.

Другие специалисты сейсмостанции назначаются на должность приказом технического руководителя организации по представлению начальника сейсмостанции.

Сейсмостанция выполняет круглосуточный прием сейсмических сигналов, определение времени, координат и энергии сейсмических событий. По результатам наблюдений в течение суток сейсмостанция предоставляет уполномоченным Положением лицам каталог событий за сутки и результаты расчета текущего положения зон опасного влияния на состояние массива событий с энергией свыше E (Дж). Радиус объемной зоны влияния отдельного события определяется по формуле

$$R = R(E_k) + 0,5A,$$

где R — расстояние (радиус) от центра i -го очага события с энергией E_i , на котором энергия уменьшается до безопасного уровня E_k , неспособного привести к разрушению пород вблизи выработки;

A — погрешность определения координат события.

Результаты расчета представляют в виде схем, привязанных к координатам шахтного поля и показывающих в плане или на вертикальном разрезе положение линий границ радиальных зон опасного влияния событий. Границу зоны влияния нескольких событий с близкими координатами очагов определяют как огибающую границ зон отдельных событий.

По результатам текущего суточного прогноза сейсмостанции начальник службы прогноза устанавливает в пределах указанных границ опасные зоны и передает информацию техническому руководителю — главному инженеру шахты и руководителю службы прогноза и борьбы с горными ударами для выбора участков пластов, на которых требуется выполнение локального прогноза инструментальными методами в последующие сутки и применение мер по борьбе с горными ударами или проверка их эффективности.

Эффективность мер борьбы с горными ударами определяется по снижению параметров сейсмической активности ниже критических, с последующим контролем инструментальными методами.

Для выделения зон активизации геомеханических процессов и тенденции их миграции в пределах шахтного поля оценивают накопленную за представительный период времени T (но не более 3 месяцев), совокупность данных о координатах и энергии событий с периодичностью T_1 (не более 1 месяца). Данные группируют по координатам их очагов в пределах одинаковых элементов шахтного поля (блоках) с характерным размером L . Для каждого блока определяют суммарное количество (N) событий, суммарное энерговыделение ($E_{\text{сум}}$) и распределение количества событий N_i по классам энергии E_i . Все указанные оценки выполняют для событий с энергией от $E_{\text{min}} = 0,1E$ и выше. Уровни энергии E_i в классах задают от E_{min} и выше с геометрическим шагом нарастания энергии dE (не более 1,65). Результаты группирования представляют в виде сводного каталога данных по блокам.

На основе сводного каталога сейсмостанция составляет карту плотности сейсмических событий в изолиниях (N) и карту плотности сейсмической энергии в изолиниях ($E_{\text{сум}}$). На картах выделяют зоны повышенной активности с показателем $N > N_p$ и $E_{\text{сум}} > E_{\text{сумр}}$. Карты

плотности и сводный каталог используют для планирования применения мер борьбы с горными ударами и локального прогноза на последующий период времени длительностью T_1 .

По результатам составления сводного каталога выделяют участки массива с характерным размером L , в которых $N > N_p$ и $E_{\text{сум}} > E_{\text{сумр}}$. Для контроля их состояния во времени с периодичностью раз в сутки оценивают параметры распределения событий по уровням энергии $N_i = f(E_i)$, как коэффициенты B и N_0 степенной регрессии. Для оценки используют все данные за предшествующий моменту оценки период времени T_1 . На основе параметров B и N_0 рассчитывают возможное количество событий N_s с энергией E_s в контролируемом блоке. Если $N_s > N_{\text{sk}}$, то породы блока относят к опасным по горным ударам. В выработках, пройденных в блоке, необходимо применить меры борьбы с горными ударами в сопровождении локального инструментального прогноза.

Для блоков с малым количеством событий в блоке за период T_1 , где оценка параметров B и N_0 ненадежна, но есть события с энергией больше E , используют способ оценки удароопасности на основе сопоставления частоты N_i в классах E_i с предельными значениями частоты $N_{\text{pi}}(E_i)$. По разности $N_{\text{ri}} = (N_i - N_{\text{pi}})$ рассчитывают показатель избыточного энерговыделения E_a в рамках событий данного класса, как $E_a = N_{\text{ri}}E_i$. Для всех событий в блоке оценивают сумму значений E_a , и если $E_a > E_s N_{\text{sk}}$, то породы блока относят к опасным по горным ударам. В выработках, пройденных в блоке, необходимо применить меры борьбы с горными ударами в сопровождении локального прогноза.

Критические значения параметров, представленные в табл. 6.1, E , dE , E_k , L , T , T_1 , N_p , $E_{\text{сумр}}$, E_s , N_{sk} , $N_{\text{pi}}(E_i)$ определяет ВНИМИ по результатам обобщения данных работы сейсмостанции и представляет их обоснование в комиссию по горным ударам.

Таблица 6.1

Параметр	Значение
E	300-1000 Дж
dE	1,2-1,65
E_k	1-100 Дж
L	100-500 м
T	1-3 мес.
T_1	10-30 сут.
T_2	0,5-1 ч
N_p	5-30
$E_{\text{сумр}}$	300-3000 Дж
E_s	500-2000 Дж
N_{sk}	2-3

После утверждения комиссией эти значения вводятся в качестве действующих в Положение. Предварительные значения критериев устанавливаются по результатам работы сейсмостанции в течение первых 6 месяцев, в последующем критерии проверяют и уточняют с периодичностью в 1 год. Если оценка опасности по разным критериям для конкретного блока различается, то за основу прогноза принимают тот параметр, который дает наибольшую степень удароопасности.

В случае если в блоке зарегистрировано событие, превышающее E_s , оператор в течение 30 мин сообщает об этом начальнику сейсмостанции и диспетчеру шахты. В течение суток производится осмотр выработок и составляется описание имеющихся разрушений.

Если в течение времени T_2 выделяется суммарное количество событий, превышающее N_p , и суммарное количество энергии при этом превышает $E_{\text{сумр}}$, оператор в течении 15 мин сообщает об этом диспетчеру шахты. Диспетчер шахты останавливает работы и обеспечивает вывод людей из опасного участка. На этом участке необходимо провести локальный инструментальный прогноз с последующим привлечением профилактических мероприятий и контролем их эффективности (см. раздел 5, 6).

Приложение 7

ТИПОВОЕ ПОЛОЖЕНИЕ О СЛУЖБЕ ПРОГНОЗА И БОРЬБЫ С ГОРНЫМИ УДАРАМИ НА ШАХТАХ

1. Общие положения

1.1. На шахтах, разрабатывающих пласты, склонные к горным ударам, создается служба прогноза и борьбы с горными ударами.

Если в штате существует служба прогноза и борьбы с внезапными выбросами угля и газа, то в ее штат вводятся работники по прогнозу и борьбе с горными ударами с правами и обязанностями, определяемыми настоящим Типовым положением.

1.2. Руководство работой службы прогноза и борьбы с горными ударами осуществляется непосредственно техническим руководителем—главным инженером шахты, а на группе шахт — техническим руководителем организации.

1.3. Численный состав службы определяется объемом работ по прогнозированию и приведению участков в неудароопасное состояние.

1.4. Руководитель служб прогноза и борьбы с горными ударами должен иметь высшее или среднее горно-техническое образование. Подземный стаж работы на пластах, склонных к горным ударам, должен составлять не менее 2 лет при высшем горно-техническом образовании и не менее 3 лет — при среднем горно-техническом образовании. Он должен иметь стаж работы в этой службе не менее 2 лет.

Рабочие служб прогноза и борьбы с горными ударами должны иметь подземный стаж работы не менее 1 года.

1.5. Инженерно-технические работники служб прогноза и борьбы с горными ударами обязаны изучить настоящую Инструкцию под руководством сотрудников ВНИМИ со сдачей экзамена не реже 1 раза в три года, а рабочие служб — ежегодно.

1.6. Службы прогноза и борьбы с горными ударами работают под научно-методическим руководством ВНИМИ.

1.7. Положение о службе прогноза и борьбы с горными ударами утверждается техническим руководителем организации.

2. Задачи и обязанности

2.1. Основные задачи службы прогноза:
своевременное выявление участков пластов, опасных по горным ударам;
периодический контроль степени удароопасности выработок, ранее приведенных в неудароопасное состояние;
контроль эффективности проведенных мероприятий по предупреждению горных ударов;
сравнительная оценка удароопасности пластов в свите для установления очередности их отработки;
участие в расследовании (учет и анализ) причин динамических явлений.

2.2. Для решения названных задач служба прогноза и борьбы с горными ударами выполняет следующие функции:

принимает участие в разработке мероприятий по прогнозу и предотвращению горных ударов;

ведет прогноз удароопасности во всех очистных и подготовительных забоях в объемах, установленных паспортом, согласно утвержденному графику;

своевременно представляет техническому руководителю — главному инженеру шахты сведения о результатах прогноза удароопасности;

контролирует соответствие параметров профилактических мероприятий утвержденному паспорту;

ведет техническую документацию, предусмотренную настоящей Инструкцией и решениями комиссии по горным ударам;

контролирует знание рабочими и лицами участкового надзора мероприятий по предотвращению горных ударов и проводит занятия по повышению знаний в этой области;

участвует в составлении и рассмотрении проектов и паспортов подготовки и отработки пластов в части разработки мер борьбы с горными ударами;

принимает участие в составлении заявок на необходимые материалы, оборудование, аппаратуру и приборы для прогноза и борьбы с горными ударами;

участвует в горно-экспериментальных работах по внедрению новых способов и средств прогноза и предотвращения горных ударов.

3. Права и ответственность служб

3.1. Руководители служб прогноза и борьбы с горными ударами имеют право:
разрабатывать предложения техническому руководителю — главному инженеру шахты по безопасному ведению горных работ;
давать указания начальникам участков и их заместителям, а также горным мастерам о приведении забоев в неудароопасное состояние;
запрещать работы в очистных и подготовительных выработках, в которых установлена категория ОПАСНО;
останавливать горные работы при несвоевременном или некачественном осуществлении мероприятий по приведению краевой части пласта в неудароопасное состояние и сообщать об этом техническому руководителю—главному инженеру шахты;
вносить предложения руководству шахты о поощрении работников службы прогноза;
вносить предложения о привлечении к дисциплинарной ответственности нарушителей трудовой и технологической дисциплины.

3.2. Руководитель службы прогноза и борьбы с горными ударами несет ответственность:
за своевременность и качество прогноза удароопасности участков пластов;
выполнение разработанных мероприятий и рекомендаций по безопасному ведению горных работ на удароопасных пластах;
своевременность и качество оценки эффективности проведенных мероприятий по предупреждению горных ударов;
своевременность остановки забоя при выявлении категории ОПАСНО;
исправность и правильное использование оборудования и аппаратуры для прогноза удароопасности и контроля эффективности профилактических мероприятий;
правильность ведения контрольно-учетной документации по регистрации результатов работ, прогнозу и борьбе с горными ударами.

Приложение 8

МЕТОДИКА ПРОГНОЗА УДАРООПАСНОСТИ УЧАСТКОВ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ И КОНТРОЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ

1. Прогноз степени удароопасности участков угольных пластов в процессе бурения шпуров

1.1. Для прогноза степени удароопасности участка угольного пласта и контроля эффективности противоударных профилактических мероприятий производят бурение шпуров диаметром 43 мм и определяют выход буровой мелочи с каждого погонного метра шпура. Измеряют объем или массу буровой мелочи, относят каждое измерение к середине интервала и сравнивают с номограммой (см. рис. 7). Объем буровой мелочи с каждого погонного метра прогнозного шпура измеряют с помощью мерного сосуда емкостью 0,5 л, заполнение которого штыбом производят до краев. Массу буровой мелочи с каждого погонного метра прогнозного шпура помещают в мешок и взвешивают безменом.

При появлении сильных сейсмоакустических импульсов, сопровождающихся зажатием бурового инструмента, а также при получении выхода буровой мелочи, превышающего или совпадающего с граничной линией ОПАСНО—НЕОПАСНО, бурение скважин следует прекратить и такой участок отнести к категории ОПАСНО.

Результаты шахтных измерений и их обработки заносят в журнал по форме, приведенной в настоящем приложении. В журнале помещают сведения о параметрах противоударных мероприятий и эскизы выработок с привязкой точек определения удароопасности.

1.2. Отличительной особенностью антрацитовых пластов является повышенная склонность к интенсивному трещинообразованию в условиях повышенных концентраций напряжений в краевой части массива. Поэтому для установления категории удароопасности участков антрацитовых пластов методом поинтервального измерения штыба при бурении шпуров диаметром 43 мм следует руководствоваться номограммой (см. рис. 8).

2. Прогноз удароопасности геофизическими методами

Прогноз удароопасности участков пласта и оценка эффективности мер борьбы могут осуществляться геофизическими методами, разработанными ВНИМИ или другими организациями-разработчиками, имеющими лицензию Госгортехнадзора России. При внедрении предпочтение отдается методам, не требующим бурения скважин.

2.1. Прогноз удароопасности по сейсмоакустической активности

Прогноз выполняют в процессе бурения скважин в краевую часть угольного пласта. Прогноз основан на генерации угольным пластом сейсмоакустических импульсов при внедрении бурового инструмента в предельно напряженную часть пласта. Регистрацию импульсов осуществляют с помощью датчика, установленного на обнажении пласта на расстоянии 3—5 м от устья скважины. При бурении скважины для каждого метрового интервала измеряют показатель уровня A_m сейсмоакустических шумов. Значение показателя текущего (i -го) метрового интервала A_m относят к глубине L середины интервала от обнажения. Для каждого интервала, начиная со 2-го метра, оценивают отношение $Q = A_i/A_{m1}$, где A_{m1} — показатель на первом метре. Рассчитывают относительную глубину для каждого интервала $h = L_i/m$ в единицах мощности пласта или вынимаемого слоя. Рассчитывают для каждого интервала отношение $K = Q/(2 \cdot \exp(0,312 \cdot h))$. Если хотя бы для одного погонного метра скважины $K > 1,5$, то участок относят к удароопасным. Для оценки параметра A_m применяется аппаратура, предназначенная для регистрации импульсов в диапазоне частот от 0,3 до 10 кГц в течение интервала времени бурения с запоминанием параметров эмиссии. Для применения метода пригодна выпускаемая ВНИМИ шахтная аппаратура «Ангел» с микропроцессором и ее последующие модификации.

2.2. Прогноз удароопасности по регистрации электромагнитной эмиссии

Прогноз выполняют путем дистанционного приема датчиком в пунктах выработки (забое) сигналов от электромагнитных импульсов в диапазоне частот df , генерируемых электрическими разрядами в трещинах при хрупком разрушении и деформировании угля и пород в зоне опорного давления. Сигналы от датчика поступают в регистратор, работающий в автоматическом режиме под управлением микропроцессора. В течение заданного интервала времени T регистратор выполняет селекцию и анализ сигналов, оценивает и запоминает параметры импульсов. По накопленной выборке параметров импульсов определяется соотношение (B) количества импульсов с высокой и низкой энергией (амплитудой) и количество N импульсов заданного уровня энергии E или амплитуды A . Полученные параметры выражаются в единицах фонового (безопасного) уровня параметров B_0 и N_0 как $Q_b = B/B_0$, $Q_n = N/N_0$. Участок наблюдений относят к удароопасным, если $Q_n > Q_{nk}$ и $Q_b > Q_{bk}$. Значения N_0 и B_0 определяют на неудароопасных участках выработки по контролируемому пласту. Пороговый уровень значения Q_{bk} составляет 1,1—1,5, а значения Q_{nk} — 1,5—2. Наблюдение в одном пункте заменяет бурение одной прогнозной скважины.

Параметры df , N_0 , B_0 , Q_{nk} , Q_{bk} уточняет ВНИМИ на основе специальных наблюдений, выполняемых совместно со службой прогноза и борьбы с горными ударами шахты. Для применения метода пригодна выпускаемая ВНИМИ шахтная аппаратура «Ангел» с микропроцессором и ее последующие модификации.

2.3. Прогноз удароопасности методом электрзондирования

Прогноз выполняют путем наведения в пласте искусственного электромагнитного поля с помощью расположенного в выработке излучателя, подключенного к генератору токов частотой (f), и определения амплитуды поля (A) с помощью приемника на расстоянии R от излучателя. Требуемый диапазон глубин зондирования (обычно от 0,5 до 10 м) обеспечивают выполнением на одном участке серии из 10—15 замеров (A) на разных расстояниях R . По результатам зондирования в виде характеристики $A = f(R)$ устанавливают параметры: ширину зоны необратимого изменения свойств угля (пород) X_0 расстояние до максимума опорного давления X_1 и коэффициент $K = S_n/S_m$, где S_n и S_m — электрическое сопротивление пласта в нетронутом массиве и максимуме опорного давления.

Оценку удароопасности выполняют в два этапа. Если X_0 больше или равно n , где n — ширина защитной зоны, то участок относят к неудароопасным. При $X_0 < n$ оценивают удароопасность участка по значениям параметров (K) и (X_1/m) , где m — мощность пласта или вынимаемого слоя. Для этого находят отношение $Q_s = K/(2,4 \cdot \exp(0,2 \cdot (X_1/m)))$. Если параметр $Q_s > 1,5$, то участок

относят к опасным по горным ударам. Результаты прогноза относят к положению центра измерительной установки и прилегающему к нему интервалу выработки длиной $P = 5 — 10$ м.

Оптимальную рабочую частоту f , диапазон размеров установки и методику определения параметров (X_0, X_1, K) уточняет ВНИМИ на основе специальных наблюдений, выполняемых совместно со службой прогноза и борьбы с горными ударами горных ударов шахты. Для применения метода пригодна выпускаемая ВНИМИ шахтная аппаратура «Ангел», «Флора» с микропроцессором и их последующие модификации.

На этапе внедрения геофизического метода ВНИМИ представляет на рассмотрение комиссии по горным ударам методические указания по применению геофизического метода с параметрами режима наблюдений и критериями прогноза, а также их обоснования по результатам специальных наблюдений на конкретном предприятии. Допускается рассмотрение комиссией методических указаний и критериев, ранее разработанных и обоснованных для аналогичных условий применения. ВНИМИ предоставляет предприятию технические средства и программное обеспечение для реализации метода. При положительном решении комиссии метод может быть введен в эксплуатацию совместным приказом по организации и территориальному органу Госгортехнадзора России.

3. Прогноз степени удароопасности по изменению естественной влажности на бурогольных месторождениях

Прогноз производят в соответствии с номограммой (рис. 8.1).

Отбор проб для определения влажности производят поинтервально через каждые 0,5 — 1 м. С каждого интервала штыв хорошо перемешивают и набирают пробу с крупностью не более 1 мм в металлические бюксы. Последние помещают в герметическую упаковку и в химлаборатории немедленно производят определение влажности по ГОСТ 11014—81, а затем рассчитывают среднеарифметическую влажность W всей скважине. Далее определяют значение $W/W_{кр}$ и X_1 (см. рис. 8.1).

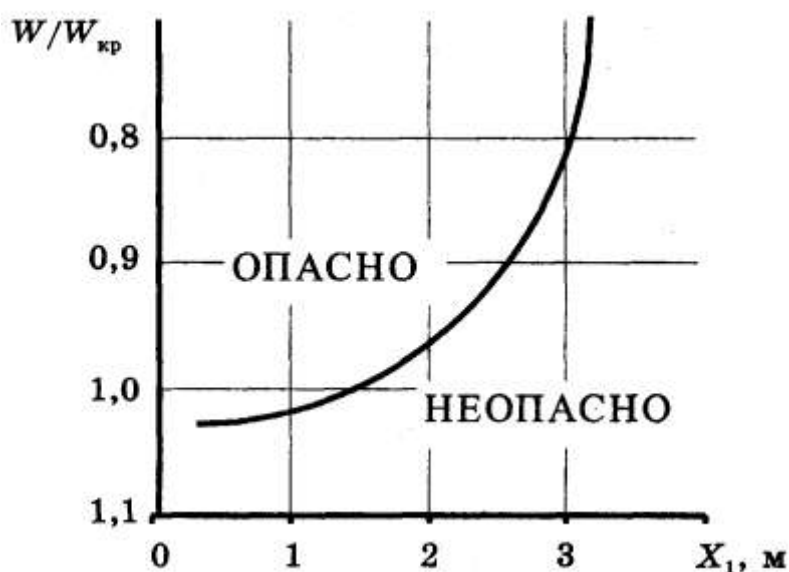


Рис. 8.1. Номограмма для установления категории удароопасности по естественной влажности:

W — среднеарифметическая влажность, определяемая через 0,5 м по ширине защитной зоны;
 $W_{кр}$ — влажность угля, соответствующая степени его водонасыщения 0,85; X_1 — расстояние от обнажения пласта до участка с минимальной влажностью угля

4. Расположение шпуров для прогноза удароопасности участков пластов и контроля эффективности профилактических мероприятий

Для прогноза степени удароопасности расположение шпуров и их количество устанавливают с учетом следующих положений.

Из забоя подготовительной выработки шпуры следует бурить в двух точках, отстоящих друг от друга не ближе 1,5 м.

В боках проводимой подготовительной выработки шпуров бурят в обе стороны. В прямолинейном очистном забое в зависимости от горно-технических условий разработки и особенностей проявления горных ударов удароопасность оценивают в нижней, верхней или средней части очистного забоя.

При этом длина прогнозируемого участка должна составлять не менее $0,5l$. На этом участке бурят не менее 3-4 шпуров. Перед пуском новой лавы первое контрольное определение удароопасности производится в верхней, средней или нижней, наиболее нагруженной части лавы с учетом геологических нарушений и зон повышенного горного давления, а также в действующих выработках впереди формирующегося очистного забоя на протяжении $0,5l$.

В потолкоуступном очистном забое шпуров бурят: в нижней части лавы — в кутках магазинного и первого уступов, в верхней части — в середине верхнего и кутке второго от верха уступов. В средней части лавы шпуров бурят в кутках через один уступ.

Направление шпуров следует выдерживать горизонтальным или с небольшим подъемом.

В ранее пройденных капитальных и подготовительных выработках вне зоны опорного давления лавы шпуров бурят в обе стороны на расстоянии не более 100 м друг от друга, а в выработках, охраняемых целиками угля, — на расстоянии не более 25 м друг от друга. На сопряжениях выработок удароопасность оценивают с каждой стороны по двум шпурам, пробуриваемым на расстоянии 5 и 10 м от сопряжения.

Перед проходкой ниш, камер, водосборников, заходок, располагаемых в пределах пласта угля, а также перед засечкой печей и ортов осуществляют прогноз удароопасности по схеме, представленной на рис. 8.2. В осложненных условиях (см. раздел 9 настоящей Инструкции) ширина защитной зоны должна быть не менее $2n$.

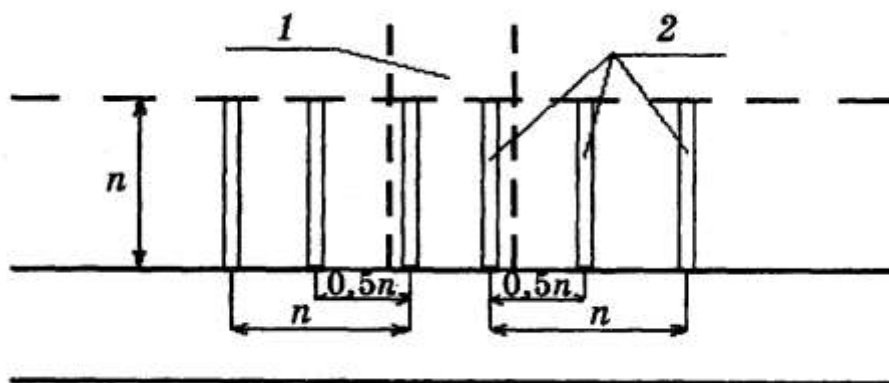


Рис. 8.2. Схема расположения прогнозных шпуров при засечке подготовительной выработки: 1 — трасса проводимой подготовительной выработки; 2 — прогнозные шпуров

В подготовительных выработках впереди действующих очистных забоев прогноз удароопасности осуществляют на ширине зоны опорного давления лавы в обоих боках выработки. С каждой стороны выработки бурят не менее 3—4 скважин.

Прогноз удароопасности пласта вблизи мест, где произошли горные удары, выполняют на участках выработок, равных ширине зоны опорного давления.

Контроль эффективности мероприятий обязателен на всех участках приведения выработок в неудароопасное состояние; при этом скважины располагаются в тех же местах, где был произведен прогноз удароопасности, а также на непосредственно примыкающих смежных участках пласта протяженностью $0,2l$, где меры не применялись. При нагнетании воды в пласт оценку эффективности производят в средней части интервала между соседними нагнетательными скважинами. В местах разгрузочных скважин прогнозные шпуров следует бурить на середине интервала между двумя смежными скважинами и на расстоянии от плоскости расположения осей этих скважин не менее двух диаметров разгрузочной скважины.

ЖУРНАЛ

прогнозирования удароопасности участков угольного пласта и контроля эффективности мероприятий по показателям, регистрируемым в процессе бурения скважин

Шахта _____

Выработка, пласт, горизонт _____

Номер скважины	Привязка скважины	Дата, смена	Показатели	Мощность, м	Значение показателей по глубине скважины, м					Категория удароопасности	Подпись ответственного лица	Указания главного инженера*
					1	2	3	4	...			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

* Указания технического руководителя — главного инженера шахты о приведении выработки в неудароопасное состояние, об эффективности мероприятий и сроках последующего прогнозирования.

ЖУРНАЛ

прогнозирования удароопасности участков угольного пласта и контроль эффективности мероприятий по изменению естественной влажности угля

Шахта _____

Выработка, пласт, горизонт _____

Номер скважины	Привязка скважины	Дата, смена	Влажность угля W, %, по глубине скважины, м					W _{кр} , %	W, %	X ₁ , м	Категория удароопасности	Подпись ответственного лица	Указания главного инженера*
			0,5	1	1,5	2	...						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

* Указания технического руководителя-главного инженера шахты о приведении выработки в неудароопасное состояние, об эффективности мероприятий и сроках последующего прогнозирования.

ЖУРНАЛ

мероприятий по профилактике горных ударов

Шахта _____ Пласт _____ горизонт _____ выработка _____

Тип мероприятия _____

Параметры мероприятия по паспорту: длина скважин _____ м, диаметр скважин _____ мм, расстояние между скважинами _____ м, масса заряда ВВ в скважине _____ кг, глубина герметизации _____ м, объем нагнетаемой в скважину воды _____ м³, максимальное давление нагнетания _____ МПа

Дата, смена	Номер скважины	Фактические параметры мероприятия						Причины отклонения от паспорта и дополнительные меры	Категория удароопасности	Сведения о толчках, микроударах	Подпись ответственного лица
		Длина скважины, м	Диаметр скважины, м	Расстояние между скважинами, м	Масса заряда, кг	Объем породы, м ³	Давление нагнетания, МПа				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Приложение 9

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ И ПАРАМЕТРОВ МЕРОПРИЯТИЙ

ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ГОРНЫХ УДАРОВ

1. Гидрообработка пластов

1.1. Общие положения.

Служба прогноза и борьбы с горными ударами на шахтах должна быть оснащена необходимым оборудованием для гидрообработки пластов. Работы, связанные с нагнетанием воды, по приказу технического руководителя—главного инженера шахты осуществляет лицо, имеющее специальную подготовку. Контроль за расходом и давлением по расходомеру и манометру осуществляется в процессе нагнетания воды в участок пласта. Показания приборов в начале и конце процесса заносятся в наряд-путевку мастеров и журнал мероприятий по профилактике горных ударов.

1.2. Технологические схемы гидрообработки предусматривают:

региональное увлажнение пластов и свит пластов из полевых выработок и выработок, пройденных по другим пластам;

глубинное увлажнение через скважины, пробуренные из подготовительных выработок опасного пласта;

гидрорыхление и гидроотжим через шпурсы и скважины, пробуренные из забоев очистных и подготовительных выработок.

1.3. Региональное увлажнение обеспечивает заблаговременную гидрообработку опасного пласта или свиты пластов в пределах выемочного этажа или блока. Скважины для региональной гидрообработки бурят диаметром 56—90 мм и оборудуют на всю длину водоподводящими трубами с фильтром (рис. 9.1). Породный интервал скважин герметизируют цементным раствором на глубину не менее 10 м.

Радиус эффективного увлажнения (м) определяется по формуле

$$R = 31,6 \sqrt{\frac{Qt}{\pi m N \rho}},$$

где Q — темп нагнетания, м³/ч;

t — время нагнетания, ч;

$\pi = 3,14$

m — мощность пласта;

N — норма увлажнения пласта, л/т;

ρ — плотность угля, т/м³.

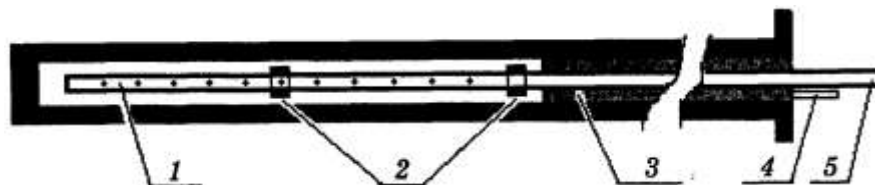


Рис. 9.1. Схема герметизатора:

1 — перфорированная труба; 2 — соединительная муфта; 3 — цементная пробка;

4 — труба для досылки цементного раствора; 5 — обсадная труба

Расстояние между фильтрующей частью скважины и выработанным пространством по пласту должно превышать расчетный радиус эффективного увлажнения, а расстояние между скважинами должно отвечать условию $C < 1,5/R$.

Норму увлажнения N (л/т) определяют с учетом недостатка водонасыщения порового пространства угля по формуле

$$N = 10 (W_{\text{мг}} - W_{\text{е}}),$$

где $W_{\text{мг}}$ — максимальная гигроскопическая влажность угля, %;

$W_{\text{е}}$ — естественная влажность угля, %.

При залегании удароопасных пластов на глубине менее 400 м норма увлажнения рассчитывается по формуле

$$N = 10 (W_{\text{п}} - W_{\text{е}}),$$

где $W_{\text{п}}$ — полная влагоемкость угля, %.

Нормативный объем воды (м³) для закачки в каждую скважину определяют по формуле

$$V = 10^3 N C_1 C_2 \rho,$$

где C_1 и C_2 — расстояние между скважинами по падению и простиранию пласта.

При гидрообработке одной скважиной нескольких угольных пластов нормативный объем закачки определяется как сумма расчетных объемов для каждого пласта. Нагнетание воды по региональным схемам проводят с максимальным давлением и расходом, но первые кубометры рекомендуется закачивать при давлении, не превышающем $(0,6-0,7)\gamma H$, где γ — объемный вес налегающей толщи пород (в среднем 2,5), т/м³; H — глубина разработки, м. Типовые схемы регионального увлажнения приведены на рис. 9.2.

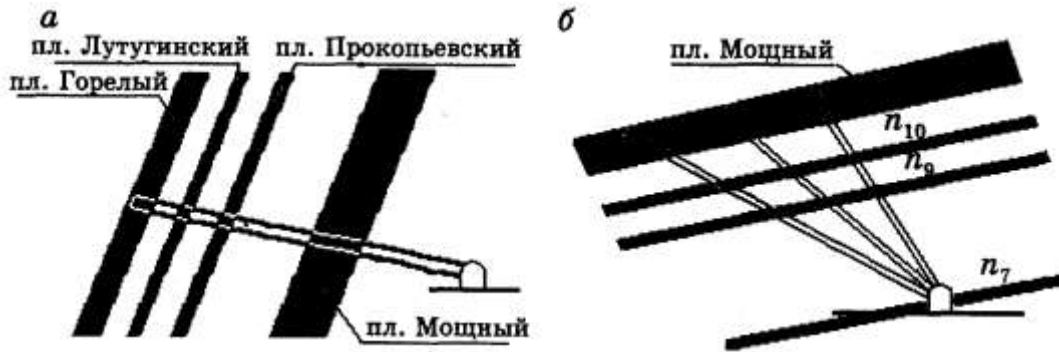


Рис. 9.2. Принципиальные схемы регионального увлажнения угольных пластов:
а — АО «Прокопьевскуголь»; б — АО «Воркутауголь»

1.4. Глубинное увлажнение проводят при подготовке и отработке выемочных столбов и этажей (подэтажей) из подготовительных выработок вне зоны влияния очистных работ по схеме, показанной на рис. 9.3.

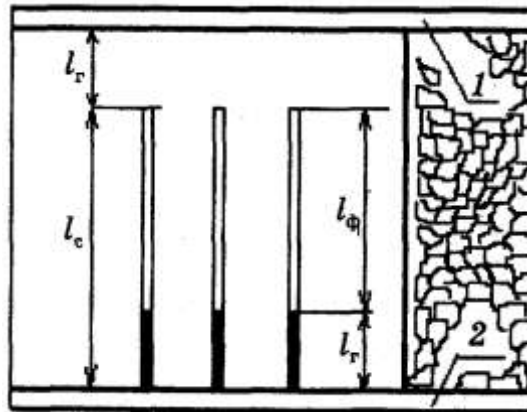


Рис. 9.3. Схема глубинного увлажнения угольного пласта впереди очистного забоя:
1 — вентиляционный штрек; 2 — откаточный штрек

Не рекомендуется применять этот метод на участках перемятого угля, где невозможно пробурить шпур для досылки герметизаторов.

При большой протяженности очистных забоев нагнетательные скважины могут быть заложены с вентиляционного и откаточного штреков. Скважины герметизируют гидрозатворами или цементируют на глубину не менее ширины защитной зоны. Расстояние C между скважинами должно быть

$$C < 2l_r, \text{ м,}$$

где l_r — глубина герметизации скважины.

Нагнетание воды должно производиться за пределами зоны опорного давления с опережением $L_{оп}$, удовлетворяющим требованию

$$L_{оп} < (t_б + t_r + t_n + t_в) V_{пз} + l, \text{ м,}$$

где $t_б$ — время бурения скважины на паспортную глубину, сут;
 t_r — время, необходимое для оборудования скважин, сут;
 t_n — продолжительность нагнетания воды, сут;
 $t_в$ — время выдержки пласта после нагнетания, равно 30 сут;

$V_{пз}$ — скорость подвигания очистного забоя, м/сут;
 l — ширина зоны опорного давления, м (см. рис. 1).

Объем воды для закачки в скважину при глубинном способе увлажнения рассчитывают по формуле

$$V = 10^3 N m l_c C \rho, \text{ м}^3,$$

где l_c — длина скважины.

1.5. При гидрорыхлении схему расположения нагнетательных скважин принимают в зависимости от системы разработки, строения, мощности пласта и его отдельных пачек, свойств боковых пород (рис. 9.4).

При нагнетании воды в режиме гидрорыхления глубина герметизации должна соответствовать условию

$$l_r = (4 + 6)\sqrt{m}, \text{ м.}$$

Длина фильтрующей части скважины $l_f = 1,5—2,5$ м. Общая длина нагнетательной скважины $l_c = l_r + l_f$ должна быть не более 12 м и удовлетворять условию

$$l_c > n + b,$$

где n — ширина защитной зоны;

b — подвигание забоя за один или несколько циклов.

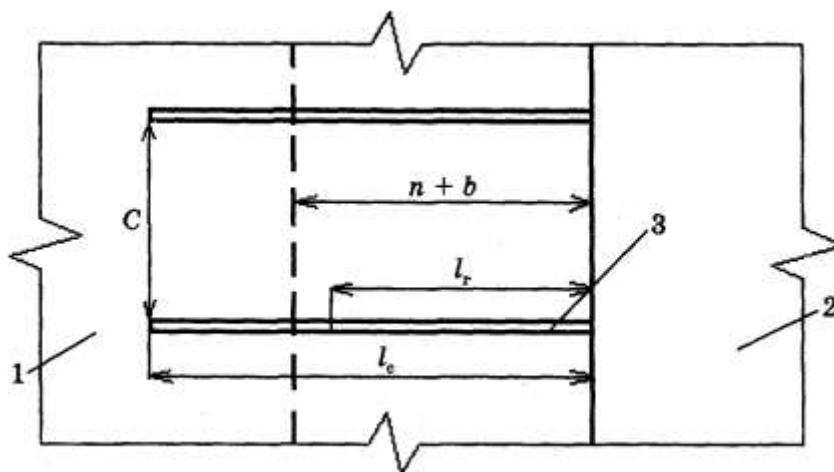


Рис. 9.4. Схема расположения нагнетательных скважин для гидрорыхления пласта:
 1 - участок пласта; 2 - выработанное пространство; 3 - нагнетательные скважины

Расстояние между скважинами принимают из условия $C < 1,5 l_c$.

Удельный расход жидкости (норму нагнетания N , л/т) при гидрорыхлении через скважины глубиной 6—12 м определяют из выражения $N = 10 W_{мг}$. На пластах сложного строения величина N может быть скорректирована ВНИМИ на основании изучения фазово-физических свойств отдельных пачек.

Количество воды V , м^3 , закачиваемое в каждую скважину глубиной 6—12 м, составляет:
 в очистных забоях и стенках подготовительных выработок

$$V = 1,3 \cdot 10^3 N m l_c C,$$

в забоях подготовительных выработок при нагнетании через одиночную скважину N рассчитывается в соответствии с п. 1.2 приложения 9.

$$V = 1,3 \cdot 10^3 N m l_c (2n + a),$$

где a — ширина выработки,

в забоях подготовительных выработок при нагнетании через две скважины и более

$$V = 1,3 \cdot 10^3 N m l_c C',$$

где C' — расстояние между фильтрующими частями скважин, м.

При глубине скважины до 6 м расчетный объем воды необходимо увеличивать на 25—30 %.

Давление нагнетания поднимается ступенями по $(0,2—0,3)\gamma H$ до величины, исключающей гидроразрыв пласта. Продолжительность нагнетания на первых ступенях должна составлять не менее 10 мин. На последней ступени $(0,8-0,9)\gamma H$ нагнетание производят до закачивания необходимого количества воды.

Во избежание преждевременного гидроразрыва пласта целесообразно подключить к одному насосу 2—3 нагнетательные скважины.

В случае гидроразрыва пласта нагнетание прекращают, бурят новую скважину на расстоянии 2,5—3 м от старой и нагнетание продолжают до закачивания необходимого количества воды.

При трудности бурения скважин на оптимальную глубину гидрообработку начинают через скважины с минимально возможной глубиной, но не менее $n + b$, где b — минимально допустимое подвигание забоя за один цикл;

Если по технологическим причинам значение l_c необходимо увеличить, то переход к более длинным скважинам нужно осуществлять постепенно, в течение 3—4 циклов нагнетания. В очистных забоях прямолинейной формы скважины последующего цикла гидрорыхления бурят между скважинами предыдущего цикла.

1.6. Гидроотжим краевой части пласта применяют только в действующих очистных или подготовительных забоях при вынимаемой мощности пласта (слоя) не более 2—2,5 м (рис. 9.5).

Длину фильтрующей части шпура, как правило, принимают равной 0,3—0,5 м. При использовании нагнетательного оборудования, позволяющего поднять давление до 30—40 МПа, длину фильтрующей части скважины целесообразно увеличивать до 0,8—1,5 м. Расстояние между шпурами принимают из условия $C < 1,5l_c$. После падения давления воды в системе до 5 МПа и ниже нагнетание прекращают; при большем остаточном давлении, но не менее чем в 2 раза по сравнению с давлением до гидроразрыва, подачу воды продолжают в течение 10—15 мин.

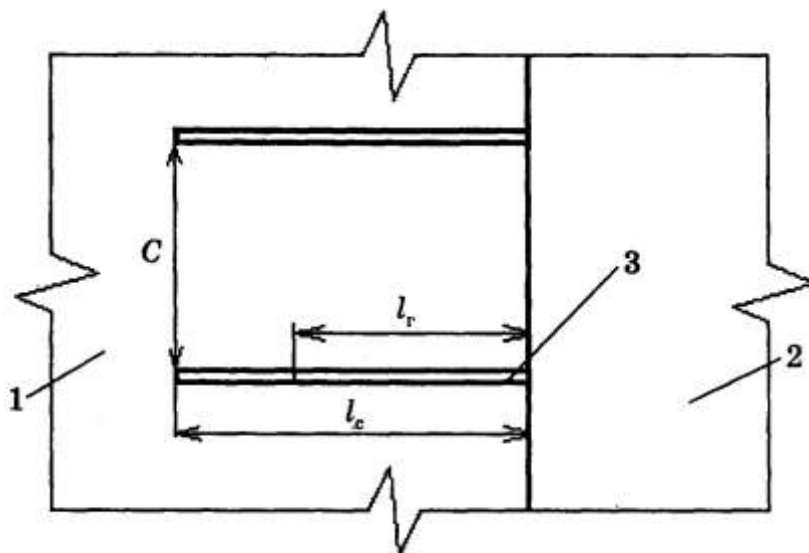


Рис. 9.5. Схема расположения шпуров для гидроотжима пласта:
1 — участок пласта; 2 — выработанное пространство; 3 — нагнетательные скважины

1.7. Способ борьбы с горными ударами с использованием пластификаторов основан на адсорбционном понижении прочности угольного массива в результате воздействия жидкостей с заданными физико-механическими свойствами.

Областью использования данного способа являются участки угольных пластов с низкой трещиноватостью и высокой прочностью, плохо принимающие воду и склонные к повторному восстановлению удароопасности. Это охранные целики выработок длительного срока эксплуатации, выработки, которые в перспективе могут оказаться в зонах ПГД.

Использование метода производится под методическим руководством ВНИМИ.

Нагнетание производят в режиме увлажнения в два этапа. На первом этапе нагнетают растворы, содержащие поверхностно-активные вещества (сульфанола, синтанолы, сульфаты и др.), а затем составы, увеличивающие вязкость после нагнетания (полиоксиэтилен и др.).

1.8. Комплекс мероприятий для предотвращения горных ударов и выбросов при проходке выработок в зонах ПГД на пласте Тройном Воркутинского месторождения.

1.8.1. Комплекс мероприятий включает следующее.

Прогноз ударо- и выбросоопасности по выходу буровой мелочи и начальной скорости газовыделения согласно требованиям настоящей Инструкции и Инструкции по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля, породы и газа.

Прогноз ударо- и выбросоопасности начинают при подходе забоя выработки к границе зоны ПГД со стороны защищенной зоны в соответствии со схемой рис. 9.6.

При переходе выработкой зоны ПГД, сформированной краевой частью остановленного забоя на пласте Четвертом, на расстоянии от створа забоя (граница зоны ПГД) до $0,5l$ (l — ширина зоны опорного давления) проводят бурение разгрузочных скважин. Дополнительным мероприятием по снижению ударо- и выбросоопасности участков пластов является гидровывыв. На участке $l—0,5l$ от створа забоя пласта Четвертого проводят только гидровывыв, дополнительно проводят бурение разгрузочных скважин с последующим гидровывывом, аналогично тому, как это требуется для участка $0,5l$ — створ.

При переходе зон ПГД, сформированных на пласте Тройном над целиками угля пласта Четвертого, порядок применения мероприятий определяется размерами целика, а именно:

а) при размерах целика, превышающих $2l$, порядок применения мероприятий аналогичен вышеизложенному;

б) при размерах целика, превышающих l , но меньших $2l$, необходим следующий порядок применения мероприятий:

на участке от створа целика в сторону зоны ПГД до $0,5l$ проводят бурение разгрузочных скважин, а дополнительно — гидровывыв;

в центральной части зоны ПГД на расстоянии более $0,5l$ от створов целика проводят только гидровывыв, а дополнительно — бурение разгрузочных скважин с последующим гидровывывом аналогично участку зоны ПГД $0,5l$ — створ забоя;

в) при размерах целика меньше l в пределах всей зоны ПГД нужно проводить бурение разгрузочных скважин, а дополнительно — гидровывыв.

При мощности выбросоопасной пачки угля менее $0,1$ м независимо от результатов прогноза выбросоопасности допускается вести проходку подготовительных выработок на любом участке зоны ПГД только с разгрузочными скважинами или гидрорыхлением.

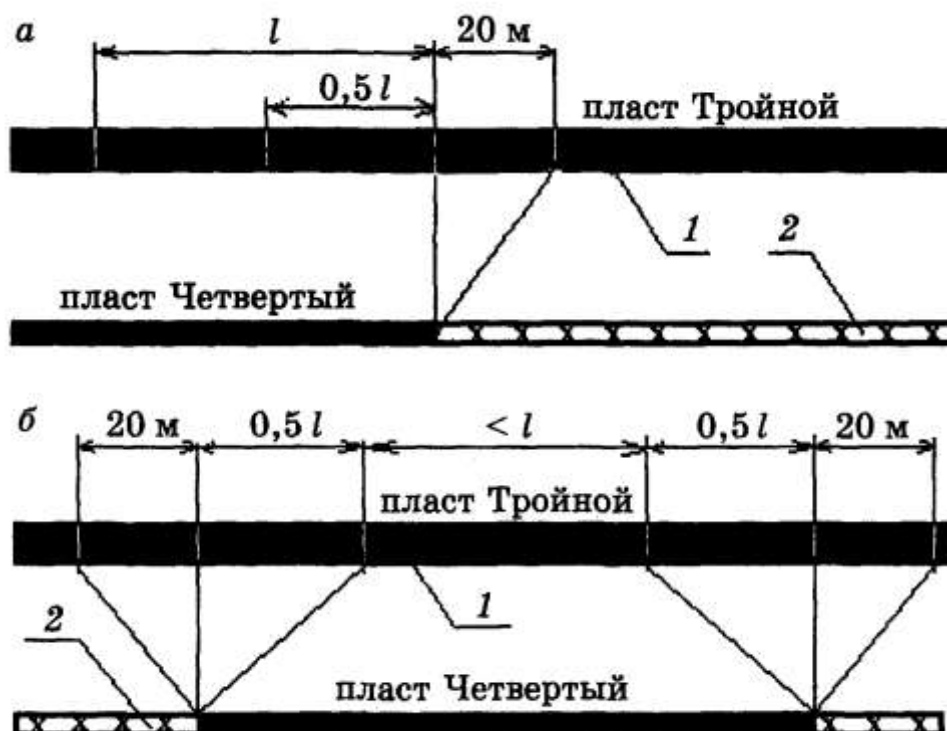




Рис. 9.6. Схема применения профилактических мероприятий в зонах ПГД:
а — при проходке выработок в зонах ПГД от створа очистного забоя;
б — то же, в зоне ПГД от целика шириной большей l , но меньшей $2l$;
в — то же, в зоне ПГД от целика шириной меньшей l ;
 1 — угольный пласт; 2 — выработанное пространство

1.8.2. Бурение разгрузочных скважин первого цикла осуществляют первоначальным бурением 4 скважин, из которых 2 центральные имеют длину 20 м, а боковые — 15 м. После 8 м подвигания забоя выработки бурят 3 скважины второго цикла, центральную длиной 20 м и боковые — 15 м. Через 8 м подвигания забоя выработки вновь бурят 4 скважины, повторяя весь цикл. Боковые скважины выходят за контур выработки на 4 м, диаметр бурения — 300 мм. Схема бурения, представленная на рис. 9.7, обеспечивает неснижаемое опережение, равное 7 м.



Рис. 9.7. Схема заложения разгрузочных скважин и шпуров для прогноза удароопасности:
 1, 2, 3, 4 — разгрузочные скважины первого цикла; 1', 2', 3' — разгрузочные скважины второго цикла

1.8.3. Гидровывыв опережающих полостей проводится в соответствии с требованиями п.6.4.7 Инструкции по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля, породы и газа. При совместном использовании разгрузочных скважин и гидровывыва эффективным является образование 5 полостей, из которых центральная имеет длину 15 м, а боковые — 10 м. Максимально допустимое подвигание забоя после гидровывыва — 8 м, неснижаемое опережение — не менее 7 м.

1.8.4. Эффективность применения разгрузочных скважин как способа снижения выбросоопасности оценивают по выходу штыба и скорости газовыделения при бурении контрольных шпуров по выбросоопасной пачке в соответствии с п.2.5.1 Инструкции по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля, породы и газа (рис. 9.7, 9.8). Частота бурения контрольных шпуров — через 4 м подвигания забоя подготовительной выработки.

Эффективность бурения разгрузочных скважин как способа снижения удароопасности оценивают по выходу штыба при бурении контрольных шпуров по крепкой пачке угля (рис. 9.7, 9.8). Периодичность контроля — через 4 м подвигания забоя подготовительной выработки.

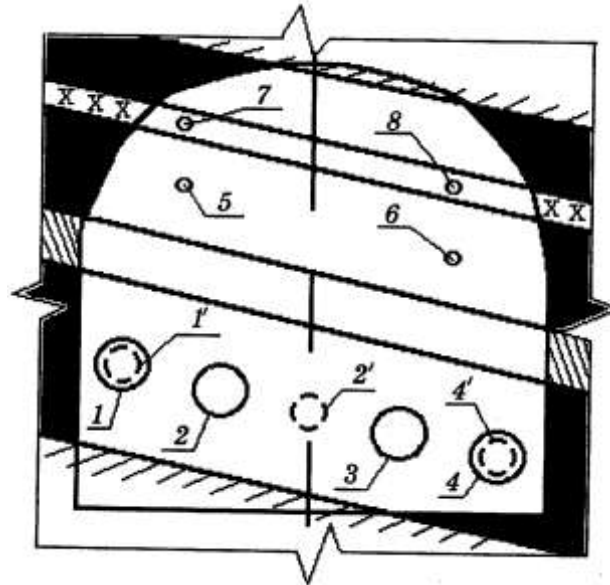


Рис. 9.8. Схема заложения разгрузочных скважин и шпуров для контроля эффективности профилактических мероприятий:

1, 2, 3, 4 — разгрузочные скважины первого цикла; 1', 2', 3' — разгрузочные скважины второго цикла; 5, 6 — шпуровые отверстия для контроля эффективности мероприятий по предотвращению горных ударов; 7, 8 — шпуровые отверстия для контроля эффективности мероприятий по предотвращению выбросов угля и газа

Контроль эффективности гидровыведения опережающих полостей проводят в соответствии с п. 6.4.7 Инструкции по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля, породы и газа.

2. Камуфлетное взрывание и бурение разгрузочных скважин

2.1. Основным параметром при камуфлетном взрывании является расстояние C между скважинами, величину которого устанавливают в зависимости от степени напряженности пласта, типа ВВ и вида забойки. Для патронированных аммонитов необходимо руководствоваться следующим.

На удароопасных участках каменноугольных пластов при глиняной забойке $C = 0,8$ м. При использовании гидравлической забойки (табл. 9.1) расстояние между скважинами зависит от соотношения $P_{\text{ср}}/P_{\text{расч}}$, где $P_{\text{ср}}$ — усредненный выход при бурении прогнозных шпуров на участке пласта, где будет применено камуфлетное взрывание, л/п.м;

$P_{\text{расч}}$ — расчетный выход, который вычисляется по формуле, л/п.м:

$$P_{\text{расч}} = (l_{\text{инт}} \pi d_{\text{шп}}^2 k_{\text{разр}}) / 4,$$

где $l_{\text{инт}} = 100$ — интервал бурения, см;

$d_{\text{шп}} =$ — диаметр шпура, см;

$k_{\text{разр}} = 1,05$ — коэффициент разрыхления угля при бурении прогнозного шпура.

Подставив соответствующие значения в формулу и округляя до целых, получим расчетный выход штыба

$$P_{\text{расч}} = (100 \cdot 3,14 \cdot 4,3^2 \cdot 1,05) / 4 = 1484 \text{ см}^3/\text{п.см} \approx 1,5 \text{ л/п.м.}$$

Таблица 9.1

$P_{\text{ср}}/P_{\text{расч}}$	1-1,5	1,5-2,5	2,5-5
$C, \text{ м}$	0,8	1,2	1,5

На антрацитовых пластах при выявлении категории ОПАСНО камуфлетное взрывание рекомендуется применять со следующими параметрами: глубина шпуров равна ширине защитной зоны, $C = 3$ м, вес одного заряда ВВ марки 6ЖВ равен 1,2 кг. Серия одновременно взрывааемых зарядов состоит из 2—3 шпуров, забойка — глиняная.

В условиях буроугольных пластов при забойке из водонаполненных ампул и глиняной забойке $C = 0,8$ м. При гидравлической забойке (табл. 9.2) параметр C зависит от соотношения $W/W_{кр}$ (W — средняя влажность угля в месте расположения заряда, $W_{кр}$ — критическая влажность — влажность, соответствующая степени водонасыщения 0,85). Для других типов ВВ расстояние между скважинами находят опытным путем.

Таблица 9.2

$W/W_{кр}$	0,95	0,8-0,95	0,75-0,8
C , м	0,8	1,2	1,5

2.2. Расстояние между разгрузочными скважинами также выбирают в зависимости от категории удароопасности, диаметра скважин и мощности угольного пласта, используя формулу

$$C = K_1 K_2 K_3$$

где K_1 , K_2 , и K_3 — эмпирические коэффициенты, учитывающие соответственно категорию удароопасности (табл. 9.3), диаметр скважины (табл. 9.4) и мощность вынимаемого пласта (табл. 9.5).

Таблица 9.3

Категория удароопасности	НЕОПАСНО	ОПАСНО
K1	1,3	1,7

Таблица 9.4

Диаметр скважины, мм K_2	100	150	200	300	400	500	600
	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3	1,6	1,8

Таблица 9.5

Мощность пласта, м K_3	0,5-0,8	0,9-1,4	1,5-2	2,1-3	> 3
	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2

На участках пласта, где разрушения стенок скважин не происходит, а категория удароопасности может в дальнейшем соответствовать уровню ОПАСНО, коэффициент K_1 , принимают как для уровня НЕОПАСНО.

2.3. Для антрацитовых пластов расстояние C между разгрузочными скважинами рекомендуется принимать равным: при диаметре скважин 300 мм и более — n ; 200 мм — $0,7 n$, 150 мм — $0,5 n$.

Приложение 10

ПРОГНОЗ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ГОРНЫХ УДАРОВ С РАЗРУШЕНИЕМ ПОЧВЫ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК ПЛАСТА МОЩНОГО, РАЗРАБАТЫВАЕМОГО ШАХТАМИ ОАО «ВОРКУТАУГОЛЬ»

1. Прогноз горных ударов, с разрушением почвы подготовительных выработок состоит из двух этапов: регионального и локального.

Для выполнения регионального и локального прогноза необходимы следующие исходные данные:

- глубина расположения выработки H , м;
- мощность угольного пласта m , м;

ширине выработки a , м;
 литологический состав, мощность и физико-механические свойства пород почвы определяются организацией, имеющей лицензию Госгортехнадзора России, по результатам кернового бурения, выполняемого шахтой на глубину не менее $2a$;
 границы опасных зон ведения горных работ (зон ПГД, у передовых выработок, у геологических нарушений и др.).

Полученные материалы передаются ВНИМИ, на основании которых дается заключение об опасности участка выработки.

Шаг заложения геологоразведочных скважин принимается равным 100 м. В районах передовых выработок с учетом параметров слоистости заложение скважин осуществляется по схеме (рис. 10.1). По заключению ВНИМИ шаг заложения может быть скорректирован.

2. Региональным прогнозом вдоль подготовительной выработки выявляются участки, в пределах которых в почве залегают слои пород, потенциально склонные к горным ударам, т.е. с $\sigma_{сж} > 50$ МПа и мощностью $m_{п} \geq 0,5$ м (рис. 10.2).

Потенциально опасными зонами (ПОЗ) считаются участки, на которых выполняется условие $2 \leq a_{п} / m_{сл} \leq 6$, где $a_{п}$ — приведенная ширина подготовительной выработки, м; $m_{сл}$ — мощность прилегающей к почве выработки толщи, включающей породный слой, склонный к горным ударам.

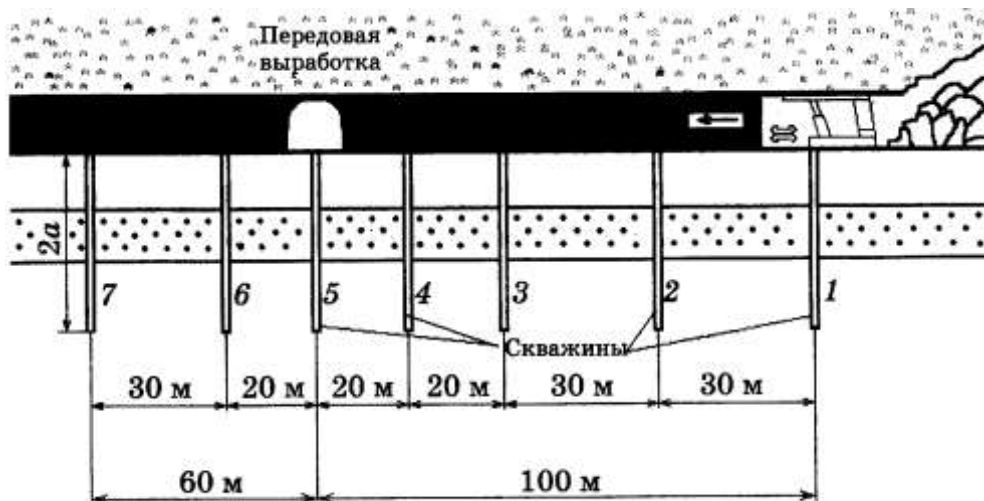


Рис. 10.1. Схема заложения геологоразведочных скважин в районе передовой выработки

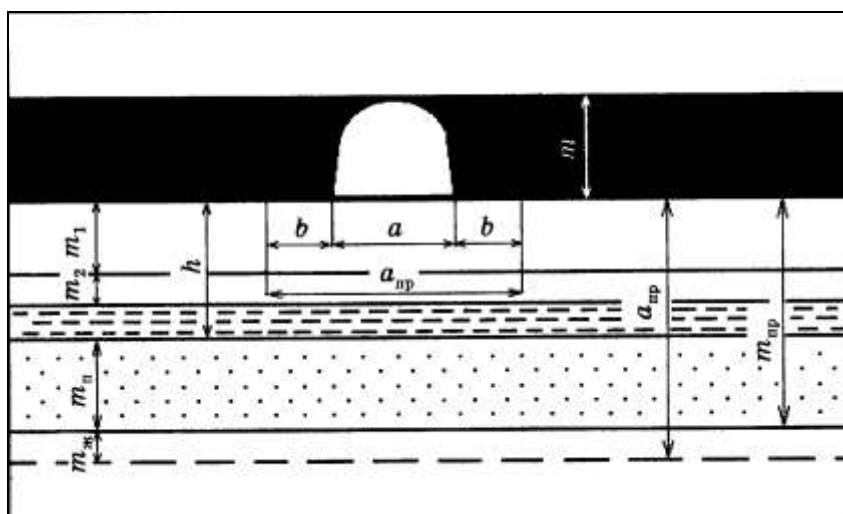


Рис. 10.2. Схема к определению ПОЗ и ОЗ

Приведенная ширина подготовительной выработки учитывает зону разгрузки угольного пласта в ее боках и определяется по формуле $a_{п} = a + 2b = a + m/2$ (для пласта Мощного на Воркутинском месторождении зона разгрузки $b = m/4$).

В пределах ПОЗ толщу пород мощностью $m_{сл}$, включающую слой (слои) пород, склонный к горным ударам, считают опасным слоем.

3. Локальным прогнозом в пределах ПОЗ выделяются опасные участки с учетом горно-геологической и горно-технической обстановки в районе выработки. Участки подготовительной выработки считаются опасными зонами (ОЗ), если выполняется условие

$$\chi H(\sigma_x^1 + 1) \geq 0,8\sigma_{сж} ,$$

где χ — коэффициент пригрузки, учитывающий влияние горно-геологической и горно-технической обстановки.

Выявленные ОЗ наносят на план горных работ красным цветом.

Коэффициент пригрузки χ принимается равным:

в зоне влияния очистной выработки $\chi = 1,4$;

в зоне подхода очистной выработки к передовой выработке по графику рис. 10.3;

в зонах влияния геологических нарушений и зонах χ определяют ПГД по результатам экспертной оценки, проводимой ВНИМИ.

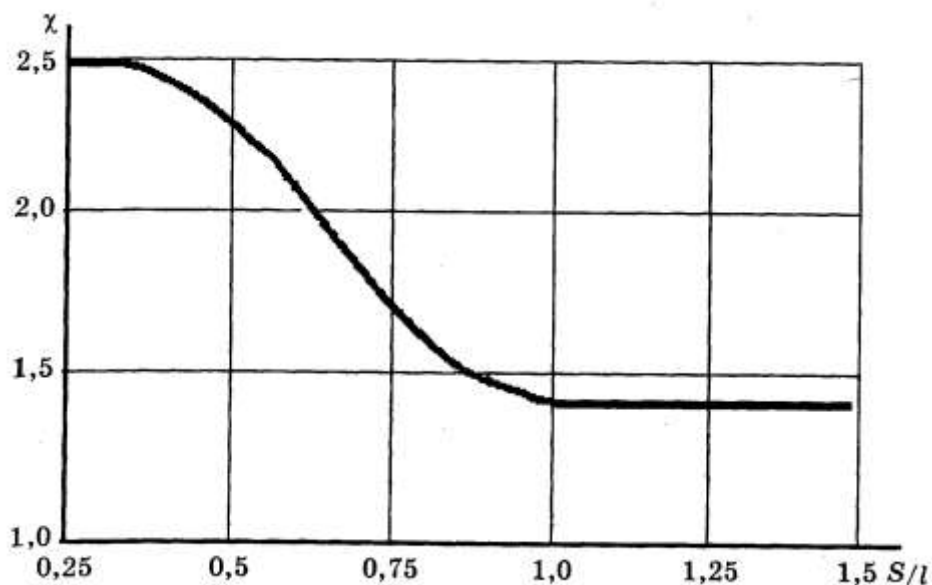


Рис. 10.3. Номограмма для определения коэффициента пригрузки χ :

l — ширина зоны опорного давления; S — расстояние от забоя лавы до передовой выработки

γ — удельный вес пород, МН/м^3 ; σ_x^1 — параметр, отражающий сжимающие напряжения, действующие в опасном слое и определяемые по графику рис. 10.4; λ — коэффициент бокового отпора ($\lambda = 0,7$);

$\sigma_{сж}$ — предел прочности на одноосное сжатие опасного слоя, МПа.

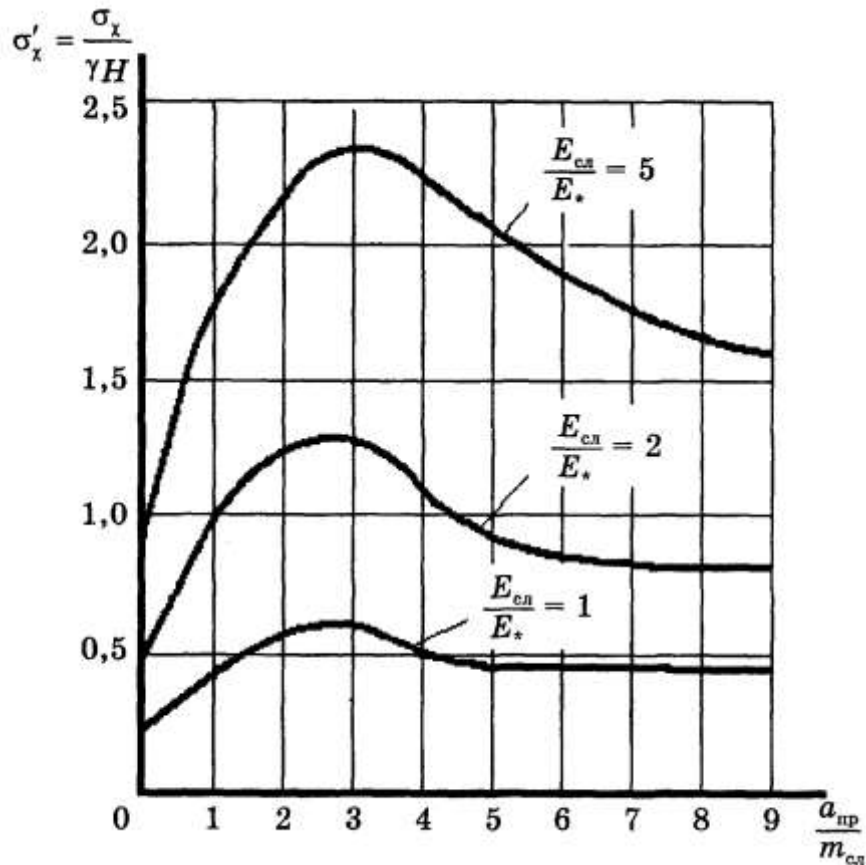


Рис. 10.4. Номограмма для определения горизонтальных сжимающих напряжений в опасном слое:

$E_{сл}$ — модуль упругости опасного слоя; E_* — модуль упругости подстилающего слоя; $m_{сл}$ — мощность опасного слоя; $a_{пр}$ — приведенная ширина выработки

Для слоистых толщ значения $\sigma_{сж}$, $E_{сл}$ и E_* определяются как средневзвешенные по мощности отдельных слоев, например, для

$$E_{сл} = \frac{E_1 m_1 + E_2 m_2 + \dots + E_n m_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}, \text{ где } E_1, E_2, E_n - \text{модули упругости и } m_1, m_2, m_n — \text{мощности}$$

слоев.

Все работы по прогнозу опасных зон и мер по предотвращению горных ударов в почве выработок организует технический руководитель—главный инженер шахты. На эксплуатационном участке должна находиться необходимая документация с нанесенными ОЗ. В службе прогноза и борьбы с горными ударами должен быть журнал с занесенными результатами прогноза и контроля эффективности локальных мер борьбы с горными ударами в почве выработок.

4. Предотвращение горных ударов с разрушением почвы выработок может быть достигнуто изменением положения выработки относительно слоев, склонных к горным ударам, или разупрочнением опасного слоя.

Изменение положения подготовительной выработки относительно слоев, склонных к горным ударам, планируется на стадии составления паспортов выемочного участка, рекомендуется комиссией по горным ударам с учетом заключения ВНИМИ и утверждается техническим руководителем организации.

5. Предотвращение горных ударов с разрушением почвы выработки достигается путем разупрочнения опасного слоя с помощью камуфлетного взрывания по технологии гидромикроторпедирования шпуровым или скважинным способом до подхода очистного забоя к границе ОЗ на ширину зоны опорного давления.

Паспорта на ведение буровзрывных работ (БВР) по разупрочнению почвы выработок в ОЗ разрабатываются институтом «ПечорНИИпроект», согласовываются с ВНИМИ и территориальным органом Госгортехнадзора России.

Шпуровой способ применяют для разупрочнения опасного слоя мощностью не более 1,5 м и при глубине залегания не далее 3 м от поверхности почвы выработки. При мощности опасного слоя более 1,5 м рекомендуется применять скважины. Для реализации способов рассчитывается радиус трещинообразования

$$R_T = 1,6\sqrt[3]{Q/\sigma_p}, \text{ м,}$$

где Q — величина заряда, кг;

σ_p — предел прочности пород.

Для $Q = 3$ кг, $R_T = 1,1-1,3$ м соответственно $Q = 6$ кг, $R_T = 1,3-1,5$ м, $Q = 10$ кг, $R_T = 1,6-1,9$ м.

Другие параметры рассчитываются в соответствии с действующими нормативными документами по взрывным работам.

При расположении торпедозарядов на расстоянии до 5 м от устья скважины предусматривается установление дополнительных распорок на момент взрывания.

6. Контроль эффективности разупрочнения почвы выработок проводит организация, имеющая лицензию Госгортехнадзора России, методом преломленных волн (МПВ) посредством сопоставления результатов продольного сейсмического профилирования в ОЗ до и после проведения профилактических мероприятий. Сущность метода состоит в возбуждении и регистрации в почве выработки сейсмического волнового поля, представленного прямыми и преломленными (преломленно-рефрагированными) на границах раздела упругих слоев волнами. Регистрируемые волны содержат информацию о строении этих слоев.

В теоретическом обосновании МПВ заложена возможность определения границ смены литотипов пород в почве выработки при соблюдении условия, что скоростная характеристика каждого последующего (с глубиной) слоя выше предыдущего. Преломленно-рефрагированные волны возникают в случае нарастания значений скорости с глубиной в пределах одного литотипа.

Метод преломленных волн применяют в модификации продольного профилирования с применением следующих основных параметров наблюдений:

база приема — 29 м, 35 м;

шаг расстановки сейсмоприемников — 1 м;

расстояние между соседними пунктами взрыва — 6 м;

количество сейсмограмм на одном пункте взрыва — 2.

При использовании 24-канальных сеймостанций вынос пунктов взрыва составляет 1 м, 7 м, 13 м, количество сейсмограмм на одном пункте — 2, при использовании 12-канальных сеймостанций вынос пунктов взрыва — 1 м, 7 м, 13 м, 19 м, 25 м, а количество сейсмограмм — 3.

Обработка сейсмограмм реализуется с помощью имеющихся пакетов прикладных программ на ПЭВМ.

Первым итогом обработки является построение сейсмического разреза по профилю, на котором наносятся положение и форма преломляющих границ. В результате сопоставления материалов сейсмических наблюдений с данными разведочного бурения сейсмическому разрезу придается геологическое содержание.

Для выполнения исследований на участке работ разбуривается профиль шпуров (взрывных и для установки сейсмоприемников) глубиной 0,6—0,8 м на расстоянии 1 м от борта выработки со стороны лавы. Шпуры, предназначенные для установки сейсмоприемников, оборудуются металлическими стержнями для крепления на них датчиков.

Возбуждение упругих колебаний осуществляется взрывом связки электродетонаторов в количестве 3-5 штук. Запись колебаний производится по z -компоненте волнового поля.

В процессе обработки сейсмограмм строят графики зависимости времени прихода волны от величины пройденного ею расстояния (годографы), по которым определяют скорость волн V соответствующих литотипов пород с последующим расчетом глубин их преломляющих границ. Расчет глубины залегания преломляющей границы (h) производится с использованием способа t_0 по формуле:

$$h = \left[X \sqrt{(V_2 - V_1)/(V_2 + V_1)} \right] / 2, \text{ м,}$$

где X — координата точек пересечения годографов;

$V_{1,2}$ — скорости упругих волн в верхнем и нижнем слоях.

Критерием оценки эффективности мероприятий является положение верхней преломляющей границы (h^*), соответствующее положению кровли верхнего ненарушенного обработкой слоя породы и соотношение скоростей продольных волн в прочном слое до (V) и после (V^*) обработки. Данный параметр по результатам опытно-методических работ меняет свое значение от 1 до 0,6 и менее.

Обработка считается эффективной, если одновременно выполняются следующие неравенства: $h^* > m_{сд}$ и $V^*/V \leq 0,6$.

Контроль эффективности мероприятий по предотвращению горных ударов в почве выработки может быть скорректирован или изменен по заключению ВНИМИ.