ПРАВИЛА ОХРАНЫ СООРУЖЕНИЙ И ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

ОТ ВРЕДНОГО ВЛИЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАЗРАБОТОК НА УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

gost.e-ecolog.ru

СОГЛАСОВАНО
с Госгортехнадзором СССР
6 декабря 1979 г.

УТВЕРЖДЕНО
Министерством угольной
промышленности СССР
29 декабря 1979 г.

ПРАВИЛА ОХРАНЫ СООРУЖЕНИЙ И ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ ВРЕДНОГО ВЛИЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАЗРАБОТОК НА УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ



МОСКВА «НЕДРА» 1981

УДК 622.833/.838:622.84/.85

Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях/ Министерство угольной промышленности СССР. — М., Недра, 1981, 288 с.

Правила разработаны Всесоюзным научно-исследовательским институтом горной геомеханики и маркшейдерского дела (ВНИМИ) на основании анализа и обобщения опыта ведения горных работ под зданиями, сооружениями и природными объектами, а также результатов натурных, лабораторных и аналитических исследований процесса сдвижения горных пород и земной поверхности, водопроницаемости подработанного массива горных пород, влияния деформаций земной поверхности на конструкции зданий, сооружений и других объектов. В Правилах устанавливаются границы зон опасного влияния подземных горных разработок, условия безопасной выемки угольных пластов под охраняемыми объектами, порядок и методы применения горных и конструктивных мер охраны, в основу которых положено сравнение ожидаемых при отработке угольных пластов деформаций земной поверхности с допустимыми и предельными деформациями для охраняемых объектов.

Правила предназначены для использования горными предприятиями и проектными организациями угольной промышленности взамен действующих Правил и Указаний по охране сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях, а также для использования на Ленинградском и Эстонском месторождениях сланцев в части определения условий безопасной выемки сланца под водными объектами при разработке пластов длинными столбами. Перечень отменяемых и остающихся в действии Правил и Указаний приведен в приложении 9.

Табл. 219, ил. 58.

Редакционная комиссия:

Ф. М. Маевский (председатель), И. А. Петухов (заместитель председателя), А. И. Сошенко (заместитель председателя), А. Г. Акимов, Л. А. Западинский, М. А. Иофис, А. Н. Медянцев, Р. А. Муллер, Г. А. Нестеров, Г. П. Пепеляев, Ю. В. Соин, К. Г. Сулима, В. Г. Янковский

П 30701—264 / 043(01)—81 **БЗ—60—16—1980 2501000000**

© Издательство «Недра», 1981

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие Правила регламентируют меры охраны и усло вия выемки угля под действующими зданиями и сооружениями, под природными объектами, а также под дейсгвующими и проектируе мыми шахтными стволами.

При проектировании зданий и сооружений на подрабатываемых территориях следует руководствоваться нормами проектирования предусмотренными соответствующими нормативными документами

1.2. Промышленные и гражданские здания и сооружения при необходимости их дальнейшей эксплуатации, а также природные объекты при необходимости их сохранения подлежат охране от вредного влияния подземных разработок.

1.3. При выемке угля под водными объектами горные выработки подлежат охране от прорывов воды и увеличения ее притока в количестве, представляющем опасность для людей или приводящем к нарушению нормальной эксплуатации шахты.

Водные объекты, имеющие народнохозяйственное значение (реки, каналы, водоемы, водоносные горизонты, используемые для водоснабжения, мелиорации, рыбного хозяйства, отдыха трудящихся и т. п.), подлежат охране от вредных последствий подработки (недопустимые потери воды вследствие фильтрации ее в горные выработки, изменение уклонов каналов и т. п.).

1.4. Согласование и утверждение мер охраны производится в соответствии с «Инструкцией о порядке утверждения мероприятий по охране сооружений и природных объектов от вредного влияния горных разработок и о порядке ведения горных работ в предохранительных целиках» (М., Углетехиздат, 1955). Согласование выемки пластов под железными дорогами МПС производится в соответствии с «Инструкцией о порядке согласования подработки железных дорог на угольных и сланцевых месторождениях СССР», М., изд. Минуглепрома СССР, 1969.

Ведение очистных работ под охраняемыми объектами с отступлением от норм, изложенных в настоящих Правилах, допускается только с разрешения органов Госгортехнадзора в соответствии с указанными инструкциями.

1.5. Подрабатываемые здания, сооружения и другие объекты до начала и после окончания влияния на них горных работ, а при необходимости и в процессе подработки обследуются комиссией в составе представителей шахты, подрабатывающей охраняемый объект (с обязательным привлечением лиц, компетентных в инженерно-строительных вопросах), и организации, эксплуатирующей его. В комиссию могут быть включены представители организаций, осуществлявших проектирование и строительство объекта, а также специалисты организаций, разрабатывающих проект мер охраны объектов. На каждом этапе обследования составляются акты, в которых указывают состояние объекта, его конструктивные особенности, процент износа, деформации объекта от подработки и степень

их влияния на его эксплуатационную способность и при необходимости вносят предложения по дополнительным мерам охраны объекта.

1.6. Руководство горным предприятием не менее чем за 6 мес до начала очистных работ в районе влияния на охраняемый объект обязано известить об этом организацию, ответственную за сохранность и эксплуатацию объекта.

1.7. Горное предприятие может производить выемку угля под всеми сооружениями, построенными с конструктивными мерами охраны, если горно-геологические условия (число планируемых к отработке пластов, их мощность, глубина залегания, угол падения) не изменились по сравнению с теми, которые были приняты при их проектировании. Подработка производится с обязательным уведомлением в установленном порядке организаций, эксплуатирующих эти сооружения. К уведомлению прилагается акт, подтверждающий соответствие фактических горно-геологических условий условиям, принятым при проектировании.

При неблагоприятном изменении горно-геологических условий (увеличение числа разрабатываемых пластов, уменьшение отношения глубины к вынимаемой мощности пластов более чем на 10%, изменение угла падения пород более чем на 10°, обнаружение ранее неизвестного тектонического нарушения и т. д.), приводящем к увеличению деформаций земной поверхности, подработка сооружения, построенного с конструктивными мерами охраны, допускается по специальному проекту, предусматривающему уменьшение деформаций до величин, принятых при проектировании, или применение иных мер, обеспечивающих сохранность сооружения.

Проект мер охраны согласовывается и утверждается в порядке, установленном Госгортехнадзором СССР.

1.8. Параметры процесса сдвижения, необходимые для определения границ зоны опасного влияния подземных разработок, мер охраны сооружений, включая построение предохранительных целиков, и для расчета сдвижений и деформаций для различных бассейнов и месторождений приведены в разделе 7 настоящих Правил и в разделе 7 приложения 1.

1.9. Отдельные параметры процесса сдвижения по мере накопления данных наблюдений в бассейне (на месторождении) могут приниматься отличающимися от приведенных в настоящих Правилах по заключению специализированной организации после согласования с органами Госгортехнадзора СССР.

1.10. Меры охраны сооружений и природных объектов, включая предохранительные целики, утвержденные на основе ранее изданных Правил или Указаний по охране сооружений от вредного влияния подземных разработок, не подлежат обязательному пересмотру.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ЗОН ВЛИЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ РАЗРАБОТОК И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПРОЦЕССА СДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

2.1. Выемка угольных пластов приводит к нарушению состояния равновесия пород и их сдвижению, проявляющемуся в образовании на земной поверхности мульды сдвижения.

Отдельные точки мульды сдвижения сдвигаются неодинаково, в результате чего возникают вертикальные (наклоны, кривизна) и горизонтальные (растяжение, сжатие) деформации, а также трещины, уступы и провалы.

Сдвижения и деформации горных пород и земной поверхности при неблагоприятных условиях могут вызывать повреждения в объектах, расположенных в зоне влияния подземных разработок (в мульде сдвижения), а также увеличение водопроницаемости и газопроводимости пород над выработанным пространством.

Размеры зоны влияния подземных разработок на сооружения и другие объекты, величины, характер и продолжительность сдвижения горных пород и земной поверхности зависят от следующих факторов:

а) мощности, угла падения и глубины разрабатываемых пластов;

б) размеров очистных выработок, расположения и размеров оставляемых в очистной выработке целиков;

в) способа управления горным давлением;

г) скорости подвигания забоя;

д) наличия вблизи очистной выработки ранее отработанных площадей;

е) физико-механических свойств пород;

ж) структурных особенностей массива горных пород (мощность слоев, геологические нарушения, несогласное залегание пород с разрабатываемыми пластами и др.).

2.2. При определении границы зоны влияния подземных разработок приняты следующие значения деформаций земной поверхности: наклон $i=0{,}5\cdot10^{-3}$, растяжение $\varepsilon=0{,}5\cdot10^{-3}$ (при среднем интервале 15—20 м).

Границы зоны влияния подземных разработок определяются граничными углами.

Граничными углами называются внешние относительно выработанного пространства углы, образованные на вертикальных разрезах по главным сечениям мульды сдвижения горизонтальными линиями и линиями (последовательно проведенными в коренных породах, мезозойских отложениях и наносах), соединяющими границу выработки с границей зоны влияния подземных разработок на земной поверхности (рис. 2.1).

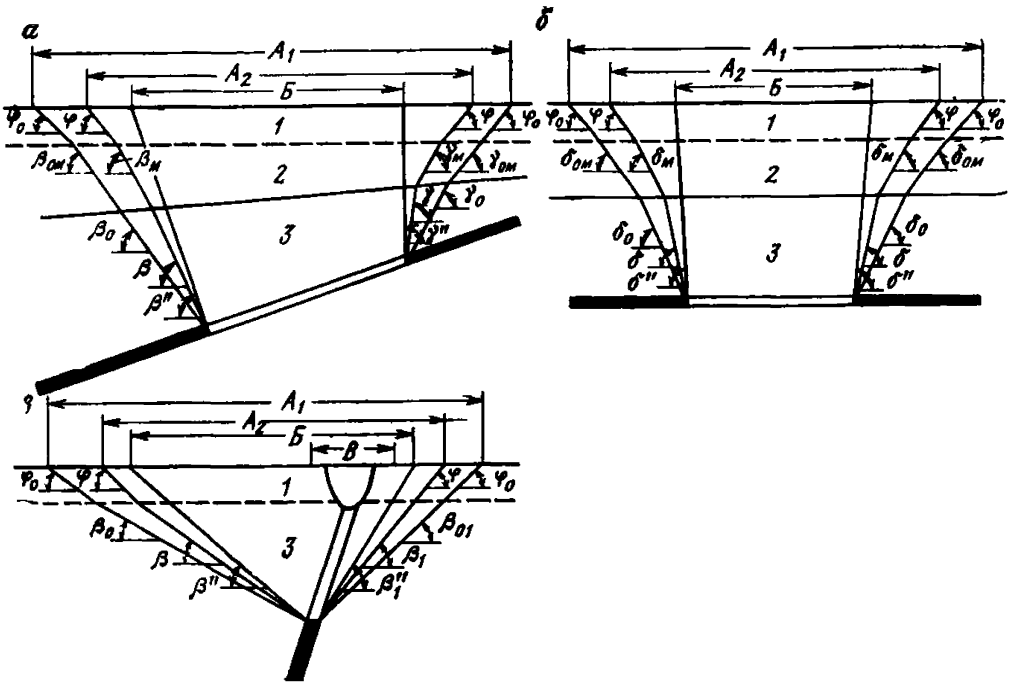


Рис. 2.1. Зоны влияния очистной выработки на вертикальных разрезах:

а — вкрест простирания при пологом залегании пласта; *б* — по простиранию пласта; *в* — вкрест простирания пласта при крутом залегании; A_1 — зона влияния, определяемая по граничным углам; A_2 — зона опасного влияния, определяемая по углам сдвижения; *Б* — зона трещин, определяемая по углам разрывов; *В* — зона провала и прилегающих к нему больших трещин; *1* — наносы; *2* — мезозойские отложения; *3* — коренные породы

Различают граничные углы:

а) в наносах, под которыми понимаются четвертичные и третичные горизонтально залегающие отложения, не вмещающие разрабатываемые пласты, — φ_0 (принимаются одинаковыми во всех направлениях; учитываются при мощности наносов 5 м и более);

б) в мезозойских отложениях на месторождениях палеозойского возраста — $\delta_{0м}$, $\beta_{0м}$, $\gamma_{0м}$;

в) в коренных породах, к которым относятся породы того же возраста, что и разрабатываемые пласты — δ_0, β_0, γ_0, β_{01}.

Углами δ_0 и $\delta_{0м}$ определяются границы зоны влияния подземных разработок по простиранию пласта; углами β_0 и $\beta_{0м}$, γ_0 и $\gamma_{0м}$ — вкрест простирания пласта соответственно со стороны падения и восстания; углами β_{01} определяется граница зоны влияния в лежачем боку пласта при углах падения α, больших предельных значений $\alpha_п$.

Величины граничных углов принимаются в соответствии с рекомендациями раздела 7 приложения 1, настоящих Правил, а предельных значений $\alpha_п$ — в соответствии с разделом 7. В подработанной толще на большинстве месторождений граничные углы выполаживаются.

Толща считается подработанной, если линия, проведенная в коренных породах под соответствующим граничным углом от границы данной очистной выработки, пересекает построенные по граничным

углам зоны влияния от ранее пройденных очистных выработок по данному пласту или по вышележащим и нижележащим пластам.

2.3. В пределах зоны влияния подземных разработок выделяют зону опасного влияния, при определении границ которой приняты следующие значения деформаций земной поверхности: наклон $i=4\cdot10^{-3}$, кривизна $K=0{,}2\cdot10^{-3}$ 1/м, растяжение $\varepsilon=2\cdot10^{-3}$ (при среднем интервале 15—20 м).

Границы зоны опасного влияния определяются углами сдвижения.

Углами сдвижения называются внешние относительно выработанного пространства углы, образованные на вертикальных разрезах по главным сечениям мульды сдвижения при полной подработке горизонтальными линиями и линиями (последовательно проведенными в коренных породах, мезозойских отложениях и наносах), соединяющими границу выработки с границей зоны опасного влияния на земной поверхности (см. рис. 2.1).

Различают углы сдвижения:

а) в наносах — φ; принимаются одинаковыми во всех направлениях при мощности наносов 5 м и более; при меньшей мощности углы сдвижения принимаются такими, как в подстилающих породах;

б) в мезозойских отложениях — $\delta_м$, $\beta_м$, $\gamma_м$;

в) в коренных породах — δ, β, γ, β_1.

Углами δ и $\delta_м$ определяются границы зоны опасного влияния по простиранию пласта; углами β и $\beta_м$, γ и $\gamma_м$ — вкрест простирания пласта соответственно со стороны падения и восстания; углами β_1 определяется граница зоны опасного влияния в лежачем боку пласта.

Углы сдвижения в подработанной и неподработанной толще определяются в соответствии с разделом 7 настоящих Правил. Определение подработанности толщи производится в соответствии с п. 2.2.

2.4. При определении границы зоны опасного влияния подземных разработок разрешается сглаживать сложный контур выработанной площади, если размеры выступов контура в плоскости пласта не превышают $0{,}2H$, но не более 100 м (H — глубина залегания пласта угля на данном участке). Сглаживание контура производится по принципу сохранения площади очистной выработки.

2 5. Появление опасных деформаций за пределами границы зоны опасного влияния, определяемой углом γ, возможно вследствие сдвига пород по напластованию. При выемке одиночных пластов сдвиг возникает, если угол падения пласта $\alpha>\rho'$, а верхняя глубина разработки $H_в<H_s$, где ρ' — угол трения по наиболее слабому контакту, чаще всего по контакту вмещающих пород с угольным пластом, H_s — наибольшая глубина, при которой могут возникать опасные подвижки по напластованию при выемке одиночного пласта в данных горно-геологических условиях.

Учет влияния подвижек по напластованию производится только на тех месторождениях, где возможность их появления установлена инструментальными наблюдениями. Значения ρ' и H_s принимаются в соответствии с разделом 7 настоящих Правил для соответствующих бассейнов и месторождений. Если ρ' и H_s неизвестны, то ρ' принимается равным 13°, а H_s определяется по табл. 2.1 в зависимости от угла падения пласта α, а также от суммарной мощ-

Таблица 2.1

Значения H_s, м

$h+h_м$, м	Угол падения α, градус					
	15	25	35	45	55	60
5 и менее	30	60	90	110	140	155
10	30	70	100	130	160	180
15	35	80	115	145	180	200
20 и более	50	115	160	200	255	285

Примечание. Величины H_s для промежуточных значений α и $h+h_м$ определяются интерполированием.

ности наносов h и мощности горизонтально залегающих мезозойских отложений $h_м$.

При разработке свиты пластов с углами падения $\alpha > \rho'$ зона опасного влияния от выработки в верхнем пласте может распространиться за границу, определяемую углом γ, до проекции выхода под наносы нижнего пласта свиты, если $H_в < H_s \sqrt[3]{n}$, где n — число разрабатываемых пластов, а верхние границы выработок в нижних пластах расположены в одной вертикальной плоскости с верхней границей выработки в верхнем пласте или смещены относительно нее в сторону выходов пластов.

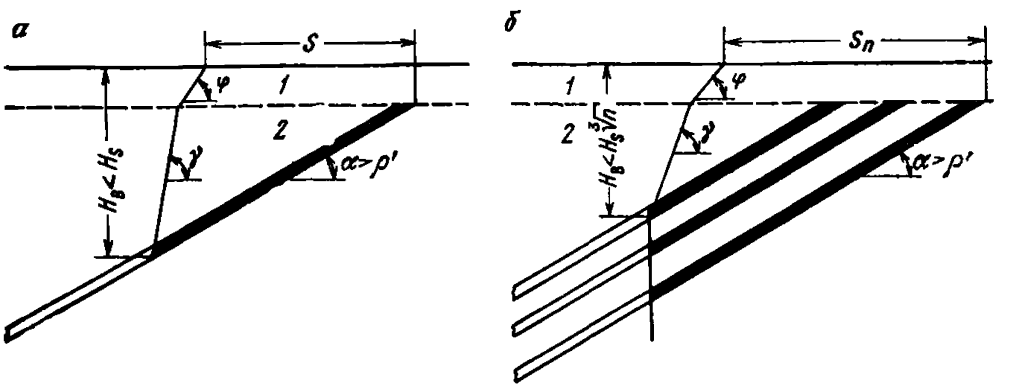


Рис. 2.2. Зона опасного влияния при сдвижении пород по напластованию:

а — при разработке одного пласта; *б* — при разработке свиты пластов; *1* — наносы; *2* — коренные породы

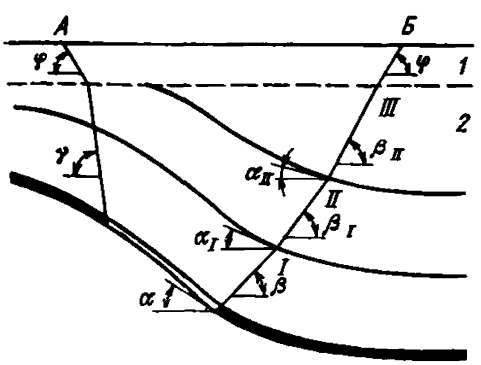


Рис. 2.3. Схема к определению границ зоны опасного влияния на земной поверхности при невыдержанном залегании пластов:

1 — наносы; *2* — коренные породы; *АБ* — зона опасного влияния

Определение размера зоны S, в которой могут возникать опасные деформации от подвижек по напластованию при выемке одиночного пласта, показано на рис. 2.2,*а*, а определение размера зоны S_n при выемке свиты пластов — на рис. 2.2,*б*.

2.6. При невыдержанном залегании угольных пластов границу зоны опасного влияния подземных разработок вкрест простирания определяют с учетом изменения углов падения слоев покрывающей толщи пород в следующей последовательности (рис. 2.3):

на разрезе вкрест простирания определяют угол падения пласта α у нижней границы выработки и по нему находят значение угла сдвижения β;

под полученным углом сдвижения β проводят линию от границы выработки до пересечения со слоем пород толщи, угол падения которого α_I в точке пересечения *I* отличается от угла α у границы выработки на 10°;

по углу падения α_I в точке *I* находят новое значение угла сдвижения — β_I, и под этим углом проводят линию до пересечения со следующим слоем, угол падения которого α_{II} в точке пересечения *II* отличается от угла падения α_I на 10°;

по углу падения α_{II} находят новое значение угла сдвижения — β_{II}. Подобным образом строят границу зоны влияния для других слоев толщи до контакта коренных пород с мезозойскими отложениями или наносами (точка *III*).

Углы δ и γ, а также углы сдвижения в наносах и мезозойских отложениях принимаются такими же, как при выдержанном залегании пластов.

2.7. При разработке пластов, залегающих в виде синклинальной складки, границы зоны опасного влияния подземных разработок на вертикальных разрезах вкрест простирания определяют (рис. 2.4) следующим образом.

Со стороны восстания:

линией, проведенной в коренных породах от верхней границы выработки под углом сдвижения γ и в наносах под углом сдвижения φ в условиях, когда не возникают сдвижения пород висячего бока по напластованию и сдвижения пород лежачего бока;

в соответствии с п. 2.5, если возникает сдвижение пород висячего бока по напластованию, но отсутствует сдвижение пород лежачего бока;

линией, проведенной в коренных породах лежачего бока от нижней границы выработки под углом сдвижения β_1 и в наносах под углом сдвижения φ, если возникает сдвижение пород лежачего бока;

Со стороны падения:

в соответствии с п. 2.6, если линия, проведенная под углом β, не пересекает осевую поверхность складки (рис. 2.4,*а*);

если линия, проведенная под углом β, пересекает осевую поверхность складки (точка *A*) и средний угол падения слоев пород противоположного крыла складки за точкой *A* равен или менее 45°, то далее линия продолжается под углом γ (см. рис. 2.4,*а*);

если угол падения слоев пород противоположного крыла складки за точкой *A* более 45° и горизонтальное расстояние d_1 от оси складки до нижней границы горных работ больше, чем вычисленное d по формуле (8.8), то на противоположном крыле складки линия

продолжается параллельно среднему углу падения слоев пород этого крыла (рис. 2.4,*б*);

если угол падения слоев пород противоположного крыла складки за точкой *А* более 45°, а расстояние d_1 меньше, чем вычисленное по формуле (8.8), то границей зоны опасного влияния на противоположном крыле складки будет являться проекция выхода почвы разрабатываемого пласта под наносы на земную поверхность (точка *Б* на рис. 2.4,*в*).

2.8. При отработке пласта, залегающего в виде антиклинальной складки, границы зоны опасного влияния подземных разработок вкрест простирания определяются следующим образом:

если отрабатывается крыло антиклинальной складки с постоянным или незначительно (до 10°) изменяющимся углом падения слоев

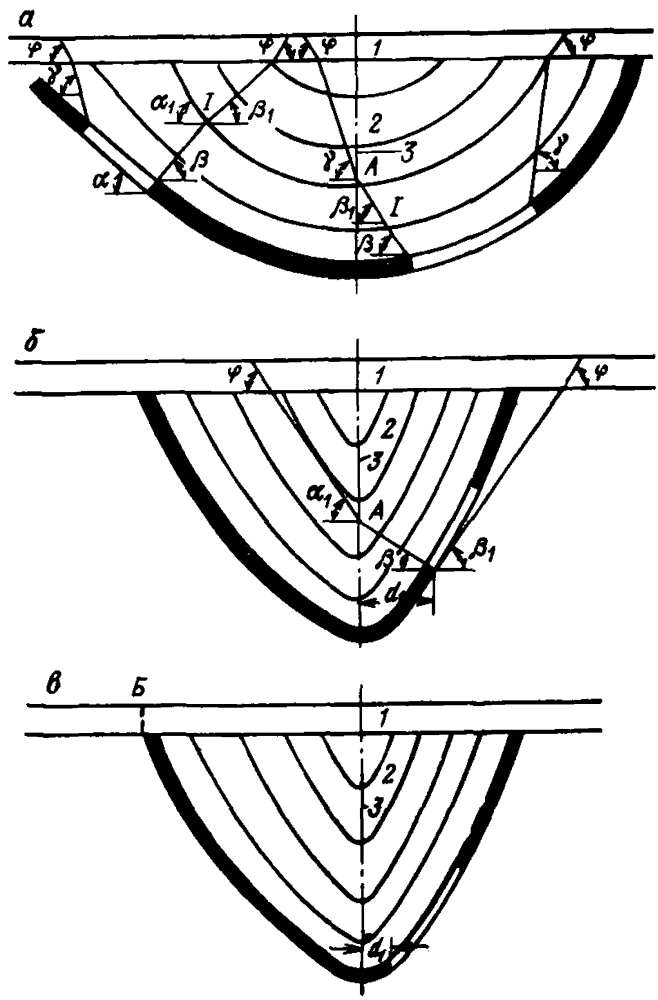


Рис. 2.4. Схема к определению границ зоны опасного влияния при синклинальном залегании пластов:

а — при $\alpha \leqslant 45°$; *б* — при $\alpha > 45°$; $d_1 > d$; *в* — при $\alpha > 45°$, $d_1 < d$; *1* — наносы; *2* — коренные породы; *3* — ось складки; α_1 — средний угол падения слоев на противоположном относительно очистной выработки крыле складки

покрывающей толщи пород и если в зону сдвижения не попадают слои, залегающие в замке складки, то границы зоны опасного влияния от нижней и верхней границ выработки определяются углами сдвижения β и γ так же, как и при выдержанном залегании;

если угол падения пород над отрабатываемым крылом изменяется боле чем на 10°, то угол β определяется в соответствии с п. 2.6;

если отрабатывается пласт в замке складки по обе стороны от ее оси, границы зоны опасного влияния определяются углами сдвижения β (рис. 2.5).

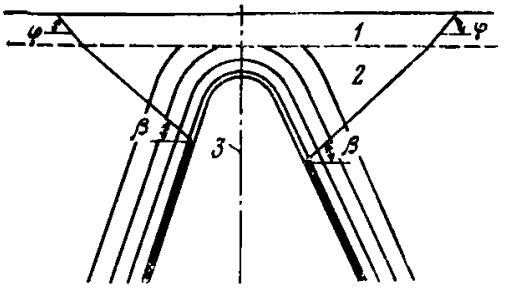


Рис. 2.5. Схема к определению границ зоны опасного влияния при разработке замка антиклинальной складки:

1 — наносы; *2* — коренные породы; *3* — ось складки

2.9. При наличии разрывного тектонического нарушения, поверхность сместителя которого выходит под наносы между границами, построенными от очистной выработки по углу сдвижения и по граничному углу, за границу зоны опасного влияния по простиранию или по падению принимается проекция выхода сместителя под наносы (точка *А* на рис. 2.6,*а*).

Со стороны восстания пласта при $\alpha<30°$ может возникнуть зона опасного влияния за пределами границ, определяемых по углам сдвижения, если разрывное нарушение вскрывается очистной выработкой или выработка подходит к нарушению на расстояние $0{,}1H$ или менее (H — расстояние по вертикали от точки пересечения сместителя с почвой пласта до земной поверхности; см. рис. 2.6) и при этом поверхность сместителя имеет угол падения более 50°. Границы зоны опасного влияния в этом случае находятся на расстоянии 30 м от проекций границ зоны перемятых пород, определяемых геологической службой (точки *Б* и *В* на рис. 2.6,*а*).

При углах падения пласта $\alpha_п>\alpha\geqslant30°$ зона опасного влияния со стороны восстания определяется выходом почвы пласта на земную поверхность (или проекцией выхода почвы пласта под наносы), если:

очистные работы ведутся со стороны висячего бока согласнопадающего разрывного нарушения, имеющего угол падения более 50°, и расстояние от границы очистных работ до сместителя равно или менее $0{,}1H$ (рис. 2.6,*б*);

очистные работы ведутся со стороны восстания, считая от пересечения сместителя с пластом, и разность между углом падения сместителя и углом падения пласта находится в пределах от 30 до 80°, а расстояние от границы очистных работ до сместителя равно или менее $0{,}1H$ (рис. 2.6,*в*).

При углах падения пласта $\alpha_п>\alpha\geqslant30°$, если угол падения Δ сместителя меньше угла падения пласта, но не менее 30°, при ведении очистных работ выше точки пересечения пласта сместителем на расстоянии не более $0{,}1H$ граница зоны опасного влияния определится в 30 м от границы зоны перемятых пород на земной поверхности или от проекции ее выхода под наносы (рис. 2.6,*г*).

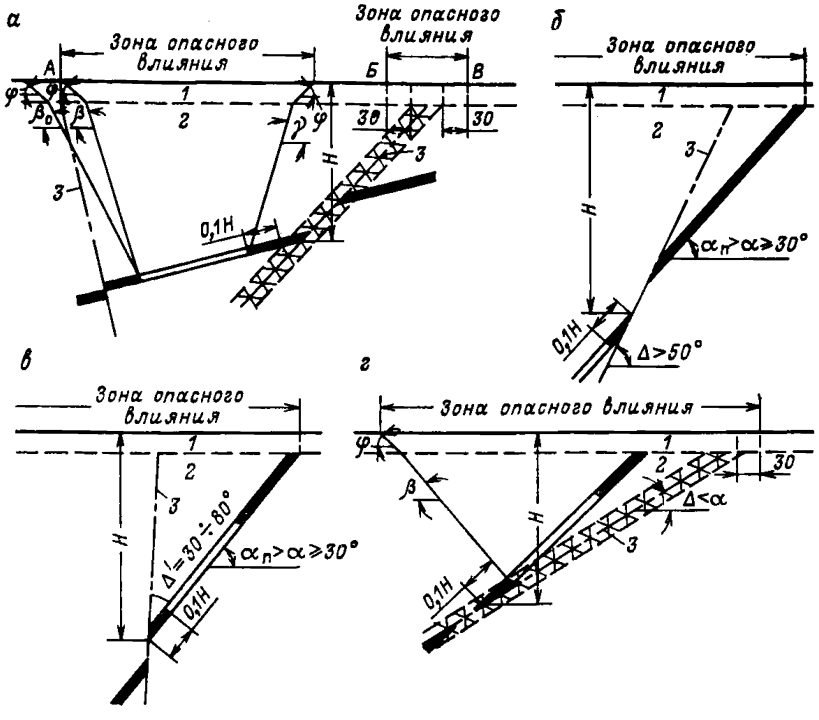


Рис. 2.6. Схема к определению границ зоны опасного влияния с учетом разрывных тектонических нарушений:
1 — наносы; *2* — коренные породы; *3* — сместитель

2.10. В пределах зоны опасного влияния на земной поверхности может образоваться зона трещин, а при глубинах разработки, указанных в п. 2.11 и 2.12, также и зона провалов (воронок). Границы зоны трещин определяются углами разрывов δ'', β'', β''_1, γ''. При возможности образования провалов границы зоны трещин располагаются на расстояниях от очистных выработок, не меньших указанных в п. 2.11 и 2.13.

Углами разрывов называются внешние относительно выработанного пространства углы, образованные на вертикальных разрезах по главным сечениям мульды сдвижения горизонтальными линиями и линиями, соединяющими границу выработки с ближайшей к границе мульды сдвижения трещиной. Величины углов разрывов определяются в соответствии с разделом 7 настоящих Правил, а при отсутствии их значений для отдельных месторождений они принимаются на 10° больше соответствующих углов сдвижения в коренных породах, но не более 90°.

При разработке свиты пластов с углами падения $\alpha \geq 35°$ над выходами под наносы слабых прослойков в висячем боку верхнего пласта могут образоваться трещины с уступами за пределами зоны,

Таблица 2.2

Значения $h_ц$, м

Мощность пласта, м	2 и менее	3	4	5	6	7 и более
$h_ц$, м	60	75	85	90	95	100

оконтуриваемой углами разрывов. Местоположение и размеры уступов определяются в соответствии с разделами 3; 5 и 7 приложения 1.

2.11. При разработке пластов с углами падения $\alpha \leqslant 45°$ на глубине от земной поверхности менее $12m$, где m — вынимаемая мощность пласта, на земной поверхности могут образоваться провалы (воронки).

За границу зоны возможных провалов принимается контур, отстоящий в плане от контура очистных выработок на 5 м. Если нижняя граница очистных выработок расположена на глубине более $12m$, то за границу зоны провалов со стороны падения пласта принимается контур, отстоящий в плане на 5 м в сторону нижней границы выработки от проекции изогипсы пласта, проведенной на глубине $12m$.

К зоне провалов прилегает зона больших трещин, ширина которой принимается равной 10 м. В сторону падения пласта граница зоны больших трещин располагается в плане не дальше проекции изогипсы пласта, проведенной на глубине $20m$.

2.12. При разработке пластов с углами падения более 45° провалы на земной поверхности образуются, если вертикальная высота целиков, оставленных на выходах пластов под наносы, менее $h_ц$, а очистные работы под целиками ведутся на глубине менее $H_н$. Значения $h_ц$ и $H_н$ для отдельных бассейнов приведены в разделе 7, а для остальных, где они отсутствуют, $h_ц$ определяется по табл. 2.2, а $H_н$ принимается равной 400 м.

При разработке мощных пластов слоями $h_ц$ в табл 2.2 определяется по суммарной мощности слоев.

2.13. За границы зоны возможных провалов на земной поверхности при разработке пластов с углами падения более 45° принимаются на плане:

а) по простиранию — линия, проведенная параллельно границе очистной выработки за ее пределами на расстоянии, определяемом по формуле

$$l_п = h \operatorname{ctg} \varphi, \text{ но не менее 15 м,}$$

где h — мощность наносов; φ — угол сдвижения в наносах;

б) со стороны лежачего бока — линия проведенная на расстоянии $l_л$ от выхода почвы пласта под наносы, определяемом по формуле

$$l_л = h \operatorname{ctg} \varphi, \text{ но не менее 15 м;}$$

Таблица 2.3

Значения $d_в$, м

Мощность пласта, м	2 и менее	3	4	5	6	7	8 и более
$d_в$, м	10	12	14	16	18	20	22

К зоне провалов прилегает зона больших трещин, ширина которой принимается со стороны висячего бока равной 30 м, со стороны лежачего бока и по простиранию — 20 м.

Примечание. Отклонения от рекомендаций данного пункта допускаются в том случае, если имеются данные о размерах зоны провалов, обоснованные инструментальными наблюдениями.

в) со стороны висячего бока — линия, проведенная на расстоянии $l_в$ от выхода кровли пласта под наносы, определяемом по формуле (2.1), но не менее 20 м.

$$l_в=(H_в+d_в)\operatorname{ctg}\alpha+h(\operatorname{ctg}\varphi-\operatorname{ctg}\alpha), \qquad (2.1)$$

где $H_в$ — расстояние по вертикали от земной поверхности до верхней границы выработки; согласно п. 2.12 $H_в<h_ц+h$; $d_в$ — величина, определяемая по табл. 2.3.

2.14. Для месторождений, характеризующихся наличием древних оползней в толще горных пород (типа Ангренского, Ахалцихского и др.), зона опасного влияния подземных разработок может превышать размеры, полученные при ее определении по указаниям настоящего раздела. В этих условиях границы зоны опасного влияния подземных разработок определяются с привлечением специализированной организации.

2.15. Процесс сдвижения земной поверхности в зоне влияния подземных разработок протекает неравномерно во времени и характеризуется общей продолжительностью и периодом опасных деформаций.

Под общей продолжительностью процесса сдвижения понимается период, в течение которого земная поверхность над выработанным пространством находится в состоянии сдвижения.

Под периодом опасных деформаций понимается период сдвижений земной поверхности, в течение которого проявляется вредное влияние подземных разработок на сооружения и природные объекты.

2.16. За начало процесса сдвижения точки земной поверхности принимается дата, на которую оседание точки достигает 15 мм. За окончание процесса сдвижения принимается дата, после которой суммарные оседания на протяжении 6 мес не превышают 10% максимальных, но не более 30 мм.

В случае задержки развития процесса сдвижения земной поверхности из-за зависания подработанной толщи горных пород дата окончания процесса сдвижения устанавливается с привлечением специализированной организации.

Таблица 2.4

Коэффициент A_0

δ, градус	До 60	61—70	Более 70
A_0	0,1	0,2	0,3

Примечание Если размер целика между разрезной выработкой и ранее отработанной лавой меньше $0{,}1H_{ср}$, или толща подработана другими пластами, то в табл. 2.4 коэффициент A_0 уменьшается в 2 раза.

При отсутствии инструментальных наблюдений за начало процесса сдвижения точки земной поверхности впереди движущегося очистного забоя принимается дата, на которую расстояние в плане от забоя до этой точки составляет

$$C=H_{ср}\operatorname{ctg}\delta_0.$$

Угол δ_0 определяется в соответствии с разделом 7 приложения 1.

При отходе лавы от разрезной выработки за начало процесса сдвижения земной поверхности принимается дата, на которую расстояние C_0 в плане от разрезной выработки до забоя лавы достигнет величины

$$C_0=H_{ср}A_0, \qquad (2.2)$$

где $H_{ср}$ — расстояние по вертикали от земной поверхности до середины выработки; A_0 — коэффициент, определяемый в соответствии с разделом 7, а для отдельных бассейнов (месторождений), для которых в разделе 7 отсутствует его значение, по табл. 2.4 в зависимости от угла δ.

2.17. Опасные деформации на земной поверхности возникают впереди движущегося очистного забоя на расстоянии в плане $H_{ср}\operatorname{ctg}\delta$, где δ — угол сдвижения, определяемый в соответствии с разделом 7.

2.18. Общая продолжительность процесса сдвижения и период опасных деформаций земной поверхности от отдельной очистной выработки в зависимости от средней глубины разработки и скорости подвигания забоя лавы определяются в соответствии с разделом 7.

2.19. При разработке свиты пластов определение даты окончания процесса сдвижения и периода опасных деформаций в данной точке земной поверхности необходимо производить с учетом влияния очистных выработок по всем пластам, попадающим в зону, построенную от этой точки по граничным углам.

3. УСЛОВИЯ БЕЗОПАСНОЙ ПОДРАБОТКИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ И МЕРЫ ИХ ОХРАНЫ

3.1. Изложенные в настоящем разделе условия безопасной выемки пластов под объектами, меры охраны и порядок их выбора распространяются на гражданские и промышленные здания, технологическое оборудование, инженерные сооружения, опоры ЛЭП, санитарно-технические сети.

3.2. Определение условий безопасной подработки зданий и сооружений и выбор мер их охраны основываются на сравнении расчетных деформаций земной поверхности с допустимыми и предельными деформациями (показателями суммарных деформаций) для охраняемых объектов. Расчетные деформации определяются по приложению 1 к настоящим Правилам.

Допустимыми деформациями земной поверхности (основания сооружений) принято считать деформации, могущие вызвать такие повреждения в сооружениях, при которых для дальнейшей эксплуатации их по прямому назначению достаточно проведения текущих наладочных и ремонтных работ. Предельными деформациями земной поверхности (основания сооружений) принято считать такие деформации, превышение которых может вызвать аварийное состояние сооружений, повлечь угрозу опасности для жизни людей.

3.3. Условия безопасной подработки объектов одиночным пластом или первым пластом свиты определяются безопасной глубиной разработки $H_б$, устанавливаемой по допустимым деформациям.

Безопасной глубиной разработки называется такая глубина, ниже которой горные работы не вызывают в сооружениях деформаций, более допустимых. Ниже горизонта безопасной глубины горные работы могут производиться без применения горных и конструктивных мер охраны сооружений. Необходимость проведения текущих наладочных и ремонтных работ определяется при согласовании подработки в установленном порядке. Безопасная глубина откладывается от охраняемого объекта по вертикали.

Безопасная глубина $H_б$ определяется, если:

для охраняемого объекта в качестве допустимых приняты горизонтальные деформации, — по формуле

$$H_б = K_ε \frac{m}{[ε_д]}, \qquad (3.1)$$

для охраняемого объекта в качестве допустимых деформаций приняты наклоны, — по формуле

$$H_б = K_i \frac{m}{[i_д]}, \qquad (3.2)$$

где m — вынимаемая мощность пласта, м; $[\varepsilon_д]$ и $[i_д]$ — допустимые горизонтальные деформации и наклоны, определяемые в соответствии с разделом 4; $K_ε$ и K_i — коэффициенты, определяемые в соответствии с разделом 7.

Под вынимаемой мощностью пласта понимают суммарную мощность пачек угля и прослоев породы, если последние не оставляются в выработанном пространстве.

При выемке пластов с закладкой выработанного пространства материалом, доставляемым извне области влияния горных работ на объект, $H_б$ рассчитывается по эффективной мощности $m_э$ пласта, определяемой в соответствии с разделом 3 приложения 1.

Если для объекта установлены допустимые величины горизонтальной деформации и наклона, то из рассчитанных по формулам (3.1) и (3.2) принимается наибольшее значение $H_б$.

В зонах проявления сдвижений по напластованию безопасная глубина разработки должна приниматься не менее величины $H_в$, определяемой в соответствии с п. 2.5.

Для транспортных сооружений (табл. 5.1), водных объектов (раздел 6) и наклонных шахтных стволов (раздел 7), для которых установлены коэффициенты безопасности $K_б$, безопасная глубина $H_б$ определяется по формуле

$$H_б = K_б m, \tag{3.3}$$

где m — вынимаемая мощность пласта, м.

Если охраняемый объект возведен на подработанной площади после окончания процесса сдвижения от предыдущей подработки, то для последующей подработки величина $H_б$, рассчитанная по формуле (3.3), увеличивается на 15%.

3.4. При разработке свиты пластов безопасная глубина может подсчитываться отдельно для каждого пласта свиты (как для одиночного пласта) по его мощности в случаях, если:

разрыв во времени между отработкой пластов превышает общую продолжительность процесса сдвижения, деформации от разработки каждого пласта меньше допустимых, а повреждения, вызванные предыдущими подработками, полностью ликвидированы (произведено выправление подкрановых путей, заделаны трещины, сняты напряжения в трубопроводах и т. д.);

принятая схема и порядок отработки пластов не дают однозначного накопления деформаций.

3.5. Определение условий безопасной подработки зданий и сооружений одиночным пластом или первым пластом свиты без применения горных и конструктивных мер охраны производится в такой последовательности:

а) устанавливаются конструктивные особенности и техническое состояние зданий и сооружений, определяющие величины показателей, используемых при определении допустимых деформаций (раздел 4);

б) определяются допустимые для объекта деформации (показатель суммарных деформаций) и безопасная глубина разработки;

в) на разрезе вкрест простирания пласта строится горизонт безопасной глубины разработки, ниже которого выемка пласта может производиться без применения горных и конструктивных мер охраны.

Примечание. Если расстояние в плоскости пласта между горизонтом безопасной глубины разработки и верхней границей целика, построенного под объект по углу β, меньше $0{,}15H$ (H — глубина верхней границы этого целика), то целик не оставляется и выемка угля под объектом может производиться без применения горных и конструктивных мер охраны (рис. 3.1).

3.6. Установление условий безопасной подработки зданий и сооружений вторым и последующими пластами, за исключением случаев, предусмотренных в п. 3.4, производится на основании сравнения расчетных величин деформаций земной поверхности (расчетного показателя суммарных деформаций) с допустимыми для подрабатываемого объекта. При наличии календарного плана развития горных работ по рассматриваемому пласту под зданиями и сооружениями расчетные величины деформаций земной поверхности определяются в соответствии с разделами 3 и 4 приложения 1, а при отсутствии плана — по разделу 6 приложения 1. Если расчетные величины деформаций (показатели суммарных деформаций) менее или равны допустимым, то выемку пластов разрешается производить без применения горных и конструктивных мер охраны.

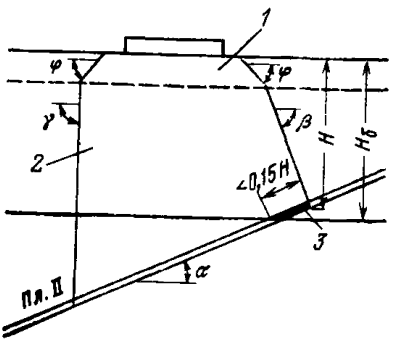


Рис. 3.1. Схема к определению возможности выемки небольшого целика под зданием без применения горных и конструктивных мер охраны:
1 — наносы; *2* — коренные породы; *3* — целик, подлежащий выемке

3.7. Предельные условия подработки зданий и сооружений для одиночного пласта или для первого пласта свиты определяются предельной глубиной $H_п$.

Предельной глубиной разработки называется такая глубина, выше горизонта которой горные работы могут вызывать появление предельных деформаций в зданиях и сооружениях. Предельная глубина откладывается от охраняемого объекта по вертикали и определяется по формулам,

а) если для охраняемого объекта в качестве предельных деформаций приняты горизонтальные деформации, то

$$H_п = K_\varepsilon \frac{m}{[\varepsilon_п]}, \qquad (3.4)$$

б) если для охраняемого объекта в качестве предельных деформаций приняты наклоны, то

$$H_п = K_i \frac{m}{[i_п]}, \qquad (3.5)$$

где m — вынимаемая мощность пласта; $[\varepsilon_п]$ и $[i_п]$ — соответственно предельные значения горизонтальных деформаций и наклонов, определяемые в соответствии с разделом 4; K_ε и K_i — коэффициенты, определяемые для отдельных бассейнов и месторождений в соответствии с разделом 7.

3.8. Для решения вопроса о выемке под объектом угля между безопасной и предельной глубинами необходимо определить расчетные величины деформаций в данных условиях (расчетный показатель суммарных деформаций) и рассмотреть варианты совместного или раздельного применения горных и конструктивных мер охраны, обеспечивающих безопасную эксплуатацию объекта.

3.9. При решении вопроса о выемке запасов выше горизонта предельной глубины обязательно назначается применение горных мер охраны, уменьшающих расчетные деформации (показатель суммарных деформаций) до величин, менее предельных. Если горные меры охраны не позволяют уменьшить расчетные деформации до допустимых величин, то дополнительно выбираются конструктивные меры охраны.

3.10. При свите пластов определение условий безопасной подработки объекта и назначение мер охраны его должно производиться последовательно для каждого отрабатываемого пласта (или одновременно отрабатываемых пластов) с учетом опыта выемки под объектом предыдущих пластов и состояния объекта.

3.11. Установление оптимального варианта мер охраны объектов при ведении горных работ выше горизонта безопасной глубины или при расчетных деформациях, более допустимых, производится в такой последовательности:

1) определяются величины предельных показателей суммарных деформаций и предельные деформации, если охраняются гражданские или аналогичные им по конструктивной схеме промышленные здания. Для промышленных зданий, инженерных и других сооружений определяются величины предельных деформаций;

2) определяется предельная глубина разработки $H_п$ для одиночного пласта или первого пласта свиты, а также для других пластов в свите в случаях, предусмотренных п. 3.4.

При решении вопроса о выемке свиты пластов, за исключением случаев, предусмотренных в п. 3.4, определяются расчетные деформации от всех пластов, находящихся в зоне влияния;

3) производится выбор мер охраны объектов.

Если расчетные деформации больше допустимых, но меньше предельных, то следует руководствоваться указаниями п. 3.8, если расчетные деформации больше предельных, то — указаниями п. 3.9.

Если применение горных и конструктивных мер охраны по технико-экономическим расчетам нецелесообразно, то принимается решение об оставлении предохранительного целика.

3.12. Различают следующие меры охраны:

1) г о р н ы е м е р ы — применение закладки выработанного пространства породой, доставленной извне зоны влияния горных работ, частичная выемка угля по площади или по мощности, применение специального порядка отработки запасов угля под охраняемым объектом и др. Горные меры охраны могут назначаться в соответствии с рекомендациями приложения 5;

2) к о н с т р у к т и в н ы е м е р ы — разделение здания деформационными швами, усиление отдельных конструктивных элементов или сооружения в целом тяжами или железобетонными поясами, установка связей-распорок, установка компенсаторов в подземных трубопроводах и др. — могут назначаться в соответствии с «Рекомендациями по проектированию мероприятий для защиты эксплуатируемых зданий и сооружений от влияния горных разработок

в основных угольных бассейнах» (М., Стройиздат, 1967), называемыми в дальнейшем Рекомендациями;

3) оставление целиков в случае, если другие меры охраны не могут гарантировать нормальную эксплуатацию охраняемого объекта или являются экономически нецелесообразными. Когда надобность в предохранительном целике отпадает, шахта обязана частично или полностью отработать запасы угля в нем. В случае нецелесообразности извлечения запасов из целика, подтвержденной соответствующими расчетами, эти запасы относятся к потерям в целиках в установленном порядке;

4) временное изменение характера эксплуатации подрабатываемого объекта на период опасных деформаций.

Мерами охраны могут служить также заранее планируемые ремонтные и наладочные работы, выполняемые для приведения подрабатываемого объекта в состояние, удовлетворяющее требованиям его нормальной эксплуатации (выравнивание опор и перепуск проводов ЛЭП, регулировка подкрановых путей, восстановительный ремонт зданий и др.).

Выбор мер охраны производится на основе технико-экономических расчетов в соответствии с приложением 3.

3.13. При выемке угля под охраняемыми объектами с применением горных и конструктивных мер охраны или с отступлением от норм, изложенных в настоящих Правилах, необходимо производить специальные инструментальные наблюдения за сдвижением земной поверхности и за деформациями объектов, с целью своевременной корректировки применяемых мер охраны. Аналогичные наблюдения должны проводиться также в случаях оставления предохранительных целиков под объектами, расположенными:

над выходами разрывных тектонических нарушений и осей складок под наносы — во всех случаях;

над выходами под наносы разрабатываемых и вышележащих пластов и пропластков угля в условиях, когда допустимые деформации для охраняемого объекта $[\varepsilon_д] \leqslant 2 \cdot 10^{-3}$.

Методика наблюдений выбирается в соответствии с «Инструкцией по наблюдениям за сдвижением земной поверхности и за подрабатываемыми сооружениями на угольных и сланцевых месторождениях» (Л., изд. ВНИМИ, 1958). Расстояния между реперами должны быть не более 20 м. С расчетными деформациями сравниваются деформации, полученные из наблюдений при длинах интервалов 15—20 м.

3.14. Меры охраны городов, поселков, промышленных комплексов разрабатываются проектными организациями при проектировании новых или реконструкции действующих шахт. При этом допускается назначать только общие горные меры охраны и обосновывать затраты на конструктивные меры охраны и ремонтно-восстановительные работы, исходя из допустимых условий подработки города, поселка или промышленного комплекса. Сроки введения конструктивных мер защиты и производства ремонтно-наладочных работ, а также затраты на них должны быть определены на каждый планируемый год подработки.

4. ДОПУСТИМЫЕ И ПРЕДЕЛЬНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ ПОДРАБАТЫВАЕМЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

4.1. Нормы этого раздела распространяются на построенные без конструктивных мер охраны от вредного влияния подработок гражданские (жилые и общественные) здания, промышленные здания, инженерные сооружения, технологическое оборудование, санитарно-технические сети, линии электропередач.

Условия подработки сооружений, построенных с конструктивными мерами охраны, изложены в п. 1.7.

4.2. Допустимые и предельные деформации для зданий и сооружений, не перечисленных в настоящем разделе, могут приниматься по аналогии с перечисленными, близкими по своим конструктивным особенностям и условиям эксплуатации. Меры охраны в этом случае подлежат утверждению в порядке, установленном Госгортехнадзором СССР.

Разрешается принимать допустимые и предельные деформации (для гражданских зданий — допустимые и предельные величины показателей суммарных деформаций), отличные от приведенных в данном разделе, если они обоснованы технико-экономическими или другими расчетами, выполненными специализированной организацией.

4.3. Если допустимые и предельные деформации для рассматриваемых зданий и сооружений характеризуются несколькими показателями, то меры охраны при их подработке должны удовлетворять требованиям по всем показателям. При возможности образования сосредоточенных деформаций земной поверхности в виде трещин с уступами допустимость подработки промышленных зданий, инженерных сооружений, технологического оборудования и санитарно-технических сетей должна быть дополнительно проверена статическими расчетами.

А. ГРАЖДАНСКИЕ ЗДАНИЯ

4.4. Допустимым и предельным деформациям земной поверхности для гражданских (жилых и общественных) зданий соответствуют допустимые и предельные величины показателя суммарных деформаций, определяемые по формулам

$$[\Delta l_д]=[\Delta l_д]_н n_1 n_2 n_3 n_4 n_5;$$
$$[\Delta l_п]=[\Delta l_п]_н n_1 n_2 n_3 n_4 n_5, \qquad (4.1)$$

где $[\Delta l_д]_н$ и $[\Delta l_п]_н$ — нормативные допустимый и предельный показатели суммарных деформаций, определяемые по табл. 4.1 в зависимости от назначения гражданских зданий и их этажности; n_1 — коэффициент, зависящий от грунтовых условий, принимается по

Таблица 4.1

Нормативные показатели суммарных деформаций $[\Delta l_д]_н$ и $[\Delta l_п]_н$ для гражданских зданий, мм

Разряд	Назначение зданий	Этажность	$[\Delta l_д]_н$	$[\Delta l_п]_н$
1	Общественные здания, имеющие особую значимость, монументальные здания, здания с большими залами пролетом более 18 м	1—3	90	160
		4—5	120	160
2	Детские дошкольные учреждения, больницы, поликлиники, школы, родильные дома, бани, театры, дворцы культуры	1—3	110	180
		4—5	140	180
3	Жилые здания, гостиницы	1—3	130	180
		4—5	150	180
4	Учреждения общественного обслуживания, вспомогательные здания	1—3	140	180
		4—5	170	180

Примечание. Табл. 4.1 составлена для зданий с несущими каменными стенами и деревянных зданий. Гражданские каркасные здания следует охранять в соответствии с нормами раздела 4.Б.

табл. 4.2; n_2 — коэффициент, учитывающий материал и толщину стен, принимается по табл. 4.3; n_3 — коэффициент, учитывающий износ кирпичных и шлакоблочных стен, принимается по табл. 4.4 (для деревянных стен во всех случаях $n_3=1$); n_4 — коэффициент, учитывающий наличие жестких перекрытий (для зданий со сборными или монолитными железобетонными перекрытиями $n_4=1{,}2$; для зданий с деревянными и другими перекрытиями $n_4=1$); n_5 — коэффициент, учитывающий форму здания в плане (для зданий сложной конфигурации — П-образных, Г-образных, Т-образных и т. п., $n_5=0{,}8$; для остальных зданий $n_5=1$; для зданий с деревянными стенами во всех случаях $n_5=1$).

При отсутствии достоверных данных, необходимых для назначения или выбора какого-либо из коэффициентов n_1, n_2, n_4, он принимается равным 1.

Таблица 4.2

Коэффициент n_1 для различных грунтов

Грунты	n_1
Грунты с высокой несущей способностью (скальные, крупнообломочные, плотные глины)	0,9
Пески, супеси, суглинки, глины	1
Слабые грунты с низкой несущей способностью (глины пластичные, рыхлые пески)	1,2
Многолетнемерзлые грунты	0,8

Примечание. Если подрабатываемые здания и сооружения расположены на просадочных грунтах, необходимо принять меры к предотвращению замачивания их оснований в результате изменения рельефа местности и нарушения режима грунтовых вод при подработке.

Таблица 4.3

Коэффициент n_2

Материал стен	Толщина стен, мм	n_2
Кирпич	380	1
Кирпич	510 и более	1,2
Шлакоблоки	400	1
Шлакоблоки	600 и более	1,2
Дерево	—	1,5

Во всех случаях должно соблюдаться условие

$$n_1 n_2 n_3 n_4 n_5 \geqslant 0{,}5.$$

Если произведение указанных коэффициентов менее 0,5, то оно принимается равным 0,5.

Процент износа каменных (кирпичных, шлакоблочных) стен определяется по приложению 6. При отсутствии видимых трещин в стенах допускается определять износ как отношение времени эксплуатации зданий к расчетному сроку его службы.

Таблица 4.4

Коэффициент n_3

Износ стен, %	n_3
До 10	1
11—20	0,85
21—30	0,70
Более 30	0,50

4.5. Расчетный показатель суммарных деформаций Δl (мм) определяется по формуле

$$\Delta l = l \sqrt{m_\varepsilon^2 \varepsilon^2 + m_к^2 \frac{H_з^2}{R^2}}, \qquad (4.2)$$

где l — длина здания (отсека), мм; m_ε, $m_к$ — коэффициенты условий работы, осредняющие соответственно горизонтальные деформации и кривизну по длине здания, принимаются по табл. 4.5; ε, R — расчетные величины горизонтальной деформации (безразмерные) и радиуса кривизны (м) — определяются по приложению 1; $H_з$ — высота здания от подошвы фундамента до верха карниза, м.

Таблица 4.5

Коэффициенты условий работы $m_к$ и m_ε

Коэффициент	Длина (ширина) здания (отсека), м				
	<15	15—30	31—45	46—60	>60
$m_к$	1	0,70	0,55	0,55	0,50
m_ε	1	0,85	0,70	0,60	0,50

При образовании на земной поверхности трещин с уступами расчетный показатель суммарных деформаций определяется по формуле

$$\Delta l_{\text{т}} = l\left(m_{\text{т}}\varepsilon + 2\frac{h_{\text{у}}}{d_{\text{у}}}\frac{H_{\text{э}}}{l}\right), \qquad (4.3)$$

где $h_{\text{у}}$ — расчетная высота уступа, м (определяется по приложению 1); $d_{\text{у}}$ — размер зоны повреждения здания в районе уступа, м (для двухэтажных зданий $d_{\text{у}}$=10, для трехэтажных $d_{\text{у}}$=13, для четырех-пятиэтажных $d_{\text{у}}$=15).

Ожидаемые повреждения конструкций гражданских зданий при подработке определяются по приложению 7 к настоящим Правилам.

4.6. Допустимые и предельные горизонтальные деформации для гражданских зданий (кроме случаев сосредоточенных деформаций) определяются по формуле

$$[\varepsilon] = \frac{[\Delta l]}{1{,}2m_{\text{т}}l}, \qquad (4.4)$$

где $[\Delta l]$ — допустимая или предельная величина показателя суммарных деформаций, определяемая по формуле (4.1).

4.7. При повторной подработке зданий расчетный показатель суммарных деформаций определяют, исходя из расчетных деформаций, равных алгебраической сумме деформаций от намечаемой и ранее произведенной подработки, за исключением случаев, предусмотренных п. 3.4.

Б. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЗДАНИЯ

4.8. Промышленные здания в зависимости от характера производственного процесса, чувствительности технологического оборудования и строительных конструкций к деформациям земной поверхности, а также от народнохозяйственной значимости при определении допустимых деформаций разделяются на пять разрядов.

Первый разряд. Производственные здания с герметизированными помещениями и особыми требованиями к чистоте, температуре и влажности внутреннего воздуха.

Одноэтажные производственные здания с трехсменным производством при наличии в одном пролете двух мостовых кранов с весьма тяжелыми или непрерывного действия режимом работы.

Второй разряд. Одноэтажные производственные здания с двухсменным и трехсменным производством при наличии подвесных или мостовых кранов тяжелого, среднего или легкого режимов работы. Основные производственные здания металлургических и химических предприятий с трехсменным и двухсменным производством. Сборочные цехи предприятий точного приборостроения. Производственные здания пищевой и медицинской промышленности (молочное, масложировое, кондитерское, парфюмерное производства, производство медицинских препаратов), кроме отмеченных в третьем разряде. Многоэтажные производственные здания тяжелой промышленности с динамическими нагрузками на перекрытия.

Центральные и групповые обогатительные фабрики. Брикетные фабрики, фабрики инертной пыли. Труболитейные цехи с карусельными разливочными машинами. Мартеновские, кузнечные, литейные и прокатные цехи металлургических и машиностроительных заводов с трехсменным и двухсменным производством. Кольцевые районные электростанции. Холодильники районного значения. Надшахтные здания и здания подъемных машин.

Третий разряд. Одноэтажные производственные здания с односменным производством при наличии подвесных или мостовых кранов независимо от их режима работы. Одноэтажные бескрановые производственные здания или здания с подвесной кран-балкой или тельфером при трехсменном и двухсменном производстве.

Многоэтажные (два и более этажа) производственные здания легкой промышленности с динамическими нагрузками на перекрытия. Многоэтажные производственные здания тяжелой промышленности, кроме вошедших во второй разряд, с трехсменным или двухсменным производством.

Вспомогательные здания при наличии мостовых кранов с тяжелым или средним режимом работы или при постоянном пребывании людей в течение рабочих смен.

Вспомогательные здания с повышенными требованиями к чистоте, температуре и влажности внутреннего воздуха; административно-бытовые комбинаты, отдельно стоящие бытовые помещения, заводские амбулатории, больницы, бани и т. п.

Центральные электромеханические мастерские. Главные корпуса авторемонтных, моторемонтных, цементных заводов. Районные электроподстанции. Мясокомбинаты, хлебозаводы, элеваторы. Шахтные и заводские котельные с водотрубными котлами и механизированной углеподачей. Локомотивные депо.

Четвертый разряд. Одноэтажные бескрановые производственные здания или здания с подвесной кран-балкой или тельфером при односменном производстве Одноэтажные производственные здания с двухсменным и односменным производством при наличии подвесных или мостовых кранов эпизодического использования. Многоэтажные здания легкой промышленности, кроме вошедших в третий разряд. Многоэтажные производственные здания тяжелой промышленности с односменным производством. Складские здания. Вспомогательные здания с постоянным пребыванием людей в течение одной или более смен в сутки, например, административно-хозяйственные помещения, лаборатории, конструкторские бюро.

Профилактории и боксы — стоянки автомашин. Компрессорные станции. Шахтные электровозные депо. Здания шахтных электроподстанций. Здания шахтных вентиляторов.

Пятый разряд. Производственные здания с демонтированным крановым оборудованием или с другими изменениями технологии, приводящими к уменьшению эксплуатационных нагрузок на конструкции зданий. Вспомогательные здания с эпизодическим пребыванием людей в течение рабочих смен.

4.9. Для промышленных зданий с размещенным в них оборудованием допустимые и предельные деформации определяются раздельно для зданий и для оборудования (перечень технологического оборудования и величины допустимых и предельных деформаций для него приведены в табл. 4.13). Меры охраны устанавливаются

по наименьшим допустимым (предельным) деформациям для зданий и технологического оборудования.

При определении допустимых условий подработки зданий и сооружений с находящимся в них технологическим оборудованием следует учитывать возможность производства в процессе подработки ремонтных и наладочных работ с использованием регулирующих устройств.

Таблица 4.6

Коэффициент N_1

Состояние здания	N_1	Признаки состояния (возможные повреждения)
Хорошее	1,1	Незначительные повреждения или их отсутствие
Удовлетворительное	1,0	Отдельные вертикальные трещины в стенах с раскрытием до 2 мм, горизонтальные трещины в столбах и колоннах с раскрытием до 0,5 мм, повреждения и выветрелость стен в местах опирания оконных и дверных перемычек без угрозы обрушения последних
Неудовлетворительное	0,9	Значительная выветрелость стен, особенно в местах опирания прогонов, балок и плит перекрытий; повреждения фундаментов; значительная коррозия или повреждения элементов металлического каркаса; множественные трещины в несущих стенах с раскрытием более 2 мм; горизонтальные трещины в столбах и колоннах с раскрытием более 0,5 мм; наклонные трещины в стенах, не сопровождающиеся разрушением кладки; отсутствие анкерной связи между колоннами и самонесущими стенами, не сопровождающееся выпучиванием стен; недостаточность опирания элементов покрытий и перекрытий на стены и балки
Ветхое	0,7	Трещины в несущих стенах, сопровождающиеся местным разрушением кладки; косые трещины в пилястрах и столбах под опорами балок; множественные вертикальные трещины в столбах и колоннах, потеря устойчивости металлических элементов каркаса, сопровождающаяся выпучиванием колонн, ферм, балок; значительный выход стен из горизонтальной и вертикальной плоскостей, глубокая коррозия конструктивных элементов

Примечание. При решении вопроса о подработке промышленных зданий и инженерных сооружений, находящихся в неудовлетворительном или ветхом состоянии, необходимо в обязательном порядке рассмотреть возможность ремонта и укрепления несущих конструкций перед подработкой.

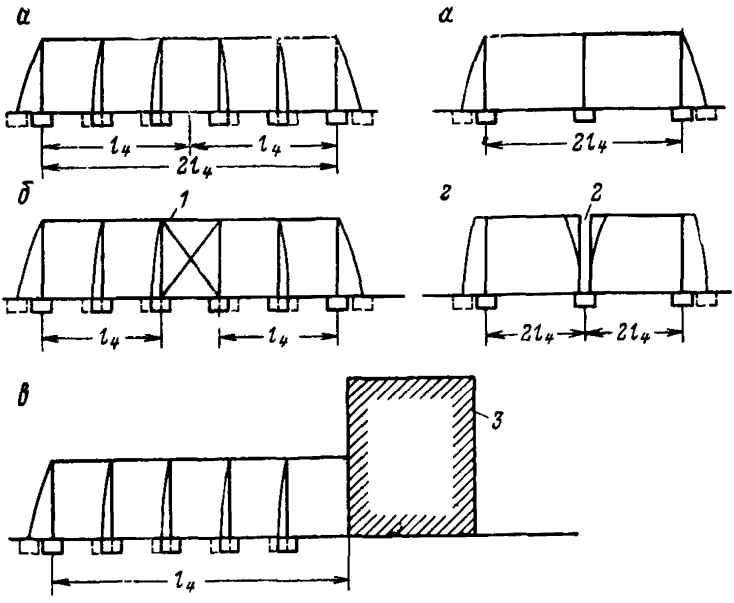


Рис. 4.1. Общие схемы каркасных зданий:
а — без связевого (жесткого) блока; *б* — с жестким блоком *1*, *в* — с жесткой пристройкой *3*; *г* — с деформационным швом *2*

Для промышленных зданий допустимые и предельные деформации определяются по формулам

$$[\varepsilon_д]=[\varepsilon_д]_н n_1 N_1;$$
$$[\varepsilon_п]=[\varepsilon_п]_н n_1 N_1, \qquad (4.5)$$

где $[\varepsilon_д]_н$ — нормативная величина допустимых горизонтальных деформаций земной поверхности, определяется согласно п. 4.10; N_1 — коэффициент, зависящий от состояния здания к моменту его подработки, принимается по табл. 4.6; $[\varepsilon_п]_н$ — нормативная величина предельных горизонтальных деформаций земной поверхности, определяется согласно п. 4.11;

4.10. Нормативная величина допустимых горизонтальных деформаций земной поверхности для промышленных зданий на столбчатых и ленточных фундаментах, кроме указанных в п. 4.12, определяется по формуле

$$[\varepsilon_д]_н=\frac{[C_д]}{m_ε l_ч}, \qquad (4.6)$$

для зданий на сплошных железобетонных фундаментных плитах — по формуле

$$[\varepsilon_д]_н=\frac{100}{m_4 l_ф}, \qquad (4.7)$$

Таблица 4.7

Показатель $[C_д]$, мм

Разряд зданий	Каркасные здания	Бескаркасные и с неполным каркасом
1	25	20
2	40	35
3	60	40
4	80, но не более $[C_п]$, определяемого по табл. 4.8	60
5	Допустимые деформации равны предельным, определяемым по п. 4.11	

где $[C_д]$ — показатель, зависящий от разряда и конструктивной схемы здания, определяется по табл. 4.7; $m_ε$ — коэффициент условий работы, определяемый по табл. 4.5; l_4 — расстояние от середины здания (отсека), ближайшей связевой панели или жесткой пристройки до крайних его фундаментов (рис. 4.1), мм; 100 — коэффициент, мм; $l_ф$ — длина фундамента, мм.

4.11. Нормативная величина предельных горизонтальных деформаций земной поверхности для промышленных зданий определяется по формулам:

для каркасных зданий

$$[ε_п]_н = \frac{[C_п]}{m_ε l_4}, \tag{4.8}$$

для бескаркасных зданий, кроме указанных в п. 4.12, и зданий с неполным каркасом

$$[ε_п]_н = \frac{100}{m_ε l_4}, \tag{4.9}$$

где $[C_п]$ — показатель, зависящий от высоты колонн здания, определяется по табл. 4.8, мм; 100 — коэффициент, мм.

4.12. Нормативные величины допустимых и предельных горизонтальных деформаций земной поверхности для промышленных зданий бескаркасных каменных (кирпичных, шлакоблочных и др.) с рас-

Таблица 4.8

Показатель $[C_п]$, мм

Разряд зданий	Высота колонн, м						
	4	5	6	7	8	9	10 и более
1—4	60	70	80	90	100	110	120
5	70	80	90	100	110	120	130

Примечание. Высота колонны принимается от обреза фундамента до ближайшей по высоте балки (подкрановой, стропильной и т. п.).

Таблица 4.9

Нормативные показатели суммарных деформаций $[\Delta l_д]_н$ и $[\Delta l_п]_н$ для бескаркасных промышленных зданий, мм

Разряд промышленных зданий	$[\Delta l_д]_н$	$[\Delta l_п]_н$	Разряд промышленных зданий	$[\Delta l_д]_н$	$[\Delta l_п]_н$
1 и 2	120	200	4	250	250
3	150	250	5	250	250

стоянием между поперечными стенами при железобетонных перекрытиях меньше 18 м и при деревянных перекрытиях меньше 9 м определяются по формуле (4.4), в которой величина $[\Delta l]$ определяется по табл. 4.9.

В. ИНЖЕНЕРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СЕТИ И ОПОРЫ ЛЭП

4.13. В качестве показателей допустимости подработки инженерных сооружений, технологического оборудования и санитарно-технических сетей принимаются горизонтальные (растяжение, сжатие) или вертикальные (наклон, кривизна) деформации в зависимости от чувствительности подрабатываемого объекта к указанным деформациям земной поверхности. В отдельных случаях (для водопроводящих каналов) показателем допустимости подработки является величина оседания земной поверхности (см. Рекомендации).

Допустимые и предельные деформации земной поверхности для инженерных сооружений приведены в табл. 4.10.

4.14. Допустимые наклоны i кирпичных и железобетонных дымовых труб определяются в зависимости от их высоты H по табл. 4.11.

4.15. При подработке земляных плотин и оградительных дамб должны быть организованы систематические наблюдения за положением уровня зеркала воды относительно гребня плотины (дамбы) и за образованием трещин в ее теле с целью своевременного проведения необходимых работ по защите плотины (дамбы) и устранению повреждений от подработки.

4.16. Выемка пластов под опорами линий электропередач (ЛЭП) может производиться на глубине, не менее безопасной, рассчитанной по формуле (3.3); коэффициенты безопасности $K_б$ приведены в табл. 4.12.

4.17. Промежуточные опоры ЛЭП напряжением 110 кВ и ниже охраняются от образования под ними провалов и больших трещин (см. п. 2.11 и п. 2.12). Выемка пластов под такими опорами может производиться на глубинах в зависимости от угла падения пластов α: не менее $20m$, но не менее 25 м при $\alpha \leqslant 45°$; $1{,}2h_ц + h$ при $\alpha > 45°$ (где $h_ц$ определяется по табл. 2.2 в зависимости от вынимаемой мощности пласта m; h — мощность наносов).

Таблица 4.10

Допустимые и предельные деформации земной поверхности (основания) для инженерных сооружений

Объект и его отличительный признак	Обозначения	Деформации	
		допустимые	предельные
1. Подземные резервуары и отстойники:			
1) железобетонные	ε	$\frac{70}{l}\cdot 10^{-3}$	—
2) каменные с железобетонной рубашкой	ε	$\frac{40}{l}\cdot 10^{-3}$	—
2. Башенные сооружения:			
1) силосные корпуса длиной до 30 м на железобетонном фундаменте	i	$7\cdot 10^{-3}$	$12\cdot 10^{-3}$
2) водонапорные башни на бетонном и бутобетонном фундаменте	ε	$3\cdot 10^{-3}$	$5\cdot 10^{-3}$
	i	$8\cdot 10^{-3}$	$12\cdot 10^{-3}$
3) угольные башни	i	$8\cdot 10^{-3}$	—
4) дымовые трубы кирпичные и железобетонные высотой, м:			
до 50	i	см. п. 4.14	$14\cdot 10^{-3}$
60—80	i	см. п. 4.14	$10\cdot 10^{-3}$
5) телевизионные и радиорелейные башни высотой, м:			
менее 50	i	—	$7\cdot 10^{-3}$
более 50	i	—	$5\cdot 10^{-3}$
6) Стальные копры	i	$6\cdot 10^{-3}$	—
3. Подстанции:			
1) закрытые понизительные подстанции до 400 кВ:			
а) с синхронными компенсаторами	ε	См. примечание	$6\cdot 10^{-3}$
б) без синхронных компенсаторов	ε	См. примечание	$8\cdot 10^{-3}$
2) открытые понизительные подстанции:			
а) 110—400 кВ	ε	—	$7\cdot 10^{-3}$
б) менее 110 кВ	i	—	$11\cdot 10^{-3}$
	ε	—	$10\cdot 10^{-3}$
	i	—	$14\cdot 10^{-3}$
4. Бункеры:			
1) погрузочные железобетонные	ε	—	$6\cdot 10^{-3}$
	R	—	3 км
2) то же, стальные	ε	—	$9\cdot 10^{-3}$
	R	—	2 км

Продолжение табл. 4.10

Объект и его отличительный признак	Обозначения	Деформации	
		допустимые	предельные
5. Промышленные печи:			
1) коксовые батареи	ε	$\frac{200}{l}\cdot 10^{-3}$	—
	i	$4\cdot 10^{-3}$	—
	R	10 км	—
2) гофманские печи	ε	$4\cdot 10^{-3}$	—
	R	6 км	—
6. Плотины и дамбы:			
1) каменные и бетонные	ε	—	$2{,}5\cdot 10^{-3}$
	R	—	12 км
2) земляные с водосливным устройством	ε	$6\cdot 10^{-3}$	$9\cdot 10^{-3}$
3) то же, без водосливного устройства	ε	$4\cdot 10^{-3}$	—
7. Канатные дороги:			
1) натяжные станции	ε	—	$4\cdot 10^{-3}$
2) опоры с раздельными фундаментами	ε	—	$4\cdot 10^{-3}$
3) опоры на сплошных железобетонных фундаментах	ε		$7\cdot 10^{-3}$
	i		$12\cdot 10^{-3}$

Примечания. l — длина или диаметр сооружения, м. Допустимые деформации для закрытых понизительных подстанций определяются требованиями, предъявляемыми к зданиям.

Таблица 4.11

Допустимые наклоны дымовых труб i

Высота трубы H, м	До 20	30	40	50	60	70	100
Допустимый наклон $i\cdot 10^3$	10	8	7	6	5	4,5	4

Таблица 4.12

Коэффициент безопасности $k_б$ для опор ЛЭП

Опоры ЛЭП	Напряжение ЛЭП, кВ	$K_б$
Анкерные	220—400	100
Промежуточные	220—400	75
Анкерные	6—110	75
Промежуточные	6—110	см. п. 4.17

Примечание. При углах падения пластов более 45° глубины разработки, рассчитанные по коэффициенту безопасности, приведенному в табл. 4.12, должны приниматься не менее 70 м.

Безопасная глубина $H_б$ при повторной подработке опор ЛЭП определяется так же, как и для первичной, при m, равной суммарной мощности вынимаемого и ранее вынутых пластов.

Построение предохранительных целиков до безопасных глубин подработки производится в соответствии с указаниями раздела 8 настоящих Правил.

4.18. Допустимые и предельные деформации земной поверхности (основания) для технологического оборудования электростанций, холодильников, хлебозаводов, насосных станций, а также для металлорежущих станков длиной до 6 м, подвесных кранов и турбокомпрессоров определяются требованиями, предъявляемыми к зданиям; для прочего оборудования — по табл. 4.13.

Таблица 4.13

Допустимые и предельные деформации земной поверхности (основания) для технологического оборудования

Оборудование и его особенности	Обозначения	Деформации	
		допустимые	предельные
1. Поршневые компрессоры	i	$4 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-3}$
2. Подкрановые пути мостовых кранов:			
в поперечном направлении	i	$5 \cdot 10^{-3}$	—
	ε	см. п. 4.19	—
в продольном направлении	i	$6 \cdot 10^{-3}$	—
	R	6 км	—
3. Подкрановые пути козловых кранов:			
в поперечном направлении	R	3 км	—
в продольном направлении	i	$6 \cdot 10^{-3}$	—
4. Подкрановые пути мостовых перегружателей:			
в поперечном направлении	R	12 км	—
в продольном направлении	i	$3 \cdot 10^{-3}$	—
5. Шахтные подъемные машины с барабаном диаметром, м:			
до 5	i	$6 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$
более 5	i	$4 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-3}$
6. Шахтные вентиляторы:			
осевые	ε	—	$7 \cdot 10^{-3}$
	i	—	$10 \cdot 10^{-3}$
центробежные	ε	—	$9 \cdot 10^{-3}$
	i	—	$12 \cdot 10^{-3}$
7. Котлы:			
вертикальные водотрубные	i	—	$10 \cdot 10^{-3}$
	ε	—	$8 \cdot 10^{-3}$
горизонтальные жаротрубные	R	—	2 км
	i	—	$12 \cdot 10^{-3}$
8. Токарные и продольнострогальные крупногабаритные (длиной более 6 м) станки	i	$5 \cdot 10^{-3}$	—

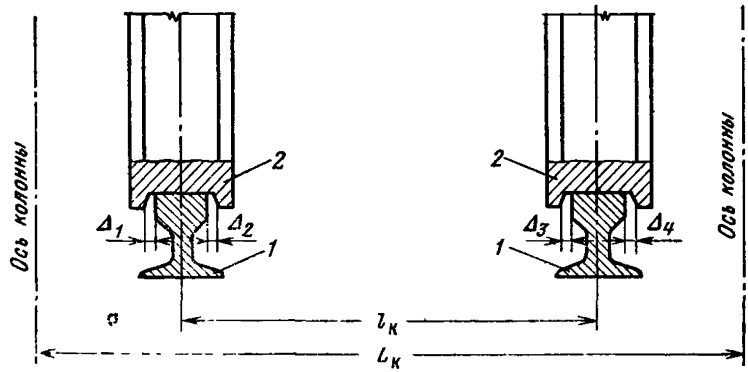


Рис. 4.2. Схема расположения зазоров между ребордами колес крана и головками подкрановых рельсов:
1 — подкрановый рельс; *2* — колесо крана; $l_к$ — пролет крана

4.19. Допустимые горизонтальные деформации основания по нормали к направлению подкранового пути мостового крана (кран-балки) определяются по формуле

$$[\varepsilon_д] = \frac{\Delta H_к}{m_в L_к h_н}, \qquad (4.10)$$

где Δ — минимальное значение суммы соответствующих зазоров между ребордами колес крана и головками подкрановых рельсов (рис. 4.2), мм; для зоны растяжения $\Delta = \Delta_1 + \Delta_4$, для зоны сжатия $\Delta = \Delta_2 + \Delta_3$ (величины Δ_1, Δ_2, Δ_3 и Δ_4 определяются натурными замерами; для приближенных расчетов можно принять $\Delta = 35$ мм); $H_к$ — высота колонны (несущей подкрановый путь), определяемая от подошвы фундамента до опоры пролетного строения, м; $m_в$ — коэффициент условий работы, определяемый по табл. 4 5; $L_к$ — длина мостового пролета, м; $h_н$ — высота надкрановой части колонны, определяемая от головки подкранового рельса до опоры пролетного строения, м.

4.20. Для обеспечения своевременной рихтовки подкрановых путей должны производиться инструментальные наблюдения за положением подкрановых рельсов.

Комплекс наблюдений за подкрановыми путями при их подработке должен предусматривать:

нивелировку подкрановых рельсов;

измерение ширины колеи;

фиксацию нарушений условий нормальной эксплуатации крана (самопроизвольное качение, смещение подкрановых рельсов и подкрановых балок и др.).

Частота инструментальных наблюдений в период опасных деформаций определяется в зависимости от глубины разработки и угла сдвижения по табл. 5.2. В последующий период до окончания

Таблица 4.14

Допустимые и предельные деформации земной поверхности (основания) для санитарно-технических сетей

Сеть и ее отличительный признак	Обозначения	Деформации	
		допустимые	предельные
I. Газопроводы со стыками, равнопрочными телу труб:			
а) наземные магистральные	ε	$8{,}0\cdot10^{-3}$	$15\cdot10^{-3}$
б) подземные магистральные и разводящие:			
1) из труб стали Ст2 и Ст3 при укладке:			
в песок	ε	$2{,}5\cdot10^{-3}$	—
в суглинок	ε	$2{,}0\cdot10^{-3}$	—
в глину средней плотности	ε	$1{,}5\cdot10^{-3}$	—
в плотную глину	ε	$1{,}0\cdot10^{-3}$	—
2) из труб стали 14Г2, 15ГС, 10Г2С, 10Г2СД, 15ХСНД и 10ХСНД при укладке:			
в песок	ε	$3{,}5\cdot10^{-3}$	—
в суглинок	ε	$2{,}5\cdot10^{-3}$	—
в глину средней плотности	ε	$2\cdot10^{-3}$	—
в плотную глину	ε	$1{,}5\cdot10^{-3}$	—
II. Нефтепроводы со стыками, равнопрочными телу трубы:			
а) наземные магистральные	ε	$8\cdot10^{-3}$	$15\cdot10^{-3}$
б) подземные:			
при укладке в песок	ε	$3\cdot10^{-3}$	$6\cdot10^{-3}$
при укладке в суглинок и глину	ε	$2\cdot10^{-3}$	$4\cdot10^{-3}$
III. Теплопроводы:			
а) наземные магистральные	ε	$10\cdot10^{-3}$	$15\cdot10^{-3}$
б) подземные в каналах	ε	$6\cdot10^{-3}$	$10\cdot10^{-3}$
	i	$6\cdot10^{-3}$	$12\cdot10^{-3}$
в) подземные бесканальные магистральные и разводящие:			
при укладке в песок	i	$4\cdot10^{-3}$	$7\cdot10^{-3}$
	ε	$5\cdot10^{-3}$	$8\cdot10^{-3}$
при укладке в суглинки и глины	ε	$3\cdot10^{-3}$	$5\cdot10^{-3}$
	i	$4\cdot10^{-3}$	$7\cdot10^{-3}$
IV. Водопроводы:			
а) наземные магистральные	ε	$10\cdot10^{-3}$	$15\cdot10^{-3}$
б) подземные стальные магистральные, разводящие:			
при укладке в песок	ε	$5\cdot10^{-3}$	$8\cdot10^{-3}$
при укладке в суглинок и глину	ε	$4\cdot10^{-3}$	$6\cdot10^{-3}$
в) подземные секционные	ε	$\frac{[C_к]}{l}\cdot10^{-3}$	—

Продолжение табл. 4.14

Сеть и ее отличительный признак	Обозначения	Деформации	
		допустимые	предельные
г) магистральные каналы с монолитной бетонной или железобетонной облицовкой	ε	$1 \cdot 10^{-3}$	—
	R	20 км	—
V. Канализационные сети:			
а) секционные безнапорные	ε	$\frac{[C_к]}{l} \cdot 10^{-3}$	—
	i	$[i_д]$	—
б) стальные напорные со стыками, равнопрочными телу трубы:			
1) наземные	ε	$8 \cdot 10^{-3}$	$15 \cdot 10^{-3}$
2) подземные			
уложенные в песок	ε	$4 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-3}$
уложенные в суглинок, глину	ε	$3 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$

Обозначения: $[C_к]$ — допустимая компенсационная способность стыкового соединения, которую можно определить по „Рекомендациям"; l — длина трубы, м; $[i_д]$ — допустимый наклон трубопровода, определяемый расчетом по Рекомендациям.

Примечание. Допустимые деформации земной поверхности (основания) для стальных подземных газо- и нефтепроводов рукомендуется уточнять расчетом в зависимости от конкретных условий — марки стали и толщины стенок труб, интенсивности защемления труб грунтом, зависящей от свойств грунта и срока эксплуатации трубопровода, а также от расчетного сопротивления сварных стыков и напряжений в трубах, вызванных эксплуатационными условиями (температура, давление).

процесса сдвижения частота наблюдений может быть уменьшена в 2 раза.

4.21. Допустимые и предельные деформации земной поверхности для санитарно-технических сетей определяются по табл. 4.14.

4.22. Если в качестве меры защиты подземных стальных сварных трубопроводов предусматривается снятие напряжений путем разрезки с последующей вваркой катушек, то необходимо предусматривать комплекс инструментальных наблюдений за напряженным состоянием трубопровода для выявления мест разрезки.

Инструментальные наблюдения должны проводиться в соответствии с заранее разработанным проектом наблюдательной станции, предусматривающим устройство замерных колодцев и закладку профильной линии грунтовых реперов по трассе трубопровода.

Разрезка трубопровода должна производиться при достижении горизонтальных деформаций труб:

из стали Ст2 и Ст3 — $0{,}6 \cdot 10^{-3}$;

из стали более высоких марок — $1 \cdot 10^{-3}$.

Если наблюдения за напряженным состоянием трубопровода не производятся, то разрезка последнего должна осуществляться в местах, где горизонтальная деформация земной поверхности близка к допустимым значениям, определяемым по табл. 4.14.

4.23. Наземные трубопроводы (за исключением магистральных) связи охраняются от образования под ними провалов и больших трещин. Выемка пластов угля под ними может производиться на глубинах, не менее определяемых в соответствии с указаниями п. 4.17.

При подработке наземных трубопроводов следует производить систематические визуальные наблюдения за положением трубопровода на опорах с целью своевременного наращивания или выравнивания опор, а также перекрепления трубопровода на «мертвых опорах».

4.24. Подземные высокочастотные магистральные кабели связи рекомендуется вскрывать при расчетных горизонтальных деформациях $\varepsilon > 1 \cdot 10^{-3}$. Вскрытие рекомендуется производить только на время подработки (если она краткосрочна) или для принятия специальных мер защиты (устройства непроходных каналов и пр.), если избыточный запас кабеля по длине меньше возможного сдвижения на подрабатываемом участке.

5. УСЛОВИЯ БЕЗОПАСНОЙ ВЫЕМКИ УГЛЯ ПОД НАЗЕМНЫМИ ТРАНСПОРТНЫМИ СООРУЖЕНИЯМИ И ШАХТНЫМИ СТВОЛАМИ

А. НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

5.1. Выемка пластов угля под транспортными сооружениями может производиться при глубине разработки более или равной *безопасной глубине, рассчитанной по формуле* (3.3). При этом коэффициенты безопасности $K_б$ принимаются по табл. 5.1.

5.2. Подработка линий железных дорог МПС, за исключением подъездных путей, ниже горизонта безопасной глубины может производиться только по проекту, утвержденному техническим директором (главным инженером) производственного объединения, в порядке, установленном Госгортехнадзором СССР.

При этом необходимо:

а) согласовать проект подработки с управлением железной дороги (см. п. 1.4);

б) проводить безостановочную выемку угля под полотном железной дороги и сооружениями;

в) проводить силами горного предприятия инструментальные наблюдения за сдвижением железнодорожного пути и земной поверхности на подрабатываемом участке с начала подработки до окончания процесса сдвижения. Обработанные результаты наблюдений передаются службе пути МПС не позднее чем через 2 дня после проведения каждого наблюдения. Интервалы времени между инструментальными наблюдениями в период опасных деформаций устанавливаются по табл. 5.2 в зависимости от отношения глубины разработки H к вынимаемой мощности пласта m, а также от угла сдвижения δ. В последующий период до окончания процесса сдвижения приведенные в табл. 5.2 интервалы времени увеличиваются в 2 раза.

Данные о продолжительности процесса сдвижения и периода опасных деформаций по бассейнам и месторождениям, а также значения угла δ приведены в разделе 7.

5.3. При применении горных мер охраны в каждом отдельном случае может быть допущена выемка пластов под железными дорогами на глубине, менее безопасной глубины, определенной по формуле (3.3), по согласованию с управлением железной дороги и разрешению соответствующего управления округа госгортехнадзора. В этих случаях расчетом должно быть показано, что величины сдвижений и деформаций земной поверхности не превысят величин, возникающих при способах разработки с обрушением кровли на глубине $H_б$, определенной по формуле (3.3).

Таблица 5.1

Коэффициенты $K_б$ для транспортных сооружений

№ п/п	Категория охраны	Объект	$K_б$
1	I	Участки железных дорог общего пользования со скоростями движения поездов более 100 км/ч и участки с бесстыковым путем; мосты, путепроводы, виадуки всех конструкций с пролетами более 20 м на железных дорогах общего пользования	400
2	II	Мосты, путепроводы, виадуки всех конструкций общей длиной более 20 м, за исключением указанных в п. 1, на железных дорогах общего пользования	250
3	II	Линии железных дорог общего пользования, кроме указанных в п. 1; железнодорожные депо МПС, мосты, путепроводы и виадуки длиной менее 20 м	150
4	III	Линии железных дорог МПС с малоинтенсивным движением (грузооборот не превышает 3 млн. т/км-км/год и в течение суток проходит по линии не более трех пар пассажирских поездов) и подъездные пути МПС, за исключением подъездных путей от шахт и других угольных предприятий	100
5	IV	Подъездные пути от шахт и других угольных предприятий, в том числе и находящиеся в ведении МПС, а также подъездные пути других ведомств	см. п. 5.4
6		Мосты, путепроводы, виадуки на транспортных путях, за исключением мостов, путепроводов, виадуков на железных дорогах общего пользования:	
	I	неразрезной конструкции с пролетами более 20 м;	300
	II	разрезной конструкции с пролетами более 20 м;	200
	II	неразрезной конструкции с пролетами менее 20 м;	150
	III	разрезной конструкции с пролетами менее 20 м	100
7	IV	Автомобильные магистрали	см. п. 5.4
8	IV	Трамвайные линии	см. п. 5.4

Таблица 5.2

Интервалы времени между инструментальными наблюдениями, мес.

$\frac{H}{m}$	Для месторождений с углами сдвижения	
	$\delta \leqslant 70°$	$\delta > 70°$
200	0,5	1,0
300	1,0	2,0
400 и более	2,0	3,0

Примечания. 1. К полотну дороги относятся также откосы насыпей и выемок, по которым проходит железная дорога, и другие путевые сооружения. 2. *При решении вопроса о подработке железнодорожного полотна*, проходящего по глубокой выемке, высокой насыпи или по косогорным участкам, следует учитывать геологическое строение участка, наличие противодеформационных и водоотводящих сооружений.

Железнодорожные пути на станциях, оборудованных электрической централизацией, а также тоннели могут подрабатываться только по особым проектам, согласованным с МПС.

5.4. Подъездные пути МПС от шахт и других угольных предприятий, а также подъездные пути других ведомств, трамвайные линии и автомагистрали охраняются от образования под ними провалов и больших трещин. Выемка пластов под перечисленными объектами может производиться на глубинах, приведенных в п. 4.17 для промежуточных опор ЛЭП напряжением 110 кВ и ниже.

Выемка пластов может производиться при условии выполнения:

а) систематического осмотра состояния подрабатываемого объекта в течение всего периода опасных деформаций, своевременных ремонтных работ и других мероприятий, обеспечивающих безопасную эксплуатацию объекта на подрабатываемом участке;

б) периодических инструментальных наблюдений за оседанием подрабатываемого объекта (не реже чем рекомендуется в табл. 5.2) и передачи результатов наблюдений организации, осуществляющей ремонтные работы.

Б. ШАХТНЫЕ СТВОЛЫ

5.5. Вертикальные шахтные стволы вместе с копрами и зданиями подъемных машин, как правило, охраняются предохранительными целиками без учета безопасных глубин.

5.6. Размеры предохранительных целиков во всех случаях определяются в зависимости от назначения и глубины ствола, типа крепи — жесткая или податливая и глубины расположения целиков. Правила построения целиков приведены в разделе 8.

Жесткими считаются крепи из монолитного бетона и железобетона, кирпича, бетонита, тюбингов, металлических труб и другие, конструктивно не приспособленные к восприятию деформации от очистных выработок.

Податливыми считаются крепи деревянные, а также из любого другого материала, конструктивно приспособленные к восприятию деформаций от очистных выработок.

5.7. Наклонные шахтные стволы охраняются предохранительными целиками до безопасной глубины разработки, определяемой по формуле (3.3).

Значения коэффициента безопасности K_6 для различных бассейнов и месторождений приведены в разделе 7.

Безопасная глубина откладывается по вертикали от почвы наклонного ствола.

Надшахтное здание и здание подъемной машины наклонного ствола охраняются в соответствии с п. 4.8. Подъемные машины охраняются в соответствии с п. 4.18.

При разработке свиты пластов безопасная глубина определяется специализированной организацией.

6. УСЛОВИЯ ВЫЕМКИ УГЛЯ ПОД ВОДНЫМИ ОБЪЕКТАМИ, ЛЕСОНАСАЖДЕНИЯМИ И ПОРОДНЫМИ ОТВАЛАМИ

А. ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

6.1. В данном разделе регламентируются условия выемки угля длинными столбами с полным обрушением кровли или с закладкой выработанного пространства под водными объектами (водотоками, водоемами, водоносными горизонтами и обводненными зонами), представляющими опасность затопления горных выработок или имеющими народнохозяйственное значение.

Условия выемки угля под водотоками с расходом менее производительности шахтного или участкового водоотлива и под обводненными породами, подработка которых в аналогичных условиях на данной или соседних шахтах не приводила к прорывам воды в действующие выработки или недопустимому увеличению водопритока, в случаях, когда указанные объекты не имеют народнохозяйственного значения, должны определяться техническим руководством шахты (объединения) на основе имеющегося опыта.

Условия выемки угля под затопленными горными выработками определяются в соответствии с «Временной инструкцией по безопасному ведению горных работ у затопленных выработок», (Л., изд. ВНИМИ, 1978).

6.2. По условиям подработки водные объекты разделяются на две группы.

К I группе относятся водотоки, водоемы и обводненные породы, подстилаемые глинами или суглинками при выполнении одного из следующих условий:

— мощность глин (суглинков) не менее глубины водотока (водоема) или напора воды над почвой водоносного горизонта;

— уровень воды в коренных породах, залегающих под глинами (суглинками), располагается ниже почвы последних.

Ко II группе относятся водные объекты, не удовлетворяющие условиям отнесения их к I группе.

6.3. Под *зоной опасного влияния водного объекта* понимается участок, в пределах которого выемка угля может повлечь за собой недопустимое увеличение притока воды в горные выработки, а в отдельных случаях — прорыв воды и затопление выработок.

Границы зоны опасного влияния строятся от границ водного объекта согласно п. 6.6.

Подработка водного объекта I группы за пределами зоны опасного влияния не приводит к существенному увеличению при-

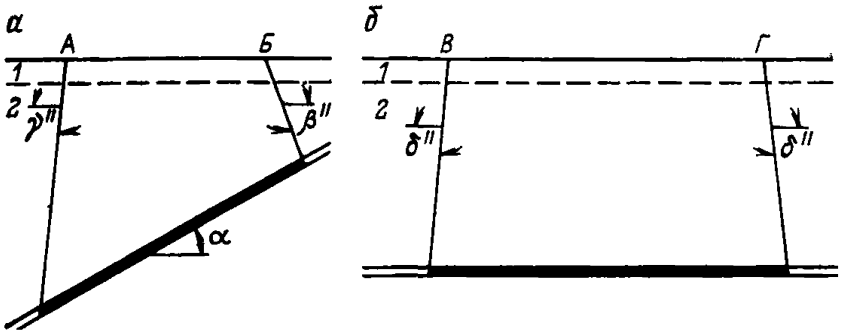


Рис. 6.1. Построение границ опасного влияния водного объекта на разрезах:

а — вкрест простирания; *б* — по простиранию; *1* — наносы; *2* — коренные породы; *А, Б, В* и *Г* — точки контура водного объекта

тока воды в горные выработки. Подработка водного объекта II группы за пределами зоны опасного влияния является безопасной с точки зрения предотвращения прорывов воды, однако не исключает возможности постепенного нарастания притока до значительной величины по мере развития горных работ. Прогноз притока может быть выполнен по методике, изложенной в приложении 2.

6.4. Для наземных водотоков и водоемов, не имеющих в основании обводненных отложений, за границу водного объекта в плане принимается граница максимального разлива воды, установленная по данным гидрологической службы с обеспеченностью 3% (т. е. имевшего место не более 3-х раз за 100 лет). Нижней границей водотока (водоема) является его дно (ложе).

При наличии под водотоком или водоемом обводненных отложений (песков, галечников, горельников, сильнотрещиноватых пород и т. п.) за границы водного объекта в плане и на вертикальных разрезах принимаются соответствующие границы указанных отложений. Границы водных объектов, представленных водоносными горизонтами и обводненными зонами, соответствуют границам этих горизонтов (зон).

6.5. При определении границ водного объекта необходимо учитывать возможность их изменения вследствие оседания земной поверхности под влиянием очистных работ за пределами зоны опасного влияния водного объекта. Расчет ожидаемого оседания земной поверхности производится в соответствии с приложением 1.

6.6. Границы зоны опасного влияния водного объекта по простиранию пласта определяются углом разрывов δ'', а со стороны восстания и падения — соответственно углами разрывов β'' и γ'' (рис. 6.1). Если граница, построенная по углу разрывов γ'', располагается ниже горизонта безопасной глубины, определенной согласно требованиям п. 6.9—6.16, то за границу зоны опасного влияния принимается горизонт безопасной глубины. Значения углов разрывов определяются согласно п. 2.10.

6.7. Построение по углам разрывов границ зон опасного влияния водных объектов производится теми же методами, что и построение предохранительных целиков (п. 8.6, 8.8, 8.9).

6.8. В пластах с углами падения, при которых возможно сдвижение пород лежачего бока (см. п. 2.2), границы зон опасного влияния водных объектов, расположенных за выходом пласта под наносы над породами лежачего бока, строятся только в том случае, если расстояние в плане от выхода почвы пласта под наносы до ближайшей границы водного объекта, определенной с учетом ожидаемого оседания земной поверхности (приложение 1), меньше величины $l_{л}+10$ м, где $l_{л}$ — ширина зоны возможных провалов со стороны лежачего бока, определяемая согласно п. 2.13. При этом за нижнюю границу зоны опасного влияния принимается горизонт безопасной глубины, определяемой согласно п. 6.11, а угол разрывов по простиранию δ'' принимается равным 90°.

6.9. Под безопасной глубиной разработки под водными объектами понимается минимальная глубина, при которой зона водопроводящих трещин, образующаяся над выработанным пространством, не достигает нижней границы водного объекта (см. п. 6.4).

Безопасная глубина разработки под водными объектами для всех месторождений, за исключением Интинского (п. 7.60), определяется в соответствии с п. 6.11—6.16.

Возможность выемки угля ниже горизонта безопасной глубины под водными объектами, имеющими народнохозяйственное значение, должна определяться с учетом требований п. 6.27—6.31.

6.10. Безопасная глубина разработки под всеми водными объектами, кроме обводненных пород, залегающих согласно с разрабатываемыми пластами, отсчитывается от нижней границы водного объекта (см. п. 6.4) по вертикали. Безопасная глубина разработки под обводненными породами, залегающими согласно с разрабатываемыми пластами, отсчитывается от почвы соответствующих водоносных горизонтов по нормали к напластованию.

Таблица 6.1

Безопасная глубина разработки (м) под водными объектами I группы при $h_{г} \geqslant 2$ m и $m \leqslant 3{,}5$ м

m, м	Минимальная мощность глинистых наносов $h_{г}$, м					
	2—4	5—6	7—8	9—10	11—15	более 15
⩽1,0	40	35	30	30	25	20
1,5	60	50	45	40	35	30
2,0	75	60	55	50	45	40
2,5	—	65	60	55	50	50
3,0	—	70	65	60	60	60
3,5	—	—	70	70	70	70

Таблица 6.2

Безопасная глубина разработки (м) под водными объектами I и II групп при $h_г < 2\ m$ и $m \leqslant 4$ м

m, м	Средняя мощность аргиллитов, алевролитов и глинистых сланцев в процентах от мощности подрабатываемой толщи				
	0—20	21—40	41—60	61—80	81—100
$\leqslant 1{,}0$	60	55	50	45	40
1,5	90	80	75	70	60
2,0	115	105	95	85	80
2,5	125	115	105	95	85
3,0	140	130	115	105	90
3,5	150	140	125	110	95
4,0	160	150	135	120	105

Примечания. 1. При промежуточных значениях мощности пласта значения безопасной глубины по табл. 6.1 и 6.2 определяются интерполяцией с последующим округлением до 5 м в бо́льшую сторону. 2. При определении процентного содержания аргиллитов, алевролитов и глинистых сланцев в подрабатываемой толще наносы и породы, удаленные от кровли разрабатываемого пласта на расстояние менее $10\ m$ (m — вынимаемая мощность пласта), не учитываются. 3. Глубина разработки крутых пластов под водными объектами не должна быть меньше минимальной глубины, при которой на земной поверхности не возникают провалы. Указанная минимальная глубина определяется согласно п. 2.12.

6.11. Безопасная глубина разработки под водными объектами для одного пласта определяется следующим образом:

а) для водных объектов I группы при $h_г \geqslant 2m$ и $m \leqslant 3{,}5$ м (где $h_г$ — мощность залегающих под водным объектом глинистых наносов или пород, аналогичных им по физико-механическим свойствам, например, аргиллитов Западного Донбасса; m — вынимаемая мощность пласта) — по табл. 6.1;

б) для водных объектов I группы при $h_г \geqslant 2m$ и $m > 3{,}5$ м — принимается равной $20\ m$;

в) для водных объектов I и II групп при $h_г < 2m$ и $m \leqslant 4$ м — по табл. 6.2;

г) для водных объектов I и II групп при $h_г < 2m$ и $m > 4$ м — в соответствии с п. 6.15, как для нижнего слоя пласта, условно отрабатываемого слоями мощностью не менее 2 м.

6.12. Повторная подработка водных объектов допускается по окончании периода опасных деформаций от очистных работ по вышележащему пласту. Продолжительность периода опасных деформаций определяется в соответствии с разделом 7.

Водный объект считается повторно подработанным, если он располагается в зоне опасного влияния очистных выработок ранее

отработанных пластов и в то же время попадает в зону опасного влияния очистных выработок рассматриваемого пласта. Границы зон опасного влияния очистных выработок определяются в соответствии с п. 2.3.

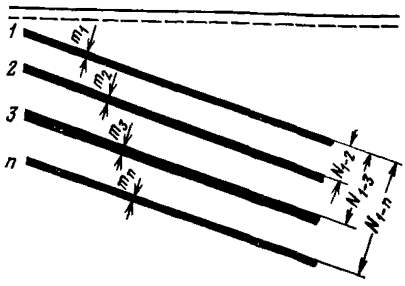


Рис. 6.2. Исходные параметры к расчету безопасной глубины разработки пластов под водными объектами

6.13. При повторной подработке водных объектов безопасная глубина определяется в соответствии с п. 6.14—6.16. При этом глубина разработки для каждого пласта (слоя) должна быть не менее $20(m+0{,}5\Sigma m_p)$, где m — мощность данного пласта (слоя), Σm_p — суммарная мощность ранее отработанных пластов (слоев).

6.14. Безопасная глубина для каждого последующего (второго, третьего и т. д.) пласта (слоя) определяется, как для одиночного пласта, согласно п. 6.11 (без учета ранее отработанных пластов или слоев), если под водным объектом залегают глины, суглинки или породы, аналогичные им по физико-механическим свойствам, мощностью не менее величины M, определяемой из выражения

$$M=2(m_1+m_2+\ \ldots\ +m_n),$$

где m_1, m_2, ..., m_n — вынимаемые мощности соответствующих пластов или слоев (рис. 6.2).

При меньшей мощности глин или суглинков определение безопасной глубины без учета ранее отработанных пластов допускается только для второго пласта при $m_2 \leqslant m_1$ и $N_{1-2} \geqslant 1{,}5H$ где N_{1-2} — расстояние по нормали к напластованию между первым и вторым пластами; H — безопасная глубина для первого пласта согласно п 6.11.

6.15. При разработке двух или трех пластов, удаленных друг от друга на расстояние не более 10 м, или мощного пласта с разделением на слои, а также при расстоянии между пластами более 10 м, если при этом мощность глин или суглинков непосредственно под водным объектом составляет не менее $M=2m_1+0{,}5(m_2+m_3)$, повторная подработка водного объекта вторым и третьим пластами (слоями) в случаях, не предусмотренных п. 6.14, допускается на глубинах, определяемых по табл. 6.3 в зависимости от коэффициента A_m, рассчитываемого по формулам

а) для второго пласта (слоя)

$$A_m=\frac{m_2}{m_1}, \qquad (6.1)$$

б) для третьего пласта (слоя)

$$A_m=\frac{m_2+m_3}{m_1} \qquad (6.2)$$

Таблица 6.3

Допустимая глубина разработки для последовательно отрабатываемых пластов (слоев), м

Безопасная глубина разработки верхнего пласта (слоя), согласно п. 6.11, м	A_m						
	0	1	2	3	4	6	8
20	20	30	40	45	50	60	70
40	40	60	80	90	100	120	135
60	60	95	115	135	150	180	200
80	80	125	155	180	200	240	270
100	100	155	190	225	250	300	340
120	120	185	230	270	300	360	405
140	140	215	270	310	350	415	475
160	160	245	305	355	400	475	540

Примечание. При промежуточных значениях безопасной глубины для верхнего пласта и коэффициента A_m допустимая глубина определяется интерполированием и округляется до 5 м в бо́льшую сторону.

6.16. В случаях, не предусмотренных п. 6.14 и 6.15, повторная подработка водных объектов допускается на глубинах, определяемых по формуле

$$H_{д_n} = N_{1-n} + H_д, \tag{6.3}$$

где $H_{д_n}$ — допустимая глубина разработки для пласта (слоя) с порядковым номером n (см. рис. 6.2), м; N_{1-n} — расстояние по нормали к напластованию от пласта с порядковым номером n до верхнего пласта свиты, м; $H_д$ — величина, определяемая по табл. 6.3 в зависимости от коэффициента A_m, рассчитываемого по формуле

$$A_m = \frac{m_2 + m_3 + \ldots + m_n}{m_1} \tag{6.4}$$

До подхода очистных работ по четвертому и нижележащим пластам (слоям) на указанных глубинах к границам зоны опасного влияния водного объекта должна быть проверена возможность уменьшения глубин разработки для этих пластов путем натурного определения высоты зоны водопроводящих трещин над выработанным пространством в соответствии с п. 6.20.

6.17. При разработке под водным объектом свиты пологих пластов или мощных пологих пластов с разделением на слои в случаях, когда глубина разработки меньше 40-кратной суммарной мощности данного и ранее отработанных пластов (слоев), расстояние в плане между границами очистных выработок по рассматриваемому пласту (слою) и границами очистных выработок по ранее отработанным пластам (слоям), удаленным от рассматриваемого на расстояние менее его 5-кратной вынимаемой мощности, должно быть не менее 40 м. При этом глубина разработки не должна быть

меньше безопасной глубины, определенной в соответствии с п. 6.11—6.16.

6.18. Повторная подработка водных объектов на глубинах, менее указанных в п. 6.15 и 6.16, может быть допущена на основании результатов натурного определения высоты зоны водопроводящих трещин над выработанным пространством (п. 6.20) или по заключению специализированной организации.

Повторная подработка водных объектов, расположенных на земной поверхности, вторым и третьим пластами на глубинах, менее вышеуказанных, допускается также при рациональном взаимном расположении очистных выработок в отдельных пластах согласно приложению 5.

6.19. Вопрос о возможности и условиях разработки пластов выше горизонта безопасной глубины в пределах зон опасного влияния водных объектов решается в следующей последовательности[1].

1. Рассматривается возможность и экономическая целесообразность отвода или дренирования водного объекта, пропуска водотока над зоной водопроводящих трещин по трубам, лоткам и т. п.

2. В соответствии с приложением 5 рассматривается возможность рационального взаимного расположения очистных выработок в различных пластах, позволяющего уменьшить безопасную глубину разработки.

3. Рассматривается возможность применения других горных мер по уменьшению безопасной глубины разработки (см. приложение 5).

6.20. В случае экономической целесообразности (значительные запасы угля в пределах зоны опасного влияния, большие дополнительные затраты, вызываемые изменением взаимного расположения очистных выработок в различных пластах или применением других горных мер по уменьшению безопасной глубины разработки) принятию решения о применении тех или иных мер должно предшествовать проведение работ по уточнению безопасной глубины разработки с целью выяснения возможности ее уменьшения согласно «Методическим указаниям по натурному определению высоты зоны водопроводящих трещин в конкретных горно-геологических условиях» (Л., изд. ВНИМИ, 1973).

6.21. Вопрос об условиях выемки угля под обводненными породами должен, как правило, решаться на стадии проектирования шахты.

6.22. Разработка пластов в пределах зон опасного влияния водных объектов, а также при наличии разрывных нарушений, выходящих под водный объект (или залегающие под ним наносы), должна осуществляться по специальному проекту, утвержденному в порядке, установленном Госгортехнадзором СССР.

6.23. Перед подработкой водного объекта должна быть произведена ревизия водоотливных установок и путей движения воды к водосборнику и составлен акт о готовности горного предприятия к подработке водного объекта.

При подработке водных объектов должны предусматриваться следующие меры безопасности:

---

[1] Для водных объектов, имеющих народнохозяйственное значение, дополнительно учитываются требования п. 6.27—6.31.

а) систематические наблюдения за водопроявлениями в выработках согласно требованиям п. 6.33—6.38;

б) улучшенное освещение горных выработок и обеспечение надежных средств связи и сигнализации;

в) инструктаж лиц, работающих в зоне опасного влияния водного объекта, о срочных мерах, подлежащих выполнению в случае увеличения притока воды в выработки;

г) своевременная и регулярная расчистка водосточных канав;

д) меры по недопущению перепуска угля и обрушенных пород с вышележащих этажей, отработанных под водным объектом, а также выноса песка и обрушенных пород в выработанное пространство.

6.24. На участках земной поверхности, под которыми угольные пласты отработаны на глубине, менее безопасной для разработки под водными объектами, должны осуществляться мероприятия по предотвращению возникновения водотоков и водоемов за счет атмосферных осадков, при таянии снегов и т. п., либо другие мероприятия, предусмотренные Правилами технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт (засыпка образовавшихся трещин водонепроницаемыми породами, пропуск воды по желобам и т. п.).

6.25. При подработке поверхностных водотоков, водоемов и обводненных аллювиальных отложений на глубине, равной или превышающей безопасную глубину, определенную согласно п. 6.11—6.16, может происходить затопление отдельных участков земной поверхности, обусловленное ее оседанием. Поэтому при наличии на подрабатываемых территориях устьев шурфов и скважин, через которые вода может проникать в горные выработки, а также зданий, сооружений, сельскохозяйственных угодий и т. п. перед подработкой водного объекта следует определить границы участков предполагаемого затопления земной поверхности и в случае необходимости принять меры по обеспечению сохранности расположенных на них объектов.

Определение границ участков предполагаемого затопления земной поверхности производится на основе расчета ее оседаний по методике, изложенной в приложении 1. При этом следует исходить из того, что затопление происходит в тех случаях, когда осевшая земная поверхность окажется ниже уровня воды в водотоке, водоеме или аллювиальных отложениях.

6.26. Затопленные мульды сдвижения, образовавшиеся на земной поверхности при разработке верхних пластов свиты на глубине, превышающей безопасную, в случае невозможности их осушения должны рассматриваться как водные объекты при определении безопасной глубины для нижележащих пластов.

6.27. При решении вопроса о целесообразности выемки угля под водными объектами, имеющими народнохозяйственное значение, необходимо в соответствии с п. 1.3 учитывать возможные потери воды из водных объектов вследствие фильтрации ее в горные выработки, которая может происходить:

а) непосредственно через зону водопроводящих трещин над выработанным пространством, если она достигает границ водного объекта;

б) через проницаемые слои и зоны, связывающие водный объект с зоной водопроводящих трещин.

6.28. Прогноз потерь воды из водоносного горизонта, пересекаемого зоной водопроводящих трещин, выполняется по формулам, приведенным в приложении 2.

6.29. Прогноз потерь воды из водных объектов, гидравлически связанных с зоной водопроводящих трещин через проницаемые слои, выполняется специализированной организацией.

6.30. Если условием нормальной эксплуатации водотока является сохранение определенных величин отметок или уклона его русла, вопрос о возможности его подработки решается на основе расчета ожидаемых деформаций (наклонов) земной поверхности. Если исправление уклона водотока невозможно или экономически нецелесообразно, для предотвращения разлива воды должно быть предусмотрено возведение водооградительных дамб, выполняемое с учетом ожидаемых деформаций земной поверхности.

6.31. В случае невозможности обеспечения нормальных условий эксплуатации водного объекта другими способами под ним оставляется предохранительный целик. Построение предохранительного целика производится в соответствии с требованиями раздела 8. Если приток воды в горные выработки из водного объекта II группы, рассчитанный в соответствии с приложением 2, будет при этом превышать допустимые потери воды из указанного объекта, то размеры предохранительного целика должны быть соответственно увеличены.

6.32. Строительство на подработанных территориях искусственных водоемов производится согласно «Инструкции по проектированию, строительству и эксплуатации гидротехнических сооружений на подрабатываемых горными работами территориях (СН 522—79)».

6.33. Для своевременного выявления источников обводнения горных выработок и возможного поступления воды из подрабатываемого водного объекта необходимо проводить наблюдения за водопроявлениями в очистных и оконтуривающих их подготовительных выработках, особенно на участках разрывных нарушений.

6.34. Наблюдения за водопроявлениями в очистных и подготовительных выработках выполняются в соответствии с «Методическими указаниями по гидрогеологическому обслуживанию угледобывающих предприятий», (Л., изд. ВНИМИ, 1975).

6.35. Осмотры забоя очистной выработки гидрогеологом (геологом) с целью выявления водопроявлений и измерения расходов из очистной выработки производятся после каждой посадки основной кровли, но не реже одного раза в неделю. В периоды между посещениями гидрогеолога (геолога) сведения о наблюдаемых изменениях и характере водопроявлений в очистной выработке должны сообщаться геологической службе шахты сменными мастерами.

6.36. В штреках, оконтуривающих очистную выработку, проводятся наблюдения за водопроявлениями в зонах разрывных нарушений, захватываемых процессом сдвижения при приближении к ним очистного забоя. Методика наблюдений в штреках аналогична применяемой в очистных выработках.

6.37. По изменениям мест и характера водопроявлений в очистную или подготовительную выработку, а также по механическому и петрографическому составу взвеси оцениваются возможные пути поступления воды. Возможность поступления воды в выработку из водного объекта или другого источника оценивается по результатам сопоставления химического состава и температуры воды

в местах водопроявлений с химическим составом и температурой вод в потенциальных источниках или другими специальными методами.

6.38. В соответствии с результатами наблюдений в случае необходимости организуются мероприятия по отводу воды, установке дополнительных средств водоотлива, изменению технологии работ или их временной остановке, а также другие мероприятия, предусмотренные планом ликвидации аварий.

Б. ЛЕСОНАСАЖДЕНИЯ

6.39. Лесонасаждения (леса, парки, скверы) при подработке охраняются:

от образования под ними провалов;

от появления больших наклонов краев мульд;

от нарушения водного режима в растительном слое.

6.40. Границы зоны возможного образования провалов под лесонасаждением определяются в соответствии с п. 2.11—2.13.

6.41. Наклон краев мульд на участке лесонасаждения не должен превышать $100 \cdot 10^{-3}$.

6.42. Нарушения водного режима на подрабатываемом участке лесонасаждения могут проявляться:

а) в затоплении леса скапливающимися паводковыми и атмосферными водами при расположении его на равнинных и пониженных участках рельефа;

б) в повышении уровня грунтовых вод относительно растительного слоя вследствие оседания земной поверхности;

в) в затоплении леса вследствие опускания земной поверхности ниже зеркала воды ближайших водоемов;

г) в обезвоживании растительного слоя, вследствие ухода воды по трещинам, соединяющимся с горными выработками при отсутствии в толще надежных водоупоров; решением вопроса о возможности подработки леса в этом случае должна заниматься специализированная организация.

6.43. Для оценки степени и характера ожидаемых изменений водного режима и выбора мер охраны лесонасаждения при его подработке необходимо учитывать:

рельеф подрабатываемого участка и ожидаемые его изменения;

уровень грунтовых вод, гидрологические условия на участке и ожидаемые их изменения.

Примечание. При отсутствии данных об уровне грунтовых вод на участке необходимо проводить их определение на специально заложенных гидронаблюдательных скважинах. В качестве руководства по методике закладки и оборудования таких скважин может быть использована методика, приведенная в приложении 4 к «Указаниям по охране лесонасаждений от вредного влияния подземных горных разработок в Подмосковном угольном бассейне». Л. изд. ВНИМИ, 1977.

6.44. Меры охраны лесонасаждений на земной поверхности могут быть следующими:

а) устройство водоспускных сооружений для отведения воды в существующую гидрографическую сеть (в пруды, реки);

б) устройство дренажных канав для понижения уровня грунтовых вод;

в) устройство ограждающих дамб с учетом необходимых мер по предотвращению повышения уровня грунтовых вод на ограждаемом участке.

6.45. С целью уменьшения вредного влияния горных выработок на лесонасаждения могут применяться горные меры:

а) уменьшение вынимаемой мощности пласта или оставление по отдельным пластам свиты предохранительных целиков;

б) наиболее рациональная последовательность отработки столбов лав, способствующая наименьшему нарушению водного режима на участке подработки.

Расчет ожидаемых величин оседания и наклонов производится по методике приложения 1.

В. ПОРОДНЫЕ ОТВАЛЫ И КЛАДБИЩА

6.46. При выемке угля под горящими породными отвалами и отвалами, возгорание которых не исключено в будущем, горные выработки подлежат охране от проникновения в них вредных газов, а при выемке угля под кладбищами — от проникновения зараженных поверхностных вод.

6.47. Безопасная глубина разработки одного пласта под невыгоревшими породными отвалами и под кладбищами определяется так же, как для водных объектов, согласно п. 6.11. Повторная подработка кладбищ и невыгоревших породных отвалов допускается на глубинах, определяемых по формуле (6.3). Наличие повторной подработки устанавливается согласно п. 6.12.

6.48. Выше горизонта безопасной глубины под невыгоревшими породными отвалами и под кладбищами оставляются предохранительные целики, построение которых производится по углам разрывов в соответствии с требованиями п. 8.30 и 8.31. Способы построения целиков изложены в разделе 8.

6.49. Территории кладбищ подлежат охране от затопления поверхностными и грунтовыми водами вследствие образования мульд сдвижения. Определение границ участков возможного затопления производится в соответствии с п. 6.25. Для охраны территорий кладбищ от затопления могут применяться меры, указанные в п. 6.44.

6.50. Под выгоревшими породными отвалами, а также под отвалами, возгорание которых невозможно в результате принятых профилактических мер, ведение очистных работ допускается без ограничения.

7. ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА СДВИЖЕНИЯ

ДОНЕЦКИЙ БАССЕЙН

7.1. Углы сдвижения. В неподработанной и подработанной толщах каменноугольных пород значения углов сдвижения во всех районах бассейна, кроме Западного Донбасса и районов залегания углей марок ПА и А: $\delta=\gamma=80°$, $\beta=80°-0{,}8\alpha$, но не менее 30°.

В неподработанной толще каменноугольных пород в районах залегания углей марок ПА и А:

$$\delta=\gamma=85°,$$

$$\beta=85°-0{,}8\alpha, \text{ но не менее } 30°.$$

В подработанной толще или при построении целиков в свите пластов (три и более), а также при сочетании этих условий углы сдвижения в районах залегания углей марок ПА и А уменьшаются на 5°.

В неподработанной и подработанной толще каменноугольных пород в Западном Донбассе

$$\delta=\gamma=\beta=75°.$$

При первичной подработке толщи и отсутствии горных работ со стороны восстания в данном пласте и при угле падения пласта $\alpha\leqslant 45°$ угол γ для построения целиков под сооружениями на земной поверхности с допустимыми деформациями $[\varepsilon_д]\geqslant 4\cdot 10^{-3}$ и $[i_д]\geqslant 5\cdot 10^{-3}$ при глубине залегания пласта под объектом более 100 м допускается определять из выражения

$$\gamma=\delta+0{,}5\alpha,$$

В наносах: $\varphi=50°$ — в Западном Донбассе; $\varphi=60°$ — во всех других районах бассейна.

В меловых отложениях $\delta_м=70°$.

7.2. Значения граничных углов, используемых при построении предохранительных целиков для охраны вертикальных шахтных стволов (п. 8.17), в неподработанной и подработанной толще каменноугольных пород во всех районах бассейна, кроме Западного Донбасса, принимаются равными: $\delta_0=\gamma_0=75°$; $\beta_0=75°-0{,}8\alpha$, но не менее 25°.

7.3. В условиях, изложенных в п. 8.18, за исключением Донецко-Макеевского района при построении целика на разрезе по простиранию для одного пласта вместо граничного угла δ_0 используется угол $\delta'_0=\delta_0+\Delta_з$. Значение $\Delta_з$ определяется по формуле

$$\Delta_з=(\delta-\delta_0)\frac{\operatorname{ctg}\delta_0-\frac{l}{H_т}}{\operatorname{ctg}\delta_0-\operatorname{ctg}\delta}, \qquad (7.1)$$

Таблица 7.1

Значения l, м

$H_т$	$\delta = 80°$				$\delta = 85°$			
	Мощность пласта, м				Мощность пласта, м			
	0,5	1,0	1,5	2,0	0,5	1,0	1,5	2,0
Бетонная и железобетонная крепь								
400	100	110	110	110	95	105	110	110
500	120	135	135	135	105	130	135	135
600	135	160	160	160	115	145	160	160
700	150	190	190	190	130	165	190	190
800	165	215	215	215	140	185	210	215
900	180	240	240	240	150	195	230	240
1000	195	270	270	270	160	210	250	270
1200	225	320	325	325	180	250	300	325
Кирпичная крепь								
400	75	105	110	110	55	85	110	110
500	90	130	135	135	65	100	130	135
600	110	150	160	160	75	120	155	160
700	125	175	190	190	85	135	180	190
800	145	195	215	215	95	150	200	215
900	160	220	240	240	105	165	215	240
1000	180	245	270	270	115	180	240	270
1200	215	275	310	325	135	215	280	325
Тюбинговая крепь								
400	75	105	110	110	55	85	110	110
500	90	130	135	135	65	100	125	135
600	110	150	160	160	75	115	145	160
700	125	170	190	190	85	125	160	190
800	145	190	215	215	95	135	175	215
900	160	215	235	240	105	150	190	230
1000	180	235	260	270	115	165	210	250
1200	215	270	300	325	135	195	245	290

где l — определяется по табл. 7.1 в зависимости от материала крепи ствола, мощности пласта, глубины $H_т$ и угла сдвижения δ; $H_т$ — расстояние по оси ствола от устья до пересечения с почвой пласта.

7.4. Общая продолжительность процесса сдвижения и период опасных деформаций от отдельной очистной выработки для всех районов бассейна, за исключением Западного Донбасса, в зависимости от средней глубины разработки $H_{ср}$ и скорости подвигания забоя принимаются по табл. 7.2.

Для Западного Донбасса общую продолжительность, приведенную в табл. 7.2, следует увеличить в 1,3 раза.

При глубинах разработки свыше 700 м опасные деформации могут проявляться в течение двух лет.

Таблица 7.2

Общая продолжительность процесса сдвижения T и период опасных деформаций t, мес

$H_{ср}$, м	Скорость подвигания забоя, м/мес		
	30	50	70 и более
Общая продолжительность			
До 100	5	4	3
300	13	8	6
500	22	13	10
700	30	19	13
1000	44	26	19
Период опасных деформаций			
До 100	3	2	2
300	8	5	4
500	12	7	5
700	16	10	7

7.5. Значения коэффициентов K_ε и K_i в формулах (3.1) и (3.2) для определения безопасной глубины подработки зданий и сооружений приведены в табл. 7.3. В подработанной толще эти значения увеличиваются в 1,2 раза.

7.6. Значения коэффициентов безопасности $K_б$ в формуле (3.3) для определения безопасной глубины подработки наклонных шахтных стволов находятся из табл. 7.4.

7.7. Глубина, до которой построение предохранительных целиков для вертикальных шахтных стволов производится по углам сдвижения, $H_0=400$ м.

7.8. Глубины, начиная с которых предохранительные целики для вертикальных стволов строятся по граничным углам: при $\alpha\leqslant 45°$ $H_1=600$ м; при $\alpha>45°$ $H_2=700$ м.

Допускается отработка предохранительных целиков по пластам, расположенным по вертикали от зумпфа на расстоянии не менее

Таблица 7.3

Коэффициенты K_ε и K_i

α, градус	0	10	20	30	40 и более
K_ε	0,7	1,0	1,0	0,8	0,7
K_i	1,6	1,8	1,5	1,1	0,9

Таблица 7.4

Коэффициент K_6

α, градус	Материал крепи	
	бетон	металл
⩽45	150	100
>45	200	150

500 *m* при жестких крепях и 250 *m* при податливых (*m* — вынимаемая мощность пласта). В этом случае горные работы по пласту в пределах границ предохранительного целика необходимо вести по специальному проекту, предусматривающему плавную и равномерную посадку вышележащей толщи и применение мероприятий, обеспечивающих сохранность крепи и армировки стволов. Проект составляется отдельно для каждого пласта с участием специализированной организации.

КУЗНЕЦКИЙ БАССЕЙН

7.9. Предельный угол падения пласта, при котором возникают опасные сдвижения пород лежачего бока, $\alpha_п = 55°$.

7.10. Углы сдвижения.

1. В неподработанной ранее толще каменноугольных пород значения углов β, β_1, δ, γ определяются в зависимости от углов падения пластов по табл. 7.5 и 7.6.

При углах падения пласта от 55 до 75°, если под наносами оставлен целик угля до глубины не менее 100 м, а глубина разработки не превышает 300 м, построение границы зоны опасного влияния следует производить не по углу β_1, а по углу $\gamma = 75°$.

При промежуточных значениях углов α приведенные в табл. 7.5 и 7.6 углы β и β_1 определяются интерполяцией.

2. В неподработанной толще каменноугольных пород углы сдвижения, приведенные в п. 7.10.1, уменьшаются на 5°, если:

а) верхняя и нижняя границы целиков, построенные по углам, приведенным в п. 7.10.1, в пластах любой мощности располагаются

Таблица 7.5

Углы сдвижения, градусы

α, градус	δ	γ	β
0	80	80	80
10—50	80	80	82—α
51—55	75	80	31
56—90	75	—	30

Таблица 7.6

Угол β_1 градусы

α, градус	β_1
56—75	50
80	40
90	30

Таблица 7.7

Углы сдвижения в мезозойских отложениях, градусы

$h_м$, м	$\beta_м$ при $\alpha_м$		$\delta_м = \gamma_м$ при $\alpha_м$ от 0 до 35°
	от 0 до 5°	от 6 до 35°	
До 100	35	55—0,2 $\alpha_м$	55
150	60	60—0,3 $\alpha_м$	60
200	65	65—0,4 $\alpha_м$	65
250 и более	70	70—0,5 $\alpha_м$	70

Примечание. При промежуточных значениях мощностей мезозойских отложений углы сдвижения определяются интерполяцией.

на глубине 50 м и менее, то уменьшаются углы δ, γ, β, β_1; если только — верхняя граница, то уменьшаются углы δ, β и β_1, при этом нижняя граница целика по простиранию строится по углу δ из табл. 7.5, т. е. без уменьшения на 5°;

б) построенная по углам, приведенным в п. 7.10.1, верхняя граница целика в крутых пластах мощностью 7 м и более распола-

Таблица 7.8

Общая продолжительность процесса сдвижения *T* и период опасных деформаций *t*, мес

$H_{ср}$, м	Скорость подвигания очистного забоя, м/мес				
	20	40	60	80	100
	Общая продолжительность				
100	10	6	4	3	2
200	15	10	7	6	5
300	20	13	10	8	7
400	24	15	12	10	8
500	32	18	14	12	10
	Период опасных деформаций				
100	4	3	2	1	1
200	6	4	3	2	2
300	8	5	4	3	3
400	10	6	5	4	3
500	12	7	5	4	4

Примечание. Приведенная продолжительность не распространяется на участки: подрабатываемые камерами; попадающие в зону провалов; над выходами мощных крутых пластов; при наличии в толще тектонических нарушений.

Таблица 7.9

Коэффициенты K_ε и K_y

α, градус	K_ε	K_i	α, градус	K_ε	K_i
0	1,0	1,8	30	0,7	0,9
10	0,9	1,5	40	0,6	0,6
20	0,8	1,2	50—90	0,5	0,4

При повторной подработке значения коэффициентов K_ε и K_i, приведенные в табл. 7.9, увеличиваются в 1,3 раза.

гается на глубине менее 100 м, то уменьшаются углы β и δ; нижняя граница целика по простиранию строится по углу δ из табл. 7.5.

3. В подработанной ранее толще каменноугольных пород углы сдвижения принимаются на 5° меньше, чем в неподработанной.

4. В наносах:

φ=55° — в сухих и нормальной влажности;

φ=45° — в плывунах и в обводненных галечниках.

5. В мезозойских отложениях (при отсутствии оползневых явлений) в зависимости от их мощности $h_м$ и угла падения $\alpha_м$ углы сдвижения определяются по табл. 7.7.

7.11. Углы разрывов.

Значения углов разрывов β″, β″$_1$, γ″ и δ″ принимаются на 10° больше соответствующих углов сдвижения, приведенных в п. 7.10.1.

7.12. Коэффициент A_0 в формуле (2.2) для определения расстояния от разрезной выработки до забоя лавы, при котором начинается процесс сдвижения земной поверхности, принимается равным $A_0=0{,}25$.

7.13. Общая продолжительность процесса сдвижения и период опасных деформаций определяются по табл. 7.8 в зависимости от среднемесячного подвигания забоя и глубины разработки $H_{ср}$.

7.14. Значения коэффициентов K_ε и K_i в формулах (3.1) и (3.2) для определения безопасной глубины подработки зданий и сооружений при первичной подработке находятся из табл. 7.9.

7.15. Значения коэффициентов безопасности $K_б$ в формуле (3.3) для определения безопасной глубины подработки наклонных шахтных стволов находятся из табл. 7.10.

Таблица 7.10

Коэффициент $K_б$

Материал крепи	Бетон	Дерево, металл
$K_б$	350	200

7.16. Глубина, до которой построение предохранительных целиков для вертикальных шахтных стволов производится по углам сдвижения, $H_0 = 600$ м.

КАРАГАНДИНСКИЙ БАССЕЙН

7.17. Углы сдвижения. В неподработанной и подработанной ранее толще каменноугольных пород $\delta = \gamma = 70°$; $\beta = 70° - 0{,}6\alpha$.

В мезозойских отложениях $\delta_м = 70°$ — при мощности мезозойских отложений 20 м и менее; $\delta_м = 65°$ — при мощности мезозойских отложений более 20 м.

В наносах $\varphi = 45°$.

7.18. Углы разрывов δ'', γ'', β'' в неподработанной и подработанной толщах каменноугольных пород принимаются на 7° больше соответствующих углов сдвижения δ, γ и β, определяемых из п. 7.17.

7.19. Значение коэффициента A_0 в формуле (2.2) для определения расстояния от разрезной выработки до забоя лавы, при котором начинается процесс сдвижения земной поверхности, принимается равным 0,3 — при первичной подработке и 0,2 — при повторной подработке.

7.20. Общая продолжительность процесса сдвижения и период опасных деформаций определяются по табл. 7.11 в зависимости от скорости подвигания очистного забоя и глубины разработки $H_{ср}$.

7.21. Значения коэффициентов K_e и K_i в формулах (3.1) и (3.2) для определения безопасной глубины подработки зданий и сооружений принимаются:

Таблица 7.11

Общая продолжительность процесса сдвижения T и период опасных деформаций t, мес

$H_{ср}$, м	Скорость подвигания очистного забоя, м/мес			
	40	60	80	100
	Общая продолжительность			
100	5	4	3	2
200	7	6	5	4
300	10	8	6	5
400	13	10	8	6
500	16	12	9	7
	Период опасных деформаций			
100	3	3	2	1
200	4	3	3	2
300	6	5	4	3
400	7	6	5	3
500	7	6	5	4

а) при первичной подработке $K_e = 1{,}0$; $K_i = 1{,}5$;

б) при повторной подработке $K_e = 1{,}15$; $K_i = 1{,}75$.

7.22. Построение предохранительных целиков для вертикальных шахтных стволов производится по углам сдвижения независимо от глубины разработки.

ЧЕЛЯБИНСКИЙ БАССЕЙН

7.23. Предельный угол падения пласта, при котором возникают опасные сдвижения пород лежачего бока, $\alpha_п = 50°$.

7.24. Углы сдвижения.

1. В неподработанной и подработанной толщах каменноугольных пород, за исключением случаев, приведенных в п. 7.24.2, значения углов сдвижения принимаются по табл. 7.12.

Таблица 7.12

Углы сдвижения, градусы

α	δ	γ	β	β_1
0—50	70	70	70—0,65 α	—
51—60	70	—	70—0,65 α	65—0,4 α
Более 60	70	—	30	65—0,4 α

2. Если в подработанной толще при $\alpha < 50°$ верхняя граница предохранительного целика, построенная по углу $\beta = 70° - 0{,}65\alpha$, окажется на глубине (от земной поверхности) $H_в$, равной или менее 65 м, или если мощность наносов на участке предохранительного целика более $0{,}5 H_в$, то углы сдвижения принимаются равными: $\delta = 55°$; $\gamma = 55° - 0{,}1\alpha$; $\beta = 55° - 0{,}4\alpha$.

В наносах $\varphi = 45°$.

7.25. Углы разрывов δ'', γ'', β'' и β''_1 принимаются на 10° больше соответствующих углов сдвижения.

7.26. Значения наибольшей глубины H_s, при которой могут возникать подвижки по напластованию при выемке одиночного пласта, определяются по табл. 7.13.

Таблица 7.13

Глубина H_s, м

Мощность наносов, м	Угол падения α, градус							
	15	20	25	30	35	40	45	50
5	30	45	65	75	90	100	105	125
10	30	55	75	90	100	115	125	145
15	35	60	85	100	115	125	140	165
20 и более	50	85	120	140	160	180	195	230
и менее 5								

Таблица 7.14

Значения $h_ц$, м

m, м	2 и менее	3	4	5	6	7 и более
$h_ц$, м	30	40	50	60	65	70

7.27. Провалы на земной поверхности при $\alpha > 45°$ образуются, если глубина разработки $H_н < 200$ м, а вертикальная высота целиков, оставляемых на выходах пластов под наносы, менее значений $h_ц$, определяемых в зависимости от мощности пласта m по табл. 7.14.

7.28. Общая продолжительность процесса сдвижения и период опасных деформаций определяются по табл. 7.15 в зависимости от скорости подвигания очистного забоя и глубины разработки $H_{ср}$.

7.29. Значения коэффициентов $K_ε$ и K_i в формулах (3.1) и (3.2 для определения безопасной глубины подработки зданий и сооружений принимаются:

а) при первичной подработке $K_ε = 0{,}7$, $K_i = 1{,}5$;

б) при повторной подработке значения коэффициентов $K_ε$ и K_i увеличиваются в 1,1 раза.

Таблица 7.15

Общая продолжительность процесса сдвижения T и период опасных деформаций t, мес

$H_{ср}$, м	Скорость подвигания очистного забоя, м/мес				
	20	40	60	80	100
	Общая продолжительность				
100	7	5	4	3	3
200	13	9	6	5	4
300	20	12	8	6	5
400	26	14	10	8	7
500	32	16	11	9	8
	Период опасных деформаций				
100	5	4	3	2	2
200	9	6	5	4	3
300	13	8	6	5	4
400	16	10	7	6	5
500	18	12	8	6	5

7.30. Границы предохранительных целиков для наклонных и вертикальных шахтных стволов определяются по углам сдвижения для любых глубин разработки.

КИЗЕЛОВСКИЙ БАССЕЙН

7.31. Предельный угол падения пласта, при котором возникают опасные сдвижения пород лежачего бока, $\alpha_п = 60°$.

7.32. Углы сдвижения в неподработанной и подработанной толщах каменноугольных пород принимаются по табл. 7.16.

В наносах $\varphi = 50°$.

7.33. Углы разрывов принимаются на 5° больше соответствующих углов сдвижения, приведенных в табл. 7.16.

Таблица 7.16

Углы сдвижения, градусы

α, градус	δ	γ	β	β_1
0—25	85	85	85—α	—
26—60	85	85	72—0,5 α	—
61—65	85	—	72—0,5 α	100—0,7 α
66—90	85	—	40	100—0,7 α

7.34. Значение угла трения по наиболее слабому контакту вмещающих пород с угольным пластом принимаются в зависимости от наличия или отсутствия в толще слоев известняка:

Таблица 7.17

Значения H_s, м

h, м	Угол падения α, градус								
	20	25	30	35	40	45	50	55	60
При $\rho' = 17°$									
5	30	50	60	75	80	90	105	125	140
10	35	55	70	85	95	105	125	145	160
15	40	65	80	95	105	115	140	160	180
20 и более и менее 5	55	90	110	135	150	165	195	230	255
При $\rho' = 25°$									
5	—	—	25	35	40	50	55	60	65
10	—	—	30	40	50	55	60	70	75
15	—	—	30	45	55	60	70	75	80
20 и более и менее 5	—	—	45	60	75	90	100	110	115

$\rho' = 17°$ — при отсутствии известняка; $\rho' = 25°$ — при наличии известняка;

7.35. Значения наибольшей глубины $H_в$, при которой могут возникать подвижки по напластованию при выемке одиночного пласта, определяются по табл. 7.17 в зависимости от угла падения α, мощности наносов h и принятого значения угла ρ^1.

7.36. Предельная глубина разработки, при которой возможно появление провалов на земной поверхности, если вертикальная высота целиков $h_ц$, оставляемых на выходах пластов под наносы, менее определяемой по табл. 2.2, принимается равной 500 м

Таблица 7.18

Общая продолжительность T и период опасных деформаций t, мес

$H_{ср}$, м	T	t
До 100	9	4
200	18	7
300	24	8

7.37. Общая продолжительность процесса сдвижения и период опасных деформаций земной поверхности под влиянием выемки одного пласта в зависимости от глубины разработки $H_{ср}$ до 300 м определяются по табл. 7.18.

При глубинах разработки от 300 до 700 м опасные деформации могут проявляться в течение 1,5 лет после первичной подработки земной поверхности и в течение 0,5 года — после ее повторной подработки.

7.38. Значения коэффициентов $K_ε$ и K_i в формулах (3.1) и (3.2 для определения безопасной глубины подработки зданий и сооружений принимаются:

1. При первичной подработке $K_ε = 0{,}5$ при всех углах падения пласта, а значение K_i — по табл. 7.19.

2. При повторной подработке приведенные в п. 7.38.1 значения $K_ε$ и K_i увеличиваются в 1,3 раза.

7.39. Значения коэффициента безопасности $K_б$ в формуле (3.3) для определения безопасной глубины подработки наклонных стволов определяются по табл. 7.20 в зависимости от материала крепи ствола и условий подработки.

Таблица 7.19

Коэффициент K_i

α, градус	0	10	20	30	40 и более
K_i	1,0	0,9	0,8	0,6	0,4

Таблица 7.20

Коэффициент K_6

Подработка	α, градус	Материал крепи	
		бетон	дерево и металл
Первичная	0—45	125	75
	46 и более	100	75
Повторная	0—45	150	75
	46 и более	100	75

7.40. Значения коэффициентов K_1 и K_2 в формулах (8.7) и (8.8) для определения границы целика-упора в зависимости от углов падения пласта α_3, α_1 и α_2 определяются:

по табл. 7.21 при $\rho'=17°$,

по табл. 7.22 при $\rho'=25°$.

7.41. Глубина, до которой построение предохранительных целиков для вертикальных шахтных стволов производится по углам сдвижения, равна 600 м.

Таблица 7.21

Коэффициенты K_1 и K_2 при $\rho'=17°$

α_1, α_2, градусы	α_3, градус							
	20	25	30	35	40	45	50	55
				K_1				
0	0,246	0,511	0,666	0,755	0,979	0,803	0,782	0,737
4	0,320	0,664	0,866	0,981	1,036	1,044	1,016	0,958
7	0,411	0,860	1,122	1,271	1,342	1,352	1,316	1,242
10	0,590	1,225	1,599	1,810	1,911	1,926	1,875	1,768
14	1,375	2,854	3,725	4,218	4,452	4,487	4,368	4,121
16	4,116	8,544	11,152	13,630	13,330	13,434	13,079	12,337
				K_2				
1	0,233	0,483	0,630	0,714	0,754	0,760	0,739	0,698
5	0,192	0,398	0,520	0,589	0,622	0,626	0,610	0,575
10	0,158	0,329	0,429	0,486	0,513	0,517	0,503	0,475
15	0,136	0,282	0,368	0,416	0,440	0,443	0,431	0,407
25	0,107	0,223	0,291	0,330	0,348	0,351	0,342	0,322
35	0,091	0,189	0,247	0,280	0,296	0,298	0,290	0,274
45	0,081	0,169	0,221	0,250	0,264	0,266	0,259	0,244

Таблица 7.22

Коэффициенты K_1 и K_2 при $\rho' = 25°$

α_1, α_2, градусы	α_3, градус					
	30	35	40	45	50	55
			K_1			
0	0,103	0,205	0,306	0,415	0,500	0,592
5	0,127	0,254	0,378	0,513	0,618	0,731
10	0,168	0,335	0,500	0,678	0,816	0,966
15	0,251	0,500	0,475	1,011	1,217	1,440
20	0,499	0,996	1,484	2,014	2,424	2,868
24	2,496	4,977	7,418	10,062	12,112	14,442
			K_2			
1	0,099	0,198	0,295	0,400	0,482	0,570
5	0,087	0,774	0,259	0,351	0,422	0,500
10	0,076	0,151	0,226	0,306	0,368	0,436
15	0,068	0,135	0,201	0,273	0,329	0,389
25	0,057	0,113	0,169	0,229	0,276	0,326
35	0,050	0,100	0,149	0,203	0,244	0,299
45	0,046	0,092	0,138	0,187	0,225	0,266

ЛЬВОВСКО-ВОЛЫНСКИЙ БАССЕЙН

7.42. Углы сдвижения в каменноугольных породах и меловых отложениях по всем направлениям принимаются одинаковыми: в неподработанной толще $\delta = 75°$, в подработанной толще $\delta = 70°$. В наносах $\varphi = 50°$.

Таблица 7.23

Общая продолжительность процесса сдвижения T и период опасных деформаций t, мес

$H_{ср}$, м	Скорость подвигания очистного забоя, м/мес				
	20	40	60	80	100
	Общая продолжительность				
300	23	12	9	7	6
400	30	16	11	9	7
500	37	19	13	11	9
	Период опасных деформаций				
300	16	8	6	5	4
400	21	11	8	6	5
500	26	13	9	8	6

7.43. Общая продолжительность процесса сдвижения и период опасных деформаций определяются по табл. 7.23 в зависимости от скорости подвигания очистного забоя и глубины разработки $H_{ср}$.

7.44. Значения коэффициентов K_e и K_i в формулах (3.1) и (3.2) для определения безопасной глубины подработки зданий и сооружений принимаются: $K_e = 0{,}8$; $K_i = 1{,}4$.

7.45. Границы предохранительных целиков для вертикальных шахтных стволов для всех глубин определяются по углам сдвижения.

ВОРКУТИНСКОЕ, ВОРГАШОРСКОЕ, ЮНЬЯГИНСКОЕ И ХАЛЬМЕРЮСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПЕЧОРСКОГО БАССЕЙНА

7.46. Предельный угол падения пласта, при котором возникают опасные сдвижения пород лежачего бока, $\alpha_п = 60°$.

7.47. Углы сдвижения в неподработанной и подработанной толщах коренных пород и в наносах в зависимости от угла падения пласта принимаются по табл. 7.24.

Таблица 7.24

Углы сдвижения, градусы

α, градус	δ	γ	β	β_1	φ
0—60	80	80	80—0,7α	—	55
61—90	80	—	80—0,7α, но не менее 30°	120—α	55

7.48. Углы разрыва принимаются на 5° больше соответствующих углов сдвижения в коренных породах.

7.49. Общая продолжительность процесса сдвижения земной поверхности и период опасных деформаций под влиянием выемки одного пласта в зависимости от средней глубины разработки $H_{ср}$ определяются по табл. 7.25.

Таблица 7.25

Общая продолжительность процесса сдвижения T и период опасных деформаций t, мес

$H_{ср}$, м	T	t	$H_{ср}$, м	T	t
100 и менее	8	4	400	20	10
200	12	6	Свыше 400	24	10
300	16	8			

Таблица 7.26

Коэффициенты K_e и K_i

Коэффициент	α, градус					
	0	10	20	30	40	50 и более
K_e	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4
K_i	1,5	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4

7.50. Значения коэффициентов K_e и K_i в формулах (3.1) и (3.2) для определения безопасной глубины подработки зданий и сооружений принимаются в условиях неподработанной толщи по табл. 7.26.

В условиях подработанной толщи приведенные в табл. 7.26 значения K_e и K_i увеличиваются в 1,2 раза.

7.51. Значения коэффициента безопасности $K_б$ в формуле (3.3) для определения безопасной глубины подработки наклонных стволов при первичной и повторной подработках определяются по табл. 7.27.

7.52. Глубина, до которой построение предохранительных целиков для вертикальных шахтных стволов производится по углам сдвижения, принимается равной 600 м.

Таблица 7.27

Коэффициент $K_б$

Подработка	α, градус	Материал крепи	
		бетон	дерево и металл
Первичная	0—15	160	65
	16—45	180	75
	46 и более	160	70
Повторная	0—15	190	80
	16—45	220	90
	46 и более	190	85

ИНТИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ПЕЧОРСКОГО БАССЕЙНА

7.53. Углы сдвижения в подработанной и неподработанной толщах коренных пород и в наносах принимаются по табл. 7.28.

7.54. Углы разрыва β'', γ'', δ'' принимаются на 5° больше соответствующих углов сдвижения, определяемых по табл. 7.28.

Таблица 7.28

Углы сдвижения, градусы

α, градусы	δ	γ	β	φ
0—55	70	70	70—0,6α	55

7.55. Наибольшая глубина H_s, при которой могут возникать подвижки по напластованию в зависимости от угла падения α пласта и мощности наносов h, определяется по табл. 7.29.

Таблица 7.29

Значения, H_s, м

h, м	α, градус			
	15	25	35	45
5	40	65	85	100
10	45	75	95	115
15	50	85	110	130
20 и более, а также менее 5	70	120	150	180

7.56. Общая продолжительность процесса сдвижения и период опасных деформаций в зависимости от средней глубины разработки $H_{ср}$ находятся по табл. 7.30.

Таблица 7.30

Общая продолжительность процесса сдвижения T и период опасных деформаций t, мес

$H_{ср}$, м	T	t	$H_{ср}$, м	T	t
100 и менее	7	3	400	17	7
200	11	6	Свыше 400	20	7
300	14	7			

7.57. Значения коэффициентов K_e и K_i в формулах (3.1) и (3.2) для определения безопасной глубины подработки зданий и сооружений в условиях неподработанной толщи принимаются по табл. 7.31.

В условиях подработанной толщи пород приведенные в табл. 7.31 значения K_e и K_i увеличиваются в 1,2 раза.

Таблица 7.31

Коэффициенты K_e и K_l

Коэффициент	α, градус					
	0	10	20	30	40	50 и более
K_e	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4
K_l	1,5	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4

7.58. Значения коэффициента безопасности $K_б$ в формуле (3.3) для определения безопасной глубины подработки наклонных стволов при первичной и повторной подработках толщи определяются по табл. 7.32.

Таблица 7.32

Коэффициент $K_б$

Подработка	Угол падения пласта, градус	Материал крепи	
		бетон	дерево и металл
Первичная	0—15	160	65
	16—45	180	75
	46 и более	160	70
Повторная	0—15	190	80
	16—45	220	90
	46 и более	190	85

Для наклонных стволов, оборудованных ленточными конвейерами, условия подработки определяются по допустимым наклонам для ленточных конвейеров данного типа.

7.59. Границы предохранительных целиков для вертикальных шахтных стволов определяются во всех случаях по углам сдвижения.

7.60. Безопасная глубина разработки под затопленными мульдами сдвижения (в том числе под мульдами сдвижения, затопленными водами рек и ручьев за пределами естественной линии их максимального разлива), а также озерами и болотами принимается равной $10m$, но не менее $10h$, где m — вынимаемая мощность рассматриваемого пласта, h — высота вчерне (с учетом возможных вывалов) подготовительной выработки, оконтуривающей верхнюю границу очистных работ. Безопасная глубина разработки под указанными объектами для каждого последующего пласта свиты, отрабатываемого по окончании периода опасных деформаций после проведения очистных работ по вышележащим пластам, определяет-

ся по их мощности без учета ранее отработанных пластов и без выполнения требований п. 6.13—6.18.

Безопасная глубина разработки под обводненными депрессиями определяется по табл. 6.2 без учета требований п. 6.13—6.18. Подработка депрессий допускается и на меньшей глубине при условии применения дополнительных мер безопасности на случай резкого увеличения водопритока.

БУЛАНАШСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

7.61. Предельный угол падения пласта, при котором возникает опасное сдвижение пород лежачего бока, $\alpha_п = 55°$.

7.62. Углы сдвижения в неподработанной и подработанной толщах коренных пород и в наносах в зависимости от угла падения пласта принимаются по табл. 7.33, при этом угол должен быть не менее 30°.

Таблица 7.33

Углы сдвижения, градусы

α, градус	δ	γ	β	β_1	φ
0—25	75	75	75—0,9α	—	45
26—55	75	75	70—0,7α	—	45
56—90	75	—	30	117—1,1α	45

7.63. Угол трения по наиболее слабому контакту вмещающих пород с угольным пластом принимается равным 10°.

7.64. Значения наибольшей глубины H_s (при выемке одиночного пласта), при которой могут возникать подвижки по напластованию, находятся в зависимости от мощности наносов h и угла падения пласта α по табл. 7.34.

Таблица 7.34

Значения H_s, м

h, м	α, градус				
	15	25	35	45	55
5	25	75	100	120	160
10	30	85	115	140	185
15	35	95	130	155	200
20 и более	50	135	180	220	295

7.65. Коэффициент A_0 в формуле (2.2) для определения величины отхода забоя лавы от разрезной выработки, при которой начинается процесс сдвижения земной поверхности, равен 0,5.

Таблица 7.35

Общая продолжительность процесса сдвижения T и период опасных деформаций t, мес

$H_{ср}$, м	Скорость подвигания забоя, м/мес				
	20	40	60	80	100
	Общая продолжительность				
100	7	5	4	3	3
200	13	9	6	5	4
300	20	12	8	6	5
	Период опасных деформаций				
100	5	4	3	2	2
200	9	6	5	4	3
300	13	8	6	5	4

Общая продолжительность процесса сдвижения и период опасных деформаций в зависимости от скорости подвигания очистного забоя и от глубины разработки $H_{ср}$ определяется по табл. 7.35.

7.66. Значения коэффициентов K_e и K_i в формулах (3.1) и (3.2) для определения безопасной глубины подработки зданий и сооружений принимаются: при первичной подработке K_e равным 1 при всех углах падения пласта, а значения K_i определяются по табл. 7.36.

Таблица 7.36

Коэффициент K_i

α, градус	0	10	20	30	40 и более
K_i	2,0	1,6	1,2	0,8	0,5

При повторной подработке значения коэффициентов K_e и K_i увеличиваются в 1,1 раза.

Таблица 7.37

Коэффициент $K_б$

α, градус	Материал крепи		α, градус	Материал крепи	
	бетон	дерево, металл		бетон	дерево, металл
0	240	170	30	380	190
10	280	210	40	225	135
20	300	220	50	165	80

7.67. Значения коэффициента безопасности $K_б$ в формуле (3.3.) для определения безопасной глубины подработки наклонных стволов при первичной и повторной подработках толщи определяются по табл. 7.37.

7.68. Границы предохранительных целиков для вертикальных шахтных стволов определяются во всех случаях по углам сдвижения.

ПОДМОСКОВНЫЙ БАССЕЙН

7.69. Углы сдвижения по всем направлениям принимаются одинаковыми и равными 55°.

7.70. Углы разрыва $\delta''=65°$.

7.71. Общая продолжительность процесса сдвижения принимается равной 15 мес, продолжительность периода опасных деформаций — 6 мес.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ С НЕИЗУЧЕННЫМ ИЛИ НЕДОСТАТОЧНО ИЗУЧЕННЫМ ХАРАКТЕРОМ СДВИЖЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

7.72. Параметры процесса сдвижения, необходимые для определения границ зон опасного влияния подземных разработок, мер

Таблица 7.38

Группы угольных месторождений

Бассейн, месторождение, геолого-промышленный район, шахта	Группа
Александрийское месторождение	I
Ахалцихское месторождение; шахты «Шебунино» и № 10/13 п/о Сахалинуголь	II
Ангренское месторождение	III
Артемовское и Тавричанское месторождения (п/о Приморскуголь); Ленгерское и Кызыл-Кийское месторождения (п/о Средазуголь); Анадырское месторождение (шахта «Анадырская» № 3-бис)	IV
Шурабское, Таш-Кумырское, Сулюктинское, Кок-Янгарское, Джергаланское, Согутинское месторождения (п/о Средазуголь); Липовецкое месторождение (п/о Приморскуголь); месторождение бухты «Угольной» (шахта «Беринговская» № 2); Галимовское месторождение (шахта «Омсукчанская»)	V
Ткибульское и Ткварчельское месторождения (п/о Грузуголь); Черемховское месторождение; Сангарское месторождение (шахта «Сангарская»); месторождение Джебарики-Хая (шахта «Джебарики-Хая»), Нижне-Аркалинское месторождение (шахты «Кадыкчанская» и «Кедровская»), шахты п/о Сахалинуголь (кроме «Шебунино» и № 10/13)	VI
Черногорское месторождение	VII
Партизанский бассейн; Подгородненское месторождение (п/о Приморскуголь)	VIII

Таблица 7.39

Группы месторождений в зависимости от коэффициента крепости пород f и угла сдвижения δ

Значения коэффициента f		δ, градус	Группа
среднее	предел изменения		
0,1	До 0,3	45	I
0,5	0,3—0,7	55	II
1,0	0,8—1,2	60	III
1,5	1,3—2,0	65	IV
2,5	2,1—3,5	70	V
4,0	3,6—4,5	75	VI
5,0	4,6—6,0	80	VII
8,0	6,1—12,0	85	VIII

охраны сооружений, включая построение предохранительных целиков, и для расчета сдвижения и деформаций, определяются для месторождений с неизученным или недостаточно изученным характером процесса сдвижения в зависимости от принадлежности их к одной из групп по табл. 7.38.

Для месторождений, не приведенных в табл. 7.38, принадлежность их к одной из групп устанавливается по табл. 7.39 на основании коэффициента крепости f коренных пород и угла сдвижения δ, полученного по натурным наблюдениям. Методика определения коэффициента крепости пород приведена в приложении 8.

Таблица 7.40

Предельный угол падения $\alpha_п$, градус

Бассейн, месторождение	Мощность пласта m, м	
	4 и более	менее 4
1. Месторождения I — V групп, кроме приведенных в п.2 и 3	50	55
2. Партизанский бассейн (Старый Сучан), шахты п/о Сахалинуголь, месторождения VI группы	55	60
3. Партизанский бассейн (Северный Сучан), месторождения Средней Азии (кроме Ленгерского и Кызыл-Кийского), месторождения VII группы (кроме шахт п/о Сахалинуголь)	60	60
4. Месторождения VIII группы (кроме Партизанского бассейна)	65	65

7.73. Предельный угол падения пласта, при котором возникают опасные сдвижения пород лежащего бока, определяется по табл. 7.40.

Таблица 7.41

Угол β, градус

Группа месторождений	α, градус																
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	80	90
II	55	51	47	44	42	40	39	38	37	37	35	34	33	32	32	30	30
III	60	56	52	49	46	44	42	40	38	37	36	35	34	33	32	30	30
IV	65	60	56	53	50	48	46	42	40	38	36	34	33	33	32	30	30
V	70	65	61	58	54	51	48	46	43	40	38	36	33	31	30	30	30
VI	75	70	66	62	58	54	50	48	46	42	38	34	31	30	30	30	35
VII	80	75	70	66	62	58	53	49	46	42	38	34	30	30	30	30	35
VIII	85	80	75	70	65	61	57	52	47	42	38	34	30	30	30	30	35

7.74. Углы сдвижения.

1. Углы сдвижения в коренных породах.

Углы δ определяются в зависимости от принадлежности к группе месторождений по табл. 7.39. Углы γ принимаются равными углу δ.

Таблица 7.42

Угол β (градус) при C > 50% и M ⩾ 30 м

Группа месторождений	α, градус																
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	80	90
VIII	80	75	71	67	63	60	57	54	52	49	47	44	40	37	35	35	40
VII	85	80	76	72	68	64	61	58	55	52	49	46	43	40	40	40	40

Таблица 7.43

Угол β_1, градус

Группа	Мощность пласта, *m*, м	α, градус								
		50	55	60	65	70	75	80	85	90
II—V	Менее 4		45	45	45	40	40	40	40	30
	4 и более	45	35	35	35	35	35	35	35	30
VI	Менее 4	—	—	55	55	55	55	50	40	35
	4 и более	—	50	50	47	47	45	40	35	35
VII	Менее 4		—	55	55	50	45	45	40	35
	4 и более	—	—	50	45	45	40	40	35	35
VIII	Менее 4	—	—	—	60	55	50	45	40	35
	4 и более	—	—	—	55	50	45	35	35	35

Примечание. При промежуточных значениях α в табл. 7.41—7.43 углы β и β_1 определяются интерполированием.

Таблица 7.44

Углы $\delta_м$ и $\gamma_м$, градусы

Мощность мезозойских отложений $h_м$, м	$\delta_м = \gamma_м$
Менее 50	65
От 50 до 100	70 } но не более угла сдвижения
Более 100	75 } в коренных породах

Углы β определяются по табл. 7.41 или 7.42.

Для месторождений, отнесенных к VII и VIII группам, в случаях, если суммарная мощность песчаников, конгломератов и известняков составляет более 50% средней глубины разработки ($C>50\%$) и одновременно мощность M отдельных слоев песчаника, конгломерата или известняка достигает 30 м и более, углы β определяются по табл. 7.42. Во всех остальных случаях — по табл. 7.41.

Угол β_1 в зависимости от группы месторождения, мощности пласта и его угла падения определяется по табл. 7.43.

2. В мезозойских отложениях, не являющихся коренными породами, углы $\delta_м = \gamma_м$ определяются по табл. 7.4.

Угол сдвижения $\beta_м$ в мезозойских отложениях, не являющихся коренными породами, определяется по формуле

$$\beta_м = \delta_м - 0{,}5 \cdot \alpha_м, \text{ но не менее } 35°,$$

где $\alpha_м$ — угол падения слоев мезозойских отложений.

Углы сдвижения в наносах φ для групп месторождений с III по VIII определяются по табл. 7.45.

Таблица 7.45

Угол φ, градус

Мощность наносов h, м	Наносы	
	сухие	обводненные
Менее 40	50	45
40—60	55	50
Более 60	60	55

На месторождениях, относящихся к I и II группам табл. 7.38, угол φ принимается равным соответствующему углу сдвижения в коренных породах.

7.75. Общая продолжительность процесса сдвижения и период опасных деформаций определяются по табл. 7.46 в зависимости от средней глубины разработки $H_{ср}$ и скорости подвигания забоя лавы.

Таблица 7.46

Общая продолжительность процесса сдвижения T и период опасных деформаций t, мес

$H_{ср}$, м	Скорость подвигания забоя лавы, м/мес			
	30	50	70	100
	Общая продолжительность			
50	5	4	4	3
100	8	6	5	4
200	13	10	8	5
300	18	13	10	7
400	23	17	12	8
500	28	20	15	10
	Период опасных деформаций			
50	2	2	1	1
100	4	3	2	2
200	6	5	4	3
300	7	6	5	4
400	8	7	5	4
500	7	5	4	3

Примечание. Для промежуточных значений $H_{ср}$ искомые величины определяются путем интерполирования; скорости подвигания забоя округляются до ближайших значений.

При системах разработки с оставлением большого числа целиков в выработанном пространстве, а также при образовании провалов на земной поверхности общая продолжительность и период опасных деформаций определяются из натурных наблюдений. Табл. 7.46 в указанных условиях не применима.

7.76. Коэффициенты K_ε и K_l в формулах (3.1) и (3.2) для определения безопасной глубины подработки зданий и сооружений находят из табл. 7.47.

Таблица 7.47

Коэффициенты K_ε и K_l

α, градус	Группы месторождений					
	I—III		IV—V		VI—VIII	
	K_ε	K_l	K_ε	K_l	K_ε	K_l
0	1,0	1,6	0,8	1,7	0,7	1,6
10	1,0	1,5	0,8	1,7	1,0	1,8
20	1,0	1,5	0,8	1,6	1,0	1,5
30	1,0	1,4	0,8	1,5	0,8	1,1
40	1,0	1,2	0,8	1,3	0,7	0,9
50 и более	1,0	1,0	0,8	1,1	0,7	0,9

Таблица 7.48

Коэффициент $K_б$

Материал и тип крепи	$K_б$
Бетон, железобетон и другие типы жесткой крепи	150
Металл, дерево и другие типы податливой крепи	100

При повторной подработке K_1 и K_i увеличиваются в 1,2 раза.

7.77. Коэффициент безопасности $K_б$ в формуле (3.3) для определения безопасной глубины подработки наклонных стволов находят из табл. 7.48.

7.78. При построении целиков для охраны зданий и сооружений с допустимыми деформациями $[\varepsilon_д]$ менее $1 \cdot 10^{-3}$ угол сдвижения δ уменьшается на 5°, а с допустимыми деформациями более $5 \cdot 10^{-3}$ угол сдвижения δ увеличивается на 5°.

8. ПРАВИЛА ПОСТРОЕНИЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ ЦЕЛИКОВ

8.1. Границы предохранительных целиков строятся относительно границ охраняемой площади, которая для зданий и сооружений включает охраняемый объект и берму вокруг него.

8.2. Ширина бермы для вертикальных шахтных стволов, в том числе и слепых, принимается равной 20 м, для шурфов — 10 м.

Для технических скважин глубиной более 500 м ширина бермы принимается 15 м, для скважин глубиной менее 500 м — 10 м.

Для зданий и сооружений в зависимости от допустимых деформаций (см. раздел 4), а также для транспортных сооружений в зависимости от категории охраны (см. раздел 5) ширина бермы определяется по табл. 8.1.

Примечания 1. Если для сооружения по допустимым деформациям $[\varepsilon_д]$ и $[i_д]$ получаются различные размеры берм, то в качестве окончательного значения принимается наибольшее. 2. Если для сооружения установлены только предельные деформации, то ширина бермы принимается 10 м.

8.3. Границы охраняемой площади для отдельных зданий и сооружений, у которых отношение длинной стороны к короткой менее 5, определяются на плане следующим образом. Вокруг охраняемого объекта через его угловые точки строят прямоугольник, стороны которого ориентируют по простиранию и вкрест простирания пласта. Параллельно этим сторонам на расстоянии от них, равном ширине бермы, проводят прямые до их взаимного пересечения. Отрезки прямых между точками пересечения являются границами охраняемой площади.

Таблица 8.1

Ширина бермы

Допустимые деформации		Категория охраны транспортных сооружений	Ширина бермы, м
$[\varepsilon_д] \cdot 10^3$	$[i_д] \cdot 10^3$		
2 и менее	4 и менее	I	20
2,1—4,0	4,1—6,0	II	15
4,1—6,0	6,1—8,0	III	10
Более 6	Более 8	IV	5

Для группы зданий и сооружений (например, промплощадка шахты) границы охраняемой площади определяются на плане многоугольником со сторонами, параллельными охраняемым объектам и отстоящими от них на расстоянии ширины бермы.

Для вытянутых объектов, ориентированных диагонально к линии простирания пласта, границы охраняемой площади строят параллельно сторонам охраняемых объектов на расстоянии от них,

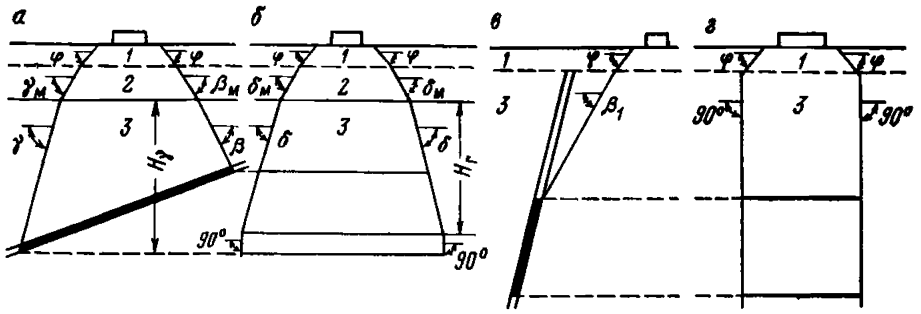


Рис. 8.1. Построение границ предохранительных целиков:

а и *б* — вертикальные разрезы соответственно вкрест простирания и по простиранию при отсутствии сдвижения пород лежачего бока пласта; *в* и *г* — соответственно вертикальный разрез вкрест простирания и проекция на вертикальную плоскость по простиранию при сдвижении пород лежачего бока; *1* — наносы; *2* — мезозойские отложения; *3* — коренные породы

равном ширине бермы. К вытянутым объектам относятся: железные дороги, трубопроводы, каналы и др., а также отдельные здания и сооружения, у которых отношение длинной стороны к короткой равно или более 5.

8.4. Границы предохранительных целиков для зданий и сооружений, за исключением указанных в п. 8.17 и 8.18, определяются с помощью углов сдвижения (рис. 8.1).

Если нижняя граница целика, построенная по углу сдвижения γ, располагается ниже горизонта безопасной глубины, то за нижнюю границу целика принимается горизонт безопасной глубины.

При построении предохранительных целиков в пластах с углом падения $\alpha \geqslant 45°$ для объектов, охраняемых от образования под ними провалов, при размерах целиков по простиранию на глубине $h_ц$ (см. п. 2.12) менее 50 м нижняя граница целика должна располагаться на глубине $2h_ц$.

Под зданиями и сооружениями, расположенными в лежачем боку разрабатываемого пласта с углом падения $\alpha \geqslant \alpha_п$ (см. п. 2.2), верхняя граница предохранительного целика определяется углом сдвижения β_1. Границы целика по простиранию определяются по углу $\delta = 90°$ (рис. 8.1,*в*, *г*), за нижнюю границу целика принимается горизонт безопасной глубины, но при этом вертикальная высота целика должна быть не менее $h_ц$.

Если ширина предохранительного целика, построенного для охраны отдельного здания или сооружения, в плоскости пласта окажется менее $0{,}25H$ (H — расстояние по вертикали от земной поверхности до пласта под серединой объекта), то она должна быть увеличена до $0{,}25\ H$.

8.5. При построении предохранительных целиков для зданий и сооружений толща пород со стороны восстания, падения и по простиранию у соответствующей границы целика считается подработанной, если линия, проведенная от границ охраняемой площади под углом сдвижениия в неподработанной толще, пересекает хотя бы часть зоны опасного влияния очистных выработок, пройденных в вышележащих и нижележащих пластах (рис. 8.2). Значения углов сдвижения в подработанной толще для бассейнов и месторождений указаны в разделе 7.

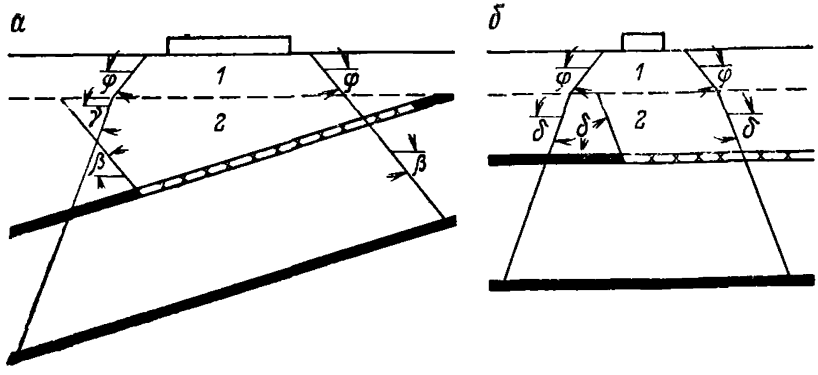


Рис. 8.2: Схема к определению подработанности толщи у границ предохранительного целика:

а — вертикальный разрез вкрест простирания (толща подработана со стороны восстания и со стороны падения); *б* — вертикальный разрез по простиранию (с правой стороны толща подработана, с левой — не подработана); *1* — наносы; *2* — коренные породы

8.6. Построение предохранительных целиков производится для зданий и сооружений способом вертикальных разрезов или графоаналитическим способом (способом перпендикуляров или проекций с числовыми отметками). Вертикальные разрезы строятся в направлениях вкрест простирания и по простиранию пластов (см. рис. 8.1).

На разрезах вкрест простирания границы целиков определяются пересечением почвы пластов линиями, проведенными в наносах через границы охраняемой площади, продолженными в мезозойских отложениях, а затем в коренных породах под соответствующими углами сдвижения.

На разрезах по простиранию построение границ предохранительных целиков производится следующим образом. С вертикального разреза вкрест простирания на разрез по простиранию проектируются верхние и нижние границы целиков (см. рис. 8.1,*б*). Затем через границы охраняемой площади под соответствующими углами сдвижения проводятся линии в наносах, продолжаются в мезозойских отложениях и в коренных породах. Между точками пересечений этих линий с проекцией верхней границы целика (с разреза вкрест простирания) получается верхняя граница целика. Для получения нижней границы целика линии, построенные под углом δ в коренных породах, продолжаются до горизонта, расположенного от контакта коренных пород с вышележащими породами на расстоянии по вертикали, равном $H_г$, и далее продолжаются под углом 90° к горизонту до пересечения с проекцией нижней границы целика.

Значение $H_г$ определяется по формуле

$$H_г = A_г H_т, \tag{8.1}$$

где $A_г$ — коэффициент, определяемый по формуле (8.2) или по табл. 8.2.

$$A_г = \sqrt{\frac{\operatorname{tg}\gamma - \operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}\gamma + \operatorname{tg}\alpha}}. \tag{8.2}$$

Таблица 8.2

Коэффициент A_r

α, градус	γ, градус			
	55	65	75	85
5	0,94	0,96	0,98	0,99
10	0,87	0,92	0,96	0,98
15	0,82	0,89	0,93	0,98
20	0,77	0,85	0,91	0,97
25	0,71	0,80	0,88	0,96
30	0,65	0,76	0,85	0,95
35	0,58	0,71	0,83	0,94
40	0,52	0,66	0,80	0,93
45	0,44	0,62	0,76	0,92
50	0,30	0,53	0,72	0,90
55	—	0,44	0,67	0,88
60	—	0,33	0,61	0,85
65	—	—	0,39	0,83
70	—	—	0,39	0,78
75	—	—	—	0,71
80	—	—	—	0,58

H_γ — расстояние по вертикали от контакта коренных пород с вышележащими отложениями до проекции нижней границы целика.

8.7. Разрешается спрямление границ предохранительных целиков. При этом врезание очистными и подготовительными выработками в предохранительный целик допускается не больше чем до границ, построенных по методике, приведенной в примере 1 раздела 9.

8 8. При диагональной ориентировке объекта относительно линии простирания пласта с выдержанным углом падения для построения границ предохранительного целика проводятся линии в наносах под углами φ, в мезозойских отложениях, не являющихся коренными породами, — под углами $\beta'_м$ и $\gamma'_м$ и в коренных породах — под углами β' и γ'.

Углы β' и γ' определяются по номограмме приложения 4 или вычисляются по формулам

$$\operatorname{ctg}\beta' = \sqrt{\operatorname{ctg}^2\beta\cos^2\theta + \operatorname{ctg}^2\delta\sin^2\theta}; \qquad (8.3)$$

$$\operatorname{ctg}\gamma' = \sqrt{\operatorname{ctg}^2\gamma\cos^2\theta + \operatorname{ctg}^2\delta\sin^2\theta}, \qquad (8.4)$$

где β, δ и δ — углы сдвижения в коренных породах; θ — острый угол между линией простирания пласта и соответствующей границей бермы.

Если $\gamma=\delta$, то $\gamma'=\gamma$.

Определение углов $\beta'_м$ и $\gamma'_м$ также производят по формулам (8.3) и (8.4) или по номограмме приложения 4, принимая вместо углов β, δ и γ углы $\beta_м$, $\delta_м$ и $\gamma_м$.

8.9. При построении границ предохранительных целиков по способу перпендикуляров для вытянутого объекта, диагонально рас-

положенного по отношению к линии простирания пласта с выдержанным углом падения, длина перпендикуляров в сторону восстания q и в сторону падения l вычисляется по формулам

$$\left.\begin{aligned} q &= h\operatorname{ctg}\varphi + \frac{(H-h)\operatorname{ctg}\beta'}{1+\operatorname{ctg}\beta'\cos\theta\operatorname{tg}\alpha};\\ l &= h\operatorname{ctg}\varphi + \frac{(H-h)\operatorname{ctg}\gamma'}{1-\operatorname{ctg}\gamma'\cos\theta\operatorname{tg}\alpha}, \end{aligned}\right\} \qquad (8.5)$$

где h — мощность наносов; H — расстояние от земной поверхности до пласта по вертикали, проходящей через точку пересечения линии, проведенной в наносах от границы охраняемой площади под углом φ, с линией контакта наносов с коренными породами.

Остальные обозначения приведены в п. 8.8.

При наличии в толще мезозойских отложений, не являющихся коренными породами, значения q и l вычисляются по формулам

$$q = h\operatorname{ctg}\varphi + \frac{(H_{\text{м}}-h)\operatorname{ctg}\beta'_{\text{м}}}{1+\operatorname{ctg}\beta'_{\text{м}}\cos\theta\operatorname{tg}\alpha_{\text{м}}} + \frac{(H-h-h_{\text{м}})}{1+\operatorname{ctg}\beta'\cos\theta\operatorname{tg}\alpha}; \qquad (8.6)$$

$$l = h\operatorname{ctg}\varphi + \frac{(H_{\text{м}}-h)\operatorname{ctg}\gamma'_{\text{м}}}{1-\operatorname{ctg}\gamma'_{\text{м}}\cos\theta\operatorname{tg}\alpha_{\text{м}}} + \frac{(H-h-h_{\text{м}})\operatorname{ctg}\gamma'}{1-\operatorname{ctg}\gamma'\cos\theta\operatorname{tg}\alpha},$$

где $H_{\text{м}}$ — расстояние от земной поверхности до контакта мезозойских отложений с коренными породами по вертикали, проходящей через точку пересечения линии контакта наносов и мезозойских отложений с линией, проведенной в наносах от границы охраняемой площади под углом φ; H — расстояние от земной поверхности до пласта по вертикали, проходящей через точку пересечения линии контакта коренных пород и мезозойских отложений с линией, проведенной последовательно под углом φ в наносах, а затем под соответствующим углом в мезозойских отложениях; $h_{\text{м}}$ — мощность мезозойских отложений по вертикали, проведенной для определения $H_{\text{м}}$.

8.10 Построение предохранительных целиков для охраны объектов ограниченных размеров, расположенных диагонально к линии простирания пласта, производится следующим образом. Для объекта строится охраняемый контур со сторонами, параллельными линиям падения и простирания пласта, и от этого контура строятся границы целика по углам β, γ и δ. Затем для этого же объекта строится охраняемый контур со сторонами, параллельными осям объекта и для полученного охраняемого контура строятся границы целика по углам β' и γ'. Точки пересечения границ целиков, построенных двумя способами, будут угловыми точками контура целика минимальных размеров.

8.11. На месторождениях, где установлено появление опасных деформаций вследствие сдвига пород по напластованию, для охраны вертикальных стволов и объектов с допустимыми деформациями $[\varepsilon_{\text{д}}] \leqslant 2\cdot10^{-3}$, расположенных над выходами разрабатываемых пластов и вышележащих пластов и пропластков, у нижних границ предохранительных целиков оставляются дополнительные целики-

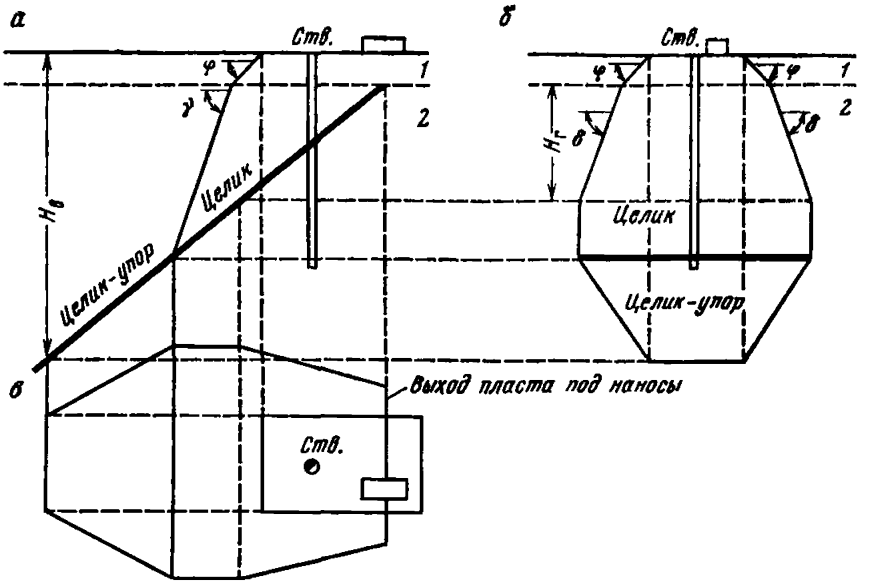


Рис. 8.3. Построение целика-упора при выдержанном залегании пластов:

а — разрез вкрест простирания; *б* — разрез по простиранию; *в* — план; *1* — наносы; *2* — коренные породы

упоры. Нижние границы целиков-упоров определяются в зависимости от условий залегания пластов.

При выдержанном залегании пластов целик-упор по верхнему пласту оставляется до глубины $H_в = H_s \sqrt[3]{n}$ (рис. 8.3). Значения H и n определяются в соответствии с п. 2.5. По нижележащим пластам нижней границей целика-упора является пересечение пластов с вертикальной плоскостью, проведенной через нижнюю границу целика-упора по верхнему пласту.

При невыдержанном и мульдообразном залегании пластов (рис. 8.4), если расстояние $H_в$ от земной поверхности до точки пласта, в которой $\alpha = \rho'$, менее $H_s \sqrt[3]{n}$, то граница целика-упора устанавливается на разрезе вкрест простирания от этой точки на расстоянии d (по горизонтали).

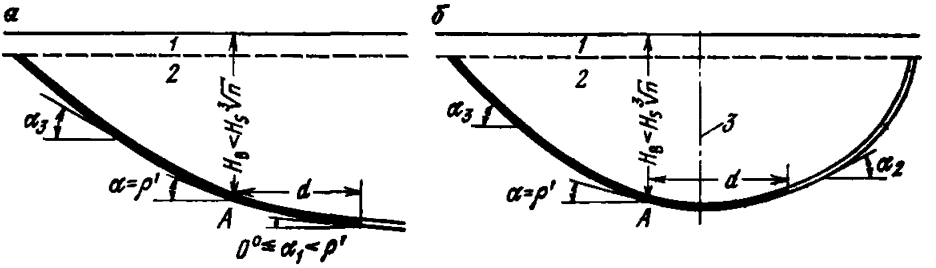


Рис. 8.4. Схема к определению нижней границы целика-упора:

1 — наносы; *2* — коренные породы; *3* — ось складки; *А* — точка, в которой $\alpha = \rho'$

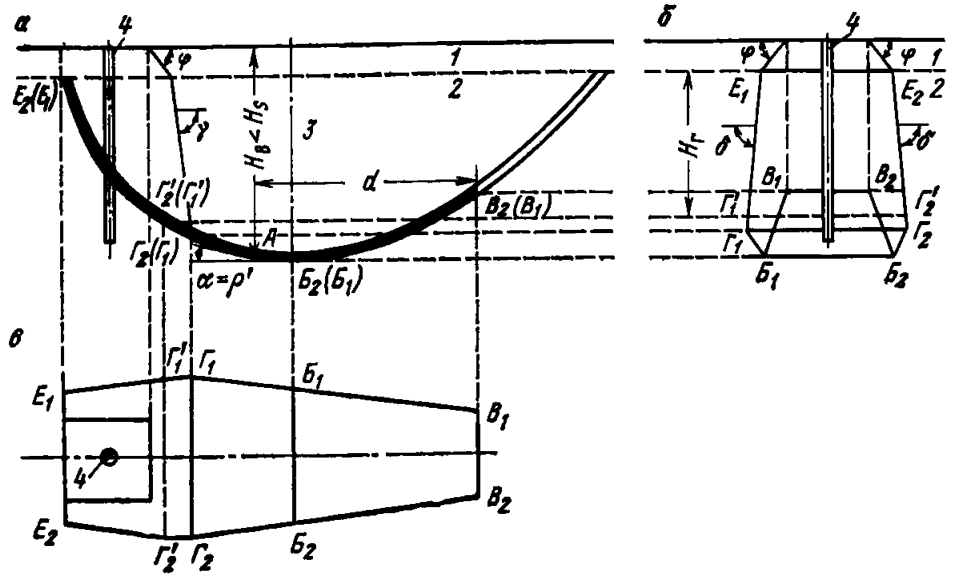


Рис. 8.5. Построение предохранительного целика-упора при невыдержанном залегании пласта:

а — разрез вкрест простирания; *б* — разрез по простиранию; *в* — план; *1* — наносы; *2* — коренные породы; *3* — ось складки; *4* — ствол; *А* — точка, в которой $\alpha=\rho'$

В зависимости от условий залегания пород могут быть два случая определения *d*.

1. Угол падения пласта с увеличением глубины разработки уменьшается (рис. 8.4,*а*), тогда

$$d = H_в \frac{(\sin\alpha_3 - \cos\alpha_3 \operatorname{tg}\rho')\operatorname{ctg}\alpha_3}{2(\operatorname{tg}\rho'\cos\alpha_1 - \sin\alpha_1)} = H_в K_1. \qquad (8.7)$$

2. Пласт имеет мульдообразное залегание, а граница целика-упора, рассчитанная по формуле (8.7), располагается на противоположном крыле складки (рис. 8.4,*б*), тогда

$$d = H_в \frac{(\sin\alpha_3 - \cos\alpha_3 \operatorname{tg}\rho')\operatorname{ctg}\alpha_3}{2(\operatorname{tg}\rho'\operatorname{ctg}\alpha_2 + \sin\alpha_2)} = H_в K_2. \qquad (8.8)$$

В формулах (8.7) и (8.8): α_3 — средний угол падения пласта на участке от выхода пласта под наносы до точки, где угол падения $\alpha=\rho'$; $H_в$ — глубина залегания пласта в точке, где $\alpha=\rho'$; α_1 — средний угол падения пласта на участке от точки, где $\alpha=\rho'$ до технической границы шахты, α_2 — средний угол падения пласта на противоположном крыле складки.

Если значение ρ' не определено, то принимается равным 13°, а значения K_1 и K_2 в формулах (8.7) и (8.8) определяются по табл. 8.3.

Границами целика-упора на вертикальном разрезе по простиранию являются линии, соединяющие нижние углы предохранительного целика, построенного согласно п. 8.6, с соответствующими концами отрезка, равного ширине охраняемой площади, на глубине

$H_в$ при выдержанном залегании (см. рис. 8.3) или на глубине границы целика-упора, определенной по формулам (8.7) или (8.8) — при невыдержанном залегании пластов (рис. 8.5).

В более сложных условиях граница целика-упора определяется специализированной организацией.

8.12. Границы предохранительных целиков при синклинальном залегании пластов для сооружений, расположенных над осевой частью складки, при переменных углах падения пласта определяются следующим образом (рис. 8.6,*а*).

1. От границ охраняемой площади проводится линия в наносах под углом сдвижения φ до контакта с коренными породами (точка *I*) и продолжается в коренных породах под углом β_I до пересечения со слоем пород в точке *II*, в которой угол падения α_{II} отличается на 10° от α_I — угла падения пород в точке *I*. Угол β_I определяется по углу падения коренных пород в точке *I*.

2. По углу α_{II} определяется угол сдвижения β_{II} и под этим углом из точки *II* проводится линия до пересечения со слоем пород в точке *III*, в которой угол падения α_{III} отличается на 10° от α_{II}.

Аналогичные построения продолжаются до тех пор, пока линия, проведенная под соответствующим углом β, не пересечет угольный пласт, чем и определяется верхняя граница целика. Таким же образом определяется верхняя граница целика и на другом крыле складки.

3. Граница целика по простиранию определяется у верхних границ целика и в точке пересечения пласта осевой поверхностью складки (точка *О*) углами сдвижения δ.

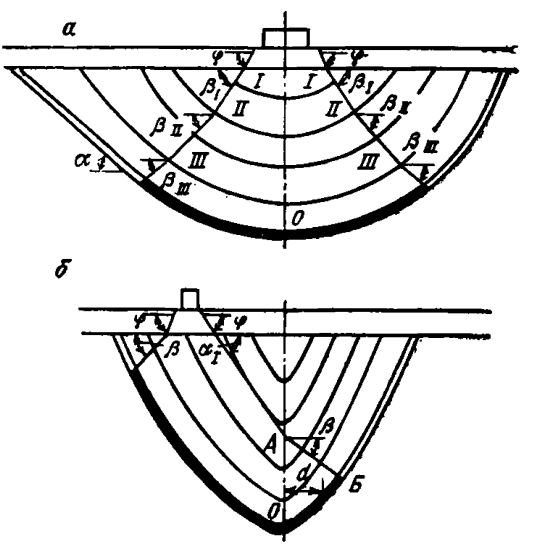


Рис. 8.6. Построение предохранительных целиков при синклинальном залегании пластов:

а — сооружение расположено над осевой частью складки; *б* — сооружение расположено над крылом складки

Таблица 8.3

Коэффициенты K_1 и K_2 при $\rho' = 13°$

α_1, α_2, градусы	α, градус							
	14	16	20	25	30	39	45	51
	K_1							
0	0,156	0,406	0,744	0,991	1,126	1,203	1,178	1,126
7	0,335	0,873	1,602	2,133	2,422	2,589	2,535	2,376
8	0,402	1,047	1,921	2,558	2,905	3,106	3,040	2,850
10	0,669	1,744	3,199	4,260	4,838	5,172	5,063	4,746
12	2,004	5,226	9,588	12,769	14,501	15,502	15,175	14,224
	K_2							
1	0,145	0,337	0,692	0,922	1,047	1,119	1,095	1,027
5	0,113	0,295	0,542	0,721	0,819	0,876	0,857	0,804
10	0,090	0,234	0,428	0,571	0,648	0,693	0,678	0,636
15	0,075	0,194	0,357	0,475	0,539	0,577	0,564	0,529
25	0,057	0,148	0,272	0,362	0,411	0,440	0,430	0,403
35	0,047	0,123	0,225	0,300	0,341	0,364	0,357	0,334
5	0,041	0,108	0,197	0,263	0,299	0,319	0,321	0,293

8.13. Для сооружений, расположенных над одним из крыльев синклинальной складки (рис. 8.6,*б*), границы целиков на разрезах по простиранию и верхние границы целиков на разрезах вкрест простирания определяются так же, как и для сооружений, расположенных над осевой частью складки.

Нижние границы целиков на разрезах вкрест простирания определяются следующим образом:

1. При углах падения крыльев складки не более 45° — по углу γ до пересечения с осевой поверхностью складки и далее — по углу β.

2. При углах падения крыльев складки более 45° (см. рис. 8.6,*б*) нижняя граница целика определяется линией, проведенной от границы охраняемой площади под углом α_1 до пересечения с осевой поверхностью складки (точка A), где α_1 — средний угол падения пластов крыла складки, над которым расположено сооружение; за осевой поверхностью линия проводится от точки A под углом сдвижения β. Если найденная таким образом точка $Б$ окажется на расстоянии от оси складки, равном или большем величины d, определяемой по формуле (8.8), то она принимается за границу целика. Если точка $Б$ окажется на расстоянии, меньшем величины d, то за границу целика принимается точка, расположенная от оси складки на расстоянии d.

3. Необходимость оставления целиков-упоров определяется в соответствии с п. 2.5 и 8.11.

8.14. При антиклинальном залегании пластов границы предохранительных целиков для зданий и сооружений, расположенных над осевой плоскостью складки (рис. 8.7), определяются в зависимости от условий залегания крыльев складки.

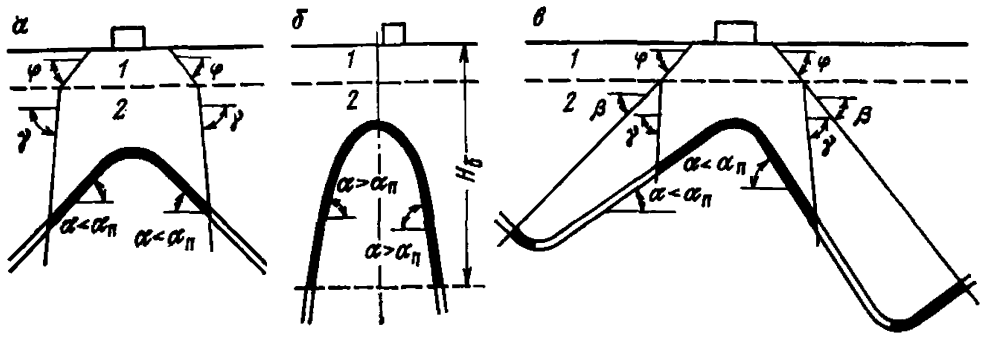


Рис. 8.7. Построение предохранительного целика для сооружения, расположенного над замком антиклинальной складки:

а, б — антиклинальная складка не переходит в синклинальную; *в* — антиклинальная складка переходит в синклинальную; *1* — наносы; *2* — коренные породы

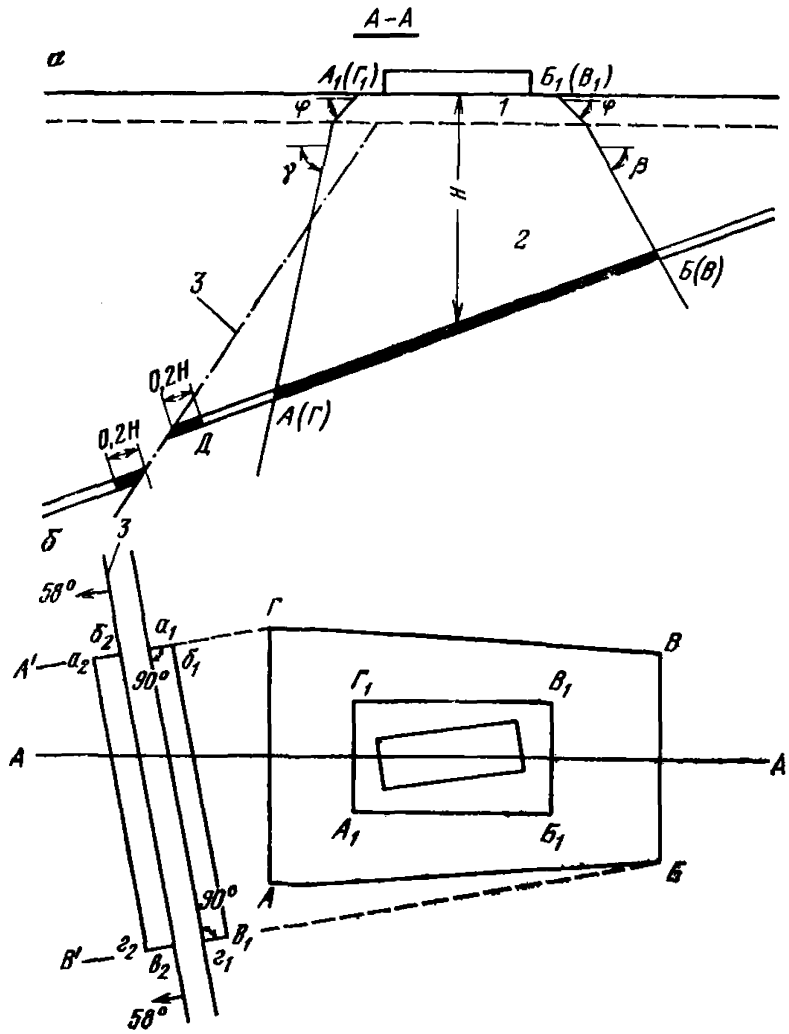


Рис. 8.8. Построение целиков у разрывного нарушения:

а — разрез *А—А*; *б* — план; $а_1б_1в_1г_1$ и $а_2б_2в_2г_2$ — целики у разрывного нарушения; $А_1Б_1В_1Г_1$ — контур охраняемой площади; *АБВГ* — контур предохранительного целика; *1* — наносы; *2* — коренные породы; *3* — сместитель

1. Если антиклинальная складка не переходит в синклинальную (рис. 8.7,*а*) и углы падения ее крыльев менее $\alpha_п$, то границы целика по простиранию определяются в коренных породах углом сдвижения δ. Границы целика вкрест простирания определяются в коренных породах углом сдвижения γ.

2. Если антиклинальная складка не переходит в синклинальную и углы падения ее крыльев более $\alpha_п$, то границы целика по простиранию определяются углом сдвижения δ, а вкрест простирания — безопасной глубиной (рис. 8.7,*б*).

3. Если антиклинальная складка переходит в синклинальную (рис. 8.7,*в*) и углы падения крыльев антиклинальной складки менее $\alpha_п$, то наряду с предохранительным целиком в замке антиклинальной складки, как приведено в п. 1, строятся целики в синклинальных складках.

Границы целиков по простиранию определяются в коренных породах углами сдвижения δ. На разрезах вкрест простирания нижними границами целиков являются оси синклинальных складок, а верхние границы определяются углами сдвижения β.

8.15. Разрывные тектонические нарушения в условиях, когда согласно п. 2.9 зона опасного влияния очистной выработки может возникнуть за пределами границ, определяемых по углам сдвижения, не должны вскрываться очистными выработками на участке между линиями, проектирующими на плане предохранительный целик на поверхность сместителя (линии *ГА′* и *БВ′* на рис. 8.8). С обеих сторон от границ зоны нарушенных пород оставляются целики шириной $0{,}2H$, где H — расстояние по вертикали от земной поверхности до целика.

Вопрос о выемке пласта на участке между границей целика под тектоническое нарушение и границей целика, определенной по углу сдвижения (или по безопасной глубине), решается с участием специализированной организации (ВНИМИ и др.).

8.16. Границы предохранительных целиков для вертикальных шахтных стволов определяются от границ охраняемой площади, включающей копры, надшахтные здания, здания подъемных машин и берму.

По углам сдвижения границы целиков определяются:

а) для всех стволов, оборудованных постоянным подъемом, при глубине разработки, не превышающей H_0, определяемой по разделу 7;

б) для вентиляционных и воздухоподающих стволов, не оборудованных постоянным подъемом или оборудованных инспекторским подъемом, а также для стволов с податливой крепью — при любых глубинах разработки;

в) для всех стволов по пластам (участкам пластов), расположенным ниже зумпфа на расстояниях по вертикали более $0{,}2H_с$, где $H_с$ — глубина ствола с зумпфом (рис. 8.9). Если предполагается углубка ствола, то расстояние $0{,}2H_с$ откладывается от проектной отметки зумпфа ствола.

Границы предохранительных целиков на разрезах вкрест простирания и по простиранию должны отстоять от стволов в плоскости пласта при глубинах до H_0 на расстоянии не менее 50 м при $\alpha \leqslant 45°$ и не менее 60 м при $\alpha > 45°$. При глубинах более H_0 указанные минимальные размеры целиков увеличиваются из расчета по 10 м на каждые последующие 100 м глубины.

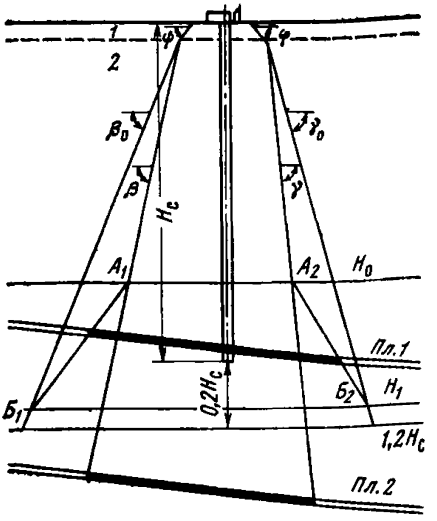


Рис. 8.9. Схема к определению границ целиков для охраны шахтного ствола на различных глубинах:

1 — наносы; *2* — коренные породы

8.17. Границы предохранительных целиков для вертикальных главных и вентиляционных стволов с жесткой крепью, оборудованных постоянным подъемом (кроме инспекторского), при углах падения пластов $\alpha \leqslant 45°$ на глубинах, равных и более H_1, а при $\alpha > 45°$ на глубинах, равных и более H_2, определяются на вертикальных разрезах от границ охраняемой площади линиями пересечения пластов плоскостями, проведенными:

в наносах и мезозойских отложениях под соответствующими углами сдвижения (см. рис. 8.9);

в коренных породах до глубины H_0 и ниже глубины $1{,}2H_c$ — под углами сдвижения;

в коренных породах от глубины H_1 и H_2 до глубины $1{,}2H_c$ — под граничными углами.

В интервалах глубин H_0—H_1 и H_0—H_2 границы предохранительных целиков определяются линиями, соединяющими границы целиков соответственно на горизонтах H_0, H_1 и H_0, H_2 (на рис. 8.9 — линии $A_1Б_1$ и $A_2Б_2$).

Численные значения H_1 и H_2 для Донецкого бассейна приведены в разделе 7.

Условия необходимости оставления у нижних границ предохранительных целиков дополнительно целиков-упоров и способы их построения приведены в п. 8.11.

8.18. В Донецком бассейне при разработке одного или двух пластов суммарной мощностью не более 2 м с углами падения до 15° при построении предохранительных целиков на разрезе по простиранию вместо граничного угла δ_0 используется угол $\delta'_0 = \delta_0 + \Delta_3$. Значение поправки Δ_3 определяется по формуле (7.1) п. 7.3.

8.19. Если граница предохранительного целика по падению построена относительно границы охраняемой площади непосредственно для шахтного ствола, то при углах падения пластов от 20 до 45° расстояние в плоскости пласта от ствола до нижней границы целика не должно превышать 250 м. Это расстояние может быть больше 250 м только при необходимости оставления целиков-упоров.

При углах падения пластов от 45 до 65° для защиты ствола от надработки расстояние l_1 от ствола в плоскости пласта до границы целика по падению должно быть не менее определяемого по формуле

$$l_1 = A_3 H_т, \qquad (8.9)$$

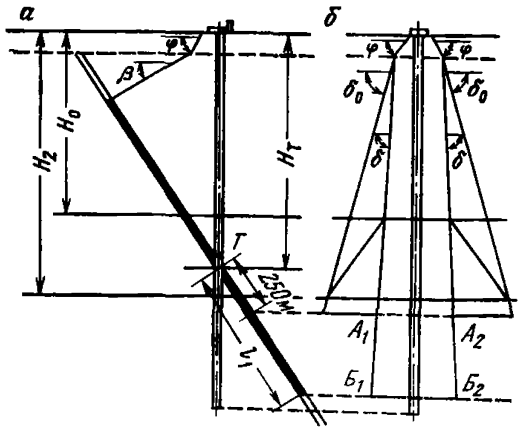


Рис. 8.10. Схема к определению размера целика по падению для охраны вертикального шахтного ствола при углах падения пласта от 45 до 65°:

а — разрез вкрест простирания; *б* — разрез по простиранию

где $A_з$ — коэффициент, определяемый по табл. 8.4 в зависимости от угла падения пласта; $H_т$ — расстояние по вертикали от земной поверхности до точки пересечения оси ствола с почвой пласта, м (рис. 8.10).

Таблица 8.4

Коэффициент $A_з$

α, градус	45	55	60	65
$A_з$	0,25	0,40	0,55	0,70

При промежуточных значениях α значение $A_з$ определяется интерполированием.

Если l_1 более 250 м, то, начиная с расстояния l_1=250 м, границы целика по простиранию определяются по углам сдвижения (линии $A_1Б_1$ и $A_2Б_2$ на рис. 8.10).

Примечание. Если $H_с - H_т$ менее $0{,}2H_т$, то при определении размеров целиков по падению защиты ствола от надработки не требуется и размер целика по падению принимается равным 250 м.

8.20. При больших глубинах разработки в целях уменьшения запасов угля в целиках рекомендуется построение целиков оптимальной криволинейной или многоугольной формы по методике, приведенной в примере 1 раздела 9.

8.21. Границы предохранительных целиков для охраны стволов при невыдержанном залегании пластов определяются по методике, изложенной в п. 8.12—8.14. При этом глубины начиная с которых целики строятся в коренных породах по граничным углам (H_1 или

H_2), определяются по максимальному значению угла падения в пределах целика.

Если вертикальный ствол пересекает разрывное нарушение с углом падения сместителя более 30°, то построение целика у разрывного нарушения производится согласно пункту 8.15.

Размеры предохранительных целиков по падению для глубоких стволов при углах залегания пластов более 65°, а также при углах залегания пластов более 45°, если имеются одновременно разрывные нарушения, пересекающие ствол и выходящие на земную поверхность (под наносы), и ранее пройденные очистные выработки в пределах целиков, определенных согласно п. 8.16—8.17, устанавливаются с привлечением специализированных организаций (ВНИМИ и др.).

8.22. Размеры предохранительных целиков для стволов с податливой крепью и армировкой, рассчитанных в соответствии с «Временными указаниями по проектированию, строительству и эксплуатации крепей и армировок стволов, подверженных влиянию очистных работ» (Л., изд. ВНИМИ 1972), устанавливаются по проектам, составленным проектной организацией, и утверждаются в порядке, установленном Госгортехнадзором СССР.

8.23. Границы предохранительных целиков для слепых шахтных стволов строятся:

на разрезе по простиранию — от проекции на земную поверхность границ охраняемой площади, включающей устье ствола, здание подъемной машины и берму, по углам сдвижения или граничным углам в соответствии с п. 8.16—8.17 как для стволов, пройденных с земной поверхности;

на разрезе вкрест простирания — от границ охраняемой площади (на горизонте устья ствола) по углам сдвижения.

При этом размеры целиков по падению и по восстанию в плоскости пласта должны быть не менее величины, равной $H_т \operatorname{ctg} \delta_0$, где $H_т$ — расстояние по вертикали от земной поверхности до точки пересечения оси ствола с почвой данного пласта.

8.24. Наклонные шахтные стволы охраняются предохранительными целиками, построенными от границ охраняемой площади по углам сдвижения.

В охраняемую площадь включаются: наклонный ствол, берма у его устья и околоствольные (опорные) целики, оставляемые по пласту, по которому пройден ствол.

Размеры опорных целиков принимаются в соответствии с разделом 4 «Указаний по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР» (Л., изд. ВНИМИ, 1977).

Берма шириной 10 м откладывается от устья ствола в сторону восстания пласта.

8.25. Технические (вентиляционные, водоотливные, лесоспускные и др.) скважины охраняются предохранительными целиками, построенными от границ охраняемой площади:

а) по углам сдвижения δ, γ и β, если диаметр скважин более 2 м;

б) по углам $\delta + \Delta_1$, $\gamma + \Delta_1$ и $\beta + \Delta_2$ (но не более 85°), если диаметр скважин 2 м и менее.

Таблица 8.5

Углы Δ_1 и Δ_2, градусы

α, градус	δ, градус	Диаметр скважины, м			
		1		1 ÷ 2	
		Δ_1	Δ_2	Δ_1	Δ_2
<30	≤60	10	6	6	2
30—45		6	10	2	6
>45		0	10	0	6
<30	61—74	8	4	4	0
30—45		4	8	0	4
>45		0	8	0	4
<30	≥75	6	2	2	0
30—45		2	6	0	2
>45		0	6	0	2

Углы сдвижения приведены в разделе 7; величины Δ_1 и Δ_2 принимаются по табл. 8.5 в зависимости от диаметра скважины, угла сдвижения δ и угла падения пласта α.

Охраняемая площадь включает контур охраняемого объекта и берму. Размер бермы принимается согласно п. 8.2. За контур охраняемого объекта принимается проекция скважины с учетом ее искривления.

От границ охраняемой площади на земной поверхности построение целиков ведется на разрезах:

по простиранию и вкрест простирания для всех скважин, пройденных с земной поверхности;

по простиранию для скважин диаметром более 2 м, не выходящих на земную поверхность.

От границ охраняемой площади на горизонте устья скважин построение целиков ведется на разрезах:

по простиранию и вкрест простирания для скважин диаметром 2 м и менее не выходящих на земную поверхность;

вкрест простирания для скважин диаметром более 2 м, не выходящих на земную поверхность. При этом размеры целиков по падению и по восстанию в плоскости пласта должны быть не менее $H_т \operatorname{ctg} \delta$, где $H_т$ — расстояние по вертикали от земной поверхности до точки пересечения оси скважины с почвой данного пласта.

8.26. За границы предохранительных целиков под водными объектами принимаются границы зоны опасного влияния водного объекта, определяемые согласно п. 6.3—6.8.

8.27. Размеры предохранительных целиков под водными объектами должны быть в плоскости пласта по любому направлению не менее $0{,}2H$, где H — расстояние по вертикали от земной поверхности до середины целика, а на выходах пластов с $\alpha > 45°$ размеры целиков в направлении падения пласта — не менее размеров, предусмотренных п. 2.13 для предотвращения образования провалов на земной поверхности.

Если расстояние в плоскости пласта между горизонтом безопасной глубины и верхней границей целика менее $0{,}15H$, то целик под водным объектом не оставляется.

8.28. За границу охраняемой площади под лесонасаждения принимается контур самого лесонасаждения, без бермы.

8.29. Границы предохранительных целиков под лесонасаждения строятся по углам разрывов, значения которых принимаются в соответствии с п. 2.10.

8.30. Для невыгоревших породных отвалов и для кладбищ в охраняемую площадь включается площадь соответствующего объекта и бермы вокруг нее шириной 10 м.

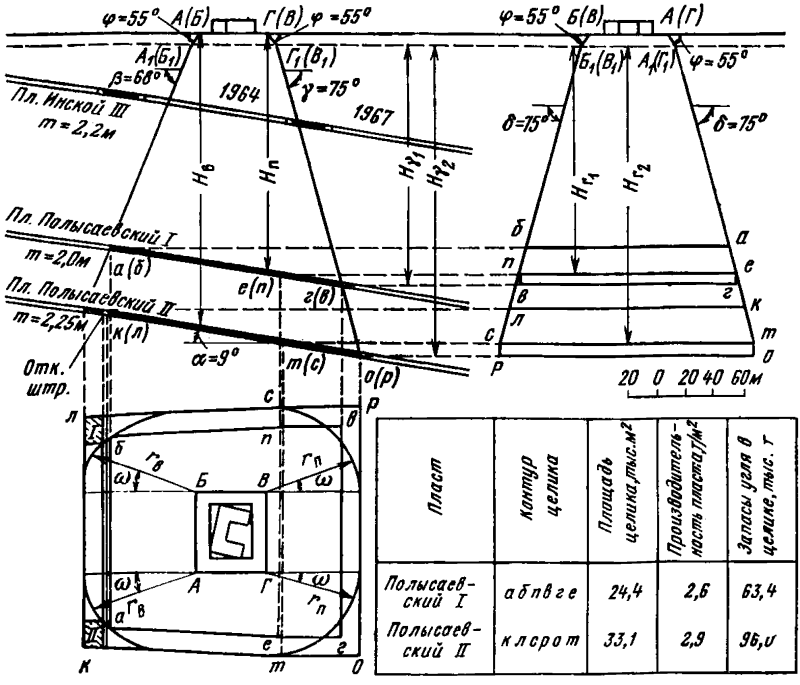
8.31. Границы предохранительных целиков под невыгоревшими породными отвалами и под кладбищами строятся по углам разрывов (см. п. 2.10). Если плоскость, проведенная под углом разрыва γ'', пересекает пласт ниже горизонта безопасной глубины, определенной согласно п. 6.47, граница предохранительного целика со стороны падения определяется горизонтом безопасной глубины.

9. ПРИМЕРЫ ПОСТРОЕНИЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ ЦЕЛИКОВ И ВЫБОРА МЕР ОХРАНЫ

Пример 1

Построение предохранительного целика для отдельно стоящего здания (рис. 9.1)

На одной из шахт Кузнецкого бассейна четырехэтажное здание школы построено на участке, ранее подработанном пластом Инским III. Ко времени начала строительства школы процесс сдвижения земной поверхности на этом участке закончился.



Пласт	Контур целика	Площадь целика, тыс. м²	Производительность пласта, т/м²	Запасы угля в целике, тыс. т
Полысаевский I	а б п в г е	24,4	2,6	63,4
Полысаевский II	к л с р о т	33,1	2,9	96,0

Рис. 9.1. Построение предохранительного целика для отдельно стоящего здания

Под зданием школы залегают пласты Полысаевский I и Полысаевский II мощностью соответственно 2,0 и 2,25 м. Угол падения пластов 9°. Мощность наносов 7 м.

Основные характеристики здания следующие: стены кирпичные толщиной 510 мм, перекрытия железобетонные; длина здания 35 м, форма его в плане П-образная; материал основания — сухие суглинки.

При визуальном осмотре наружных стен здания установлено наличие трещин с раскрытием до 1 мм. Большинство трещин волосные. Согласно приложению 6 износ здания принимаем равным 10%.

Выбор мер охраны здания. В соответствии с п. 3.5 определяем допустимый для здания школы показатель суммарных деформаций $[\Delta l_д]$ и безопасную глубину разработки ($H_б$) в верхнем пласте Полысаевском I.

Допустимый показатель суммарных деформаций определяется по формуле (4.1)

$$[\Delta l_д] = [\Delta l_д]_н n_1 n_2 n_3 n_4 n_5.$$

Четырехэтажное здание школы согласно табл. 4.1 относится к зданиям второго разряда, для которых $[\Delta l_д]_н$ принимается равным 140 мм.

Значения коэффициентов n со ссылкой на таблицы или пункты, в соответствии с которыми они приняты, приведены в табл. 9.1.

Таблица 9.1

Принимаемые значения коэффициентов n

Коэффициент	Что учитывает коэффициент	Таблица или пункт	Величина
n_1	Грунтовые условия	Табл. 4.2	1
n_2	Материал и толщину стен	Табл. 4.3	1,2
n_3	Износ	Табл. 4.4	1
n_4	Жесткость перекрытия	Пункт 4.4	1,2
n_5	Форму здания	Пункт 4.4	0,8

Подставив полученные значения в формулу (4.1), получим

$$[\Delta l_д] = 140 \cdot 1 \cdot 1{,}2 \cdot 1 \cdot 1{,}2 \cdot 0{,}8 = 161 \text{ мм}.$$

Для определения $H_б$ рассчитаем допустимые горизонтальные деформации для здания по формуле (4.4)

$$[\varepsilon_д] = \frac{[\Delta l_д]}{1{,}2 m_\varepsilon l},$$

где m_ε — коэффициент условий работы, определяемый по табл. 4.5; при длине здания 35 м m_ε равен 0,7.

Подставив эти значения в формулу (4.4) получим

$$[\varepsilon_д] = \frac{161}{1{,}2 \cdot 0{,}7 \cdot 35 \cdot 10^3} = 5{,}4 \cdot 10^{-3}.$$

Безопасную для школы глубину разработки $H_б$ в пласте Полысаевском I (с учетом повторной подработки) определим по формуле (3.1)

$$H_б = K_в \frac{m}{[\varepsilon_д]},$$

где m — мощность пласта. Коэффициент $K_в$ находим по табл. 7.9; с учетом повторной подработки $K_в = 0{,}9 \cdot 1{,}3 = 1{,}17$.
Тогда

$$H_б = \frac{1{,}17 \cdot 2{,}0}{5{,}4 \cdot 10^{-3}} = 433 \text{ м}.$$

Для определения возможности подработки здания школы сравним полученное значение $H_б$ с глубиной расположения границ предохранительного целика под этим зданием. Построение границ предохранительного целика производим в соответствии с п. 8.1 от границ охраняемой площади. Для этого вокруг здания через его угловые точки строим прямоугольник, стороны которого ориентируем по простиранию и вкрест простирания пласта. Параллельно этим сторонам на расстоянии от них, равном ширине бермы, проводим прямые до их взаимного пересечения. При $[\varepsilon_д] = 5{,}4 \cdot 10^{-3}$ ширину бермы согласно табл. 8.1 принимаем равной 10 м. Получаем контур охраняемой площади *АБВГ*.

Проектируем границы охраняемой площади на вертикальный разрез вкрест простирания и получаем точки *А*(*Б*) и *Г*(*В*). Определяем углы сдвижения β, γ, δ и φ. Согласно п. 7.10.3 углы сдвижения в подработанной ранее толще каменноугольных пород принимаются на 5° меньше, чем в неподработанной. В связи с этим, определив углы сдвижения для неподработанной толщи по табл. 7.5, получим их значения в подработанной толще: β=73—5=68°, γ= =80—5=75°, δ=80—5=75°. В наносах нормальной влажности φ= =55°.

На разрезе вкрест простирания от точки *А*(*Б*) проводим линию в наносах под углом сдвижения φ=55° и продолжаем ее в коренных породах под углом β=68° до пересечения с пластом Полысаевским I и получаем точку *а*(*б*), лежащую на верхней границе целика. Аналогичным образом из точки *Г*(*В*) проводим линию в наносах под углом сдвижения φ=55°, продолжаем ее в коренных породах под углом сдвижения γ=75° и получаем точку пересечения этой линии с пластом Полысаевским I — точку *г*(*в*), лежащую на нижней границе целика. Измеряем глубины, на которых расположены верхняя граница целика — точка *а*(*б*) — 150 м и нижняя граница — точка *г*(*в*) — 177 м. Полученные глубины намного меньше вычисленной $H_б$=433 м. Поэтому выемка угля под зданием школы согласно п. 3.3 может производиться только при применении горных и конструктивных мер защиты здания.

Применение конструктивных мер повлекло бы за собой временное прекращение эксплуатации здания, что в данных конкретных условиях неприемлемо. Горные меры охраны одиночного здания оказались экономически нецелесообразными. Поэтому по пласту Полысаевскому I под зданием школы оставляется предохранительный целик.

Построение предохранительного целика. Для определения границ предохранительного целика по простиранию строим вертикальный разрез по простиранию и наносим на него с плана границы охраняемой площади точки *Б(В)* и *А(Г)*. Из этих точек проводим линии в наносах под углом $\varphi=55°$ и в коренных породах под углом $\delta=75°$ до пересечения с горизонтальной линией, проходящей через точку *а(б)* на разрезе вкрест простирания, и получаем точки *б* и *а*, определяющие размеры верхней границы целика по простиранию в пласте Полысаевском I.

Для получения нижней границы целика, продолжаем линии, проведенные под углом δ, до горизонта, расположенного ниже контакта коренных пород с наносами на расстоянии, определяемом по формуле (8.1)

$$H_г = A_г H_ч = 0{,}96 \cdot 170 = 163 \text{ м},$$

где $A_г$ — коэффициент, определяемый по табл. 8.2; при $\gamma=75°$ и $\alpha=9°$ он составит 0,96; H — расстояние от контакта коренных пород с наносами до нижней границы целика на разрезе вкрест простирания, равное 170 м.

Получаем на горизонте $H_г$ точки *п* и *е*. От этих точек проводим вниз вертикали до пересечения с горизонтальной линией, проходящей через точку *г(в)* на разрезе вкрест простирания. Получаем точки *г* и *в*.

Границы предохранительного целика, полученные на вертикальных разрезах вкрест простирания и по простиранию, переносим на план и получаем контур целика *абпвге*.

По пласту Полысаевскому II безопасная глубина подработки школы $H_б = \frac{1{,}17 \cdot 2{,}25}{5{,}4 \cdot 10^{-3}} = 489$ м. Она значительно превышает глубину расположения нижней границы предохранительного целика в этом пласте. Так как нарушение режима работы школы недопустимо, а применение закладки выработанного пространства экономически нецелесообразно, то под школой оставляется предохранительный целик также и по пласту Полысаевскому II. Построение предохранительного целика производим аналогично выполненному построению по пласту Полысаевскому I. Контур предохранительного целика по пласту Полысаевскому II — *клсрот*.

Подсчитываем запасы угля в предохранительных целиках.

Из рис. 9.1 видно, что откаточный штрек отрабатываемого верхнего этажа прорезает предохранительный целик по пл. Полысаевскому II и расположен на 15 м ниже его верхней границы. Потребуется у границы целика длину лавы сократить на 15 м В целях уменьшения длины участка, на котором необходимо укорочение лавы, определим допускаемое п. 8.7 врезание очистными выработками в предохранительный целик.

Предельные границы предохранительного целика, до которых допускается проведение выработок, определяются с помощью радиусов-векторов, рассчитываемых по формулам:

$$r_в = \frac{H_в - h(1 + \operatorname{tg}\alpha \operatorname{ctg}\varphi)}{\sqrt{\operatorname{tg}^2\beta\cos^2\omega + \operatorname{tg}^2\delta\sin^2\omega} + \operatorname{tg}\alpha\cos\omega} + h\operatorname{ctg}\varphi, \qquad (9.1)$$

Таблица 9.2

Расчет радиусов-векторов $r_П$ и $r_В$

ω	cos ω	cos² ω	tg α cos ω	Для точек *А* и *Б*					Для точек *В* и *Г*			
				$tg^2 \beta \cos^2 \omega$	$\sin^2 \omega$	$tg^2 \delta \sin^2 \omega$	(5) + (7)	$\sqrt{(8)}$	(9) + (4)	$r_В$	tg γ — (4)	$r_П$
0	160	1,0	0,158	6,126	0	0	6,126	2,48	2,64	81	3,574	63
10	0,985	0,970	0,156	5,942	0,030	0,418	6,360	2,52	2,68	80	3,576	63
20	0,940	0,883	0,148	5,409	0,117	1,630	7,039	2,65	2,80	77	3,584	63
30	0,866	0,750	0,137	4,594	0,250	3,482	8,076	2,84	2,98	72	3,595	63
40	0,766	0,587	0,121	3,596	0,413	5,752	9,348	3,06	3,18	68	3,611	62
50	0,643	0,413	0,102	2,530	0,587	8,176	10,706	3,27	3,37	64	3,630	62
60	0,500	0,250	0,079	1,532	0,750	10,446	11,978	3,46	3,54	62	3,653	62
70	0,342	0,117	0,054	0,717	0,883	12,298	13,015	3,61	3,66	60	3,678	61
80	0,174	0,030	0,027	0,184	0,970	13,510	13,694	3,70	3,73	59	3,705	61
90	0	0	0	0	1,0	13,928	13,928	3,73	3,73	59	3,732	61

$$r_{\text{п}} = \frac{H_{\text{п}} - h\,(1 - \operatorname{tg}\alpha \operatorname{ctg}\varphi)}{\sqrt{\operatorname{tg}^2\gamma\cos^2\omega + \operatorname{tg}^2\delta\sin^2\omega} - \operatorname{tg}\alpha\cos\omega} + h\operatorname{ctg}\varphi, \qquad (9.2)$$

где $r_{\text{в}}$ и $r_{\text{п}}$ — радиусы-векторы, откладываемые в плане от угловых точек охраняемой площади соответственно в сторону восстания и падения пласта, м; $H_{\text{в}}$ — расстояние по вертикали на разрезе вкрест простирания от угловой точки границы охраняемой площади со стороны восстания пласта (точка *А* или *Б* на рис. 9.1) до кровли пласта, м; $H_{\text{п}}$ — то же, со стороны падения пласта (точки *В* и *Г*), м; h — мощность наносов, м; α — угол падения пласта, градусы; ω — переменный угол между радиусом-вектором и направлением восстания пласта при определении $r_{\text{в}}$ и между радиусом-вектором и направлением падения пласта при определении $r_{\text{п}}$.
При $\gamma=\delta$ формула (9.2) принимает вид

$$r_{\text{п}} = \frac{H_{\text{п}} - h\,(1 - \operatorname{tg}\alpha \operatorname{ctg}\varphi)}{\operatorname{tg}\gamma - \operatorname{tg}\alpha\cos\omega} + h\operatorname{ctg}\varphi, \qquad (9.3)$$

Расчет $r_{\text{в}}$ и $r_{\text{п}}$ приведен в табл. 9.2. Значения $H_{\text{в}}=208$ м и $H_{\text{п}}=214$ м определяем по рис. 9.1.

Полученные величины радиусов-векторов $r_{\text{в}}$ откладываем на на плане от точек *А* и *Б* под соответствующими углами ω, отсчитываемыми от направления линии восстания пласта. Соединив концы радиусов-векторов плавной кривой, получаем границу целика, до которой допускается прохождение очистных выработок. В рассматриваемом примере врезание в целик очистными выработками отрабатываемого этажа допустимо без применения мер охраны на 20 м с каждой стороны (заштрихованные площадки *I* и *II*).

Аналогичным образом строим предельную границу целика от точек *В* и *Г* по вычисленным радиусам $r_{\text{п}}$ в сторону падения пласта. Между построенными криволинейными границами целика за предельный его контур принимается ранее построенный.

Пример 2

Построение предохранительных целиков для охраны промплощадки шахты (рис. 9.2)

Охраняемый объект — промплощадка одной из шахт в Центральном районе Донбасса.

На промплощадке размещены:

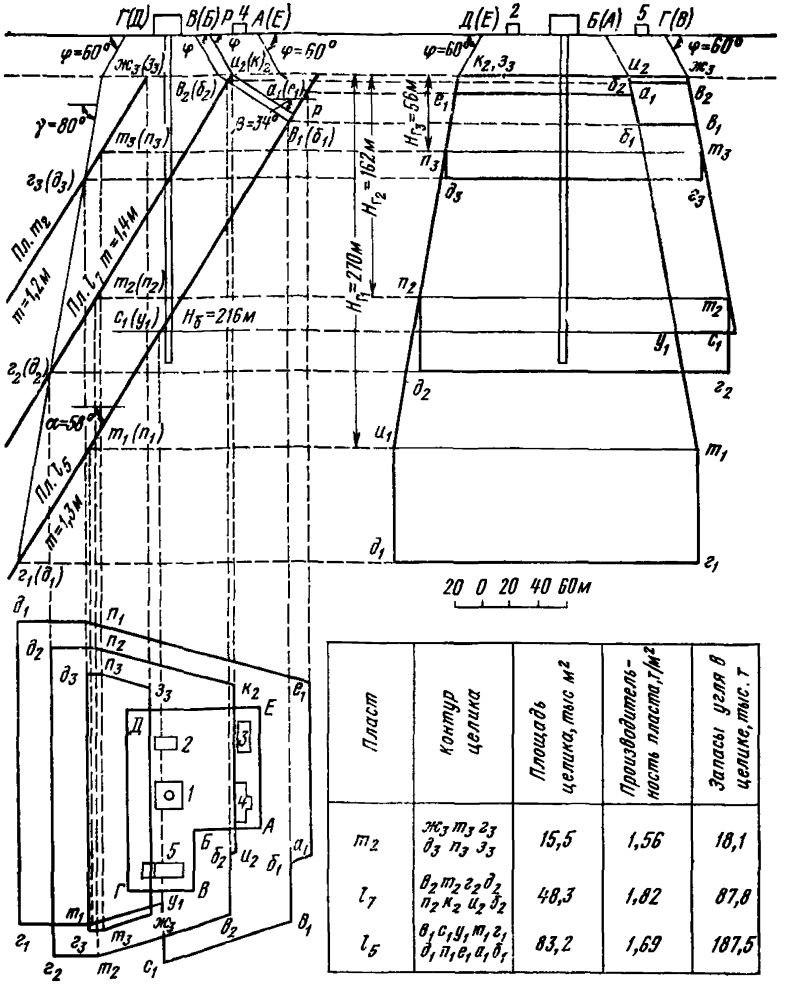
1) вентиляционный ствол глубиной 240 м, оборудованный инспекторским подъемом;

2) здание подъемной машины;

3) электроподстанция. Здание каркасное длиной 24 м, высота колонн 6 м. Состояние здания удовлетворительное;

4) здание осевых вентиляторов каркасное длиной 32 м. Высота колонн 6 м. Состояние здания удовлетворительное;

5) склад технического оборудования. Здание каркасное длиной 20 м и высотой 6 м с жесткой пристройкой длиной 10 м. Состояние здания неудовлетворительное.



Пласт	Контур целика	Площадь целика, тыс м²	Производительность пласта, т/м²	Запасы угля в целике, тыс. т
m_2	$ж_3\ m_3\ г_3$ $д_3\ п_3\ з_3$	15,5	1,56	18,1
l_7	$в_2\ m_2\ г_2\ д_2$ $п_2\ к_2\ и_2\ б_2$	48,3	1,82	87,8
l_5	$в_1\ с_1\ у_1\ м_1\ г_1$ $д_1\ п_1\ е_1\ а_1\ б_1$	83,2	1,69	187,5

Рис. 92. Построение предохранительных целиков для охраны промплощадки шахты

Грунты под зданиями — суглинки.

Под промплощадкой залегают три пласта: m_2, l_7 и l_5 мощностью соответственно 1,2; 1,4 и 1,3 м. Угли марки Ж. Угол падения пластов 58°. Наносы представлены суглинками нормальной влажности. Мощность наносов 30 м.

Выбор мер охраны объектов. Вертикальный шахтный ствол вместе с копром и зданием подъемной машины согласно п. 5.5 охраняется, как правило, предохранительными целиками.

Для выбора мер охраны остальных промышленных зданий определим допустимые для них горизонтальные деформации $[\varepsilon_д]$ по формуле (4.5)

$$[\varepsilon_д] = [\varepsilon_д]_н n_1 N_1,$$

где $[\varepsilon_д]_н$ — нормативные допустимые горизонтальные деформации, определяемые по формуле (4.6).

$$[\varepsilon_д]_н = \frac{[C_д]}{m_\varepsilon l_4}.$$

Здание электроподстанции согласно п. 4.8 относится к четвертому разряду. Показатель $[C_д]$ для него находим в табл. 4.7. $[C_д]=80$ мм. Значения коэффициента m_ε приведены в табл. 4.5. При длине 24 м находим $m_\varepsilon = 0{,}85$. Величину l_4 согласно рис. 4.1,*а* принимаем равной половине длины здания, т. е. 12 м.

Подставив приведенные значения в формулу (4.6), получим

$$[\varepsilon_д]_н = \frac{80}{0{,}85 \cdot 12 \cdot 10^3} = 7{,}8 \cdot 10^{-3}.$$

Коэффициент n_1 определяем по табл. 4.2 в зависимости от несущей способности грунтов. Для суглинков $n_1=1$. При удовлетворительном состоянии здания по табл. 4.6 находим $N_1=1$.

Подставив исходные данные в формулу (4.5), получим

$$[\varepsilon_д] = 7{,}8 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 1 = 7{,}8 \cdot 10^{-3}.$$

Для технологического оборудования электроподстанции в соответствии с п. 4.18 допустимые деформации определяются требованиями, предъявляемыми к зданиям.

Здание шахтных вентиляторов также относится к четвертому разряду (п.4.8). При $l_4 = \frac{32}{2} = 16$ м (см. рис. 4. 1, *а*), значении $m_\varepsilon = 0{,}7$ (табл. 4.5) и $[C_д] = 80$ мм (табл. 4.7) получим

$$[\varepsilon_д]_н = \frac{80}{0{,}7 \cdot 16 \cdot 10^3} = 7{,}1 \cdot 10^{-3}.$$

При удовлетворительном состоянии здания ($N_1=1$) и при $n_1=1$ допустимые горизонтальные деформации для здания вентиляторов

$$[\varepsilon_д] = 7{,}1 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 1 = 7{,}1 \cdot 10^{-3}.$$

Для осевых вентиляторов в табл. 4.13 приведены только предельные горизонтальные деформации $[\varepsilon_п] = 7 \cdot 10^{-3}$. Поскольку допустимые деформации для здания больше предельных для вентиляторов, то и для здания принимаем $[\varepsilon_п] = 7 \cdot 10^{-3}$.

Для здания склада (четвертый разряд) длиной 20 м с жесткой пристройкой (10 м) согласно рис. 4.1,*в* принимаем $l_4=20$ м, а $m_\varepsilon = 0{,}85$ (табл. 4.5). Тогда по формуле (4.6) получим

$$[\varepsilon_д]_н = \frac{80}{0{,}85 \cdot 20 \cdot 10^3} = 4{,}7 \cdot 10^{-3}.$$

При неудовлетворительном состоянии здания ($N_1=0,9$) и значений $n_1=1$ допустимые деформации для здания склада составят

$$[\varepsilon_д]=4,7\cdot10^{-3}\cdot1\cdot0,9=4,2\cdot10^{-3}.$$

Для построения границ охраняемой площади промплощадки определяем в соответствии с п. *8.2* ширину бермы для охраняемых объектов (табл. 9.3).

Таблица 9.3

Ширина бермы для охраняемых объектов, м

Номер объекта	Название объекта	Ширина бермы
1	Вентиляционный ствол	20
2	Здание подъемной машины	20
3	Электроподстанция	5
4	Здание осевых вентиляторов	10
5	Склад технического оборудования	10

Отложив от охраняемых объектов ширину бермы, получим на плане контур охраняемой площади *АБВГДЕ*.

Для определения границ зоны, в пределах которой горные работы будут оказывать опасное влияние на охраняемую площадь, строим вертикальный разрез вкрест простирания пластов и проектируем на него с плана угловые точки охраняемой площади $А(Е)$, $В(Б)$ и $Г(Д)$. Из точек $А(Е)$ и $В(Б)$ проводим линии в наносах под углом сдвижения $\varphi=60°$ (п. 7.1) и продолжаем их в коренных породах под углом сдвижения $\beta=80°-0,8\alpha=80°-0,8\cdot58°=34°$ (п. 7.1) до пересечения с пластом l_5, получаем точки $а_1(е_1)$ и $в_1(б_1)$.

Также из точки $Г(Д)$ проводим линию в наносах под углом сдвижения $\varphi=60°$ и в коренных породах под углом сдвижения $\gamma=80°$ (п. 7.1) и получаем точки пересечения этой линии с пластами $г_3(д_3)$, $г_2(д_2)$ и $г_1(д_1)$.

Для определения мер охраны зданий *3* и *4* рассчитаем по формуле (3.1) безопасную глубину $H_б$ их подработки пластом l_5.

Для здания электроподстанции получим

$$H_б=K_в\frac{m}{[\varepsilon_д]}=0,7\frac{1,3}{7,8\cdot10^{-3}}=117\text{ м}.$$

Коэффициент $K_в=0,7$ согласно табл. 7.3 при $\alpha=58°$.

Полученное значение $H_б$ примерно в 3 раза превышает глубину залегания точки $а_1(е_1)$ — верхней границы зоны опасного влияния *горных работ на промплощадку*.

Предельная глубина подработки электроподстанции будет такая же, как и допустимая, поскольку при высоте колонн 6 м по табл. 4.8 $[C_п]=80$ мм, как и $[C_д]$, а следовательно, $[\varepsilon_п]=[\varepsilon_д]$.

Для здания осевых вентиляторов по формуле (3.4) определим предельную глубину подработки $H_п$, поскольку известны только

предельные горизонтальные деформации

$$H_{\text{п}} = K_{\text{в}} \frac{m}{[\varepsilon_{\text{п}}]} = 0{,}7 \frac{1{,}3}{7 \cdot 10^{-3}} = 130 \text{ м}.$$

Таким образом, предельная глубина подработки здания осевых вентиляторов также больше глубины залегания точки $a_1(e_1)$.

Согласно п. 3.9 для выемки запасов выше горизонта предельной глубины обязательно применение горных мер охраны. Учитывая, что $H_{\text{п}}$ значительно превышает глубину залегания точки $a_1(e_1)$, в данных условиях потребуется применение закладки выработанного пространства. Однако, прежде чем принять эту меру охраны, рассмотрим, какие запасы угля можно будет при этом дополнительно извлечь, учитывая необходимость оставления целика для охраны ствола. Границей охраняемой площади для него на разрезе вкрест простирания является точка P, отстоящая от надшахтного здания на ширину бермы, равную 20 м. Проведя из этой точки линию в наносах под $\varphi=60°$ и продолжив ее в коренных породах под углом $\beta=34°$ до пересечения с пластом l_5, получим точку p — верхнюю границу предохранительного целика под ствол и подъемную машину. На разрезе видно, что точка p расположена ниже контакта пласта с наносами всего на 29 м. Запасы угля, которые можно извлечь при подработке зданий *3* и *4* составляют, примерно, 6 тыс. т.

При отсутствии на шахте закладочного комплекса применение закладки в данных условиях является экономически нецелесообразным. Поэтому под зданиями электроподстанции и осевых вентиляторов оставляем по пласту l_5 предохранительный целик.

Безопасная глубина подработки здания склада вышележащим пластом m_2 мощностью 1,2 м по формуле (3.1) составит

$$H_{\text{б}} = K_{\text{в}} \frac{m}{[\varepsilon_{\text{д}}]} = 0{,}7 \frac{1{,}2}{4{,}2 \cdot 10^{-3}} = 200 \text{ м}.$$

Глубина залегания нижней границы зоны опасного влияния горных работ по пласту m_2 — точки $г_3(д_3)$ на разрезе вкрест простирания 105 м, т. е. почти в два раза меньше $H_{\text{б}}$. Поэтому в пласте m_2 для охраны здания оставляем предохранительный целик. Безопасная глубина подработки пластом l_7 практически не превышает глубину залегания точки $г_3(д_2)$. Поэтому предохранительный целик под зданием склада оставляем и по пласту l_7.

По пласту l_5 предохранительный целик под зданием склада оставляем до безопасной глубины, также рассчитанной по формуле (3.1) как для одиночного пласта, поскольку по вышележащим пластам оставляются предохранительные целики

$$H_{\text{б}} = K_{\text{в}} \frac{m}{[\varepsilon_{\text{д}}]} = 0{,}7 \frac{1{,}3}{4{,}2 \cdot 10^{-3}} = 216 \text{ м}.$$

Для определения границ предохранительных целиков по простиранию строим вертикальный разрез по простиранию и наносим на него угловые точки охраняемой площади. Из этих точек проводим линии в наносах под углом сдвижения $\varphi=60°$ и продолжаем их в коренных породах под углом сдвижения $\delta=80°$ (п. 7.1) до горизонта, расположенного от контакта коренных пород с наносами

на расстоянии по вертикали, равном $H_г$, и далее — под углом 90° до пересечения с проекцией нижней границы целика (п. 8.6). Значения $H_г$, вычисленные по формуле (8.1), показаны на рис. 9.2.

Верхними границами предохранительных целиков в пластах m_2 и l_7 являются линии выходов этих пластов под наносы, а в пласте l_5 — линия *е, а, б, в*.

Полученные угловые точки предохранительных целиков на вертикальных разрезах вкрест простирания и по простиранию переносим на план. Получаем контуры предохранительных целиков в пластах:

пл. m_2 — $ж_3 м_3 г_3 д_3 п_3 з_3$; пл. l_7 — $в_2 т_2 г_2 д_2 п_2 к_2 и_2 б_2$;

пл. $l_5 = в_1 с_1 у_1 т_1 г_1 п_1 е_1 а_1 б_1$.

В пластах l_7 и l_5, пересеченных вентиляционным стволом, границы предохранительных целиков отстоят от ствола на расстоянии более 60 м и удовлетворяют требованию п. 8.16.

Подсчитываем запасы угля в предохранительных целиках.

Пример 3

Построение предохранительного целика для охраны железной дороги МПС общего пользования (рис. 9.3)

В Кузнецком угольном бассейне на территории одной из шахт проходит двухколейная железная дорога общего пользования со стыковыми путями. Скорость движения поездов 80 км/ч, грузооборот — 3,5 млн. т/км—км/год.

Под железной дорогой залегает пласт *2* на глубине 70—230 м и пласт *3* — на глубине 130—290 м. Мощность пласта *2* — 1,6 м, пласта *3* — 2, 1м.

Угол падения пластов $\alpha = 30°$. На плане показаны изогипсы почвы пластов. Мощность наносов $h = 10$ м, они представлены суглинками нормальной влажности.

Выбор мер охраны железной дороги. Согласно табл. 51 железная дорога относится ко II категории охраны, коэффициент безопасности для нее $K_б = 150$. Безопасная глубина разработки по формуле (3.3) составит:

по пласту *2*

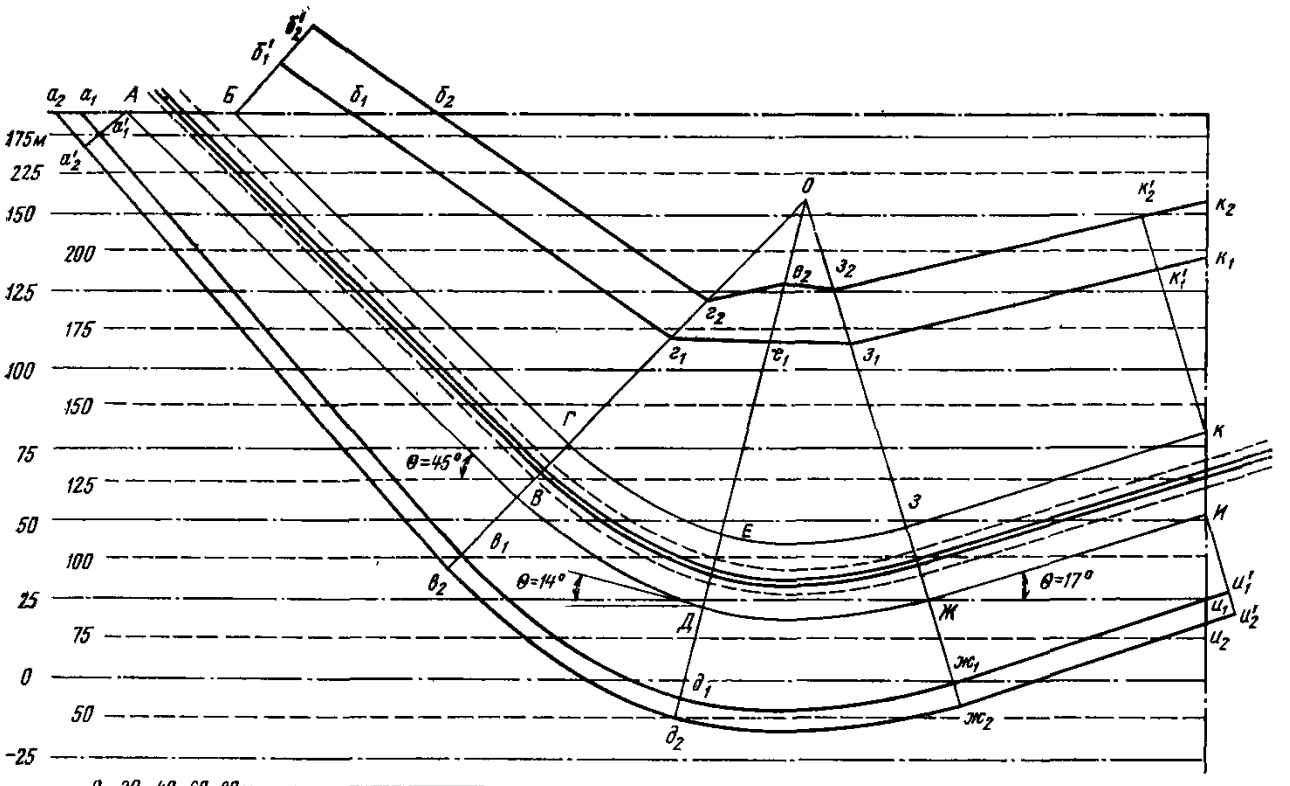
$$H_б = 150 \cdot 1{,}6 = 240 \text{ м};$$

по пласту *3*

$$H_б = 150 \cdot 2{,}1 = 315 \text{ м}.$$

Для обоих пластов безопасная глубина больше глубины их залегания под железной дорогой в границах шахтного поля. Для охраны железной дороги по ряду технико-экономических соображений целесообразно оставить предохранительные целики по обоим пластам.

Построение предохранительных целиков для вытянутого объекта — железной дороги производим по способу перпендикуляров.



Пласт	Контур целика	Площадь целика, тыс. м²	Производительность пласта, т/м²	Запасы угля в целике, тыс. т
2	$а_1 б_1 г_1 е_1 з_1 к_1 и_1 ж_1 д_1 в_1$	114,1	2,08	237,3
3	$а_2 б_2 г_2 е_2 з_2 к_2 и_2 ж_2 д_2 в_2$	135,0	2,73	368,5

Рис. 9.3. Построение предохранительного целика для охраны железной дороги общего пользования:

—— —— — изогипсы пласта 2; —·—·— изогипсы пласта 3; — — — контур насыпи; —·—·— техническая граница шахты

1. Определяем ширину бермы. Согласно табл. 8.1 для транспортных сооружений II категории охраны она принимается равной 15 м. Берму откладываем от нижних границ насыпи в обе стороны по нормали к ней.

На контуре охраняемой площади отметим характерные точки. *Найдем центр криволинейной части железнодорожного полотна* (точка *О*), а затем точки начала (*В* и *Г*), середины (*Д* и *Е*) и конца криволинейной части (*З* и *Ж*). Эти точки принимаем в качестве характерных. На прямолинейных частях контура охраняемой площади за характерные, кроме точек *В*, *Г*, *Ж* и *З*, принимаем точки конца (*А* и *Б*, *И* и *К*) этих частей. Таким образом, границей охраняемой площади на поверхности будет контур *АБГЕЗКИЖДВ*.

2. Определяем углы сдвижения. Согласно п. 7.10 они составят

$$\delta=\gamma=80°,\quad \beta=82°-30°=52°,\quad \varphi=55°.$$

3. Определяем углы θ на плане (см. рис. 9.3). Для прямолинейных частей угол θ определится как острый угол между границей охраняемой площади и направлением простирания пласта, для криволинейной части — как острый угол между касательной, проведенной к кривой в средних характерных точках *Е* и *Д*, и линией простирания пласта. Найденные значения θ приведены в табл. 9.4.

4. Определим значения котангенса угла β' при диагональном расположении охраняемого объекта относительно направления простирания пласта по формуле (8.3)

$$\operatorname{ctg}\beta' = \sqrt{\operatorname{ctg}^2\beta\cos^2\theta + \operatorname{ctg}^2\delta\sin^2\theta}\,.$$

Так как $\gamma=\delta$, то $\gamma'=\gamma$ и значение $\operatorname{ctg}\gamma'=\operatorname{ctg}80°=0{,}176$ для всех характерных точек.

Вычисленные значения $\operatorname{ctg}\beta'$ для соответствующих характерных точек, а также значения $\operatorname{ctg}\gamma'$ приведены в табл. 9.4.

5. Вычисляем значения *Н* в характерных точках по разности абсолютных отметок земной поверхности и изогипс пластов. Из полученных значений *Н* вычитаем мощность наносов *h* и полученные разности вносим в табл. 9.4.

6. Вычисляем длины перпендикуляров *q* и *l* согласно п. 8.9 по формулам (8.5):

$$q = h\operatorname{ctg}\varphi + \frac{(H-h)\operatorname{ctg}\beta'}{1+\operatorname{ctg}\beta'\cos\theta\operatorname{tg}\alpha};$$

$$l = h\operatorname{ctg}\varphi + \frac{(H-h)\operatorname{ctg}\gamma'}{1-\operatorname{ctg}\gamma'\cos\theta\operatorname{tg}\alpha}\,.$$

Полученные значения *q* и *l* вносим в табл. 9.4.

Восставляем в характерных точках охраняемой площади перпендикуляры к ее границам и откладываем на них соответственно отрезки *q* и *l* из табл. 9.4. Соединив последовательно концы отрезков, получим границы предохранительных целиков в плане:

по пласту 2 — $а_1б_1г_1е_1з_1к_1и_1ж_1д_1в_1$;

по пласту 3 — $а_2б_2г_2е_2з_2к_2и_2ж_2д_2в_2$.

Производим подсчет запасов в предохранительных целиках.

Пример 4

Построение предохранительных целиков в трех пластах для охраны двух глубоких вертикальных шахтных стволов с копрами и зданиями подъемных машин (рис. 9.4)

Вертикальные стволы одной из шахт в Центральном районе Донецкого бассейна пройдены в толще, которая ранее была подработана вышележащими пластами до глубины 700 м. Стволы закреплены жесткой крепью из монолитного бетона и оборудованы постоянным подъемом. Глубина стволов с зумпфами H_c=1000 м. Стволы расположены один относительно другого по направлению простирания пластов.

Таблица 9.4

Значения q и l, м

Характерные точки	θ, градус	ctg β'	ctg γ'	$H-h$, м		q, м		l, м	
				пл. 2	пл. 3	пл. 2	пл. 3	пл. 2	пл. 3
Б	45	0,566		67	128	38	66		
Г	45	0,566		170	232	85	114		
Е	14	0,759		198	259	111	144		
З	17	0,749		195	257	110	143		
К	17	0,749		166	227	95	127		
А	45		0,176	67	128			20	31
В	45		0,176	194	255			43	55
Д	14		0,176	229	291			52	64
Ж	17		0,176	228	289			51	63
И	17		0,176	201	262			46	58

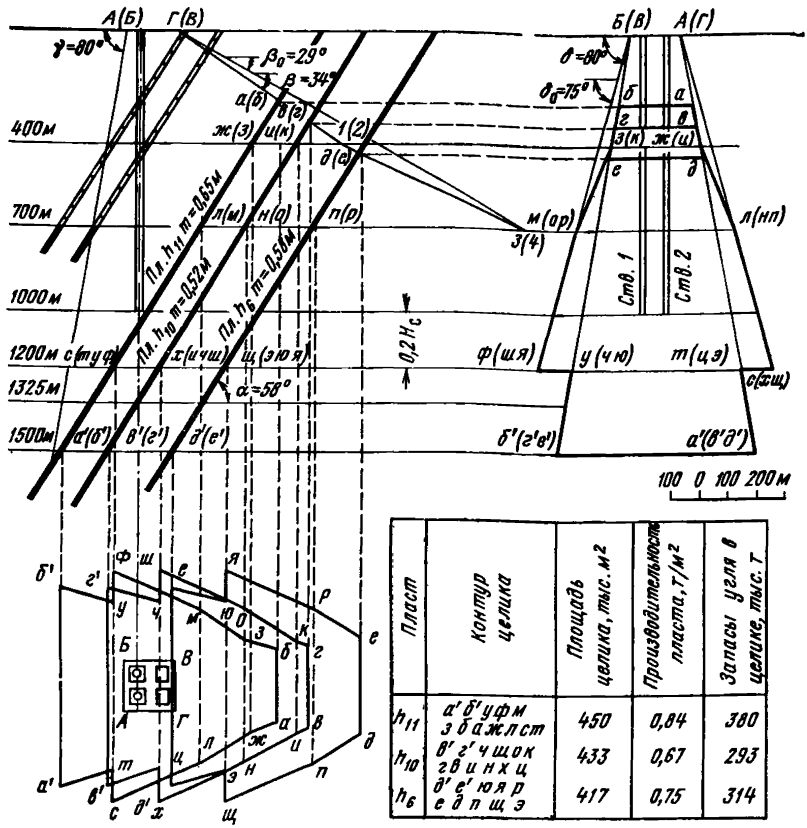
Под стволами залегают пласты h_{11}, h_{10} и h_6. Угол падения пластов α=58°. Марки угля Д и Г.

Вынимаемая мощность пластов и глубина их залегания на продолжении осей стволов приведены в табл. 9.5.

Таблица 9.5

Мощность и глубина залегания пластов под стволами, м

Пласт	Вынимаемая мощность	Глубина залегания пластов в точках пересечения с осями стволов
h_{11}	0,65	1070
h_{10}	0,52	1340
h_6	0,58	1720



Пласт	Контур целика	Площадь целика, тыс. м²	Производительность пласта, т/м²	Запасы угля в целике, тыс. т
h_{11}	а′ б′ у ф м з б а ж л с т	450	0,84	380
h_{10}	в′ г′ ч щ о к г в и н х ц	433	0,67	293
h_6	д′ е′ ю я р е о п щ э	417	0,75	314

Рис. 9.4. Построение предохранительных целиков в трех пластах для охраны двух глубоких вертикальных шахтных стволов с копрами и зданиями подъемных машин

Проектная глубина разработки 1500 м. Стволы углубляться не будут. Наносы представлены суглинками нормальной влажности. Мощность наносов h не превышает 5 м.

Согласно п. 5.5 вертикальные шахтные стволы вместе с копрами и зданиями подъемных машин охраняются предохранительными целиками без учета безопасных глубин. Построение предохранительных целиков производим в соответствии с разделом 8 настоящих Правил.

Для построения границ охраняемой площади на плане от охраняемых объектов откладываем отрезки, равные ширине бермы, которая согласно п. 8.2 для вертикальных шахтных стволов и зданий подъемных машин принимается равной 20 м. Через концы этих отрезков проводим линии, параллельные сторонам охраняемых объектов. Получаем общий контур охраняемой площади *АБВГ*.

Для построения предохранительных целиков в соответствии с п. 8.16 и 8.17 используются углы сдвижения и граничные углы, значения которых согласно п. 7.1 и 7.2 составляют:

$$\delta=\gamma=80°;\ \beta=80°-0{,}8\alpha=80°-0{,}8\cdot 58°=34°;$$

$$\delta_0=\gamma_0=75°;\ \beta_0=75°-0{,}8\alpha=75°-46°=29°.$$

Наносы не учитываются, так как их мощность менее 5 м.

Согласно п. 8.16 и 8.17 от поверхности до глубины H_0, а также ниже глубины $1{,}2H_c$ целики строим по углам сдвижения, с глубины H_2 ($\alpha>45°$) до глубины $1{,}2H_c$ — по граничным углам. В интервале глубин H_0—H_2 границы предохранительных целиков определяются линиями, соединяющими границы целиков на глубинах H_0 и H_2. Согласно п. 7.7 и 7.8 $H_0=400$ м, $H_2=700$ м.

Определим границы предохранительных целиков на разрезе вкрест простирания.

Из точки *А(Б)* проводим линию в сторону падения пластов под углом сдвижения $\gamma=80°$. Эта линия пересекает пласты h_{11}, h_{10} и h_6 ниже проектной глубины разработки, равной 1500 м. Поэтому границей предохранительных целиков со стороны падения по всем этим пластам будет являться проектная глубина разработки.

Из точки *Г(В)* в сторону восстания пластов проводим линию под углом сдвижения $\beta=34°$ до пересечения с горизонтом 400 м — точка *1(2)* и вторую линию под граничным углом $\beta_0=29°$ до пересечения с горизонтом 700 м — точка *3(4)*. Соединяем точки *1(2)* и *3(4)*; на пересечении ломаной линии *Г(В)—1(2)—3(4)* с почвами угольных пластов находятся верхние границы целиков. Ими являются точка *а(б)* в пласте h_{11}, точки *в(г)*, *д(е)* соответственно в пластах h_{10} и h_6.

На разрез по простиранию наносим с плана границы охраняемой площади — точки *Б(В)* и *А(Г)* и с разреза вкрест простирания — верхние и нижние границы целиков по пластам.

Из точек *Б(В)* и *А(Г)* проводим линии под углом сдвижения $\delta=80°$ до проектной глубины разработки. Находим точки пересечения этих линий с перенесенными с разреза вкрест простирания линиями:

1) проекцией верхних границ целиков — получаем верхние границы целиков: *ба* — по пласту h_{11} и *гв* — по пласту h_{10};

2) горизонта $H_0=400$ м — получаем точки *з(к)* и *ж(и)*;

3) горизонта $1{,}2H_c=1200$ м — получаем точки *у(ч, ю)* и *т(ц,э)*;

4) проектной глубины разработки 1500 м — получаем точки *б′(г′, е′)* и *а′(в′, д′)*.

Из тех же точек *Б(В)* и *А(Г)* проводим линии под граничным углом $\delta_0=75°$ до горизонта $1{,}2H_c=1200$ м — получаем точки *ф(ш, я)* и *с(х, щ)*; на пересечении этих линий с горизонтом $H_2=700$ м получаем точки *м(о, р)* и *л(н, п)*.

Соединяем точку *з(к)* с точкой *м(о, р)* и точку *ж(и)* с точкой *л(н, п)* прямыми линиями. На пересечении этих прямых с линией проекции точки *д(е)* найдем *ед* — верхнюю границу целика по пласту h_6 на разрезе по простиранию.

Контур предохранительного целика по пласту h_6 на разрезе по простиранию (с учетом всех изломов на горизонтах 700 и 1200 м) будет: *едпщэд′е′юяр*. Соответственно определятся контуры целиков по пластам h_{11} и h_{10} с учетом изломов на горизонтах 400, 700 и 1200 м:

по пласту h_{11} — *бажбста'б'уфмз*,
по пласту h_{10} — *гвинхцв'г'чшок*.

Переносим соответствующие точки с разрезов вкрест простирания и по простиранию на план и получаем контуры предохранительных целиков в плане.

Подсчитываем запасы угля в целиках.

В соответствии с п. 7.8 допускается отработка предохранительных целиков по пластам, расположенным по вертикали от зумпфа ствола, закрепленного жесткой крепью на расстоянии не менее $500m$, где m — вынимаемая мощность пласта. Например, для пласта h_{11} глубина отработки целика составит

$$H_c + 500m = 1000 + 500 \cdot 0{,}65 = 1325 \text{ м}.$$

Отработку целика можно вести по специальному проекту, составленному с участием специализированной организации.

Пример 5.
Построение предохранительного целика для охраны наклонного шахтного ствола (рис. 9.5)

Охраняемый объект расположен на одной из шахт Воркутинского месторождения Печорского бассейна.

Охраняемый объект включает:

1) наклонный шахтный ствол, пройденный по пласту Тройному с поверхности до горизонта 100 м. Ствол закреплен бетоном;

2) надшахтное здание, каркасное длиной 20 м, высота колонн 8 м;

3) здание подъемной машины, бескаркасное, кирпичное. Длина 28 м, высота 7 м;

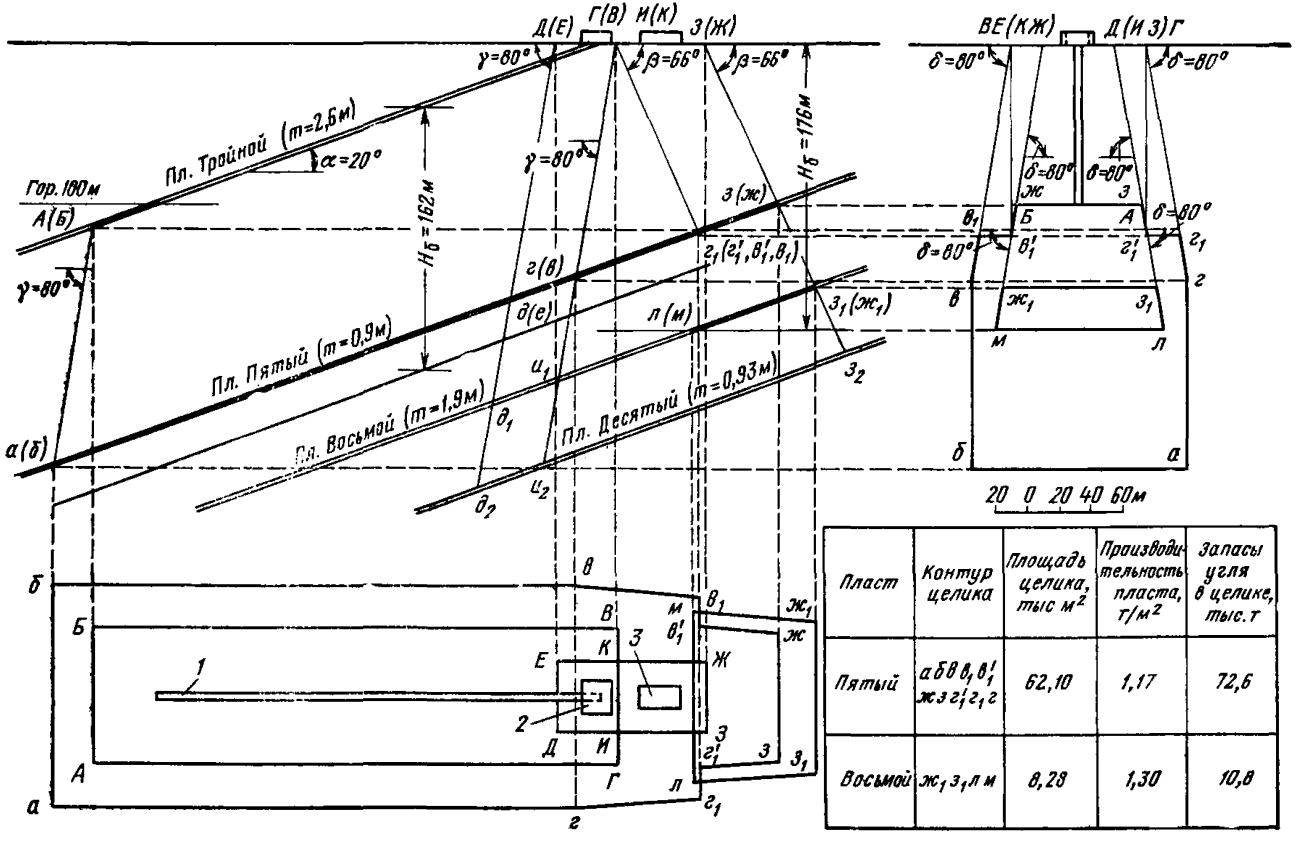
4) шахтную подъемную машину с барабаном диаметром 4,5 м.

Ниже пласта Тройного на расстояниях 139, 198 и 249 м от него по вертикали залегают соответственно пласты: Пятый мощностью 0,9 м, Восьмой—1,0 м и Десятый—0,93 м. Угол падения свиты пластов $\alpha = 20°$, плотность угля 1,3 т/м^3. Расчетная прочность пород на сжатие на контуре охраняемой выработки составляет $R^{р}_{с} = 49$ МПа, колебания которой по контуру составляют не более 20%. Мощность наносов 3—4 м, разрывные тектонические нарушения отсутствуют. Грунты — многолетнемерзлые. Состояние зданий удовлетворительное.

Выбор мер охраны. Согласно п. 5.7 наклонный шахтный ствол, надшахтное здание, здание подъемной машины и подъемная машина охраняются в соответствии с установленными для каждого из этих объектов нормами. Границы охраняемой площади определяются отдельно для наклонного ствола и для охраняемых зданий.

Согласно п. 8.24 в охраняемую площадь для наклонного ствола включаются наклонный ствол, околоствольные (опорные) целики, оставляемые по пласту, по которому пройден ствол, и берма шириной 10 м, откладываемая от устья ствола в сторону восстания пласта. Размеры опорных целиков принимаются по «Указаниям по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР» (Л., изд. ВНИМИ, 1978, раздел 4). Согласно табл. 10 этих Указаний при глубине разработки до 200 м и $R^{р}_{с} = 49$ МПа при изменении $R^{р}_{с}$ не более 20% ширину опорного целика принимаем равной 40 м.

На плане (см. рис. 9.5) от устья ствола откладываем в сторону восстания пласта берму шириной 10 м. От нижней границы наклон-



Пласт	Контур целика	Площадь целика, тыс м²	Производительность пласта, т/м²	Запасы угля в целике, тыс. т
Пятый	а б В в, в'1 ж з г'1 г1 г	62,10	1,17	72,6
Восьмой	ж1 з1 л м	8,28	1,30	10,8

ного ствола откладываем в сторону падения пласта горизонтальную проекцию опорного целика, в данном примере равную $40 \cos 20° = 38$ м. По простиранию откладываем от ствола ширину опорного целика 40 м и получаем контур охраняемой площади для наклонного ствола *АБВГ*.

Согласно п. 8.1 границы охраняемой площади для зданий и сооружений включают охраняемый объект и берму вокруг него. Согласно п. 8.2 (см. табл. 8.1) для определения ширины бермы необходимо определить допустимые деформации для охраняемого объекта.

По формуле $[\varepsilon_д]=[\varepsilon_д]_н n_1 N_1$ определим допустимые горизонтальные деформации для охраняемых зданий.

Нормативные допустимые горизонтальные деформации $[\varepsilon_д]_н$ для промышленных каркасных зданий (надшахтное здание) определяем по формуле (4.6) п. 4.10

$$[\varepsilon_д]_н = \frac{[C_д]}{m_\varepsilon l_4},$$

а для промышленных бескаркасных зданий (здание подъемной машины) согласно п. 4.12 определяем по формуле (4.4) п. 4.6

$$[\varepsilon_д]_н = \frac{[\Delta l_д]_н}{1{,}2 m_\varepsilon l}.$$

Надшахтное здание и здание подъемной машины согласно п. 4.8 относятся ко второму разряду. Величину $[C_д]$ находим по табл. 4.7, а $[\Delta l_д]_н$ — по табл. 4.9. Для каркасного здания (надшахтное здание) второго разряда $[C_д]=40$ мм, а для бескаркасного (здание подъемной машины) — $[\Delta l_д]_н=120$ мм. Коэффициент m находим по табл. 4.5. При длине зданий 28 и 20 м $m_\varepsilon = 0{,}85$. Величину l_4 согласно рис. 4.1,*а* принимаем равной половине длины каркасного здания. Таким образом, для надшахтного здания $l_4=10$ м, а для бескаркасного здания подъемной машины величина l равна длине здания, т. е. 28 м Подставив полученные значения в формулы (4.6) и 4 4), получим:

для надшахтного здания

$$[\varepsilon_д]_н = \frac{40}{0{,}85 \cdot 10 \cdot 10^3} = 4{,}7 \cdot 10^{-3};$$

для здания подъемной машины

$$[\varepsilon_д]_н = \frac{120}{1{,}2 \cdot 0{,}85 \cdot 28 \cdot 10^3} = 4{,}2 \cdot 10^{-3}.$$

Коэффициент n_1 определяем по табл. 4.2 в зависимости от несущей способности грунтов. Для многолетнемерзлых грунтов $n_1=0{,}8$. При удовлетворительном состоянии зданий принимаем по табл. 4.6 $N_1=1$. Подставив исходные данные в формулу (4.5), получим допустимые горизонтальные деформации:

Рис. 9.5. Построение предохранительного целика для охраны наклонного шахтного ствола:

1 — наклонный ствол; *2* — надшахтное здание; *3* — здание подъемной машины

для надшахтного здания

$$[\varepsilon_д]=4{,}7\cdot10^{-3}\cdot0{,}8\cdot1=3{,}8\cdot10^{-3},$$

для здания подъемной машины

$$[\varepsilon_д]=4{,}2\cdot10^{-3}\cdot0{,}8\cdot1=3{,}4\cdot10^{-3}.$$

Согласно табл. 4.13 допустимый наклон для шахтных подъемных машин наклонных стволов с барабаном диаметром менее 5 м составляет $[i_д]=6\cdot10^{-3}$.

В соответствии с п. 8.2 по допустимым деформациям из табл. 8.1 определяем ширину бермы, которая для надшахтного здания, здания подъемной машины и подъемной машины равна 15 м.

Откладываем на плане (см. рис. 9.5) от охраняемых зданий берму шириной 15 м. Спрямляем для простоты построения границы охраняемой площади и получаем общий контур охраняемой площади для зданий *ДЕЖЗ* (см. п. 8.3).

Согласно п. 5.7 наклонный шахтный ствол охраняется предохранительным целиком до безопасной глубины разработки, откладываемой по вертикали от охраняемого объекта. Безопасная глубина определяется по формуле (3.3) $H_б=K_б m$.

Согласно табл. 7.27 для первично подрабатываемого наклонного ствола при угле падения $\alpha=20°$ и бетонной крепи $K_б=180$. Тогда безопасные глубины подработки ствола составят:

пластом Пятым — $H_б=180\cdot0{,}9$ м$=162$ м,

пластом Восьмым — $H_б=180\cdot1$ м$=180$ м,

пластом Десятым — $H_б=180\cdot0{,}93=167$ м.

Фактические расстояния по вертикали от наклонного ствола до рассматриваемых пластов свиты составляют: до пласта Пятого 139 м, до пласта Восьмого 198 м, до пласта Десятого 249 м.

Так как фактическое расстояние от наклонного ствола до пласта Пятого меньше безопасной глубины, то по нему необходимо оставить предохранительный целик. Необходимости оставления предохранительного целика для охраны наклонного ствола по пласту Восьмому нет, так как фактическое расстояние от наклонного ствола до пласта Десятого больше безопасной глубины подработки этим пластом. Вопрос о подработке ствола пластом Десятым или о необходимости оставления по нему предохранительного целика, согласно п. 5.7 необходимо решать в соответствии с п. 3.3 и 3.4 с привлечением специализированной организации.

Построение предохранительных целиков производим способом вертикальных разрезов в соответствии с п. 8.6.

Предохранительный целик для охраны наклонного шахтного ствола строим от границы охраняемой площади по углам сдвижения (см. п. 8.24). Значения углов сдвижения принимаем в соответствии с п. 7.47 равными

$$\delta=\gamma=80° \text{ и } \beta=80°-0{,}7\alpha=80°-0{,}7\cdot20°=66°.$$

Строим вертикальный разрез вкрест простирания пласта и проектируем на него угловые точки охраняемой площади ствола. Получаем точки $А(Б)$ и $Г(В)$. Из точки $А(Б)$ проводим линию под углом сдвижения $\gamma=80°$ и из точки $Г(В)$ — линии под углом сдвижения $\beta=66°$ и под углом сдвижения $\gamma=80°$ до пересечения с почвой пласта Пятого. Получаем точки $а(б)$, $г(в)$ и $г_1(в_1)$. Наносы согласно п. 2.2 не учитываются, так как их мощность менее 5 м.

Строим вертикальный разрез по простиранию и переносим на него с плана и с вертикального разреза вкрест простирания угловые точки охраняемой площади. Получаем точки *А* и *Б* (в толще), *В* и *Г* (на земной поверхности). Из этих точек проводим линии под углами сдвижения $\delta=80°$ до пересечения с горизонтальными линиями, проходящими соответственно через точки *а(б)*, *г(в)* и $г_1(в_1)$ на разрезе вкрест простирания, и получаем на разрезе по простиранию контур предохранительного целика под наклонный ствол по пласту Пятому $абвв_1г_1г$.

Проектируя на план точки контура предохранительного целика с вертикальных разрезов, получаем границы предохранительного целика под наклонный ствол по пласту Пятому — $абвв_1г_1г$.

Согласно п. 8.1 и 8.4 границы предохранительных целиков для зданий и сооружений строятся относительно границ охраняемой площади по углам сдвижения.

Проектируем границы охраняемой площади под здания *ДЕЖЗ* с плана на вертикальные разрезы. Получаем на разрезе вкрест простирания точки *Д(Е)* и *З(Ж)*, а на разрезе по простиранию — точки *Е(Ж)* и *Д(З)*.

На разрезе вкрест простирания из точки *Д(Е)* проводим линию под углом сдвижения $\gamma=80°$ до пересечения с почвами пластов Пятого, Восьмого и Десятого и получаем соответственно точки *д(е)*, $д_1$ и $д_2$. Из точки *З(Ж)* на разрезе вкрест простирания проводим линию под углом сдвижения $\beta=66°$ до пересечения с почвами пластов и получаем точки *з(ж)*, $з_1(ж_1)$ и $з_2$.

Для определения необходимости оставления предохранительных целиков в пластах свиты под надшахтное здание, здание подъемной машины и подъемную машину (см. п. 3.3 и 8.4) подсчитываем по формулам (3.1) и (3.2) безопасные глубины подработки этих объектов.

Безопасные глубины подработки пластом Пятым составят:

для надшахтного здания

$$H_б = K_ε \frac{m}{[ε_д]} = 0{,}6 \frac{0{,}9}{3{,}8 \cdot 10^{-3}} = 142 \text{ м},$$

для здания подъемной машины

$$H_б = K_ε \frac{m}{[ε_д]} = 0{,}6 \frac{0{,}9}{3{,}4 \cdot 10^{-3}} = 159 \text{ м},$$

для подъемной машины

$$H_б = K_l \frac{m}{[i_д]} = 1 \frac{0{,}9}{6 \cdot 10^{-3}} = 150 \text{ м}.$$

Коэффициенты $K_ε$ и K_l приняты по табл. 7.26 при $\alpha = 20°$, $K_ε = 0{,}6$ и $K_l = 1$.

На участке $з(ж)—г_1(в_1)$ на разрезе вкрест простирания пласт Пятый залегает на глубине от 98 до 118 м, т. е. меньше безопасной. Поэтому на этом участке необходимо оставить предохранительный целик под здания. Для определения его размеров на разрез по простиранию переносим границы охраняемой площади под здания *Е(Ж)* и *Д(З)* и через них проводим линии под углом $\delta=80°$ до пересечения с горизонтальными линиями, проходящими через точки

$з(ж)$ и $г_1(в_1)$. Получаем соответственно точки $ж$, $з$ и $в'_1$, $г'_1$. Контур $жвг'_1в'_1$ будет являться контуром дополнительного целика по пласту Пятому на разрезе по простиранию. Весь целик для охраны наклонного ствола и зданий определится контуром $бвв_1в'_1жзг'_1г_1га$.

Проектируя на план соответственные точки контура предохранительного целика с вертикальных разрезов, получаем границы общего предохранительного целика по пласту Пятому для охраны наклонного ствола, надшахтного здания, здания подъемной машины и подъемной машины $абвв_1в'_1жзг'_1г_1г$.

Безопасные глубины подработки пластом Восьмым составят:

для надшахтного здания

$$H_б = K_ε \frac{m}{[ε_д]} = 0{,}6 \frac{1}{3{,}8 \cdot 10^{-3}} = 158 \text{ м},$$

для здания подъемной машины

$$H_б = K_ε \frac{m}{[ε_д]} = 0{,}6 \frac{1}{3{,}4 \cdot 10^{-3}} = 176 \text{ м},$$

для подъемной машины

$$H_б = K_i \frac{m}{[i_д]} = 1{,}0 \frac{1}{6 \cdot 10^{-3}} = 167 \text{ м}.$$

Так как безопасная глубина подработки пластом Восьмым для здания подъемной машины больше, чем для надшахтного здания, то в данном случае целесообразно выделить охраняемую площадь под здание подъемной машины и произвести построение предохранительного целика отдельно.

На плане (см. рис. 9.5) от здания подъемной машины в сторону падения откладываем ширину бермы, равную 15 м, и строим границы охраняемой площади для здания подъемной машины (в нашем примере линия $ИК$ случайно совпала с линией $ВГ$). Получаем контур охраняемой площади $ЖЗИК$. Проектируем эти границы на разрез вкрест простирания.

На вертикальном разрезе вкрест простирания из точки $И(К)$, совпадающей с точкой $Г(В)$, продолжаем далее линию под углом сдвижения $γ=80°$ до пересечения с почвами пластов Восьмого и Десятого и получаем соответственно точки $и_1$ и $и_2$.

Расстояния по вертикали от земной поверхности до точек $з_1(ж_1)$ и $и_1$ соответственно составляют 150 и 208 м. Поэтому для здания подъемной машины верхней границей предохранительного целика по пласту Восьмому будет точка $з_1(ж_1)$, а нижней границей — горизонт безопасной глубины подработки здания подъемной машины пластом Восьмым, т. е. точка $л(м)$. Для надшахтного здания безопасная глубина составляет 158 м, поэтому в оставлении предохранительного целика под ним по пласту Восьмому нет необходимости.

На вертикальном разрезе по простиранию из точек $Е(К, Ж)$ и $Д(И, З)$ проводим линии под углом сдвижения $δ=80°$ до пересечения с горизонтальными линиями, проходящими через точки $з_1(ж_1)$ и $л(м)$ на разрезе вкрест простирания. Получим границы целика на разрезе по простиранию $ж_1з_1лм$. Глубину $H_г$ (п. 8.6) ввиду незначительного сокращения целика по простиранию в данном случае не учитываем.

Проектируем на план соответственные точки контура предохранительного целика с вертикальных разрезов. Получим границы предохранительного целика под охраняемое здание по пласту Восьмому $ж_1з_1лм$.

Безопасные глубины подработки пластом Десятым составят:

для надшахтного здания

$$H_б = K_ε \frac{m}{[ε_д]} = 0{,}6 \frac{0{,}93}{3{,}8 \cdot 10^{-3}} = 147 \text{ м},$$

для здания подъемной машины

$$H_б = K_ε \frac{m}{[ε_д]} = 0{,}6 \frac{0{,}93}{3{,}4 \cdot 10^{-3}} = 164 \text{ м},$$

для подъемной машины

$$H_б = K_i \frac{m}{[i_д]} = 1{,}0 \frac{0{,}93}{6 \cdot 10^{-3}} = 155 \text{ м}.$$

Вертикальное расстояние от земной поверхности до точки $з_2$ по пласту Десятому составляет 193 м, что больше безопасной глубины подработки здания подъемной машины, равной 164 м. Поэтому в оставлении предохранительного целика под здание подъемной машины по пласту Десятому нет необходимости.

Нет необходимости оставления предохранительного целика и для охраны надшахтного здания по этому пласту. Однако, как и для наклонного ствола, после подработки надшахтного здания пластом Восьмым вопрос о подработке надшахтного здания пластом Десятым необходимо решать в соответствии с п. 3.4.

Производим подсчет запасов в предохранительных целиках.

Пример 6

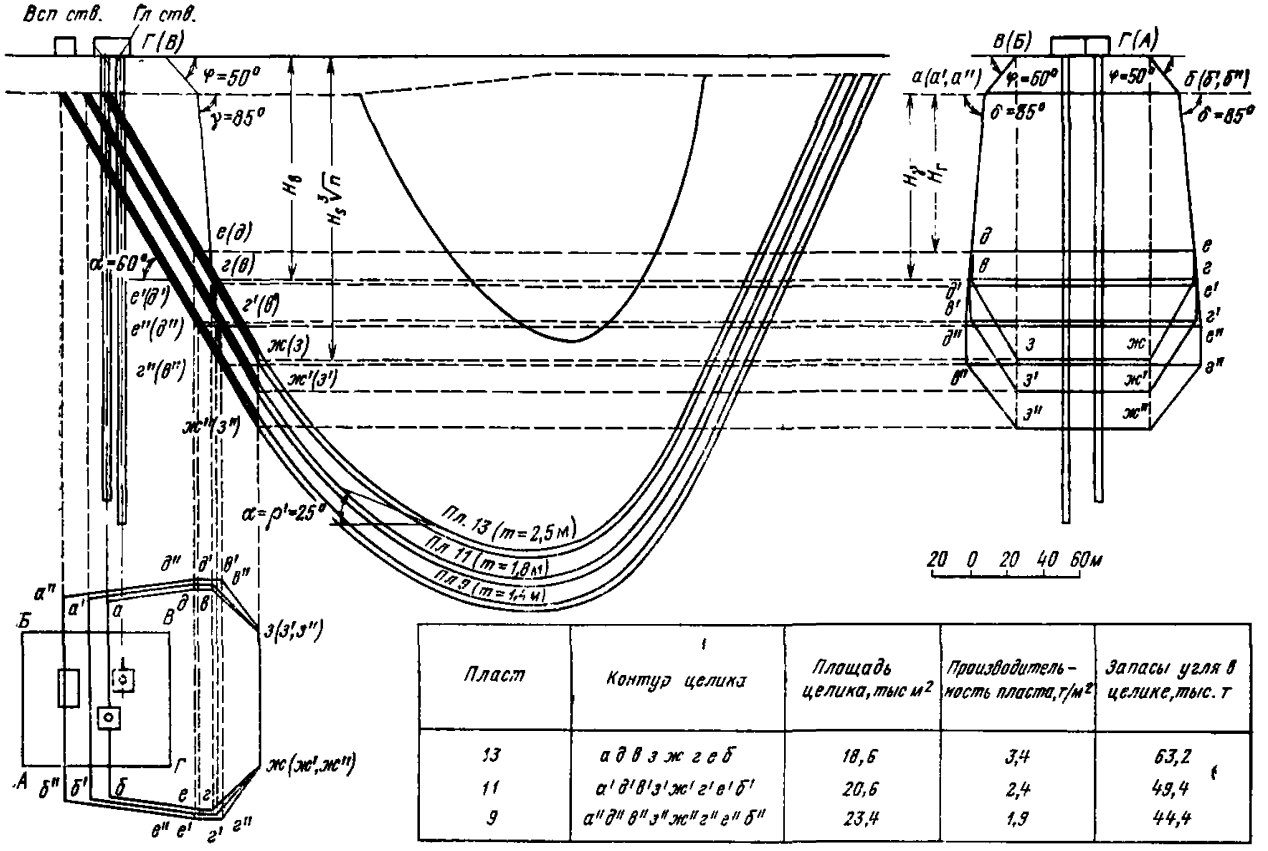
Построение целиков-упоров в свите пластов для охраны сооружений, расположенных над крылом синклинальной складки (рис. 9.6)

Охране подлежит промплощадка шахты «Комсомолец» в Кизеловском бассейне. Под промплощадкой залегают в виде синклинальной складки угольные пласты *9*, *11* и *13* мощностью соответственно 1,4, 1,8 и 2,5 м. Угол падения пластов у выхода под наносы 60°. Наибольшая глубина залегания пластов по оси складки 300 м.

Покрывающая толща пород представлена песчаниками, аргиллитами и известняками. Мощность наносов под промплощадкой 20 м.

На промплощадке размещены два вертикальных ствола глубиной 235 и 250 м и другие сооружения. Граница охраняемой площади промплощадки *АБВГ*.

Построение предохранительных целиков под промплощадкой (шахтными стволами) в соответствии с п. 7.41 производим по углам сдвижения. Верхними границами предохранительных целиков являются линии выходов пластов под наносы. Для построения нижних



Пласт	Контур целика	Площадь целика, тыс м²	Производительность пласта, т/м²	Запасы угля в целике, тыс. т
13	а д в з ж г е б	18,6	3,4	63,2
11	а' д' в' з' ж' г' е' б'	20,6	2,4	49,4
9	а'' д'' в'' з'' ж'' г'' е'' б''	23,4	1,9	44,4

Рис. 9.6. Построение целиков-упоров в свите пластов для охраны сооружений, расположенных над крылом синклинальной складки

границ целиков и их границ по простиранию определяем углы сдвижения γ, δ и φ. Согласно п. 7.32 γ=δ=85°; φ=50°.

Строим вертикальный разрез вкрест простирания и проектируем на него угловые точки охраняемой площади. Из точки *Г(В)* проводим линию в наносах под углом сдвижения φ=50° и продолжаем ее в коренных породах под углом сдвижения γ=85° до пересечения с почвой угольных пластов. Получаем точки *г(в)*, *г′(в′)* и *г″(в″)* — нижние границы предохранительных целиков.

На разрезе по простиранию границы предохранительных целиков определяем следующим образом. С плана и вертикального разреза вкрест простирания переносим на разрез по простиранию угловые точки охраняемой площади, верхние и нижние границы целиков. Затем через границы охраняемой площади — точки *В(Б)* и *Г(А)* под углом сдвижения φ=50° проводим линии в наносах и продолжаем эти линии в коренных породах под углом сдвижения δ=85° до горизонта $H_г$ (см. п. 8.6).

Величину $H_г$ определяем по формуле (8.1)

$$H_г = A_г H_\gamma,$$

где $A_г$ — коэффициент, определяемый по табл. 8.2 в зависимости от угла падения пласта и величины угла сдвижения γ; H_γ — расстояние по вертикали от контакта коренных пород с наносами до проекции нижней границы целика. Для пласта *13* $H_\gamma = 100$ м.

При определении $A_г$ угол падения пласта принимаем как среднее между углом падения на выходе пласта под наносы и углом падения у нижней границы целика, получаем $\alpha_{ср}$=60°. При γ=85° по табл. 8.2 находим $A_г$=0,85. Тогда $H_г$=0,85·100=85 м.

Получаем на горизонте $H_г$ по пласту *13* точки *д* и *е*. Ниже горизонта $H_г$ продолжаем линии под углом 90° (вертикально) до пересечения с проекцией нижней границы целика. Получаем по пласту *13* точки *в* и *г*. Таким образом, граница предохранительного целика на разрезе по простиранию в пласте *13* определится контуром *абегвд*.

Для пласта *11* при $H_\gamma = 124$ м $H_г = 0{,}85 \cdot 124 = 105$ м, для пласта *9* при $H_\gamma = 147$ м $H_г = 0{,}85 \cdot 147 = 125$ м. Граница предохранительного целика в пласте *11* определится контуром *а′б′е′г′в′д′*, а в пласте *9* — контуром *а″б″е″г″в″д″*.

Для определения необходимости оставления целиков-упоров у нижних границ предохранительных целиков сопоставляем величину $H_в$ — глубину нижней границы предохранительного целика по верхнему пласту с величиной $H_s \sqrt[3]{n}$. Значение H_s находим по табл. 7.17 в зависимости от угла падения пластов (α=60°), мощности наносов (*h*=20 м) и угла ρ′=25° (при наличии в толще известняков — согласно п. 7.34). Найденное значение H_s=115 м подставляем в выражение $H_s \sqrt[3]{n}$=115 $\sqrt[3]{3}$=166 м.

Величину $H_в$ определяем графически на разрезе или как сумму $H_в = H_\gamma + h = 100 + 20 = 120$ м, $H_в$ меньше 166 м. Согласно п.8.11 в этом случае должны оставляться целики-упоры. Определяем графически глубину $H_ρ$, до почвы пласта *13* в точке, где угол падения

пласта равен принятому значению $\rho'=25°$. Она равна 256 м. Поскольку $H_{\rho'} > H_s \sqrt[3]{n}$, то согласно п. 8.11 по верхнему пласту оставляем целик-упор до глубины 166 м. Получаем точку *ж(з)* на разрезе вкрест простирания. По пластам *11* и *9* нижние границы целиков-упоров найдутся на пересечении почвы пластов с вертикальной линией, проведенной через нижнюю границу целика-упора в верхнем пласте, т. е. через точку *ж(з)*. Получаем точки *ж'(з')* и *ж''(з'')*.

Границы целика-упора по пласту *13* на вертикальном разрезе по простиранию определим следующим образом. Проектируем границы охраняемой площади на горизонт нижней границы целика-упора по пласту *13*. Получаем точки *з* и *ж*. Соединяем эти точки с угловыми точками предохранительного целика, получаем контур общего целика на разрезе по простиранию *абегжзвд*. Аналогичным образом находим границы общих целиков на разрезе по простиранию: по пласту *11* — точки *а'б'е'г'ж'з'в'д'* и по пласту *9* — точки *а''б''е''г''ж''з''в''д''*.

Переносим граничные точки с вертикальных разрезов на план и получаем объединенные контуры предохранительных целиков и целиков-упоров по пластам:

13 — *адвзжгеб*,
11 — *а'д'в'з'ж'г'е'б'*,
9 — *а''д''в''з''ж''г''е''б''*.

Подсчитываем запасы угля в целиках.

Пример 7

Построение предохранительных целиков для охраны здания, расположенного в лежачем боку свиты крутых пластов (рис. 9.7)

На одной из шахт Кузнецкого бассейна со стороны лежачего бока свиты крутых пластов расположено четырехэтажное здание школы. Угол падения пластов 75°.

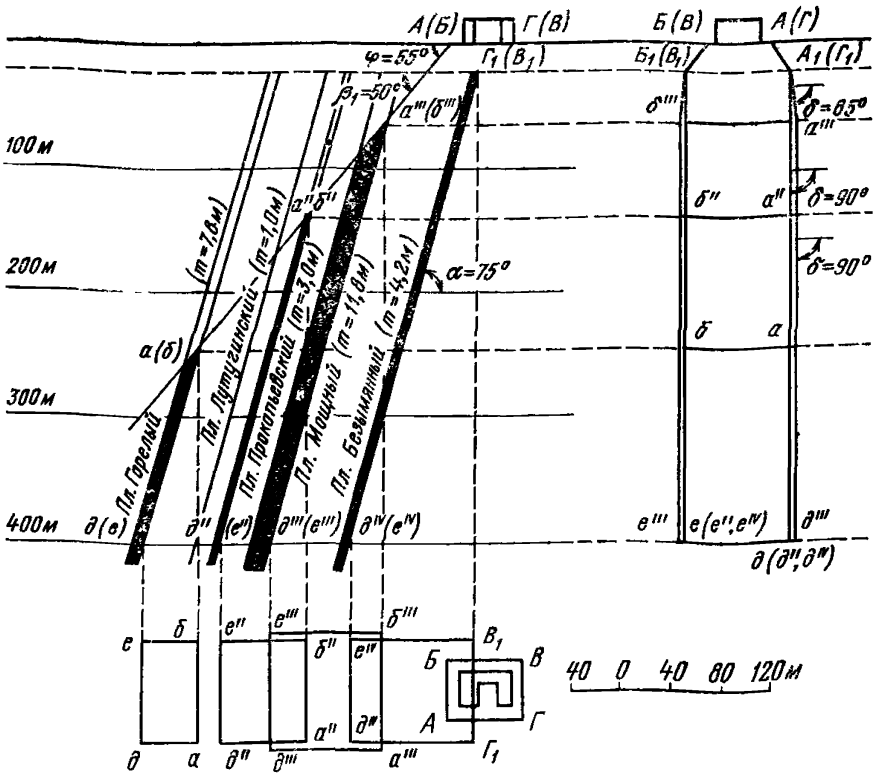
Перечень пластов, их мощности и мощности междупластий приведены в табл. 9.6. Проектная глубина разработки пластов 400 м.

Таблица 9.6

Мощность пластов и междупластий, м

Пласт	Мощность	
	пластов	междупластий
Горелый	7,8	40
Лутугинский	1,0	11
Прокопьевский	3,0	29
Мощный	11,8	70
Безымянный	4,2	

Наносы представлены суглинками нормальной влажности, мощность их 22 м.



Пласт	Контур целика	Площадь целика, тыс. м²	Производительность пласта, т/м²	Запасы в целике, тыс. т
Горелый	а б в д	14,9	10,1	150,4
Прокопьевский	а″ б″ в″ д″	24,4	3,9	95,0
Мощный	а‴ б‴ в‴ д‴	32,6	15,3	498,1
Безымянный	$Г_1$ $д^{IV}$ $в^{IV}$ $В_1$	33,8	5,5	186,2

Рис. 9.7. Построение предохранительных целиков для охраны здания, расположенного в лежачем боку свиты крутых пластов

Основные характеристики здания школы и износ его такие же, как в примере 1. Следовательно, $[\varepsilon_д]=5{,}4\cdot10^{-3}$. По табл. 8.1 определяем ширину бермы — 10 м. Строим на плане границы охраняемой площади — *АБВГ*. По технико-экономическим соображениям здание школы подлежит охране предохранительными целиками.

Построение границ предохранительных целиков. Углы сдвижения в насосах согласно п. 7.10.4 принимаем равными 55°. Углы сдвижения β_1 в коренных породах по табл. 7.6 принимаем равными 50°.

По простиранию границы целика под зданиями и сооружениями, расположенными в лежачем боку разрабатываемых пластов, согласно п. 8.4 определяются по углу $\delta=90°$.

Строим разрез вкрест простирания и проектируем на него с плана границы охраняемой площади точки $А(Б)$ и $Г(В)$. Из точки $А(Б)$ проводим линию в наносах под углом сдвижения $\varphi=55°$ и продолжаем ее в коренных породах под углом сдвижения $\beta_1=50°$ до пересечения с верхним пластом Горелым. На пересечении с почвой пластов получаем точки $а(б)$, $а^{II}(б^{II})$ и $а^{III}(б^{III})$, определяющие верхние границы предохранительных целиков. Однако в пласте Мощном верхняя граница предохранительного целика оказывается расположенной на глубине между 50 и 100 м. Согласно п. 7.10.2 для построения целика в пласте Мощном (вынимаемая мощность пласта более 7 м) угол сдвижения δ уменьшаем на 5° и принимаем его равным 85°.

Нижними границами предохранительных целиков под зданием, расположенным в лежачем боку разрабатываемых пластов, согласно п. 8.4, является горизонт безопасной глубины. Для пласта Горелого, как для верхнего пласта разрабатываемой свиты, безопасная глубина $H_б$ определяется по формуле (3.1)

$$H_б = K_в \frac{m}{[\varepsilon_д]} = 0{,}5 \frac{7{,}8}{5{,}4 \cdot 10^{-3}} = 722 \text{ м}.$$

Коэффициент $K_в$ принят равным 0,5 по табл. 7.9 при $\alpha = 75°$.

Поскольку $H_б$ более проектной глубины разработки (400 м), то в пласте Горелом предохранительный целик оставляем до проектной глубины разработки. Для пласта Мощного $H_б=1090$ м, следовательно, целик также оставляем до проектной глубины разработки. В пласте Лутугинском мощностью 1 м безопасная глубина, рассчитанная по формуле (3.1), составляет 93 м. Поскольку $H_б$ менее глубины расположения верхней границы целика в этом пласте (164 м), то оставления предохранительного целика в пласте Лутугинском не требуется при условии, что во всех нижележащих пластах будут оставлены предохранительные целики под зданием. Вопрос о безопасности отработки предохранительных целиков по двум и более пластам решается согласно п. 3.6 на основании результатов сравнения расчетных деформаций земной поверхности, вычисленных по приложению I, с допустимыми деформациями для охраняемого объекта.

Для определения границ целиков по простиранию строим вертикальный разрез по простиранию и переносим на него угловые точки охраняемой площади — точки $Б(В)$ и $А(Г)$, верхние границы целиков и проектную глубину разработки. Из точек $Б(В)$ и $А(Г)$ проводим линии в наносах под углом сдвижения $\varphi=55°$ до контакта с коренными породами — точки $Б_1(В_1)$ и $А_1(Г_1)$ и продолжаем эти линии в коренных породах под углом сдвижения $\delta=90°$ до проектной глубины разработки. Далее из точек $Б_1(В_1)$ и $А_1(Г_1)$ проводим линии под углом сдвижения $\delta=85°$ до пересечения с верхней границей целика по пласту Мощному. Далее проводим линии под углом $\delta=90°$. Получаем угловые точки на верхних границах предохранительных целиков: $б^{III}$ и $а^{III}$ по пласту Мощному, $б^{II}$ и $а^{II}$ по пласту Прокопьевскому, $б$ и $а$ по пласту Горелому. По пласту Безымянному верхней границей предохранительного целика является вы-

ход пласта под наносы — точки B_1 и $Г_1$. Угловыми точками на нижних границах предохранительных целиков являются точки $д^{II}$ и $е^{II}$, $д(д^{III}, д^{IV})$ и $е(е^{III}$ и $е^{IV})$.

Проектируем с разреза вкрест простирания на план верхние и нижние границы целиков и переносим с разреза по простиранию угловые точки целиков. Получаем границы предохранительных целиков в пластах:

Горелый — *а б е д*,

Прокопьевский — $а^{II}$ $б^{II}$ $е^{II}$ $д^{II}$,

Мощный — $а^{III}$ $б^{III}$ $е^{III}$ $д^{III}$,

Безымянный — $Г_1$ $д^{IV}$ $е^{IV}$ B_1.

Подсчитываем запасы угля в предохранительных целиках.

Пример 8

Построение предохранительного целика под ручьем (рис. 9.8)

На одной из шахт Карагандинского бассейна через поле шахты протекает ручей. Под руслом ручья (включая участки его максимального разлива в период паводка) залегают глинистые наносы (глины и суглинки) минимальной мощностью $h_г$=8 м. Под ручьем залегает угольный пласт с углом падения α=6° и вынимаемой мощностью m=2,5 м. На плане показаны изогипсы почвы пласта с сечением через 5 м.

Согласно п. 6.2 ручей относится к I группе водных объектов. Поэтому согласно п. 6.11 безопасную глубину разработки под ручьем определяем по табл. 6.1. При $h_г$=8 м и m=2,5 м безопасная глубина $H_б$=60 м. При минимальной отметке русла ручья +150 м горизонту безопасной глубины соответствует изогипса почвы пласта с отметкой 150—60=90 м. Эта изогипса показана на плане.

Отвод ручья, а также применение других мероприятий, позволяющих извлечь уголь под ручьем выше горизонта безопасной глубины (см. п. 6.19), признаны нецелесообразным. В этом случае под ручьем необходимо оставить предохранительный целик.

Согласно п. 8.26 за границы предохранительного целика принимаем границы зоны опасного влияния водного объекта.

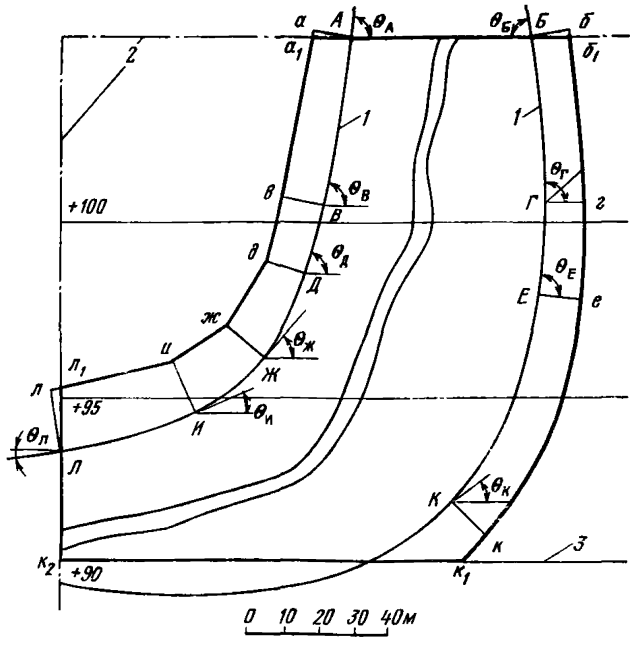
Построение границ зоны опасного влияния производится от линии максимального разлива ручья (см. п. 6.4) по углам разрывов (см. пп. 6.3 и 6.6). Согласно п. 7.18 значения углов разрывов принимаются для Карагандинского бассейна на 7° больше соответствующих углов сдвижения, приведенных в п. 7.17

$$\gamma''=\delta''=70°+7°=77°,$$

$$\beta''=(70°-0{,}6\alpha)+7°=66°+7°=73°.$$

Так как объект имеет вытянутую форму и расположен диагонально к простиранию пласта, для построения границ зоны опасного влияния используется способ перпендикуляров.

На линиях максимального разлива воды намечаем характерные точки *А В Д Ж И Л К Е Г Б*, в каждой из которых определяем значение острого угла θ между касательной к линии максимального разлива и направлением простирания пласта. Согласно п. 8.8 на-



Пласт	Контур целика	Площадь целика, тыс. м²	Производительность пласта, т/м²	Запасы в целике, тыс. т
5	$а_1$ в д ж и $л_1$ $к_2$ $к_1$ е г $б_1$	14,3	3,3	47,2

Рис. 9.8. Построение предохранительного целика под ручьем

ходим значения углов разрывов в диагональном направлении $(\beta'')'$ и $(\gamma'')'$, для чего используем формулы (8.3) и (8.4), в которые вместо углов сдвижения подставляем углы разрывов

$$\operatorname{ctg}(\beta'')' = \sqrt{\operatorname{ctg}^2\beta''\cos^2\theta + \operatorname{ctg}^2\delta''\sin^2\theta},$$

$$\operatorname{ctg}(\gamma'')' = \sqrt{\operatorname{ctg}^2\gamma''\cos^2\theta + \operatorname{ctg}^2\delta''\sin^2\theta}.$$

Поскольку в нашем случае $\gamma''=\delta''$, то $(\gamma'')'=\gamma''$.

Так как углы разрывов в наносах и коренных породах принимаются одинаковыми, то формулы (8.5), по которым определяются длины перпендикуляров q и l, приобретают следующий вид:

$$q = \frac{H\operatorname{ctg}(\beta'')'}{1 + \operatorname{ctg}(\beta'')'\cos\theta\operatorname{tg}\alpha},$$

Таблица 9.7

Исходные данные для определения q и l, м

Точки	θ, градус	$\operatorname{ctg}(\beta'')'$	H, м	q	l
А	84	0,232	44,5	10	—
В	77	0,235	49,5	12	—
Д	78	0,234	51,0	12	—
Ж	52	0,262	54,0	14	—
И	27	0,292	56,0	16	—
Л	9	0,304	57,0	17	—
К	44	0,272	58,0	—	14
Е	81	0,233	52,0	—	12
Г	90	0,231	49,5	—	11
Б	81	0,233	44,5	—	10

$$l = \frac{H \operatorname{ctg}(\gamma'')'}{1 - \operatorname{ctg}(\gamma'')' \cos\theta \operatorname{tg}\alpha},$$

где H — глубина залегания пласта под данной характерной точкой.

Значения величин θ, $\operatorname{ctg}(\beta'')'$, H, а также вычисленные значения q и l приведены в табл. 9.7.

В характерных точках на линиях максимального разлива воды откладываем по нормали к этим линиям длины соответствующих отрезков q (в сторону восстания пласта) или l (в сторону падения пласта) и получаем точки *а, в, д, ж, и, л, к, е, г, б*, расположенные на границах зоны опасного влияния водного объекта. Согласно п. 6.6 границей зоны опасного влияния со стороны падения пласта является горизонт безопасной глубины K_1K_2. Границы предохранительного целика под ручьем определяются линией $a_1б_1гек_1к_2л_1иждв$, где $б_1а_1л_1$ — точки пересечения границ зоны опасного влияния с технической границей шахты, K_1, K_2 — точки пересечения границы зоны опасного влияния с горизонтом безопасной глубины.

Подсчитываем запасы угля в целике.

Пример 9

Выбор рационального взаимного расположения очистных выработок при разработке двух пластов под водным объектом (рис. 9.9)

На одной из шахт в Беловском районе Кузнецкого бассейна угольные пласты располагаются под обводненными аллювиальными отложениями, распространенными на значительной площади и зале-

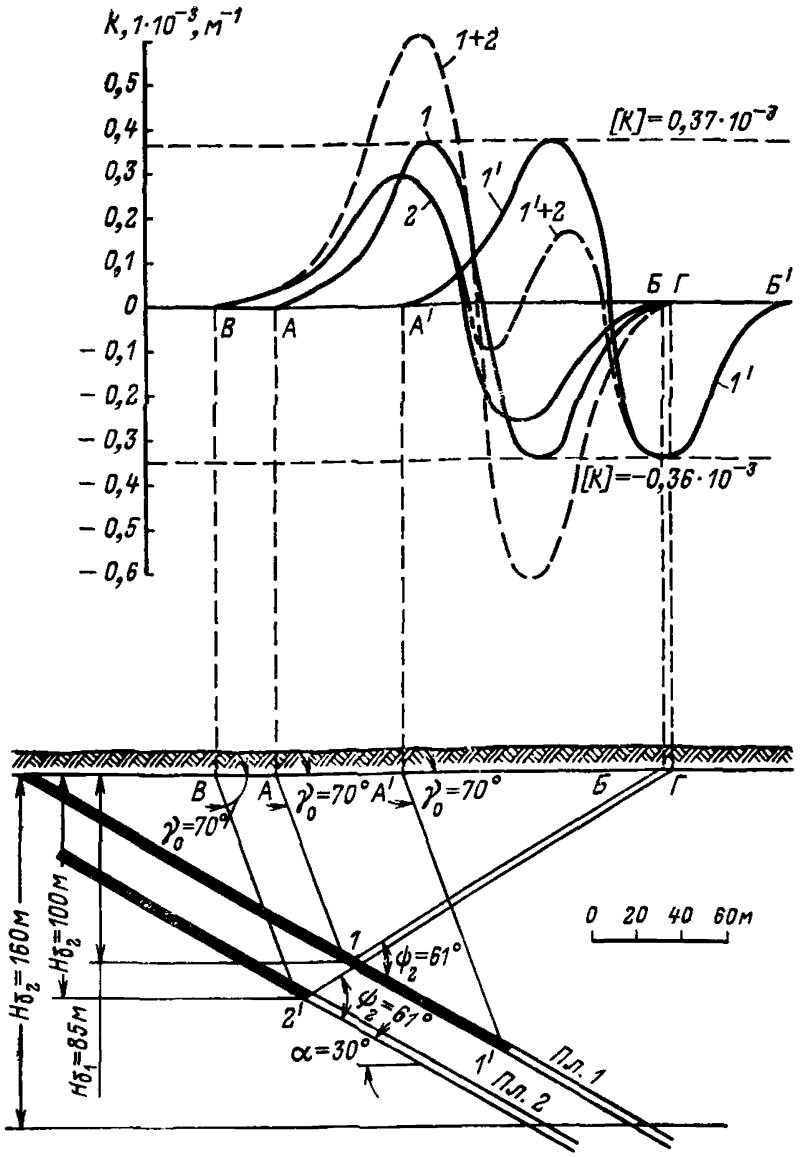


Рис. 9.9. Схема к выбору рационального расположения очистных выработок под водным объектом:
ог — нижний контур обводненных галечников

гающими непосредственно на коренных породах. Угол падения пластов α=30°. Подрабатываемая толща представлена чередующимися слоями песчаников и алевролитов, суммарная мощность последних составляет около 35%. Вынимаемая мощность верхнего пласта *1* m_1=1,6 м, нижнего пласта *2* m_2=1,8 м. Расстояние между пластами по нормали к напластованию N_{1-2}=20 м. Отработка пластов про-

изводится в нисходящем порядке системой длинных столбов с полным обрушением кровли.

Определяем безопасную глубину разработки $H_{б1}$ для верхнего пласта *1*. Так как рассматриваемый водный объект относится ко II группе (см. п. 6.2), то безопасную глубину разработки под ним, согласно п. 6.11, определяем по табл. 6.2. При m_1=1,6 м и содержании в толще 35% алевролитов безопасная глубина $H_{б_1}$ =85 м. Откладываем эту глубину на разрезе вкрест простирания, получаем точку *1* (см. рис. 9.9).

Так как под водным объектом отсутствуют глинистые наносы, а $m_2 > m_1$ и $N_{1-2} \leqslant 1{,}5H_{б_1}$, то безопасную глубину для пласта *2* согласно п. 6.14 следует определять с учетом отработки пласта *1*. В этом случае отработка пласта *2* согласно п. 6.16 допускается на глубине $H_{д_2}$, определяемой по формуле (6.3): $H_{д_2} = H_д + N_{1-2}$.

Коэффициент A_m, необходимый для определения вспомогательной величины $H_д$, находим по формуле (6.4)

$$A_m = \frac{m_2}{m_1} = \frac{1{,}8}{1{,}6} = 1{,}1.$$

Находим по табл. 6.3 при $A_m = 1{,}1$ и $H_{б_1} = 85$ м величину $H_д = 140$ м.

Подставив значения $H_д$ и N_{1-2} в формулу (6.3), находим допустимую глубину разработки для пласта *2*

$$H_{д_2} = 140 + 20 = 160 \text{ м}.$$

Откладываем эту глубину на разрезе вкрест простирания, получаем точку *2*.

Согласно п. 6.18 повторная подработка водного объекта очистными выработками пласта *2* на глубине менее $H_{д_2}$=160 м может быть допущена при рациональном взаимном расположении границ очистных выработок по пластам *1* и *2*. В соответствии с требованиями табл. 1 приложения 5 границы очистных выработок по обоим пластам в этом случае следует расположить таким образом, чтобы ожидаемая максимальная суммарная кривизна в мульде сдвижения (на нижнем контуре водного объекта) не превышала ожидаемой максимальной кривизны от выемки пласта *1* на безопасной глубине, начиная с $H_{б_1}$ = 85 м.

Необходимое для выполнения этого условия расположение *верхних границ очистных выработок по каждому пласту на разрезе* вкрест простирания находим в такой последовательности.

Определяем по табл. 6.2 безопасную глубину $H_{б_2}$ для пласта *2* без учета отработки пласта *1*. При m_2=1,8 м и содержании в толще 35% алевролитов $H_{б_2}$=100 м. Откладываем ее на разрезе и получаем точку *2′*.

Рассчитываем (согласно приложению 1) ожидаемую кривизну от выемки пласта *1*, начиная с горизонта безопасной глубины $H_{б_1}=85$ м, т. е. в сторону падения от точки *1*. Длина полумульды при полной подработке определится на разрезе вкрест простирания углом $\gamma_0=70°$ (п. 7.7 Приложения 1) и углом $\psi_2=50°+0{,}38\alpha=61°$ (п. 7.8 Приложения 1).

Наносы при расчете кривизны не учитываем, так как нижним контуром водного объекта является почва обводненных галечников.

Проектируем с разреза на график кривизны границы полумульды *АБ* и строим график кривизны от выемки пласта *1*. Получаем кривую *1*. Полученное максимальное значение кривизны $[K]=0{,}37\cdot10^{-3}$ 1/м в дальнейших расчетах принимаем за максимально допустимую величину.

Аналогичным образом рассчитываем кривизну от выемки пласта *2*, начиная с горизонта $H_{б_2}=100$ м, т. е. в сторону падения от точки *2'*.

Длина полумульды *ВГ* также определится на рис. 9.9 по γ_0 и ψ_2. Проектируем границы полумульды *ВГ* на график рис. 9.9 и строим график кривизны — кривую *2*.

Просуммировав алгебраически кривые *1* и *2*, получим график ожидаемой суммарной кривизны от выемки угля по пластам *1* и *2* — кривая *1+2*.

Из графика видно, что максимальные значения как положительной, так и отрицательной суммарной кривизны превышают допустимую величину, следовательно принятое взаимное расположение верхних границ очистных выработок по пластам *1* и *2* не удовлетворяет условиям табл. 1 Приложения 5.

Удовлетворение этого требования может быть достигнуто путем перемещения верхней границы выработки по одному из пластов в сторону падения от точек *1* или *2'*. Целесообразно перемещать ту границу, которая на плане более смещена в сторону падения, так как при этом потребуется меньшая величина перемещения. В нашем примере такой границей является граница горных работ по верхнему пласту.

Практически величину необходимого перемещения границы приближенно, с некоторым запасом, можно определить следующим образом.

1. Копируем на кальку кривую *1* и, передвигая ее вдоль оси абсцисс, находим такое положение (кривая *1'*), при котором алгебраическая сумма кривых *1'* и *2* (кривая *1'+2*) ни в одной точке не будет превышать величину допустимой кривизны $[K]$.

2. Граничную точку *A'* кривой *1'* проектируем на нижний контур водного объекта на разрезе вкрест простирания и под углом $\gamma_0=70°$ проводим линию до пересечения с почвой пласта *1*. Получаем точку *1'*. Отрезок *1—1'* представляет собой величину необходимого перемещения верхней границы очистных работ по верхнему пласту.

Сокращение потерь угля в рассмотренном варианте, т. е. при расположении границ в точках *1'* и *2'*, по сравнению с вариантом

расположения границ в точках *1* и *2*, можно определить по формуле

$$Y_{\text{п}} = \frac{l_{2-2'} m_2 - l_{1-1'} m_1}{l_{2-2'} m_2} 100,$$

где $Y_{\text{п}}$ — сокращение потерь угля, %; $l_{2-2'}$ — длина участка $2 - 2'$; $l_{1-1'}$ — длина участка $1 - 1'$.

После подстановки численных значений имеем

$$Y_{\text{п}} = \frac{120 \cdot 1,8 - 84 \cdot 1,6}{120 \cdot 1,8} 100 = 38\ \%.$$

В случае необходимости оставления границы горных работ по пласту *1* в первоначальном положении *1* аналогичным образом может быть определена величина перемещения границы горных работ по пласту *2*.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

МЕТОДИКА РАСЧЕТА СДВИЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, ТЕРМИНЫ И ОБОЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ СДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

1.1. При расчете сдвижений и деформаций земной поверхности используются следующие понятия и термины.

Ожидаемые сдвижения и деформации — сдвижения и деформации, определяемые в условиях, когда имеются календарные планы развития горных работ и известны необходимые для расчетов исходные данные.

Вероятные сдвижения и деформации — сдвижения и деформации, определяемые в условиях, когда отсутствуют календарные планы развития горных работ.

Расчетные сдвижения и деформации — сдвижения и деформации, получаемые умножением ожидаемых или вероятных сдвижений и деформаций на коэффициенты перегрузки (см. табл. 2).

Расчетные сдвижения и деформации принимаются для разработки мер охраны зданий и сооружений.

Мульда сдвижения земной поверхности — участок земной поверхности, подвергшийся сдвижению под влиянием горных выработок.

Оседание земной поверхности η (мм) — вертикальная составляющая векторов сдвижения точек в мульде сдвижения земной поверхности.

Максимальное оседание η_0 (мм) — наибольшая вертикальная составляющая векторов сдвижения точек при закончившемся процессе сдвижения.

Различают максимальное оседание (мм):

при полной подработке η_0,

при неполной подработке η_m.

Горизонтальное сдвижение земной поверхности ξ (мм) — горизонтальная составляющая векторов сдвижения точек в мульде сдвижения земной поверхности.

Максимальное горизонтальное сдвижение ξ_0 (мм) — наибольшая горизонтальная составляющая векторов сдвижения точек при закончившемся процессе сдвижения.

Главные сечения мульды сдвижения — вертикальные сечения мульды по простиранию и вкрест простирания пласта, проходящие через точки с максимальными оседаниями земной поверхности.

Полная подработка земной поверхности — подработка земной поверхности, при которой в мульде сдвижения не происходит уве-

личения максимального оседания при дальнейшем увеличении длины (ширины) выработанного пространства и при пологом залегании пластов образуется так называемое плоское дно.

Неполная подработка земной поверхности — подработка земной поверхности, при которой с увеличением длины (ширины) выработанного пространства увеличивается максимальное оседание.

Коэффициент подработанности земной поверхности — отношение фактического размера выработанного пространства к минимальному размеру, при котором наступает полная подработка земной поверхности.

Различают коэффициенты подработанности (безразмерные):

по падению пласта n_1;

по простиранию n_2.

Для удобства расчета при отсутствии сдвижения пород лежачего бока введены условные коэффициенты $N_1 = \sqrt{n_1}$ и $N_2 = \sqrt{n}$

При полной подработке земной поверхности коэффициенты подработанности по линиям простирания и падения пласта равны или больше единицы.

Углы полных сдвижений — внутренние относительно выработанного пространства углы, образованные на вертикальных разрезах по главным сечениям мульды плоскостью пласта и линиями, соединяющими границы выработки с границами плоского дна мульды сдвижения.

Различают углы полных сдвижений (рис. 1):

у нижней границы выработки ψ_1,

у верхней границы выработки ψ_2,

у границы выработки по простиранию ψ_3.

Угол максимального оседания θ — угол со стороны падения пласта, образованный на вертикальном разрезе в главном сечении мульды вкрест простирания пласта горизонтальной линией и линией, соединяющей середину очистной выработки с точкой максимального оседания при неполной подработке земной поверхности (см. рис. 1).

Длина полумульды — расстояние в главном сечении на разрезе вкрест простирания или по простиранию (см. рис. 1) между границей мульды и точкой пересечения с земной поверхностью линии, проведенной под углом полных сдвижений (при полной подработке) или под углом максимального оседания (при неполной подработке). Участок плоского дна при расчете сдвижений и деформаций в длину полумульды не включается.

Различают длины полумульд (м): по падению L_1, по восстанию L_2, по простиранию L_3.

Первичная подработка земной поверхности — подработка первым пластом (слоем).

Повторная подработка земной поверхности — все последующие подработки другими пластами (слоями).

Смежные выработки — выработки, имеющие общую границу по падению, восстанию, простиранию или разделенные целиком такого размера, при котором происходит активизация сдвижения земной поверхности.

Активизация сдвижения толщи пород и земной поверхности — изменение характера распределения и величин сдвижений и деформаций земной поверхности и толщи при разработке пласта смежными выработками или при повторных подработках по сравнению

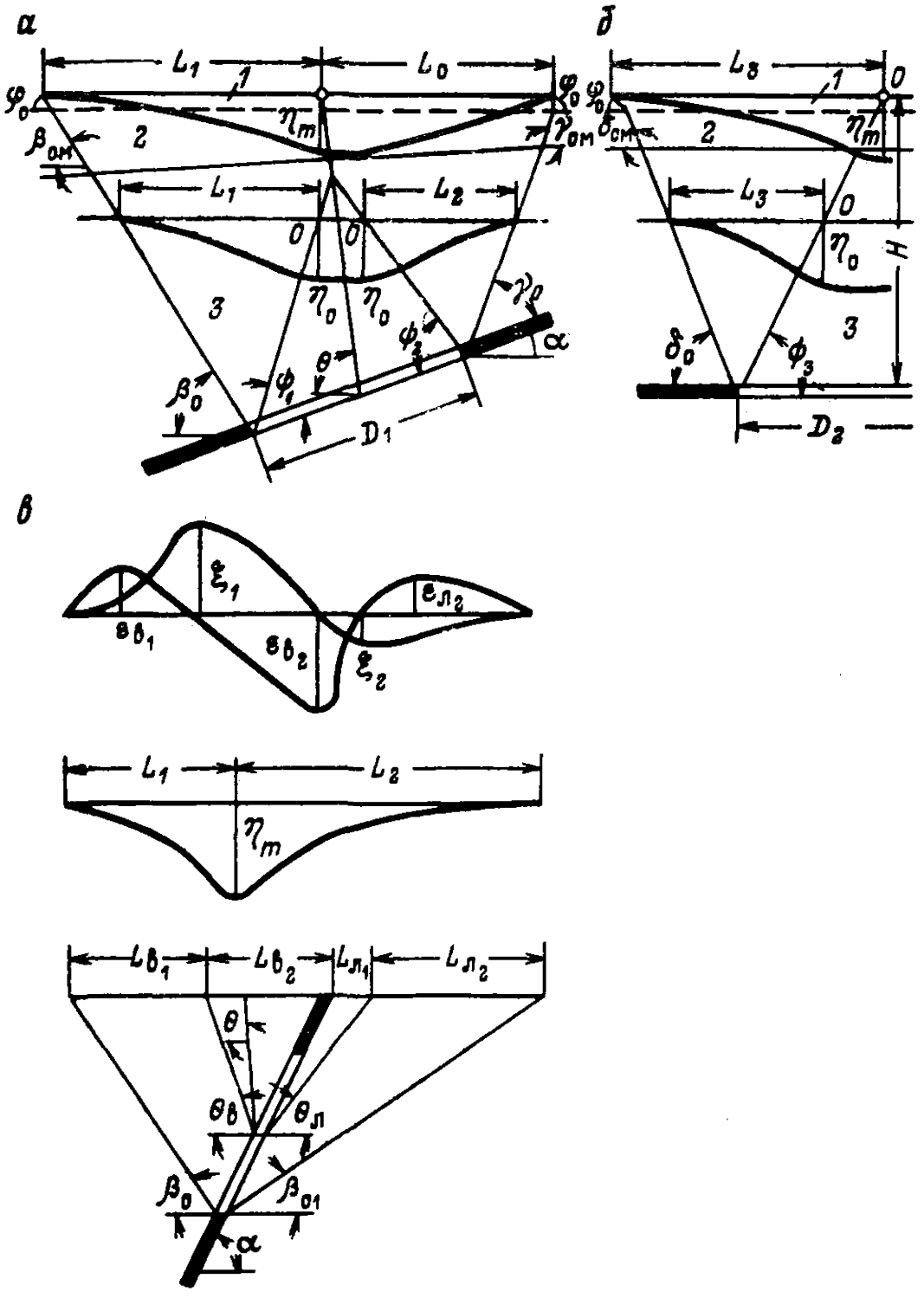


Рис. 1. Параметры процесса сдвижения:

а — при наклонном залегании пласта; *б* — при горизонтальном залегании пласта (по простиранию); *в* — при крутом залегании пласта ($\alpha \geqslant \alpha_п$); *1* — наносы; *2* — мезозойские отложения; *3* — коренные породы

со сдвижениями и деформациями от одиночной выработки при первичной подработке.

Эффективная мощность пласта $m_э$ (м) — мощность, принимаемая для расчетов сдвижений и деформаций при отработке пластов с закладкой выработанного пространства. Величина $m_э$ определяется с учетом конвергенции боковых пород, полноты заполнения выработанного пространства закладкой и последующего уплотнения материала закладки.

Предельные углы падения пластов $\alpha_п$ — наименьшие углы падения пластов, при которых возникают опасные сдвижения пород лежачего бока разрабатываемого пласта.

Углы максимальных горизонтальных сдвижений (при сдвижении пород лежачего бока) $\theta_в(\theta_л)$ (см. рис. 1) — острые углы, образованные на вертикальном разрезе в главном сечении мульды вкрест простирания пласта горизонтальной линией и линиями, соединяющими середину очистной выработки с точками максимального горизонтального сдвижения в висячем (лежачем) боку.

Относительная величина максимального оседания q_0 (безразмерная) — отношение максимального оседания земной поверхности к вынимаемой (считая по нормали) или эффективной мощности пласта при полной подработке, горизонтальном залегании пласта и закончившемся процессе сдвижения.

Относительная величина максимального горизонтального сдвижения a_0 (безразмерная) — отношение максимального горизонтального сдвижения к максимальному оседанию при полной подработке, закончившемся процессе сдвижения и горизонтальном залегании пласта.

Наклоны — отношение разности оседания двух соседних точек мульды к расстоянию между ними (безразмерная, 10^{-3}).

В точке мульды различают наклоны: в направлении простирания i_x, в направлении вкрест простирания i_y, в заданном направлении i_λ.

Кривизна — отношение разности наклонов двух соседних интервалов мульды к полусумме длин этих интервалов (10^{-3} 1/м).

Различают кривизну мульды, определенную непосредственно по данным измерений и полученную по сглаженной кривой оседания.

В точке мульды различают кривизну: в направлении простирания K_x, в направлении вкрест простирания K_y, в заданном направлении K_λ.

Радиус кривизны — величина, обратная кривизне мульды сдвижения (м или км).

В точке мульды различают радиусы кривизны: в направлении простирания R_x, в направлении вкрест простирания R_y, в заданном направлении R_λ.

Горизонтальные деформации растяжения или сжатия — отношение разности длин интервала в горизонтальной плоскости к его первоначальной длине (безразмерная, 10^{-3}).

В точке мульды различают сжатия (растяжения): в направлении простирания ε_x, в направлении вкрест простирания ε_y, в заданном направлении ε_λ.

Сосредоточенные деформации — деформации (горизонтальные и вертикальные) на небольших (до 5 м) интервалах мульды сдвижения, резко превышающие соответствующие деформации на смежных

таких же интервалах. На участках сосредоточенных деформаций обычно возникают трещины и уступы.

Уступы — сосредоточенные деформации, проявляющиеся в образовании трещин со сдвигом пород. Уступы возникают вследствие относительных разрывных перемещений смежных участков по напластованию, поверхностям разрывных нарушений, осевым поверхностям складок и т. п.

Различают прямые и обратные уступы. У прямого уступа участок у края трещины, расположенный ближе к точке максимального оседания, оседает больше, чем расположенный дальше от этой точки; у обратного уступа — наоборот.

1.2. Величины сдвижений и деформаций в точках мульды сдвижения могут быть положительными и отрицательными.

При расчете сдвижений и деформаций в главных или параллельных им сечениях мульды знаки их необходимо определять согласно табл. 1.

Таблица 1

Знаки сдвижений и деформаций

Знак положительный	Знак отрицательный
1. Оседание	1. Поднятие
2. Горизонтальные сдвижения в сторону восстания и в сторону простирания пласта	2. Горизонтальные сдвижения в сторону падения и в сторону, обратную простиранию пласта
3. Наклоны в сторону восстания и в сторону простирания пласта	3. Наклоны в сторону падения и в сторону, обратную простиранию пласта
4. Кривизна и радиус кривизны выпуклости кривой оседания	4. Кривизна и радиус кривизны вогнутости кривой оседания
5. Растяжение	5. Сжатие

Примечания: 1. За направление простирания пласта принимается направление, относительно которого линия падения располагается справа. 2 При построении графиков сдвижений и деформаций положительные величины (кроме оседания) и поднятия откладываются вверх от исходной горизонтальной линии. Отрицательные величины и оседания откладываются вниз от исходной горизонтальной линии.

2. УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА

2.1. Методика расчета позволяет определять сдвижения и деформации земной поверхности в следующих условиях:

а) кратность подработки $\frac{H}{m}$ (где H — средняя глубина, m — вынимаемая или эффективная мощность пласта) более 20 при углах падения пластов α до 55° и более 15 при $\alpha > 55°$ за пределами зоны провалов и крупных трещин (см. п. 2.11—2.13);

б) угол падения пластов от 0 до 90°;

в) управление кровлей — полное обрушение или закладка выработанного пространства;

г) закончившийся процесс сдвижения.

2.2. Настоящая методика неприменима для расчета сдвижений и деформаций земной поверхности в сложных горно-геологических условиях.

К сложным горно-геологическим условиям относятся:

наличие в толще разрывных геологических нарушений, выходящих под наносы (на земную поверхность);

складчатое залегание пород (кроме складок, приведенных в разделе 5);

гористый рельеф земной поверхности;

наличие древнего оползня в толще;

камерная система разработки;

возможность образования провалов на земной поверхности в результате выноса обводненного песка в горные выработки (Подмосковный бассейн).

2.3. В зависимости от полноты исходных данных определяются ожидаемые или вероятные величины сдвижений и деформаций земной поверхности.

Ожидаемые величины сдвижений и деформаций рассчитываются при наличии календарных планов развития горных работ по одной из двух методик. Если угол падения пласта (α) менее предельного угла $\alpha_п$, то применяется методика расчета сдвижений и деформаций в условиях отсутствия сдвижения пород лежачего бока. Если $\alpha \geqslant \alpha_п$, то расчет производится по методике, учитывающей наличие сдвижения пород лежачего бока.

Угол $\alpha_п$ определяется по разделу 7 Правил. Если в Правилах не приводится значение $\alpha_п$, то применяется методика расчета сдвижений и деформаций земной поверхности при отсутствии сдвижений пород лежачего бока.

2.4. Вероятные сдвижения и деформации определяются в условиях выдержанного залегания пород при отсутствии календарных планов горных работ для следующих условий:

при углах падения менее 35°;

при ведении горных работ по горизонтам, положение которых неизвестно, при $35° < \alpha < 70°$ или $35° < \alpha < \alpha_п$ при отсутствии сдвижения пород лежачего бока;

при расположении границ очистных выработок в свите пластов в одной вертикальной или наклонной плоскости при $\alpha < 70°$ или $\alpha < \alpha_п$ при отсутствии сдвижения пород лежачего бока.

2.5. По методикам расчета ожидаемых сдвижений и деформаций земной поверхности определяются:

оседания η,

горизонтальные сдвижения ξ,

наклоны i,

кривизна K и радиус R (при $\alpha \leqslant 45°$),

горизонтальные деформации ε,

величины $h_у$ обратных уступов в полумульде по падению при выемке двух и более пластов с углом падения более 35° (п. 7.6), а также прямых уступов в полумульде по восстанию при сдвижении пород по напластованию;

сдвижения и деформации, вызванные сдвижением пород по напластованию (п. 3.30—3.48).

Таблица 2

Коэффициенты перегрузки

Параметры сдвижения	Обозначение коэффициентов перегрузки	Значения коэффициентов перегрузки для расчета сдвижений и деформаций	
		ожидаемых	вероятных
Оседание	n_η	1,2	1,1
Горизонтальное сдвижение	n_ξ	1,2	1,1
Наклон	n_i	1,4	1,2
Кривизна	$n_к$	1,8	1,4
Относительные горизонтальные деформации растяжения — сжатия	n_ε	1,4	1,2
Уступ	n_{h_y}	1,4	1,2

В условиях, когда отсутствует сдвижение пород лежачего бока, величины η, ξ, i, $K(R)$, ε могут определяться в главных сечениях мульды, а также в заданных сечениях, параллельных главным или расположенных под произвольными углами к направлениям простирания пластов.

В условиях, когда возможно сдвижение пород лежачего бока ($\alpha \geqslant \alpha_п$), величины η, ξ, i и ε могут определяться только в главном сечении мульды сдвижения вкрест простирания пласта.

2.6. Для решения практических задач по разработке мер охраны объектов применяются расчетные величины сдвижений и деформаций. Используемые для их определения коэффициенты перегрузки (п. 1.1) приведены в табл. 2.

3. РАСЧЕТ ОЖИДАЕМЫХ СДВИЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ ОТСУТСТВИИ СДВИЖЕНИЯ ПОРОД ЛЕЖАЧЕГО БОКА

Подготовка исходных горно-геологических данных и порядок расчета

3.1. Перед началом расчета сдвижений и деформаций строят геологические разрезы по простиранию и вкрест простирания пласта на участке подрабатываемой толщи. На разрезах по данным ближайших скважин выделяют наносы и мезозойские отложения, не являющиеся коренными породами. На разрезы наносят все ранее пройденные и проектируемые очистные выработки с датами (календарным планом) их проходки, определяют глубины разработок, размеры выработок и оставленных (оставляемых) целиков.

3.2. Вынимаемая (вынутая) мощность m пласта определяется как суммарная мощность извлекаемых (извлеченных) из очистных выработок слоев угля и вмещающих пород.

При закладке выработанного пространства материалом, доставленным извне участка горных работ, вместо вынимаемой мощности

пласта при расчете сдвижений и деформаций принимается эффективная мощность пласта $m_э$. Для Кузнецкого бассейна величина $m_э$ определяется в соответствии с п. 7.13, для других бассейнов $m_э$ вычисляется по формуле

$$m_э = (h_к + h_н)(1 - B_1) + B_1 m, \quad (1)$$

где $h_к$ — сближение кровли с почвой (конвергенция) до возведения закладки; при отставании закладки от забоя на 8—20 м и при отсутствии данных наблюдений принимается $h_к = 0{,}15m$; $h_н$ — неполнота закладки (среднее расстояние от верха закладочного массива до кровли пласта), определяемая по опыту; m — вынутая мощность пласта; B_1 — коэффициент усадки закладки, определяемый по фактическим данным, а при отсутствии таких данных — по табл. 3.

3.3. Расчет сдвижений и деформаций производится от всех проектируемых очистных выработок, а также от ранее пройденных выработок, которые вызовут активизацию процесса сдвижения на рассматриваемом участке (п. 3.27—3.29).

Таблица 3

Коэффициент B_1

Виды закладки	B_1
Гидравлическая:	
из песка	0,05—0,15
из дробленой породы	0,15—0,30
Пневматическая	0,25—0,40
Самотечная:	
из дробленой породы	0,25—0,45
из рядовой породы	0,35—0,50

3.4. Расчет сдвижений и деформаций от проектируемых смежных выработок в зависимости от размера целика между ними и разрыва во времени проведения очистных работ может производиться отдельно от каждой выработки или от нескольких выработок, объединенных в одну суммарного размера (п. 3.5 и 3.6). Расчет от выработки суммарного размера производится так же, как от отдельной выработки. Сложение соответствующих сдвижений и деформаций от отдельных очистных выработок следует производить в такой же последовательности, в какой намечается их проходка. За окончательные величины ожидаемых сдвижений и деформаций земной поверхности принимаются наибольшие из полученных на различные стадии отработки пластов и горизонтов (рис. 2).

3.5. Расчет сдвижений и деформаций отдельно от каждой очистной выработки производится в случаях, когда выполняется одно из следующих условий:

а) отношение размера целика между смежными выработками l_1 к средней глубине его залегания $H_ц$ больше 0,1;

б) отношение $l_1/H_ц$ меньше или равно 0,1 и при этом разрыв во времени t между подработками земной поверхности смежными

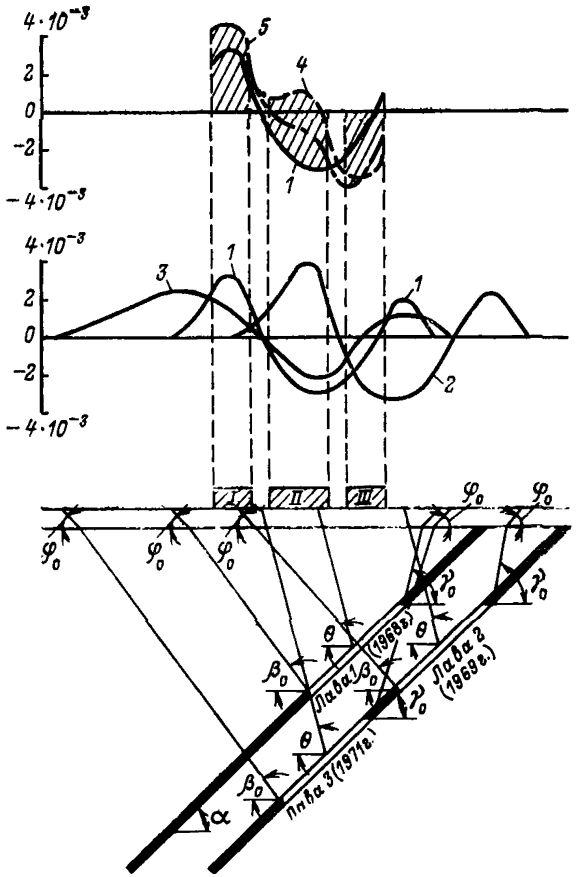


Рис. 2. Схема к определению наибольших горизонтальных деформаций земной поверхности:

1 — от лавы *1* (первая стадия отработки); *2* — от лавы *2*; *3* — от лавы *3*; *4* — от лав *1+2* (вторая стадия отработки); *5* — от лав *1+2+3* (третья стадия отработки)

выработками больше или равен периоду опасных деформаций для смежной выработки, отрабатываемой в первую очередь, $t_{оп}(t \geqslant t_{оп})$, определяемого по разделу 7 Правил.

Расчет *сдвижений и деформаций от нескольких выработок* в пласте производится как от одной выработки суммарных размеров в случаях, когда $l_1/H_ц$ меньше или равно 0,1 и при этом $t < t_{оп}$ для смежной выработки, отрабатываемой в первую очередь.

Расчеты выполняются от первой выработки, от первой и второй и т. д. Размер такой выработки определяется на разрезе вкрест

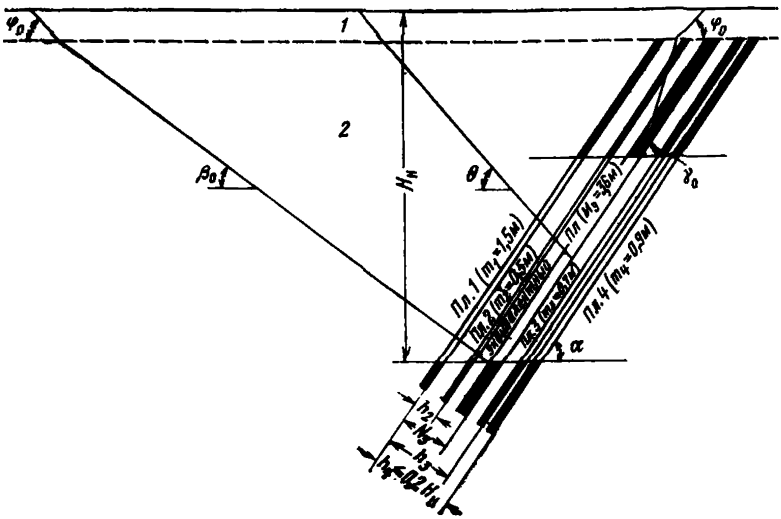


Рис. 3. Схема к определению эквивалентного пласта группы и построения границ мульды сдвижения:
1 — наносы; *2* — коренные породы

простирания как сумма длин рассматриваемых выработок, включая межлавные целики.

3.6. При определении сдвижений и деформаций от выемки свиты пластов при $45°<\alpha<\alpha_п$ допускается объединять пласты в группы и производить расчеты от эквивалентного (условного) пласта. В группу допускается объединять несколько пластов при одновременном выполнении следующих условий (рис. 3):

нижние границы выработок находятся на одной глубине $H_н$ (на одном горизонте);

расстояние по нормали между кровлей верхнего и почвой нижнего пласта группы не более $0{,}2H_н$, где $H_н$ — глубина нижней границы выработок.

Мощность эквивалентного пласта $M_э$ принимается равной суммарной мощности пластов в группе

$$M_э = m_1 + m_2 + \ldots + m_n. \qquad (2)$$

Расстояние от почвы верхнего пласта в группе до почвы эквивалентного $N_э$ определяется по формуле

$$N_э = \frac{m_2 h_2 + m_3 h_3 + \ldots + m_n h_n}{M_э}, \qquad (3)$$

где m_1, m_2, ..., m_n — соответственно мощность первого (верхнего), второго и т. д. и последнего (нижнего) пластов в группе; h_2, h_3, ..., h_n — соответственно расстояние по горизонтали (или по нормали) от почвы первого (верхнего) пласта до почвы второго, третьего и т. д. и последнего (нижнего) пластов в группе.

Исходные параметры сдвижения

3.7. Исходными параметрами для расчета сдвижений и деформаций земной поверхности являются:

граничные углы;

угол максимального оседания (при неполной подработке);

углы полных сдвижений (при полной подработке);

относительная величина максимального оседания;

относительная величина максимального горизонтального сдвижения.

Исходные параметры определяются по разделу 7 данного Приложения для соответствующих бассейнов и месторождений.

3.8. Длины полумульд L_1, L_2, L_3 определяются по граничным углам β_0, γ_0, δ_0, φ_0 и углу максимального оседания θ при неполной подработке или по углам полных сдвижений ψ_1, ψ_2, ψ_3 при полной подработке (см. рис. 1).

3.9. Если границы очистных выработок в свите пластов расположены в одной плоскости, проведенной под соответствующим углом сдвижения (например, у границы предохранительного целика), то длины полумульд над этими границами определяются следующим образом.

Все разрабатываемые пласты разделяются на группы таким образом, чтобы расстояние по нормали между вышележащим и нижележащим пластами в каждой группе не превышало $0{,}2H_н$, где $H_н$ — глубина залегания нижней границы выработки в верхнем пласте группы. Границы полумульды от выемки пласта, разрабатываемого первым в группе, определяются по граничным углам, принимаемым в соответствии с разделом 7 данного Приложения. Для всех последующих пластов группы граничные углы увеличиваются на 3°. Для других групп пластов определение граничных углов производится аналогично.

Расчет ожидаемых сдвижений и деформаций земной поверхности от одной очистной выработки

Сдвижения и деформации земной поверхности в главных сечениях мульды (рис. 4)

3.10. Максимальное оседание земной поверхности вычисляется по формуле

$$\eta_m = q_0 m \cos \alpha N_1 N_2, \qquad (4)$$

где q_0 — определяется по разделу 7 данного Приложения для соответствующих бассейнов и месторождений; m — вынимаемая мощность пласта; при работе с закладкой используется эффективная мощность (п. 3.2); α — угол падения пласта; N_1 и N_2 — коэффициенты, определяемые по разделу 7 настоящего Приложения.

3.11. Оседания земной поверхности в точках главных сечений мульды сдвижения определяются по формуле

$$\eta_{(x,y)} = \eta_m S(z), \qquad (5)$$

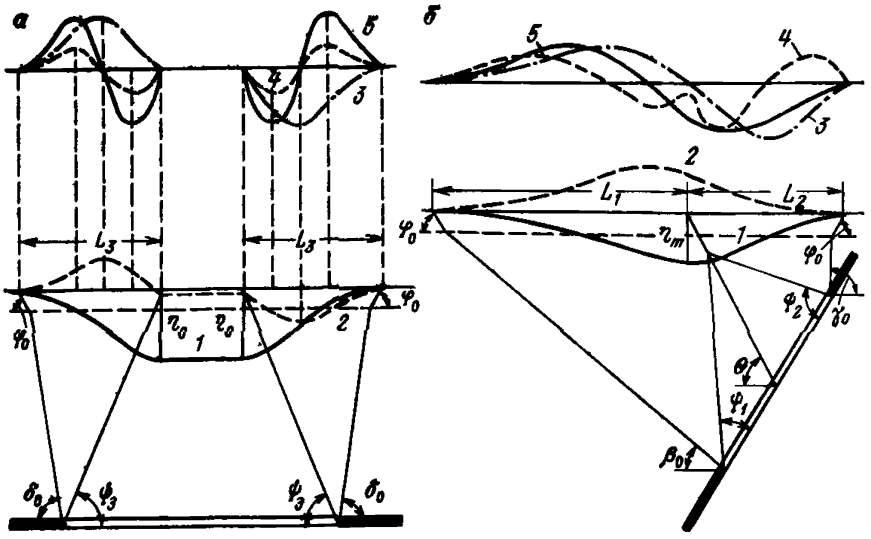


Рис. 4. Схема распределения сдвижений и деформаций в точках главных сечений мульды сдвижения при закончившемся процессе: *а* — на разрезе по простиранию; *б* — на разрезе вкрест простирания; *1* — оседания; *2* — горизонтальные сдвижения; *3* — наклоны; *4* — кривизна; *5* — горизонтальные деформации

где $S(z)$ — функция типовой кривой оседания, принимаемая по разделу 7 данного Приложения в зависимости от коэффициентов N_1 (для точек главного сечения вкрест простирания пластов) и N_2 (для точек главного сечения по простиранию пластов); N_1 и N_2 — принимаются по разделу 7 настоящего Приложения; $z_x = \frac{x}{L_3}$ — для точек, расположенных в главном сечении по простиранию пласта; $z_{y_1} = \frac{y_1}{L_1}$ — для точек, расположенных в полумульде по падению пласта; $z_{y_2} = \frac{y_2}{L_2}$ — для точек, расположенных в полумульде по восстанию пласта; x, y_1, y_2 — расстояния от точки максимального оседания (начала координат) до рассматриваемой точки соответственно в полумульдах по простиранию, падению и восстанию; L_1, L_2, L_3 — длины полумульд (п. 3.8).

3.12. Наклоны в главных сечениях мульды определяются:

в полумульде по простиранию

$$i_x = \frac{\eta_m}{L_3} F(z_x), \tag{6}$$

в полумульде по падению

$$i_{y_1} = \frac{\eta_m}{L_1} F(z_{y_1}), \tag{7}$$

в полумульде по восстанию

$$i_{y_2} = \frac{\eta_m}{L_2} F(z_{y_2}). \tag{8}$$

Значения $F(z_x)$ определяются по разделу 7 данного Приложения для соответствующих бассейнов и месторождений в зависимости от коэффициента N_2 (п. 3.10) при $B=0$. Значения $F(z_{y_1})$ и $F(z_{y_2})$ определяются по разд. 7 для соответствующих бассейнов и месторождений в зависимости от коэффициентов N_1 (см. п. 3.10) при $B=0$.

3.13. Кривизна в главных сечениях мульды определяется:

в полумульде по простиранию

$$K_x = \frac{\eta_m}{L_2^2} F'(z_x), \tag{9}$$

в полумульде по падению

$$K_{y_1} = \frac{\eta_m}{L_1^2} F'(z_{y_1}), \tag{10}$$

в полумульде по восстанию

$$K_{y_2} = \frac{\eta_m}{L_2^2} F'(z_{y_2}). \tag{11}$$

Значение $F'(z)$ определяется по разделу 7 данного Приложения для соответствующих бассейнов и месторождений в зависимости от коэффициентов N_1 и N_2 (см. п. 3.10) при $B=0$. При неполной подработке ($N<1$) кривизна в точке максимального оседания определяется по средней длине полумульды $L_{ср}=0{,}5(L_1+L_2)$.

3.14. Горизонтальные сдвижения точек в главных сечениях мульды определяются:

в полумульде по простиранию

$$\xi_x = 0{,}5a_0\eta_m F(z_x), \tag{12}$$

в полумульде по падению

$$\xi_{y_1} = 0{,}5a_0\eta_m F(z_{y_1}), \tag{13}$$

в полумульде по восстанию

$$\xi_{y_2} = 0{,}5a_0\eta_m F(z_{y_2}). \tag{14}$$

Значения a_0 и $F(z)$ определяются по разделу 7 настоящего Приложения. При этом $F(z_x)$ определяется в зависимости от коэффициента N_2 при $B=0$, а $F(z_y)$ — в зависимости от N_1 и коэффициента B, определяемого по формуле

$$B = \frac{1}{a_0}\left(\operatorname{tg}\alpha - \frac{h+h_м}{H_{ср}}\right) \geqslant 0, \tag{15}$$

где α — угол падения пласта; h — мощность наносов, м; $h_м$ — мощность горизонтально залегающих ($\alpha<5°$) мезозойских отложений, м; $H_{ср}$ — средняя глубина разработки, м;

3.15. Горизонтальные деформации (растяжение, сжатие) в главных сечениях мульды определяются:

в полумульде по простиранию

$$\varepsilon_x = 0{,}5a_0 \frac{\eta_m}{L_3} F'(z_x), \tag{16}$$

в полумульде по падению

$$\varepsilon_{y_1} = 0{,}5a_0 \frac{\eta_m}{L_1} F'(z_{y_1}), \tag{17}$$

в полумульде по восстанию

$$\varepsilon_{y_2} = 0{,}5a_0 \frac{\eta_m}{L_2} F'(z_{y_2}). \tag{18}$$

Значения $F'(z_x)$ определяются по разделу 7 настоящего Приложения при $B=0$, а $F'(z_y)$ при B, определяемом по формуле (15). При неполной подработке ($N<1$) горизонтальные деформации в точке максимального оседания определяются по средней длине полумульды $L_{ср}=0{,}5(L_1+L_2)$.

3.16. Для определения функций $S(z)$, $F(z)$, $F'(z)$ (см. раздел 7 данного Приложения) величины коэффициентов N_1 и N_2 округляются до ближайших значений, приведенных в этих таблицах. Промежуточные значения функций $F(z)$ и $F'(z)$ в зависимости от параметра B определяются интерполированием.

Сдвижения и деформации в точках сечений мульды сдвижения, параллельных главным сечениям (рис. 5)

3.17. Оседание земной поверхности в точке M определяется по формуле

$$\eta_{xy} = \eta_m S(z_x) S(z_y), \tag{19}$$

где $S(z_x)$ и $S(z_y)$ — функция $S(z)$ при значениях

$$z = z_x = \frac{x}{L_3} \text{ и } z = z_{y_1} = \frac{y_1}{L_1},$$

когда точка M расположена в полумульде по падению или $z = z_{y_2} = \frac{y_2}{L_2}$, когда точка M расположена в полумульде по восстанию; x — абсцисса точки M — расстояние от оси y (главного сечения мульды, вкрест простирания пласта) до параллельного ей сечения $СД$ (см. рис. 5), проходящего через точку M; $y_1(y_2)$ — ордината точки M — расстояние от оси x (главного сечения мульды по простиранию пласта) до параллельного ей сечения AB, проходящего через точку M.

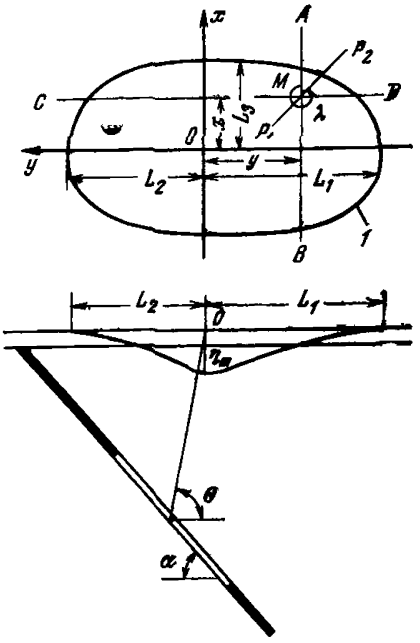


Рис. 5. Схема расположения координатных осей при расчете сдвижений и деформаций земной поверхности в заданном направлении.

1 — граница мульды сдвижения; *AB* — сечение мульды сдвижения, параллельное главному сечению по простиранию пласта; *СД* — то же, вкрест простирания пласта; P_1P_2 — сечение мульды сдвижения в произвольном направлении по отношению к простиранию пласта

Оси координат располагаются в плане следующим образом. Началом координат служит точка пересечения главных сечений мульды сдвижения по простиранию и вкрест простирания пласта, проходящих при неполной подработке через точку максимального оседания, а при полной — через начало плоского дна. Ось x совмещается с главным сечением мульды по простиранию, а ось y — с главным сечением мульды вкрест простирания (см. рис. 5).

Значения $S(z)$ определяются по разделу 7 данного Приложения.

3.18. Наклон в точке M по направлению простирания пласта (см. рис. 5) определяется по формуле

$$i_{xy}=i_xS(z_y), \tag{20}$$

а по направлению вкрест простирания пласта — по формуле

$$i_{yx}=i_yS(z_x), \tag{21}$$

где i_x и i_y — наклоны в главном сечении мульды сдвижения, определяемые по формулам (6)—(8).

3.19. Кривизна в точке M по направлению простирания пласта определяется по формуле

$$K_{xy}=K_xS(z_y), \tag{22}$$

а вкрест простирания пласта — по формуле

$$K_{yx}=K_yS(z_x), \tag{23}$$

где K_x и K_y — кривизна в главных сечениях мульды сдвижения, определяемая по формулам (9)—(11).

3.20. Горизонтальное сдвижение точки M по направлению простирания пласта определяется по формуле

$$\xi_{xy}=\xi_xS(z_y), \tag{24}$$

а вкрест простирания пласта — по формуле

$$\xi_{yx}=\xi_yS(z_x), \tag{25}$$

где ξ_x и ξ_y — горизонтальное сдвижение, определяемое по формулам (12)—(14).

3.21. Горизонтальные деформации (растяжение, сжатие) в точке M по направлению простирания пласта определяются по формуле

$$\varepsilon_{xy}=\varepsilon_x S(z_y), \tag{26}$$

а вкрест простирания пласта — по формуле

$$\varepsilon_{yx}=\varepsilon_y S(z_x), \tag{27}$$

где ε_x и ε_y определяются по формулам (16)—(18).

Сдвижения и деформации в точках земной поверхности по направлениям, не параллельным главным сечениям мульды

3.22. Сдвижения и деформации в сечениях, не параллельных главным, определяются при установлении мер охраны сооружений, имеющих большую протяженность и расположенных диагонально относительно простирания (падения) пласта: трубопроводы различного назначения, железные дороги, цехи промышленных предприятий и др.

3.23. При расчете знаки сдвижений и деформаций определяются в соответствии со знаками входящих в них параметров и функций.

Начало координат и направления осей показаны на рис. 6

Значения функции $F(z_x)$ при $B=0$ принимаются отрицательными на участке, где $x>0$ и положительными на участке, где $x<0$. Значения функций $F(z_y)$ при $B=0$ принимаются отрицательными в полумульде по восстанию (при $y>0$) и положительными в полумульде по падению (при $y<0$) (см. рис. 6). Знаки наклонов i_x, входящих в формулы для расчетов скручиваний, и знаки горизонтальных сдвижений, входящих в формулы для расчета скашиваний, определяются в соответствии с правилами знаков наклонов и горизонтальных сдвижений в главных сечениях мульды.

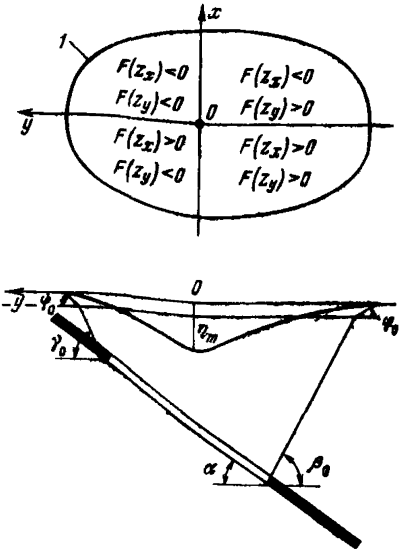


Рис. 6. Схема для определения знаков функций $F(z_x)$ и $F(z_y)$ при расчете скашивания:

1 — граница мульды сдвижения

3.24. Наклон в точке M по направлению P_1P_2 (см. рис. 5) определяется по формуле

$$i_\lambda = i_{xy}\cos\lambda + i_{yx}\sin\lambda, \qquad (28)$$

где λ — угол, отсчитываемый против часовой стрелки от направления простирания пласта до заданного направления P_1P_2; i_{xy} и i_{yx} — определяются по формулам (20) и (21).

3.25. Кривизна в точке M по направлению P_1P_2 определяется по формуле

$$K_\lambda = K_{xy}\cos^2\lambda + K_{yx}\sin^2\lambda + J_{xy}\sin 2\lambda, \qquad (29)$$

где K_{xy} и K_{yx} определяются по формулам (22) и (23); J_{xy} — скручивание, определяемое по формуле $J_{xy} = \frac{i_x F(z_{y_1})}{L_1}$, если точка M расположена в полумульде по падению, или по формуле $J_{xy} = \frac{i_x F(z_{y_2})}{L_2}$, если точка M расположена в полумульде по восстанию.

Величины i_x и $F(z_y)$ определяются в соответствии с п. 3.12. Функции $F(z_{y_1})$, $F(z_{y_2})$ определяются по разделу 7 настоящего Приложения.

3.26. Горизонтальные деформации в точке M по направлению P_1P_2 определяются по формуле

$$\varepsilon_\lambda = \varepsilon_{xy}\cos^2\lambda + \varepsilon_{yx}\sin^2\lambda + 0{,}5\Delta_{xy}\sin 2\lambda, \qquad (30)$$

где ε_{xy} и ε_{yx} определяются по формулам (26) и (27); Δ_{xy} — скашивание, определяемое по формуле $\Delta_{xy} = \frac{\xi_x F(z_{y_1})}{L_1} + \frac{\xi_y F(z_x)}{L_3}$, если точка M расположена в полумульде по падению, и $\Delta_{xy} = \frac{\xi_x F(z_{y_2})}{L_2} + \frac{\xi_y F(z_x)}{L_3}$, если точка M расположена в полумульде по восстанию.

Величины ξ_x, ξ_y определяются в соответствии с п. 3.14. Функции $F(z_x)$ и $F(z_y)$ определяются по разделу 7 данного Приложения при $B=0$.

Расчет сдвижений и деформаций от ранее пройденных выработок (рис. 7)

3.27. Сдвижения и деформации от ранее пройденных (старых) выработок рассчитываются при одновременном выполнении следующих условий:

а) граничный угол δ_0 в неподработанной толще равен или более 70°;

б) старая выработка находится в зоне влияния действующих выработок, т. е. выработок, от которых производится расчет сдвижений и деформаций, для определения мер охраны (см. п. 3.28),

в) старая выработка ранее не подработана, т. е. не попадала в зону влияния от другой старой выработки (см. п. 3.28),

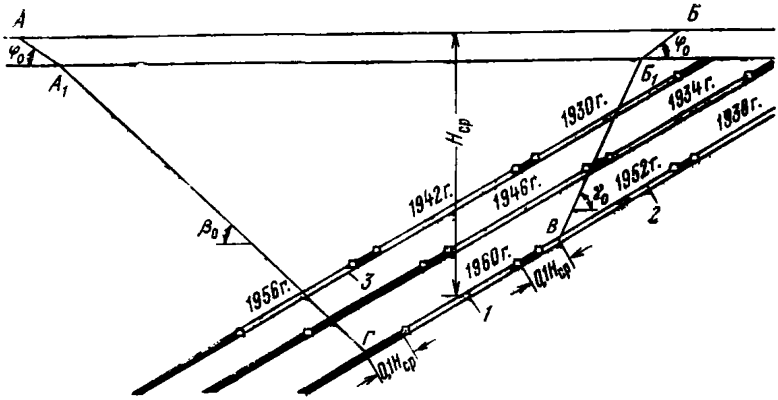


Рис. 7. Схема к расчету сдвижений и деформаций от ранее пройденных выработок:

АБ — зона влияния от действующей выработки; *1* — действующая выработка; *2* — старая выработка в рассматриваемом пласте, от которой производится расчет; *3* — старая выработка в вышележащем пласте, от которой производится расчет

г) если от старой выработки были рассчитаны сдвижения и деформации как от действующей выработки и их величины суммированы со сдвижениями и деформациями от других действующих выработок при выборе мер охраны, то расчет от такой выработки как от старой не производится.

3.28. Зона влияния определяется на вертикальных разрезах по простиранию и вкрест простирания пласта линиями, проведенными под соответствующими граничными углами от точек, отстоящих от границ действующих выработок на расстояние, равное $0{,}1H_{ср}$ ($H_{ср}$ — средняя глубина разработки).

3.29. Сдвижения и деформации в точках мульды от старой выработки рассчитываются как от действующей по методике пп.3.10—3.16. При этом максимальное оседание определяется по формуле

$$\eta_m = \Delta q m \cos \alpha N_1 N_2, \qquad (31)$$

где Δq — разность между относительными максимальными оседаниями при повторной и первичной подработках.

Полученные сдвижения и деформации от старых выработок суммируются со сдвижениями и деформациями от действующей выработки.

Расчет ожидаемых сдвижений и деформаций, вызванных сдвижением пород по напластованию (рис. 8)

3.30. Сдвижения и деформации горного массива и земной поверхности, вызванные сдвижением пород по напластованию, возникают в области, ограниченной на разрезе вкрест простирания вертикальной линией, отстоящей от выхода разрабатываемого пласта под

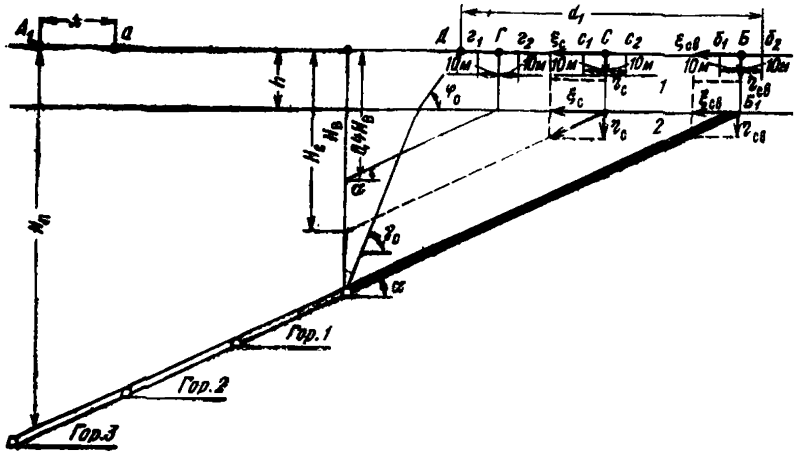


Рис. 8. Схема к расчету сдвижений и деформаций земной поверхности под влиянием сдвижений пород по напластованию:
1 — наносы; *2* — коренные породы

наносы на 10 м, и линией, проведенной по вертикали от верхней границы выработки при ведении горных работ на первом горизонте (зона $Аб_2$ на рис. 8). При ведении горных работ на втором и последующих горизонтах область сдвижений по напластованию со стороны падения ограничивается линией, проведенной по вертикали через точку A_1 (зона $A_1б_2$). Положение точки A_1 определяется нижней глубиной очистных работ, если эта глубина меньше глубины $H_п$, и глубиной $H_п$, если нижняя глубина очистных работ больше глубины $H_п$.

Глубина $H_п$ вычисляется по формуле

$$H_п = H_s \sqrt[3]{n}, \qquad (32)$$

где H_s — глубина, определяемая в соответствии с п. 2.5 и разделом 7 настоящих Правил; n — число разрабатываемых пластов (число пластов, пересекаемых на разрезе вертикальной линией, проведенной через точки площадки до глубины $H=500$ м).

Сдвижение пород по напластованию во всех угольных бассейнах рассчитывается при одновременном выполнении следующих условий:

$$\alpha_п > \alpha > \rho',$$
$$H_в < K_н \sqrt[3]{d_1 (h + h_м) n}, \qquad (33)$$
$$\eta_m > 250 \text{ мм},$$

где $\alpha_п$ — предельный угол, при котором возникают опасные сдвижения пород лежачего бока; значения $\alpha_п$ приведены в разделе 7 настоящих Правил; для Донецкого бассейна вместо угла $\alpha_п$ принима-

ется угол, равный 60°; ρ' — угол внутреннего трения по наиболее слабым контактам; при отсутствии данных полевых испытаний принимается $\rho'=13°$; $H_в$ — расстояние по вертикали от земной поверхности до верхней границы первого горизонта разрабатываемого пласта; $K_н$ — коэффициент, определяемый по табл. 4 в зависимости от угла падения пласта; h — мощность наносов; $h_м$ — мощность горизонтально залегающих ($\alpha \leqslant 5°$) мезозойских отложений при разработке угольных пластов палеозойского возраста; если суммарная мощность $(h+h_м)$ менее 5 м или более 20 м, то она принимается равной 20 м; d_1 — расстояние от верхней границы мульды сдвижения до выхода пласта под наносы (отрезок $Дб_2$, см. рис. 8), м; η_m — максимальное оседание земной поверхности от рассматриваемой выработки (или выработок в пределах рассматриваемого пласта), определяемое по формуле (5).

Таблица 4

Коэффициент $K_н$

α, градус	14	20	25	30	35	40	45	50	55	60
$K_н$	3,2	6,6	9,0	11,2	13,1	15,0	17,2	19,7	22,6	26,0

Примечание. Промежуточные значения коэффициента $K_н$ определяются интерполяцией.

3.31. Оседание земной поверхности над выходом разрабатываемого пласта под наносы (точка *Б*)

$$\eta_{св} = \frac{K_\alpha}{H_в} \leqslant 0{,}15\eta_m, \qquad (34)$$

где K_α — коэффициент, определяемый по табл. 5 в зависимости от величины граничного угла δ_0 и угла падения пласта.

3.32. Оседание земной поверхности над выходом под наносы наиболее слабых контактов и неотработанных или ранее отработанных угольных пластов (точка *С*), залегающих выше рассматриваемого пласта

$$\eta_с = \frac{0{,}8\eta_{св}}{\frac{H_с}{H_в} - 0{,}3} \leqslant 0{,}3\eta_m, \qquad (35)$$

где $H_с$ — расстояние по вертикали, проходящей через верхнюю границу выработки в разрабатываемом пласте, от земной поверхности до рассматриваемого наиболее слабого контакта; если $H_с$ менее $0{,}4H_в$, то принимается $H_с=0{,}4H_в$.

3.33. Оседание поверхности в точках $Г(H_г=0{,}4H_в)$ и *А*

$$\eta_А = 8\eta_{св} \leqslant 0{,}3\eta_m. \qquad (36)$$

3.34. Оседания в точках на участке *АБ*, вызванные сдвижением пород по напластованию, определяются по кривой, построенной по величинам оседаний в точках *Б*, *С*, *Г*, *А*.

Таблица 5

Коэффициент K_α, м²

Граничный угол δ_0, градус	Угол падения α, градус									
	14	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Менее 60	0,10	0,62	1,24	1,85	2,47	3,08	3,91	4,94	6,17	7,73
60—70	0,09	0,54	1,08	1,62	2,16	2,70	3,42	4,32	5,40	6,75
Более 70	0,08	0,46	0,91	1,36	1,83	2,2°	2,88	3,64	4,55	5,70

Примечание. Промежуточные значения коэффициента K_α определяются интерполяцией.

3.35. Горизонтальные сдвижения поверхности над выходом разрабатываемого пласта под наносы (точка *Б*)

$$\xi_{св}=\eta_{св}\operatorname{ctg}\alpha. \tag{37}$$

3.36. Горизонтальные сдвижения поверхности над выходами под наносы наиболее слабых контактов ранее отработанных и неотработанных угольных пластов, расположенных выше разрабатываемого пласта,

$$\xi_{с}=\eta_{с}\operatorname{ctg}\alpha. \tag{38}$$

3.37. Горизонтальное сдвижение в точках *Г* и *А*

$$\xi_{Г}=\xi_{А}=\eta_{Г}\operatorname{ctg}\alpha. \tag{39}$$

3.38. Горизонтальные сдвижения в точках на участке *АБ*, вызванные сдвижением пород по напластованию, определяются по кривой, построенной по величинам горизонтальных сдвижений в точках *Б*, *С*, *Г* и *А*.

3.39. Горизонтальные деформации поверхности над выходом разрабатываемого пласта под наносы (участок $б_1б_2$, за исключением Донбасса)

$$\varepsilon_{св}=\frac{\xi_{св}}{50}\left(1+\frac{h+h_м}{10}\right) \text{ при } 15\text{ м}>h+h_м\geqslant 5\text{ м},$$

$$\varepsilon_{св}=\frac{\xi_{св}}{10}\left(\frac{h+h_м}{10}-1\right) \text{ при } 20\text{ м}>h+h_м\geqslant 15\text{ м}, \tag{40}$$

$$\varepsilon_{св}=\frac{\xi_{св}}{10} \text{ при } h+h_м\geqslant 20\text{ м или } h+h_м<5\text{ м}.$$

3.40. Горизонтальные деформации поверхности над выходами под наносы наиболее слабых контактов ранее отработанных и неотработанных угольных пластов, расположенных выше разрабатываемого пласта (участок c_1c_2, за исключением Донбасса) определяются по формулам (40), в которых вместо $\xi_{св}$ используется разность $\xi_{с}-\xi_{св}$.

3.41. Горизонтальные деформации на участке $г_1г_2$, за исключе-

нием Донбасса, определяются по формулам (40), в которых вместо $\xi_{св}$ используется разность $\xi_г - \xi_с$.

3.42. В том случае, когда положение наиболее слабых контактов в массиве неизвестно и в Донецком бассейне, горизонтальные деформации на участке $Дб_2$ принимаются одинаковыми и определяются по формулам (40), в которых вместо $\xi_{св}$ принимается значение ξ, определяемое по формуле

$$\xi = \frac{30\,(\xi_г - \xi_{св})}{H_в \operatorname{ctg} \alpha}, \tag{41}$$

где $H_в$ — глубина верхней границы выработки (см. рис. 8). В тех случаях, когда $H_в < H_{в_1}$, то в выражении (41) используется величина $H_{в_1} = 50 + 30\left(\frac{\alpha - 45°}{15°}\right)$ при $60° \geqslant \alpha \geqslant 45°$.

3.43. Высота прямого уступа над выходом разрабатываемого пласта под наносы (точка $Б$) (кроме Донбасса)

$$h_у = \eta_{св}. \tag{42}$$

Высота уступов над выходами вышележащих неотработанных или ранее отработанных пластов и слабых контактов (точка $С$) (кроме Донбасса)

$$h_у = \eta_с - \eta_{св}. \tag{43}$$

3.44. В том случае, когда положение слабых контактов, по которым происходит сдвижение по напластованию, неизвестно, и в Донбассе высота прямых уступов на участке $БД$ принимается постоянной и определяется по формуле

$$h_у = \frac{30\,(\eta_г - \eta_{св})}{H_в \operatorname{ctg} \alpha}, \tag{44}$$

где $H_в$ — определяется в соответствии с п. 3.42.

3.45. При ведении горных работ в одном пласте на втором и последующих горизонтах, а для условий Донецкого бассейна во всех случаях расчет сдвижений деформаций и прямых уступов производится как при неизвестном положении слабых контактов.

3.46. Наряду со сдвижениями и деформациями в зоне $Дб_2$, при ведении горных работ на втором и последующих горизонтах дополнительно определяются горизонтальные деформации и высота прямых уступов на участке земной поверхности $ДА_1$.

В точке $А_1$ горизонтальные деформации и высота уступов, вызванные сдвижением пород по напластованию, принимаются равными нулю. Горизонтальные деформации и высота уступов в точках зоны $А_1Д$ определяются по формулам

$$\varepsilon_x = \varepsilon_Д \left(\frac{x}{A_1Д}\right)^2, \tag{45}$$

$$h_x = h_Д \left(\frac{x}{A_1Д}\right)^2, \tag{46}$$

где $\varepsilon_Д$ и $h_Д$ — соответственно горизонтальные деформации и высота уступов в точке $Д$, определяемые по приведенным выше формулам;

x — расстояние от точки A_1 до рассматриваемой точки a (см. рис. 8).

3.47. На участке $A_1Д$ величины оседаний, горизонтальных сдвижений и горизонтальных деформаций рассчитываются также в соответствии с указаниями п. 3.10—3.16 (по сглаженным кривым). В расчет принимаются большие из значений, полученных указанным способом и путем расчета сдвижений и деформаций от влияния подвижек по напластованию.

3.48. При разработке свиты пластов сдвижения и деформации земной поверхности, вызванные сдвижением пород по напластованию, определяются от каждого разрабатываемого пласта в отдельности. Суммарные сдвижения и деформации определяются путем алгебраического сложения сдвижений и деформаций, вызываемых влиянием каждого из пластов.

При этом, если отдельные пласты ранее разработаны на верхних горизонтах до глубины $H_{от}$ ($H_{от}$ — глубина по вертикали нижней границы ранее отработанного горизонта), то при расчетах ожидаемых сдвижений и деформаций при ведении горных работ в диапазоне глубин от $H_{от}$ до $H_п$ значения сдвижений и деформаций от указанных пластов умножаются на коэффициент $K_0 = 1 - \frac{H_{от}}{H_п}$.

4. РАСЧЕТ ОЖИДАЕМЫХ СДВИЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ НАЛИЧИИ СДВИЖЕНИЯ ПОРОД ЛЕЖАЧЕГО БОКА

Подготовка исходных данных и порядок расчета

4.1. Подготовка исходных горно-геологических данных к расчету сдвижений и деформаций производится в соответствии с п. 3.1 и 3.3.

4.2. Расчет сдвижений и деформаций выполняется только для участков мульды, расположенных за пределами зон провалов и крупных трещин с уступами (террас). Границы зон возможных провалов определяются в соответствии с п. 2.11—2.13 настоящих Правил.

4.3. Границы мульды сдвижения (рис. 1,*в*) устанавливаются по граничным углам β_0 и β_{01}, определяемым по разделу 7 настоящего Приложения для соответствующих бассейнов и месторождений.

4.4. Длины полумульд L_1 и L_2 для расчетов оседаний и наклонов определяются углами β_0, β_{01} и θ (см. рис. 1,*в*).

Для расчетов горизонтальных сдвижений и горизонтальных деформаций мульда сдвижения разделяется на четыре части — $L_{в1}$, $L_{в2}$, $L_{л1}$, $L_{л2}$ (см. рис. 1,*в*) плоскостями, проведенными под углами $\theta_в$, $\theta_л$, β_0 и β_{01} и проекцией на земную поверхность точки выхода почвы пласта под наносы.

Начала координат (z=0) для соответствующих частей мульды располагаются в точках пересечения с земной поверхностью плоскостей, проведенных из середины выработки под углами $\theta_в$ в висячем боку и $\theta_л$ в лежачем боку (см. рис. 1,*в*).

Углы θ, $\theta_в$ и $\theta_л$ определяются по разделу 7 данного Приложения для соответствующих бассейнов и месторождений.

Расчет сдвижений и деформаций от одной очистной выработки (см. рис. 1,*в*)

4.5. Максимальное оседание земной поверхности при отсутствии провалов и крупных трещин с уступами (террас) определяется по формуле

$$\eta_m = m\sqrt{n_1 n_2}K_3, \tag{47}$$

где n_1 и n_2 — коэффициенты, определяемые по формулам:

$$n_1 = 0{,}7\frac{D_1}{H_{ср}}, \tag{48}$$

$$n_2 = 0{,}7\frac{D_2}{H_{ср}}, \tag{49}$$

но не более 1;

D_1 и D_2 — размеры очистной выработки соответственно вкрест простирания и по простиранию пласта; K_3 — коэффициент, определяемый по разделу 7 данного Приложения, а при отсутствии — по табл. 6.

В Кузнецком бассейне при выемке крутых пластов с закладкой выработанного пространства величина η_m определяется в соответствии с п. 7.13.

Таблица 6

Коэффициент K_3

α, градус	$\alpha_п \leqslant \alpha < 60$	60	70	80	90
K_3	$0{,}8\cos\alpha$	0,40	0,35	0,30	0,40

Примечание. Промежуточные значения коэффициента K_3 определяются интерполяцией.

При выемке пластов угля с применением закладки доставляемой извне вместо вынимаемой мощности пласта m в расчетах используется эффективная мощность $m_э$, определяемая в соответствии с указаниями п. 3.2.

4.6. Максимальное оседание на границе зоны провалов и крупных трещин с уступами определяется по формулам:

1) со стороны висячего бока

$$\eta_{m_1} = \eta_m S(z_в); \tag{50}$$

2) со стороны лежачего бока

$$\eta_{m_2} = \eta_m S(z_л), \tag{51}$$

где $S(z_в)$ и $S(z_л)$ — значения функции $S(z)$, определяемые по табл. 7 в зависимости от $\left(\frac{H_в}{m}\right)$ — отношения глубины верхней гра-

ницы рассматриваемой выработки $H_в$ к вынимаемой мощности m и аргументов z, равных

$$z_в = \frac{y_в}{L_1},$$

$$z_л = \frac{y_л}{L_2}, \qquad (52)$$

где $y_в$ и $y_л$ — расстояние от границы зоны провалов и крупных трещин с уступами соответственно со стороны висячего и лежачего боков до точки пересечения с земной поверхностью плоскости, проведенной под углом θ из середины выработки.

Примечание. В Кузнецком бассейне при $m \geqslant 6$ м и $H_в/m \leqslant 8$ на участках между точками максимальных оседаний и границами зон провалов сдвижения и деформации определяются в соответствии с п. 7.15.

Таблица 7

Значения функций $S(z)$, $S'(z)$, $F(z)$ и $F'(z)$ (кроме Кузнецкого бассейна)

z	$\frac{H_в}{m} < 8$		$8 \leqslant \frac{H_в}{m} \leqslant 20$		$\frac{H_в}{m} > 20$		$\frac{H_в}{m} > 15$	
	$S(z)$	$S'(z)$	$S(z)$	$S'(z)$	$S(z)$	$S'(z)$	$F(z)$	$F'(z)$
0,0	1,00	0	1,00	0	1,00	0	1,00	0
0,1	0,32	2,6	0,96	0,8	0,98	0,5	0,97	0,2
0,2	0,17	1,0	0,83	2,2	0,90	1,0	0,93	0,4
0,3	0,09	0,6	0,52	3,2	0,77	1,7	0,88	0,6
0,4	0,05	0,4	0,30	1,5	0,58	2,0	0,81	0,8
0,5	0,04	0,25	0,20	0,9	0,39	1,9	0,71	1,0
0,6	0,03	0,15	0,12	0,6	0,22	1,4	0,60	1,2
0,7	0,02	0,07	0,07	0,4	0,10	0,9	0,47	1,4
0,8	0,01	0,03	0,03	0,3	0,04	0,4	0,32	1,6
0,9	0,005	0,01	0,01	0,2	0,01	0,2	0,17	1,7
1,0	0	0	0	0	0	0	0	1,8

Примечание. Промежуточные значения функций $S(z)$, $S'(z)$, $F(z)$ и $F'(z)$ определяются интерполяцией. Значения функций $S(z)$, $S'(z)$, $F(z)$ и $F'(z)$ для Кузнецкого бассейна определяются в соответствии с п. 7.14 (табл. 46 и 47).

4.7. Максимальное горизонтальное сдвижение в направлении вкрест простирания пласта при отсутствии провалов и крупных трещин с уступами определяется по формулам:

1) со стороны висячего бока

$$\xi_1 = K_\alpha \eta_m, \qquad (53)$$

где K_α — коэффициент, определяемый по разделу 7 данного Прило-

Таблица 8

Коэффициент K_α

$\frac{l_1}{D_1}$	Вынимаемая мощность пласта m, м	α, градус			
		До 70	75	80	90
До 0,1	$\geqslant 5$	1,5	1,4	1,2	1,0
	<5	1,0	1,0	1,0	0,8
0,3	$\geqslant 5$	0,8	0,6	0,4	0,4
	<5	0,5	0,4	0,3	0,3

Примечание. Промежуточные значения K_α определяются интерполяцией.

жения, а при отсутствии — по табл. 8 в зависимости от отношения размера целика по падению l_1, оставленного у выхода пласта под наносы, к соответствующему размеру выработанного пространства по падению D_1;

2) со стороны лежачего бока

$$\xi_2 = -K_л K_\alpha \eta_m, \tag{54}$$

где $K_л$ — коэффициент, определяемый по табл. 9.

4.8. Максимальное горизонтальное сдвижение в направлении вкрест простирания пласта за пределами зоны провалов и крупных трещин с уступами определяется по формулам:

1) со стороны висячего бока

$$\xi_{п_1} = \xi_1 S_1(z)_m; \tag{55}$$

2) со стороны лежачего бока

$$\xi_{п_2} = \xi_2 S_2(z)_m, \tag{56}$$

где $S_1(z)_m$ и $S_2(z)_m$ — максимальные значения функции $S(z)$ соответственно на участках $L_{в_1}$ и $L_{л_1}$ за пределами зоны провалов и крупных трещин с уступами, определяемые по табл. 7 в зависимости от отношения $\frac{H_в}{m}$; ξ_1 и ξ_2 — сдвижения, определяемые по формулам (53) и (54).

Таблица 9

Коэффициент $K_л$

α, градус	50	60	70	75	80	90
$K_л$	0	0,1	0,15	0,4	0,7	1,0

Примечание. Промежуточные значения $K_л$ определяются интерполяцией.

4.9. Если суммарная мощность монолитных песчаников и известняков в пределах зоны сдвижения висячего бока более чем в 2 раза превышает мощность соответствующих пород в зоне сдвижения лежачего бока, то деформации в породах висячего бока умножаются на коэффициент $K_{п_1}$, а в породах лежачего бока — на коэффициент $K_{п_2}$.

Если суммарная мощность монолитных песчаников и известняков в пределах зоны сдвижения лежачего бока более чем в 2 раза превышает мощность соответствующих пород в зоне сдвижения висячего бока, то деформации в породах висячего бока умножаются на коэффициеит $K_{п_2}$, а в породах лежачего бока — на коэффициент $K_{п_1}$.

Коэффициенты $K_{п_1}$ и $K_{п_2}$ определяются по табл. 10.

Примечание. Коэффициенты $K_{п_1}$ и $K_{п_2}$ применяются только, если разрабатываются пласты, над выходами которых образуются провалы. При этом в расчет принимаются только слои песчаников и известняков мощностью более 30 м.

Таблица 10

Коэффициенты $K_{п_1}$ и $K_{п_2}$

α, градус	⩽60	70	80	90
$K_{п_1}$	1,0	0,9	0,7	0,5
$K_{п_2}$	1,0	1,2	1,6	2,0

Примечание. Промежуточные значения коэффициентов $K_{п_1}$ и $K_{п_2}$ определяются интерполяцией.

4.10. Максимальные наклоны в направлении вкрест простирания пластов определяются по формулам:

со стороны висячего бока

$$i_1 = \frac{\eta_m}{L_1} S'_1(z)_m; \qquad (57)$$

со стороны лежачего бока

$$i_2 = -\frac{\eta_m}{L_1} S'_2(z)_m. \qquad (58)$$

При отсутствии провалов за $S'_1(z)_m$ и $S'_2(z)_m$ принимается максимальное значение функции $S'(z)$, определяемое по табл. 7 в зависимости от значения $\frac{H_в}{m}$.

При наличии провалов за $S'_1(z)_m$ и $S'_2(z)_m$ принимаются максимальные значения функции $S'(z)$ соответственно на участках L_1 и L_2 за пределами зоны провалов и крупных трещин с уступами, определяемые по табл. 7 в зависимости от $\frac{H_в}{m}$.

4.11. Максимальные горизонтальные деформации в направлении вкрест простирания пластов определяются по формулам:

1) на участке $L_{в_1}$

$$\varepsilon_{в_1} = \frac{\xi_1}{L_{в_1}} S'_{в}(z)_m; \tag{59}$$

2) на участках $L_{в_2}$ и $L_{л_1}$ $\left(\text{при } \frac{H_в}{m} \geqslant 15\right)$

$$\varepsilon_{в_2} = \varepsilon_{л_1} = -1{,}8\,\frac{\xi_1 - \xi_2}{L_{в_2} + L_{л_1}}, \tag{60}$$

3) на участке $L_{л_2}$

$$\varepsilon_{л_2} = -\frac{\xi_2}{L_{л_2}} S'_{л}(z)_m. \tag{61}$$

При отсутствии провалов за $S'_{в}(z)_m$ и $S'_{л}(z)_m$ принимается максимальное значение функции $S'(z)$, а при наличии провалов — максимальные значения функции $S'(z)$ соответственно на участках $L_{в_1}$ и $L_{л_1}$ за пределами зоны провалов и крупных трещин с уступами, определяемые по табл. 7 в зависимости от отношения $\frac{H_в}{m}$.

4.12. Сдвижения и деформации в точках главного сечения мульды сдвижения вкрест простирания пластов определяются по формулам:

1. Оседания

$$\eta_y = \eta_m S(z). \tag{62}$$

2. Горизонтальные сдвижения:

а) на участке $L_{в_1}$

$$\xi_y = \xi_1 S(z); \tag{63}$$

б) на участке $L_{л_2}$

$$\xi_y = \xi_2 S(z); \tag{64}$$

в) на участке $L_{в_2}$ $\left(\text{при } \frac{H_в}{m} \geqslant 15\right)$

$$\xi_y = \xi_1 F(z); \tag{65}$$

г) на участке $L_{л_1}$ $\left(\text{при } \frac{H_в}{m} \geqslant 15\right)$

$$\xi_y = \xi_2 F(z). \tag{66}$$

3. Наклоны:

а) в полумульде по падению:

$$i_y = \frac{\eta_m}{L_1} S'(z); \tag{67}$$

б) в полумульде по восстанию

$$i_y = -\frac{\eta_m}{L_2} S'(z). \tag{68}$$

4. Горизонтальные деформации:

а) на участке $L_{в_1}$

$$\varepsilon_y = \frac{\xi_1}{L_{в_1}} S'(z); \tag{69}$$

б) на участках $L_{в_2}$ и $L_{л_1}$ $\left(\text{при } \frac{H_в}{m} \geqslant 15\right)$

$$\varepsilon_y = -\frac{\xi_1 - \xi_2}{L_{в_1} + L_{л_1}} F'(z); \tag{70}$$

в) на участке $L_{л_2}$

$$\varepsilon_y = -\frac{\xi_2}{L_{л_2}} S'(z), \tag{71}$$

где $S(z)$, $S'(z)$, $F(z)$ и $F'(z)$ — значения соответствующих функций, определяемые по табл. 7 в зависимости от аргумента $z = \frac{x}{L}$.

Примечание. В Кузнецком бассейне на участке $L_{в_1}$ при $\frac{H_в}{m} \leqslant 8$ в формулу (69) вместо величины $S'(z)$ подставляется величина $S''(z)$, определяемая в соответствии с п. 7.15 (табл. 47).

Расчет сдвижений и деформаций от нескольких выработок

4.13. Расчет сдвижений и деформаций земной поверхности от нескольких выработок при разработке одного пласта производится следующим образом.

1. При ширине целиков между отрабатываемыми этажами l_1 более $0{,}1H_ц$ (где $H_ц$ — средняя глубина залегания целика) расчет производится раздельно от каждой очистной выработки согласно п. 4.5—4.12 с последующим алгебраическим суммированием полученных результатов.

2. При ширине целиков, между отрабатываемыми этажами l_1, не превышающей $0{,}1H_ц$, расчет производится последовательно от одного, двух и более этажей по суммарным размерам выработок, включая размеры междуэтажных целиков l_1. При этом положения точек максимального оседания и максимальных горизонтальных сдвижений определяются с помощью плоскостей, которые проводятся под углами θ_1, $\theta_в$ и $\theta_л$ от середины верхнего из суммируемых этажей, а значения функций $S(z)$ и $S'(z)$ определяются по табл. 7, принимая $\frac{H_в}{m} > 20$.

4.14. Расчет сдвижений и деформаций земной поверхности при разработке свиты пластов производится путем алгебраического суммирования соответствующих величин от каждого из пластов.

Последовательность суммирования сдвижений и деформаций от выработок в одном пласте и выработок в свите пластов должна соответствовать последовательности очистных работ.

4.15. За окончательные значения сдвижений и деформаций земной поверхности принимаются наибольшие из полученных при суммировании соответствующих сдвижений и деформаций от отдельных выработок.

5. РАСЧЕТ ОЖИДАЕМЫХ СДВИЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ УСЛОВИЙ СИНКЛИНАЛЬНОГО ЗАЛЕГАНИЯ ПОРОД

Понятия и определения

5.1. При расчетах сдвижений и деформаций земной поверхности в условиях синклинальных складок дополнительно к п. 1.1 используются следующие понятия и определения.

1. Синклинальные складки — складки, центральные части которых сложены более молодыми породами по сравнению с породами периферии. Складки называются нормальными, если осевая поверхность занимает вертикальное или наклонное положение, а крылья падают в разные стороны.

2. Ось складки — линия, соединяющая все точки перегиба данной складки (линия $E'E'_1$ на рис. 9).

3. Осевая поверхность — поверхность EE_1F_1F, проходящая через ось и делящая угол складки V пополам (см. рис. 9).

4. Угол складки — двугранный угол, заключенный между крыльями складки.

5. Крылья складки — плоские части складки BAA_1B_1 и CDD_1C_1 (см. рис. 9).

6. Шарнир складки — линия EE_1, представляющая собой пересечение продолжения крыльев (см. рис. 9).

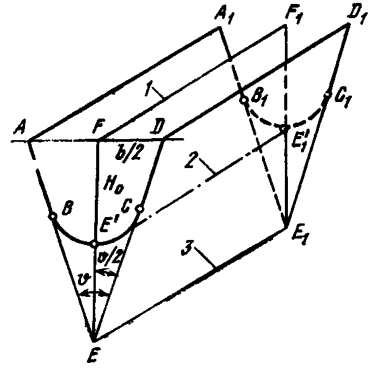


Рис. 9. Схема к определению элементов складки:

1 — осевая поверхность складки; *2* — ось складки; *3* — шарнир складки

7. Шарнирные складки — складки, у которых ось и шарнир совпадают.

8. Оседание земной поверхности от изгиба слоев $\eta_{изг}$(мм) — часть вертикальной составляющей векторов сдвижения точек в мульде сдвижения, вызванная изгибом слоев подрабатываемого массива по нормали к напластованию.

9. Оседание земной поверхности от сдвига слоев $\eta_{од}$(мм) — часть вертикальной составляющей векторов сдви-

жения точек в мульде сдвижения, вызванная сдвижением слоев подрабатываемого массива по контактам напластования.

10. Глубина залегания оси складки (H_0) — расстояние по вертикали от земной поверхности до оси складки (см. рис. 9).

Условия применения методики расчета

5.2. Методика расчета позволяет определить сдвижения и деформации земной поверхности и возможную высоту уступов в главных сечениях мульды сдвижения на разрезах вкрест простирания при углах падения слоев пород в крыльях складок до 70° в следующих условиях.

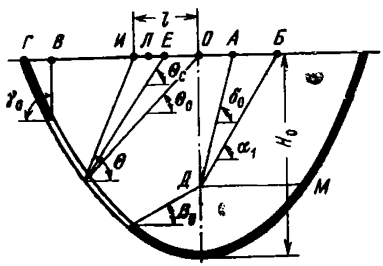


Рис. 10. Схема к определению параметров сдвижения на разрезе вкрест простирания для синклинальных складок с углами падения обоих крыльев $\alpha \geqslant 30°$

1. При отработке симметричных и асимметричных синклинальных складок с наклонным или вертикальным положением осевой поверхности и углами падения пород обоих крыльев на выходах под наносы, больших 30° (п. 5.3, рис. 10), асимметричных синклинальных складок с углами падения одного крыла больше 30°, а другого меньше 30° (см. п. 5.5, рис. 11—12) и шарнирных складок с углами падения пород, больших 30° (см. п. 5.6, рис. 13).

При отработке складок с углами падения пород обоих крыльев на выходах под наносы меньших 30° расчет ожидаемых сдвижений и деформаций производится по рекомендациям раздела 3 данного Приложения, как для выдержанного залегания пород.

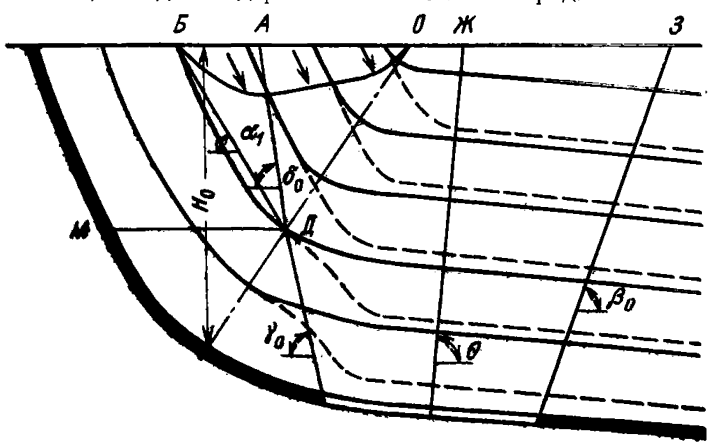


Рис. 11. Схема к определению параметров сдвижения на разрезе вкрест простирания при разработке крыла складки с углом падения $\alpha < 30°$

2. При расположении нижней границы очистной выработки по падению за точкой K — точкой пересечения отрабатываемого пласта с линией, проведенной от точки O под углом β_0 (рис. 14). β_0 — граничный угол, определяемый по разделу 7 настоящего Приложения для соответствующих бассейнов и месторождений при α, равном углу падения пород на выходе крыла складки под наносы. В тех случаях, когда нижняя граница очистной выработки располагается по восстанию от точки K, расчет ожидаемых сдвижений и деформа-

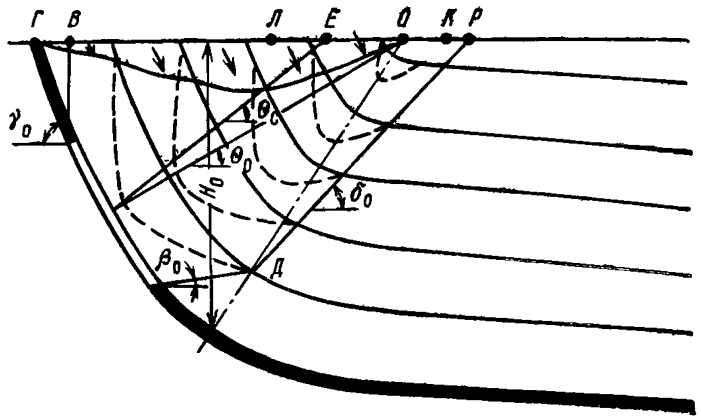


Рис. 12. Схема к определению параметров сдвижения на разрезе вкрест простирания при разработке крыла складки с углом падения $\alpha \geqslant 30°$.

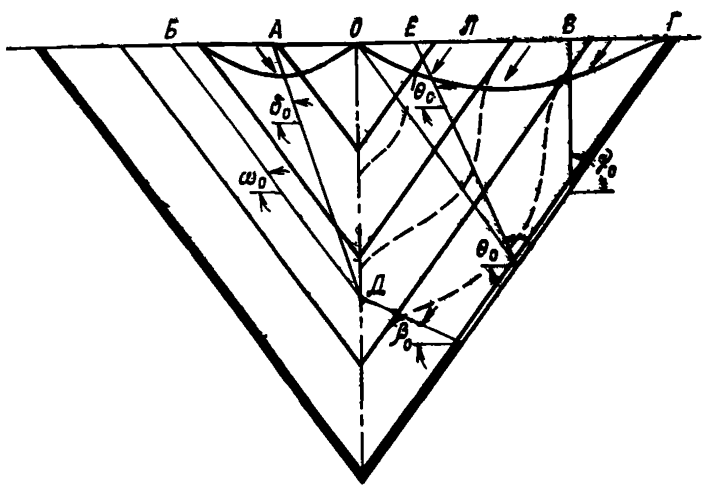


Рис. 13. Схема к определению параметров сдвижения на разрезе вкрест простирания при разработке шарнирных складок

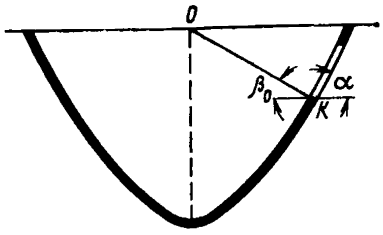


Рис. 14. Схема к определению влияния положения выработки на характер процесса сдвижения

ций производится по рекомендациям разделов 3 или 4 настоящего Приложения.

3. В главных сечениях мульды сдвижения на разрезах по простиранию расчет ожидаемых сдвижений и деформаций земной поверхности производится в соответствии с рекомендациями раздела 3. При этом максимальное оседание принимается равным максимальному оседанию, рассчитанному для разреза вкрест простирания по рекомендациям п. 5.3. Граничные углы δ_0, углы θ, ψ_3 и значения функций $S(z)$, $F(z)$, $F'(z)$ определяются из раздела 7 настоящего Приложения для соответствующих бассейнов и месторождений.

Расчет сдвижений и деформаций земной поверхности

5.3. При отработке симметричных и асимметричных нормальных синклинальных складок с наклонным или вертикальным положением осевой поверхности и углами падения крыльев $\alpha \geqslant 30°$ расчет ожидаемых величин сдвижений земной поверхности производится в следующих характерных точках, показанных на рис. 10:

точках O или E, в которых определяются максимальные оседания от изгиба слоев по нормали к напластованию ($\eta m_{изг}$); точка O определяется пересечением осевой поверхности складки с земной поверхностью; оседание в этой точке рассчитывается в тех случаях, когда линия, проведенная из середины выработки под углом θ, пересекает осевую поверхность складки; если эта линия не пересекает осевую поверхность, то оседание $\eta m_{изг}$ рассчитывается в точке E; точка E определяется пересечением линии, проведенной из середины выработки под углом θ_c; угол θ_c находится по формуле

$$\theta_c = \theta(1-K)+K\theta_0, \qquad (72)$$

где θ — угол максимального оседания, определяемый по рекомендациям раздела 7 настоящего Приложения; K — коэффициент, зависящий от отношения $\frac{l}{H_0}$ и определяемый из табл. 11; l — расстояние от точки O до точки пересечения с земной поверхностью линии,

Таблица 11

Коэффициент K

$\frac{l}{H_0}$	0	0,4	0,6—1,0
K	1	0,9	0,7

проведенной под углом θ (точка *И*) (см. рис. 10); θ_0 — угол наклона к горизонту линии, соединяющей середину очистной выработки с точкой пересечения земной поверхности осевой поверхностью складки;

точка *А* определяет границу зоны изгиба слоев со стороны нижней границы выработки; для определения положения точки *А* от нижней границы выработки проводится линия под углом β_0 до пересечения с осевой поверхностью складки (точка *Д*), затем из точки *Д* проводится линия под углом δ_0 до пересечения с земной поверхностью; значения углов β_0 и δ_0 находятся по рекомендациям раздела 7 данного Приложения для соответствующего бассейна. Значения углов β_0 рассчитываются в зависимости от угла падения пласта α у нижней границы очистной выработки;

точке *Б*, определяющей границу зоны влияния очистной выработки со стороны ее нижней границы; находится в точке пересечения линии, проведенной под углом α_1 из точки *Д*, с земной поверхностью; α_1 — угол падения пород противолежащего крыла складки; если угол падения пород противолежащего крыла складки переменный, он определяется как средний угол между углом падения пласта у выхода под наносы и углом падения пласта в точке *М* (в точке пересечения горизонтальной линии, проходящей через точку *Д*, с пластом; см. рис. 10);

Таблица 12

Формулы для расчета

Точки	Оседания, мм	Горизонтальные сдвижения, мм
О(Ж)	$\eta_m = q_0 m K_\eta \sqrt{N_2}$	—
А	$\eta = q_0 m K_\eta K_{сд} \sqrt{N_2}$	$\xi = +\eta \operatorname{ctg}\alpha + ih$
Л	$\eta = q_0 m K_\eta \sqrt{N_2}\,(0{,}2 + 2{,}2 \times \frac{\Delta\alpha}{180^\circ} \sin\alpha)$	$\xi = q_0 m K_\eta \sqrt{N_2} \times \left(0{,}2 \operatorname{tg}\alpha - 2{,}2 \frac{\Delta\alpha}{180^\circ} \times \cos\alpha\right) - ih,$
В	$\eta = 2{,}2 q_0 m K_\eta \sqrt{N_2} \cos\alpha S(z)_{сд}$	$\xi = -\eta \operatorname{ctg}\alpha - ih$
Г	$\eta = 0{,}55 q_0 m K_\eta \sqrt{N_2} \sin\alpha \frac{\Delta\alpha}{180^\circ}$	$\xi = -\eta \operatorname{ctg}\alpha - ih$
Е	$\eta_m = q_0 m K_\eta \sqrt{N_2}\,(1 + 2{,}2 \times \frac{\Delta\alpha}{180^\circ} \sin\alpha)$	$\xi = q_0 m K_\eta \sqrt{N_2} \left(\operatorname{tg}\alpha - 2{,}2 \frac{\Delta\alpha}{180^\circ} \cos\alpha\right) - ih$
Б(Р)	0	0

в точке B, определяющей границу зоны изгиба слоев со стороны верхней границы очистной выработки; находится в точке пересечения линии, проведенной от верхней границы очистной выработки под углом γ_0, с земной поверхностью; угол γ_0 находится по рекомендациям раздела 7 данного Приложения при условии, что $60° \leqslant \gamma_0 \leqslant 90°$; значения углов γ_0 принимаются в зависимости от угла падения пласта α у верхней границы очистной выработки;

точке $Г$ — выход пласта на отрабатываемом крыле под наносы;

точке $Л$ — точке максимального оседания от сдвига по напластованию пород отрабатываемого крыла $\eta_{m_{сд}}$; находится на расстоянии, равном 0,4 отрезка OB (от точки O); в тех случаях когда максимальное оседание от изгиба $\eta_{m_{изг}}$ находится в точке E, то и максимальное оседание $\eta_{m_{сд}}$ принимается в точке E, определяемой углом θ_c.

Оседания и горизонтальные сдвижения в характерных точках земной поверхности рассчитываются по формулам, приведенным в табл. 12.

При построении графиков горизонтальные сдвижения принимаются с теми знаками, которые получаются по формулам табл. 12.

В выражениях, приведенных в табл. 12, приняты следующие обозначения:

q_0 — относительная величина вертикальных сдвижений, определяемая из раздела 7 настоящего Приложения; m — вынимаемая или эффективная мощность пласта, м; K_η — коэффициент, зависящий от отношения размера выработки (D_1) на разрезе вкрест простирания к глубине залегания оси складки (H_0), определяется из табл. 13.

Таблица 13

Коэффициент K_η

$\frac{D_1}{H_0}$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	$\geqslant 1,0$
K_η	0	0,25	0,35	0,45	0,60	0,8

Примечание. Промежуточные значения K_η определяются интерполированием.

N_2 — коэффициент, определяемый из раздела 7 данного Приложения; $K_{сд}$ — коэффициент, определяемый в зависимости от отношения оседания в точке O (η_{oc}) к максимальному оседанию в мульде. Находится из табл. 14, η_m — рассчитывается по формулам табл. 12 (точки O и E).

$\Delta\alpha$ — разность между углами падения у верхней границы очистной выработки и на оси складки; α — угол падения пласта у его выхода под наносы; $S(z)_{сд}$ — функция, учитывающая характер распределения оседаний пород отрабатываемого крыла, определяется на участке $ЕГ$ или $ЛГ$ из табл. 15 в зависимости от положения

Таблица 14

Коэффициент $K_{сд}$

$\frac{\eta_{ос}}{\eta_m}$	1	0,9	0,7	0,5	0,2	0,1	0
$K_{сд}$	0,5	0,35	0,30	0,20	0,15	0,1	0

Примечание. Промежуточные значения $K_{сд}$ определяются интерполированием.

точки B на этом участке. Для этого участок $ЕГ$ или $ЛГ$ делится на пять частей и определяются координаты точки B со значением $z = \frac{x}{l}$, где x — расстояние от рассматриваемой точки B до точки $Е$ или $Л$, l — длина участка $ЕГ$ или $ЛГ$.

Таблица 15

Значения функции $S(z)_{сд}$

z	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
$S(z)_{сд}$	1	0,86	0,70	0,55	0,35	0,25

Примечание. Промежуточные значения $S(z)_{сд}$ определяются интерполированием.

h — мощность наносов, м;

i — ожидаемый наклон земной поверхности в рассматриваемой точке.

5.4. Порядок расчетов сдвижений и деформаций сводится к следующему.

1. По формулам табл. 12 рассчитываются величины ожидаемых оседаний в характерных точках мульды сдвижения и строятся графики оседаний. На графиках величины оседаний, отложенные в характерных точках, соединяются прямыми линиями.

2. Определяются ожидаемые наклоны на участках мульды сдвижения между характерными точками. Наклоны рассчитываются по отношению разности оседаний в этих точках к расстоянию между ними.

На участке между характерными точками наклоны принимаются одинаковыми. К примеру, наклоны на участке OB составят $\frac{\eta_0 - \eta_3}{l_{оз}}$.

Расчетные наклоны на участках между характерными точками определяются по формуле

$$i_p = i\left(1 + 0{,}3\sqrt{\frac{l}{20}}\right), \qquad (73)$$

где i — ожидаемая величина наклонов на рассматриваемом участке; l — расстояние между характерными точками, принимаемое в пределах 100 м$\geqslant l\geqslant$20 м; при $l>$100 м l принимается равным 100 м, а при $l<$20 м — равным 20 м.

Наклоны в сторону восстания отрабатываемого пласта принимаются положительными, в обратную сторону — отрицательными.

При использовании для выбора мер охраны расчетных величин наклонов и горизонтальных деформаций, полученных по формулам (73), (74), (77) и (78), коэффициенты перегрузки не вводятся.

3. Ожидаемые горизонтальные сдвижения в характерных точках рассчитываются по формулам табл. 12. При этом в выражениях, входящих в эти формулы, в качестве наклонов принимаются наибольшие их значения из двух смежных участков, прилегающих к рассматриваемой точке.

Горизонтальные сдвижения в точке O определяются путем интерполяции между величинами горизонтальных сдвижений, рассчитанных для двух соседних характерных точек.

4. Ожидаемые горизонтальные деформации на участках земной поверхности между характерными точками принимаются одинаковыми на всем участке и рассчитываются по разности горизонтальных сдвижений этих точек, отнесенной к расстоянию между ними.

Расчетные горизонтальные деформации определяются по формуле

$$\varepsilon_p = \varepsilon\left(1+0{,}5\sqrt{\frac{l}{20}}\right), \qquad (74)$$

где ε — ожидаемая величина горизонтальных деформаций на рассматриваемом участке; l — расстояние между характерными точками, принимаемое в пределах 100 м$\geqslant l\geqslant$20 м; при $l>$100 м l принимается равным 100 м, а при $l<$20 м — равным 20 м.

5.5. Асимметричные нормальные складки с углами падения пород одного крыла $\alpha<30°$, а другого крыла $\alpha\geqslant 30°$. В том случае, если очистная выработка расположена в крыле складки с углом падения $\alpha<30°$ (см. рис. 11), расчет оседаний и горизонтальных сдвижений в точках *Ж*, (*О*), *А* и *Б* производится по формулам, приведенным в табл. 12. Положение точек *А* и *Б* в мульде сдвижения определяется в соответствии с п. 5.3.

Точка с максимальным оседанием от изгиба слоев $\eta_{m_{изг}}$ определяется пересечением линий, проведенных от середины выработки под углом θ, с земной поверхностью (точка *Ж*). θ — угол максимального оседания, определяемый в соответствии с рекомендациями раздела 7 данного Приложения. В этом случае, если линия, проведенная под углом θ, пересекает осевую поверхность складки, максимальное оседание земной поверхности находится в точке *О* (см. рис. 11).

На участке мульды сдвижения *О(Ж)З* сдвижения и деформации земной поверхности рассчитываются по методике раздела 3 настоящего Приложения. При этом максимальное оседание рассчитывается по формуле табл. 12 для точки *Ж(О)*.

Ожидаемые величины наклонов и горизонтальных деформаций на участке мульды сдвижения *О(Ж)Б* рассчитываются соответственно по разности оседаний и горизонтальных сдвижений между характерными точками, отнесенной к расстоянию между ними.

Если очистная выработка расположена в крыле складки с углом падения $\alpha \geqslant 30°$ (см. рис. 12), то расчет оседаний и горизонтальных сдвижений земной поверхности производится в точках *О* (*Е*), *Л*, *В*, *Г* по формулам, приведенным в табл. 12. Границы мульды сдвижения со стороны нижней границы выработки находится в точке *Р*.

В том случае, когда осевая поверхность складки падает к горизонту под углом, меньшим, чем значение угла δ_0, граница зоны сдвижения на противолежащем крыле находится на расстоянии от осевой поверхности, равном 50 м (точка *К*).

Ожидаемые величины наклонов и горизонтальных деформаций земной поверхности на участках мульды сдвижения между характерными точками рассчитываются соответственно по разности оседаний и горизонтальных сдвижений в этих точках, отнесенных к расстоянию между ними.

Расчетные величины наклонов и горизонтальных деформаций определяются по формулам (73) и (74).

5.6. Шарнирные складки. Положение границы зоны сдвижения со стороны нижней границы очистной выработки (точка *Б*) определяется точкой пересечения с земной поверхностью линии, проведенной от точки *Д* (см. рис. 13) под углом ω_0. Угол ω_0 принимается равным 45° при углах падения пород противолежащего крыла складки $\alpha_1 = 55° \div 75°$ и равным 35° при углах $\alpha_1 = 76 \div 80°$.

Таблица 16

Формулы для расчета

Точка	Оседания, мм	Горизонтальные сдвижения, мм
О	$\eta = 0{,}2q_0 m \sqrt{N_2}$	—
А	$\eta = 0{,}2q_0 m K_{сд} \sqrt{N_2}$	$\xi = \eta \operatorname{ctg} \alpha + th$
Л	$\eta = 0{,}2q_0 m \sqrt{N_2} \times$	$\xi = 0{,}2q_0 m \sqrt{N_2} \left(0{,}2 \operatorname{tg} \alpha -\right.$
	$\times \left(0{,}2 + 2{,}2 \frac{\Delta\alpha}{180°} \sin \alpha\right)$	$\left. - 2{,}2 \frac{\Delta\alpha}{180°} \cos\alpha\right) - th$
В	$\eta = 0{,}44 m q_0 \sqrt{N_2} \sin \alpha S(z)_{сд}$	$\xi = -\eta \operatorname{ctg} \alpha - th$
Г	$\eta = 0{,}26 q_0 m \sqrt{N_2} \frac{\Delta\alpha}{180°} \sin \alpha$	$\xi = -\eta \operatorname{ctg} \alpha - th$
Е	$\eta = 0{,}2q_0 m \sqrt{N_2} \times$	$\xi = 0{,}2q_0 m \sqrt{N_2} \left(\operatorname{tg} \alpha -\right.$
	$\times \left(1 + 2{,}2 \frac{\Delta\alpha}{180°} \sin \alpha\right)$	$\left. - 2{,}2 \frac{\Delta\alpha}{180°} \cos\alpha\right) - th$
Б	0	0

Положение других характерных точек определяется по рекомендациям п. 5.3.

Расчет ожидаемых оседаний и горизонтальных сдвижений в характерных точках производится по формулам табл. 16.

Обозначения в выражениях табл. 16 соответствуют обозначениям п. 5.3 для табл. 12.

Значения $K_{сд}$ для шарнирных складок принимаются равными 0,3 при разработке одиночных пластов и $K_{сд}=0{,}15$ при отработке свиты пластов.

Значения функции $S(z)_{сд}$ определяются из табл. 17.

Таблица 17

Значения функции $S(z)_{сд}$

z	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
$S(z)_{сд}$	1	0,9	0,85	0,8	0,7	0,6

Примечание. Промежуточные значения $S(z)_{сд}$ определяются интерполированием.

Порядок расчета ожидаемых величин сдвижений и деформаций земной поверхности для условий шарнирных складок аналогичен порядку, рекомендованному в п. 5.4.

Если угол падения пород противолежащего крыла складки $\alpha_1 \geqslant \delta_0$, ожидаемые величины наклонов и горизонтальных деформаций на участке $ОБ$ (см. рис. 13) рассчитываются по формулам:

$$i_{ОБ} = +\frac{\eta_Б}{l_{ОБ}}, \tag{75}$$

$$\varepsilon_{ОБ} = \frac{\eta_0 \operatorname{ctg}\alpha + ih}{l_{ОБ}}, \tag{76}$$

где η_0 — оседание в точке $О$; α — угол падения пород противолежащего крыла; h — мощность наносов; $l_{ОБ}$ — расстояние между точками $О$ и $Б$, м.

Расчетные наклоны и горизонтальные деформации земной поверхности на участках между характерными точками рассчитываются по формулам:

$$i_р = i\left(1 + 0{,}8\sqrt{\frac{l}{20}}\right); \tag{77}$$

$$\varepsilon_р = \varepsilon\left(1 + 0{,}9\sqrt{\frac{l}{20}}\right), \tag{78}$$

где i — ожидаемая величина наклонов на рассматриваемом участке; l — расстояние между характерными точками, принимаемое в пределах 100 м $\geqslant l \geqslant$ 20 м; при $l > 100$ м в формуле принимается значение равное 100 м, если $l < 20$ м, принимается значение, равное 20 м.

5.7. Ожидаемые и расчетные величины оседаний, горизонтальных сдвижений, наклонов и горизонтальных деформаций от нескольких

выработок в пласте или в свите пластов находятся для условий складчатого залегания путем алгебраического суммирования сдвижений и деформаций, рассчитанных для каждой очистной выработки в отдельности.

5.8. Для нормальных симметричных и асимметричных складок с углами падения крыльев $\alpha \geqslant 30°$ возможная максимальная высота уступа (мм) рассчитывается по формуле

$$h_y = \eta_O - \eta_A, \tag{79}$$

где η_O — оседание земной поверхности в точке O; η_A — оседание земной поверхности в точке A.

Величины η_O и η_A рассчитываются по формулам табл. 12. Участок возможного появления уступа находится между точками A и $Л$ (см. рис. 10).

Для нормальных асимметричных складок с наклонным положением осевой поверхности и углами падения пород одного крыла складки $\alpha \geqslant 30°$, а другого $\alpha < 30°$ максимальная высота возможного уступа определяется:

1. По формуле (79) при разработке крыла складки с углами падения пород $\alpha < 30°$.

2. При разработке крыла складки с углами падения пород $\alpha \geqslant 30°$ высота уступа принимается равной величине оседания в точке O.

В первом случае появление уступа возможно на участке земной поверхности между точками O и A (см. рис. 11), во втором — в районе пересечения осевой поверхности складки с земной поверхностью (по 50 м в обе стороны от точки O, см. рис. 12).

5.9. При разработке шарнирных складок возможная высота уступов определяется по формуле (80) на участке шириной $B = 147 - 61V$, где V — угол складки в радианах (центр этого участка расположен в точке пересечения земной поверхности осевой поверхностью складки)

$$h_y = 0{,}25m \frac{H_1}{H_{ср}} \sqrt{n} \left(0{,}6 + 0{,}9 \frac{\alpha}{\rho}\right) \cos \alpha, \tag{80}$$

где m — вынимаемая мощность пласта, м; H_1 — расстояние от наносов до точки ($Д$) пересечения осевой поверхности складки линией, проведенной под углом β_0 от нижней границы очистной выработки, м; $H_{ср}$ — средняя глубина разработки, м; $n = n_1 n_2$ — коэффициент подработанности (n_2 — коэффициент подработанности по простиранию, n_1 — вкрест простирания, определяемые из п. 4.5 настоящего Приложения).

Отношение $\frac{H_1}{H_{ср}}$ принимается не более 1.

6. ПРОГНОЗ ВЕРОЯТНЫХ СДВИЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

6.1. Вероятные сдвижения и деформации при углах падения пластов $\alpha \leqslant 35°$, определяются по следующим формулам.

1. Оседание

$$\eta_в = 0{,}9\,(m_1 + m_2 + \ldots + m_n)\cos\alpha, \qquad (81)$$

где $m_1, m_2, \ldots, m_n$ — мощности разрабатываемых пластов. При применении закладки выработанного пространства к расчету принимается эффективная мощность, определяемая согласно п. 3.2 настоящего Приложения.

2. Наклоны:

а) вкрест простирания

$$l_в = \pm 2\cos^2\alpha \sqrt{\left(\frac{m_1}{H_1}\right)^2 + \left(\frac{m_2}{H_2}\right)^2 + \ldots + \left(\frac{m_n}{H_n}\right)^2}, \qquad (82)$$

где $H_1, H_2, \ldots, H_n$ — глубина залегания пластов (начиная с верхнего в точках их пересечения линией максимального влияния, проведенной из рассматриваемой точки A (на участке, для которого определяются вероятные сдвижения) под углом $\sigma = 90 - 0{,}8\alpha$ в сторону восстания пластов на разрезе вкрест простирания (рис. 15);

б) по простиранию

$$l_в = \pm 2\cos^2\alpha \sqrt{\left(\frac{m_1}{H'_1}\right)^2 + \left(\frac{m_2}{H'_2}\right)^2 + \ldots + \left(\frac{m_n}{H'_n}\right)^2}, \qquad (83)$$

где $H'_1, H'_2, \ldots, H'_n$ — глубина залегания пластов в точках их пересечения линией, проведенной на разрезе вкрест простирания из рассматриваемой точки A под углом $\Delta = 180° - \psi_1 - \alpha \leqslant 90°$ (рис. 16); ψ_1 — угол полных сдвижений — определяется по разделу 7 данного Приложения для соответствующего бассейна (месторождения).

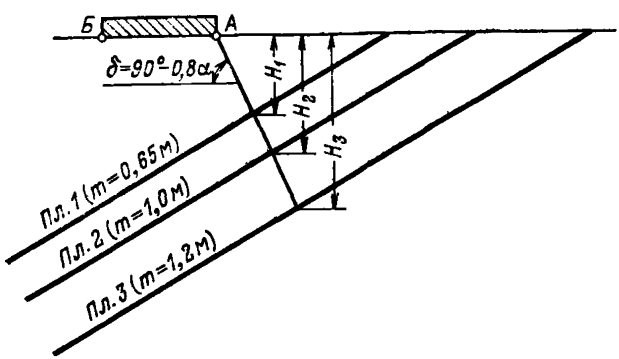


Рис. 15. Схема к определению глубины залегания пластов при расчете вероятных сдвижений и деформаций в направлении вкрест простирания пласта:

БА — участок, для которого определяются вероятные величины сдвижений и деформаций

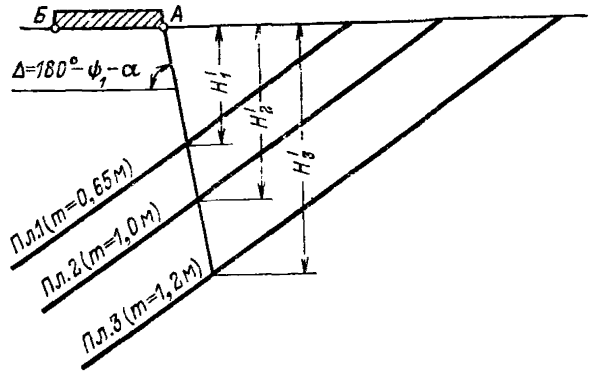


Рис. 16. Схема к определению глубины залегания пластов при расчете вероятных сдвижений и деформаций в направлении простирания пласта:

БА — участок, для которого определяются вероятные величины сдвижений и деформаций

3. Радиус кривизны:

а) вкрест простирания

$$R_в = \pm \frac{0,3}{\cos\alpha} \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{m_1}{(H_1)^2}\right)^2 + \left(\frac{m_2}{(H_2)^2}\right)^2 + \ldots + \left(\frac{m_n}{(H_n)^2}\right)^2}}; \quad (84)$$

б) по простиранию

$$R_в = \pm \frac{0,3}{\cos\alpha} \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{m_1}{(H'_1)^2}\right)^2 + \left(\frac{m_2}{(H'_2)^2}\right)^2 + \ldots + \left(\frac{m_n}{(H'_n)^2}\right)^2}}. \quad (85)$$

4. Горизонтальные сдвижения:

а) вкрест простирания

$$\xi_в = \pm (0,3 + \operatorname{tg}\alpha) \cos\alpha \sqrt{m^2_1 + m^2_2 + \ldots + m^2_n}, \quad (86)$$

б) по простиранию

$$\xi_в = \pm 0,3 \cos\alpha \sqrt{m^2_1 + m^2_2 + \ldots + m^2_n}. \quad (87)$$

5. Горизонтальные деформации:

а) вкрест простирания

$$\varepsilon_в = \pm 0,7 (\cos^2\alpha + \sin 2\alpha) \sqrt{\left(\frac{m_1}{H_1}\right)^2 + \left(\frac{m_2}{H_2}\right)^2 + \ldots + \left(\frac{m_n}{H_n}\right)^2}, \quad (88)$$

б) по простиранию

$$\varepsilon_в = \pm 0,7 \cos^2\alpha \sqrt{\left(\frac{m_1}{H'_1}\right)^2 + \left(\frac{m_2}{H'_2}\right)^2 + \ldots + \left(\frac{m_n}{H'_n}\right)^2}. \quad (89)$$

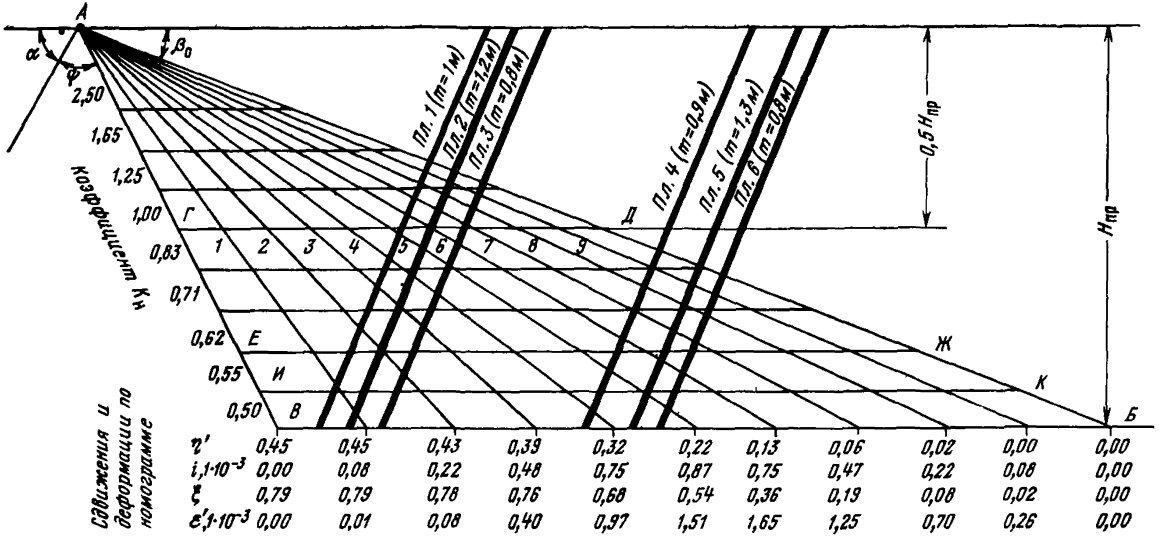


Рис. 17. Номограмма к определению вероятных сдвижений и деформаций на разрезе вкрест простирания

6.2. Расчеты вероятных сдвижений и деформаций на разрезе вкрест простирания при ведении горных работ по горизонтам при $70^\circ > \alpha > 35^\circ$ или при отсутствии сдвижения пород лежачего бока выполняются с помощью специальной номограммы, которая строится применительно к рассматриваемым условиям (рис. 17).

Метод построения номограммы сводится к следующему.

1. Под граничным углом β_0 к горизонту и углом полных сдвижений ψ_1 к пласту на разрезе вкрест простирания из рассматриваемой точки поверхности A проводятся линии $AБ$ и AB (см. рис. 17), которые определяют положение границ полумульды при различных глубинах разработки.

Значения углов β_0 и ψ_1 определяются по рекомендациям раздела 7 настоящего Приложения.

2. На расстоянии по вертикали от точки A, равном $0{,}5\,H_{пр}$, проводится горизонтальная линия $ГД = L_1$, которая делится на десять равных частей ($H_{пр}$ — проектная глубина разработки).

По формулам (5), (7), (13) и (17) в точках деления отрезка $ГД$ соответственно вычисляются величины оседаний, наклонов, горизонтальных сдвижений и горизонтальных деформаций для полумульды по падению пластов. При этом максимальное оседание земной поверхности определяется по формуле

$$\eta_m = 0{,}9 m N_1 N_2 \cos\alpha, \qquad (90)$$

где α — угол падения пластов.

При расчетах принимается: $m=1$, $N_1=N_2=1$, $B=\dfrac{\operatorname{tg}\alpha}{0{,}3}$.

Вычисленные значения оседаний, наклонов, горизонтальных сдвижений и горизонтальных деформаций в точках полумульды по падению $ГД = L_1$ выписываются под соответственными точками отрезка $BБ$ (см. рис. 17).

Для расчетов наклонов и горизонтальных деформаций от влияния разработки пластов на различных горизонтах зона $AБВ$ разбивается горизонтальными отрезками, отстоящими друг от друга по вертикали на расстоянии 20—50 м. Для каждой глубины по формуле (91) вычисляются значения коэффициентов $K_н$

$$K_н = \frac{0{,}5 H_{пр}}{H}, \qquad (91)$$

где H — глубина рассматриваемого горизонта.

Значения коэффициентов выписываются около соответствующего положения горизонта (см. рис. 17).

6.3. Порядок расчетов сдвижений и деформаций по номограмме сводится к следующему.

1. Полюс номограммы помещается в рассматриваемую точку поверхности (точка A на рис. 17).

2. Намечается наиболее неблагоприятное положение горизонта относительно рассматриваемой точки A. Для этой цели находятся точки пересечения линий максимального влияния различных видов сдвижений и деформаций с верхним пластом каждой свиты. В свиту входят пласты, у которых расстояния по горизонтали между кровлей верхнего и почвой нижнего пласта не более $0{,}3\,H_н$, где $H_н$ — расстояние от точки пересечения линии максимального влияния с верх-

ним пластом свиты до земной поверхности. Для пластов, которые входят в одну свиту, неблагоприятное положение горизонта определяется точкой пересечения соответствующей линии максимального влияния, проведенной из рассматриваемой точки A с верхним пластом свиты.

Линиями максимального влияния называются линии, соединяющие полюс номограммы и точку с максимальными сдвижениями или деформациями. На рис. 17 линия максимального влияния горизонтальных деформаций $A-6$, линия максимального влияния наклонов $A-5$, линия максимального влияния оседаний и горизонтальных сдвижений $A-1$. Наиболее неблагоприятное положение горизонтов для расчета горизонтальных деформаций (см. рис. 17) $ГД$ и $ЕЖ$, для расчета наклонов $ГД$ и $ИК$.

Суммарные вероятные значения сдвижений и деформаций на разрезе вкрест простирания для рассматриваемой точки поверхности A вычисляются по следующим формулам:

оседания

$$\eta=\eta'_1 m_1+\eta'_2 m_2+ \ \dots \ +\eta'_n m_n; \tag{92}$$

наклоны

$$i=(i'_1 m_1+i'_2 m_2+\dots+i'_n m_n)\, K_{н_i}; \tag{93}$$

горизонтальные сдвижения

$$\xi=\xi'_1 m_1+\xi'_2 m_2+ \ \dots \ +\xi'_n m_n; \tag{94}$$

горизонтальные деформации

$$\varepsilon=(\varepsilon'_1 m_1+\varepsilon'_2 m_2+\dots+\varepsilon'_n m_n)\, K_{н_\varepsilon} \tag{95}$$

радиусы кривизны при $\alpha\leqslant 45°$ рассчитываются по формулам (84), (85).

Величины обратных уступов и величины раскрытия трещин для условий Донбасса определяются по формулам (96) и (97) раздела 7 настоящего Приложения.

В выражениях (92)—(95)

η'_i; i'_i; ξ'_i; ε'_i — сдвижения и деформации, определяемые по номограмме при рассматриваемом положении горизонта;

$m_1, m_2, \dots, m_n$ — вынимаемые мощности пластов;

$K_{н_i}$ и $K_{н_\varepsilon}$ — коэффициенты влияния глубины, определяемые по номограмме для каждого рассматриваемого положения горизонта.

Величины сдвижений и деформаций η', i', ξ', ε' определяются по указанным параметрам на луче номограммы, соединяющем рассматриваемую точку с точкой пересечения пласта с наиболее неблагоприятным положением горизонта. Из полученных по формулам (92)—(95) сдвижений и деформаций используются их наибольшие значения при различных положениях горизонтов.

Если сдвижения и деформации в рассматриваемой точке от различных пластов при наиболее неблагоприятном положении горизонта имеют разные знаки, то для выбора мер защиты объектов используются отдельно суммарные сдвижения и деформации, имеющие положительные и отрицательные значения.

Если мощность пород между соседними свитами или группами пластов, определяемыми в соответствии с п. 2, больше, чем расстояние по вертикали между положением наиболее неблагоприятных

горизонтов в указанных соседних свитах, для контроля выполняются расчеты вероятных сдвижений и деформаций при положении горизонтов, проходящих через точку пересечения соответствующих линий максимального влияния и середину междупластья.

3. Если рассматриваемые пласты отработаны к моменту проектирования мер защиты объектов таким образом, что нижние границы выработок расположены на одном горизонте, а дальнейшая разработка пластов проектируется по горизонтам, расчеты сдвижений и деформаций выполняются следующим образом.

В соответствии с рекомендациями п. 2 определяются суммарные сдвижения и деформации $S_в$ в рассматриваемой точке поверхности от влияния наиболее неблагоприятного положения горизонта (если сдвижения и деформации от отдельных пластов при неблагоприятном положении горизонта имеют разные знаки, то отдельно вычисляются суммарные положительные сдвижения и деформации $S'_в$ и суммарные отрицательные сдвижения и деформации — $S''_в$).

Определяются суммарные сдвижения и деформации в рассматриваемой точке поверхности при отработке пластов до проектной глубины разработок $S_{пр}$ (если сдвижения и деформации от различных пластов при их разработке до проектной глубины имеют разные знаки, то отдельно вычисляются суммарные положительные сдвижения и деформации $S'_{пр}$ и суммарные отрицательные сдвижения и деформации $S''_{пр}$).

По номограмме в рассматриваемой точке поверхности рассчитываются суммарные сдвижения и деформации от влияния ранее отработанных (до проектирования мер защиты) участков пластов $S_с$.

Находятся разности $S'_в—S_с$, $S''_в—S_с$ и $S'_{пр}—S_с$, $S''_{пр}—S_с$, наибольшие из которых по абсолютной величине используются для проектирования мер защиты объектов.

Уступы в Донбассе рассчитываются с использованием наибольших значений наклонов, полученных в соответствии с изложенными рекомендациями.

4. Если рассматриваемые пласты отработаны к моменту проектирования мер защиты до различных горизонтов, расчеты сдвижений и деформаций выполняются следующим образом:

— по номограмме выполняются расчеты сдвижений и деформаций от влияния горных выработок, пройденных до момента проектирования мер защиты в каждом пласте $S_{с_1}$, $S_{с_2}$, $S_{с_3}$, $S_{с_4}$, а также расчеты сдвижений и деформаций при разработке пластов на различных горизонтах S_1, S_2, ..., S_n без учета влияния ранее отработанных участков пластов; если сдвижения и деформации от различных пластов имеют разные знаки, то отдельно вычисляются суммарные положительные S''_1, S'_2, ..., S'_n и суммарные отрицательные величины сдвижений и деформаций S'_1, S''_2, ..., S''_n при положениях горных работ на различных горизонтах;

составляются разности между сдвижениями и деформациями $S'_1—\Sigma S_с$, $S'_2—\Sigma S_с$, ..., $S'_n—\Sigma S_с$ и $S''_1—\Sigma S_с$, $S''_2—\Sigma S_с$, ..., $S''_n—\Sigma S_с$, наибольшие из которых по абсолютной величине принимаются для выбора мер защиты объектов (где $\Sigma S_с$ — суммарные сдвижения и деформации от влияния горных выработок, пройденных до проектирования мер защиты).

Например (рис. 18), сдвижения и деформации от влияния выработок:

— второго горизонта $S = S_2 - (S_{c_3} + S_{c_4})$;

— третьего горизонта $S = S_3 - (S_{c_1} + S_{c_2} + S_{c_3} + S_{c_4})$;

S_{c_3} и S_{c_4} — сдвижения и деформации, вызванные старыми горными выработками на гор. *1* в пластах *3* и *4*; при расчете сдвижений и деформаций от горизонта *2* пласты *1* и *2* не учитываются;

S_{c_1} и S_{c_2} — сдвижения и деформации, вызванные старыми горными выработками в пластах *1* и *2*.

6.4. При ведении горных работ по горизонтам (п. 6.2 и 6.3) вероятные сдвижения и деформации по простиранию пластов определяются по формулам (81), (83) и (85), (87), (89).

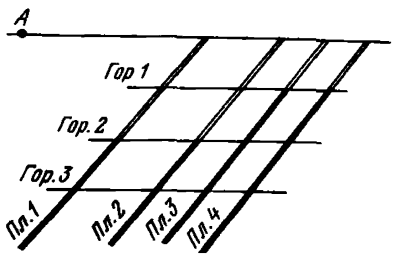


Рис. 18. Схема к расчету сдвижений и деформаций при работах прошлых лет на различных горизонтах

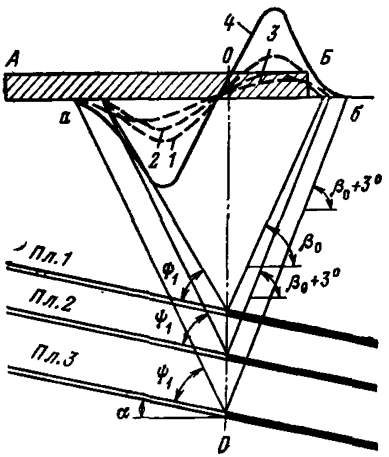


Рис. 19. К расчету вероятных сдвижений и деформаций земной поверхности при расположении границ очистных выработок в одной вертикальной плоскости:

АБ — рассматриваемый участок земной поверхности; *ОО* — граница шахтного поля; *1* — горизонтальные деформации при выемке пласта *1*; *2* — горизонтальные деформации при выемке пласта *2*; *3* — горизонтальные деформации при выемке пласта *3*; *4* — суммарные деформации при выемке пластов *1*, *2* и *3*

6.5. Если известно, что под рассматриваемым участком при разработке свиты пластов границы очистных выработок будут расположены примерно в одной плоскости, проведенной под соответствующим углом сдвижения или в одной вертикальной плоскости (например, у предохранительного целика, границы шахтного поля и т. п.), то сдвижения и деформации рассчитываются следующим образом (рис. 19).

Все разрабатываемые пласты разделяются на группы в соответствии с п. 3.9. От каждого пласта группы устанавливаются границы влияния очистных выработок на земную поверхность с помощью граничных углов и углов полных сдвижений, определяемых по разделу 7 и п. 3.9 настоящего Приложения. Для каждого пласта группы в пределах полученных размеров полумульд рассчитываются

сдвижения и деформации в соответствии с указаниями раздела 3 и алгебраически суммируются. Суммарные сдвижения и деформации для остальных групп пластов в свите определяются аналогично.

На участке, равном суммарному размеру полумульды от всех пластов свиты (*аб* на рис. 19), в качестве вероятных сдвижений и деформаций принимаются наибольшие значения из полученных путем суммирования сдвижений и деформаций от выемки всех групп пластов.

На участке, расположенном за линией пересечения земной поверхности с плоскостью, проведенной под углом ψ_1, от границы очистной выработки в нижнем пласте, вероятные сдвижения и деформации рассчитываются в соответствии с указаниями п. 6.1—6.3.

7. ИСХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ДЛЯ РАСЧЕТА СДВИЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Донецкий бассейн (при $\alpha \leqslant 70°$)

7.1. Граничные углы β_0, γ_0 и δ_0 в неподработанной и подработанной толщах каменноугольных пород во всех районах, кроме Западного Донбасса и районов залегания углей марок ПА и А, принимаются равными:

$\beta_0 = 70° - 0{,}8\alpha$, но не менее 25° в неподработанной и 20° — в подработанной толще

$\delta_0 = \gamma_0 = 70°$.

В неподработанной толще каменноугольных пород в районах залегания углей марок ПА и А

$\delta_0 = 75°$, $\gamma_0 = 75° + 0{,}2\alpha$, но не более 80°;

$\beta_0 = 75° - 0{,}8\alpha$, но не менее 25°.

В подработанной толще граничные углы в районах залегания углей марок ПА и А принимаются на 5° меньше, чем в неподработанной.

В Западном Донбассе в неподработанной и подработанной толщах каменноугольных пород граничные углы принимаются

$$\beta_0 = \gamma_0 = \delta_0 = 65°.$$

Граничные углы в наносах φ_0 и меловых отложениях $\delta_{0м}$ определяются по табл. 18.

Таблица 18

Граничные углы в наносах и мезозойских отложениях, градусы

Породы	φ_0	$\delta_{0м}$
Наносы Донбасса	55	—
Наносы Западного Донбасса	45	—
Меловые отложения	—	65

Примечание. При мощности мезозойских отложений менее 5 м углы $\delta_{0м}$ принимаются равными граничным углам в породах, залегающих под этими отложениями.

Таблица 19

Углы максимального оседания и полных сдвижений, градусы

θ	ψ_1	ψ_2	ψ_3	Условия применения
$90—0,8\alpha$	55	$55+0,3\alpha$	55	Толща пород не была ранее подработана (рис. 20,*а*) или была подработана полностью (рис. 20,*б*)
$90—0,5\alpha$	$55—0,3\alpha$	$55+0,45\alpha$	55	*Верхняя половина лавы* и проведенная от ее верхней границы линия под углом γ_0 находится в подработанной ранее толще пород, а также если имеются работы прежних лет на вышележащих горизонтах в данном пласте (рис. 20,*в*)
$90—\alpha$, но не менее 30°	$55+0,25\alpha$	$55+0,25\alpha$	55	Вся лава и проведенная от ее нижней границы линия под углом β_0 находится в подработанной ранее толще пород, а также если имеются работы прежних лет на нижележащих горизонтах в данном пласте при отсутствии работ на вышележащих горизонтах (рис. 20,*г*)
90	55	55	55	В толще меловых отложений

Примечание. В подработанной толще значение угла ψ_1 не должно быть менее величины $\gamma_0—\alpha$, а значение угла ψ_2 — величины $\beta_0+\alpha$; при мощности наносов или меловых отложений менее $0,2H$ их влияние на углы ψ_1, ψ_2 и θ можно не учитывать.

7.2. Углы максимального оседания θ и полных сдвижений ψ_1, ψ_2 и ψ_3 определяются в зависимости от угла падения пласта по табл. 19.

7.3. Относительные величины максимального оседания q_0 и максимального горизонтального сдвижения a_0 определяются по табл. 20.

При повторных подработках $q_{0п}$ определяется для всех районов Донбасса в зависимости от угла падения пластов:

а) при α от 0 до 25°

$$q_{0п} = q_0 \left[1 + (1 - q_0) \frac{H_1}{H_{ср}} \right],$$

где q_0 — определяется по табл. 20; H_1 — расстояние от земной поверхности до ранее отработанного пласта, измеренное по вертикали, проведенной через середину выработки в разрабатываемом

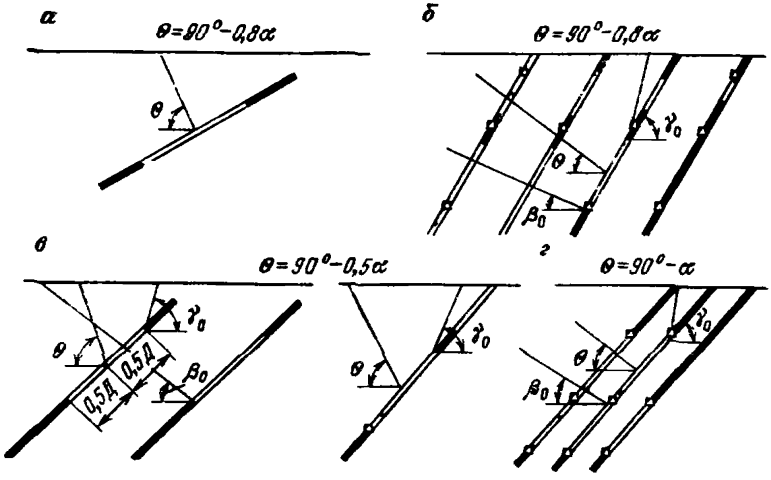


Рис. 20. Схемы к понятию подработанности толщи

Таблица 20

Относительные величины максимального оседания и максимального горизонтального сдвижения

q_0	a_0	Условия применения
0,75	0,3	В районах залегания углей марок ПА—А
0,80	0,3	В районах залегания углей марок Д—Г при мощности наносов менее 30% глубины разработки и марок Ж, К, ОС, Т
0,85	0,4	В районах залегания углей марок Д—Г при мощности наносов 30% от глубины разработки и более

пласте; $H_{ср}$ — расстояние по вертикали от середины выработки в разрабатываемом пласте до земной поверхности;

б) при α от 26 до 70° $q_{0п}=0,95$.

Для расчета максимального оседания от ранее пройденных выработок (см. пп. 3.27—3.29) принимается $q_{0п}=0,95$.

7.4. Коэффициенты N_1 и N_2 определяются в зависимости от отношения расчетной длины лавы ($D_р$) к средней глубине разработки (H) по табл. 21.

Отношение расчетной длины лавы к средней глубине разработки определяется из выражения

$$\frac{D_р}{H}=\frac{D}{H}+\frac{\Delta D_п}{H}+\frac{\Delta D_в}{H}\geqslant 0,$$

Таблица 21

Коэффициенты N_1 и N_2

$\frac{D_р}{H}$	0,05 и менее	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
N_1 и N_2	0,22	0,30	0,43	0,52	0,60	0,67	0,74

Продолжение табл. 21

$\frac{D_р}{H}$	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2 и более
N_1 и N_2	0,80	0,85	0,90	0,94	0,98	1,0

Примечание. При промежуточных значениях $D_р/H$ значения N_1 и N_2 в табл. 21 определяются путем интерполяции.

где D — фактическая длина лавы; $\frac{\Delta D_п}{H}$ и $\frac{\Delta D_в}{H}$ — поправки к относительной длине лавы со стороны падения и восстания (или простирания) пластов, определяемые по табл. 22 и 23 в зависимости от отношения $\frac{l_1}{H}$ (l_1 — размер междулавного целика), средней глубины разработки (H), марки угля и мощности наносов (h).

Таблица 22

Значения поправок $\frac{\Delta D}{H}$

$\frac{l_1}{H}$	H, м					
	100 и менее	200	400	600	800	1000 и более
	Марки угля ПА—А					
0	0,14	0,10	0,07	0,06	0,05	0,04
0,1	0,08	0,06	0,04	0,03	0,03	0,02
0,2	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
0,3	—0,04	—0,03	—0,02	—0,02	—0,02	—0,01
0,4	—0,10	—0,08	—0,05	—0,04	—0,04	—0,03
0,5	—0,16	—0,13	—0,07	—0,07	—0,06	—0,05
0,6 и более	—0,22	—0,18	—0,10	—0,09	—0,08	—0,07

При определении поправок $\frac{\Delta D}{H}$ со стороны массива в районах залегания углей марок ПА — А принимается $\frac{l_1}{H} \geqslant 0{,}6$, в других районах $\frac{l_1}{H} \geqslant 0{,}8$.

При повторной подработке толщи в районах залегания углей марок ПА—А для определения $\frac{D_p}{H}$ отрицательные значения поправок $\frac{\Delta D}{H}$ следует принимать уменьшенными по абсолютной величине в 2 раза по сравнению с приведенными в табл. 22.

7.5. Значения функций $S(z)$, $F(z)$ и $F'(z)$ определяются в зависимости от коэффициентов N и B по табл. 24—28.

Таблица 23

Значения поправок $\frac{\Delta D}{H}$

$\frac{l_1}{H}$	H, м					
	100 и менее	200	400	600	800	1000 и более
Марки угля Д—Г $\left(при\ \frac{h}{H_1} < 0{,}3\right)$, *Ж, К, ОС, Т*						
0	0,07	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03
0,1	0,05	0,05	0,05	0,04	0,03	0,02
0,2	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,01
0,3	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
0,4	0	0	0	0	0	0
0,5	—0,05	—0,05	—0,04	—0,03	—0,02	—0,01
0,6	—0,09	—0,09	—0,07	—0,07	—0,03	—0,02
0,7	—0,12	—0,12	—0,10	—0,09	—0,06	—0,04
0,8 и более	—0,15	—0,15	—0,13	—0,11	—0,09	—0,07
Марки угля Д—Г при $\frac{h}{H} \geqslant 0{,}3$						
0	0,05	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
0,1	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0
0,2	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01	0
0,3	0,02	0,02	0,01	0,01	0	0
0,4	0	0	0	0	0	0
0,5	—0,03	—0,03	—0,01	—0,01	—0,01	0
0,6	—0,05	—0,05	—0,03	—0,02	—0,02	0
0,7	—0,07	—0,07	—0,05	—0,04	—0,03	0
0,8 и более	—0,09	—0,09	—0,07	—0,05	—0,03	—0,01

Таблица 24

Значения функции $S(z)$

z	$N \geqslant 1$	$N = 0{,}9$	$N = 0{,}8$	$N \leqslant 0{,}7$
0	1,00	1,00	1,00	1,00
0,1	0,99	0,98	0,97	0,96
0,2	0,95	0,90	0,85	0,83
0,3	0,86	0,77	0,69	0,65
0,4	0,71	0,58	0,48	0,46
0,5	0,50	0,39	0,31	0,29
0,6	0,29	0,22	0,17	0,16
0,7	0,14	0,10	0,08	0,08
0,8	0,05	0,04	0,03	0,03
0,9	0,01	0,01	0,01	0,01
1	0	0	0	0

7.6. Местоположение и высота обратных уступов (h_y) в полумульде по падению при разработке двух и более пластов с углами падения $\alpha > 35°$, величина раскрытия трещин в районе уступа (d) и наклон на участке между уступами (i_y) определяются следующим образом:

а) ожидаемая высота обратного уступа h_y при известном положении горных работ рассчитывается по формуле

$$h_y = 10 C_2 l_y i_2 \left(\frac{\alpha}{\rho} - 0{,}6\right)^2 \leqslant 0{,}3\eta_m, \qquad (96)$$

где C_2 — коэффициент, определяемый по табл. 29; l_y — расстояние между уступами (определяется из наблюдений или принимается равным 30 м); i_2 — наибольшая величина ожидаемого наклона в районе уступа, рассчитанная на ту же стадию, отработки пластов, что и уступы; α — угол падения свиты пластов; ρ — радиан (57°); η_m — максимальное ожидаемое оседание земной поверхности, рассчитанное на ту же стадию отработки пластов;

б) величина раскрытия трещин (мм) в районе уступа

$$d = (\varepsilon - 4 \cdot 10^{-3}) l_y, \qquad (97)$$

где ε — ожидаемая деформация растяжения на интервале, где возможно возникновение уступа, определяемая в соответствии с указаниями раздела 3 настоящего Приложения. При выемке нескольких пластов для определения d используются суммарные деформации $\Sigma\varepsilon$;

в) наклон i_y на участке между уступами определяется по формуле

$$i_y = i_{y_1} + \frac{h_y}{l_y}, \qquad (98)$$

где i_{y_1} — определяется по формуле (7);

Таблица 25

Значения функции $F(z)$ (полумульда по падению пласта)

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
				$N \geqslant 1$				
0	0	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00
0,1	0,19	2,17	4,15	6,13	8,11	10,09	12,07	14,05
0,2	0,56	2,46	4,36	6,26	8,16	10,06	11,96	13,86
0,3	1,20	2,92	4,64	6,36	8,08	9,80	11,52	13,24
0,4	1,89	3,31	4,73	6,15	7,57	8,99	10,41	11,83
0,5	2,20	3,20	4,20	5,20	6,20	7,20	8,20	9,20
0,6	1,89	2,47	3,05	3,63	4,21	4,79	5,37	5,95
0,7	1,20	1,48	1,76	2,04	2,32	2,60	2,88	3,16
0,8	0,56	0,66	0,76	0,86	0,96	1,06	1,16	1,26
0,9	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N = 0,9$				
0	0	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00
0,1	0,47	2,42	4,39	6,35	8,31	10,27	12,23	14,19
0,2	1,02	2,82	4,63	6,43	8,24	10,04	11,84	13,64
0,3	1,61	3,16	4,71	6,26	7,80	9,33	10,88	12,43
0,4	1,98	3,15	4,32	5,49	6,67	7,83	9,00	10,17
0,5	1,92	2,71	3,50	4,30	5,08	5,87	6,66	7,45
0,6	1,46	1,91	2,35	2,80	3,25	3,70	4,14	4,59
0,7	0,87	1,07	1,27	1,48	1,68	1,88	2,09	2,29
0,8	0,42	0,50	0,58	0,66	0,74	0,82	0,90	0,98
0,9	0,15	0,18	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,28
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N = 0,8$				
0	0	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00
0,1	0,73	2,66	4,60	6,53	8,47	10,40	12,33	14,27
0,2	1,36	3,08	4,80	6,52	8,24	9,95	11,67	13,39
0,3	1,83	3,23	4,62	6,02	7,41	8,81	10,21	11,60
0,4	1,91	2,92	3,92	4,93	5,94	6,94	7,95	8,96
0,5	1,67	2,32	2,97	3,62	4,27	4,92	5,58	6,23
0,6	1,20	1,56	1,93	2,29	2,65	3,02	3,38	3,74
0,7	0,71	0,88	1,06	1,23	1,41	1,58	1,75	1,93
0,8	0,35	0,42	0,50	0,57	0,65	0,72	0,79	0,87
0,9	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27
0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N \leqslant 0,7$				
0	0	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00
0,1	0,91	2,83	4,74	6,66	8,58	10,50	12,41	14,33
0,2	1,59	3,25	4,90	6,56	8,22	9,88	11,53	13,19
0,3	1,90	3,20	4,50	5,80	7,10	8,40	9,69	10,99

Продолжение табл. 25

z	Коэффициент B_*							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0,4	1,85	2,77	3,68	4,60	5,52	6,44	7,35	8,27
0,5	1,49	2,07	2,65	3,23	3,81	4,38	4,96	5,54
0,6	1,04	1,36	1,68	2,00	2,32	2,64	2,96	3,28
0,7	0,62	0,78	0,94	1,10	1,26	1,42	1,58	1,74
0,8	0,32	0,38	0,44	0,50	0,56	0,62	0,68	0,74
0,9	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 26

Значения функции $F(z)$ (полумульда по восстанию пласта)

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
				$N \geqslant 1$				
0	0	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00
0,1	—0,19	1,79	3,77	5,75	7,73	9,71	11,69	13,67
0,2	—0,56	1,34	3,24	5,14	7,04	8,94	10,84	12,74
0,3	—1,20	0,52	2,24	3,96	5,68	7,40	9,12	10,84
0,4	—1,89	—0,47	0,95	2,37	3,79	5,21	6,63	8,05
0,5	—2,20	—1,20	—0,20	0,80	1,80	2,80	3,80	4,80
0,6	—1,89	—1,31	—0,73	—0,15	0,43	1,01	1,59	2,17
0,7	—1,20	—0,92	—0,64	—0,36	—0,08	—0,20	0,48	0,76
0,8	—0,56	—0,46	—0,36	—0,26	—0,16	—0,06	0,04	0,14
0,9	—0,19	—0,17	—0,15	—0,13	—0,11	—0,09	—0,07	—0,05
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N = 0,9$				
0	0	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00
0,1	—0,47	1,49	3,45	5,41	7,37	9,33	11,29	13,25
0,2	—1,02	0,79	2,59	4,39	6,20	8,00	9,80	11,61
0,3	—1,61	—0,06	1,49	3,04	4,59	6,14	7,69	9,23
0,4	—1,98	—0,80	0,37	1,54	2,71	3,88	5,05	6,22
0,5	—1,92	—1,13	—0,35	0,46	1,23	2,02	2,81	3,60
0,6	—1,46	—1,00	—0,57	—0,12	0,33	0,78	1,22	1,67
0,7	—0,87	—0,66	—0,46	—0,25	—0,05	0,15	0,36	0,56
0,8	—0,42	—0,34	—0,26	—0,18	—0,10	—0,02	0,06	0,14
0,9	—0,15	—0,13	—0,11	—0,09	—0,07	—0,05	—0,03	—0,01
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N = 0,8$				
0	0	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00
0,1	—0,73	1,20	3,13	5,07	7,00	8,94	10,87	12,81
0,2	—1,36	0,36	2,08	3,79	5,51	7,23	8,94	10,66
0,3	—1,83	—0,40	1,00	2,40	3,80	5,20	6,60	8,00

Продолжение табл. 26

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0,4	—1,91	—0,90	0,10	1,11	2,11	3,12	4,13	5,13
0,5	—1,67	—1,02	—0,37	0,28	0,93	1,58	2,24	2,89
0,6	—1,20	—0,84	—0,47	—0,11	0,25	0,62	0,98	1,34
0,7	—0,71	—0,54	—0,36	—0,19	—0,01	0,16	0,33	0,51
0,8	—0,35	—0,28	—0,20	—0,13	—0,05	0,02	0,09	0,17
0,9	—0,13	—0,11	—0,09	—0,07	—0,05	—0,03	—0,01	0,01
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N \leqslant 0{,}7$				
0	0	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00
0,1	—0,91	1,01	2,93	4,85	6,77	8,69	10,60	12,52
0,2	—1,59	0,07	1,73	3,39	5,05	6,72	8,38	10,04
0,3	—1,90	—0,60	0,69	1,99	3,29	4,59	5,88	7,18
0,4	—1,85	—0,93	—0,01	0,91	1,83	2,75	3,66	4,58
0,5	—1,49	—0,91	—0,34	0,24	0,82	1,40	1,97	2,55
0,6	—1,04	—0,72	—0,40	—0,08	0,24	0,56	0,89	1,21
0,7	—0,62	—0,46	—0,30	—0,14	0,02	0,18	0,34	0,50
0,8	—0,32	—0,26	—0,20	—0,14	—0,08	—0,02	0,04	0,10
0,9	—0,12	—0,10	—0,08	—0,06	—0,04	—0,02	0	0,02
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 27

Значения функции $F'(z)$ (полумульда по падению пласта)

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
				$N \geqslant 1$				
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	—2,1	—1,7	—1,3	—1,0	—0,6	—0,2	0,2	0,6
0,2	—5,1	—4,0	—2,9	—1,7	—0,6	0,5	1,6	2,8
0,3	—7,3	—4,9	—2,5	—0,1	2,3	4,7	7,1	9,5
0,4	—5,7	—1,9	1,9	5,6	9,4	13,2	17,0	20,8
0,5	0	4,4	8,8	13,2	17,6	22,0	26,4	30,8
0,6	5,7	9,5	13,3	17,0	20,8	24,6	28,4	32,2
0,7	7,3	9,7	12,1	14,5	16,9	19,3	21,7	24,1
0,8	5,1	6,2	7,3	8,5	9,6	10,7	11,8	13,0
0,9	2,1	2,5	2,9	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N = 0{,}9$				
0	—4,3	—4,3	—4,3	—4,3	—4,3	—4,3	—4,3	—4,3
0,1	—5,0	—4,1	—3,2	—2,2	—1,4	—0,4	0,6	1,5
0,2	—6,1	—4,0	—1,9	0	2,1	4,1	6,2	8,1
0,3	—5,3	—2,0	1,1	4,4	7,6	10,8	14,1	17,2

Продолжение табл. 27

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0,4	—1,8	2,2	6,1	10,1	14,0	18,0	22,0	25,9
0,5	2,9	6,7	10,5	14,5	18,3	22,1	25,9	29,9
0,6	5,7	8,6	11,6	14,4	17,4	20,3	23,2	26,1
0,7	5,6	7,3	9,0	10,8	12,5	14,2	16,0	17,7
0,8	3,7	4,5	5,3	6,2	7,0	7,8	8,7	9,6
0,9	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,1	3,4	3,7
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N = 0,8$				
0	—7,4	—7,4	—7,4	—7,4	—7,4	—7,4	—7,4	—7,4
0,1	—7,0	—5,5	—4,1	—2,6	—1,1	0,3	1,7	3,2
0,2	—5,6	—2,9	—0,1	2,6	5,3	8,0	10,8	13,5
0,3	—3,0	0,6	4,2	7,8	11,3	14,9	18,5	22,1
0,4	0,7	4,5	8,4	12,2	16,1	19,9	23,8	27,6
0,5	3,9	7,2	10,6	13,9	17,2	20,5	23,9	27,2
0,6	5,1	7,5	9,9	12,3	14,7	17,1	19,5	21,9
0,7	4,4	5,8	7,2	8,6	10,0	11,5	12,9	14,3
0,8	2,8	3,5	4,2	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7
0,9	1,2	1,5	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N \leqslant 0,7$				
0	—9,4	—9,4	—9,4	—9,4	—9,4	—9,4	—9,4	—9,4
0,1	—8,2	—6,4	—4,6	—2,8	—0,9	0,9	2,7	4,5
0,2	—5,2	—2,0	1,2	4,4	7,5	10,7	13,9	17,1
0,3	—1,8	2,0	5,8	9,6	13,4	17,2	21,0	24,8
0,4	2,3	6,0	9,7	13,4	17,1	20,8	24,5	28,2
0,5	4,3	7,3	10,3	13,3	16,2	19,2	22,2	25,2
0,6	4,6	6,7	8,7	10,8	12,9	15,0	17,0	19,1
0,7	3,7	4,9	6,2	7,4	8,6	9,8	11,1	12,3
0,8	2,3	2,9	3,6	4,2	4,9	5,5	6,2	6,8
0,9	1,1	1,3	1,6	1,8	2,1	2,3	2,6	2,8
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 28

Значения функции $F'(z)$ (полумульда по восстанию)

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
				$N \geqslant 1$				
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	—2,1	—2,5	—2,9	—3,2	—3,6	—4,0	—4,4	—4,8
0,2	—5,1	—6,2	—7,3	—8,5	—9,6	—10,7	—11,8	—13,0

Продолжение табл. 28

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0,3	—7,3	—9,7	—12,1	—14,5	—16,9	—19,3	—21,7	—24,1
0,4	—5,7	—9,5	—13,3	—17,0	—20,8	—24,6	—28,4	—32,2
0,5	0	—4,4	—8,8	—13,2	—17,6	—22,0	—26,4	—30,8
0,6	5,7	1,9	—1,9	—5,6	—9,4	—13,2	—17,0	—20,8
0,7	7,3	4,9	2,5	0,1	—2,3	—4,7	—7,1	—9,5
0,8	5,1	4,0	2,9	1,7	0,6	—0,5	—1,6	—2,8
0,9	2,1	1,7	1,3	1,0	0,6	0,2	—0,2	—0,6
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N = 0{,}9$				
0	—4,3	—4,3	—4,3	—4,3	—4,3	—4,3	—4,3	—4,3
0,1	—5,0	—6,0	—6,9	—7,9	—8,8	—9,7	—10,7	—11,7
0,2	—6,1	—8,1	—10,2	—12,1	—14,2	—16,2	—18,3	—20,2
0,3	—5,3	—8,5	—11,7	—15,0	—18,1	—21,4	—24,6	—27,8
0,4	—1,8	—5,8	—9,7	—14,6	—17,6	—21,6	—25,5	—29,5
0,5	2,9	—1,0	—4,8	—8,7	—12,6	—16,4	—20,2	—24,1
0,6	5,7	2,8	—0,2	—3,0	—5,6	—8,9	—11,8	—14,7
0,7	5,6	3,8	2,1	0,4	—1,3	—3,1	—4,8	—2,0
0,8	3,7	2,9	2,0	1,1	0,3	—0,5	—1,3	—2,2
0,9	1,5	1,2	0,9	0,6	0,3	0	—0,3	—0,6
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N = 0{,}8$				
0	—7,4	—7,4	—7,4	—7,4	—7,4	—7,4	—7,4	—7,4
0,1	—7,0	—8,5	—9,9	—11,4	—12,8	—14,3	—15,7	—17,2
0,2	—5,6	—8,3	—11,1	—13,8	—16,5	—19,2	—22,0	—24,7
0,3	—3,0	—6,6	—10,2	—13,8	—17,5	—21,1	—24,7	—28,3
0,4	0,7	—3,1	—6,9	—10,7	—14,6	—18,4	—22,2	—26,0
0,5	3,9	0,5	—2,8	—6,2	—9,5	—12,9	—16,2	—19,6
0,6	5,1	2,7	0,3	—2,1	—4,4	—6,8	—9,2	—11,6
0,7	4,4	3,0	1,6	0,2	—1,2	—2,6	—4,0	—5,4
0,8	2,8	2,1	1,4	0,7	0	—0,7	—1,4	—2,1
0,9	1,2	1,0	0,7	0,5	0,2	0	—0,3	—0,5
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N \leqslant 0{,}7$				
0	—9,4	—9,4	—9,4	—9,4	—9,4	—9,4	—9,4	—9,4
0,1	—8,2	—10,0	—11,9	—13,7	—15,5	—17,3	—19,1	—20,9
0,2	—5,2	—8,4	—11,5	—14,7	—17,9	—21,0	—24,2	—27,4
0,3	—1,8	—5,6	—9,4	—13,2	—17,0	—20,8	—24,6	—28,4
0,4	2,3	—1,4	—5,0	—8,7	—12,4	—16,1	—19,8	—23,5
0,5	4,3	1,3	—1,7	—4,7	—7,6	—10,6	—13,6	—16,6
0,6	4,6	2,6	0,5	—1,6	—3,7	—5,8	—7,8	—9,9
0,7	3,7	2,4	1,2	0	—1,3	—2,5	—3,8	—5,0
0,8	2,3	1,7	1,1	0,4	—0,3	—0,9	—1,5	—2,2
0,9	1,1	0,8	0,6	0,4	0,1	—0,1	—0,4	—0,6
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 29

Коэффициент C_2

Марки угля	C_2
Д, Г, Ж	1,0
К, ОС, Т	0,6
ПА—А	0,3

г) местоположение уступов в плане устанавливается либо путем трассировки их с соседних участков шахтного поля, на которых они образовались во время очистных работ, либо путем инструментальных или визуальных наблюдений. В остальных случаях допускается, что уступы могут возникнуть на любом участке полумульды по падению;

д) вероятная максимальная высота обратных уступов на земной поверхности при отсутствии календарных планов и ведении горных работ по горизонтам определяется по формуле (96), в которой используются значения наклонов, определяемых по формуле (93) при $\alpha \geqslant 35°$.

Кузнецкий бассейн

7.7. Граничные углы β_0, γ_0, δ_0 и β_{01} в неподработанной толще каменноугольных пород определяются по табл. 30.

Таблица 30

Граничные углы β_0, γ_0, δ_0 и β_{01}, градусы

Угол падения α, градус	β_0	γ_0	δ_0	β_{01}
0—5	70	70	70	—
6—54	75—0,9α	70	70	—
55—75	25	—	70	45
76—80	25	—	70	35
81—90	25	—	70	25

Примечания. 1. Если верхняя граница выработки расположена на глубине менее 50 м, то граничные углы γ_0 и δ_0 принимаются равными граничному углу в наносах φ_0. 2. В подработанной толще пород граничные углы уменьшаются на 5°.

Граничные углы в наносах φ_0 определяются в зависимости от их обводненности по табл. 31.

Таблица 31

Граничные углы φ_0, градусы

Обводненность наносов	φ_0
Сухие и нормальной влажности	45
Обводненные и плывуны	30

Граничные углы $\beta_{0м}$, $\gamma_{0м}$ и $\delta_{0м}$ в мезозойских отложениях определяются по табл. 32.

Таблица 32

Граничные углы в мезозойских отложениях (при отсутствии оползневых явлений), градусы

Мощность мезозойских отложений $h_м$, м	$\beta_{0м}$		$\delta_{0м} = \gamma_{0м}$
	$\alpha_м$ от 0 до 5°	$\alpha_м$ от 6 до 35°	$\alpha_м$ от 0 до 35°
До 100	45	$45—0,2\alpha_м$	45
150	50	$50—0,3\alpha_м$	50
200	55	$55—0,4\alpha_м$	55
250 и более	60	$60—0,5\alpha_м$	60

Таблица 33

Углы максимального оседания и полных сдвижений

Углы	Значение углов, градусы	Углы	Значение углов, градусы
θ	$90—0,5\alpha$	ψ_2	$50+0,38\alpha$
ψ_1	$50—0,25\alpha$	ψ_3	50

Таблица 34

Значения q_0 и a_0

q_0	$0,70+0,25\frac{H_п}{H}$
a_0	0,25

Примечания: 1. $H_п$ — мощность повторно подрабатываемых пород по линии, соединяющей точку максимального оседания земной поверхности с серединой очистной выработки, от которой производится расчет деформаций; H — мощность всей толщи по указанной линии. 2. Для расчета максимального оседания от ранее пройденных выработок относительное максимальное оседание $q_{0п}=0,95$.

7.8. Углы максимального оседания θ и полных сдвижений ψ_1, ψ_2 и ψ_3 при отсутствии сдвижения пород лежачего бока определяются в зависимости от угла падения пласта по табл. 33.

7.9. Относительные величины максимального оседания q_0 и максимального горизонтального сдвижения a_0 при первичной и повторных подработках при отсутствии сдвижения пород лежачего бока определяются по табл. 34.

Таблица 35

Коэффициенты N_1 и N_2

$\frac{D}{H}$	1,6 и более	1,4	1,2	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3 и менее
N_1 и N_2	1,0	0,92	0,85	0,78	0,69	0,65	0,60	0,55	0,49	0,43

Примечание. При промежуточных значениях $\frac{D}{H}$ коэффициенты N_1 и N_2 определяются интерполированием.

7.10. Коэффициенты N_1 и N_2 определяются в зависимости от отношения размера выработки D к средней глубине разработки H по табл. 35.

7.11. Значения функций $S(z)$, $F(z)$ и $F'(z)$ при отсутствии сдвижения пород лежачего бока определяются в зависимости от коэффициентов N и B по табл. 36—40.

Таблица 36

Значения функции $S(z)$

z	$N \geqslant 1$	$N = 0{,}9$	$N = 0{,}8$	$N \leqslant 0{,}7$
0	1,00	1,00	1,00	1,00
0,1	0,99	0,97	0,96	0,96
0,2	0,95	0,89	0,85	0,83
0,3	0,86	0,74	0,68	0,65
0,4	0,66	0,55	0,49	0,46
0,5	0,38	0,32	0,31	0,29
0,6	0,17	0,16	0,16	0,16
0,7	0,07	0,08	0,08	0,08
0,8	0,03	0,03	0,03	0,03
0,9	0,01	0,01	0,01	0,01

Таблица 37

Значения функции $F(z)$ (полумульда по падению)

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
				$N \geqslant 1$				
0	0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0
0,1	0,2	2,2	4,6	6,4	8,2	10,2	12,1	14,1
0.2	0,5	2,5	4,5	6,3	8,2	10,1	12,0	13,9
0,3	1,6	3,2	4,9	6,6	8,4	10,0	11,8	13,5
0,4	2,6	3,6	5,1	6,5	7,9	9,4	10,8	12,2
0,5	2,3	3,6	4,6	5,6	6,6	7,6	8,6	9,6
0,6	1,5	2,8	3,4	4,0	4,6	5,2	5,8	6,3
0,7	0,6	1,7	2,0	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4
0,8	0,3	0,8	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4
0,9	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N = 0{,}9$				
0	0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0
0,1	0,6	2,5	4,5	6,4	8,4	10,4	12,3	14,3
0,2	1,1	3,1	4,9	6,7	8,5	10,3	12,1	13,9
0,3	1,7	3,4	5,0	6,6	8,1	9,6	11,2	12,7
0,4	2,2	3,6	4,7	5,9	7,0	8,2	9,4	10,6
0,5	2,0	3,1	3,9	4,7	5,4	6,2	7,0	7,8
0,6	1,2	2,2	2,6	3,1	3,5	4,0	4,4	4,8
0,7	0,7	1,2	1,4	1,6	1,9	2,1	2,2	2,4
0,8	0,3	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0
0,9	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N = 0{,}8$				
0	0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0
0,1	0,7	2,6	4,7	6,6	8,6	10,5	12,4	14,4
0,2	1,4	3,3	5,1	6,8	8,5	10,2	12,0	13,7
0,3	1,8	3,5	5,0	6,4	7,8	9,2	10,6	12,0
0,4	2,0	3,3	4,4	5,4	6,5	7,5	8,5	9,6
0,5	1,7	2,8	3,5	4,1	4,8	5,5	6,2	6,8
0,6	1,1	1,9	2,4	2,7	3,1	3,4	3,8	4,2
0,7	0,7	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
0,8	0,3	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9
0,9	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N \leqslant 0{,}7$				
0	0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0
0,1	0,8	2,8	4,9	6,8	8,7	10,6	12,6	14,5
0,2	1,6	3,6	5,2	6,9	8,5	10,2	11,9	13,5
0,3	1,9	3,6	4,9	6,2	7,5	8,8	10,1	11,4

Продолжение табл. 37

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0,4	1,8	3,1	4,0	5,0	5,9	6,8	7,7	8,6
0,5	1,4	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	5,9
0,6	1,0	1,6	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5
0,7	0,7	0,9	1,1	1,2	1,4	1,6	1,7	1,9
0,8	0,3	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8
0,9	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 38

Значения функции $F(z)$ (полумульда по восстанию)

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
				$N \geqslant 1$				
0	0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0
0,1	—0,2	1,8	3,7	5,7	7,7	10,0	12,4	14,0
0,2	—0,5	1,3	3,2	5,1	6,9	8,8	10,7	12,6
0,3	—1,6	0,3	2,0	3,8	5,5	7,2	8,9	10,6
0,4	—2,6	—0,8	0,6	2,0	3,4	4,7	6,2	7,7
0,5	—2,3	—1,6	—0,6	0,4	1,4	2,4	3,4	4,4
0,6	—1,5	—1,6	—1,0	—0,5	0,1	0,7	1,3	1,8
0,7	—0,6	—1,2	—0,9	—0,6	—0,4	—0,05	0,2	0,5
0,8	—0,3	—0,5	—0,5	—0,4	—0,2	—0,1	0	0,1
0,9	—0,1	—0,2	—0,2	—0,2	—0,2	—0,1	—0,1	—0,1
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N = 0{,}9$				
0	0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0
0,1	—0,6	1,4	3,4	5,3	7,3	9,2	11,2	13,2
0,2	—1,1	0,5	2,3	4,1	5,9	7,7	9,5	11,3
0,3	—1,7	—0,4	1,2	2,7	4,3	5,8	7,4	8,9
0,4	—2,2	—1,2	—0,1	1,1	2,2	3,4	4,6	5,7
0,5	—2,0	—1,5	—0,7	0,1	0,8	1,6	2,3	3,1
0,6	—1,2	—1,3	—0,9	—0,1	—0,01	0,4	0,9	1,3
0,7	—0,7	—0,8	—0,6	—0,4	—0,2	—0,04	0,2	0,4
0,8	—0,3	—0,4	—0,3	—0,3	—0,2	—0,1	0	0,1
0,9	—0,2	—0,2	—0,2	—0,1	—0,1	—0,04	0	0
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N = 0{,}8$				
0	0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0
0,1	—0,7	1,1	3,1	5,0	6,9	8,9	10,8	12,7
0,2	—1,4	0,2	1,9	3,6	5,3	7,0	10,1	10,5
0,3	—1,8	—0,7	0,8	2,2	3,6	5,0	6,4	7,8

Продолжение табл. 38

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0,4	—2,0	—1,3	—0,2	0,7	1,9	2,9	3,9	5,0
0,5	—1,7	—1,4	—0,7	—0,04	0,6	1,3	2,0	2,7
0,6	—1,1	—1,1	—0,7	—0,4	0,03	0,4	0,8	1,2
0,7	—0,6	—0,7	—0,5	—0,4	—0,2	0,02	0,2	0,4
0,8	—0,3	—0,4	—0,3	—0,2	—0,2	—0,1	0,1	0,1
0,9	—0,2	—0,2	—0,2	—0,1	—0,1	0	0	0
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N \leqslant 0{,}7$				
0	0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0
0,1	—0,8	0,8	2,8	4,7	6,6	8,5	10,4	12,4
0,2	—1,6	—0,1	1,4	3,0	4,7	6,4	8,04	9,6
0,3	—1,9	—1,0	0,3	1,6	2,9	4,2	5,5	6,8
0,4	—1,8	—1,3	—0,4	0,4	1,5	2,4	3,3	4,2
0,5	—1,4	—1,3	—0,7	—0,1	0,5	1,1	1,6	2,2
0,6	—1,0	—0,9	—0,6	—0,3	0,1	0,4	0,7	1,0
0,7	—0,6	—0,6	—0,4	—0,3	—0,1	0,1	0,2	0,4
0,8	—0,3	—0,3	—0,2	—0,2	—0,2	0	0,1	0,1
0,9	—0,2	—0,2	—0,2	—0,1	—0,1	0	0	0
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 39

Значения функции $F'(z)$ (по лумульда по падению)

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
				$N \geqslant 1$				
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	—2,3	—2,2	—1,8	—1,4	—1,0	—0,7	—0,3	0,1
0,2	—5,6	—5,1	—3,9	—2,8	—1,7	—0,5	0,6	1,7
0,3	—10,8	—6,3	—3,9	—1,5	0,9	3,3	5,7	8,1
0,4	—8,0	—3,1	0,7	4,5	8,2	12,0	15,8	19,6
0,5	6,8	4,4	8,8	13,2	17,6	21,6	25,6	30,4
0,6	11,0	10,7	14,5	18,2	22,0	25,8	29,6	33,4
0,7	6,0	11,1	13,5	15,9	18,3	20,7	23,1	25,5
0,8	2,0	7,3	8,4	9,5	10,7	11,8	12,9	14,0
0,9	1,0	3,0	3,4	3,7	4,1	4,4	4,8	5,2
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N = 0{,}9$				
0	—4,5	—5,4	—5,4	—5,4	—5,4	—5,4	—5,4	—5,4
0,1	—5,5	—5,3	—4,3	—3,4	—2,4	—1,4	—0,5	1,0
0,2	—6,5	—5,2	—3,1	—1,0	1,1	3,1	5,2	7,3
0,3	—6,0	—3,0	0,2	3,5	6,8	10,0	13,3	16,6

Продолжение табл. 39

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0,4	—2,5	2,1	6,1	10,0	14,0	18,0	21,9	25,9
0,5	8,0	7,4	11,2	15,0	18,9	22,7	26,6	30,8
0,6	6,5	9,7	12,6	15,4	18,3	21,2	24,1	27,0
0,7	4,5	8,2	9,9	11,6	13,4	15,1	16,8	18,5
0,8	2,5	5,0	5,8	6,7	7,5	8,4	9,2	10,0
0,9	1,0	2,0	2,4	2,7	2,9	3,3	3,6	3,9
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N = 0{,}8$				
0	—6,4	—8,3	—8,3	—8,3	—8,3	—8,3	—8,3	—8,3
0,1	—6,8	—6,7	—5,3	—3,9	—2,5	—1,2	0,2	1,8
0,2	—6,2	—4,2	—1,5	1,1	3,7	6,4	9,0	11,6
0,3	—3,5	—0,4	3,1	6,7	10,2	13,8	17,3	20,8
0,4	—0,42	4,3	8,1	11,9	15,8	19,6	23,4	27,3
0,5	6,0	7,8	11,2	14,7	18,2	21,5	24,9	28,5
0,6	5,1	8,7	11,1	13,6	16,1	18,8	21,1	23,6
0,7	3,7	7,0	8,4	9,9	11,4	12,9	14,3	15,8
0,8	2,2	4,2	4,9	5,7	6,4	7,2	7,9	8,5
0,9	1,1	1,7	2,0	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N \leqslant 0{,}7$				
0	—8,3	—11,2	—11,2	—11,2	—11,2	—11,2	—11,2	—11,2
0,1	—8,0	—8,1	—6,3	—4,5	—2,7	—0,9	0,9	2,7
0,2	—5,9	—3,1	0,1	3,2	6,4	9,6	12,7	15,9
0,3	—1,0	2,2	6,0	9,9	13,7	17,5	21,3	25,1
0,4	3,4	6,4	10,1	13,8	17,5	21,3	25,0	28,6
0,5	4,0	8,2	11,2	14,3	17,4	20,4	23,3	26,3
0,6	3,6	7,7	9,7	11,8	13,9	16,0	18,1	20,2
0,7	2,9	5,7	6,9	8,2	9,4	10,6	11,9	13,1
0,8	2,0	3,4	4,0	4,7	5,3	6,0	6,6	7,0
0,9	1,2	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6	2,9
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 40

Значения функции $F'(z)$ (полумульда по восстанию)

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
				$N \geqslant 1$				
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	—2,3	—3,0	—3,4	—3,7	—4,1	—4,4	—4,8	—5,2
0,2	—5,6	—7,3	—8,4	—9,5	—10,7	—11,8	—12,9	—14,0

Продолжение табл. 40

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0,3	—10,8	—11,1	—13,5	—15,9	—18,3	—20,7	—23,1	—25,5
0,4	—8,0	—10,7	—14,5	—18,2	—22,0	—25,8	—29,6	—33,4
0,5	6,8	—4,4	—8,8	—13,2	—17,6	—21,6	—25,6	—30,4
0,6	11,0	3,1	0,7	—3,7	—8,0	—11,9	—15,8	—19,6
0,7	6,0	6,3	3,9	1,5	—0,9	—3,3	—5,7	—8,1
0,8	2,0	5,0	3,9	2,8	1,6	0,5	—0,6	—1,7
0,9	1,0	2,2	1,8	1,4	1,0	0,7	0,3	—0,1
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N = 0,9$				
0	—4,5	—5,4	—5,4	—5,4	—5,4	—5,4	—5,4	—5,4
0,1	—5,5	—7,2	—8,2	—9,1	—10,1	—11,0	—12,0	—13,0
0,2	—6,5	—9,4	—11,4	—13,6	—15,6	—17,7	—19,8	—21,8
0,3	—6,0	—9,5	—12,7	—16,0	—19,2	—22,5	—25,8	—29,0
0,4	2,5	—5,8	—9,8	—13,4	—17,0	—21,3	—25,6	—29,6
0,5	8,0	—0,2	—4,0	—7,8	—11,7	—15,5	—19,4	—23,6
0,6	6,5	3,9	1,0	—1,8	—4,7	—7,6	—10,5	—13,4
0,7	4,5	4,9	3,2	1,5	—0,3	—2,0	—3,7	—5,4
0,8	2,5	3,4	2,6	1,8	1,0	0,1	—0,7	—1,5
0,9	1,0	1,5	1,1	0,9	0,6	0,3	—0,1	—0,4
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N = 0,8$				
0	—6,4	—8,3	—8,3	—8,3	—8,3	—8,3	—8,3	—8,3
0,1	—6,8	—9,5	—10,9	—12,2	—13,6	—15,0	—16,3	—17,7
0,2	—6,2	—9,4	—12,1	—14,6	—17,3	—19,9	—22,3	—25,0
0,3	—3,5	—7,4	—10,9	—14,5	—18,0	—21,6	—25,1	—28,6
0,4	—0,4	—3,4	—7,2	—10,9	—14,6	—18,6	—22,6	—26,4
0,5	6,0	1,0	—2,4	—5,9	—9,4	—12,7	—16,1	—19,7
0,6	5,1	3,7	1,2	—1,2	—3,7	—6,2	—8,7	—11,2
0,7	3,7	4,0	2,6	1,1	—0,4	—1,9	—3,3	—4,8
0,8	2,2	2,8	2,1	1,4	0,6	—0,1	—0,9	—1,6
0,9	1,1	1,3	1,0	0,7	0,5	0,2	—0,1	—0,4
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N \leqslant 0,7$				
0	—8,3	—11,2	—11,2	—11,2	—11,2	—11,2	—11,2	—11,2
0,1	—8,0	—11,9	—13,4	—15,3	—17,1	—18,9	—20,7	—22,5
0,2	—5,9	—9,4	—12,6	—15,7	—18,9	—21,9	—24,8	—28,2
0,3	—1,0	—5,4	—9,2	—13,0	—16,8	—20,6	—24,4	—28,2
0,4	3,4	—1,0	—4,6	—8,4	—12,1	—15,8	—19,5	—23,2
0,5	4,0	2,2	—0,8	—3,9	—7,0	—10,0	—12,9	—15,9
0,6	3,6	3,5	1,4	—0,6	—2,7	—4,8	—6,9	—9,0
0,7	2,9	3,2	2,0	0,7	—0,5	—1,8	—3,0	—4,2
0,8	2,0	2,2	1,6	0,9	0,3	—0,3	—1,0	—1,6
1,9	1,2	1,0	0,8	0,6	0,3	0,1	—0,2	—0,4
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0

7.12. Углы максимального оседания θ и максимальных горизонтальных сдвижений $\theta_в(\theta_л)$ при сдвижении пород лежачего бока определяются в зависимости от угла падения пласта по табл. 41.

Таблица 41

Углы θ, $\theta_в$ и $\theta_л$, градусы

α, градус	θ	$\theta_в$	$\theta_л$
55	48	48	45
60	50	50	50
70	55	55	55
80	72	67	60
90	90	60	60

Примечание. Для промежуточных значений α углы θ, $\theta_в$ и $\theta_л$ определяются интерполированием.

7.13. Максимальное оседание при выемке пластов с закладкой выработанного пространства определяется по формуле

$$\eta_m = K_\alpha K_з m_э \sqrt{n_1 n_2}, \qquad (99)$$

где K_α — коэффициент, учитывающий активизацию процесса сдвижения горных пород при повторных подработках, определяется по табл. 42, а значения $K_з$, n_1 и n_2 определяются в соответствии с п. 4.5.

Таблица 42

Коэффициент $K_а$

Условия подработки на обрабатываемом горизонте (этаже)	Пласты на верхних горизонтах (этажах)	
	Не отработаны	Отработаны системами с обрушением кровли
Первичная	0,9	1,3
Повторная	1,1	1,5

Эффективная мощность (м) определяется по формуле

$$m_э = K_р[h_к(1-B_1)+B_1 m], \qquad (100)$$

где $K_р$ — коэффициент, определяемый по табл. 43 в зависимости от применяемой системы разработки и вида закладки; $h_к$ — величина сближения кровли с почвой (конвергенция) в зоне опорного давления и на участках между забоем и закладкой, при отсутствии инструментальных данных определяется из выражения $h_к = 0{,}5 B_1 m$; m — вынимаемая мощность пласта, м; B_1 — коэффициент усадки закладки, определяемый по фактическим данным, а при отсутствии

таких данных — по табл. 44, в зависимости от глубины горных работ и угла падения пласта.

Таблица 46

Коэффициент $K_р$

Система разработки	Направление выемки пластов	Вид закладки	$K_р$
Поперечно-наклонные и горизонтальные слои	По восстанию	Гидравлическая	0,7
Комбинация поперечно-наклонных, горизонтальных и наклонных слоев	По восстанию По простиранию	Гидравлическая Самотечная	0,8 1,2
Наклонные слои: короткие полосы длинные полосы	По восстанию По простиранию	Гидравлическая Гидравлическая Самотечная	1,3 1,4 1,5
Щитовая	По падению	Самотечная	1,6

Составы шихт упрочненных закладок № 1 и 2 из табл. 44 определяются по табл. 45.

7.14. Значения функций $S(z)$, $S'(z)$, $S''(z)$, $F(z)$ и $F'(z)$ при наличии сдвижения пород лежачего бока определяются по табл. 46.

7.15. При разработке пластов мощностью более 6 м и $\frac{H_в}{m} \leqslant 8$ на участках между точкой максимального оседания и границами зон провалов сдвижения и деформации определяются по формулам:

$$\eta_x = \eta_m S(z);$$

$$\xi_x = \xi_m S(z);$$

$$i_x = \frac{\eta_m}{L_1} S'(z);$$

$$\varepsilon_x = \frac{\xi_1}{L_1} S''(z),$$

где $S(z)$, $S'(z)$, $S''(z)$ — значения функций на этих участках, определяемые по табл. 47 в зависимости от аргумента $z = \frac{x}{L_1}$; x — расстояние, откладываемое от точки максимального оседания до расчетной точки в сторону границы зоны провалов и крупных трещин со стороны висячего бока пласта, м; L_1 — расстояние от точки максимального оседания до выхода пласта под наносы.

Таблица 44

Коэффициенты усадки закладки B_1

Закладочный материал	Угол падения, градус								
	50						70		
	Глубина горных работ, м								
	100	200	300	400	500	600	100	200	300
Дробленые породы Кузнецкой свиты класса 0—80 мм	0,235	0,280	0,300	0,315	0,330	0,335	0,220	0,270	0,290
Дробленые горелые породы класса 0—10 мм	0,070	0,102	0,125	0,141	0,159	0,173	0,065	0,090	0,111
Дробленые песчаники класса 0—10 мм	0,080	0,109	0,130	0,149	0,165	0,180	0,075	0,100	0,120
Песок ижморский глинистых частиц 2—12%	0,031	0,050	0,064	0,075	0,085	0,093	0,028	0,045	0,058
Песок бийский	0,017	0,027	0,035	0,042	0,046	0,050	0,014	0,023	0,031
Шихта № 1: песок (50%); дробленые породы Кузнецкой свиты класса 0—60 мм (50%)	0,048	0,073	0,080	0,102	0,114	0,128	0,043	0,086	0,082
Шихта № 2: дробленые горелые породы класса 0—10 мм (50%) и дробленые породы Кузнецкой свиты класса 0—80 мм (50%)	0,120	0,153	0,172	0,181	0,188	0,191	0,105	0,143	0,162
Упрочненная закладка № 1	0,010	0,019	0,028	0,036	0,045	0,053	0,008	0,018	0,023
То же, № 2	0,003	0,006	0,009	0,012	0,015	0,018	0,003	0,005	0,008

Продолжение табл. 44

Закладочный материал	Угол падения, градус								
	70			90					
	Глубина горных работ, м								
	400	500	600	100	200	300	400	500	600
Дробленые породы Кузнецкой свиты класса 0—80 мм	0,305	0,320	0,330	0,215	0,265	0,285	0,300	0,310	0,325
Дробленые горелые породы класса 0—10 мм	0,130	0,143	0,158	0,060	0,083	0,107	0,125	0,138	0,150
Дробленые песчаники класса 0—10 мм	0,137	0,153	0,164	0,073	0,097	0,115	0,130	0,147	0,159
Песок ижморский глинистых частиц 2—12%	0,068	0,078	0,085	0,025	0,042	0,053	0,064	0,072	0,080
Песок бийский	0,037	0,043	0,046	0,012	0,022	0,030	0,035	0,041	0,044
Шихта № 1: песок (50%); дробленые породы Кузнецкой свиты класса 0—60 мм (50%)	0,095	0,104	0,112	0,038	0,063	0,078	0,090	0,100	0,109
Шихта № 2: дробленые горелые породы класса 0—10 мм (50%) и дробленые породы Кузнецкой свиты класса 0—80 мм (50%)	0,174	0,182	0,188	0,100	0,140	0,157	0,172	0,179	0,185
Упрочненная закладка № 1	0,030	0,037	0,044	0,007	0,015	0,021	0,028	0,035	0,041
То же, № 2	0,010	0,012	0,014	0,002	0,005	0,007	0,009	0,011	0,013

Таблица 45

Состав кубического метра упрочненной закладки, кг

Номер упрочненной закладки	Дробленые породы Кузнецкой свиты		Молотые гранулированные шлаки КМК или Запсиба	Портландцемент М-400	Вода	Возраст закладки, сут
	класс					
	0,6 мм („отсев")	0—60 мм				
1	1100	—	300	50	400	28
2	—	1100	385	65	520	45

Карагандинский бассейн

7.16. Граничные углы β_0, γ_0 и δ_0 в неподработанной толще каменноугольных пород принимаются:

$$\beta_0 = 60° - 0{,}4\alpha,$$

$$\delta_0 = \gamma_0 = 60°.$$

В подработанной толще значения граничных углов β_0, γ_0 и δ_0 уменьшаются на 5°.

Граничные углы в мезозойских отложениях при мощности их 20 м и менее принимаются равными граничным углам в коренных породах.

При мощности мезозойских отложений более 20 м граничные углы в мезозойских отложениях принимаются одинаковыми во всех направлениях $\delta_{0м} = 55°$.

Граничный угол в наносах φ_0 принимается равным 45°.

7.17. Углы максимального оседания θ и полных сдвижений ψ_1, ψ_2, ψ_3 определяются в зависимости от угла падения пласта по табл. 48.

7.18. Относительные величины максимального оседания q_0 и максимального горизонтального сдвижения a_0 определяются по табл. 49.

7.19. Коэффициенты N_1 и N_2 определяются в зависимости от отношения размера выработки (D) к средней глубине разработки (H) по табл. 50.

7.20. Значения функций $S(z)$, $F(z)$ и $F'(z)$ в зависимости от коэффициентов N и B определяются по табл. 24—28.

Челябинский бассейн

7.21. Граничные углы β_0, γ_0 и δ_0 в неподработанной толще определяются по табл. 51.

В подработанной толще граничные углы уменьшаются на 5°. Граничные углы в наносах φ_0 принимаются равными 40°.

Таблица 46

Функции $S(z)$, $S'(z)$, $S''(z)$, $F(z)$, $F'(z)$

z	$S(z)$						$S'(z)$						$S''(z)$	$F(z)$	$F'(z)$
	Полумульда														
	по падению			по восстанию			по падению			по восстанию			по падению		
	$\frac{H_в}{m}<8$	$8\leqslant\frac{H_в}{m}\leqslant20$	$\frac{H_в}{m}>20$	$\frac{H_в}{m}<8$	$8\leqslant\frac{H_в}{m}\leqslant20$	$\frac{H_в}{m}>20$	$\frac{H_в}{m}<8$	$8\leqslant\frac{H_в}{m}\leqslant20$	$\frac{H_в}{m}>20$	$\frac{H_в}{m}<8$	$8\leqslant\frac{H_в}{m}\leqslant20$	$\frac{H_в}{m}>20$	$\frac{H_в}{m}<8$	$\frac{H_в}{m}\geqslant15$	$\frac{H_в}{m}\geqslant15$
0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
0,05							3,50		0,20				2,81		
0,10	0,57	0,96	0,94	0,32	0,96	0,98	2,94	0,8	0,40	2,60	0,8	0,5	2,58	0,97	0,2
0,20	0,39	0,83	0,83	0,17	0,83	0,90	2,20	2,2	1,05	1,00	2,2	1,0	1,88	0,93	0,4
0,30	0,28	0,52	0,73	0,09	0,52	0,77	1,83	3,2	1,55	0,60	3,2	1,6	1,28	0,88	0,6
0,40	0,22	0,30	0,55	0,05	0,30	0,58	1,40	1,5	2,10	0,40	1,5	2,0	0,90	0,81	0,8
0,50	0,16	0,20	0,43	0,04	0,20	0,39	1,07	0,9	1,85	0,25	0,9	1,9	0,54	0,71	1,0
0,60	0,10	0,12	0,29	0,03	0,12	0,22	0,65	0,6	1,15	0,15	0,6	1,4	0,38	0,60	1,2
0,70	0,05	0,07	0,21	0,02	0,07	0,10	0,28	0,4	0,90	0,07	0,4	0,9	0,30	0,47	1,4
0,80	0,02	0,03	0,13	0,01	0,03	0,04	0,16	0,3	0,70	0,03	0,3	0,4	0,24	0,32	1,6
0,90	0,01	0,01	0,04	0,005	0,01	0,01	0,07	0,2	0,38	0,01	0,2	0,2	0,12	0,17	1,7
0,95							0,02		0,15				0,05		
1,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8

Таблица 47

Значения функций $S(z)$, $S'(z)$ и $S''(z)$ при $m > 6$ м и $\frac{H_в}{m} \leqslant 8$

z	$S(z)$	$S'(z)$	$S''(z)$
	полумульда по восстанию		
0	1,0	3,70	3,10
0,10	1,2	4,02	3,55
0,20	1,4	4,22	3,90
0,30	1,6	4,38	4,30

Таблица 48

Углы θ, ψ_1, ψ_2 и ψ_3, градусы

α, градус	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
θ	90	89	88	86	84	82	78	75	71	66	60	52	44
ψ_1	55	52	50	48	46	44	43	43	43	44	45	48	53
ψ_2	55	58	61	64	66	68	69	71	73	74	75	76	77
ψ_3	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55

Таблица 49

Значения q_0 и a_0

Характеристика толщи	q_0	a_0
Недоработанная ранее толща	0,75	0,3
Подработанная толща	0,85	0,3

7.22. Углы максимального оседания θ и полных сдвижений ψ_1, ψ_2 и ψ_3 при отсутствии сдвижения пород лежачего бока определяются в зависимости от угла падения пласта α по табл. 52.

Таблица 50

Коэффициенты N_1 и N_2

$\frac{D}{H}$	1,4 и более	1,2	1,0	0,90	0,80	0,70
N_1 и N_2	1,00	0,96	0,90	0,86	0,81	0,75

Продолжение табл. 50

$\frac{D}{H}$	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,15 и менее
N_1 и N_2	0,66	0,51	0,30	0,15	0,09	0,05

Примечание. При промежуточных значениях $\frac{D}{H}$ коэффициенты N_1 и N_2 определяются интерполированием.

Таблица 51

Граничные углы, градусы

Углы падения пласта, градусы	β_0	γ_0	δ_0
0÷15	55	55	55
16÷50	64—0,6α	55	55

7.23. Относительные величины максимального оседания q_0 и максимального горизонтального сдвижения a_0 определяются по табл. 53.

Таблица 52

Углы θ, ψ_1, ψ_2 и ψ_3, градусы

α, градус	θ	ψ_1	ψ_2	ψ_3
$\alpha \leqslant 30$	90—0,6α	60—0,2α	60+0,3α	60
$30 < \alpha \leqslant 50$	70	75—0,7α	42+0,9α	60

7.24. Коэффициенты N_1 и N_2 определяются в зависимости от отношения размера выработки (D_1 или D_2) к средней глубине разработок (H) по табл. 54.

Таблица 53

Значения q_0 и a_0

Параметры	Первичная подработка	Повторная подработка
q_0	0,85	0,90
a_0	0,35	0,35

Таблица 54

Коэффициенты N_1 и N_2

$\frac{D}{H}$	1,1 и более	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2 и менее
N_1 и N_2	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,74	0,67	0,60	0,52	0,42

Примечание. При промежуточных значениях $\frac{D}{H}$ коэффициенты N_1 и N_2 определяются интерполированием.

7.25. Значения функций $S(z)$, $F(z)$ и $F'(z)$ при отсутствии сдвижения пород лежачего бока определяются в зависимости от коэффициентов N и B по табл. 55—59.

Таблица 55

Значения функции $S(z)$

z	$N \geqslant 1$	$N = 0{,}9$	$N \leqslant 0{,}8$	z	$N \geqslant 1$	$N = 0{,}9$	$N \leqslant 0{,}8$
1	2	3	4	1	2	3	4
0	1,00	1,00	1,00	0,6	0,14	0,14	0,14
0,1	0,95	0,93	0,91	0,7	0,08	0,08	0,08
0,2	0,81	0,78	0,76	0,8	0,04	0,04	0,04
0,3	0,60	0,58	0,57	0,9	0,02	0,02	0,02
0,4	0,40	0,38	0,37	1,0	0	0	0
0,5	0,24	0,24	0,24				

Кизеловский бассейн

7.26. Граничные углы β_0, γ_0, β_{01} и δ_0 в неподработанной толще определяются по табл. 60.

Граничные углы в подработанной толще уменьшаются на 5°. Граничный угол в наносах φ_0 принимается равным 45°.

7.27. Углы максимального оседания θ и полных сдвижений ψ_1, ψ_2 и ψ_3 при отсутствии сдвижения пород лежачего бока определяются в зависимости от угла падения пласта α по табл. 61.

7.28. Относительные значения максимального оседания q_0 и максимального горизонтального сдвижения a_0 определяются по табл. 62.

7.29. Коэффициенты N_1 и N_2 определяются в зависимости от отношения размера выработки D к средней глубине разработки H по табл. 63.

7.30. Значения функций $S(z)$, $F(z)$ и $F'(z)$ при отсутствии сдвижения пород лежачего бока определяются в зависимости от коэффициентов N и B по табл. 64—68.

Таблица 56

Значения функции $F(z)$ (полумульда по падению)

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
				$N \geqslant 1$				
0	0	1,40	2,80	4,20	5,60	7,00	8,40	9,80
0,1	0,95	2,28	3,61	4,94	6,27	7,60	8,93	10,26
0,2	1,75	2,88	4,02	5,15	6,29	7,42	8,55	9,69
0,3	2,05	2,89	3,73	4,57	5,41	6,25	7,09	7,93
0,4	1,80	2,36	2,92	3,48	4,04	4,60	5,16	5,72
0,5	1,30	1,64	1,97	2,31	2,64	2,98	3,32	3,65
0,6	0,80	1,00	1,19	1,39	1,58	1,78	1,98	2,17
0,7	0,50	0,61	0,72	0,84	0,95	1,06	1,17	1,28
0,8	0,30	0,36	0,41	0,47	0,52	0,58	0,64	0,69
0,9	0,15	0,18	0,21	0,23	0,26	0,29	0,32	0,35
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N=0,9$				
0	0	1,40	2,80	4,20	5,00	7,00	8,40	9,80
0,1	1,10	2,40	3,70	5,01	6,31	7,61	8,91	10,21
0,2	1,75	2,84	3,93	5,03	6,12	7,21	8,30	9,39
0,3	2,00	2,81	3,62	4,44	5,25	6,06	6,87	7,68.
0,4	1,70	2,23	2,76	3,30	3,83	4,36	4,89	5,42
0,5	1,20	1,54	1,87	2,21	2,54	2,88	3,22	3,55
0,6	0,80	1,00	1,19	1,39	1,58	1,78	1,98	2,17
0,7	0,50	0,61	0,72	0,84	0,95	1,06	1,17	1,28
0,8	0,30	0,36	0,41	0,47	0,52	0,58	0,64	0,69
0,9	0,15	0,18	0,21	0,23	0,26	0,29	0,32	0,35
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N \leqslant 0,8$				
0	0	1,40	2,80	4,20	5,60	7,00	8,40	9,80
0,1	1,20	2,47	3,75	5,02	6,30	7,57	8,84	10,12
0,2	1,70	2,76	3,83	4,89	5,96	7,02	8,08	9,15
0,3	1,95	2,75	3,55	4,34	5,14	5,94	6,74	7,54
0,4	1,65	2,17	2,69	3,20	3,72	4,24	4,74	5,28
0,5	1,15	1,49	1,82	2,16	2,49	2,83	3,17	3,50
0,6	0,80	1,00	1,19	1,39	1,58	1,78	1,98	2,17
0,7	0,50	0,61	0,72	0,84	0,95	1,06	1,17	1,28
0,8	0,30	0,36	0,41	0,47	0,52	0,58	0,64	0,69
0,9	0,15	0,18	0,21	0,23	0,26	0,29	0,32	0,35
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 57

Значения функции $F(z)$ (полумульда по восстанию)

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
				$N \geqslant 1$				
0	0	1,40	2,80	4,20	5,60	7,00	8,40	9,80
0,1	—0,95	0,38	1,71	3,04	4,37	5,70	7,03	8,36
0,2	—1,75	—0,62	0,52	1,65	2,79	3,92	5,05	6,19
0,3	—2,05	—1,21	—0,37	0,47	1,31	2,15	2,99	3,83
0,4	—1,80	—1,24	—0,68	—0,12	0,44	1,00	1,56	2,12
0,5	—1,30	—0,96	—0,63	—0,29	0,04	0,38	0,72	1,05
0,6	—0,80	—0,60	—0,41	—0,21	—0,02	0,18	0,38	0,57
0,7	—0,50	—0,39	—0,28	—0,16	—0,05	0,06	0,17	0,28
0,8	—0,30	—0,24	—0,19	—0,13	—0,08	—0,02	0,04	0,09
0,9	—0,15	—0,12	—0,09	—0,07	—0,04	—0,01	0,02	0,05
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N = 0,9$				
0	0	1,40	2,80	4,20	5,60	7,00	8,40	9,80
0,1	—1,10	0,20	1,50	2,81	4,11	5,41	6,71	8,01
0,2	—1,75	—0,66	0,43	1,53	2,62	3,71	4,80	5,89
0,3	—2,00	—1,19	—0,38	0,44	1,25	2,06	2,87	3,68
0,4	—1,70	—1,17	—0,64	—0,10	0,43	0,96	1,49	2,02
0,5	—1,20	—0,86	—0,53	—0,19	0,14	0,48	0,82	1,15
0,6	—0,80	—0,60	—0,41	—0,21	—0,02	0,18	0,38	0,57
0,7	—0,50	—0,39	—0,28	—0,16	—0,05	0,06	0,17	0,28
0,8	—0,30	—0,24	—0,19	—0,13	—0,08	—0,02	0,04	0,09
0,9	—0,15	—0,12	—0,09	—0,07	—0,04	—0,01	0,02	0,05
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N \leqslant 0,8$				
0	0	1,40	2,80	4,20	5,60	7,00	8,40	9,80
0,1	—1,20	0,07	1,35	2,62	3,90	5,17	6,44	7,72
0,2	—1,70	0,63	0,43	1,49	2,56	3,62	4,68	5,75
0,3	—1,95	—1,15	—0,35	0,44	1,24	2,04	2,84	3,64
0,4	—1,65	—1,13	—0,61	—0,10	0,42	0,94	1,46	1,98
0,5	—1,15	—0,81	—0,48	—0,14	0,19	0,53	0,87	1,20
0,6	—0,80	—0,60	—0,41	—0,21	—0,02	0,18	0,38	0,57
0,7	—0,50	—0,39	—0,28	—0,16	—0,05	0,06	0,17	0,28
0,8	—0,30	—0,24	—0,19	—0,13	—0,08	—0,02	0,04	0,09
0,9	—0,15	—0,12	—0,09	—0,07	—0,04	—0,01	0,02	0,05
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 58

Значения функции $F'(z)$ (полумульда по падению)

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
				$N \geqslant 1$				
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	—8,75	—7,4	—6,1	—4,8	—3,4	—2,1	—0,8	0,6
0,2	—5,50	—3,1	—0,6	1,9	4,3	6,8	9,2	11,7
0,3	—0,25	2,6	5,4	8,4	11,3	14,2	17,0	19,9
0,4	3,75	6,3	8,8	11,3	13,9	16,4	18,9	21,4
0,5	5,00	6,8	8,6	10,5	12,3	14,1	15,9	17,7
0,6	4,00	5,1	6,2	7,4	8,5	9,6	10,7	11,8
0,7	2,50	3,2	3,9	4,6	5,3	6,0	6,7	7,4
0,8	1,75	2,2	2,3	3,0	3,4	3,9	4,3	4,7
0,9	0,75	1,0	0,7	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N=0,9$				
0	—6,00	—6,00	—6,00	—6,00	—6,00	—6,00	—6,00	—6,00
0,1	—8,75	—7,2	—5,7	—4,1	—2,6	—1,1	0,5	2,1
0,2	—4,50	—2,1	0,4	2,9	5,3	7,8	10,2	12,7
0,3	0,25	3,1	5,9	8,7	11,5	14,3	17,1	19,9
0,4	4,00	6,4	8,8	11,1	13,5	15,9	18,3	20,7
0,5	4,50	6,2	7,9	9,5	11,2	12,9	14,6	16,3
0,6	3,50	4,6	5,7	6,9	8,0	9,1	10,2	11,3
0,7	2,50	3,2	3,9	4,6	5,3	6,0	6,7	7,4
0,8	1,75	2,2	2,6	3,0	3,4	3,9	4,3	4,7
0,9	0,75	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N \leqslant 0,8$				
0	—9,00	—9,00	—9,00	—9,00	—9,00	—9,00	—9,00	—9,00
0,1	—8,50	—6,8	—5,1	—3,5	—1,8	—0,1	1,6	3,3
0,2	—3,75	—1,4	1,0	3,4	5,8	8,2	10,6	13,0
0,3	0,25	3,0	5,7	8,4	11,2	14,0	16,7	19,4
0,4	4,00	6,3	8,6	10,9	13,2	15,6	17,9	20,2
0,5	4,25	5,9	7,5	9,1	10,7	12,3	13,9	15,5
0,6	3,25	4,4	5,5	6,6	7,7	8,9	10,0	11,1
0,7	2,50	3,2	3,9	4,6	5,3	6,0	6,7	7,4
0,8	1,75	2,2	2,6	3,0	3,4	3,9	4,3	4,7
0,9	0,75	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 59

Значение функции $F'(z)$ (полумульда по восстанию)

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
				$N \geqslant 1$				
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	—8,75	—10,1	—11,4	—12,7	—14,1	—15,4	—16,7	—18,1
0,2	—5,50	—8,0	—10,4	—12,9	—15,3	—17,8	—20,2	—22,7
0,3	—0,25	—3,1	—6,0	—8,9	—11,8	—14,7	—17,5	—20,4
0,4	3,75	1,2	—1,3	—3,8	—6,4	—8,9	—11,4	—13,9
0,5	5,00	3,2	1,4	—0,5	—2,3	—4,1	—5,9	—7,7
0,6	4,00	2,9	1,8	0,6	—0,5	—1,6	—2,7	—3,8
0,7	2,50	1,8	1,1	0,4	—0,3	—1,0	—1,7	—2,4
0,8	1,75	1,3	0,9	0,5	0,1	—0,4	—0,8	—1,2
0,9	0,75	0,5	0,3	0,1	—0,1	—0,3	—0,5	—0,5
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N=0,9$				
0	—6,0	—6,0	—6,0	—6,0	—6,0	—6,0	—6,0	—6,0
0,1	—8,75	—10,3	—11,8	—13,4	—14,9	—16,5	—18,0	—19,6
0,2	—4,50	—7,0	—9,4	—11,9	—14,3	—16,8	—19,2	—21,7
0,3	—0,25	—2,6	—5,4	—8,2	—11,0	—13,8	—16,6	—19,4
0,4	4,0	1,6	—0,8	—3,1	—5,5	—7,9	—10,3	—12,7
0,5	4,50	2,8	1,1	—0,5	—2,2	—3,9	—5,6	—7,3
0,6	3,50	2,4	1,3	0,1	—1,0	—2,1	—3,2	—4,3
0,7	2,50	1,8	1,1	0,4	—0,3	—1,0	—1,7	—2,4
0,8	1,75	1,3	0,9	0,5	—0,1	—0,4	—0,8	—1,2
0,9	0,75	0,5	0,3	0,1	—0,1	—0,3	—0,5	—0,7
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N \leqslant 0,8$				
0	—9,00	—9,00	—9,00	—9,00	—9,00	—9,00	—9,00	—9,00
0,1	—8,50	—10,2	—11,9	—13,5	—15,2	—16,9	—18,6	—20,3
0,2	—3,75	—6,1	—8,5	—10,9	—13,3	—15,7	—18,1	—20,5
0,3	0,25	—2,5	—5,2	—7,9	—10,7	—13,5	—16,2	—18,9
0,4	4,00	1,7	—0,6	—2,9	—5,2	—7,6	—9,9	—12,2
0,5	4,25	2,6	1,0	—0,6	—2,2	—3,8	—5,4	—7,1
0,6	3,24	2,1	1,0	—0,1	—1,2	—2,4	—3,5	—4,6
0,7	2,50	1,8	1,1	0,4	—0,3	—1,0	—1,7	—2,4
0,8	1,75	1,3	0,9	0,5	0,1	—0,4	—0,8	—1,2
0,9	0,75	0,5	0,3	0,1	—0,1	—0,3	—0,5	—0,6
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 6

Граничные углы, градусы

Угол падения пласта α, градус	β_0	γ_0	β_{01}	δ_0
0—25	70—0,8α	70	—	70
26—59	60—0,4α	70	—	70
60 и более	35	—	69—0,4α	70

Таблица 61

Углы θ, ψ_1, ψ_2 и ψ_3, градусы

α, градус	θ	ψ_1	ψ_2	ψ_3
0	90	50	50	50
10	85	48	53	50
20	80	45	56	50
30	75	42	60	50
40	70	40	65	50
50	65	38	70	50
60	60	35	75	50

Таблица 62

Относительные величины максимального оседания и максимального горизонтального сдвижения

Подработанность массива	q_0	a_0
А. При наличии в толще известняков		
1. Первичная подработка	0,4	0,3
2. Повторная подработка при закончившемся периоде опасных деформаций от ранее отработанных пластов	0,8	0,3
Б. При отсутствии в толще известняков		
3. Первичная и повторная подработки	0,6	0,3

Таблица 63

Коэффициенты N_1 и N_2

$\frac{D}{H}$	1,6 и более	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2 и менее
N_1 и N_2	1,00	0,92	0,85	0,78	0,74	0,69	0,65	0,60	0,55	0,49	0,42	0,35

Примечание. При промежуточных значениях $\frac{D}{H}$ коэффициенты определяются интерполированием.

7.31. Углы максимального оседания θ и максимальных горизонтальных сдвижений $\theta_в(\theta_л)$ при сдвижении пород лежачего бока определяются в зависимости от угла падения пласта по табл. 69.

Таблица 64

Значения функции $S(z)$

z	$N\geqslant 1$	$N=0{,}9$	$N\leqslant 0{,}8$	z	$N\geqslant 1$	$N=0{,}9$	$N\leqslant 0{,}8$
0	1,00	1,00	1,00	0,6	0,24	0,22	0,20
0,1	0,97	0,96	0,95	0,7	0,12	0,11	0,10
0,2	0,89	0,87	0,86	0,8	0,05	0,05	0,04
0,3	0,76	0,73	0,71	0,9	0,01	0,01	0,01
0,4	0,58	0,56	0,54	1,0	0	0	0
0,5	0,40	0,37	0,35				

7.32. Коэффициенты $K_з$ и K_α, используемые для расчета максимального оседания и горизонтального сдвижения при сдвижении пород лежачего бока, определяются в зависимости от угла падения пласта по табл. 70.

Львовско-Волынский бассейн

7.33. Граничный угол δ_0 в неподработанной и подработанной толще принимается во всех направлениях равным 55°. Граничный угол в наносах φ_0 принимается равным 45°.

7.34. Углы максимального оседания и полных сдвижений:

$$\theta=90°;$$

$$\psi_1=\psi_2=\psi_3=55°.$$

Таблица 65

Значения функции $F(z)$ (полумульда по падению)

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
				$N \geqslant 1$				
0	0	1,20	2,40	3,60	4,80	6,00	7,20	8,40
0,1	0,55	1,71	2,88	4,04	5,21	6,37	7,53	8,70
0,2	1,05	2,12	3,19	4,25	5,32	6,39	7,46	8,53
0,3	1,55	2,46	3,37	4,29	5,20	6,11	7,02	7,93
0,4	1,80	2,50	3,19	3,89	4,58	5,28	5,98	6,67
0,5	1,70	2,18	2,66	3,14	3,62	4,10	4,58	5,06
0,6	1,40	1,69	1,98	2,26	2,55	2,84	3,13	3,42
0,7	0,95	1,09	1,24	1,38	1,53	1,67	1,81	1,96
0,8	0,55	0,61	0,67	0,73	0,79	0,85	0,91	0,97
0,9	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N=0,9$				
0	0	1,20	2,40	3,60	4,80	6,00	7,20	8,40
0,1	0,65	1,80	2,95	4,11	5,26	6,41	7,56	8,71
0,2	1,15	2,19	3,24	4,28	5,33	6,37	7,41	8,46
0,3	1,55	2,43	3,30	4,18	5,05	5,93	6,81	7,68
0,4	1,80	2,47	3,16	3,82	4,49	5,16	5,83	6,50
0,5	1,70	2,14	2,59	3,03	3,48	3,92	4,36	4,81
0,6	1,30	1,56	1,83	2,09	2,36	2,62	2,88	3,15
0,7	0,85	0,98	1,11	1,25	1,38	1,51	1,64	1,77
0,8	0,50	0,56	0,62	0,68	0,74	0,80	0,84	0,88
0,9	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N \leqslant 0,8$				
0	0	1,20	2,40	3,60	4,80	6,00	7,20	8,40
0,1	0,70	1,84	2,98	4,12	5,26	6,40	7,54	8,68
0,2	1,20	2,23	3,26	4,30	5,33	6,36	7,39	8,42
0,3	1,60	2,45	3,30	4,16	5,01	5,86	6,71	7,56
0,4	1,80	2,45	3,10	3,74	4,39	5,04	5,69	6,34
0,5	1,70	2,12	2,54	2,96	3,38	3,80	4,22	4,64
0,6	1,25	1,49	1,73	1,97	2,21	2,45	2,69	2,93
0,7	0,80	0,92	1,04	1,16	1,28	1,40	1,52	1,64
0,8	0,45	0,50	0,55	0,59	0,65	0,70	0,75	0,80
0,9	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 66

Значения функции $F(z)$ (полумульда по восстанию)

z	Коэффициента B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
				$N \geqslant 1$				
0	0	1,20	2,40	3,60	4,80	6,00	7,20	8,40
0,1	—0,55	0,71	1,78	2,94	4,11	5,27	6,43	7,60
0,2	—1,05	0,02	1,09	2,15	3,22	4,29	5,36	6,43
0,3	—1,55	—0,64	0,27	1,19	2,10	3,01	3,92	4,83
0,4	—1,80	—1,10	—0,41	0,29	0,98	1,68	2,38	3,07
0,5	—1,70	—1,22	—0,74	—0,26	0,22	0,70	1,18	1,66
0,6	—1,40	—1,11	—0,82	—0,54	—0,25	0,04	0,33	0,61
0,7	—0,95	—0,81	—0,66	—0,52	—0,37	—0,23	—0,09	0,06
0,8	—0,55	—0,49	—0,43	—0,37	—0,31	—0,25	—0,19	—0,13
0,9	—0,25	—0,24	—0,23	—0,21	—0,20	—0,19	—0,18	—0,17
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N=0,9$				
0	0	1,20	2,40	3,60	4,80	6,00	7,20	8,40
0,1	—0,65	0,50	1,65	2,81	3,96	5,11	6,26	7,41
0,2	—1,15	—0,11	0,94	1,98	3,03	4,07	5,11	6,16
0,3	—1,55	—0,67	0,20	1,08	1,95	2,83	3,71	4,58
0,4	—1,80	—1,13	—0,46	0,22	0,89	1,56	2,23	2,90
0,5	—1,70	—1,26	—0,81	—0,37	0,08	0,52	0,96	1,41
0,6	—1,30	—1,04	—0,77	—0,51	—0,24	0,02	0,28	0,55
0,7	—0,85	—0,71	—0,59	—0,45	—0,32	—0,19	—0,06	0,07
0,8	—0,50	—0,44	—0,38	—0,32	—0,26	—0,20	—0,14	—0,08
0,9	—0,25	—0,24	—0,23	—0,21	—0,20	—0,19	—0,18	—0,17
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N \leqslant 0,8$				
0	0	1,20	2,40	3,60	4,80	6,00	7,20	8,40
0,1	—0,70	0,44	1,58	2,72	3,86	5,00	6,14	7,28
0,2	—1,20	—0,17	0,86	1,90	2,93	3,96	4,99	6,02
0,3	—1,60	—0,75	0,10	0,96	1,81	2,66	3,51	4,36
0,4	—1,80	—1,15	—0,50	0,14	0,79	1,44	2,09	2,74
0,5	—1,70	—1,28	—0,86	—0,44	—0,02	0,40	0,82	1,24
0,6	—1,25	—1,01	—0,77	—0,53	—0,29	—0,05	0,19	0,43
0,7	—0,80	—0,68	—0,56	—0,44	—0,32	—0,20	—0,08	0,04
0,8	—0,46	—0,40	—0,36	—0,31	—0,26	—0,21	—0,16	—0,11
0,9	—0,22	—0,20	—0,18	—0,16	—0,15	—0,14	—0,13	—0,12
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 67

Значение функции $F'(z)$ (полумульда по падению)

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
				$N \geqslant 1$				
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	—5,25	—4,6	—3,9	—3,3	—2,6	—2,0	—1,3	—0,6
0,2	—5,00	—3,7	—2,5	—1,2	0,0	1,3	2,6	3,8
0,3	—3,75	—1,9	—0,0	1,8	3,7	5,6	7,5	9,3
0,4	—0,75	1,4	3,6	5,7	7,9	10,1	12,3	14,4
0,5	2,00	4,0	6,1	8,1	10,2	12,2	14,2	16,3
0,6	3,75	5,4	7,1	8,8	10,5	12,2	13,9	15,6
0,7	4,25	5,4	6,5	7,7	8,8	10,0	11,1	12,2
0,8	3,50	4,2	4,8	5,5	6,1	6,8	7,5	8,1
0,9	1,75	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N=0,9$				
0	—5,50	—5,50	—5,50	—5,50	—5,50	—5,50	—5,50	—5,50
0,1	—5,75	—5,0	—4,2	—3,4	—2,6	—1,9	—1,1	—0,3
0,2	—4,75	—3,4	—2,0	—0,6	0,8	2,2	3,5	4,9
0,3	—3,50	—1,6	0,2	2,1	3,9	5,8	7,7	9,5
0,4	—0,75	1,4	3,6	5,7	7,9	10,1	12,3	14,4
0,5	2,50	4,5	6,6	8,6	10,7	12,7	14,7	16,8
0,6	4,25	5,8	7,4	8,9	10,5	12,1	13,6	15,2
0,7	4,00	5,0	6,0	7,1	8,1	9,1	10,1	11,1
0,8	3,25	3,9	4,5	5,1	5,7	6,3	6,9	7,45
0,9	1,75	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9
				$N \leqslant 0,8$				
0	—6,75	—6,75	—6,75	—6,75	—6,75	—6,75	—6,75	—6,75
0,1	—6,00	—5,2	—4,3	—3,5	—2,6	—1,8	—1,0	—0,1
0,2	—4,50	—3,1	—1,6	—0,2	1,3	2,7	4,1	5,6
0,3	—3,00	—1,1	0,8	2,8	4,7	6,6	8,5	10,4
0,4	—0,50	1,7	3,8	6,0	8,1	10,3	12,5	14,6
0,5	2,75	4,8	6,8	8,9	10,9	13,0	15,1	17,1
0,6	4,50	6,0	7,5	9,0	10,5	12,0	13,5	15,0
0,7	4,00	5,0	5,9	6,9	7,8	8,8	9,8	10,7
0,8	3,00	3,5	4,1	4,6	5,2	5,7	6,2	6,8
0,9	1,50	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,2
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 68

Значения функции $F'(z)$ (полумульда по восстанию)

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
				$N \geqslant 1$				
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	—5,25	—5,91	—6,6	—7,2	—7,9	—8,6	—9,2	—9,9
0,2	—5,00	—6,3	—7,5	—8,8	—10,0	—11,3	—12,6	—13,8
0,3	—3,75	—5,6	—7,5	—9,3	—11,2	—13,1	—15,0	—16,8
0,4	—0,75	—2,9	—5,1	—7,2	—9,4	—11,6	—13,8	—15,9
0,5	2,00	—0,04	—2,1	—4,1	—6,2	—8,2	—10,2	—12,3
0,6	3,75	2,1	0,4	—1,3	—3,0	—4,7	—6,4	—8,1
0,7	4,25	3,1	2,0	0,8	—0,3	—1,5	—2,6	—3,7
0,8	3,50	2,8	2,2	1,5	0,9	0,2	—0,5	—1,1
0,9	1,75	1,5	1,2	0,9	0,6	0,3	—0,1	—0,4
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N=0,9$				
0	—5,50	—5,50	—5,50	—5,50	—5,50	—5,50	—5,50	—5,50
0,1	—5,75	—6,5	—7,3	—8,1	—8,9	—9,7	—10,4	—11,2
0,2	—4,75	—6,1	—7,5	—8,9	—10,3	—11,7	—13,0	—14,4
0,3	—3,50	—5,4	—7,2	—9,1	—10,9	—12,8	—14,7	—16,5
0,4	—0,75	—2,9	—5,1	—7,2	—9,4	—11,6	—13,8	—15,9
0,5	2,50	0,5	—1,6	—3,6	—5,7	—7,7	—9,7	—11,8
0,6	4,25	2,7	1,1	—0,4	—2,0	—3,6	—5,1	—6,7
0,7	4,00	3,0	2,0	0,9	—0,1	—1,1	—2,1	—3,1
0,8	3,25	2,7	2,1	1,5	0,9	0,2	—0,4	—1,0
0,9	1,75	1,5	1,2	0,9	0,6	0,3	—0,1	—0,4
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N \leqslant 0,8$				
0	—6,75	—6,75	—6,75	—6,75	—6,75	—6,75	—6,75	—6,75
0,1	—6,00	—6,8	—7,7	—8,5	—9,4	—10,2	—11,0	—11,9
0,2	—4,50	—5,9	—7,4	—8,8	—10,3	—11,7	—13,1	—14,6
0,3	—3,00	—4,9	—6,8	—8,8	—10,7	—12,6	—14,5	—16,4
0,4	—0,50	—2,7	—4,8	—7,0	—9,1	—11,3	—13,5	—15,6
0,5	2,75	0,7	—1,3	—3,4	—5,4	—7,5	—9,5	—11,6
0,6	4,50	3,0	1,5	0	—1,5	—3,0	—4,5	—6,0
0,7	4,00	3,0	2,1	1,1	0,2	—0,8	—1,8	—2,7
0,8	3,00	2,5	1,9	1,4	0,8	0,3	—0,2	—0,8
0,9	1,50	1,3	1,0	0,8	0,5	0,3	0,1	—0,2
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 69

Углы θ, $\theta_в$ и $\theta_л$, градусы

α, градус	θ	$\theta_в$	$\theta_л$
60	60	50	60
70	55	60	70
80	72	70	80
90	90	80	80

Примечание. Промежуточные значения θ, $\theta_в$ и $\theta_л$ определяются интерполированием.

7.35. Относительные величины максимального оседания q_0 и максимального горизонтального сдвижения a_0 определяются по табл. 71.

Таблица 70

Коэффициент $K_з$ и K_α

α, градус	60	70	80	90
$K_з$	0,35	0,26	0,18	0,10
K_α	1,50	1,50	1,50	1,50

Примечание. Промежуточные значения $K_з$ определяются интерполированием.

7.36. Коэффициенты N_1 и N_2 определяются в зависимости от отношения расчетной длины лавы $D_р$ к средней глубине разработки H по табл. 72.

Таблица 71

Значения q_0 и a_0

Параметры	Первичная подработка	Повторная подработка
q_0	0,8	0,9
a_0	0,34	0,34

Отношение расчетной длины лавы к глубине определяется из выражения

$$\frac{D_р}{H} = \frac{D}{H} + \frac{\Delta D_п}{H} + \frac{\Delta D_в}{H},$$

где D — фактическая длина лавы;

$\frac{\Delta D_п}{H}$ и $\frac{\Delta D_в}{H}$ — поправки к относительной длине лавы со стороны падения и восстания (или простирания) пласта, определяемые по табл. 73 в зависимости от отношения размера междулавного целика l_1 к средней глубине разработки (H).

При последовательной отработке лав в одном пласте с междулавными целиками шириной менее 0,1 H, а также при повторной подработке земной поверхности поправки $\frac{\Delta D_п}{H}$ и $\frac{\Delta D_в}{H}$ принимаются равными нулю.

Таблица 72

Коэффициенты N_1 и N_2

$\frac{D_р}{H}$	0,05 и менее	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
N_1 и N_2	0,22	0,3	0,43	0,52	0,60	0,67	0,74

Продолжение табл. 7

$\frac{D_р}{H}$	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2 и более
N_1 и N_2	0,80	0,85	0,90	0,94	0,98	1,0

Примечание. При промежуточных значениях $\frac{D_р}{H}$, $\frac{D}{H}$ и $\frac{\Delta D}{H}$ значения N_1 и N_2 определяются интерполированием.

Таблица 73

Поправки $\frac{\Delta D_п}{H}$ и $\frac{\Delta D_в}{H}$

$\frac{l_1}{H}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8 и более
$\frac{\Delta D_п}{H}$ и $\frac{\Delta D_в}{H}$	0,10	0,07	0,05	0,03	0	—0,03	—0,05	—0,07	—0,10

7.37. Значения функций $S(z)$, $F(z)$ и $F'(z)$ определяются в зависимости от коэффициентов N по табл. 74—76.

Таблица 74

Значения функции $S(z)$

z	Коэффициент подработанности			
	$N \geqslant 1$	$N = 0{,}9$	$N = 0{,}8$	$N \leqslant 0{,}7$
0	1,000	1,000	1,000	1,000
0,1	0,980	0,960	0,940	0,905
0,2	0,898	0,845	0,790	0,728
0,3	0,731	0,650	0,575	0,514
0,4	0,504	0,430	0,365	0,311
0,5	0,299	0,255	0,215	0,179
0,6	0,169	0,140	0,115	0,095
0,7	0,089	0,070	0,057	0,047
0,8	0,039	0,035	0,026	0,021
0,9	0,014	0,011	0,009	0,008
1,0	0	0	0	0

Таблица 75

Значение функции $F(z)$

z	Коэффициент подработанности			
	$N \geqslant 1$	$N = 0{,}9$	$N = 0{,}8$	$N \leqslant 0{,}7$
0	0	0	0	0
0,1	0,24	0,70	0,76	0,76
0,2	0,76	1,41	1,41	1,41
0,3	1,53	1,94	1,82	1,76
0,4	2,06	1,94	1,82	1,70
0,5	1,76	1,35	1,29	1,23
0,6	1,06	0,82	0,76	0,76
0,7	0,53	0,41	0,41	0,41
0,8	0,24	0,18	0,18	0,18
0,9	0,06	0,06	0,06	0,06
1,0	0	0	0	0

Воркутинское, Воргашорское, Юньягинское и Хальмерюское месторождения Печорского бассейна

7.38. Граничные углы β_0, γ_0, δ_0 и β_{01} в неподработанной толще определяются по табл. 77.

В подработанной толще граничные углы β_0, γ_0, δ_0 и β_{01} уменьшаются на 5°.

Граничный угол в наносах φ_0 принимается равным 50°.

Таблица 76

Значение функции $F'(z)$

z	Коэффициент подработанности			
	$N \geqslant 1$	$N = 0{,}9$	$N = 0{,}8$	$N \leqslant 0{,}7$
0	0	—6,47	—7,76	—7,88
0,1	—3,82	—7,17	—7,47	—7,23
0,2	—6,88	—6,23	—5,53	—4,82
0,3	—6,88	—2,59	—1,88	—1,47
0,4	—1,29	3,64	3,18	2,06
0,5	6,23	6,06	5,41	5,06
0,6	6,76	4,41	4,23	4,12
0,7	3,82	3,23	3,06	2,94
0,8	2,06	2,06	1,94	1,88
0,9	1,00	0,94	0,82	0,70
1,0	0	0	0	0

Таблица 77

Граничные углы, градусы

Угол падения пласта α, градус	β_0	γ_0	β_{01}	δ_0
0—59	70—0,6α	70	—	70
60 и более	75—0,7α, но не менее 25	—	95—0,8α, но не менее 25	70

7.39. Углы максимального оседания и полных сдвижений при отсутствии сдвижения пород лежачего бока определяются в зависимости от угла падения пласта по табл. 78.

Таблица 78

Углы θ, ψ_1, ψ_2 и ψ_3, градусы

Параметры	Угол падения пласта, градус												
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
θ	90	87	82	79	76	72	70	68	65	62	60	58	55
ψ_1	55	54	54	53	52	51	50	48	47	46	45	43	42
ψ_2	55	56	57	58	60	61	63	66	68	71	74	77	80
ψ_3	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55

Примечание. В мощных (более 40 м) наносах Воркутинского и Воргашорского месторождений принимаются $\theta = 90°$, $\psi_1 = \psi_2 = \psi_3 = 60°$.

7.40. Относительные значения максимального оседания q_0 и горизонтального сдвижения a_0 определяются по табл. 79 и 80.

Таблица 79

Относительная величина максимального оседания q_0

α, градус	Мощность наносов h, м	Мощность коренных пород в процентах от общей мощности подрабатываемой толщи	q_0	
			первичная подработка	повторная подработка
До 45	40 и более	Менее 25	0,9	0,9
Прочие горно-геологические условия			0,65	0,8

Таблица 80

Относительная величина максимального горизонтального сдвижения a_0

Мощность наносов h, м	Отношение мощности коренных пород к средней глубине разработки $\frac{H_к}{H}$	a_0
Менее 40	—	0,3
40 и более	До 0,1	0,5
	0,1÷0,3	$0,6-\frac{H_к}{H}$
	Более 0,3	0,3

7.41. Коэффициенты N_1 и N_2 определяются в зависимости от отношения размера выработки D к средней глубине разработки H по табл. 81.

Таблица 81

Коэффициенты N_1 и N_2

$\frac{D}{H}$	1,4 и более	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2 и менее
N_1 и N_2	1,00	0,92	0,84	0,80	0,75	0,70	0,65	0,59	0,53	0,46	0,37

7.42. Значения функций $S(z)$, $F(z)$ и $F'(z)$ при отсутствии сдвижения пород лежачего бока определяются в зависимости от коэффициентов N и B по табл. 82—86.

Таблица 82

Значения функции $S(z)$

z	$N \geqslant 1$	$N = 0{,}9$	$N \leqslant 0{,}8$	z	$N \geqslant 1$	$N = 0{,}9$	$N \leqslant 0{,}8$
1	1,00	1,00	1,00	0,6	0,23	0,23	0,23
0,1	0,99	0,98	0,96	0,7	0,12	0,12	0,12
0,2	0,94	0,91	0,89	0,8	0,05	0,05	0,05
0,3	0,83	0,79	0,76	0,9	0,01	0,01	0,01
0,4	0,62	0,61	0,59	1,0	0	0	0
0,5	0,40	0,40	0,39				

Таблица 83

Значения функции $F(z)$ (полумульда по падению)

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
				$N \geqslant 1$				
0	0	1,20	2,40	3,60	4,80	6,00	7,20	8,40
0,1	0,30	1,49	2,68	3,86	5,05	6,24	7,43	8,62
0,2	0,80	1,93	3,06	4,18	5,31	6,44	7,57	8,70
0,3	1,60	2,60	3,59	4,59	5,58	6,58	7,58	8,57
0,4	2,15	2,89	3,64	4,38	5,13	5,87	6,61	7,36
0,5	1,95	2,43	2,91	3,39	3,87	4,35	4,83	5,31
0,6	1,40	1,68	1,95	2,23	2,50	2,78	3,06	3,33
0,7	0,90	1,04	1,19	1,33	1,48	1,62	1,76	1,90
0,8	0,55	0,61	0,67	0,73	0,79	0,85	0,91	0,97
0,9	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N = 0{,}9$				
0	0	1,20	2,40	3,60	4,80	6,00	7,20	8,40
0,1	0,40	1,58	2,75	3,93	5,10	6,28	7,46	8,63
0,2	0,90	1,99	3,08	4,18	5,27	6,36	7,45	8,54
0,3	1,55	2,50	3,45	4,39	5,34	6,29	7,24	8,19
0,4	2,00	2,73	3,46	4,20	4,93	5,66	6,39	7,12
0,5	1,90	2,38	2,86	3,34	3,82	4,30	4,78	5,26
0,6	1,40	1,68	1,95	2,23	2,50	2,78	3,06	3,33
0,7	0,90	1,04	1,19	1,33	1,48	1,62	1,76	1,90
0,8	0,55	0,61	0,67	0,73	0,79	0,85	0,91	0,97
0,9	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N \leqslant 0{,}8$				
0	0	1,20	2,40	3,60	4,80	6,00	7,20	8,40
0,1	0,55	1,70	2,85	4,01	5,16	6,31	7,46	8,61
0,2	1,00	2,07	3,14	4,20	5,27	6,34	7,41	8,48
0,3	1,50	2,41	3,32	4,24	5,15	6,06	6,97	7,88

Продолжение табл. 83

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0,4	1,85	2,56	3,27	3,97	4,68	5,39	6,10	6,81
0,5	1,80	2,26	2,74	3,20	3,67	4,14	4,61	5,08
0,6	1,35	1,63	1,90	2,18	2,45	2,73	3,01	3,33
0,7	0,90	1,04	1,19	1,33	1,48	1,62	1,76	1,90
0,8	0,55	0,61	0,67	0,73	0,79	0,85	0,91	0,97
0,9	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 84

Значения функции $F_1(z)$ (полумульда по восстанию)

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
				$N \geqslant 1$				
0	0	1,20	2,40	3,60	4,80	6,00	7,20	8,40
0,1	—0,30	0,89	2,08	3,26	4,45	5,64	6,83	8,02
0,2	—0,80	0,33	1,46	2,58	3,71	4,84	5,97	7,10
0,3	—1,60	—0,60	0,39	1,39	2,38	3,38	4,38	5,37
0,4	—2,15	—1,41	—0,66	0,08	0,83	1,57	2,31	3,06
0,5	—1,95	—1,47	—0,99	—0,51	—0,03	0,45	0,93	1,41
0,6	—1,40	—1,12	—0,84	—0,57	—0,30	—0,02	0,26	0,53
0,7	—0,90	—0,76	—0,61	—0,47	—0,32	—0,18	—0,04	0,11
0,8	—0,55	—0,49	—0,43	—0,37	—0,31	—0,25	—0,19	—0,13
0,9	—0,25	—0,24	—0,23	—0,22	—0,21	—0,20	—0,18	—0,17
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N = 0{,}9$				
0	0	1,20	2,40	3,60	4,80	6,00	7,20	8,40
0,1	—0,40	0,78	1,95	3,13	4,30	5,48	6,66	7,83
0,2	—0,90	0,19	1,28	2,38	3,46	4,56	5,65	6,74
0,3	—1,55	—0,60	0,35	1,29	2,24	3,19	4,14	5,09
0,4	—2,00	—1,27	—0,54	0,20	0,93	1,66	2,39	3,12
0,5	—1,90	—1,42	—0,94	—0,46	0,02	0,50	0,98	1,46
0,6	—1,40	—1,12	—0,85	—0,57	—0,30	—0,02	0,26	0,53
0,7	—0,90	—0,76	—0,61	—0,47	—0,32	—0,18	—0,04	0,11
0,8	—0,55	—0,49	—0,43	—0,37	—0,31	—0,25	—0,19	—0,13
0,9	—0,25	—0,24	—0,23	—0,22	—0,21	—0,20	—0,18	—0,17
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N \leqslant 0{,}8$				
0	0	1,20	2,40	3,60	4,80	6,00	7,20	8,40
0,1	—0,55	0,60	1,75	2,91	4,06	5,21	6,36	7,51
0,2	—1,00	0,06	1,14	2,20	3,27	4,34	5,41	6,48
0,3	—1,50	—0,59	0,32	1,24	2,15	3,06	3,97	4,88

Продолжение табл. 84

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0,4	—1,85	—1,14	—0,43	0,27	0,98	1,69	2,40	3,11
0,5	—1,80	—1,33	—0,86	—0,40	0,07	0,54	1,01	1,48
0,6	—1,35	—1,07	—0,80	—0,52	—0,25	0,03	0,31	0,58
0,7	—0,90	—0,76	—0,61	—0,47	—0,32	—0,18	—0,04	0,11
0,8	—0,55	—0,49	—0,43	—0,37	—0,31	—0,25	—0,19	—0,13
0,9	—0,25	—0,24	—0,23	—0,22	—0,21	—0,20	—0,18	—0,17
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 85

Значения функции $F'(z)$ (полумульда по падению)

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
				$N \geqslant 1$				
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	—4,00	—3,6	—3,3	—2,9	—2,6	—2,2	—1,8	—1,5
0,2	—6,50	—5,5	—4,6	—3,6	—2,7	—1,7	—0,7	0,2
0,3	—6,75	—4,8	—2,9	—1,0	0,9	2,9	4,8	6,7
0,4	—1,75	0,8	3,4	6,0	8,6	11,2	13,8	16,4
0,5	3,75	6,1	8,4	10,8	13,1	15,5	17,8	20,2
0,6	5,25	6,9	8,6	10,3	12,0	13,7	15,4	17,1
0,7	4,25	5,3	6,4	7,5	8,6	9,7	10,7	11,8
0,8	3,00	3,7	4,3	5,0	5,6	6,3	7,0	7,6
0,9	1,50	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N = 0{,}9$				
0	—3,25	—3,25	—3,25	—3,25	—3,25	—3,25	—3,25	—3,25
0,1	—4,50	—4,0	—3,5	—3,1	—3,6	—2,1	—1,6	—1,1
0,2	—5,75	—4,7	—3,6	—2,5	—1,4	—0,4	0,7	1,8
0,3	—5,50	—3,6	—1,8	0,1	1,9	3,8	5,7	7,5
0,4	—1,75	0,7	3,1	5,5	7,9	10,3	12,7	15,1
0,5	3,00	5,3	7,6	9,8	12,1	14,4	16,7	19,0
0,6	5,00	6,7	8,4	10,0	11,7	13,4	15,1	16,8
0,7	4,25	5,3	6,4	7,5	8,6	9,7	10,7	11,8
0,8	3,00	3,7	4,3	5,0	5,6	6,3	7,0	7,6
0,9	1,50	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N \leqslant 0{,}8$				
0	—5,25	—5,25	—5,25	—5,25	—5,25	—5,25	—5,25	—5,25
0,1	—5,00	—4,4	—3,7	—3,0	—2,4	—1,7	—1,0	—0,4
0,2	—4,75	—3,6	—2,4	—1,2	0,1	1,3	2,5	3,7
0,3	—3,75	—2,5	—0,7	1,2	3,0	4,8	6,6	8,4

Продолжение табл. 85

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0,4	—1,50	0,7	2,9	5,2	7,4	9,6	11,8	14,0
0,5	2,50	4,7	6,8	9,0	11,1	13,3	15,5	17,6
0,6	4,50	6,2	7,8	9,4	11,0	12,6	14,2	15,8
0,7	4,00	5,1	6,2	7,2	8,3	9,4	10,5	11,6
0,8	3,00	3,7	4,3	5,0	5,6	6,3	7,0	7,6
0,9	1,50	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 86

Значения функции $F'(z)$ (полумульда по восстанию)

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
				$N \geqslant 1$				
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	—4,00	—4,4	—4,7	—5,1	—5,4	—5,8	—6,2	—6,5
0,2	—6,50	—7,5	—8,4	—9,4	—10,3	—11,3	—12,3	—13,2
0,3	—6,75	—8,7	—10,6	—12,5	—14,4	—16,4	—18,3	—20,2
0,4	—1,75	—4,3	—6,9	—9,5	—12,1	—14,7	—17,3	—19,9
0,5	3,75	1,4	—0,9	—3,3	—5,6	—8,0	—10,3	—12,7
0,6	5,25	3,6	1,9	0,2	—1,5	—3,2	—4,9	—6,6
0,7	4,25	3,2	2,1	1,0	—0,1	—1,2	—2,2	—3,3
0,8	3,00	2,3	1,7	1,0	0,4	—0,3	—1,0	—1,6
0,9	1,50	1,2	0,9	0,3	0,3	0	—0,3	—0,6
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N = 0{,}9$				
0	—3,25	—3,25	—3,25	—3,25	—3,25	—3,25	—3,25	—3,25
0,1	—4,50	—5,0	—5,5	—5,9	—6,4	—6,9	—7,4	—7,9
0,2	—5,75	—6,8	—7,9	—9,0	—10,1	—11,2	—12,2	—13,3
0,3	—5,50	—7,4	—9,2	—11,1	—12,9	—14,8	—16,7	—18,5
0,4	—1,75	—4,2	—6,6	—9,0	—11,4	—13,8	—16,2	—18,6
0,5	3,00	0,7	—1,6	—3,8	—6,1	—8,4	—10,7	—13,0
0,6	5,00	3,3	1,6	—0,1	—1,7	—3,4	—5,1	—6,8
0,7	4,25	3,2	2,1	1,0	—0,1	—1,2	—2,2	—3,3
0,8	3,00	2,3	1,7	1,0	0,4	—0,3	—1,0	—1,6
0,9	1,50	1,2	0,9	0,6	0,3	0	—0,3	—0,6
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N \leqslant 0{,}8$				
0	—5,25	—5,25	—5,25	—5,25	—5,25	—5,25	—5,25	—5,25
0,1	—5,00	—5,7	—6,3	—7,0	—7,6	—8,3	—9,0	—9,6
0,2	—4,75	—6,0	—7,2	—8,4	—9,6	—10,8	—12,0	—13,2
0,3	—4,25	—6,1	—7,9	—9,7	—11,5	—13,3	—15,1	—16,9

Продолжение табл. 86

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0,4	—1,50	—3,7	—5,9	—8,2	—10,4	—12,6	—14,8	—17,0
0,5	2,50	0,3	—1,8	—4,0	—6,1	—8,3	—10,5	—12,6
0,6	4,50	2,9	1,3	—0,4	—2,0	—3,6	—5,2	—6,8
0,7	4,00	2,9	1,8	0,8	—0,3	—1,4	—2,5	—3,6
0,8	3,00	2,3	1,7	1,0	0,4	—0,3	—1,0	—1,6
0,9	1,50	1,2	0,9	0,6	0,3	0	—0,3	—0,6
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 87

Углы θ, $\theta_в$ и $\theta_л$, градусы

α, градус	θ	$\theta_в$	$\theta_л$
60	55	35	60
70	50	30	70
80	70	50	80
90	90	80	80

Примечание. Промежуточные значения θ, $\theta_в$ и $\theta_л$ определяются интерполированием.

7.43. Значения углов максимального оседания θ и максимальных горизонтальных сдвижений $\theta_в$ и $\theta_л$ при сдвижении пород лежачего бока определяются в зависимости от угла падения пласта по табл. 87.

7.44. Коэффициенты $K_з$ и K_α, используемые для расчета максимального оседания и горизонтального сдвижения при сдвижении пород лежачего бока, принимаются равными: $K_з = 0{,}25$, $K_\alpha = 1{,}3$.

Интинское месторождение Печорского бассейна

7.45. Граничные углы β_0, γ_0 и δ_0 в неподработанной толще определяются по табл. 88.

Таблица 88

Граничные углы, градусы

Угол падения пласта α, градус	β_0	γ_0	σ_0
0—55	60—0,5α	60	60

Таблица 89

Углы максимального оседания и полных сдвижений, градусы

Параметр	Угол падения пласта, градус						
	0	10	20	30	40	50	60
θ	90	83	76	70	65	60	55
ψ_1	55	54	52	50	47	45	42
ψ_2	55	57	60	63	68	74	79
ψ_3	55	55	55	55	55	55	55

Таблица 90

Значения q_0 и a_0

Параметр	Первичная подработка	Повторная подработка
q_0	0,7	0,85
a_0	0,3	0,3

Таблица 91

Коэффициенты N_1 и N_2

$\frac{D}{H}$	1,4 и более	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2 и менее
N_1 и N_2	1,00	0,92	0,84	0,80	0,75	0,70	0,65	0,59	0,53	0,46	0,37

Примечание. При промежуточных значениях $\frac{D}{H}$ коэффициенты N_1 и N_2 определяются интерполированием.

Таблица 92

Значения функций $S(z)$

z	$N \geqslant 1$	$N=0,9$	$N \leqslant 0,8$	z	$N \geqslant 1$	$N=0,9$	$N \leqslant 0,8$
0	1,00	1,00	1,00	0,6	0,23	0,23	0,23
0,1	0,99	0,98	0,96	0,7	0,12	0,12	0,12
0,2	0,94	0,91	0,89	0,8	0,05	0,05	0,05
0,3	0,83	0,79	0,76	0,9	0,01	0,01	0,01
0,4	0,62	0,61	0,59	1,0	0	0	0
0,5	0,40	0,40	0,39				

Таблица 93

Значения функции $F(z)$ (полумульда по падению)

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
				$N \geqslant 1$				
0	0	1,20	2,40	3,60	4,80	6,00	7,20	8,40
0,1	0,30	1,49	2,68	3,86	5,05	6,24	7,43	8,62
0,2	0,80	1,93	3,06	4,18	5,31	6,44	7,57	8,70
0,3	1,60	2,60	3,59	4,59	5,58	6,58	7,58	8,57
0,4	2,15	2,89	3,64	4,38	5,13	5,87	6,61	7,36
0,5	1,95	2,43	2,91	3,39	3,87	4,35	4,83	5,31
0,6	1,40	1,68	1,95	2,23	2,50	2,78	3,06	3,33
0,7	0,90	1,04	1,19	1,33	1,48	1,62	1,76	1,90
0,8	0,55	0,61	0,67	0,73	0,79	0,85	0,91	0,97
0,9	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N=0,9$				
0	0	1,20	2,40	3,60	4,80	6,00	7,20	8,40
0,1	0,40	1,58	2,75	3,93	5,10	6,28	7,46	8,63
0,2	0,90	1,99	3,08	4,18	5,27	6,36	7,45	8,54
0,3	1,55	2,50	3,45	4,39	5,34	6,29	7,24	8,19
0,4	2,00	2,73	3,46	4,20	4,93	5,66	6,39	7,12
0,5	1,90	2,38	2,86	3,34	3,82	4,30	4,78	5,26
0,6	1,40	1,68	1,95	2,23	2,50	2,78	3,06	3,33
0,7	0,90	1,04	1,19	1,33	1,48	1,62	1,76	1,90
0,8	0,55	0,61	0,67	0,73	0,79	0,85	0,91	0,97
0,9	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N \leqslant 0,8$				
0	0	1,20	2,40	3,60	4,80	6,00	7,20	8,40
0,1	0,55	1,70	2,85	4,01	5,16	6,31	7,46	8,61
0,2	1,00	2,07	3,14	4,20	5,27	6,34	7,41	8,48
0,3	1,50	2,41	3,32	4,24	5,15	6,06	6,97	7,88
0,4	1,85	2,56	3,27	3,97	4,68	5,39	6,10	6,81
0,5	1,80	2,26	2,74	3,20	3,67	4,14	4,61	5,08
0,6	1,35	1,63	1,90	2,18	2,45	2,73	3,01	3,33
0,7	0,90	1,04	1,19	1,33	1,48	1,62	1,76	1,90
0,8	0,55	0,61	0,67	0,73	0,79	0,85	0,91	0,97
0,9	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 94

Значения функции $F(z)$ (полумульда по восстанию)

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
				$N \geqslant 1$				
0	0	1,20	2,40	3,60	4,80	6,00	7,20	8,50
0,1	—0,30	0,89	2,08	3,26	4,45	5,64	6,83	8,02
0,2	—0,80	0,33	1,48	2,58	3,71	4,84	5,97	7,10
0,3	—1,60	—0,60	0,39	1,39	2,38	3,38	4,38	5,37
0,4	—2,15	—1,41	—0,66	0,08	0,83	1,57	2,31	3,06
0,5	—1,95	—1,47	—0,99	—0,51	—0,03	0,45	0,93	1,41
0,6	—1,40	—1,12	—0,84	—0,57	—0,30	—0,02	0,26	0,53
0,7	—0,90	—0,76	—0,61	—0,47	—0,32	—0,18	—0,04	0,11
0,8	—0,55	—0,49	—0,43	—0,37	—0,31	—0,25	—0,19	—0,13
0,9	—0,25	—0,24	—0,23	—0,22	—0,21	—0,20	—0,18	—0,17
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N=0,9$				
0	0	1,20	2,40	3,60	4,80	6,00	7,20	8,40
0,1	—0,40	0,78	1,95	3,13	4,30	5,48	6,66	7,83
0,2	—0,90	0,19	1,28	2,38	3,46	4,56	5,65	6,74
0,3	—1,55	—0,60	0,35	1,29	2,24	3,19	4,14	5,09
0,4	—2,00	—1,27	—0,54	0,20	0,93	1,66	2,39	3,12
0,5	—1,90	—1,42	—0,94	—0,46	0,02	0,50	0,98	1,46
0,6	—1,40	—1,12	—0,85	—0,57	—0,30	—0,02	0,26	0,53
0,7	—0,90	—0,76	—0,61	—0,47	—0,32	—0,18	—0,04	0,11
0,8	—0,55	—0,49	—0,43	—0,37	—0,31	—0,25	—0,19	—0,13
0,9	—0,25	—0,24	—0,23	—0,22	—0,21	—0,20	—0,18	—0,17
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N \leqslant 0,8$				
0,1	0	1,20	2,40	3,60	4,80	6,00	7,20	8,58
0,1	—0,55	0,60	1,75	2,91	1,06	5,21	6,36	7,18
0,2	—1,00	0,06	1,14	2,20	3,27	4,34	5,41	6,44
0,3	—1,50	—0,59	0,32	1,24	2,15	3,06	3,97	4,80
0,4	—1,85	—1,14	—0,43	0,27	0,98	1.69	2,40	3,11
0,5	—1,80	—1,33	—0,86	—0,40	0,07	0,54	1,01	1,48
0,6	—1,35	—1,07	—0,80	—0,52	—0,25	0,03	0,31	0,58
0,7	—0,90	—0,76	—0,61	—0,47	—0,32	—0,18	—0,04	0,11
0,8	—0,55	—0,49	—0,43	—0,37	—0,31	—0,25	—0,19	—0,13
0,9	—0,25	—0,24	—0,23	—0,22	—0,21	—0,20	—0,18	—0,17
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 95

Значения функции $F'(z)$ (полумульда по падению)

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
				$N \geqslant 1$				
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	—4,00	—3,6	—3,3	—2,9	—2,6	—2,2	—1,8	—1,5
0,2	—6,50	—5,5	—4,6	—3,6	—2,7	—1,7	—0,7	0,2
0,3	—6,75	—4,8	—2,9	—1,0	0,9	2,9	4,8	6,7
0,4	—1,75	0,8	3,4	6,0	8,6	11,2	13,8	16,4
0,5	3,75	6,1	8,4	10,8	13,1	15,5	17,8	20,2
0,6	5,25	6,9	8,6	10,3	12,0	13,7	15,4	17,1
0,7	4,25	5,3	6,4	7,5	8,6	9,7	10,7	11,8
0,8	3,00	3,7	4,3	5,0	5,6	6,3	7,0	7,6
0,9	1,50	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N=0,9$				
0	—3,25	—3,25	—3,25	—3,25	—3,25	—3,25	—3,25	—3,25
0,1	—4,50	—4,0	—3,5	—3,1	—2,6	—2,1	—1,6	—1,1
0,2	—5,75	—4,7	—3,6	—2,5	—1,4	—0,4	0,7	1,8
0,3	—5,50	—3,6	—1,8	0,1	1,9	3,8	5,7	7,5
0,4	—1,75	0,7	3,1	5,5	7,9	10,3	12,7	15,1
0,5	3,00	5,3	7,6	9,8	12,1	14,4	16,7	19,0
0,6	5,00	6,7	8,4	10,0	11,7	13,4	15,1	16,8
0,7	4,25	5,3	6,4	7,5	8,6	9,7	10,7	11,8
0,8	3,00	3,7	4,3	5,0	5,6	6,3	7,0	7,6
0,9	1,50	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N \leqslant 0,8$				
0	—5,25	—5,25	—5,25	—5,25	—5,25	—5,25	—5,25	—5,25
0,1	—5,00	—4,4	—3,7	—3,0	—2,4	—1,7	—1,0	—0,4
0,2	—4,75	—3,6	—2,4	—1,2	0,1	1,3	2,5	3,7
0,3	—3,75	—2,5	—0,7	1,2	3,0	4,8	6,6	8,4
0,4	—1,50	0,7	2,9	5,2	7,4	9,6	11,8	14,0
0,5	2,50	4,7	6,8	9,0	11,1	13,3	15,5	17,6
0,6	4,50	6,2	7,8	9,4	11,0	12,6	14,2	15,8
0,7	4,00	5,1	6,2	7,2	8,3	9,4	10,5	11,6
0,8	3,00	3,7	4,3	5,0	5,6	6,3	7,0	7,6
0,9	1,50	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 96

Значения функции $F'(z)$ (полумульда по восстанию)

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
				$N \geqslant 1$				
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	—4,00	—4,4	—4,7	—5,1	—5,4	—5,8	—6,2	—6,5
0,2	—6,50	—7,5	—8,4	—9,4	—10,3	—11,3	—12,3	—13,2
0,3	—6,75	—8,7	—10,6	—12,5	—14,4	—16,4	—18,3	—20,2
0,4	—1,75	—4,3	—6,9	—9,5	—12,1	—14,7	—17,3	—19,9
0,5	3,75	1,4	—0,9	—3,3	—5,6	—8,0	—10,3	—12,7
0,6	5,25	3,6	1,9	0,2	—1,5	—3,2	—4,9	—6,6
0,7	4,25	3,2	2,1	1,0	—0,1	—1,2	—2,2	—3,3
0,8	3,00	2,3	1,7	1,0	0,4	—0,3	—1,0	—1,6
0,9	1,50	1,2	0,9	0,6	0,3	0	—0,3	—0,6
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N=0,9$				
0	—3,25	—3,25	—3,25	—3,25	—3,25	—3,25	—3,25	—3,25
0,1	—4,50	—5,0	—5,5	—5,9	—6,4	—6,9	—7,4	—7,9
0,2	—5,75	—6,8	—7,9	—9,0	—10,1	—11,2	—12,2	—13,3
0,3	—5,50	—7,4	—9,2	—11,1	—12,9	—14,8	—16,7	—18,5
0,4	—1,75	—4,2	—6,6	—9,0	—11,4	—13,8	—16,2	—18,6
0,5	3,00	0,7	—1,6	—3,8	—6,1	—8,4	—10,7	—13,0
0,6	5,00	3,3	1,6	—0,1	—1,7	—3,4	—5,1	—6,8
0,7	4,25	3,2	2,1	1,0	—0,1	—1,2	—2,2	—3,3
0,8	3,00	2,3	1,7	1,0	0,4	—0,3	—1,0	—1,6
0,9	1,50	1,2	0,9	0,6	0,3	0	—0,3	—0,6
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N \leqslant 0,8$				
0	—5,25	—5,25	—5,25	—5,25	—5,25	—5,25	—5,25	—5,25
0,1	—5,00	—5,7	—6,3	—7,0	—7,6	—8,3	—9,0	—9,6
0,2	—4,75	—6,0	—7,2	—8,4	—9,6	—10,8	—12,0	—13,2
0,3	—4,25	—6,1	—7,9	—9,7	—11,5	—13,3	—15,1	—16,9
0,4	—1,50	—3,7	—5,9	—8,2	—10,4	—12,6	—14,8	—17,0
0,5	2,50	0,3	—1,8	—4,0	—6,1	—8,3	—10,5	—12,6
0,6	4,50	2,9	1,3	—0,4	—2,0	—3,6	—5,2	—6,8
0,7	4,00	2,9	1,8	0,8	—0,3	—1,4	—2,5	—3,6
0,8	3,00	2,3	1,7	1,0	0,4	—0,3	—1,0	—1,6
0,9	1,50	1,2	0,9	0,6	0,3	0	—0,3	—0,6
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0

Граничные углы β_0, γ_0 и δ_0 в подработанной толще уменьшаются на 5°.

Граничный угол в наносах φ_0 принимается равным 50°.

7.46. Углы максимального оседания θ и полных сдвижений ψ_1, ψ_2 и ψ_3 определяются в зависимости от угла падения пласта по табл. 89.

7.47. Относительные величины максимального оседания q_0 и максимального горизонтального сдвижения a_0 определяются по табл. 90.

7.48. Коэффициенты N_1 и N_2 определяются в зависимости от отношения размера выработки D к средней глубине разработки H по табл. 91.

7.49. Значения функций $S(z)$, $F(z)$ и $F'(z)$ определяются в зависимости от коэффициентов N и B по табл. 92—96.

Буланашское месторождение

7.50. Граничные углы β_0, γ_0, β_{01} и δ_0 в неподработанной толще определяются по табл. 97.

Таблица 97

Граничные углы, градусы

Углы падения пластов α, градусы	β_0	γ_0	β_{01}	δ_0
0—55	65—0,8α, но не менее 25	65	65 —	65
56 и более	25	—	— 90—0,8α, но не менее 25	65

Таблица 98

Угол максимального оседания

α, градус	θ, градус
0—25	90—α
26—55	73—0,3α

Примечание. В наносах угол максимального оседания принимается равным 90°.

В подработанной толще граничные углы β_0, γ_0, β_{01} и δ_0 уменьшаются на 5°.

Граничный угол в наносах φ_0 принимается равным 40°.

7.51. Углы максимального оседания θ и углы полных сдвижений ψ_1, ψ_2 и ψ_3 при отсутствии сдвижения пород лежачего бока определяются в зависимости от угла падения пласта по табл. 98—99.

Таблица 99

Углы полных сдвижений, градусы

α, градус	ψ_1	ψ_2	ψ_3	α, градус	ϕ_1	ϕ_2	ϕ_3
0—10	60	60	60	40	56	72	60
20	62	60	60	50	51	78	60
30	60	65	60	55	49	82	60

Примечание. Промежуточные значения углов полных сдвижений определяются интерполированием.

Таблица 100

Значения q_0 и a_0

Параметры	Первичная подработка	Повторная подработка
q_0	0,85	0,95
a_0	0,35	0,35

Таблица 101

Коэффициенты N_1 и N_2

$\frac{D}{H}$	1,1 и более	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2 и менее
N_1 и N_2	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,74	0,67	0,60	0,52	0,42

Таблица 102

Значения функции $S'(z)$

z	$N \geqslant 1$	$N=0,9$	$N \leqslant 0,8$	z	$N \geqslant 1$	$N=0,9$	$N \leqslant 0,8$
0	1,00	1,00	1,00	0,6	0,14	0,14	0,14
0,1	0,95	0,93	0,91	0,7	0,08	0,08	0,08
0,2	0,81	0,78	0,76	0,8	0,04	0,04	0,04
0,3	0,60	0,58	0,57	0,9	0,02	0,02	0,02
0,4	0,40	0,38	0,37	1,0	0	0	0
0,5	0,24	0,24	0,24				

Таблица 103

Значения функции $F(z)$ (полумульда по падению)

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
				$N \geqslant 1$				
0	0	1,40	2,80	4,20	5,60	7,00	8,40	9,80
0,1	0,95	2,28	3,61	4,94	6,27	7,60	8,93	10,26
0,2	1,75	2,88	4,02	5,15	6,29	7,42	8,55	9,69
0,3	2,05	2,89	3,73	4,57	5,41	6,25	7,09	7,93
0,4	1,80	2,36	2,92	3,48	4,04	4,60	5,16	5,72
0,5	1,30	1,64	1,97	2,31	2,64	2,98	3,32	3,65
0,6	0,80	1,00	1,19	1,39	1,58	1,78	1,98	2,17
0,7	0,50	0,61	0,72	0,84	0,95	1,06	1,17	1,28
0,8	0,30	0,36	0,41	0,47	0,52	0,58	0,64	0,69
0,9	0,15	0,18	0,21	0,23	0,26	0,29	0,32	0,35
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N = 0{,}9$				
0	0	1,40	2,80	4,20	5,00	7,00	8,40	9,80
0,1	1,10	2,40	3,70	5,01	6,31	7,61	8,91	10,21
0,2	1,75	2,84	3,93	5,03	6,12	7,21	8,30	9,39
0,3	2,00	2,81	3,62	4,44	5,25	6,06	6,87	7,68
0,4	1,70	2,23	2,76	3,30	3,83	4,36	4,89	5,42
0,5	1,20	1,54	1,87	2,21	2,54	2,88	3,22	3,55
0,6	0,80	1,00	1,19	1,39	1,58	1,78	1,98	2,17
0,7	0,50	0,61	0,72	0,84	0,95	1,06	1,17	1,28
0,8	0,30	0,36	0,41	0,47	0,52	0,58	0,64	0,69
0,9	0,15	0,18	0,21	0,23	0,26	0,29	0,32	0,35
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N \leqslant 0{,}8$				
0	0	1,40	2,80	4,20	5,60	7,00	8,40	9,80
0,1	1,20	2,47	3,75	5,02	6,30	7,57	8,84	10,12
0,2	1,70	2,76	3,83	4,89	5,96	7,02	8,08	9,15
0,3	1,95	2,75	3,55	4,34	5,14	5,94	6,74	7,54
0,4	1,65	2,17	2,69	3,20	3,72	4,24	4,74	5,28
0,5	1,15	1,49	1,82	2,16	2,49	2,83	3,17	3,50
0,6	0,80	1,00	1,19	1,39	1,58	1,78	1,98	2,17
0,7	0,50	0,61	0,72	0,84	0,95	1,06	1,17	1,28
0,8	0,30	0,36	0,41	0,47	0,52	0,58	0,64	0,69
0,9	0,15	0,18	0,21	0,23	0,26	0,29	0,32	0,35
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 104

Значения функции $F(z)$ (полумульда по восстанию)

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
				$N \geqslant 1$				
0	0	1,40	2,80	4,20	5,60	7,00	8,40	9,80
0,1	—0,95	0,38	1,71	3,04	4,37	5,70	7,03	8,36
0,2	—1,75	—0,62	0,52	1,65	2,79	3,92	5,05	6,19
0,3	—2,05	—1,21	—0,37	0,47	1,31	2,15	2,99	3,83
0,4	—1,80	—1,24	—0,68	—0,12	0,44	1,00	1,56	2,12
0,5	—1,30	—0,96	—0,63	—0,29	0,04	0,38	0,72	1,05
0,6	—0,80	—0,60	—0,41	—0,21	—0,02	0,18	0,38	0,57
0,7	—0,50	—0,39	—0,28	—0,16	—0,05	0,06	0,17	0,28
0,8	—0,30	—0,24	—0,19	—0,13	—0,08	—0,02	0,04	0,09
0,9	—0,15	—0,12	—0,09	—0,07	—0,04	—0,01	0,02	0,05
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N = 0{,}9$				
0	0	1,40	2,80	4,20	5,60	7,00	8,40	9,80
0,1	—1,10	0,20	1,50	2,81	4,11	5,41	6,71	8,01
0,2	—1,75	—0,66	0,43	1,53	2,62	3,71	4,80	5,89
0,3	—2,00	—1,19	—0,38	0,44	1,25	2,06	2,87	3,68
0,4	—1,70	—1,17	—0,64	—0,10	0,43	0,96	1,49	2,02
0,5	—1,20	—0,86	—0,53	—0,19	0,14	0,48	0,82	1,15
0,6	—0,80	—0,60	—0,41	—0,21	—0,02	0,18	0,38	0,57
0,7	—0,50	—0,39	—0,28	—0,16	—0,05	0,06	0,17	0,28
0,8	—0,30	—0,24	—0,19	—0,13	—0,08	—0,02	0,04	0,09
0,9	—0,15	—0,12	—0,09	—0,07	—0,04	—0,01	0,02	0,05
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N \leqslant 0{,}8$				
0	0	1,40	2,80	4,20	5,60	7,00	8,40	9,80
0,1	—1,20	0,07	1,35	2,62	3,90	5,17	6,44	7,72
0,2	—1,70	0,63	0,43	1,49	2,56	3,62	4,68	5,75
0,3	—1,95	—1,15	—0,35	0,44	1,24	2,04	2,84	3,64
0,4	—1,65	—1,13	—0,61	—0,10	0,42	0,94	1,46	1,98
0,5	—1,15	—0,81	—0,48	—0,14	0,19	0,53	0,87	1,20
0,6	—0,80	—0,60	—0,41	—0,21	—0,02	0,18	0,38	0,57
0,7	—0,50	—0,39	—0,28	—0,16	—0,05	0,06	0,17	0,28
0,8	—0,30	—0,24	—0,19	—0,13	—0,08	—0,02	0,04	0,09
0,9	—0,15	—0,12	—0,09	—0,07	—0,04	—0,01	0,02	0,05
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 105

Значения функции $F'(z)$ (полумульда по падению)

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
				$N \geqslant 1$				
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	—8,75	—7,4	—6,1	—4,8	—3,4	—2,1	—0,8	—0,6
0,2	—5,50	—3,1	—0,6	1,9	4,3	6,8	9,2	11,7
0,3	—0,25	2,6	5,4	8,4	11,3	14,2	17,0	19,9
0,4	3,75	6,3	8,8	11,3	13,9	16,4	18,9	21,4
0,5	5,00	6,8	8,6	10,5	12,3	14,1	15,9	17,7
0,6	4,00	5,1	6,2	7,4	8,5	9,6	10,7	11,8
0,7	2,50	3,2	3,9	4,6	5,3	6,0	6,7	7,4
0,8	1,75	2,2	2,3	3,0	3,4	3,9	4,3	4,7
0,9	0,75	1,0	0,7	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N = 0{,}9$				
0	—6,00	—6,00	—6,00	—6,00	—6,00	—6,00	—6,00	—6,00
0,1	—8,75	—7,2	—5,7	—4,1	—2,6	—1,1	0,5	2,1
0,2	—4,50	—2,1	0,4	2,9	5,3	7,8	10,2	12,7
0,3	0,25	3,1	5,9	8,7	11,5	14,3	17,1	19,9
0,4	4,00	6,4	8,8	11,1	13,5	15,9	18,3	20,7
0,5	4,50	6,2	7,9	9,5	11,2	12,9	14,6	16,3
0,6	3,50	4,6	5,7	6,9	8,0	9,1	10,2	11,3
0,7	2,50	3,2	3,9	4,6	5,3	6,0	6,7	7,4
0,8	1,75	2,2	2,6	3,0	3,4	3,9	4,3	4,7
0,9	0,75	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N \leqslant 0{,}8$				
0	—9,00	—9,00	—9,00	—9,00	—9,00	—9,00	—9,00	—9,00
0,1	—8,50	—6,8	—5,1	—3,5	—1,8	—0,1	1,6	3,3
0,2	—3,75	—1,4	1,0	3,4	5,8	8,2	10,6	13,0
0,3	0,25	3,0	5,7	8,4	11,2	14,0	16,7	19,4
0,4	4,00	6,3	8,6	10,9	13,2	15,6	17,9	20,2
0,5	4,25	5,9	7,5	9,1	10,7	12,3	13,9	15,5
0,6	3,25	4,4	5,5	6,6	7,7	8,9	10,0	11,1
0,7	2,50	3,2	3,9	4,6	5,3	6,0	6,7	7,4
0,8	1,75	2,2	2,6	3,0	3,4	3,9	4,3	4,7
0,9	0,75	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 106

Значения функции $F'(z)$ (полумульда по восстанию)

z	Коэффициент B							
	0	1	2	3	4	5	6	7
				$N \geqslant 1$				
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	—8,75	—10,1	—11,4	—12,7	—14,1	—15,4	—16,7	—18,1
0,2	—5,50	—8,0	—10,4	—12,9	—15,3	—17,8	—20,2	—22,7
0,3	—0,25	—3,1	—6,6	—8,9	—11,8	—14,7	—17,5	—20,4
0,4	3,75	1,2	—1,3	—3,8	—6,4	—8,9	—11,4	—13,9
0,5	5,00	3,2	1,4	—0,5	—2,3	—4,1	—5,9	—7,7
0,6	4,00	2,9	1,8	0,6	—0,5	—1,6	—2,7	—3,8
0,7	2,50	1,8	1,1	0,4	—0,3	—1,0	—1,7	—2,4
0,8	1,75	1,3	0,9	0,5	—0,1	—0,4	—0,8	—1,2
0,9	0,75	0,5	0,3	0,1	—0,1	—0,3	—0,5	—0,7
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N = 0{,}9$				
0	—6,0	—6,0	—6,0	—6,0	—6,0	—6,0	—6,0	—6,0
0,1	—8,75	—10,3	—11,8	—13,4	—14,9	—16,5	—18,0	—19,6
0,2	—4,50	—7,0	—9,4	—11,9	—14,3	—16,8	—19,2	—21,7
0,3	—0,25	—2,6	—5,4	—8,2	—11,0	—13,8	—16,6	—19,4
0,4	4,00	1,6	—0,8	—3,1	—5,5	—7,9	—10,3	—12,7
0,5	4,50	2,8	1,1	—0,5	—2,2	—3,9	—5,6	—7,3
0,6	3,50	2,4	1,3	0,1	—1,0	—2,1	—3,2	—4,3
0,7	2,50	1,8	1,1	0,4	—0,3	—1,0	—1,7	—2,4
0,8	1,75	1,3	0,9	0,5	—0,1	—0,4	—0,8	—1,2
0,9	0,75	0,5	0,3	0,1	—0,1	—0,3	—0,5	—0,7
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
				$N \leqslant 0{,}8$				
0	—9,00	—9,00	—9,00	—9,00	—9,00	—9,00	—9,00	—9,00
0,1	—8,50	—10,2	—11,9	—13,5	—15,2	—16,9	—18,6	—20,3
0,2	—3,75	—6,1	—8,5	—10,9	—13,3	—15,7	—18,1	—20,5
0,3	0,25	—2,5	—5,2	—7,9	—10,7	—13,5	—16,2	—18,9
0,4	4,00	1,7	—0,6	—2,9	—5,2	—7,6	—9,9	—12,2
0,5	4,25	2,6	1,0	—0,6	—2,2	—3,8	—5,4	—7,1
0,6	3,24	2,1	1,0	—0,1	—1,2	—2,4	—3,5	—4,6
0,7	2,50	1,8	1,1	0,4	—0,3	—1,0	—1,7	—2,4
0,8	1,75	1,3	0,9	0,5	—0,1	—0,4	—0,8	—1,2
0,9	0,75	0,5	0,3	0,1	—0,1	—0,3	—0,5	—0,6
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0

7.52. Относительные величины максимального оседания q_0 и максимального горизонтального сдвижения a_0 определяются по табл. 100.

7.53. Коэффициенты N_1 и N_2 определяются в зависимости от отношения размера выработки D к средней глубине разработки H по табл. 101.

7.54. Значения функций $S(z)$, $F(z)$ и $F'(z)$ при отсутствии сдвижения пород лежачего бока определяются в зависимости от коэффициентов N и B по табл. 102—106.

7.55. Углы максимального оседания θ и максимальных горизонтальных сдвижений $\theta_в$ и $\theta_л$ при сдвижении пород лежачего бока определяются в зависимости от угла падения пласта по табл. 107.

Таблица 107

Углы θ, $\theta_в$ и $\theta_л$, градусы

α, градус	θ	$\theta_в$	$\theta_л$
55	56	35	50
60	61	42	54
70	70	55	62
80	80	68	71
90	90	80	80

7.56. Коэффициенты $K_з$ и K_α, используемые для расчета максимального оседания и горизонтального сдвижения при сдвижении пород лежачего бока, определяются в зависимости от угла падения пласта по табл. 108.

Таблица 108

Коэффициенты $K_з$ и K_α

α, градус	55—60	70	80	90
$K_з$	0,60	0,57	0,53	0,50
K_α	0,50	0,50	0,50	0,50

Примечание. Промежуточные значения $K_з$ определяются интерполированием.

Подмосковный бассейн

7.57. Граничные углы в неподработанной и подработанной толще принимаются одинаковыми по всей покрывающей толще и равными во всех направлениях $\delta_0 = 45°$.

7.58. Значения параметров, используемых для расчета сдвижений и деформаций земной поверхности:

1. Угол максимального оседания $\theta = 90°$.
2. Угол полных сдвижений $\psi_з = 60°$.

3. Относительное максимальное горизонтальное сдвижение $a_0=0{,}32$.

4. Относительное максимальное оседание $q_0=0{,}9$.

5. Коэффициенты N_1 и N_2 определяются в зависимости от отношения размера выработки (D) к глубине разработок (H) по табл. 109.

Таблица 109

Коэффициенты N_1 и N_2

$\frac{D}{H}$	1,1 и более	1,0	0,9	0,8	0,7
N_1 и N_2	1	0,95	0,90	0,85	0,80

7.59. Значения функций $S(z)$, $F(z)$ и $F'(z)$ определяются для всех значений коэффициентов N по табл. 110.

Таблица 110

Значения функций $S(z)$, $F(z)$ и $F'(z)$

z	$S(z)$	$F(z)$	F'_z
0	1,00	0	0
0,1	0,98	0,53	—6,5
0,2	0,88	1,60	—13,1
0,3	0,66	2,76	—6,4
0,35	—	2,85	—
0,4	0,38	2,65	7,1
0,5	0,16	1,57	10,1
0,6	0,05	0,70	7,5
0,7	0,01	0,20	2,9
0,8	0,005	0,04	0,6
0,9	0,002	0,02	0,1
1,0	0	0	0

Месторождения с неизученным или недостаточно изученным характером сдвижения горных пород

Таблица 111

Граничные углы δ_0 и γ_0, градусы

Группы месторождений	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
δ_0, γ_0	40	45	50	55	60	65	70	75

Таблица 112

Граничные углы β_0, градусы

δ_0, градус	Угол падения α, градус																		m, м
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	80	85	90	
45	45	41	38	35	34	32	32	31	31	30	29	29	28	27	26	25	25	25	—
50	50	46	43	40	38	36	35	33	32	31	31	30	29	28	27	25	25	25	—
55	55	50	47	44	42	40	39	35	34	32	31	30	29	28	27	25	27	28	До 4
																25	25	25	4 и более
60	60	55	52	49	46	43	41	39	37	34	33	31	28	26	25	25	27	28	До 4
																25	25	25	4 и более
65	65	60	57	53	50	46	43	41	40	36	33	29	26	25	25	25	28	30	До 4
																25	27	28	4 и более
70	70	65	61	57	54	50	46	42	40	36	33	29	25	25	25	25	31	35	До 4
																25	28	30	4 и более
75	75	70	66	61	57	53	50	45	41	36	33	29	25	25	25	28	31	35	До 4
																25	28	30	4 и более
Группы VIII и IX при C > 50% и M ⩾ 30 м																			
70	70	65	62	58	55	52	50	47	46	43	41	39	35	32	30	30	32	35	До 4
																30	30	30	4 и более
75	75	70	67	63	60	56	54	51	49	46	43	41	38	35	35	35	35	35	

Примечание. При промежуточных значениях α угол β определяется интерполированием.

7.60. Граничные углы δ_0, γ_0, β_0 и β_{01} в неподработанной толще коренных пород определяются по табл. 111—113 в зависимости от группы (см. п. 7.72), к которой относится месторождение.

Таблица 113

Граничные углы β_{01}, градусы

α, градус	50	55—80	85	90
β_{01}	35	40	35	25

В подработанной толще граничные углы в коренных породах принимаются на 5° меньше.

Граничные углы в наносах φ_0 определяются в зависимости от мощности наносов по табл. 114.

Таблица 114

Угол φ_0, градус

Мощность наносов h, м	φ_0
Менее 40	45
40—60	50
Более 60	55

Примечания: 1. Если в толще наносов преобладают обводненные отложения, то значения угла φ_0 уменьшаются на 5°. 2. На месторождениях, относящихся к I и II группам (см. табл. 7.38 Правил), угол φ_0 принимается равным соответствующему граничному углу в коренных породах.

Граничные углы $\delta_{0м}$ и $\gamma_{0м}$ в мезозойских отложениях, не являющихся коренными породами (залегающих над палеозойскими отложениями с угловым несогласием более 5°), при любом количестве подработок определяются в зависимости от мощности мезозойских отложений по табл. 115.

Таблица 115

Углы $\delta_{0м}$ и $\gamma_{0м}$, градусы

Мощность мезозойских отложений $h_м$, м	$\delta_{0м}$ и $\gamma_{0м}$
Менее 50	60
51—100	65 } но не более граничного угла
Более 100	70 } в коренных породах

Граничный угол $\beta_{0м}$ при любом числе подработок определяется в зависимости от угла $\delta_{0м}$ и угла падения мезозойских отложений $\alpha_м$ по табл. 116.

Таблица 116

Углы $\beta_{ом}$, градусы

$\delta_{ом}$, градус	$\alpha_м$, градус						
	0	10	20	30	40	50	60
60	60	55	50	45	40	35	30
65	65	60	55	50	45	40	35
70	70	65	60	55	50	45	40

7.61. Угол максимального оседания θ определяется по формуле

$$\theta = 90° - K_1\alpha,$$

где K_1 — коэффициент, определяемый по табл. 117 в зависимости от группы месторождения и отношения суммарной мощности наносов h и горизонтально залегающих мезозойских отложений $h_м$ к средней глубине разработки H.

Если $\alpha_м > 5°$, то K_1 определяется по величине $\frac{h}{H}$. Для всех групп месторождений при $\alpha > 50°$ для расчета угла θ используется $\alpha = 50°$.

Таблица 117

Коэффициент K_1

Группа месторождений	$\frac{h + h_м}{H}$									
	0	0,1	0.2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9 и более
I—II	0,68	0,61	0,54	0,47	0,40	0,34	0,27	0,20	0,14	0
III—IV	0,72	0,65	0,58	0,50	0,43	0,36	0,29	0,22	0,14	0
V	0,78	0,71	0 63	0,55	0,47	0,39	0,31	0,24	0,16	0
VI	0,86	0,77	0,69	0,60	0,52	0,43	0,35	0,26	0,17	0
VII	0,91	0,82	0,73	0,64	0,55	0,46	0,36	0,27	0,18	0
VIII	1,00	0,91	0,81	0,71	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0

Примечание. При промежуточных значениях $\frac{h + h_м}{H}$ значение коэффициента K_1 определяется интерполированием.

Углы полных сдвижений определяются следующим образом:

а) по простиранию пласта углы ψ_3 определяются по табл. 118 в зависимости от группы месторождений и средней глубины разработки;

Таблица 118

Угол ψ_3, градус

Группы месторождений	H, м						
	до 100	101—200	201—400	401—600	601—800	801—900	более 900
I—II	64	64	65	65	65	65	65
III—IV	62	63	63	64	64	65	65
V	60	61	62	63	64	64	65
VI	57	58	60	61	62	64	65
VII	55	56	58	60	62	64	65
VIII	51	53	55	58	61	63	65

б) вкрест простирания пласта углы ψ_1 и ψ_2 определяются по табл. 119 в зависимости от величины ψ_3, θ и α.

7.62. Относительное максимальное оседание земной поверхности q_0 определяется:

а) при первичной подработке — по табл. 120 в зависимости от группы месторождений, средней глубины выработки H и отношения $\frac{h+0{,}5h_м}{H}$;

б) при повторной подработке $q_{0п} = q_0 + 0{,}8\,(1 - q_0)\,\frac{H_1}{H}$, где q_0— относительное максимальное оседание от разрабатываемого пласта, определяемое по табл. 120; H — расстояние по вертикали от середины выработки в разрабатываемом пласте до земной поверхности; H_1 — расстояние между земной поверхностью и ранее отработанным пластом, измеряемое по вертикали, проведенной через середину выработки в разрабатываемом пласте.

Примечания.

1. При $\frac{H_1}{H} > 1$ принимается $\frac{H_1}{H} = 1$.

2. Если вертикаль, проведенная из середины выработки, пересекает несколько ранее отработанных пластов, то к расчету принимается максимальное значение H_1.

3. При расчете деформаций от свиты пластов (3 и более) или от эквивалентного пласта принимается $q_{0п} = 0{,}9$ для всех пластов.

Относительное максимальное горизонтальное сдвижение a_0 при первичной и повторной подработках определяется по табл. 121 в зависимости от группы месторождений и величины отношения $\frac{h+0{,}5h_м}{H}$.

Таблица 119

Значения углов ψ_1 (в числителе) и ψ_2 (в знаменателе), градусы

θ, градус	$\psi_3 = 45°$								$\psi_3 = 50°$								$\psi_3 = 55°$			
	α, градусы								α, градусы								α, градусы			
	0	10	20	30	40	50	60	70	0	10	20	30	40	50	60	70	0	10	20	30
90—85	45/45	40/50	35/55	30/60					50/50	44/56	38/62	33/69					55/55	48/62	42/69	36/77
84—75		45/45	40/50	35/56	30/61					50/50	44/56	39/63	33/69					55/55	49/62	42/70
74—65			47/47	41/52	36/58	31/63					52/52	46/58	40/64	34/72					57/57	50/64
64—55				49/49	43/55	38/61	32/67					54/54	48/61	41/68	35/75					59/59
54—45					52/52	46/59	40/66	34/73					57/57	50/64	44/72	37/81				
44—35						57/57	50/64	44/72						62/62	54/70	47/78				
34—25							63/63	56/72							67/67	59/76				

Продолжение табл. 119

θ, градус	$\psi_3 = 55°$				$\psi_3 = 60°$								$\psi_3 = 65°$							
	α, градусы				α, градусы								α, градусы							
	40	50	60	70	0	10	20	30	40	50	60	70	0	10	20	30	40	50	60	70
90—85					60/60	53/68	46/76	39/85					65/65	57/73	49/82	42/92				
84—75	36/78					60/60	53/68	46/76	39/85					65/65	57/74	50/83	42/93			
74—65	43/71	37/80					62/62	54/69	47/78	40/87					66/66	58/75	50/84	43/94		
64—55	52/66	45/74	38/83					63/63	56/72	48/80	41/90					68/68	60/77	52/86	44/96	
54—45	62/62	54/70	47/78	40/88					66/66	58/75	50/84	42/94					70/70	62/79	53/89	45/99
44—35		66/66	58/74	50/83						70/70	61/79	53/88						73/73	64/83	56/92
34—25			71/71	62/80							74/74	65/83							77/77	66/86

Примечания: 1. При промежуточныхх значения углов ψ_3 принимаются ближайшие значения, приведенные в таблице.
2. При промежуточных значениях α значения углов ψ_1 и ψ_2 определяются интерполированием.

Таблица 120

Относительное максимальное оседание q_0

Группы месторождений	H, м	$\frac{h + 0{,}5\,h_м}{H}$					
		менее 0,2	0,20—0,40	0,41—0,60	0,61—0,70	0,71—0,80	более 0,80
I	Все глубины	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
II		0,85	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
III		0,85	0,85	0,90	0,90	0,95	0,95
IV—V		0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	0,95
VI—VIII	До 200	0,70	0,75	0,80	0,90	0,90	0,95
	200 и более	0,75	0,80	0,85	0,95	0,95	0,95

Таблица 121

Относительное максимальное горизонтальное сдвижение a_0

Группы месторождений	$\frac{h + 0{,}5\,h_м}{H}$				
	$\leqslant$0,10	0,11—0,20	0,21—0,30	0,31—0,40	>0,40
I	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
II	0,40	0,40	0,45	0,45	0,45
III	0,35	0,35	0,40	0,45	0,45
IV, V	0,30	0,35	0,40	0,45	0,45
VI—VII	0,30	0,30	0,35	0,40	0,45
VIII	0,30	0,30	0,30	0,35	0,40

Таблица 122

Коэффициенты N_1 и N_2

Группа месторождений	$\frac{D}{H}$						
	2 и более	1,6	1,2	1,0	0,8	0,7	0,6
I—II	1	1	1	0,95	0,85	0,75	0,70
III—IV	1	1	1	0,95	0,80	0,75	0,65
V—VI	1	1	0,95	0,85	0,70	0,65	0,55
VII—VIII	1	1	0,90	0,80	0,65	0,60	0,50

Продолжение табл. 122

Группа месторождений	$\frac{D}{H}$					
	0,5	0,4	0,3	0,25	0,2	0,15 и менее
I—II	0,60	0,45	0,35	0,25	0,20	0,10
III—IV	0,55	0,45	0,30	0,25	0,15	0,10
V—VI	0,45	0,35	0,25	0,20	0,15	0,10
VII—VIII	0,40	0,30	0,20	0,15	0,10	0,10

Примечание. При промежуточных значениях $\frac{D}{H}$ коэффициенты N_1 и N_2 определяются интерполированием.

7.63. Коэффициенты N_1 и N_2 определяются в зависимости от отношения размера выработки (D) к средней глубине разработок (H) по табл. 122.

7.64. Значения функций $S(z)$, $F(z)$ и $F'(z)$ определяются в зависимости от коэффициентов N и B по табл. 24—28.

7.65. Угол максимального оседания θ при сдвижении пород лежачего бока определяется по формуле

$$\theta = \theta_1 + K_2(90° - \alpha), \qquad (101)$$

где θ_1 — угол, определяемый по табл. 123; K_2 — коэффициент, определяемый по табл. 124 в зависимости от процентного содержания (C) слоев песчаников и известняков мощностью более 15 м, в толще пород висячего бока, затронутой сдвижением. Размер толщи, затронутой сдвижением, определяется длиной мульды сдвижения на земной поверхности.

Таблица 123

Угол θ_1, градус

Группы месторождений	α, градус			
	до 60	70	80	90
I—IV	55	60	75	90
V—VII	40	50	70	90
VIII	30	45	70	90

Примечание. Промежуточные значения θ_1 определяются интерполированием.

Угол максимального горизонтального сдвижения в висячем боку $\theta_в$ определяется в зависимости от угла максимального оседания θ по табл. 125.

Таблица 124

Коэффициент K_2

Группы месторождений	c, %				
	до 20	30	40	50	60 и более
V—VII	0,1	0,2	0,25	0,3	0,5
VIII	0,3	0,3	0,4	0,5	0,9

Примечания. 1. Для месторождений I—IV групп принимаются K_2=0. 2. Промежуточные значения коэффициента K_2 определяются интерполированием.

Таблица 125

Угол $\theta_в$

β, градус	⩽60	70	75	80	85	90
$\theta_в$, градус	β	65	70	75	70	60

Примечание. Промежуточные значения $\theta_в$ определяются интерполированием.

Угол максимального горизонтального сдвижения в лежачем боку $\theta_л$ определяется в зависимости от угла падения α по табл. 126.

Таблица 126

Угол $\theta_л$

α, градус	50	60	70	80 и более
$\theta_л$, градус	40	50	55	60

Примечание. Промежуточные значения $\theta_л$ определяются интерполированием.

8. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА СДВИЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Пример 1

Расчет ожидаемых сдвижений и деформаций земной поверхности на площадке, подлежащей застройке (рис. 21)

На поле действующей шахты № 5 в Донбассе, разрабатывающей угли марки К, выбрана площадка *АБ* для застройки жилыми зданиями. Под площадкой залегают два пласта l_5 и l_4. Мощность

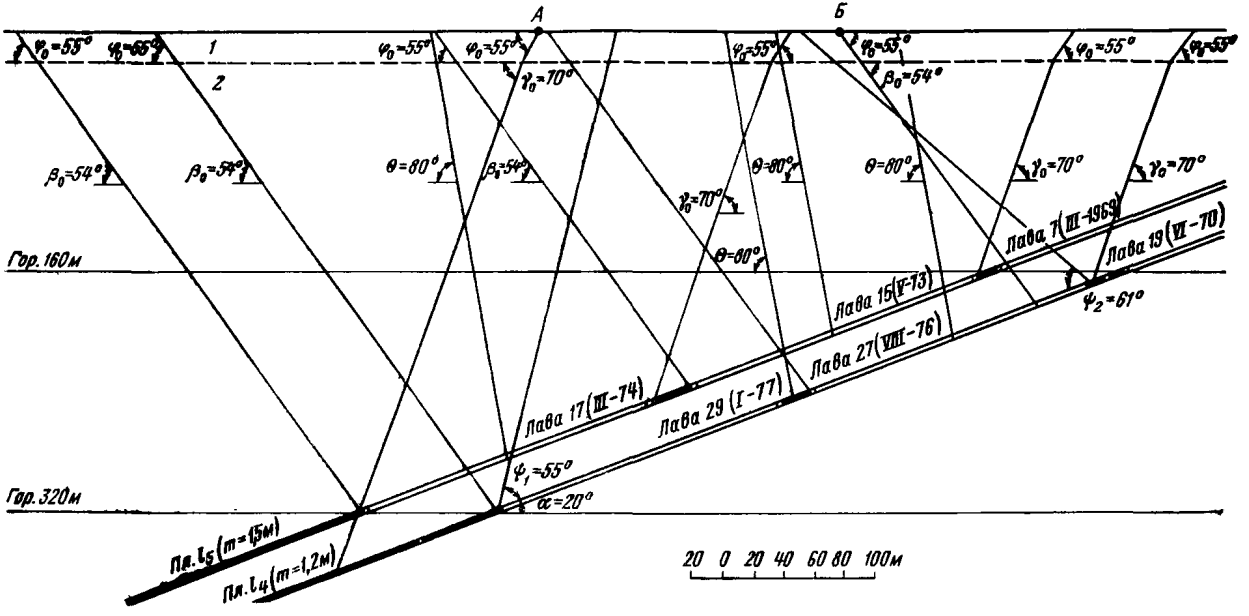


Рис. 21. Вертикальный разрез к примеру расчета сдвижений и деформаций:
1 — наносы; *2* — коренные породы

наносов 20 м. Верхний горизонт в обоих пластах отработан до начала строительства. Календарный план отработки пластов под застраиваемыми площадками имеется. Ниже гор. 320 м горные работы по обоим пластам производиться не будут. Здания расположены длинными сторонами вкрест простирания, поэтому расчет деформаций произведен только на разрезе вкрест простирания. Расположение выработок под площадкой показано на рис. 21. Скорость подвигания забоя 30 м/мес.

Границы влияния отрабатываемых пластов на выбранный участок земной поверхности определим по углам β_0 и γ_0. Согласно п. 7.1

$$\beta_0 = 70° - 0{,}8\alpha = 54°,$$

$$\gamma_0 = 70°,$$

$\varphi_0 = 55°$ согласно табл. 18.

От границ площадки проводим линии под углом $\varphi_0 = 55°$ и продолжаем их в коренных породах под соответствующими углами $\beta_0 = 54°$ и $\gamma_0 = 70°$ до пересечения с почвой нижнего пласта l_4. Таким образом, на застраиваемый участок земной поверхности окажут влияние работы в лавах 15 и 17 в пласте l_5 и в лавах 27 и 29 в пласте l_4.

Для назначения мер охраны возводимых зданий необходимо определить ожидаемые величины наклонов, кривизны и горизонтальных деформаций земной поверхности на участке расположения строительной площадки *АБ* при подработке ее двумя пластами между горизонтами 160—320 м.

Необходимые для расчетов горно-геологические параметры приведены в табл. 127.

Таблица 127

Горно-геологические параметры

Параметры	Пласт l_5				Пласт l_4			
	Номера лав							
	15	*17*	*7*; *15*	*15*; *17*	*27*	*29*	*19*; *27*	*27*; *29*
m, м	1,5	1,5	—	—	1,2	1,2	—	—
α, градус	20	20	—	—	20	20	—	—
h, м	20	20	—	—	20	20	—	—
D_1, м	200	200	—	—	200	200	—	—
D_2, м	750	750	—	—	750	750	—	—
$H_{ср}$, м	200	280	—	—	200	280	—	—
l_1, м	—	—	20	30	—	—	20	20
$H_ц$, м	—	—	160	240	—	—	160	240

Ожидаемые наклоны, кривизну и горизонтальные деформации на площадке *АБ* необходимо рассчитывать в такой же последовательности, в какой намечается проходка очистных выработок (см. п. 3.4).

Поскольку в пласте l_5 отношение размера целика между лавами *15* и *17* к глубине его залегания $\frac{l_1}{H_ц} > 0,1$, то согласно п. 3.5 расчет производим отдельно от каждой очистной выработки.

В пласте l_4 отношение размера целика между лавами *27* и *29* $\frac{l_1}{H_ц} < 0,1$ и разрыв во времени t между подработками участка смежными выработками меньше продолжительности периода опасных деформаций $t_{оп}(t<t_{оп})$, определяемого по разделу 7 Правил. В соответствии с п. 3.5 расчет должен производиться как от одной выработки суммарного размера.

Согласно календарному плану работ расчет ожидаемых деформаций производим по следующим этапам:

отработка лавы *15* с учетом смежной лавы *7*;

отработка лавы *17* с учетом смежной лавы *15* (сумма деформаций лав *15* и *17*);

отработка лавы *27* с учетом смежной лавы *19* (сумма деформаций лав *15*, *17* и *27*);

отработка лавы *29* (сумма деформаций от лав *15*, *17* и от лав *27* и *29* как от одной выработки).

Для определения наибольших деформаций полученные значения деформаций на каждом этапе последовательно суммируются.

Исходные параметры для расчета ожидаемых деформаций вычисляем в соответствии с п. 3.7—3.9. Определяем исходные параметры для расчета ожидаемых деформаций при разработке пластов l_5 и l_4.

Отработка лавы *15*. Граничные углы согласно п. 7.1 в подработанной и неподработанной толще для данной марки угля принимаем

$$\gamma_0 = 70°;\ \beta_0 = 70° - 0{,}8\alpha = 54°.$$

Граничные углы в наносах $\varphi_0 = 55°$ принимаем согласно табл. 18.

Угол максимального оседания согласно табл. 19 при наличии горных работ в данном пласте на вышележащем горизонте принимаем

$$\theta = 90° - 0{,}5\alpha;\ \theta = 80°.$$

Максимальное оседание (см. п. 3.10)

$$\eta_m = q_0 m \operatorname{Cos} \alpha N_1 N_2.$$

Определяем значение коэффициентов N_1, N_2 (п. 7.4). Вкрест простирания

$$\frac{D_р}{H} = \frac{D}{H} + \frac{\Delta D_в}{H} + \frac{\Delta D_п}{H};$$

$$\frac{D_р}{H} = \frac{200}{200} + 0{,}05 - 0{,}15 = 0{,}9.$$

Поправки $\frac{\Delta D_в}{H}$ и $\frac{\Delta D_п}{H}$ находим по табл. 23 в зависимости от глубины H и отношения $\frac{l_1}{H}$.

По табл. 21 находим $N_1=0{,}9$.

По простиранию $\frac{D_p}{H}>1{,}2$, следовательно, $N_2=1$

Относительные величины максимального оседания и максимального горизонтального сдвижения находим по табл. 20.

$$q_0=0{,}8;\ a_0=0{,}3;$$

$$\eta_m=0{,}8\cdot 1500\cdot 0{,}940\cdot 0{,}9\cdot 1=1015 \text{ мм}.$$

Длина полумульд (см. п. 3.8)

$$L_1=230 \text{ м};\ L_2=198 \text{ м};$$

Наклоны (см. п. 3.12)

$$i_{y_1}=\frac{\eta_m}{L_1}F(z_{y_1})=\frac{1015}{230}F(z_{y_1})=4{,}4\cdot 10^{-3}F(z_{y_1}),$$

$$i_{y_2}=\frac{\eta_m}{L_2}F(z_{y_2})=\frac{1015}{198}F(z_{y_2})=5{,}1\cdot 10^{-3}F(z_{y_2}).$$

Кривизна **(см. п. 3.13)**

$$K_{y_1}=\frac{\eta_m}{L_1^2}F'(z_{y_1})=\frac{1015}{230^2}F'(z_{y_1})=0{,}02\cdot 10^{-3}F'(z_{y_1});$$

$$K_{y_2}=\frac{\eta_m}{L_2^2}F'(z_{y_2})=\frac{1015}{198^2}F'(z_{y_2})=0{,}03\cdot 10^{-3}F'(z_{y_2}).$$

Горизонтальные деформации **(см. п. 3.15)**

$$\varepsilon_{y_1}=0{,}5a_0\frac{\eta_m}{L_1}F'(z_{y_1})=0{,}5\cdot 0{,}3\,\frac{1015}{230}F'(z_{y_1})=0{,}66\cdot 10^{-3}F'(z_{y_1});$$

$$\varepsilon_{y_2}=0{,}5a_0\frac{\eta_m}{L_2}F'(z_{y_2})=0{,}5\cdot 0{,}3\,\frac{1015}{198}F'(z_{y_2})=0{,}77\cdot 10^{-3}F'(z_{y_2}).$$

Находим B **(см. п. 3.14)**

$$B=\frac{1}{0{,}3}\left(0{,}364-\frac{20}{200}\right)=0{,}9.$$

Отработка лавы *17*. Исходные данные для расчета ожидаемых деформаций земной поверхности от отработки этой лавы определяем вышеизложенным способом (см. табл. 128).

Отработка лавы *27*. Граничные углы (см. п. 7.1) принимаем

$$\gamma_0=70°;\ \beta_0=54°.$$

Граничные углы в наносах принимаем по табл. 18 $\varphi_0=55°$.

Угол максимального оседания принимаем по табл. 19 $\theta=80°$.

Относительные величины максимального оседания и горизонтального сдвижения принимаем по табл. 20

$$q_0=0{,}8;\ a_0=0{,}3.$$

Таблица 128

Исходные параметры для расчета деформаций

Параметры	Лава 15	Лава 17	Лава 27	Лава 27 + 29
γ_0, градус	70	70	70	70
β_0, градус	54	54	54	54
φ_0, градус	55	55	55	55
θ, градус	80	80	80	—
q_0	0,8	0,8	—	—
$q_{оп}$	—	—	0,94	0,94
a_0	0,3	0,3	0,3	0,3
$\frac{D_р}{H}$	0,9	0,6	0,9	1,2
N_1	0,9	0,74	0,9	1,0
B	0,9	1,0	0,9	0,9
L_1, м	230	279	234	310
L_2, м	198	242	197	266
η_m, мм	1015	935	954	1060
$\frac{\eta_m}{L_1} \cdot 10^{-3}$	4,4	—	4,1	3,4
$\frac{\eta_m}{L_2} \cdot 10^{-3}$	5,1	3,4	—	4,0
$\frac{\eta_m}{L^2_1} \cdot 10^{-3}$	0,02	—	0,02	0,011
$\frac{\eta_m}{L^2_2} \cdot 10^{-3}$	0,03	0,01	—	0,015
$0,5 \cdot a_0 \frac{\eta_m}{L_1} \cdot 10^{-3}$	0,66	—	0,61	0,51
$0,5 \cdot a_0 \frac{\eta_m}{L_2} \cdot 10^{-3}$	0,77	0,52	—	0,60

Длина полумульд (см. п. 3.8) $L_1=234$ м; $L_2=197$ м.
Максимальное оседание (см. п. 3.10)

$$\eta_m = q_0 m \operatorname{Cos} \alpha N_1 N_2.$$

Определяем коэффициенты N_1 и N_2 (см. п. 7.4).
Вкрест простирания

$$\frac{D_р}{H} = \frac{D}{H} + \frac{\Delta D_п}{H} + \frac{\Delta D_в}{H}.$$

Величины наклонов, кривизны и

z	Лава 15						Лава 17		
	$i_1 \cdot 10^{-3}$	$i_2 \cdot 10^{-3}$	$K_1 \cdot 10^{-3}$	$K_2 \cdot 10^{-3}$	$\varepsilon_1 \cdot 10^{-3}$	$\varepsilon_2 \cdot 10^{-3}$	$i_2 \cdot 10^{-3}$	$K_2 \cdot 10^{-3}$	$\varepsilon_2 \cdot 10^{-3}$
0	0	0	0,11	0,11	—3,07	—3,07	0	—0,09	—4,89
0,1	2,07	—2,40	—0,10	—0,15	—2,77	—4,54	—3,08	—0,08	—5,20
0,2	4,49	—5,20	—0,12	—0,18	—2,77	—6,08	—5,41	—0,05	—4,37
0,3	7,08	—8,21	—0,11	—0,16	—1,52	—6,31	—6,46	—0,02	—2,91
0,4	8,71	—10,10	—0,04	—0,05	1,19	—4,16	—6,29	0,02	—0,73
0,5	8,45	—9,79	0,06	—0,09	4,16	—0,46	—5,07	0,04	0,68
0,6	6,42	—7,45	0,11	0,17	5,48	2,39	—3,54	0,05	1,35
0,7	3,83	—4,44	0,11	0,17	4,69	3,08	—2,11	0,04	1,25
0,8	1,85	—2,14	0,07	0,11	2,90	2,31	—1,09	0,02	0,88
0,9	0,66	—0,76	0,03	0,04	1,19	0,92	—0,41	0,01	0,42
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

По табл. 23 находим поправки $\frac{\Delta D_в}{H} = 0{,}05$;

$$\frac{\Delta D_п}{H} = -0{,}15;$$

$$\frac{D_р}{H} = \frac{200}{200} + 0{,}05 - 0{,}15 = 0{,}9.$$

Из табл. 21 находим $N_1 = 0{,}9$.

По простиранию отношение $\frac{D_р}{H} > 1{,}2$, следовательно, из табл. 21 $N_2 = 1$.

Относительное максимальное оседание при повторной подработке (см. п. 7.3)

$$q_{оп} = 0{,}8\left[1 + (1 - 0{,}8)\frac{170}{200}\right] = 0{,}94.$$

Тогда $\eta_m = 0{,}94 \cdot 1200 \cdot 0{,}94 \cdot 0{,}9 \cdot 1 = 954$ мм.

Наклоны (см. п. 3.12)

$$i_{y_1} = \frac{\eta_m}{L_1} F(z_{y_1}) = \frac{954}{234} F(z_{y_1}) = 4{,}1 \cdot 10^{-3} F(z_{y_1}).$$

Кривизна (см. п. 3.13)

$$K = \frac{\eta_m}{L_1^2} F'(z_{y_1}) = \frac{954}{234^2} F'(z_{y_1}) = 0{,}02 \cdot 10^{-3} F'(z_{y_1}).$$

Таблица 12

горизонтальных деформаций от отработки лав

Лава 27			Лава 27+29					
$i_1 \cdot 10^{-3}$	$K_1 \cdot 10^{-3}$	$\varepsilon_1 \cdot 10^{-3}$	$i_1 \cdot 10^{-3}$	$i_2 \cdot 10^{-3}$	$K_1 \cdot 10^{-3}$	$K_2 \cdot 10^{-3}$	$\varepsilon_1 \cdot 10^{-3}$	$\varepsilon_2 \cdot 10^{-3}$
0	—0,09	—2,62	0	0	0	0	0	0
1,93	—0,10	—2,56	0,65	—0,76	—0,02	—0,03	—0,9	—1,5
4,18	—0,12	—2,56	1,90	—2,24	—0,06	—0,08	—2,1	—3,7
6,60	—0,11	—1,40	4,08	—4,80	—0,08	—0,11	—2,6	—5,8
8,12	—0,04	+1,10	6,43	—7,56	—0,06	—0,08	—1,1	—5,6
7,87	0,06	3,84	—7,48	—8,80	0	0	+2,1	—2,4
6,00	0,11	5,06	—6,43	—7,56	0,06	0,08	4,7	+1,3
3,57	0,11	4,33	—4,08	—4,80	0,08	0,11	4,9	3,1
1,72	0,07	2,68	—1,90	—2,24	0,06	0,08	3,1	2,5
0,61	0,03	1,10	—0,65	—0,76	0,02	0,03	1,3	1,0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

Горизонтальные деформации (см. п. 3.15)

$$\varepsilon_{y_1} = 0{,}5 a_3 \frac{\eta_m}{L_1} F'(z_{y_1}) = 0{,}5 \cdot 0{,}3 \frac{954}{234} F'(z_{y_1}) = 0{,}61 \cdot 10^{-3} F'(z_{y_1}).$$

Далее согласно п. 3.5 производим расчет от лав *27* и *29* как от одной суммарного размера.

Размер суммарной лавы согласно п. 3.5

$$Д_{27+29} = 200 + 20 + 200 = 420 \text{ м}.$$

Углы полных сдвижений определяем по табл. 19; $\psi_1 = 55°$; $\psi_2 = 55° + 0{,}3\alpha = 61°$.

Расчет деформаций производим обычным способом.

Все рассчитанные параметры сведены в табл. 128. Используя их, определяем значения наклонов, кривизны и горизонтальных деформаций в точках главных сечений мульд сдвижения от каждой лавы в районе застраиваемой площадки.

Полученные величины деформаций приведены в табл. 129.

Для назначения мер охраны необходимо знать наибольшие деформации, которые могут возникнуть на различных этапах отработки пластов. Эти величины определяем следующим образом.

На графики (см. рис. 22,*а*, *б*, *в*) наносим рассчитанные величины наклонов, кривизны и горизонтальных деформаций от лавы 15 (кривые *1*), от лавы 17 (кривые *2*), от лавы 27 (кривые *3*), от лав 27+29, рассчитанные как от одной лавы суммарного размера (кривые *4*).

На графиках *г*, *д*, *е* откладываем величины наклонов, кривизны и горизонтальных деформаций от лавы 15 (кривые *1*), суммируя которые с соответствующими значениями от лавы 17, получим на графиках *г*, *д*, *е* кривые *5* — суммарные величины от обеих лав.

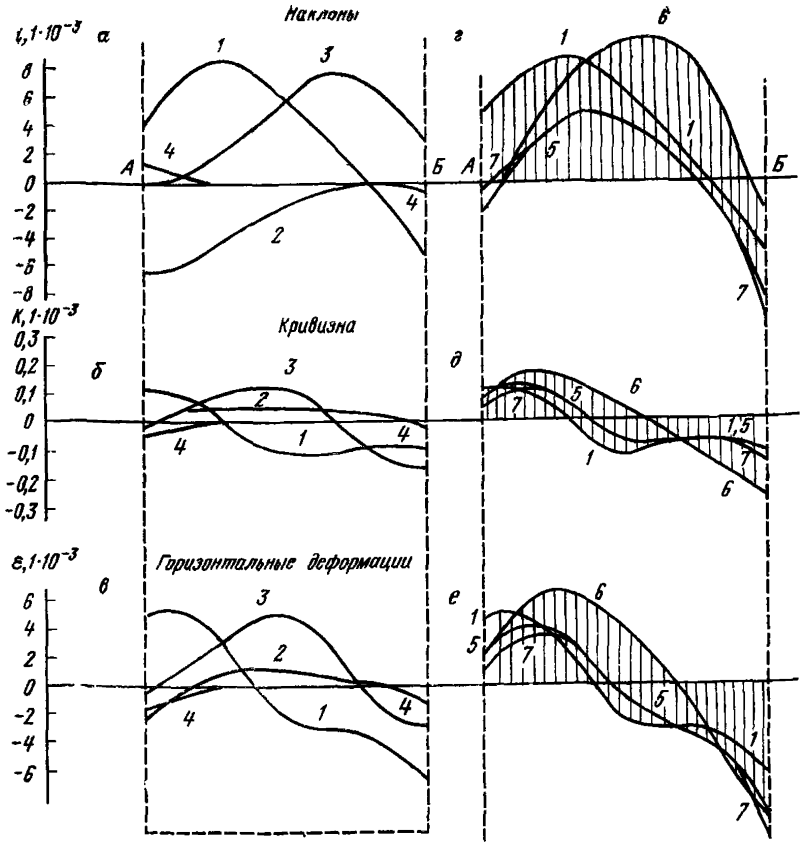


Рис. 22. Графики ожидаемых деформаций:

а, б, в — от отдельной выработки; *г, д, е* — суммарные; *1* — от лавы 15; *2* — от лавы 17; *3* — от лавы 27; *4* — от лавы 27+29; *5* — от лав 15 и 17; *6* — от лав 15+17+27; *7* — от лав 15+17+27+29

Деформации от лав 15 и 17 (кривые *5*) суммируем со значениями деформаций от лавы 27. Получим суммарные деформации от лав 15, 17 и 27 (кривые *6*).

Затем величины деформаций от отработки лав 27 и 29 (кривые *4*), рассчитанные как от одной лавы суммарной длины, складываем с суммарными значениями деформаций от лав 15 и 17 (кривые 5), получаем суммарные кривые *7*.

На графиках *г, д, е* вертикальной штриховкой выделены максимальные значения наклонов, кривизны и горизонтальных деформаций, ожидаемые в точках площадки *АБ*.

Величины наклонов, кривизны и горизонтальных деформаций на застраиваемой площадке *АБ* достигают следующих значений:

наклоны $i = +10 \cdot 10^{-3}$;

кривизна $K = -0{,}3 \cdot 10^{-3}$;

растяжение $\varepsilon = +6{,}8 \cdot 10^{-3}$;

сжатие $\varepsilon = -10{,}6 \cdot 10^{-3}$.

При выборе мер охраны для отдельных зданий на площадке *АБ* следует пользоваться наибольшими значениями наклонов, кривизны и горизонтальных деформаций непосредственно в основании рассматриваемых зданий, с учетом коэффициентов перегрузки и условий работы.

Пример 2

Расчет вероятных сдвижений и деформаций земной поверхности (рис. 23)

В Донецком бассейне над свитой пластов расположена площадка для строительства. Необходимо определить деформации земной поверхности в пределах площадки при ее подработке свитой из трех пластов l_1, l_2, l_3. Календарный план развития горных работ отсутствует и нельзя наметить горизонты отработки пластов. В данном случае можно определить только вероятные сдвижения и деформации земной поверхности.

Угол падения свиты пластов 25°; мощности пластов даны в табл. 130. Поскольку протяженность площадки невелика (150 м), для расчета сдвижений и деформаций земной поверхности достаточно взять три точки (*I, II, III*).

Расчет вероятных сдвижений и деформаций производим в соответствии с разделом 6 настоящего Приложения. Строим разрез вкрест простирания пластов и наносим на него точки *I, II* и *III*.

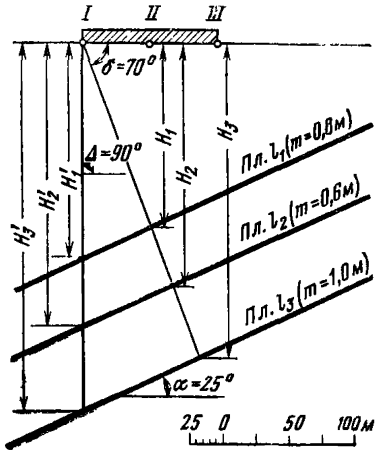


Рис. 23. К примеру расчета вероятных сдвижений и деформаций земной поверхности.

Для расчета деформаций в точке *I* по направлению вкрест простирания из этой точки проводим линию в сторону восстания пластов под углом $\sigma = 90° - 0{,}8\alpha = 70°$ и определяем глубину залегания H_1, H_2, и H_3 точек пересечения этой линии с пластами.

Для расчета деформации в направлении по простиранию из точки *I* проводим линию под углом $\Delta = 180° - \psi_1 - \alpha \leqslant 90°$. Согласно

Таблица 130

Значения H и H' для точек I, II, III

Пласт	Мощность пласта, м	Глубина залегания пласта, м					
		Точка I		Точка II		Точка III	
		H	H'	H	H'	H	H'
l_1	0,8	140	165	120	140	100	116
l_2	0,6	182	215	162	190	142	168
l_3	1,0	238	280	218	255	198	232

п. 7.2 в условиях неподработанной толщи $\psi_1=55°$. При $\Delta=180°-\psi_1-\alpha=180°-55°-25°=100°$, т. е. большем 90° принимаем $\Delta=90°$, а затем определяем глубину залегания H'_1, H'_2 и H'_3 точек пересечения проведенной линии с пластами.

Аналогичным образом проводим линии из точек II и III и получаем для них глубины H и H'. Числовые значения H и H' для точек I, II и III приведены в табл. 130.

По полученным значениям H и H' вычисляем по формулам (81)—(89) величины вероятных сдвижений и деформаций для точки I.

1. Оседание

$$\eta_в=0{,}9(m_1+m_2+m_3)\cos\alpha=0{,}9(0{,}8+0{,}6+1{,}0)\cdot 0{,}906=1{,}96 \text{ м}.$$

2. Наклоны:

а) вкрест простирания

$$i_в=2\cdot 0{,}906^2\sqrt{\left(\frac{0{,}8}{140}\right)^2+\left(\frac{0{,}6}{182}\right)^2+\left(\frac{1{,}0}{238}\right)^2}=\pm 12{,}6\cdot 10^{-3};$$

б) по простиранию

$$i_в=2\cdot 0{,}906^2\sqrt{\left(\frac{0{,}8}{165}\right)^2+\left(\frac{0{,}6}{215}\right)^2+\left(\frac{1{,}0}{280}\right)^2}=\pm 10{,}7\cdot 10^{-3}.$$

3. Радиус кривизны:

а) вкрест простирания

$$R_в=\frac{0{,}3}{0{,}906}\cdot\frac{1}{\sqrt{\left(\frac{0{,}8}{140^2}\right)^2+\left(\frac{0{,}6}{182^2}\right)^2+\left(\frac{1{,}0}{238^2}\right)^2}}=\pm 6{,}6 \text{ км};$$

б) по простиранию

$$R_в=\frac{0{,}3}{0{,}906}\cdot\frac{1}{\sqrt{\left(\frac{0{,}8}{165^2}\right)^2+\left(\frac{0{,}6}{215^2}\right)^2+\left(\frac{1{,}0}{280^2}\right)^2}}=\pm 9{,}2 \text{ км}.$$

4. Горизонтальные сдвижения:

а) вкрест простирания

$$\xi_в = (0{,}3 + 0{,}466) \cdot 0{,}906 \sqrt{0{,}8^2 + 0{,}6^2 + 1{,}0^2} = \pm 0{,}98 \text{ м};$$

б) по простиранию

$$\xi_в = 0{,}3 \cdot 0{,}906 \sqrt{0{,}8^2 + 0{,}6^2 + 1{,}0^2} = \pm 0{,}39 \text{ м}.$$

5. Горизонтальные деформации:

а) вкрест простирания

$$\varepsilon_в = 0{,}7\,(0{,}821 + 0{,}766) \sqrt{\left(\frac{0{,}8}{140}\right)^2 + \left(\frac{0{,}6}{182}\right)^2 + \left(\frac{1{,}0}{238}\right)^2} =$$

$$= \pm 8{,}5 \cdot 10^{-3};$$

б) по простиранию

$$\varepsilon_в = 0{,}7 \cdot 0{,}821 \cdot \sqrt{\left(\frac{0{,}8}{165}\right)^2 + \left(\frac{0{,}6}{215}\right)^2 + \left(\frac{1{,}0}{280}\right)^2} = \pm 3{,}7 \cdot 10^{-3}.$$

Аналогично определяем вероятные сдвижения и деформации для точек *II* и *III*.

Вычисленные значения вероятных сдвижений и деформаций привсдены в табл. 131.

Таблица 131

Сдвижения и деформации	Вкрест простирания			По простиранию		
	Точки			Точки		
	I	*II*	*III*	*I*	*II*	*III*
η, мм	1960	1960	1960	1960	1060	1960
i, $1 \cdot 10^{-3}$	12,6	15,0	17,5	10,7	12,5	14,6
R, км	6,6	4,7	3,4	9,2	6,9	4,8
ξ, мм	980	980	980	390	390	390
ε, $1 \cdot 10^{-3}$	8,5	10,0	11,9	3,7	6,2	7,3

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПРОГНОЗ ВОДОПРИТОКОВ В ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ ПРИ ПОДРАБОТКЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

1. Расчету водопритоков в горные выработки при ведении очистных работ вблизи водных объектов предшествуют следующие этапы схематизации гидрогеологических условий.

1.1. Определяются расчетные контуры горных выработок в плане и размеры зон водопроводящих трещин над ними на несколько характерных моментов (после первой посадки основной кровли, при максимальных размерах выработанного пространства, в промежуточном положении).

За верхнюю границу зоны водопроводящих трещин принимается поверхность, параллельная напластованию, удаленная от разрабатываемого пласта на расстояние, равное максимальной высоте этой зоны. Границы зоны водопроводящих трещин со стороны восстания, падения и простирания пласта определяются на соответствующих вертикальных разрезах линиями, проведенными через границы выработанного пространства под углами разрывов (см. п. 2.10 настоящих Правил).

Максимальная высота зоны водопроводящих трещин для одиночного пласта при отсутствии фактических данных принимается равной безопасной глубине разработки, определяемой по табл. 6.1, 6.2 настоящих Правил.

Если под рассматриваемым пластом предусматривается отработка нижележащих пластов на расстоянии менее $1{,}5H_{бl}$ (где $H_{бl}$ — безопасная глубина разработки каждого из нижележащих пластов, определяемая по табл. 6.2), а зоны опасного влияния от выработок этих пластов, определяемые в соответствии с п. 2.3 настоящих Правил, распространяются на выработки рассматриваемого пласта, то максимальная высота зоны водопроводящих трещин над выработками рассматриваемого пласта принимается равной величине $H_{дп}$, определяемой в соответствии с п. 6.16 настоящих Правил. При этом рассматриваемый пласт принимается за верхний пласт свиты, а при расчетах по формуле (6.4) учитывается мощность только тех нижележащих пластов, удаление которых от рассматриваемого не превышает $1{,}5H_{бl}$.

1.2. Выделяются отдельные водоносные горизонты, вскрываемые непосредственно горной выработкой или образовавшейся над ней зоной водопроводящих трещин. Для каждого выделенного водоносного горизонта устанавливаются его фильтрационные параметры: коэффициент фильтрации (K, м/сут), мощность горизонта (M, м), его проводимость (T, м^2/сут), водоотдача (μ), коэффициент пьезопроводности или уровнепроводности (a, м^2/сут).

Допускается объединение нескольких водоносных горизонтов с близкими фильтрационными параметрами в один водоносный горизонт со средними значениями указанных параметров.

1.3. Устанавливаются контуры внешних границ области фильтрации для водоносных горизонтов, указанных в п. 1.2 настоящего

Приложения, которыми обычно являются выходы водоносных горизонтов под водные объекты (реки, водоемы, обводненные породы повышенной проницаемости типа горельников, крупнообломочных аллювиальных отложений, закарстованных известняков и т. д.). Эти контуры можно рассматривать как границы обеспеченного питания соответствующих водоносных горизонтов

1.4. Устанавливаются контуры дренажа для водоносных горизонтов, указанных в п. 1 2, которые соответствуют линии пересечения почвы каждого водоносного горизонта с границами выработанного пространства или зоны водопроводящих трещин (п. 1.1 настоящего Приложения).

1.5. На границах питания (п. 1.3) и контурах дренажа (п. 1.4) определяются напоры воды, которые отсчитываются от единой условной горизонтальной плоскости сравнения (проведенной, например, на уровне максимальной отметки горных выработок) и принимаются постоянными во времени.

1.6. Определяется время достижения установившегося (стационарного) режима фильтрации к горной выработке (для каждого водоносного горизонта) по зависимости

$$t_{ст} = \frac{L^2_{min}}{a}, \qquad (1)$$

где $t_{ст}$ — время стабилизации режима фильтрации, отсчитываемое от момента первой посадки основной кровли рассматриваемой выработки, сут; L_{min} — минимальное расстояние от выработки в момент первой посадки основной кровли до границы питания водоносного горизонта, м; a — коэффициент пьезопроводности (уровнепроводности), м²/сут, определяемый по формуле

$$a = \frac{T}{\mu}. \qquad (2)$$

Если приток к выработке или группе выработок рассчитывается на момент времени $t > t_{ст}$, то притоки определяются по формулам для установившейся фильтрации (п. 2 и 3 настоящего Приложения), а при $t < t_{ст}$ — по формулам неустановившейся фильтрации (пп. 4 и 5 настоящего Приложения).

2. Установившийся приток подземных вод к различным участкам контура одиночной выработки (или группы выработок, рассматриваемой как единая выработка), расположенной вблизи прямолинейного контура питания (рис. 1), за счет каждого из водоносных горизонтов, вскрываемых выработкой или образовавшейся над ней зоной водопроводящих трещин, определяется по следующим приближенным формулам.

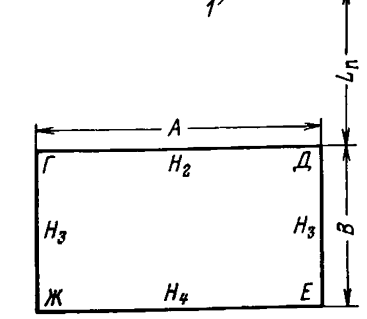


Рис. 1. Схема к расчету водопритока к одиночной выработке

2.1. Для участка $ГД$ контура выработки, обращенного к кон-

туру питания водоносного горизонта,

$$Q_1 = T\,(H_1 - H_2)\,\frac{A}{L_п}, \qquad (3)$$

где Q_1 — приток к участку *ГД*, м³/сут; T — проводимость водоносного горизонта, м²/сут; H_1, H_2 — напоры соответственно на контуре питания и на контуре дренажа (*ГД*), м; A — длина участка *ГД*, м; $L_п$ — расстояние от границы питания до контура дренажа, м.

Величина T определяется следующим образом:

для напорного водоносного горизонта

$$T = KM, \qquad (4)$$

где K — коэффициент фильтрации, м/сут; M — мощность водоносного горизонта, м;

для безнапорного водоносного горизонта, подстилаемого относительным водоупором

$$T = \frac{K\,(h_1 + h_2)}{2}, \qquad (5)$$

где h_1 и h_2 — глубина безнапорного потока соответственно на контуре питания и на контуре дренажа, отсчитываемая от относительного водоупора, м.

Этой формулой можно пользоваться для водоносных горизонтов, подстилаемых горизонтальным и наклонным водоупорами.

2.2. Для торцевых участков выработки *ГЖ* и *ДЕ*

$$Q_2 = T\,(H_1 - H_3)\,\frac{B\left(1{,}5 + \frac{L_п}{B}\right)}{\sqrt{(B + L_п)^2 + (0{,}5B + L_п)^2}}, \qquad (6)$$

где Q_2 — приток к участкам *ГЖ* и *ДЕ*, м³/сут; B — длина торцевого участка выработки, м; H_3 — средний напор на участках *ГЖ* и *ДЕ*.

2.3. Для участка выработки *ЕЖ*, обращенного в сторону, противоположную границе питания,

$$Q_3 = T\,(H_1 - H_4)\,\frac{A}{1{,}5B + 1{,}5L_п + 0{,}5A}, \qquad (7)$$

где Q_3 — приток к участку *ЕЖ*, м³/сут; H_4 — средний напор на участке *ЕЖ* дренажного контура.

2.4. Общий приток к выработке ($Q_с$, м³/сут) за счет рассматриваемого водоносного горизонта определяется путем суммирования водопритоков по всем участкам

$$Q_с = Q_1 + Q_{2ГЖ} + Q_{2ДЕ} + Q_3.$$

Если зоной водопроводящих трещин вскрывается несколько самостоятельных водоносных горизонтов, то водоприток в выработку определяется суммой притоков по всем горизонтам.

2.5. Кроме притоков, поступающих по контуру выработки или по контуру зоны водопроводящих трещин в плане, в горную выработку может поступать приток по площади выработки за счет водообильного горизонта (водоема, водотока), залегающего над зо-

ной водопроводящих трещин. Этот приток ($м^3$/сут) определяется по формуле

$$Q_F = \frac{KH_zF}{z}, \tag{8}$$

где K — средний коэффициент фильтрации пород по вертикали над зоной водопроводящих трещин, м/сут; H_z — напор в водообильном водоносном горизонте (или в водоеме), отсчитываемый от верхней границы зоны водопроводящих трещин в контуре выработки, м; F — площадь выработки в плане, $м^2$; z — мощность породного целика по вертикали между верхней границей зоны водопроводящих трещин и подошвой водообильного водоносного горизонта (дном водоема), м.

3. В случаях, не предусмотренных п. 2 (при сложной конфигурации области питания и контура дренажа, их произвольном взаимном расположении и т. п.), может быть применена методика прогнозирования водопритоков по лентам тока, согласно которой расчет притока производится следующим образом.

3.1. На плане горных выработок, содержащем границы питания и контуры дренажа, а также, по возможности, гидроизогипсы (изопьезы) расчетного водоносного горизонта, от границ выделенных характерных участков контура дренажа в направлении к границам питания проводятся линии тока, которые должны располагаться по нормали к указанным границам и к промежуточным гидроизогипсам (изопьезам). Каждые две смежные линии тока являются боковыми границами соответствующих лент тока, по которым производится определение фильтрационных расходов.

3.2. Расход ($м^3$/сут) по каждой из лент тока рассчитывается по формуле

$$q_л = T(H_1 - H_2)_i \frac{b}{l}, \tag{9}$$

где T — проводимость горизонта, $м^2$/сут; H_1 и H_2 — напор в пределах расчетной ленты соответственно на области питания и на контуре дренажа, м; b — средняя ширина ленты, м; l — среднее расстояние по ленте от контура дренажа до границы питания, м.

3.3. Общий приток к горной выработке за счет расчетного водоносного горизонта определяется суммированием расходов по всем лентам тока

$$Q = \sum_{1}^{i} q_{л_i}. \tag{10}$$

4. Расчет неустановившегося притока подземных вод к горной выработке производится для нескольких значений расчетного времени $t < t_{ст}$ (п. 1.6 настоящего Приложения) и соответствующих размеров выработки.

4.1. Общий неустановившийся приток ($м^3$/сут) к одиночной выработке на расчетный момент t (сут) определяется по формуле

$$Q_t = \frac{2\pi T(H_0 - H_2)}{\ln\left(\pi\sqrt{\frac{at}{F}}\right)}, \tag{11}$$

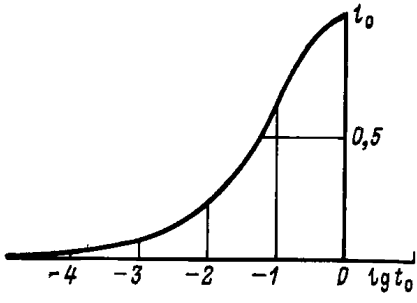


Рис. 2. График для определения величины l_0

где H_0 — напор водоносного горизонта в контуре выработки до первой посадки основной кровли (t=0); F — площадь выработки на момент времени 0,5t, м^2.

4.2. Расчет неустановившегося притока к движущемуся очистному забою следует производить с учетом скорости движения последнего C (м/сут) при выполнении условия

$$\frac{C^2 t}{a} > 0{,}1, \qquad (12)$$

где t — промежуток времени от момента первой посадки основной кровли до момента, на который производится расчет притока, сут.

Удельный приток на 1 м длины движущегося забоя лавы (м^3/сут) определяется по формуле

$$q = \frac{T(H'_1 - H_2)}{a l_0} C, \qquad (13)$$

где H'_1 — напор водоносного горизонта на расстоянии $\frac{a l_0}{C}$ от движущегося забоя; l_0 — величина, определяемая по графику (рис. 2) в зависимости от величины $t_0 = \frac{C^2}{2a} t$.

5. При сложной конфигурации границ питания и контуров горной выработки расчет неустановившегося притока к горной выработке можно проводить по лентам тока, построенным по карте гидроизогипс на момент первой посадки основной кровли расчетной горной выработки.

5.1. Расчет неустановившегося притока на расчетный момент по каждой из выделенных лент тока производится по формуле (9), в которой величина l вычисляется по зависимости

$$l = l_t = \sqrt{\pi a t}, \qquad (14)$$

где a—коэффициент пьезопроводности (уровнепроводности), м^2/сут; t — расчетный момент (сут), на который определяется приток (т. е. время, отсчитываемое от момента первой посадки основной кровли расчетной очистной выработки).

Величина b в формуле (9) в этом варианте определяется для ленты длиной l_t. В качестве напора H_1 в формуле (9) принимается напор в точке, удаленной от контура дренажа по ленте на расстояние l_t (соответствует гидроизогипсе, построенной на момент первой посадки основной кровли расчетной выработки).

5.2. Расчеты неустановившихся притоков по лентам тока следует проводить при выполнении условия $t < 0{,}3 \frac{l_л^2}{a}$ ($l_л$ — действи-

ния). При $t \geqslant 0{,}3 \frac{l^2_л}{a}$ приток по соответствующей ленте будет установившимся и рассчитывается по формуле (9).

5.3. Общий приток к выработке на расчетный момент времени определяется суммированием расходов по всем расчетным лентам тока и всем водоносным горизонтам, дренируемым непосредственно выработкой и зоной водопроводящих трещин.

6. При разработке пласта на нескольких этажах (отметках) водопритоки к каждой из горных выработок, дренирующих единый водоносный горизонт, определяются с учетом взаимодействия этих выработок путем построения соответствующих лент тока. При небольших размерах междуэтажных целиков выработки различных этажей могут приниматься за одну одиночную выработку. Расчет притока в этом случае можно производить в соответствии с п. 2—5.

7. При разработке свиты пластов водопритоки к выработкам нижележащих пластов рассчитываются без учета взаимодействия с выработками вышележащих пластов, если между этими пластами имеются относительные водоупоры, а зона водопроводящих трещин над выработками нижележащего пласта не распространяется до выработок вышележащего пласта.

8. Если зона водопроводящих трещин над выработками нижележащего пласта достигает выработок вышележащего пласта, то все выработки с образовавшимися над ними зонами водопроводящих трещин рассматриваются как единая одиночная выработка соответствующей конфигурации, суммарный водоприток в которую может быть определен согласно п. 2—5.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗАПАСОВ УГЛЯ ИЗ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ ЦЕЛИКОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕР ОХРАНЫ СООРУЖЕНИЙ

Составлено в соответствии с «Методикой определения экономической эффективности использования в угольной промышленности новой техники, изобретений и рационализаторских предложений», утвержденной Минуглепромом СССР 2 марта 1979 г.

1. Меры охраны сооружений, предусматривающие извлечение угля из предохранительных целиков, требует затрат (M) на их выполнение. Учету подлежат затраты, связанные с:

разработкой проекта, включая затраты на проведение при необходимости специальных исследований;

выполнением предусмотренных проектом горных и конструктивных мероприятий;

ремонтом и восстановлением подрабатываемых сооружений, изменением режима работ и др.

Затраты определяются организацией, составляющей проект ведения горных работ под охраняемым объектом.

2. Основным отраслевым показателем экономической оценки эффективности извлечения запасов угля из предохранительного целика (прироста запасов угля) по сравнению с оставлением этих запасов для охраны сооружений является разница $П_р$ между величиной замыкающих затрат ($ЗЗ$) и полной себестоимостью 1 т добытого угля ($С$)

$$П_р = ЗЗ - С. \qquad (1)$$

Примечание. В тех случаях, когда полная себестоимость угля ($С$) равна или превышает замыкающие затраты, вместо $П_р$ рекомендуется принимать величину капитальных затрат на 1 т промышленных запасов (практически равную величине потонной ставки амортизации основных фондов).

3. Под замыкающими затратами $ЗЗ$ понимается величина предельно допустимых с точки зрения народного хозяйства затрат на увеличение на единицу количества данной продукции в определенном бассейне (месторождении) и в определенное время.

4. Замыкающие затраты $ЗЗ$ определяются по табл. 1. Приводимые в графе 2 этой таблицы величины $ЗЗ$ привязаны к зольности угля, указанной в графе 3. Для получения величины $ЗЗ$ с учетом зольности реализуемого угля следует в величину замыкающих затрат (графа 2) вводить поправку $Δ_{ЗЗ}$, рассчитываемую по формуле

$$Δ_{ЗЗ} = 0{,}03\,(A^c_{ЗЗ} - A^c)\,Ц, \qquad (2)$$

где $A^c_{ЗЗ}$ — зольность угля, приведенная в табл. 1 для указанной величины $ЗЗ$, %; A^c — зольность реализуемого угля, %; Ц — оптовая цена реализуемой 1 т угля, руб.

5. Для бассейнов (месторождений, производственных объединений), не приведенных в табл. 1, за размер замыкающих затрат принимается произведение из цены реализации Ц 1 т угля в данном бассейне (производственном объединении) и коэффициента, равного 1,25.

6. Определение экономической эффективности $Э_п$ извлечения запасов угля из предохранительных целиков с применением мер охраны сооружений производится по формуле

$$Э_п = З_д [ЗЗ + 0{,}03 (A^c_{ЗЗ} - A^c)\ Ц - (C - a)] - M, \qquad (3)$$

где $З_д$ — прирост промышленных запасов шахты за счет расконсервации их из предохранительного целика, т; a — капитальные затраты, приходящиеся на 1 т промышленных запасов (практически принимаются на уровне потонной ставки амортизации основных фондов), руб./т.

Остальные обозначения приведены в пунктах 1, 2 и 4 настоящего Приложения.

Таблица 1

Замыкающие затраты

Угольные бассейны, производственные объединения	Замыкающие затраты $ЗЗ$, руб.	$A^c_{з.з}$, %	Угольные бассейны, производственные объединения	Замыкающие затраты $ЗЗ$, руб.	$A^c_{з.з}$, %
Кузнецкий	14,10	16	Подмосковный	10,60	35
Донецкий	21,00	21	Челябинский	14,40	33
Сахалинуголь	27,00	21	Львовско-Волынский	15,50	19
Грузуголь	16,90	32			
Карагандинский	13,40	32	Приморскуголь	20,50	28
Печорский	20,60	20	Средазуголь	22,80	17
			Востсибуголь	21,60	14

7. Из рассматриваемых вариантов извлечения запасов угля из предохранительных целиков с применением мер охраны сооружений экономически целесообразным является вариант, у которого положительная величина $Э_п$ наибольшая.

Пример определения экономической эффективности извлечения угля из предохранительного целика под сооружением.

На шахте Кузнецкого бассейна в результате выполненных исследований составлен проект частичного извлечения запасов угля из предохранительного целика под магистральной железной дорогой МПС. Другие варианты обеспечения нормальной эксплуатации железной дороги при полном извлечении запасов угля из предохрани-

тельного целика по техническим соображениям в данных конкретных условиях неосуществимы.

При частичной выемке количество извлекаемых запасов из предохранительного целика $З_д$=400 тыс. т, зольность реализуемого угля A^c=17,1%. Оптовая цена 1 т угля Ц=10 руб. Потонная ставка амортизации основных фондов a=0,40 руб. Себестоимость 1 т угля C=10,5 руб.

Затраты на проведение исследований и разработку проекта частичного извлечения угля из предохранительного целика составили 18 тыс. руб., затраты на предварительную подготовку сооружений к подработке и на содержание дополнительной бригады путейцев по усиленному надзору за состоянием пути и ее ремонту на протяжении всего периода продолжительности процесса сдвижения — 55 тыс. руб.

Всего затрат на составление проекта и осуществление мер охраны железной дороги M=18+55=73 тыс. руб.

Определение эффективности извлечения запасов угля из предохранительного целика под железной дорогой производится по формуле (3). Подставив в нее значения величин $ЗЗ$ и $A^c_{ЗЗ}$ для Кузнецкого бассейна из табл. 1 и приведенные выше величины остальных показателей, получим:

$$Э_п = З_д[ЗЗ + 0{,}03\ (A_{ЗЗ} - A^c)Ц - (С - a)] - М = 400 \text{ тыс. т} \times$$

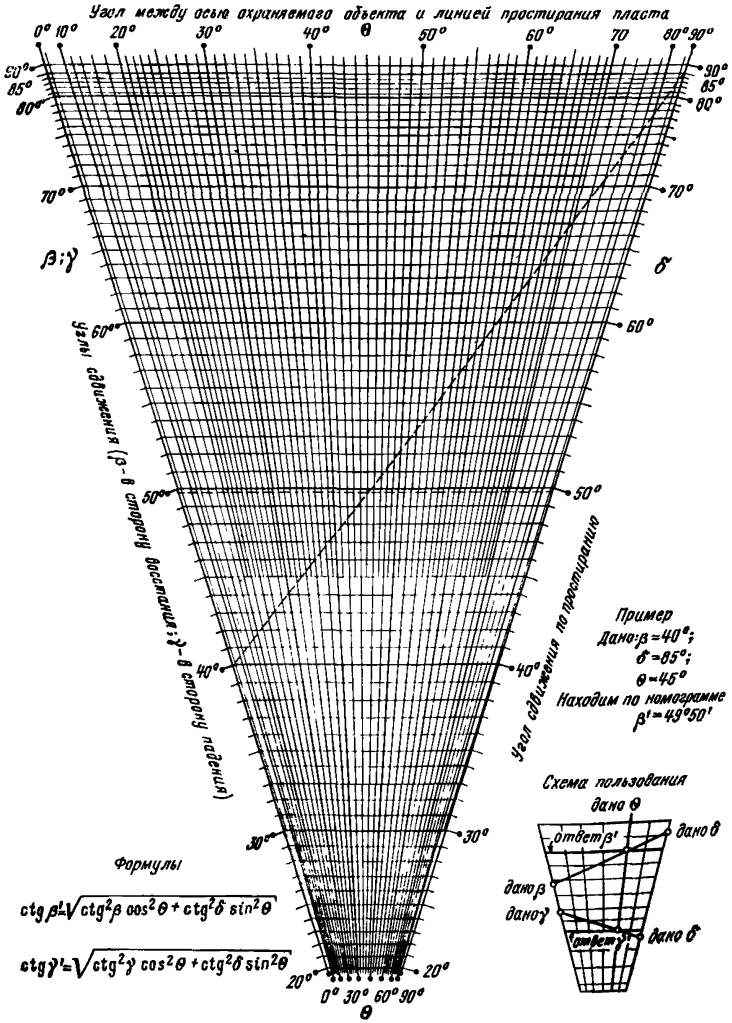
$$\times [14{,}10 + 0{,}03(16 - 17{,}1)10 - (10{,}50 - 0{,}40)] - 73 \text{ тыс. руб.} = 400 \text{ тыс.} \times$$

$$\times [14{,}10 - 0{,}33 - 10{,}10] - 73 \text{ тыс.} = 400 \text{ тыс.} \cdot 3{,}67 - 73 \text{ тыс.} = 1468 \text{ тыс.} -$$

$$- 73 \text{ тыс.} = 1395 \text{ тыс. руб.}$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

НОМОГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛОВ СДВИЖЕНИЙ β' И γ'



Номограмма для определения углов сдвижения β' и γ'

ГОРНЫЕ МЕРЫ ОХРАНЫ ПОДРАБАТЫВАЕМЫХ СООРУЖЕНИЙ И ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

1. Горные меры охраны предназначаются для уменьшения деформаций земной поверхности в основании подрабатываемого объекта.

2. Горно-геологические условия, в которых целесообразно применение различных горных мер охраны, коэффициент извлечения запасов, коэффициент снижения деформаций (отношение деформаций земной поверхности при применении горной меры к деформациям при полной подработке), требования к подрабатываемому объекту приведены в табл. 1.

3. Выбор наиболее приемлемой меры охраны сооружений осуществляют в следующей последовательности.

В соответствии с представленным вариантом полного извлечения запасов угля обычным для шахты способом определяют максимальные ожидаемые деформации поверхности под охраняемым объектом. Расчет производят по тем видам деформаций, по кото-

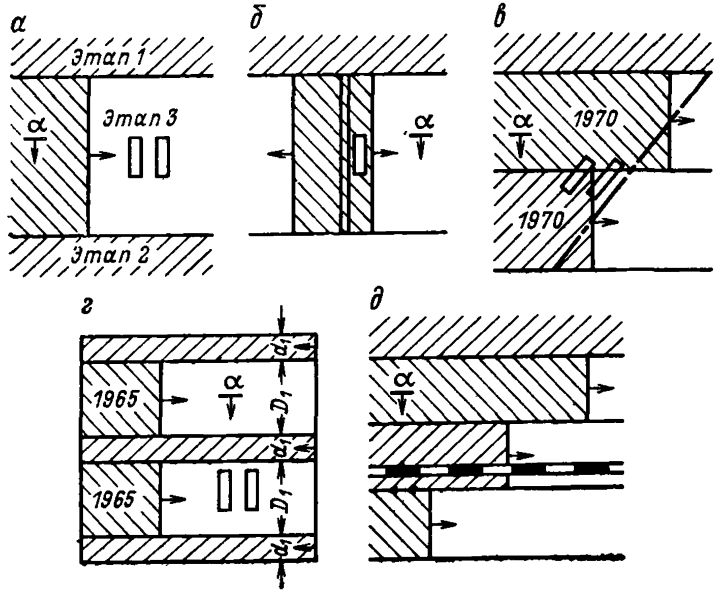


Рис. 1. Схема выемки запасов угля под объектом:

а — в несколько этапов; *б* — двумя расходящимися забоями; *в* — забоями, движущимися с заданным опережением; *г* — «парными штреками»; *д* — короткими забоями, движущимися с опережением не менее 0,5*H*

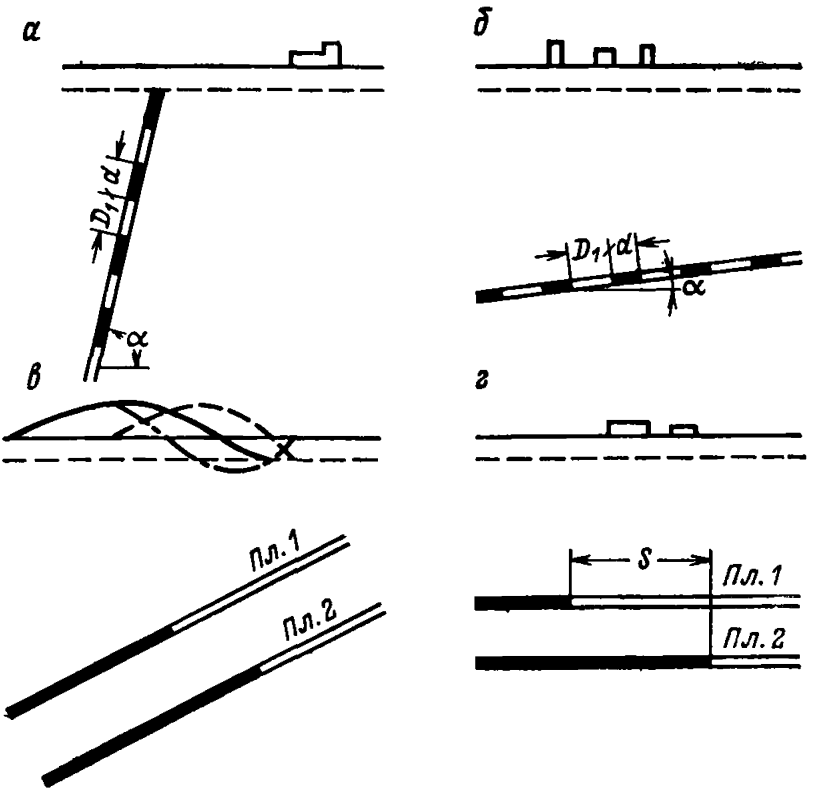


Рис. 2. Горные меры охраны:

а — частичная выемка запасов в крутых пластах; *б* — частичная выемка запасов в пологих пластах; *в* — выемка, исключающая суммирование однозначных деформаций; *г* — разработка пластов с разрывом во времени более продолжительности процесса сдвижения от одного пласта

рым заданы допустимые деформации. При отработке нескольких горизонтов и выемке свиты пластов определяют ожидаемые суммарные деформации поверхности на каждый характерный этап планируемой выемки запасов. При этом в качестве окончательных значений принимают максимальное из полученных на все характерные этапы отработки запасов.

Допустимые деформации охраняемого объекта сравнивают с ожидаемыми и определяют коэффициент необходимого уменьшения деформаций с помощью проектируемых горных мер (λ), равный отношению допустимых деформаций к максимальным ожидаемым. Если допустимые деформации заданы несколькими показателями, то сравнивают каждый из них, а горные меры выбирают исходя из наименьшего коэффициента λ. Если допустимые деформации заданы только по наиболее опасному для сооружения направлению, то защитные горные меры рассчитывают по этому направлению.

В зависимости от найденного коэффициента необходимого уменьшения деформаций земной поверхности из табл. 1 выбирают возможные способы извлечения запасов угля в зоне влияния на

Таблица 1

Горные меры охраны подрабатываемых сооружений и природных объектов

Способы отработки пластов	Условия применения	Коэффициент извлечения запасов	Коэффициенты уменьшения деформаций земной поверхности по простиранию пласта	Коэффициенты уменьшения деформаций земной поверхности по падению пласта	Коэффициенты уменьшения деформаций земной поверхности по диагональному направлению	Характеристика подрабатываемых объектов
1. В несколько этапов (рис. 1,*а*)	$H \leqslant 250$ м; $\alpha \leqslant 30°$; $\frac{\varepsilon}{[\varepsilon]} \leqslant 1{,}5$	Не изменяется	—	0,3	—	Обособленные здания и сооружения ограниченных размеров с четко выраженной продольной осью, ориентированной по линии падения пласта ($\pm 10°$)
2. Двумя расходящимися забоями (рис. 1,*б*)	То же	То же	—	0,3	—	То же
3. Забоями, движущимися с заданным опережением (рис. 1,*в*)	»	»	—	—	0,5	То же, но продольная ось направлена диагонально к линии простирания
4. «Парными штреками» (рис. 1,*г*)	$H \leqslant 350$ м; $\alpha \leqslant 30°$; $\frac{\varepsilon}{[\varepsilon]} \leqslant 1{,}5$; $D_1 = (1{,}5 \div 2{,}0)\, d_1$	0,9—1,0	—	0,3	0,3	То же, но продольная ось направлена по падению или диагонально
5. Короткими забоями, движущимися с опережением не менее $0{,}5H$ (рис. 1,*д*)	$H > 150$ м; $\alpha < 60°$; $\frac{\varepsilon}{[\varepsilon]} \leqslant 2{,}5$	То же	0,3—0,5	—	—	Железные дороги, трубопроводы и другие объекты, ориентированные по направлению движения забоя по простиранию
6. На неполную мощность пласта $[m]$	Для зданий и сооружений $[m] = \frac{m[\varepsilon]}{\varepsilon}$; для водных объектов $[m]$ определяется обратным расчетом по табл. 6.1 или 6.2 (см. п. 6.11), в которой $H_б$ заменяется величиной H	$\frac{[m]}{m}$	—	$\frac{[m]}{m}$		Объекты ограниченных размеров, водные объекты
7. С закладкой выработанного пространства	$m_з \leqslant [m]$ — экономическая целесообразность	0,9—1,0	0,1—0,5			Города, поселки, заводы, комплексы сооружений, водные объекты
8. Камерами с закладкой	$H > 100$ м; $\alpha \leqslant 30°$, когда другие меры неприменимы; $d \approx D_1 < 10$ м	0,5—0,7	Менее 0,1			Ответственные объекты ограниченных размеров, когда строительные мероприятия не могут быть применены; подработка площадей с высоким уровнем грунтовых вод
9. Частичная выемка запасов в крутых пластах (рис. 2,*а*)	$\alpha > \alpha_{пр}$; $m < 3{,}0$ м; $D_1 = 30 \div 70$ м; $0{,}5D_1 \leqslant d \leqslant D_1$	0,5—0,6; $\frac{D_1}{D_1 + d}$	0,1 и менее			Объект расположен над породами лежачего бока разрабатываемого пласта
10. Частичная выемка запасов в пологих пластах (рис. 2,*б*)	$150 \leqslant H \leqslant 500$ м; $\alpha \leqslant 30°$; $m \leqslant 2{,}5$ м; один пласт; $D_1 = 30 \div 100$ м; $d = (0{,}3 \div 0{,}7)\, D_1$	0,6—0,7 $\frac{D_1}{D_1 + d}$	0,05—0,40			Объекты, требующие уменьшения ожидаемых деформаций земной поверхности не менее чем в 2,5 раза

Продолжение табл. 1

Способы отработки пластов	Условия применения	Коэффициент извлечения запасов	Коэффициенты уменьшения деформаций земной поверхности по: простиранию пласта	по: падению пласта	по: диагональному направлению	Характеристика подрабатываемых объектов
11. По схемам, исключающим полное суммирование однозначных деформаций (рис. 2,*в*)	$\alpha \leqslant 30°$; свита пластов; для водных объектов не более трех пластов при выполнении условия $\Sigma K_0 \leqslant K_{01}$	Не изменяется	0,3—0,5			Здания и сооружения, для которых $[\varepsilon] \geqslant 3 \cdot 10^{-3}$; водные объекты, расположенные на земной поверхности или приуроченные к аллювиальным отложениям
12. Разработка пластов с разрывом во времени более продолжительности процесса сдвижения от одного пласта (рис. 2,*г*)	От одного пласта $\varepsilon < [\varepsilon]$; свита пластов; $S = CT$	То же	Деформации не превосходят максимальных деформаций от одного наиболее мощного пласта			Объекты, для которых последствия от первой подработки могут быть полностью ликвидированы (железные дороги, трубопроводы и др.)
13. С разделением пласта на слои	Для водных объектов при $h_г \geqslant 2m$; каждый слой отрабатывается по окончании периода опасных деформаций после отработки вышележащих слоев; $m_c < [m]$; $[m]$ определяется согласно п. 6 настоящей таблицы	До 1	Снижения деформаций земной поверхности не требуется			Водные объекты
14. Оставление предохранительных целиков	Когда другие меры не применимы	0	До безопасных величин			Ответственные сооружения, водные объекты

Обозначения: H — глубина горных работ; α — угол падения пласта; ε — ожидаемые горизонтальные деформации; $[\varepsilon]$ — допустимые горизонтальные деформации; D_1 — ширина выработанного пространства; d_1 — предельная ширина очистной выработки, при которой сдвижение пород не достигает земной поверхности; $[m]$ — допустимая вынимаемая мощность пласта; m — мощность пласта; $m_э$ — эффективная мощность пласта при применении закладки (определяется по п. 3.2 Приложения 1); d — ширина междукамерного (междулавного) целика; ΣK_0 — ожидаемая максимальная суммарная кривизна на нижнем контуре водного объекта, обусловленная выемкой данного и ранее отработанных пластов; K_{01} — ожидаемая максимальная кривизна на нижнем контуре водного объекта, обусловленная выемкой верхнего пласта на безопасной глубине, определенной по п. 6.11 настоящих Правил; S — опережение при разработке свиты пластов; C — скорость подвигания забоя; T — продолжительность процесса сдвижения; $h_г$ — мощность глин и суглинков в основании водного объекта; m_c — мощность слоя при разработке пласта слоями.

охраняемый объект. На основе анализа конкретных геологических условий, технологических возможностей шахты в развитии горных работ, а также факторов, определяющих дополнительные затраты, окончательно выбирают меры защиты.

Параметры выбранных горных мер охраны для зданий и сооружений определяют согласно «Методическим указаниям по проектированию горных мер защиты подрабатываемых объектов» (Л., изд. ВНИМИ, 1975) или из опыта и результатов наблюдений.

В пластах, опасных по горным ударам, а также склонных к внезапным выбросам угля, породы и газа, параметры горных мер охраны должны удовлетворять требованиям «Инструкции по безопасному ведению горных работ на шахтах, разрабатывающих пласты, опасные по горным ударам» и «Инструкции по безопасному ведению горных работ на пластах, склонных к внезапным выбросам угля, породы и газа».

4. Исходными данными для проектирования горных мер охраны служат:

допустимые деформации земной поверхности в основании наиболее ответственного сооружения, а также установленного в нем технологического оборудования;

планы горных выработок рабочих пластов, залегающих в зоне влияния на объект, с нанесенным на них наиболее вероятным вариантом полной выемки запасов обычным для шахты способом;

совмещенный план поверхности и характерные геологические разрезы с выделенными на них слоями мощных крепких пород;

характеристики пород, тектонических нарушений и угольных пластов, включая сведения об опасности по горным ударам, внезапным выбросам угля и газа и т. д.;

технологические возможности и ограничения шахты в осуществлении горных мер защиты, порядке отработки лав и пластов, количестве одновременно работающих лав и т. д.

5. Охрана зданий и сооружений путем применения горных мер должна осуществляться по проекту, включающему:

данные о горно-геологических условиях подработки охраняемых объектов, планы горных работ и разрезы с нанесенными на них тектоническими нарушениями, литологией, проектируемыми и ранее пройденными выработками по всем пластам, попадающим в зону влияния на охраняемый объект;

данные об ожидаемых деформациях земной поверхности при обычном и проектируемом способах извлечения запасов;

сведения об охраняемых сооружениях санитарно-технических сетях и технологическом оборудовании, необходимые для определения допустимых и предельных деформаций;

обоснование выбранных мер охраны и ожидаемый технический и экономический эффект от реализации проекта;

проект наблюдательной станции и программу наблюдений, предусматривающий проведение инструментальных наблюдений за сдвижением земной поверхности и подрабатываемого объекта.

6. При складчатом залегании пластов, а также в условиях, когда возможны сосредоточенные деформации земной поверхности, горные меры проектируют с привлечением специализированных организаций (например, ВНИМИ). К помощи этих организаций следует прибегать также, когда инструментальными наблюдениями или визуальными осмотрами установлено, что фактические деформации земной поверхности или объекта в 1,5 раза больше ожидаемых на данном этапе подработки или допустимых значений.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗНОСА КАМЕННЫХ СТЕН ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ С ТРЕЩИНАМИ ПРИ НАТУРНОМ ОБСЛЕДОВАНИИ

Определение износа (в процентах) проводится на основании визуального обследования наружных стен здания. Износ определяется по таблице для каждого из участков стен, имеющих различную изношенность. Общий износ стен определяется сложением износа отдельных участков, взвешенных по удельному весу их в общей площади стен.

Износ, %	Признаки износа
0—10	Трещины вертикальные и косые в междуэтажных поясах и частично в простенках. Большинство трещин волосные. Максимальные трещины до 1 мм
11—20	Трещины вертикальные и косые в междуэтажных поясах и частично в простенках. Большинство трещин (70%) до 2 мм. Максимальные трещины до 5 мм. Вдоль трещин возможны небольшие сколы штукатурки
21—30	Трещины вертикальные и косые в междуэтажных поясах и частично в простенках. 70% всех трещин раскрытием до 4 мм. Максимальные трещины до 12 мм. Вдоль широких трещин возможны сколы и осыпи штукатурки
Более 30	Трещины вертикальные и косые в междуэтажных поясах и частично в простенках. Максимальные трещины раскрытием шире 12 мм. Отслоение и падение штукатурки вдоль широких трещин

Пример. Требуется определить износ стен кирпичного здания. При осмотре обнаружено: 1) стены по трем фасадам имеют признаки, соответствующие 10% износа; 2) стены по четвертой торцевой стороне имеют признаки, соответствующие 30%-ному износу.

Рабочая таблица подсчета износа

Участок	Удельный вес в общей площади всех фасадных стен, %	Износ участка, стены, %	Износ участка, взвешенного по удельному весу, %
По продольным и северному торцевому фасадам	70	10	$\frac{70}{100} 10 = 7$
По торцевому южному фасаду	30	30	$\frac{30}{100} 30 = 9$
Итого: 100			

Округляя величину износа до кратного 5%, получаем износ стен, равный 15%.

ОЖИДАЕМЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ ПРИ ПОДРАБОТКЕ

Расчетный показатель суммарных деформаций Δl по формуле (4.2) настоящих Правил при этажности зданий				Максимальное раскрытие наибольшей трещины ζ_{max}, мм	Повреждения		
1—3		4—5			стен	перегородок	перекрытий (потолков и несущих конструкций)
износ стен до 25%	износ стен более 25%	износ стен до 25%	износ стен более 25%				
1	2	3	4	5	6	7	8
0—30	0—10	0—60	0—20	0—3	Трещины вертикальные и косые в междуэтажных поясах и частично в простенках. Большинство (70%) всех трещин раскрытием до 1,5 мм	Небольшие (до 3 мм) трещины в местах примыкания к капитальным стенам. Небольшое (до 10% общей площади всех перегородок) появление диагональных трещин шириной до 3 мм	Трещины шириной до 2 мм по контуру потолков в месте примыкания их к стенам и перегородкам с шелушением и осыпанием побелки (в 20% общего количества помещений в здании)
30—60	10—20	60—90	20—70	3—6	Трещины вертикальные и косые в междуэтажных поясах и частично в простенках. Большинство (70%) всех трещин раскрытием до 2 мм. Отход капитальных стен от перегородок с образованием щелей до 8—10 мм	Характер трещин сохраняется (см. предыдущую стадию). Трещины до 3—4 мм	Кроме трещин по контуру потолков (до 3 мм) возникают трещины в местах стыков плит или щитов перекрытий с осыпанием побелки, а также косые волосные трещины в штукатурке (в 30% от общего количества помещений в здании). В случае большого намета и низкого качества штукатурных работ возможно, в редких случаях, отслоение штукатурки вдоль трещин
60—120	20—80	90—150	70—110	6—12	Трещины вертикальные и косые в междуэтажных поясах и частично в простенках. 70% всех трещин раскрытием до 4 мм. Вдоль трещин возможны сколы некачественной штукатурки	Трещины в местах примыкания к капитальным стенам до 15 мм. Примерно в 20% общего количества помещений перегородки поражены косыми трещинами 3—4 мм. По трещинам наблюдаются сколы некачественной штукатурки	Трещины до 10 мм по контуру потолков и в стыках плит или щитов перекрытий с отслоением штукатурки. Косые (диагональные) трещины раскрытием 5—6 мм. В редких случаях наблюдаются отслоения штукатурки площадью до 1 м². Поражены трещинами потолки в 80% от общего количества помещений
120—150	80—150	150—190	110—170	12—18	Новых трещин по сравнению с предыдущей стадией почти не появляется. 70% всех трещин раскрытием до 5 мм	Характер трещин не изменяется в сравнении с предыдущей стадией. Ширина трещин на примыкании к капитальным стенам может достигнуть 25 мм	В 30% от общего количества помещений может наблюдаться расстройство потолков с отслоением штукатурки. В остальных комнатах раскрытие трещин до 3 мм с шелушением побелочных слоев и редкими случаями отслоения штукатурки вдоль трещин
150—170	150—170	190—220	170—220	18—24	Новых трещин почти не возникает, 70% всех трещин раскрытием до 5—6 мм. Вывалы штукатурки вдоль самых широких трещин	Характер не изменяется. Ширина трещин на примыкании к капитальным стенам 25—30 мм	В 50% от общего количества помещений сильное расстройство потолков с массовым обрушением штукатурки. В остальных помещениях трещины раскрытием до 3 мм, с шелушением побелочных слоев и редкими случаями вывалов штукатурки вдоль трещин
170—180	170—180	220—240	220—240	24—30	Характер трещин остается аналогичным предыдущей стадии. 70% всех трещин раскрытием до 6—8 мм	Характер повреждений остается прежним. Ширина трещин на примыкании к капитальным стенам достигает 50 мм	Характер повреждений потолков остается прежним. Массовые обвалы штукатурки. Возможны обрушения несущих конструкций щитов наката, плит перекрытий

Продолжение приложе. 7

Расчетный показатель суммарных деформации Δl по формуле (4.2) настоящих Правил при этажности зданий				Максимальное раскрытие наибольшей трещины δ_{max}, мм	Повреждения	
1—3		4—5				
износ стен до 25%	износ стен более 25%	износ стен до 25%	износ стен более 25%		полов	окон и дверей
1	2	3	4	5	9	10
0—30	0—10	0—60	0—20	0—3		Небольшие перекосы окон и дверей (15% от общего количества)
30—60	10—20	60—90	20—70	3—6		Небольшие перекосы окон и дверей (25% от общего количества)
60—120	20—80	90—150	70—110	6—12	В местах примыкания к капитальным стенам возникают щели. Отставание плинтусов от стен	Перекос окон и дверей (35% от общего количества)
120—150	80—150	150—190	110—170	12—18	Может иметь место отход капитальных стен до 25 мм В некоторых помещениях наблюдается расстройство и пучение полов	Перекосы окон и дверей (80% от общего количества)
150—170	150—170	190—220	170—220	18—24	Расстройство и пучение полов. Отход капитальных стен до 50 мм	Сильные перекосы окон и дверей (80% от общего количества)
170—180	170—180	220—240	220—240	24—30	Отход плинтусов от капитальных стен до 80 мм. Сильное расстройство и пучение полов	Характер повреждений остается прежним

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА КРЕПОСТИ ТОЛЩИ КОРЕННЫХ ПОРОД НА НЕИЗУЧЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

1. Для определения коэффициента крепости толщи коренных пород f необходимы данные о прочности при одноосном сжатии отдельных литологических разностей, слагающих покрывающую пласты толщу.

2. Прочность пород при одноосном сжатии определяется по образцам, отобранным из скважин, пробуренных с поверхности. Образцы пород для испытаний должны отбираться в соответствии с «Инструкцией по отбору проб горных пород» (Л., ВНИМИ, 1965) или другими подобными методическими пособиями. Испытывать образцы можно по другой методике, но при этом к результатам испытаний должно быть приложено подробное описание принятой методики.

3. Местоположение скважин на исследуемой площадке и количество их выбирается с таким расчетом, чтобы покрывающая пласты толща на участках опробования содержала все типичные литологические разности, залегающие в пределах этой площади: мощность опробуемой толщи должна соответствовать максимальной (перспективной) глубине горных работ, но не более 500 м (считая от контакта коренных пород с наносами).

4. В результате проведенных испытаний определяется коэффициент крепости каждого опробованного слоя горной породы

$$f_{л} = \sigma_{сж}/(9{,}8 \cdot 10^6), \tag{1}$$

где $f_{л}$ — коэффициент крепости опробованного слоя горной породы (при расчетах индекс «л» при f заменяется наименованием исследуемой породы, например $f_{п}$, $f_{а}$ и т. п.,); $\sigma_{сж}$ — предел прочности при одноосном сжатии этого же слоя горной породы, Па; $9{,}8 \cdot 10^6$ — переходный коэффициент, Па.

Если слой породы опробован в нескольких точках (например, у верхнего и нижнего контактов и в середине), вычисляется среднее значение $\sigma_{сж}$.

5. По полученным значениям $f_{л}$ для каждого слоя породы определяются средние взвешенные по мощности слоев значения коэффициентов крепости для двух групп литологических разностей (см. ниже пример определения коэффициента крепости пород):

а) песчаники совместно с известняками и другими породами, имеющими близкие к ним значения $\sigma_{сж}$ (например, крепкие конгломераты, гравелиты и др.)

$$f_{п} = \Sigma m_{п_i} f_{п_i} / \Sigma m_{п_i}; \tag{2}$$

б) алевролиты (песчаные сланцы) совместно с аргиллитами (глинистыми сланцами) и другими породами, имеющими близкие к ним значения $\sigma_{сж}$ (например, углистые сланцы, уголь и др.)

$$f_{а} = \Sigma m_{а_i} f_{а_i} / \Sigma m_{а_i}, \tag{3}$$

где $m_{п_i}$ и $m_{а_i}$ — мощность опробованных слоев соответственно песчаников (известняков) и алевролитов (аргиллитов).

6. Коэффициент крепости f для опробованной толщи коренных пород находится по формуле

$$f = (30 f_{п} + 70 f_{а})/100, \tag{4}$$

где $f_{п}$ и $f_{а}$ — коэффициент крепости пород групп «а» и «б» соответственно из формул (2) и (3);

30 и 70 — принятое для расчетного геологического разреза содержание пород групп «а» и «б», %.

7. Определяется отношение $A = f_{а}/f_{п}$.

Если отношение $f_{а}/f_{п} \geqslant 0{,}5$, то группа месторождения определяется по табл. 7.39 настоящих Правил по значению f, вычисленному по формуле (4).

Если $f_а/f_п<0,5$, то учитывается процентное содержание песчаников (C):

а) при $C\leqslant 30\%$ — группа месторождения определяется величиной f;

б) при $C>30\%$ — месторождение относится к группе со следующим порядковым номером.

Пример определения коэффициента крепости f толщи коренных пород

Для определения крепости толщи коренных пород на участке поля шахты «Красноармейская-Капитальная» № 1 (Донецкий бассейн) пробурена скважина № 3320 в районе заложения нового шахтного ствола. В пределах шахтного поля залегают пласты угля марок Г, Г—Ж. В скважине были отобраны образцы всех пересеченных ею литологических разностей до глубины свыше 1200 м. Бурение скважины, отбор образцов и их испытания производились трестом «Артемгеология» Прочность пород при одноосном сжатии определялась по методу соосных пуансонов.

Поскольку скважина пересекла толщу коренных пород мощностью более 500 м, определим f для $H=500$ м.

На исследуемом участке залегают следующие литологические типы пород: песчаники, песчаные сланцы (алевролиты), глинистые сланцы (аргиллиты), известняки, углистые сланцы и пласты угля. Процентное содержание песчаников в толще $C<30\%$.

Для удобства производства расчета исходные данные сведем в табл. 1 (в таблице приведены не все данные опробования).

Таблица 1

Исходные данные для определения коэффициента крепости f

№ п/п	Литологический тип породы	Глубина залегания почвы слоя, м	Мощность слоя по оси скважины $m_л$, м	$f_л$	$m_л f_л$
1	Сланец глинистый	13,85	2,55	1,2	3,1
2	Сланец песчаный	15,90	2,05	0,9	1,8
3	Сланец глинистый	18,40	2,50	1,2	3,0
. . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . .	. . . .
196	Песчаник мелкозернистый кварцевый	508,30	7,83	4,8	37,7
Итого по песчаникам $\Sigma m_п=96,1$					590,1
Итого по сланцам $\Sigma m_а=418,0$					1260,0

В соответствии с п. 5 определяем средние взвешенные значения коэффициентов крепости для двух групп литологических разностей:

а) песчаники совместно с известняками

$$f_п=\Sigma m_{п_i} f_{п_i}/\Sigma m_{п_i}=590,1/96,1=6,2;$$

б) песчаные, глинистые и углистые сланцы, пласты угля

$$f_а=\Sigma m_{а_i} f_{а_i}/\Delta m_{а_i}=1260/418=3.$$

Коэффициент A согласно п. 7 $A=f_а/f_п=3,0/6,2<0,5$.

Коэффициент крепости толщи коренных пород мощностью $H=500$ м определяем по формуле (4)

$$f=\frac{6,2\cdot 30+3,0\cdot 70}{100}=4.$$

При $f=4$ и $C<30\%$ участок данного шахтного поля в соответствии с п. 7 следует отнести к группе VI независимо от значения A.

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАВИЛ И УКАЗАНИЙ ПО ОХРАНЕ СООРУЖЕНИЙ И ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ ВРЕДНОГО ВЛИЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАЗРАБОТОК, ОТМЕНЯЕМЫХ С ВВОДОМ В ДЕЙСТВИЕ НАСТОЯЩИХ ПРАВИЛ

Нормативный документ	Место и год издания
1. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на Буланашском угольном месторождении.	Москва, 1969
2. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок в Донецком угольном бассейне	Москва, 1972
3. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок в Карагандинском угольном бассейне	Ленинград, 1958
4. *Изменения и дополнения к Правилам* охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок в Карагандинском угольном бассейне	Москва, 1969
5. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок в Кизеловском угольном бассейне	Ленинград, 1967
6. *Правила охраны* сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок в Кузнецком угольном бассейне	Ленинград, 1968
7. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок во Львовско-Волынском угольном бассейне	Москва, 1971
8. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок в Печорском угольном бассейне	Ленинград, 1967
9. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок в Подмосковном угольном бассейне	Ленинград, 1958
10. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных выработок в Челябинском буроугольном бассейне	Ленинград 1967
11. Правила охраны сооружений от вредного влияния подземных разработок Черемховского каменноугольного бассейна	Ленинград, 1951
12. Указания по охране сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на буроугольных месторождениях Днепровского бассейна	Москва, 1957

Продолжение прилож. 9

Нормативный документ	Место и год издания
13. Указания по охране сооружений от вредного влияния подземных горных выработок на угольных и сланцевых месторождениях с неизученным характером сдвижения пород	Москва, 1951
14. Указания по охране сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях комбината «Приморскуголь»	Москва, 1971
15. Указания по охране сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на шахтах комбината «Сахалинуголь»	Москва, 1966
16. Указания по охране сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях Средней Азии	Москва, 1971
17. Указания по охране сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок и выемки угольных пластов под руслами рек и склонами гор на Ткварчельском месторождении	Москва, 1958
18. Указания по определению условий безопасной выемки угля под водными объектами и их охране	Ленинград, 1977

С вводом в действие настоящих Правил остаются в действии следующие нормативные документы:

1. Дополнения к Правилам охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок в Подмосковном угольном бассейне. Л, 1964.

2. Указания по охране лесонасаждений от вредного влияния подземных горных разработок в Подмосковном угольном бассейне. Л, 1977.

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЫЧИСЛЕНИЙ РАСЧЕТА ОЖИДАЕМЫХ СДВИЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ

1. На основе рекомендаций Приложения 1 Правил, которые приняты в качестве алгоритма, ВНИМИ для ЭВМ ЕС-1033 разработана программа *SREPK*, позволяющая рассчитывать ожидаемые сдвижения и деформации земной поверхности при отсутствии сдвижения пород лежачего бока в главных сечениях мульды сдвижения, в точках сечений, параллельных главным сечениям, и точках земной поверхности по направлениям, не параллельным главным сечениям мульды. Эта программа является усовершенствованным вариантом программы «Пласт» для ЭВМ «Минск-32», которая передана в ОФАП Минуглепрома СССР в 1980 г. По ней можно производить расчеты на разрезах вкрест и по простиранию пластов, а также по площади в точках шахтного поля (до 500 точек) для любого рассматриваемого бассейна при углах падения α, меньших $\alpha_п$.

Для каждой точки шахтного поля рассчитываются оседания и следующие величины сдвижений и деформаций вкрест и по простиранию пластов: наклоны, кривизна при $\alpha<45°$, горизонтальные деформации и горизонтальные сдвижения. Кроме того, для точек, расположенных по линиям, не параллельным главным сечениям, дополнительно рассчитываются величины скашивания и скручивания земной поверхности.

Результаты, полученные в процессе выполнения программы, а также исходные данные выдаются на печать в виде нескольких таблиц. Две из них (таблица исходных данных и таблица сдвижений и деформаций в заданных точках шахтного поля от рассматриваемой лавы) печатаются всегда. По соответствующим признакам выдаются таблицы: деформаций для рассматриваемой лавы в главных сечениях мульды; суммарных деформаций от нескольких лав (суммирование производится алгебраически); суммарных положительных и отрицательных деформаций (для каждой заданной точки отдельно суммируются положительные и отрицательные величины) и максимальных деформаций (максимум выбирается из алгебраической суммы и абсолютных значений от каждой лавы).

Программа *SREPK* позволяет с помощью графопостроителя БЕНСОН строить графики ожидаемых сдвижений и деформаций по разрезам, а также выводить полученную информацию на магнитную ленту, которая используется в программе *MKHARDY*, также разработанной ВНИМИ, для рисовки изолиний сдвижений и деформаций по площади на планах поверхности.

2. Исходные данные к программе выбираются из Правил, планов и разрезов шахтного поля и набиваются на перфокарты согласно табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные

Номер перфокарты	Номер колонок на перфокарте	Идентификатор	Данные	Формат
I	1	*IK*	Признак задания, названия шахты и объединения	*I*1

Примечания. 1 — если расчет относится к новому шахтному полю, т. е. данная лава является первой в этой серии, участок памяти, предназначенный для суммирования, очищается: 0 — если расчет относится к той же шахте и объединению, что и предыдущая лава, если УК — 0, то II и III перфокарты не нужны; 2 — если расчет относится к последней лаве из серии.

II	1—3	*IKL*	Шифр бассейна, месторождения	*I*3

Примечание. 001 — Донбасс, 002 — Кузбасс, 003 — Карагандинский, 004 — Челябинский, 005 — Кизелловский, 006 — Львовско-Волынский, 007 — Воркутинское месторождение, 008 — Интинское месторождение, 009 — Буланашское месторождение, 010 — Подмосковный, II и III перфокарты отсутствуют, если *IK*=0.

III	1—20 21—40	*SLI* *SLI*	Название объединения Название шахты	5A4 5A4
IV	1—4 5—8	*SM*1 *SM*2	Название пласта Название лавы	A4 A4
V	1	*NGG*	Признак «старой *J1*» или «новой» выработки и наличия известняков	*I*1

Примечание. 0 — если выработка «новая», известняков нет; 1 — если выработка «новая» при наличии известняков; 2 — если выработка «старая» без известняков; 3 — если выработка «старая» при наличии известняков. Известняки могут быть только в Кизеловском бассейне, «старая» выработка определяется по Правилам, как для расчета от ранее пройденных выработок.

	2	*IPG*	Признак печати деформаций в главных сечениях	*I*1

Примечание. 0 — не печатать, *1* — печатать (обязательно, если $L \bigcirc^{V}_{\Lambda} XY=0$, см. далее)

	3	*ILS*	Признак печати суммарных деформаций	*I*1

Примечание. 0 — не печатать; *1* — печатать таблицу суммарных деформаций с учетом знаков; 2 — печатать предыдущую таблицу суммарных деформаций и таблицу с суммированием деформаций отдельно положительных и отрицательных.

Номер перфокарты	Номер колонок на перфокарте	Идентификатор	Данные	Формат
	4	*IKM*	Признак вывода информации на БЕНСОН	*I*1

Примечание. 0 — не выводить, 1 — выводить с гор. масштабом 1 : 1000; 2 — выводить с гор. масштабом 1 : 2000; 3 — выводить с гор. масштабом 1 : 5000; 4 — выводить с гор. масштабом 1 : 10 000; на графопостроителе БЕНСОН строятся графики максимальных сдвижений и деформаций вкрест простирания; 5 — запись координат и максимальных деформаций на магнитную ленту для рисовки изолиний.

VI	1	*NG*1	Марка угля	*I*1

Примечание. 0 — для всех бассейнов, кроме Донбасса; 1 — марка угля ПА—А; 2 — марка угля Д—Г; 3 — марка угля Ж, К, ОС, Т.

	2—7	*HN*	Мощность наносов h, м	*F* 6.0
	8—11	*FI*0	Граничный угол 4,0 в наносах φ_0, градус	*F* 4.0
	12—17	*HM*	Мощность мезостойких отложений $H_м$, м	*F* 6.0
	18—21	*AM*	Угол падения мезостойких отложений $\alpha_м$, градус	*F* 4.0
	22—25 26—29 30—33	*GOM* *BOM* *DOM*	Граничные углы в мезостойких отложениях $\gamma_{ом}$, $\beta_{ом}$, $\delta_{ом}$, градус	*F* 4.0
VII	1—4	*AA*	Угол падения пласта α (градус); расчет ведется до значения предельного угла падения $\alpha_п$	*F* 4.1
	5—10	*HSR*	Средняя глубина разработки $H_{ср}$, м	*F* 6.1
	11—16	*H*1	Расстояние между ранее подработанным пластом и поверхностью H_1, м	*F* 6.1
	17—20	*OM*	Средняя мощность пласта m, м	*F* 4.1
	21—26	*D*1	Длина лавы вкрест простирания D_1, м	*F* 6.1
	27—32	*DL*1	Размер целика по падению	*F* 6.1

Примечание. Если целика между лавами нет, то задается 0000,0.

	33—38	*DL*2	Размер целика по восстанию	*F* 6.1

Примечание. Если целик очень большой, то условно задается 9999,9.

Продолжение табл. 1

Номер перфокарты	Номер колонок на перфокарте	Идентификатор	Данные	Формат
	39—44	*D2*	Длина лавы по простиранию D_2, м	*F* 6.1
	45—50	*DL3*	Размер целика по простиранию	*F* 6.1

Примечание. Если целика нет, то задается 0000,0, если целик большой, то задается 9999,9.

	51—56	*DL4*	Размер целика в направлении, обратном к простиранию	*F* 6.1
	57—60	*UKB*	Коэффициент усадки закладки B_1	*F* 4.2

Примечание. Если закладки нет, то задается 1.00.

	61—64	*HH*	Неполнота закладки	*F* 4.2

Примечание. $h_н$ для всех бассейнов, кроме Кузнецкого, для Кузбасса вместо $h_н$ задается коэффициент $K_р$, если закладки нет, то задается 0.00.

	65—68	*HK*	Коэффициент конвергенции $h_к$	*F* 4.2

Примечание. Если закладки нет, то задается 0,00.

VIII	1—4	*G0*	Граничные углы γ_0, β_0, δ_0, градус	*F* 4.1
	5—8	*B0*		
	9—12	*D0*		
	13—16	*PSI1*	Углы полных сдвижений ψ_1, ψ_2, ψ_3, градус	*F* 4.1
	17—20	*PSI2*		
	21—24	*PSI3*		
	25—28	TETA	Угол максимального оседания θ, градус	*F* 4.1
IX	1—3	$L\overset{\vee}{\underset{\wedge}{O}}XY$	Число точек	*I*3

Примечание. Не более 500, включая точку середины выработки. Если $L\overset{\vee}{\underset{\wedge}{O}}XY$ 0, расчет производится только в главных сечениях (признак *IPG* должен быть равен 1), и эта перфокарта последняя.

	4	*KKK*	Признак ввода координат	*I*1

Примечание. 1 — координаты точек вводятся, 0 — координаты те же, что и в предыдущем расчете. В этом случае XII перфокарта и следующие не нужны.

Продолжение табл. 1

Номер перфокарты	Номер колонок на перфокарте	Идентификатор	Данные	Формат
	5	*ILH*	Признак задания координат	*I*1

Примечание. 0 — если точки расположены произвольно; 1 — если точки расположены в узлах сетки с постоянным шагом или в частном случае на прямой (рис 1).

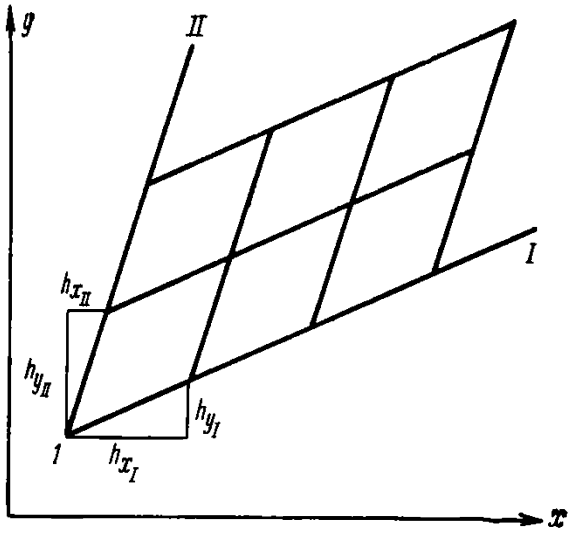


Рис. 1. Схема определения координат точек, расположенных в узлах сетки

X	1—4	*AS*0	Угол разворота лавы относительно простирания пласта	*F* 4.1

Примечание. Угол определяется от направления простирания пласта против часовой стрелки до оси лавы, обычно равен 00.0.

	5—8	*ASN*	Угол разворота линии не параллельной главным сечениям мульды	*F* 4.1

Примечание. λ—угол, отсчитываемый против часовой стрелки от направления простирания пласта до заданного направления.

XI	1—3	*NN*(1)	Номер центральной точки	*I*3

Примечание. Всегда 000.

Продолжение табл. 1

Номер перфокарты	Номер колонок на перфокарте	Идентификатор	Данные	Формат
	4—11	$XS(I)$	Абсцисса центра лавы	F 8.1

Примечание. Центр лавы принимается в середине выработки. Начало координат принимают произвольно.

	12—19	$\overset{\vee}{\underset{\wedge}{\circ}} YS(1)$	Ордината центра лавы	F 8,1

Примечание. Ось X направлена в сторону простирания пласта; ось Y — в направлении восстания пласта.

XII и т. д	1—3	$NN(I)$	Любой номер точки до 500	$I3$
	4—11	$XS(I)$	Абцисса точки	F 8,1
Если $KKK=1$ и $ILH=0$	12—19	$\overset{\vee}{\underset{\wedge}{\circ}} YS(I)$	Ордината точки	F 8,1

Примечание. XII перфокарта и т. д. для каждой точки, расположенной произвольно, ее номер и координаты.

XII	1—3	$NN(2)$	Номер начальной точки всегда 001	$I3$
Если $KKK=1$ и $ILH=1$	4—11	$XS(2)$	Абцисса точки	F 8,1
	12—19	$\overset{\vee}{\underset{\wedge}{\circ}} YS(2)$	Ордината точки	F 8,1
XIII	1—3	LXS	Число точек в первом ряду (см. рис. 1, число точек, включая начальную точку сетки)	$I3$
Если $KKK=1$ и $ILH=1$	4—11	$HXS1$	Абсцисса шага h_{x_I} (на рис. 1)	F 8,1
	12—19	$HYS1$	Ордината шага h_{y_I} (на рис. 1)	F 8,1
XIV	1—3	$LYS1$	Число точек во втором ряду (см. рис. 1)	$I13$
Если $KKK=1$ и $ILH=1$	4—11	$HXS2$	Абсцисса шага $h_{x_{II}}$ (на рис. 1	F 8,1
	12—19	$HYS2$	Ордината шага $h_{y_{II}}$ (на рис. 1)	F 8,1

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения 3

2. Определение границ зон влияния подземных разработок и продолжительности процесса сдвижения земной поверхности 5

3. Условия безопасной подработки зданий и сооружений и меры их охраны 16

4. Допустимые и предельные деформации земной поверхности для подрабатываемых зданий и сооружений 21

5. Условия безопасной выемки угля под наземными транспортными сооружениями и шахтными стволами 37

6. Условия выемки угля под водными объектами, лесонасаждениями и породными отвалами 41

7. Параметры процесса сдвижения 52

Донецкий бассейн 52
Кузнецкий бассейн 55
Карагандинский бассейн 58
Челябинский бассейн 59
Кизеловский бассейн 61
Львовско-Волынский бассейн 64
Воркутинское, Воргашорское, Юньягинское и Хальмерюское месторождения Печорского бассейна 65
Интинское месторождение Печорского бассейна 66
Буланашское месторождение Северного Урала 69
Подмосковный бассейн 71
Месторождения с неизученным или недостаточно изученным характером сдвижения горных пород 71

8. Правила построения предохранительных целиков 77
9. Примеры построения предохранительных целиков и выбора мер охраны 93

Пример 1. Построение предохранительного целика для отдельно стоящего здания 93

Пример 2. Построение предохранительных целиков для охраны промплощадки шахты 98

Пример 3. Построение предохранительного целика для охраны железной дороги МПС общего пользования 103

Пример 4. Построение предохранительных целиков в трех пластах для охраны двух глубоких вертикальных шахтных стволов с копрами и зданиями подъемных машин 106

Пример 5. Построение предохранительного целика для охраны наклонного шахтного ствола 109

Пример 6. Построение целиков-упоров в свите пластов для охраны сооружений, расположенных над крылом синклинальной складки 115

Пример 7. Построение предохранительных целиков для охраны здания, расположенного в лежачем боку свиты крутых пластов . . . 118

Пример 8. Построение предохранительного целика под ручьем . 121

Пример 9. Выбор рационального взаимного расположения очистных выработок при разработке двух пластов под водным объектом . . . 123

Приложение 1. **Методика расчета сдвижений и деформаций земной поверхности** 138
1 Основные понятия, термины и обозначения параметров сдвижения земной поверхности 128
2. Условия применения методики расчета 132
3. Расчет ожидаемых сдвижений и деформаций при отсутствии сдвижения пород лежачего бока 134
4. Расчет ожидаемых сдвижений и деформаций при наличии сдвижения пород лежачего бока 150
5. Расчет ожидаемых сдвижений и деформаций земной поверхности для условий синклинального залегания пород 157
6. Прогноз вероятных сдвижений и деформаций земной поверхности 167
7. Исходные параметры для расчета сдвижений и деформаций земной поверхности 175
8. Примеры расчета сдвижений и деформаций земной поверхности . . 244
Приложение 2. **Прогноз водопритоков в горные выработки при подработке водных объектов** 256
Приложение 3. **Методические рекомендации по определению экономической эффективности извлечения запасов угля из предохранительных целиков с применением мер охраны сооружений** 262
Приложение 4 **Номограмма для определения углов сдвижения β' и γ'** 265
Приложение 5. **Горные меры охраны подрабатываемых сооружений и природных объектов** 266
Приложение 6. **Определение износа каменных стен гражданских зданий с трещинами при натурном обследовании** 273
Приложение 7. **Ожидаемые повреждения конструкций гражданских зданий при подработке** 274
Приложение 8. **Методика определения коэффициента крепости толщи коренных пород на неизученных месторождениях** 277
Приложение 9. **Перечень Правил и Указаний по охране сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок, отменяемых с вводом в действие настоящих Правил** . 279
Приложение 10. **Автоматизация вычислений расчета ожидаемых сдвижений и деформаций** 281

Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях

Редактор издательства *Л. Ф. Тараканова*
Переплет художника *К. В. Голикова*
Художественный редактор *О. Н. Зайцева*
Технический редактор *Н. В. Жидкова*
Корректор *К. С. Торопцева*
Н/К

Сдано в набор 05.01.81 Подписано в печать 15.07.81 Т-21979
Формат 84 × 108¹/₃₂ Бумага типографская № 2 Гарнитура „Литературная"
Печать высокая Усл. печ. л. 15,12 Усл. кр. отт. 15,12 Уч.-изд. л. 17,49
Тираж 13 000 экз. Заказ 1016/8498—9 Цена 1 р. 20 к

Издательство «Недра», 103633, Москва, К-12, Третьяковский проезд, 1/19

Московская типография № 10 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10

gost.e-ecolog.ru