МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

ПРАВИЛА

охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок в Донецком угольном бассейне

(приказ от 21 февраля 1972 г. № 82)

г. Москва 1972

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

П Р И К А З

ква № 62 21.02.72.

Об утверждении "Правил охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок в Донецком угольном бассейне".

П Р И К А З Ы В А Ю :

Утвердить и ввести в действие разработанные Всесоюзным научно-исследовательским институтом горной геомеханики и маркшейдерского дела и согласованные с Госгортехнадзором СССР "Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок в Донецком угольном бассейне".

Первый заместитель Министра Л.Е. Трафов

П Р Е Д И С Л О В И Е

Настоящие "Правила охраны сооружений и природных объек-
тов от вредного влияния подземных горных разработок в Донец-
ком угольном бассейне" составлены на основании данных инстру-
ментальных наблюдений ВНИМИ и накопленного опыта подработки
различных объектов. При составлении Правил охраны использованы
также "Указания по охране сооружений и природных объектов от
вредного влияния подземных горных разработок в Западном Донбас-
се", составленные кафедрой маркшейдерского дела Днепропетров-
ского горного института.

Данные, накопленные за период 1960-1970 гг., позволили
уточнить параметры процесса сдвижения и разработать новые спо-
собы охраны сооружений и природных объектов, основанные на ин-
женерных расчетах. Это во многих случаях будет способствовать
уменьшению потерь угля и сохранению подрабатываемых объектов
от значительных повреждений.

Проект Правил составлен коллективом научных сотрудников
Украинского филиала ВНИМИ и окончательно отредактирован отде -
лом сдвижения ВНИМИ.

Нормы охраны железных дорог от влияния горных разработок
согласованы с Главным Управлением пути МПС (письмо
№ ЦПИ -240/21 от 21 мая 1971 г.).

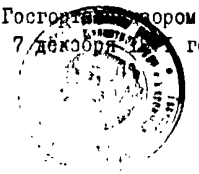
При окончательном редактировании были учтены замечания
Технических Управлений Минуглепрома СССР и УССР, кафедры мар-
кшейдерского дела ДГИ, угольных комбинатов Донбасса, проектных
институтов, Госгортехнадзора СССР и УССР, Управлений Донецкого
и Ворошиловградского округов Госгортехнадзора УССР и Управле-
ния Ростовского округа Госгортехнадзора СССР.

Окончательная редакция Правил охраны рассмотрена и
одобрена Ученым Советом ВНИМИ, секциями маркшейдерской службы
и шахтной геологии Научно-технических советов Минуглепрома
СССР и Минуглепрома УССР, а также редакционной комиссией,
созданной по решению этой секции.

Согласовано

Госгортехнадзором СССР

7 декабря [illegible] года



П Р А В И Л А

ОХРАНЫ СООРУЖЕНИЙ И ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ ВРЕДНОГО ВЛИЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАЗРАБОТОК В ДОНЕЦКОМ УГОЛЬНОМ БАССЕЙНЕ

Приложение
к приказу Министерства угольной промышленности СССР от 21.02.72. № 62

(Правила согласованы с Государственным комитетом по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору при Совете Министров СССР 7 декабря 1971 г.)

ПРАВИЛА ОХРАНЫ СООРУЖЕНИЙ И ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ ВРЕДНОГО ВЛИЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАЗРАБОТОК В ДОНЕЦКОМ УГОЛЬНОМ БАССЕЙНЕ

РАЗДЕЛ I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящие Правила регламентируют меры охраны и условия выемки угля под эксплуатируемыми сооружениями и природными объектами.

I.2. В Правилах не рассматриваются вопросы, связанные с проектированием и строительством сооружений на угленосных площадях, за исключением способов построения предохранительных целиков и методики расчета деформаций земной поверхности.

I.3. Порядок оформления и утверждения мер охраны сооружений и природных объектов, предупреждения организаций, ответственных за сохранность и нормальную эксплуатацию подрабатываемых объектов, а также обязанности предприятий по производству инструментальных наблюдений за охраняемыми объектами устанавливаются согласно инструкции Госгортехнадзора СССР "О порядке утверждения мероприятий по охране сооружений и природных объектов от вредного влияния горных разработок и о порядке ведения горных работ в предохранительных целиках", 1955 г.

I.4. До начала и после окончания влияния горных работ на

подрабатываемое сооружение, а также в процессе его подработки при необходимости сооружение обследуется комиссией в составе представителей шахты, подрабатывающей данное сооружение, и организации, эксплуатирующей его.

Комиссия при обследовании составляет акт, в котором указывает состояние сооружения и степень влияния на него горных работ.

В комиссию могут быть включены представители организаций, осуществлявших проектирование и строительство данного сооружения, а также специалисты других организаций.

I.5. Горное предприятие может производить выемку угля под всеми сооружениями, построенными с конструктивными мероприятиями, выполнение которых подтверждено соответствующей документацией, если горногеологические условия (количество планируемых к отработке пластов, их мощности, глубины залегания, углы падения, системы разработки и др.) и условия эксплуатации сооружения не изменились по сравнению с теми, которые были приняты при проектировании сооружения. Подработка этих сооружений производится с обязательным уведомлением в установленном порядке организаций, эксплуатирующих эти сооружения.

I.6. При неблагоприятном изменении горнотехнических условий (т.е. увеличении количества разрабатываемых пластов, уменьшении отношения глубины к суммарной выемочной мощности пласта более, чем на 10%, изменении угла падения пород более, чем на 5^{0} и т.д.), приводящем к увеличению деформаций земной поверхности, подработка сооружения, построенного с конструктивными мероприятиями, 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 установленном порядке.

I.7. Настоящие Правила распространяются только на районы залегания угольных пластов с углами падения менее 70^{0}. При углах падения более 70^{0} вопросы охраны сооружений решаются с привлечением специализированных организаций.

I.8. По истощению надобности в предохранительном целике шахта обязана полностью или частично отработать запасы угля в

нем.

В случае нецелесообразности отработки целика, подтвержденной соответствующими расчетами, эти запасы относятся к потерям в целиках в установленном порядке.

I.9. Меры охраны сооружений и природных объектов, включая предохранительные целики, утвержденные на основе ранее изданных "Правил охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных разработок в Донецком угольном бассейне" (I960 г.), "Изменений и дополнений ..." к ним (I968 г.) и "Указаний по охране сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок в Западном Донбассе" (I968г.), не подлежат обязательному пересмотру.

РАЗДЕЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА СДВИЖЕНИЯ ТОЛЩИ ГОРНЫХ ПОРОД И ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

2.I. Подземная разработка угольных пластов вызывает сдвижение как вышележащей, так и нижележащей толщи горных пород и сопровождается деформированием горного массива.

2.2. Вышележащая (подрабатываемая) толща горных пород, в зависимости от характера и степени ее деформирования, делится на четыре зоны (рис. I):

I - зона обрушения высотою до 6 m (где m - нормальная вынимаемая мощность пласта), в которой породы наиболее разрушены и разделены на отдельные блоки;

II - зона трещин, высотою до 40 m , характеризующаяся появлением в прогибающихся слоях нормальносекущих трещин и трещин по напластованию, образующих системы водопроводящих каналов по нормали к напластованию;

III - зона плавного прогиба, распространяющаяся при определенных условиях до земной поверхности и характеризующаяся образованием отдельных трещин, не сообщающихся между собой в направлении нормальном к напластованию;

IУ - зона опорного давления, характеризующаяся повышенными по сравнению с остальным массивом вертикальными напряжениями и деформациями сжатия. Распространяется она над целиком угля,

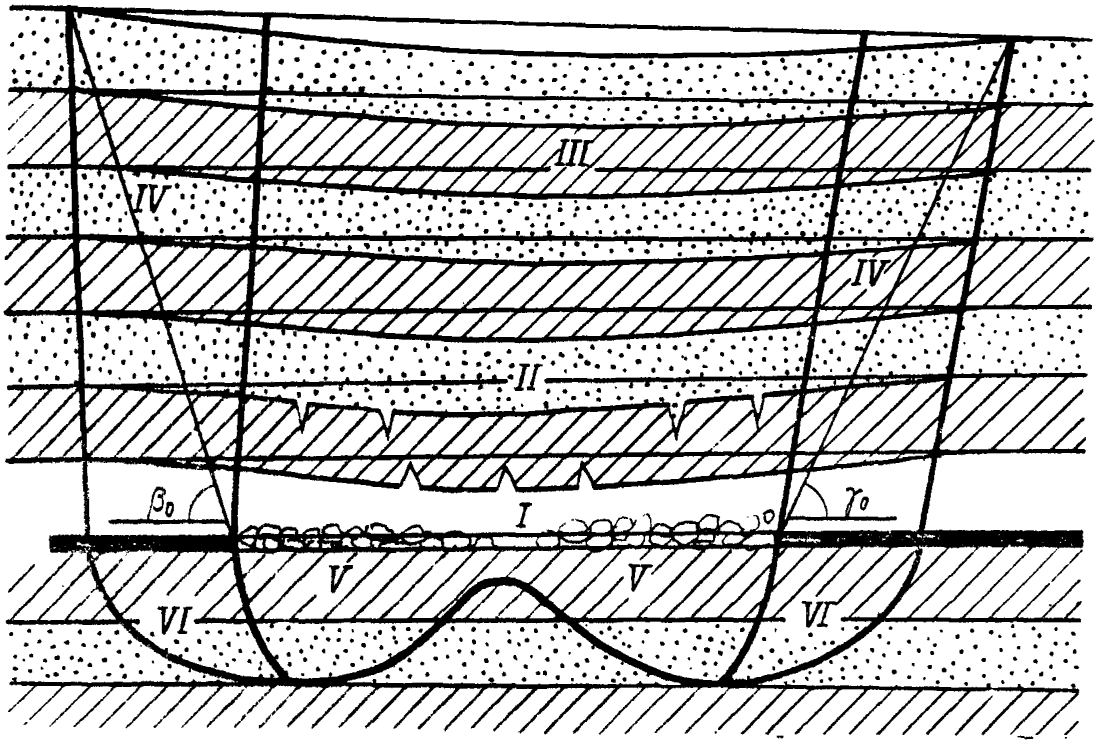


Рис.I. Зоны влияния очистной выработки в толще горных пород.

примыкающим к выработанному пространству. Ширина этой зоны в плоскости пласта составляет примерно 0,3Н (Н - глубина горных работ).

2.3. В нижележащей (надрабатываемой) толще выделяются две зоны:

У - зона разгрузки, в которой наблюдаются деформации растяжения пород в вертикальном направлении. Расположена она под выработанным пространством;

УI - зона опорного давления, расположенная под целиком угля, с размером по нормали к напластованию, примерно равным 0,3Н.

2.4. Данными о зонах сдвижения толщи горных пород руководствуются при установлении мер охраны шахтных стволов, околоствольных выработок (см.раздел 5) и водных объектов, а данными о сдвижении земной поверхности (приложение I) - при установлении мер охраны сооружений, расположенных на земной поверхности.

2.5. При проведении очистных выработок сдвижение горных пород, как правило, достигает земной поверхности, где образуется мульда сдвижения. Границы ее определяются по граничным углам (δ_0 , β_0 , γ_0), значения которых приведены в приложении I.

2.6. Сдвижение точек в мульде происходит неравномерно, вследствие чего возникают вертикальные и горизонтальные деформации земной поверхности: наклоны (i); кривизна (К), растяжения и сжатия (ε). В условиях разработки крутопадающих пластов возможно также появление на земной поверхности трещин с образованием уступов.

2.7. Характер распределения деформаций земной поверхности в мульде сдвижения и их величины зависят, в основном:

- от углов падения пластов,
- размеров выработки,
- глубины горных работ,
- мощности разрабатываемых пластов,
- свойств вышележащей толщи горных пород.

Типовые графики сдвижений и деформаций земной поверхности при пологом, наклонном и крутом залегании пластов приведены на рис. 2 !.

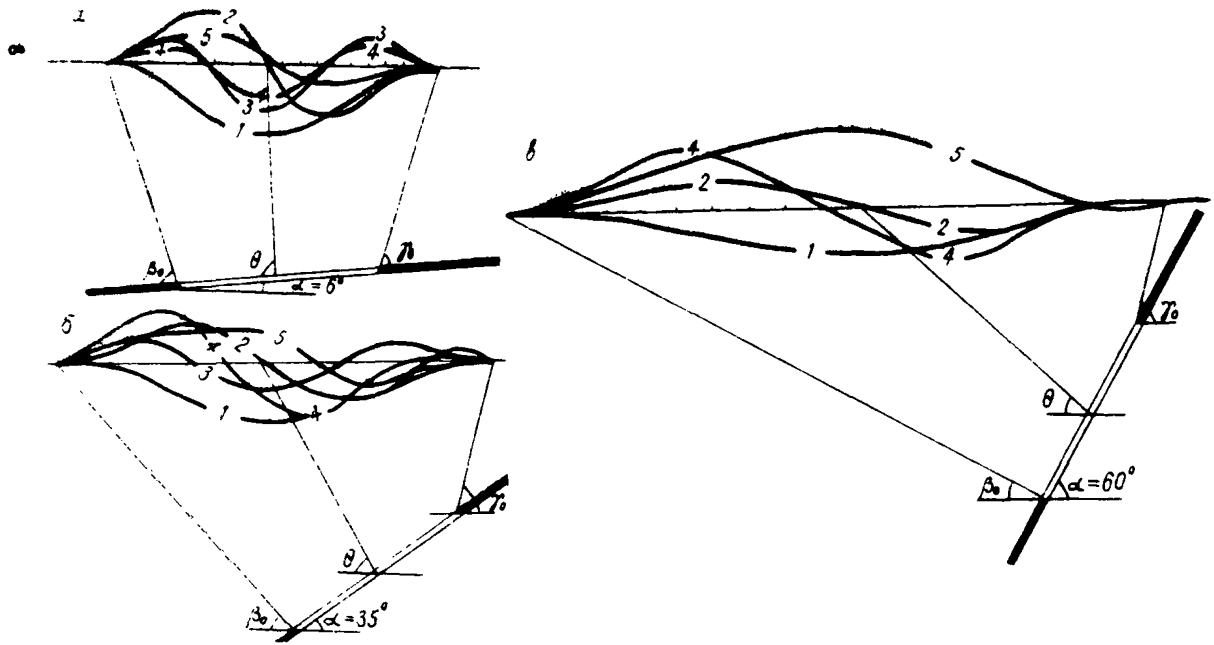


Рис.2. Графики распределения оседаний, горизонтальных сдвижений и деформаций земной поверхности: а - пологое падение; б - наклонное падение; в - крутое падение; I - оседание; 2 - наклоны; 3 - кривизна; 4 - горизонтальные деформации; 5 - горизонтальные сдвижения.

2.8. В пределах мульды сдвижения выделяется зона вредного влияния подземных разработок на подрабатываемые сооружения и природные объекты. Граница этой зоны определяется относительно границ выработанного пространства по углам сдвижения: в коренных породах - δ , β и γ , в наносах φ и в меловых породах - φ' .

Углами сдвижения в коренных породах называются внешние относительно выработанного пространства углы, образованные на вертикальных разрезах (по главным сечениям мульды сдвижения вкрест простирания и по простиранию пласта) горизонтальными линиями и линиями, соединяющими границы выработанного пространства с границами зон вредного влияния подземных разработок (рис. 3).

Примечание. При определении границ зоны вредного влияния подземных разработок приняты следующие предельные (критические) деформации земной поверхности: наклон $i = 4.10^{-3}$, кривизна (измеренная) $K = 0{,}2.10^{-3}$ 1/м (радиус кривизны $R = 5000$ м), растяжение $\varepsilon_1 = 2.10^{-3}$ (при среднем интервале 15 м).

Кривизна (измеренная) принята по данным непосредственных наблюдений, как частное от деления разности наклонов смежных интервалов на полусумму их длин.

2.9. Величины углов сдвижения в коренных породах при построении целиков для охраны сооружений I и II категорий (см.п.4.11) и вертикальных шахтных стволов (см.раздел 5) принимаются в зависимости от глубины залегания (H) пласта в соответствующих точках (см.примечание и рис. 4), его мощности (m) и угла падения (α) по табл. 2.1. При построении целиков для охраны сооружений III категории и ниже при всех значениях $H:m$ следует пользоваться углами, рекомендуемыми для кратности 400 и более (см.табл.2.1). Для Западного Донбасса значения углов сдвижения в коренных породах, приведенные в табл. 2.1, следует уменьшать на 5°.

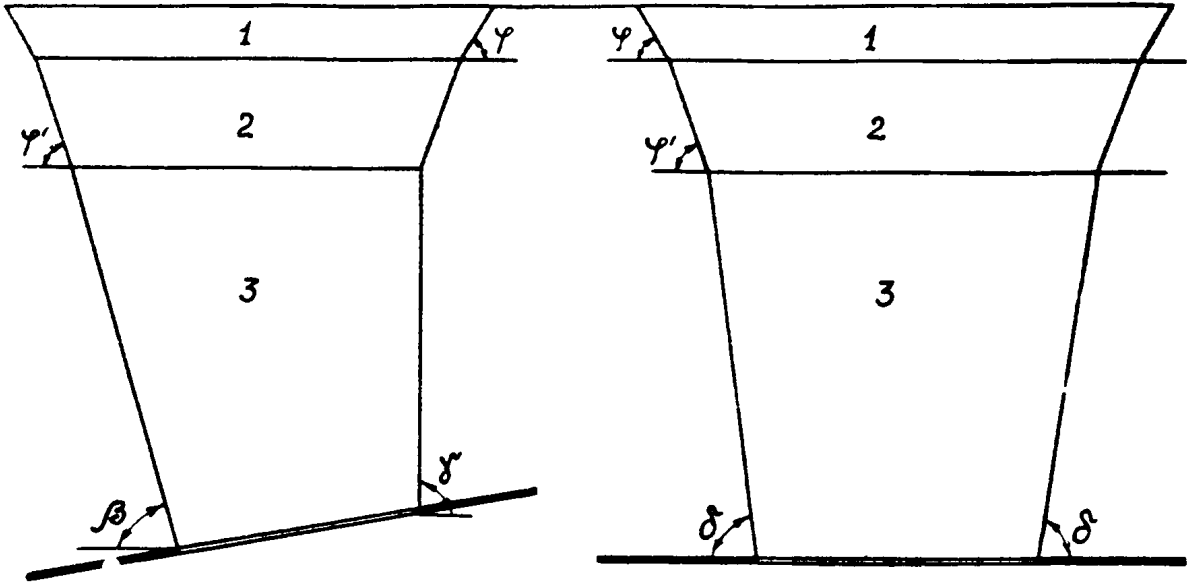


Рис.3. Определение границ зоны вредного влияния на земной поверхности: I - наносы; 2 - меловые отложения; 3 - каменноугольные породы.

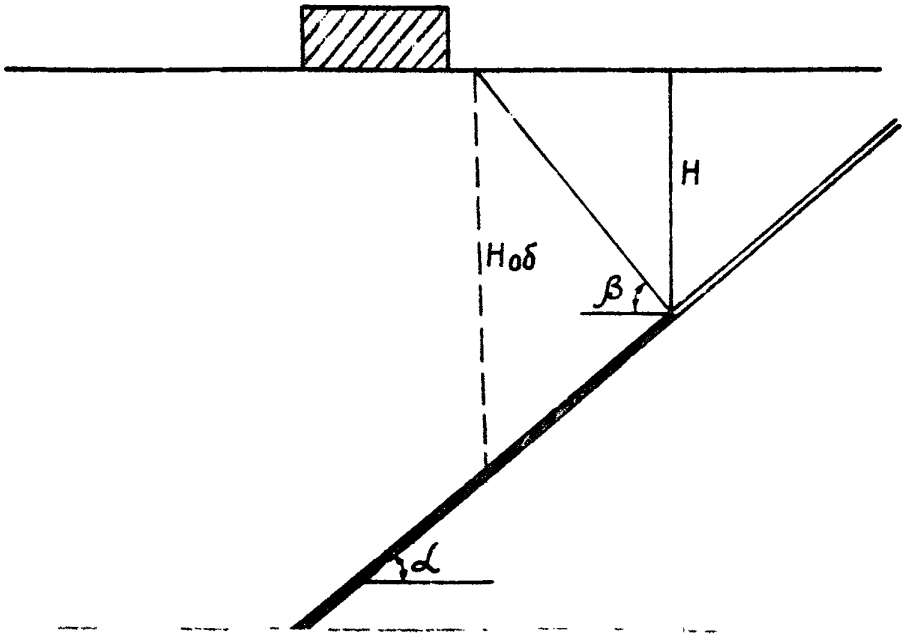


Рис.4. Определение глубины H, необходимой для получения угла β

Таблица 2.I

Углы сдвижения

$\frac{H^{x)}}{m}$	δ	β	γ
100 и менее	80^0	$80^0 - 0{,}8\alpha$	80^0
200	82^0	$82^0 - 0{,}8\alpha$	82^0
300	84^0	$84^0 - 0{,}8\alpha$	84^0
400 и более	85^0	$85^0 - 0{,}8\alpha$	85^0

x) При свите пластов кратность $\frac{H}{m}$ определяется как $\frac{H}{m_{усл}}$ (см.п.2.I0).

Примечания: а) промежуточные значения углов определяются интерполяцией с округлением до I^0 ;

б) наименьшее значение угла β для всех значений $\frac{H}{m}$ и α ограничивается углом 30^0;

в) при углах падения пласта $\alpha \leq 25^0$ глубина залегания пласта - H, необходимая для вычисления угла β , определяется непосредственно под верхней границей охраняемой площади (включая берму);

г) при $\alpha > 25^0$ величина H, необходимая для нахождения угла β , вычисляется по формуле $H = H_{об} \cdot \cos^2\alpha$, где $H_{об}$ - глубина залегания пласта под верхней границей охраняемой площади (включая берму) (рис.2.4).

При определении отношения $\frac{H}{m}$, необходимого для определения углов γ и δ , следует пользоваться средней глубиной залегания пласта под объектом;

д) при первичной подработке толщи и отсутствии горных работ со стороны восстания в данном пласте угол γ для построения целиков под сооружениями III категории и ниже при отношении $\frac{H}{m}$ более 50 и $\alpha \leq 45^0$ допускается определять из выражения

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

2.I0.При разработке свиты совместновлияющих пластов углы сдвижения устанавливаются по отношению $\frac{H}{m_{усл}}$ (см.табл.2.I), определяемому по условной мощности свиты пластов

$$m_{усл.} = m + m_1 \frac{H}{H_I} + m_2 \frac{H}{H_2} + \ldots + m_n \frac{H}{H_n} , \qquad (2.I)$$

где $m_{усл.}$ – условная мощность свиты пластов;

m, H – мощность и глубина залегания верхнего пласта, относительно которого определяется условная мощность свиты;

m_1, m_2, ..., m_n, H_I, H_2, ... H_n – соответственно мощности и глубины залегания остальных пластов свиты.

Под свитой совместновлияющих пластов понимается группа пластов, расстояние между которыми по нормали не превышает безопасной глубины, принятой для сооружений I категории охраны (см.табл.4.2).

2.II. Углы сдвижения в наносах φ , в том числе и при наличии в них плывунов, принимаются во всех направлениях относительно простирания пласта, равными 60^0 (в Западном Донбассе $\varphi = 50^0$). В толще меловых пород углы сдвижения φ' равны 70^0. Приведенные в настоящем пункте и пункте 2.9 углы сдвижения в коренных породах, меловых отложениях и наносах принимаются как при первичных, так и при повторных подработках, независимо от количества подработок.

2.I2. Влияние очистной выемки угля начинает проявляться на земной поверхности при отходе лавы от разрезной выработки в среднем на 0,2H, распространяясь при этом на области впереди очистного забоя и позади разрезной выработки примерно на 0,3 H (где H – средняя глубина разработки). В дальнейшем, по мере продвижения забоя, область влияния впереди его соответственно перемещается.

Примечание. В Западном Донбассе влияние очистной выемки начинает проявляться при отходе лавы от разрезной выработки на 0,I5 H и распространяется впереди очистного забоя на 0,5 H.

2.I3. Общая продолжительность процесса сдвижения земной поверхности делится на три стадии: начальную, интенсивную и затухания.

Начальная стадия составляет приблизительно 30% от общей продолжительности процесса сдвижения. Оседание земной поверхности за этот период достигает $0,I5\eta_m$ (где η_m – величина осе-

дания при закончившемся процессе сдвижения).

Интенсивная стадия начинается при подходе забоя непосредственно под рассматриваемую точку земной поверхности и составляет около 40% от общей продолжительности процесса сдвижения. За этот период земная поверхность оседает на величину равную $0{,}7\,\eta_m$.

Стадия затухания охватывает период, равный примерно 30% от общей продолжительности процесса сдвижения. Заканчивается эта стадия, как правило, при отходе забоя от рассматриваемой точки на расстояние (I,2-I,4)H.

2.I4. Общая продолжительность процесса сдвижения земной поверхности от отдельно взятой очистной выработки определяется по табл. 2.2. При прохождении под объектом нескольких лав учитывается продолжительность влияния каждой лавы в отдельности и разрыв во времени между отработкой этих лав.

Таблица 2.2

Общая продолжительность процесса сдвижения
(в мес.)

Глубина горных работ, м	Скорость подвигания забоя ($\frac{м}{мес}$)			
	30	50	70	I00
I00	5	4	3	2
300	I3	8	6	4
500	22	I3	I0	7
700	30	I9	I3	9
I000	44	26	I9	I3

Примечание. При определении общей продолжительности процесса сдвижения в Западном Донбассе значения, приведенные в табл. 2.2, следует увеличить на 30%.

2.I5. Временем окончания процесса сдвижения считается дата, после которой в течение 6 месяцев суммарное оседание не превысит 30 мм.

2.I6. Скорость оседания земной поверхности в различных стадиях процесса сдвижения не одинаковая. Максимальные скорости для каждой стадии определяются по табл. 2.3.

Таблица 2.3

Максимальные скорости оседания земной поверхности (мм/сутки)

$\frac{H}{\eta_m}$	Начальная стадия			Интенсивн. стадия			Стадия затухания		
	при скорости подвигания забоя лавы (м/месяц)								
	до 30	30-50	50-100	до 30	30-50	50-100	до 30	30-50	50-100
100	5	5-7	7-10	8	8-15	15-30	3	3-4	4-8
300	2	2-3	3-6	6	6-8	8-15	1	1-2	2-3
500	1	1-2	2-3	4	4-5	5-10	1	1	1-2
700	1	1	1-2	3	3-4	4-8	1	1	1
1000	1	1	1-2	2	2-3	3-6	1	1	1

Примечание. Указанные в табл. 2.3 максимальные значения скоростей оседания относятся к соответствующим максимальным скоростям подвигания забоя, а минимальные - к соответствующим минимальным скоростям подвигания.

2.17. Из общей продолжительности процесса сдвижения выделяется период опасных деформаций, под которым понимается период оседания земной поверхности со скоростью не менее 50 мм в месяц при пологом и наклонном залегании пластов и не менее 30 мм в месяц при крутом залегании пластов. В течение периода опасных деформаций могут возникать значительные повреждения в подрабатываемых сооружениях. Продолжительность периода опасных деформаций ($t_{оп}$) определяется по формуле:

$$t_{оп} = P \cdot T_{общ.} \qquad (2.2)$$

Значения коэффициента "Р" в зависимости от величины ожидаемого оседания (η_m) и общей продолжительности процесса сдвижения ($T_{общ}$) приведены в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Значения *коэффициента* Р

Р $\frac{\eta_{max}}{T_{мес}}$	10	20	30	40	60	100	200	400
при $\alpha \leq 45^0$	0	0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
при $\alpha \geq 45^0$	0	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9

РАЗДЕЛ 3. СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ПОДРАБАТЫВАЕМЫХ СООРУЖЕНИЙ И ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

3.I. Меры охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных разработок выбираются в зависимости от:

- категории охраны объекта;
- ожидаемых деформаций земной поверхности;
- конструктивных особенностей сооружения;
- протяженности и высоты сооружения;
- технического состояния сооружения;
- характера эксплуатации и установленного оборудования;
- гидрогеологических условий.

3.2. Защита подрабатываемых объектов может осуществляться путем применения конструктивных, горных мероприятий или предохранительными целиками.

3.3. К основным конструктивным мерам защиты относятся:

- усиление отдельных конструктивных элементов или сооружения в целом (крепление стен тяжами, установка связей - распорок и т.п.):
- проведение вдоль стен компенсационных траншей;
- для подземных трубопроводов: установка компенсаторов, разрезка или вскрытие их для снятия напряженного состояния.

Примечание. В отдельных случаях, при технической возможности и экономической целесообразности могут применяться: разрезка сооружения на отсеки или выравнивание надземной его части при помощи переносных домкратов.

При проектировании конструктивных мероприятий можно руководствоваться "Рекомендациями по проектированию мероприятий для защиты эксплуатируемых зданий и сооружений от влияния горных выработок в основных угольных бассейнах", Стройиздат, 1967 г. (в дальнейшем именуемых "Рекомендациями").

3.4. К горным мерам защиты подрабатываемых сооружений относятся:

- соответствующее взаимное расположение нескольких очистных выработок, одновременно разрабатываемых в разных пластах, при котором деформации земной поверхности под сооружением компенсируются частично или полностью;
- неполная (частичная) выемка пластов по площади или по

мощности, при которой в данных горногеологических условиях возникают допустимые деформации земной поверхности;

- закладка выработанного пространства (гидравлическая, пневматическая, самотечная) материалом, доставляемым извне области влияния горных работ на подрабатываемые объекты;

- одновременная выемка угля под сооружением в обе стороны от разрезной выработки, пройденной под серединой подрабатываемого объекта;

- такое расположение горных выработок, при котором сооружения попадают в пределы плоского дна мульды сдвижения;

Примечание. За полнотой осуществления запроектированных горных мер защиты должен проводиться систематический контроль с ведением журнала. Кроме того, должны проводиться наблюдения за сдвижением земной поверхности и подрабатываемыми сооружениями в соответствии с "Инструкцией по наблюдениям за сдвижением земной поверхности и подрабатываемыми сооружениями на угольных и сланцевых месторождениях", ВНИМИ, 1958 г. (в дальнейшем именуемой "Инструкцией по наблюдениям").

3.5. Предохранительные целики оставляются под сооружениями только в тех случаях, когда другие меры охраны (конструктивные и горные) технически невыполнимы или нецелесообразны по технико-экономическим соображениям.

РАЗДЕЛ 4. МЕРЫ ОХРАНЫ СООРУЖЕНИЙ, ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И УСЛОВИЯ ВЫЕМКИ УГЛЯ ПОД НИМИ

4.1. Допустимые условия выемки угля под сооружениями, для которых установлены предельные деформации, определяются по этим деформациям. В тех случаях, когда для сооружений не установлены предельные деформации, допустимые условия выемки угля под сооружениями и природными объектами определяются безопасной глубиной разработки ($H_б$), т.е. такой глубиной, ниже которой горные выработки не вызывают в подрабатываемых объектах разрушительных деформаций, влекущих за собой прекращение эксплуатации, опасность для жизни работающих и живущих в охраняемых зданиях и сооружениях, а также прорыв воды и затопление горных выработок.

В тех случаях, когда допустимые условия подработки объекта не выдерживаются, последний должен охраняться либо путем применения соответствующих горных или конструктивных мероприятий,

либо предохранительным целиком (3.5).

Примечание. В случаях, когда требуется производить выемку угля под объектами выше горизонта безопасной глубины, необходимо составить специальный проект и утвердить его в порядке, установленном действующей инструкцией Госгортехнадзора СССР "О порядке утверждения мероприятий по охране сооружений и природных объектов от вредного влияния горных разработок и о порядке ведения горных работ в предохранительных целиках", 1955 г.

4.2. Безопасная глубина $H_б$ проведения очистных работ в одном пласте определяется умножением коэффициента безопасности $K_б$ на вынимаемую мощность пласта m, измеряемую по нормали.

$$H_б = K_б\, m, \qquad (4.1)$$

$H_б$ – отсчитывается от охраняемого объекта по вертикали.

Под вынимаемой мощностью пласта понимают суммарную мощность пачек угля и прослоев породы, извлекаемых из данного выемочного участка.

4.3. При выемке пластов угля с применением закладки выработанного пространства материалом, доставляемым извне области влияния горных работ, в формуле (4.1) вместо вынимаемой мощности пласта используется эффективная мощность $m_э$, определяемая с учетом конвергенции, уплотнения применяемой закладки и степени заполнения ею выработанного пространства по формуле

$$m_э = h_к + h_н + B(m - h_к - h_н), \qquad (4.2)$$

где $h_к$ – величина сближения кровли с почвой (конвергенция) до возведения закладки; при отставании закладки от забоя на 8–20 м и при отсутствии данных наблюдений $h_к$ принимается равной $0{,}15\,m$;

$h_н$ – неполнота закладки, определяемая по опыту;

B – коэффициент усадки закладки (отношение величины уменьшения объема уплотненного закладочного материала к объему неуплотненной закладки); коэффициент B определяется по фактическим данным. При отсутствии таких данных следует руководствоваться табл. 4.1.

Таблица 4.I

Коэффициенты усадки закладки

Вид закладки	B
Гидравлическая закладка	0,I - 0,3
Пневматическая закладка	0,3 - 0,4
Самотечная закладка на крутом падении	0,4 - 0,5

4.4. Коэффициенты безопасности для различных категорий охраняемых объектов при их подработке одним пластом даны в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Коэффициенты безопасности

Категории охраны	$\alpha \leq 45^0$	$\alpha > 45^0$
I	400	500
II	300	350
III	200	250
IУ	I50	200
У	I00	I50
УI	75	75

4.5. При наличии факторов, неблагоприятных для подработки сооружений, коэффициент безопасности для соответствующих категорий охраны увеличивается на I0%. К неблагоприятным факторам относятся:

а) длина здания более 45 м (за исключением промышленных зданий);

б) свободные пролеты по осям капитальных стен более I2 м;

в) сложная конфигурация здания (П-образная, Т-образная, Г-образная и др.);

г) стены из бутовой и шлакоблочной кладки при сроках эксплуатации здания ко времени подработки более I5 лет;

д) наличие подвала под всем или под частью здания.

При повторной подработке здания соответствующий коэффициент безопасности (табл. 4.2) увеличивается на 20%. Под повторной подработкой понимается подработка вторым и последующими пластами.

4.6. В тех случаях, когда имеет место сочетание ряда неблагоприятных факторов, указанных в п. 4.5, производится увеличение коэффициента безопасности столько раз, сколько имеется неблагоприятных факторов, но при этом категория охраны не должна повышаться более, чем на одну категорию.

4.7. В отдельных сложных случаях (наличие насыпных и просадочных грунтов, высокий уровень грунтовых вод, многократная подработка сооружения, наличие геологических нарушений, ясно выраженные уступы на земной поверхности, сочетание большого числа неблагоприятных факторов, указанных в п. 4.5 настоящих Правил, и т.п.) решение о подработке сооружения принимается на основании специального проекта подработки, утверждаемого в установленном порядке.

4.8. Для промышленных сооружений с размещенным в них оборудованием допустимые условия выемки угля определяются отдельно для зданий и отдельно для оборудования(с учетом возможности его выправления). Меры охраны таких сооружений устанавливаются по наибольшему из полученных указанным способом коэффициентов безопасности.

4.9. При разработке свиты пластов безопасная глубина подсчитывается отдельно для каждого пласта свиты по его мощности и коэффициенту безопасности (п. 4.4, табл. 4.2) в следующих случаях:

а) когда разрыв во времени между отработкой пластов превышает период общей продолжительности процесса сдвижения и при этом повреждения, вызванные предыдущими подработками, ликвидированы (выправление ж.д. путей и кранов, заделка трещин и т.д.);

б) когда принятая схема отработки пласто: не дает однозначного накопления деформаций, т.е., если расстояния в плане между границами одновременно разрабатываемых выемочных участков превышают величины, вычисляемые по формулам:

при заданном положении нижней границы очистной выработки

в верхнем пласте ($H_в$), угле падения пластов $\alpha < 45^0$ (рис. 5) и примерно одинаковой длине лав (допустимое отклонение 15-20 м).

$$L_1' = H_в \cdot C_1 + h \cdot C_2 \qquad (4.3)$$

$$L_2' = 0{,}4\ H_в\ ; \qquad (4.4)$$

– при заданном положении нижней границы очистной выработки в нижнем пласте ($H_н$), угле падения пластов $\alpha < 45^0$ и примерно одинаковой длине лав (рис. 6).

$$L_1' = H_н \cdot C_3 + h \cdot C_4 \qquad (4.5)$$

$$L_2' = 0{,}4\ H_н\ ; \qquad (4.6)$$

– при заданной глубине горизонта отработки пластов (H) и угле падения $\alpha \geq 45^0$ (рис. 7).

$$L_1' \geq H\ C_5 \qquad (4.7)$$

В приведенных выше формулах:

L_1' – горизонтальная проекция расстояния между нижними границами очистных выработок;

L_2' – расстояние между очистными забоями по простиранию;

h – расстояние между пластами по нормали;

C_1, C_2, C_3, C_4, C_5 – вспомогательные величины, определяемые по табл. 4.3.

4.10. Вопросы выемки угля под сооружениями в случаях, не предусмотренных в п. 4.9, решаются на основании расчета деформаций земной поверхности, критериев допустимой подработки (приведенных в "Рекомендациях" (см. п. 3.3) или установленных специализированными организациями), местного опыта, состояния подрабатываемого объекта и технико-экономических соображений, связанных с подработкой, с учетом обеспечения полной безопасности людей.

В качестве приближенных критериев при решении вопросов выемки свиты пластов (ниже безопасной глубины для каждого из пластов с учетом предыдущих подработок) под зданиями и сооружениями, для которых еще не установлены допустимые деформации, следует пользоваться величинами, приведенными в табл. 4.4.

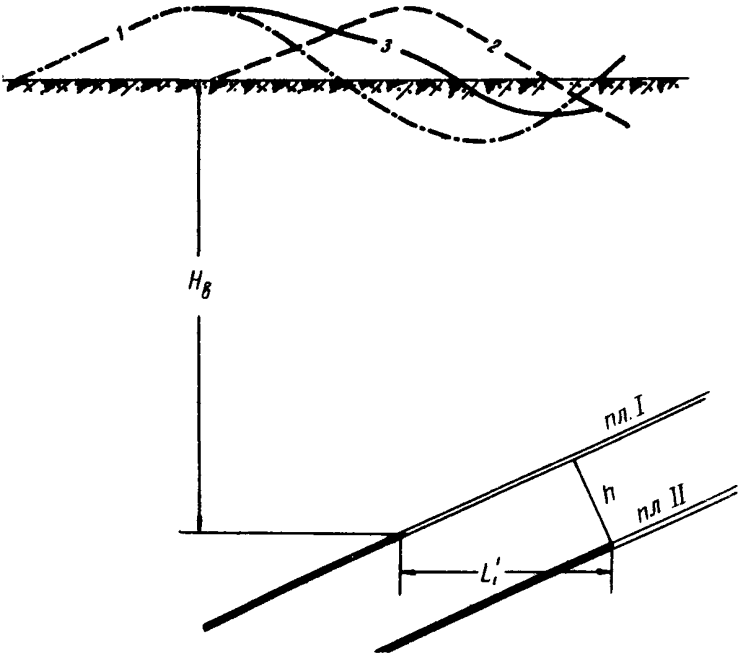


Рис.5. Схема к определению расстояния L_i' при заданном положении нижней границы очистной выработки в верхнем пласте: 1-горизонтальные деформации от пласта I; 2-горизонтальные деформации от пласта II; 3-суммарные горизонтальные деформации от пластов I и II

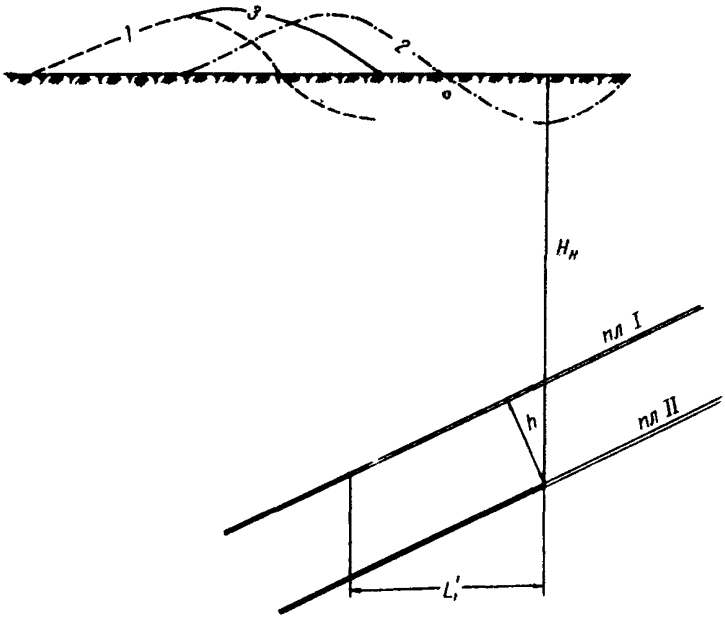


Рис.6. Схема к определению расстояния L_1' при заданном положении нижней границы очистной выработки в нижнем пласте: 1 - горизонтальные деформации от пласта I; 2 - горизонтальные деформации от пласта II; 3 - суммарные горизонтальные деформации от пластов I и II.

Рис.7. Схема к определению расстояний L_i' при заданной глубине горизонта отработки пластов: 1 – горизонтальные деформации от пласта I; 2 – горизонтальные деформации от пласта II; 3 – горизонтальные деформации от пластов I и II.

Таблица 4.3

Значения вспомогательных величин

α (град.)	При H ≤ 100 м					При H ≥ 200 м				
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
0	0,40	0,40	0,40	0	-	0,25	0,25	0,25	0	-
10	0,40	0,55	0,45	0,15	-	0,30	0,45	0,30	0,15	-
20	0,40	0,70	0,50	0,30	-	0,30	0,60	0,35	0,30	-
30	0,45	0,85	0,55	0,45	-	0,30	0,75	0,40	0,40	-
40	0,45	0,95	0,70	0,60	-	0,30	0,85	0,45	0,60	-
45	0,45	1,00	0,75	0,65	1,40	0,30	0,90	0,45	0,65	0,85
50	-	-	-	-	1,35	-	-	-	-	1,15
60	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	1,00
70	-	-	-	-	0,40	-	-	-	-	0,40

Примечание. Промежуточные значения коэффициентов "С" определяются путем интерполяции.

Перед каждой последующей подработкой должно производиться обследование подрабатываемого сооружения и, в случае необходимости, устранение имеющихся деформаций.

Таблица 4.4

Предельные (критические) величины деформаций

Категории охраны сооружений	Наклон $1 \cdot 10^{-3}$	Растяжение или сжатие $1 \cdot 10^{-3}$	Кривизна (расчетная) $1 \cdot 10^{-4}$ 1/м	Радиус кривизны (расчетной кривой оседания) R, км
I	4	2	0,5	20
II	4,5	2,5	0,6	18
III	5	3,5	0,8	12
IV	8	5	1,6	5,5
V	10	7,5	3,3	3
VI	25	12	10	1

Примечание. Приведенные в табл. 4.4 значения деформаций следует сравнивать с расчетными деформациями, получаемыми путем умножения ожидаемых деформаций на коэффициенты перегрузки, приведенные в Приложении I настоящих Правил.

Вопросы выемки угля под сооружениями, расположенными на выходах крупных геологических нарушений и на участках, где возможно зависание пород от старых очистных выработок, и на участках, где возможно образование уступов и трещин, решаются горным предприятием совместно со специализированной организацией и утверждаются в установленном порядке.

4.II. В зависимости от габаритов, конструктивных особенностей, применяемых строительных материалов, назначения и характера последствий, возникающих при подработке, сооружения и водные объекты разделяются на 7 категорий охраны.

Разделение гражданских и промышленных зданий по категориям охраны приведено в табл. 4.5 и .6, инженерных сооружений и технологического оборудования – в табл. 4.7, водных объектов – в табл. 4.IO, трубопроводов – в табл. 4.8, железных дорог – в табл. 4.9, линий электропередач и открытых частей понизительных подстанций в табл. 4.II, прочих промышленных сооружений – в табл. 4.I2. В табл. 4.7 приведены также значения предельных наклонов для сооружений, особенно чувствительных к этому виду деформаций.

Сооружения, отнесенные к УП категории, а также сады и парки, не подлежат обязательной охране предохранительными целиками (для них коэффициент безопасности K_g не устанавливается) и могут подрабатываться на глубине более 25 м от земной поверхности, при соблюдении мероприятий, указанных в п. 4.I2.

Категории и меры охраны объектов, не приведенных в настоящих Правилах, определяются с участием специализированных организаций и утверждаются в установленном порядке.

Таблица 4.5

Категории охраны гражданских зданий

	Наименование зданий	Этажность	Длина здания или отсека ℓ, м	Категория охраны
I	Основные здания лечебных и детских дошкольных учреждений - поликлиники, станции переливания крови, клиники, станции скорой помощи, детские сады и ясли и т.д.	4-5	$\leqslant 45$	II
		2-3	$\leqslant 45$	III
		I	$\leqslant 45$	IУ
2	Общественные здания монументального характера - театры, кинотеатры, дворцы культуры и спорта, автовокзалы. Здания учебных заведений.	4-5	$\leqslant 45$	II
		3	$\leqslant 45$	III
		2	$\leqslant 45$	IУ
3	Жилые и общественные здания, кроме деревянных, вспомогательных и перечисленных в пп. I и 2.	5 и выше	$\leqslant 45$	II
		4	$\leqslant 45$	III
		2-3	$\leqslant 45$	IУ
		I	I5-45	У
		I	$<$I5	УI
4	Здания вспомогательного назначения - хозкорпуса, складские здания, здания учебно-производственных мастерских и бытового обслуживания. Жилые и общественные деревянные дома.	2	I5-45	У
		2	$<$ I5	УI
		I	I5-45	УI
		I	$<$ I5	УП

Примечание. Этажность общественных зданий определяется путем деления высоты наружной стены (от цоколя до верха карниза) на условную высоту этажа, равную 3,3 м.

Таблица 4.6

Категории охраны промышленных зданий

Наименование зданий	Длина здания или отсека ℓ, м	Категория охраны
I. Многоэтажные каркасные здания тяжелой промышленности		
Обогатительные и брикетные фабрики, главные корпуса цемзаводов и т.д.	> 55 < 55	I II
2. Многоэтажные здания каркасного типа легкой и пищевой промышленности		
Швейные, трикотажные и обувные фабрики, холодильники, хлебозаводы, мясокомбинаты и др.	> 45 31-45 < 30	II III IУ
3. Одноэтажные промышленные здания каркасного типа:		
а) с крановой нагрузкой и сложным технологическим оборудованием (труболитейные цехи с карусельными разливочными машинами, литейные и прокатные цехи металлургических заводов и др.).	> 85 ⩽ 85	I II
б) с крановой нагрузкой без сложного технологического оборудования (цехи заводов и фабрик, автогаражи, компрессорные и др.).	> 85 56-85 40-55 < 40	II III IУ У
4. Одноэтажные бескаркасные промышленные здания (цехи заводов и фабрик, насосные и др.)	> 45 31-45 20-30 < 20	II III IУ У
5. Вспомогательные промышленные здания и сооружения (административно-бытовые комбинаты, закрытые части понизительных электроподстанций, подсобные помещения и пр.).	> 35 26-35 < 25	III IУ У

Таблица 4.7

Категории охраны и предельные наклоны инженерных сооружений и технологического оборудования

Наименование сооружений	Категория охраны	Предельный наклон с учетом имеющегося до подработки
I	2	3
I. Резервуары, отстойники.		
А. Железобетонные		
а) Размером сторон или диаметром более 32 м	I	-
б) -"- -"- 25-32 м	II	-
в) -"- -"- I5-24 м	III	-
г) -"- -"- I0-I4 м	IУ	-
д) -"- -"- менее I0 м	У	-
Б. Бутобетонные		
а) Размером сторон или диаметром более 20 м	I	-
б) -"- -"- I6-20 м	II	-
в) -"- -"- I0-I5 м	III	-
г) -"- -"- 5-9 м	IУ	-
д) -"- -"- менее 5 м	У	-
В. Стальные надземные	IУ	
2. Мосты и путепроводы, за исключением железнодорожных		
А. Неразрезной конструкции		
а) Пролетом 20 м и более	II	-
б) -"- менее 20 м	IУ	-

Продолжение таблицы 4.7

I	2	3
Б. Разрезной конструкции		
а) Пролетом 20 м и более	Ш	-
б) -"- менее 20 м	У	-
3. Плотины		
а) водохранилищ и прудов накопителей, оборудованные водосливными устройствами	I	-
б) хвостохранилищ	Ш	-
в) прудов накопителей, не оборудованные водосливными устройствами	IУ	-
4. Промышленные печи		
а) коксовые батареи	I	3.10^{-3}
б) доменные печи	I	-
в) гофманские печи кирпичных заводов	IУ	-
5. Башенные сооружения		
а) силосные корпуса	П	10.10^{-3}
б) водонапорные башни	IУ	10.10^{-3}
в) дымовые трубы высотой более 50 м	Ш	4.10^{-3}
г) тоже - " - 20-50 м	У	6.10^{-3}
д) тоже - " - менее 20 м	УI	10.10^{-3}
е) телевизионные и радиорелейные башни высотой 50 м и более	П	4.10^{-3}
ж) тоже высотой менее 50 м	Ш	6.10^{-3}
з) опоры канатных дорог на сплошных фундаментах	УI	-
и) опоры канатных дорог на раздельных фундаментах	Ш	-
6. Технологическое оборудование		
а) мостовые перегружатели на металлургических и коксохимических заводах	I	3.10^{-3} (на отдельных участках)

Продолжение таблицы 4.7

I	2	3
б) козловые краны	У	3.10^{-3}
в) подъемные лебедки независимо от диаметра барабана	У	-
г) вертикальные водотрубные котлы	IУ	-
д) жаротрубные котлы	У	-
е) продольно-строгальные станки	У	5.10^{-3}
ж) турбокомпрессоры	Ш	-
з) поршневые компрессоры	IУ	6.10^{-3}
и) осевые вентиляторы главного проветривания	IУ	-
к) центробежные вентиляторы	У	-
л) синхронные компрессоры	IУ	-
м) подъемные машины наклонных шахтных стволов с диаметром барабана более 2 м	IУ	-

Примечания: I. При подработке ряда сооружений необходимо учитывать, помимо категорий охраны, предельно допустимые наклоны, приведенные в графе 3 настоящей таблицы. Расчет ожидаемых наклонов следует производить по методике, изложенной в приложении I настоящих Правил.

2. Наклоны башенных сооружений и дымовых труб могут быть больше указанных в табл. 4.7, если они обоснованы статическими расчетами, изложенными в "Рекомендациях" (см. п. 3.3).

Таблица 4.8

Категории охраны трубопроводов

	Виды инженерных коммуникаций	Категории охраны
I.	Подземные магистральные газопроводы высокого давления, имеющие общесоюзное значение (например, Ставрополь-Москва) с диаметром труб 800÷I000 мм и более.	П
2.	Подземные магистральные газопроводы высокого давления с диаметром труб менее 800 мм.	Ш
3.	Подземные газопроводы среднего давления, нефтепроводы диаметром более 500 мм. Магистральные водоводы.	IУ
4.	Подземные нефтепроводы диаметром менее 500 мм, теплофикационные сети, водопроводы. Подземные газопроводные разводящие сети. Самотечные трубопроводы (канализационные коллекторы, ливнестоки). Надземные магистральные газопроводы и нефтепроводы.	У

Примечание. При подработке трубопроводов необходимо руководствоваться, помимо категорий охраны, положениями, указанными в п.п. 4.I6-4.I8 настоящих Правил.

Таблица 4.9

Категории охраны железных дорог

Наименование сооружений	Категория охраны
I. Участки железных дорог со скоростью движения поездов более 100 км/час и участки с бесстыковым путем; мосты, путепроводы, виадуки всех конструкций с пролетами более 20 м на железных дорогах общего пользования	I
2. Мосты, путепроводы, виадуки всех конструкций общей длиной более 20 м, за исключением указанных в п.I, на железных дорогах общего пользования	II
3. Линии железных дорог общего пользования, кроме указанных в п.I; железнодорожные депо МПС; мосты, путепроводы и виадуки длиной менее 20 м	IУ
4. Линии железных дорог МПС с незначительными размерами движения (грузооборот не превышает 3 млн. т/км - км/год и в течение суток проходит по линии не более 3 пар пассажирских поездов) и подъездные пути МПС, за исключением указанных в п. 5.	У
5. Подъездные пути от шахт и других угольных предприятий, в том числе и находящиеся в ведении МПС.	см. п.4.22

Примечания: I. Для мостов, путепроводов, виадуков, отнесенных к III категории охраны, коэффициент безопасности принимается равным 250 - при $\alpha \leq 45^0$ и 300 - при $\alpha > 45^0$.

2. При внемке угля под железными дорогами должны соблюдаться требования, изложенные в пп. 4.19-4.22 настоящих Правил.

Таблица 4.10

Категории охраны водных объектов

	Водные объекты	Категория охраны
I.	Русло реки Сев.Донец и чаши крупных водохранилищ (типа Яновского и Кураховского)	IУ
2.	Русла и поймы рек, за исключением русла реки Сев.Донец; чаши водоемов и хвостохранилищ продуктов обогащения	У

Примечания: I. Подработка водных объектов должна производиться с соблюдением требований пп. 4.23-4.25 настоящих Правил.

2. Безопасная глубина подработки балок с постоянными водотоками определяется в соответствии с п. 4.2 по коэффициенту безопасности $K_б$ равному 50 - при $\alpha \leq 45^0$ и $K_б = 75$ - при $\alpha > 45^0$.

3. Безопасная глубина для наземных водных объектов отсчитывается от нижнего контура водного объекта, включая обводненные породы, залегающие в его основании.

4. Ведение горных работ под плывунами при углах падения пластов менее 30^0 допускается, если расстояние по вертикали от кровли горных выработок до поверхности карбоновых отложений более $20m$ (где m - вынимаемая мощность пласта), но не менее 25 м.
В условиях Западного Донбасса прохождение подготовительных выработок у границ безопасного ведения горных работ под плывунами разрешается только по проекту, утвержденному главным инженером треста.

5. При подработке водных объектов свитой пластов с разрывом во времени, меньшим общей продолжительности процесса сдвижения, безопасная глубина определяется для каждого пласта в отдельности по суммарной мощности данного пласта и отработанных пластов.
При вынимке свиты пластов с интервалами времени большими общей продолжительности процесса сдвижения, безопасная глубина подсчитывается для каждого пласта по его мощности.

6. Подработка водных объектов выше горизонта безопасной глубины, а также плывунов в условиях, не предусмотренных п. 4 настоящих примечаний, допускается при наличии положительного заключения специализированной организации по проекту, утвержденному в установленном порядке.

7. При углах падения угольных пластов более 60° безопасная глубина должна быть не менее 100 м.

Таблица 4,II

Категории охраны линий электропередач и открытых частей понизительных подстанций

	Линии электропередач, открытые части понизительных подстанций	Категория охраны	Примечание
I.	Промежуточные опоры высоковольтных линий электропередач напряжением 110, 35 и 6 кв.	УП	Опоры высоковольтных линий при подработке могут дополнительно укрепляться растяжками.
2.	Анкерные опоры линий напряжением 110, 35 и 6 кв и промежуточные опоры высоковольтных линий напряжением 220-400 кв.	УI	
3.	Анкерные опоры высоковольтных линий электропередач напряжением 220-400 кв.	У	
4.	Открытые части понизительных подстанций напряжением 400 и 220 кв.	IУ	
5.	Открытые части понизительных подстанций напряжением 110, 35 и 6 кв.	У	

Таблица 4.I2

Прочие промышленные сооружения

Наименование сооружений	Категории охраны
I. Наклонные шахтные стволы, закрепленные бетоном	IУ
2. Железобетонные погрузочные бункеры	IУ
3. Металлические погрузочные бункеры	У
4. Наклонные шахтные стволы, оборудованные грузолюдским подъемом, закрепленные металлом	У
5. Породные бункеры, не связанные с общим поверхностным комплексом	УП
6. Фильтровальные насосные станции	Ш

4.I2. При подработке зданий и сооружений с целью своевременного принятия необходимых мер по устранению повреждений или изменения характера эксплуатации, необходимы:

а) надзор за появлением трещин и общим состоянием сооружения;

б) в необходимых случаях периодические инструментальные наблюдения на подрабатываемых площадках.

4.I3. При подработке площадок, оборудованных козловыми кранами, производятся инструментальные наблюдения за положением подкранового пути по высоте и в плане.

Периодичность производства инструментальных наблюдений устанавливается:

а) в период опасных деформаций - два раза в месяц;

б) в остальное время - один раз в месяц.

4.I4. При выемке угля под сооружениями, оборудованными мостовыми кранами, при возникновении продольных уклонов более 6.10^{-3}, поперечных более 4.10^{-3} и изменения ширины колеи по сравнению с паспортом более чем на 35 мм должно производиться выправление пути. Для определения значений уклонов и изменения

ширины колеи производятся инструментальные наблюдения.

В комплекс наблюдений за подработкой сооружений с крановой нагрузкой должны входить:

а) нивелировка подкрановых путей;

б) измерение ширины колеи;

в) фиксация отклонений от нормальной работы мостового крана (самопроизвольное качение, расстройство зазоров подкрановых рельс, состояние подкрановых балок и др.).

Периодичность инструментальных наблюдений устанавливается:

а) в период опасных деформаций - не реже одного раза в 1,5 месяца;

б) в остальное время - один раз в 3-4 месяца.

4.15. В основу определения мер охраны ответственных промышленных объектов при повторных подработках следует положить результаты их обследования и, в необходимых случаях, инструментальные проверки их положения (вертикальности, ширины колеи подкрановых путей в цехах и пр.).

4.16. Выемка угля под подземными газопроводами, нефтепроводами, водопроводами и теплофикационными сетями ниже горизонта безопасной глубины, определяемой согласно пп. 4.2, 4.4, 4.11 (таблица 4.8), может производиться при применении (в случае необходимости) мероприятий, обеспечивающих нормальную и безопасную эксплуатацию этих трубопроводов в зоне влияния подземных разработок.

К числу основных мероприятий, уменьшающих вредное влияние горных разработок на трубопроводы относятся:

а) установка компенсаторов;

б) кольцевание сети и устройство перемычек;

в) усиление сварных стыков стальных трубопроводов;

г) вскрытие трубопроводов и последующая засыпка траншей материалом, имеющим небольшое сцепление с трубой либо тем же грунтом;

д) снятие напряжений путем разрезки труб (в сварных стальных трубопроводах).

В газопроводной разводящей сети перед подработкой целесообразно применение следующих мер защиты:

а) замена чугунной запорной арматуры стальной;

б) установка контрольных трубок не реже, чем через 50 м;

в) защита вводов в здания и мест пересечений с другими подземными коммуникациями;

г) установка компенсаторов.

Мероприятия, обеспечивающие безопасную эксплуатацию трубопроводов разрабатываются в соответствии с "Рекомендациями" (см. п.3.3) и "Временными техническими условиями проектирования, строительства и эксплуатации газопроводов на территории угольных бассейнов Украинской ССР (РСН-I56-65)".

В отдельных случаях целесообразна проверка сварных стальных трубопроводов на прочность. Зона влияния горных работ на газопроводы, в пределах которой следует применять защитные конструктивные мероприятия, определяется по граничным углам.

При обеспечении безопасной эксплуатации трубопроводов путем применения конструктивных мероприятий допускается выемка угля под трубопроводами также и выше горизонта безопасной глубины, но не менее 25 м от земной поверхности.

4.I7. Выемка угля под самотечными трубопроводами без применения конструктивных мероприятий по их защите от влияния горных работ допускается, если при этом будет сохраняться самотечность в трубопроводах и обеспечиваться надежность стыковых соединений. В противном случае должны применяться меры защиты подрабатываемых самотечных трубопроводов. Условия самотечности трубопроводов и надежности стыковых соединений, а также меры по их обеспечению изложены в "Рекомендациях" (см.п.3.3).

4.I8. При подработке наземных трубопроводов следует производить систематические визуальные наблюдения за положением трубопроводов на опорах с целью своевременного наращивания опор, их выравнивания или замены, а также ослабления крепления трубопроводов на "мертвых" опорах.

4.I9. Подработка линий железных дорог МПС, за исключением указанных в п. 4.22, ниже горизонта безопасной глубины, определяемой согласно пп. 4.2, 4.4, 4.II (табл. 4.9), может производиться только по проекту, утвержденному главным инженером комбината в установленном порядке.

При этом необходимо:

а) согласовать вопросы подработки с управлением железной

дороги в соответствии с "Инструкцией о порядке согласования под работки железных дорог на угольных и сланцевых месторождениях СССР", утвержденной Госгортехнадзором СССР, 1969 г;

б) проводить силами горного предприятия инструментальные наблюдения за сдвижением железнодорожного пути и земной поверхности на подрабатываемом участке с начала подработки до окончания периода опасных деформаций - через каждые 15-20 дней, а после окончания периода опасных деформаций - через каждые 2 месяца. Обработанные результаты наблюдений передаются службе пути МПС не позже 2 дней после каждого очередного наблюдения.

При $\frac{H}{\eta_m}$ (табл. 2.3) более 1000 наблюдения проводятся в период опасных деформаций через 30-45 дней, а после окончания периода опасных деформаций - через каждые 3 месяца.

Инструментальные наблюдения прекращаются после того, как максимальное оседание земной поверхности за последние 6 месяцев не превысит 30 мм;

в) проводить безостановочную выемку угля под полотном железной дороги и сооружениями.

Примечания: 1. К полотну железной дороги относятся также откосы насыпей и выемок, по которым проходит железная дорога, и другие сооружения.

2. При подработке железнодорожного полотна, проходящего по глубокой выемке и по косогорным участкам, необходимо учитывать состояние выемок и геологическое строение косогорных участков, а при большом земляном полотне учитывать также наличие противодеформационных и водоотводных сооружений.

4.20. Станционные железнодорожные пути, оборудованные электрической централизацией, а также железнодорожные тоннели могут быть подработаны только по особым проектам, согласованным с органами Министерства путей сообщения.

4.21. При применении специальных горных мер защиты с целью уменьшения деформаций подрабатываемого железнодорожного пути (уменьшение длины лав, частичная выемка запасов по площади и мощности, закладка выработанного пространства и т.д.) в каждом отдельном случае по согласованию с МПС и разрешению Госгортехнадзора СССР может быть допущена подработка железнодорожных путей выше горизонта безопасной глубины. В этих случаях расчетом должно быть показано, что ожидаемые величины сдвижений и деформаций путей не превысят величин, возникающих при их подработке

обычными системами на горизонте безопасной глубины. Расчет сдвижений и деформаций производится в соответствии с приложением I.

4.22. Подработка подъездных путей от шахт и других угольных предприятий, в том числе и находящихся в ведении МПС, допускается по проекту, утвержденному главным инженером комбината (треста) при условии:

а) глубина разработки (Н) должна составлять $H \geqslant 20\,m$ (но не менее 30 м) при $\alpha \leqslant 45^0$ и $H \geqslant 70$ м при $\alpha > 45^0$, где m - вынимаемая мощность пласта, α - угол падения;

б) извещения соответствующей службы подъездных путей о предстоящей подработке за три месяца до ее начала;

в) ежедневного осмотра состояния подрабатываемого участка пути и проведения инструментальных наблюдений за оседанием полотна ж.д. в течение периода опасных деформаций;

г) своевременного проведения необходимого ремонта путей и других мероприятий по усмотрению организации, ответственной за безопасность движения поездов.

Повторная подработка подъездных путей допускается после окончания периода опасных деформаций от предыдущей подработки и ликвидации вызванных ею недопустимых отклонений от норм состояния пути.

Примечание. Подработка подъездных путей МПС, отнесенных к У категории охраны, допускается ниже горизонта безопасной глубины при выполнении условий, перечисленных в настоящем параграфе.

4.23. При выемке угля в нескольких пластах под плотинами водохранилищ (Донбассводтреста и др.) разрыв во времени между отработками каждого из пластов должен быть не менее 6-8 месяцев.

4.24. До подработки водных объектов следует проверить имеются ли в зоне, затапливаемой этими объектами в связи с оседанием земной поверхности, незатампонированные скважины, шурфы и другие выработки, по которым может быть поступление воды в шахту. При наличии таких выработок горные работы должны вестись с соблюдением требований "Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах", 1963.

При подходе очистной выработки к геологическому нарушению, имеющему выход в зону, затапливаемую водным объектом, необходимо на основе гидрогеологических данных установить зону

безопасного ведения горных работ.

При ведении горных работ вблизи водных объектов и в районах с высоким уровнем грунтовых вод необходимо учитывать изменение рельефа местности, вызываемое подработкой, с целью предупреждения заболачивания участков.

4.25. В Западном Донбассе водные объекты на земной поверхности не подлежат охране предохранительными целиками, если под ними на поверхности карбоновых отложений залегают плывуны или обводненные пески, ниже которых оставлены предохранительные целики согласно примечанию п.4 к табл. 4.10.

РАЗДЕЛ 5. НОРМЫ ОХРАНЫ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ШАХТНЫХ СТВОЛОВ И ОКОЛОСТВОЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

5.1. Вертикальные шахтные стволы вместе с копрами и подъемными машинами охраняются предохранительными целиками без учета безопасных глубин.

Примечание. Вертикальные стволы, зумпфы которых расположены от проектируемых к разработке пластов на расстоянии по вертикали большем 500 m, где m – вынимаемая мощность пласта, могут охраняться без оставления предохранительных целиков по этим пластам, но при условии составления специального проекта работ, предусматривающего плавную и равномерную посадку вышележащей толщи, и применения разработанных с участием специализированных научно-исследовательских институтов мероприятий, обеспечивающих сохранность крепи и армировки стволов.

5.2. Размеры предохранительных целиков определяются в зависимости от назначения и срока службы ствола, его глубины и типа крепи, а также глубины горных работ.

Размеры целиков по всем пластам или участкам пластов, расположенным ниже зумпфа ствола на 0,2 Н и более, где Н – глубина ствола с зумпфом, определяются при любых глубинах разработки по углам сдвижения от границы берм охраняемой площади.

5.3. Границы предохранительных целиков для всех стволов до глубины 400 м, а для блоковых, вентиляционных (см.п.5.4) и воздухоподающих стволов с жесткой крепью также и при глубинах более 400 м определяются по углам сдвижения: в коренных

породах по табл.2.I, в Западном Донбассе-по п.2.9, в наносах и меловых отложениях в соответствии с п.2.II.

При этом границы указанных предохранительных целиков должны отстоять от ствола на разрезах вкрест простирания и по простиранию в плоскости пласта на расстоянии не менее 50 м при $\alpha \leq 45^0$ и 60 м при $\alpha > 45^0$ при глубинах до 400 м. При глубинах более 400 м указанные минимальные размеры целиков увеличиваются из расчета по I0 м на каждые последующие I00 м глубины.

Примечание. Жесткими считаются крепи из монолитного бетона и железобетона, кирпича, бетонита, тюбингов, конструктивно неприспособленные к воздействию очистных выработок.

5.4. Границы предохранительных целиков для глубоких главных вертикальных стволов с жесткой крепью и вентиляционных стволов с жесткой крепью со сроком эксплуатации более 20 лет, оборудованных постоянным подъемом, кроме инспекторского, определяются при больших глубинах (600 м и более при $\alpha \leq 45^0$ и 700 м и более при $\alpha > 45^0$) на вертикальных разрезах линиями пересечения пластов с плоскостями, проведенными под граничными углами через границы бер охраняемой площади.

В интервале глубин 400-600 м при $\alpha \leq 45^0$ и 400 - - 700 м при $\alpha > 45^0$ границы предохранительных целиков определяются линиями, соединяющими границы целиков соответственно на глубинах 400 м и 600 м или 700 м (см.пример 2, рис. I0).

Граничные углы во всей толще принимаются одинаковыми, независимо от состава пород: $\beta_0 = 75^0 - 0{,}8\,\alpha$, но не менее 25^0, $\gamma_0 = \delta_0 = 75^0$, где α угол падения пласта; в Западном Донбассе $\beta_0 = \gamma_0 = \delta_0 = 70^0$, $\varphi = 50^0$.

Примечания: I. При углах падения менее $I5^0$ разрешается определять границы предохранительных целиков по углам сдвижения или по допустимым деформациям крепи (см.приложение V) на глубинах более 400 м при наличии соответствующего обоснования и заключения специализированной организации.

2. При больших глубинах и наличии в основной кровле разрабатываемого пласта мощной (более 20 м) толщи труднообрушаемых монолитных пород ($\sigma_{сж} \geqslant 800$ кг/см^2) размер целиков по простиранию в каждую сторону от ствола должен быть не менее 250 м.

3. При α от 20^0 до 45^0 размер целика в плоскости пласта в сторону падения пластов от ствола должен быть не более 250 м. При больших глубинах и α от 45^0 до 65^0 размер целика ℓ по падению от ствола в плоскости пласта определяется по формуле: $\ell = A'.H$ (но не менее 250 м), где H – глубина от поверхности до точки пересечения ствола пластом, а коэффициент A' в зависимости от угла падения пласта выбирается из табл.5.I.

Таблица 5.I

Угол падения пластов α, град.	Значения коэффициента A'
45	0,25
55	0,40
60	0,55
65	0,70

При промежуточных значениях α значение A' определяется интерполированием.

5.5. Размеры предохранительных целиков для стволов, указанных в п.5.4, при углах падения пластов более 65^0, а также со стороны падения пласта при $\alpha > 45^0$ и наличии одновременно как крупных тектонических нарушений, так и ранее пройденных очистных выработок в пределах предохранительных целиков со стороны падения, определяются с привлечением специализированных организаций.

5.6. Слепые вертикальные стволы охраняются предохранительными целиками по нормам, указанным для стволов, пройденных с земной поверхности, соответственно до глубины 400 м (см.п.5.3.), 600 м (700 м) и свыше 600 м(700 м) (см.п.5.4).

При этом:

а) размер целика по восстанию пласта определяется по

углу β (β_0) от границы охраняемой площади, включающей устье, подъемную машину и берму размером 20 м. При этом размер целика в плоскости пласта должен быть не менее расстояния от ствола до границы целика по простиранию, определяемого в соответствии с нижеуказанным пунктом "б";

б) размеры целика по простиранию и по падению определяются по углам δ (δ_0) и γ (γ_0) от проекции оси ствола на земную поверхность с учетом рекомендаций п.п. 5.1-5.5.

5.7. Размеры предохранительных целиков для стволов с податливой крепью и армировкой, рассчитанными в соответствии с "Временными указаниями по проектированию, строительству и эксплуатации крепи и армировки вертикальных стволов угольных шахт в условиях влияния очистных работ", 1972г., устанавливаются исходя из величин деформаций, принятых при расчете конструктивных мероприятий, с привлечением специализированных организаций.

5.8. При больших глубинах разработки, в целях уменьшения запасов угля в целиках, допускается построение целиков оптимальной криволинейной или многоугольной форм (пример 5 раздела 7).

5.9. Одновременно со стволами охраняются околоствольные выработки. На больших глубинах разработки (более 600 м при $\alpha \leq 45^0$ и более 700 м при $\alpha > 45^0$) размеры целиков угля для охраны околоствольных выработок следует принимать в соответствии с таблицей 5.2; при глубинах менее указанных очистные работы от околоствольных выработок должны отстоять на расстоянии не менее 50 м.

5.10. Целики для охраны околоствольных выработок не оставляются при расположении их ниже разрабатываемого пласта на расстоянии по нормали более 100 м при слабых и средней прочности породах и более 50 м при прочных вмещающих породах; при расположении околоствольных выработок выше разрабатываемого пласта на расстоянии по нормали более 250 мощностей пласта.

Целики для охраны околоствольных выработок, закрепленных ограниченно-податливой крепью, не оставляются.

Таблица 5.2

Размеры целиков угля для охраны околоствольных выработок, м

Место заложения околоствольных выработок	по простиранию	по восстанию и падению
I	2	3
I. В плоскости пласта		
а) в породах неустойчивых и средней устойчивости	I00–70 м от охраняемой выработки	I00–70 м в плоскости пласта от охраняемой выработки
б) в устойчивых породах	70–50 м от охраняемой выработки	70–50 м в плоскости пласта от охраняемой выработки
2. Ниже разрабатываемого пласта (надработка)		
а) в породах неустойчивых и средней устойчивости на расстоянии по нормали от разрабатываемого пласта менее I00 м при выработках с жесткой крепью и менее 70 м при выработках с ограниченно-податливой крепью	I00–70 м в плоскости пласта от точки пересечения пласта линией, проведенной через охраняемую выработку под углом W_1	I00–70 м в плоскости пласта от точки пересечения пласта линией, проведенной через охраняемую выработку под углом W_2
б) в устойчивых породах на расстоянии по нормали от разрабатываемого пласта менее 50 м при выработках с жесткой крепью и менее 30 м при выработках с ограниченно-податливой крепью	70–50 м в плоскости пласта от точки пересечения пласта линией, проведенной через охраняемую выработку под углом W_1	70–50 м в плоскости пласта от точки пересечения пласта линией, проведенной через охраняемую выработку под углом W_2

Продолж.табл.5.2

I	2	3
3. Выше разрабатываемого пласта (подработка)		
а) в породах неустойчивых и средней устойчивости на расстоянии по нормали от пласта менее 250 мощностей пласта при выработках с жесткой крепью	100-70 м от вертикальной линии, проведенной через охраняемую выработку, но не менее $\frac{0,3h_1}{\cos\alpha}$	100-70 м в плоскости пласта от точки пересечения пласта нормалью, проведенной через охраняемую выработку, но не менее $h_1 ctg\,(75^0 - \alpha)$
б) в устойчивых породах на расстоянии по нормали от пласта менее 250 мощностей пласта при выработках с жесткой крепью	70-50 м от вертикальной линии, проведенной через охраняемую выработку, но не менее $\frac{0,3h_1}{\cos\alpha}$	70-50 м в плоскости пласта от точки пересечения пласта нормалью, проведенной через охраняемую выработку, но не менее $h_1 ctg\,(75^0 - \alpha)$

Примечания к таблице 5.2

1. h_1 - расстояние по нормали от охраняемой выработки до пласта, м;

   α - угол падения пласта, градус;

   W_1 - угол, откладываемый от горизонтальной линии, направленный в сторону лавы, и равный 110^0;

   W_2 - угол, откладываемый от горизонтальной линии и равный $(110^0 - \alpha)$ у нижней границы околоствольного целика и $(70^0 - \alpha)$ у верхней границы околоствольного целика.

2. К устойчивым породам относятся породы с $\sigma_{сж} > 800$ кг/см^2, средней устойчивости - 600 - 800 кг/см^2, к неустойчивым - менее 600 кг/см^2.

- при расположении выработок ниже разрабатываемого пласта по нормали на расстоянии более 70 м в случаях их проведения по неустойчивым породам и более 30 м при проведении по устойчивым породам;

– при расположении выработок выше разрабатываемого пласта на расстояниях, равных: 170–200 мощностей пласта на глубинах заложения выработок 600–800 м; 200–230 мощностей пласта на глубинах заложения выработок 800–1000 м; 230–250 мощностей пласта на глубинах заложения выработок 1000–1200 м.

5.11. Околоствольные выработки вышележащих погашаемых горизонтов должны быть заложены породой на длину 25–30 м от стволов. Временные околоствольные выработки, расположенные ближе 25 м от действующих, после окончания строительства должны быть заложены породой на тощем цементном растворе.

РАЗДЕЛ 6. ПРАВИЛА ПОСТРОЕНИЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ ЦЕЛИКОВ

6.1. Границы предохранительных целиков определяются на вертикальных разрезах линиями пересечения почвы пластов с плоскостями, проведенными под углами сдвижения или граничными углами (см.раздел 5) через границы охраняемой площади (см.рис. 8).

Примечания: 1. Если длина целика по падению получается менее $0{,}2\ H_н$, где $H_н$ – глубина залегания пласта у нижней границы целика, то она принимается равной $0{,}2\ H_н$.

2. Если при построении целиков плоскость, проведенная под углом сдвижения γ, пересекает угольный пласт ниже горизонта безопасной глубины ($H_б$), то нижней границей целика является горизонт безопасной глубины. При этом, если окажется, что длина целика по падению пласта меньше $0{,}2\ H_н$, то целик не оставляется.

3. При пологом падении пласта ($\alpha \leq 25^0$), когда на разрезе вкрест простирания целик, отсеченный горизонтом безопасной глубины, меньше половины длины участка пласта, ограниченного плоскостями, проведенными по углам сдвижений, то этот целик не оставляется при условии, что участок на всей его длине будет отрабатываться полностью и одновременно. В противном случае построение целика производится согласно примечанию 2 п.6.1.

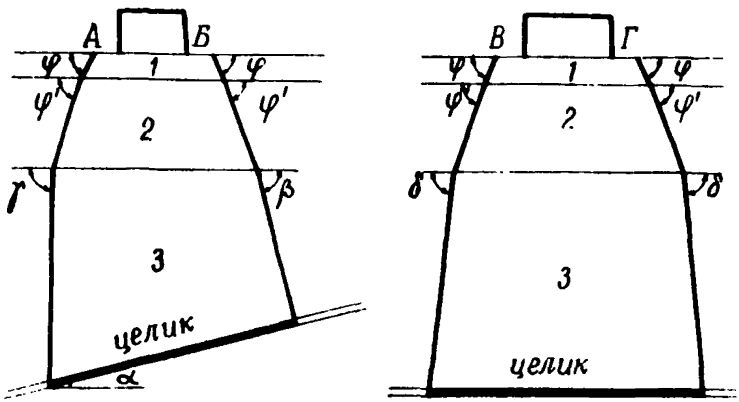


Рис.8. Определение границ предохранительного целика:
I - наносы; 2 - меловые отложения;
3 - каменноугольные породы.

6.2. Границы охраняемой площади для отдельных зданий и сооружений определяются на плане следующим образом. Вокруг объекта через его угловые точки строят прямоугольник, стороны которого располагают по простиранию и вкрест простирания пласта. Параллельно сторонам полученного прямоугольника строят предохранительную берму, внешние границы которой являются границами охраняемой площади.

6.3. Ширина предохранительных берм принимается для объектов:

	I категории охраны	-	20 м,
	II категории охраны	-	I5 м,
III и IУ	- " -	-	I0 м,
У и УI	- " -	-	5 м.

Примечания: I. При построении предохранительных целиков под водными объектами за границу охраняемой площади водотоков и водоемов принимается граница максимального разлива воды, а для галечниковых отложений - граница этих отложений, установленная по данным геологической разведки.

2. Для вертикальных шахтных стволов берма принимается 20 м.

6.4. Границы охраняемой площади для группы зданий и сооружений (например, промплощадки шахты) определяются на плане многоугольником со сторонами, параллельными сторонам охраняемых объектов и отстоящими от последних на величину бермы.

6.5. Для объектов, вытянутых диагонально к линии простирания пласта, построение целика производится в наносах и меловых породах под углами сдвижения φ и φ' и в коренных породах под углом β' (со стороны восстания пласта) и под углом γ' (со стороны падения).

Значения углов β' и γ' определяются по номограмме приложения III или вычисляются по формулам:

$$ctg\,\beta' = \sqrt{ctg^2\beta \cdot \cos^2\theta + ctg^2\delta \cdot \sin^2\theta}, \qquad (6.1)$$

$$ctg\,\gamma' = \sqrt{ctg^2\gamma \cdot \cos^2\theta + ctg^2\delta \cdot \sin^2\theta}, \qquad (6.2)$$

где: β, γ и δ - углы сдвижения, определяемые по табл.2.I;

θ - острый угол между линией простирания пласта и соответствующей границей бермы.

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

6.6. Построение предохранительных целиков можно производить графически или графо-аналитически на планах, разрезах и проекциях на вертикальную плоскость горных выработок.

составляемых в масштабах не мельче I:2000 (для объектов вытянутой формы - не мельче I:5000).

Различают следующие способы построения целиков:

а) способ вертикальных разрезов;

б) способ перпендикуляров;

в) способ проекций с числовыми отметками.

Выбор того или иного способа построения предохранительных целиков производится по усмотрению главного маркшейдера шахты.

6.7. При построении границ предохранительных целиков по способу перпендикуляров для диагонально расположенного вытянутого объекта по отношению к линии простирания пласта, в коренных породах значения длин перпендикуляров в сторону восстания q и в сторону падения l, вычисляются по формулам:

$$q = \frac{(H - h) \cdot ctg\,\beta'}{1 + ctg\,\beta' \cdot \cos\theta \cdot tg\,\alpha} = q'(H - h), \qquad (6.3)$$

$$l = \frac{(H - h) \cdot ctg\,\gamma'}{1 - ctg\,\gamma' \cdot \cos\theta \cdot tg\,\alpha} = l'(H - h), \qquad (6.4)$$

где H - глубина залегания пласта под данной точкой бермы;

h - мощность наносов и меловых пород;

β', γ' - определяются согласно п.6.5.

Значения q' и l' для α до 65^0 даны в табл. IV.I - IV.5 (приложение IV).

6.8. Если в результате построения предохранительный целик для диагонально расположенного вытянутого объекта в своей нижней части будет иметь острый угол, то последний разрешается срезать по линии падения пласта с таким расчетом, чтобы высота целика по линии среза в плоскости пласта была не более 40 м.

6.9. В случае сложного и криволинейного очертания охраняемого объекта или группы объектов построение целиков

производится по характерным точкам охраняемой площади. Для каждой из этих точек производится построение целика по общим правилам.

Полученные в результате построения точки, наиболее удаленные от охраняемого объекта, соединяются общей линией, являющейся границей целика.

6.IO. Для построения предохранительных целиков под объекты, расположенные диагонально к линии простирания пласта, но имеющие ограниченные размеры в плане, производятся следующие дополнительные построения. От нижней и верхней границ охраняемой площади проводятся перпендикуляры к линии падения и простирания пластов - q и l. Из концов этих перпендикуляров проводятся линии параллельно и перпендикулярно простиранию пластов до пересечения с границей целика, построенного с помощью перпендикуляров q и l, как в примере 4 раздела 7. Угловыми точками предохранительного целика (пример 4) являются точки пересечения границ целиков, построенных указанными способами.

РАЗДЕЛ 7. ПРИМЕРЫ ПОСТРОЕНИЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ ЦЕЛИКОВ

Для построения предохранительных целиков необходимы следующие данные:

I) название охраняемых объектов, их размеры (высота, длина, ширина);

2) материал, из которого возведены стены, перекрытия, крановая нагрузка, конструктивные особенности;

3) категория охраны;

4) количество пластов, в которых оставляются предохранительные целики, их мощность, угол падения и глубина залегания, способ управления кровлей;

5) мощность наносов, наличие или отсутствие плывунов, их мощность, литологический состав толщи коренных пород, наличие или отсутствие тектонических нарушений и элементы их залегания;

6) значения углов сдвижения, граничных углов (для стволов), ширина бермы.

Указанные сведения должны быть помещены в объяснительной записке к проекту построения предохранительных целиков. Кроме того, в объяснительной записке должно быть приведено обоснование выбранных мер охраны, указаны намечаемые мероприятия по уменьшению деформаций охраняемых объектов.

Пример 1. Построение предохранительного целика для охраны здания (рис. 9)

5-этажное жилое здание размером 50х60 м расположено диагонально к простиранию пласта. Под зданием залегает пласт I_I, мощностью $m = 0{,}70$ м. Угол падения $\alpha = 26^0$. Глубина залегания пласта (Н) под серединой здания составляет 225 м. Толща коренных пород представлена каменноугольными отложениями (сланцы, песчаники и известняки). Мощность наносов - 25 м. Кратность $\frac{H}{m} = 320$.

Охраняемое здание относится ко II категории охраны. Из таблиц21 и42 (п.п. 2.9 и 4.4) , определяются значения углов сдвижения и коэффициент безопасности: $\delta = 84^0$; $\beta = 84^0 - 0{,}8.26^0 = 63^0$; $\gamma = 84^0$; $K_б = 300$.

Поскольку здание имеет сложную конфигурацию и длина его более 45 м, $K_б$ увеличивают (в соответствии с п.4.6) на 20%; $K_б = 300 \times 1{,}2 = 360$.

На плане через угловые точки здания проводят линии параллельно и перпендикулярно простиранию пласта.

От полученного прямоугольника $А_I$ $Б_I$ $Г_I$ $В_I$ откладывают берму шириной 15 м и получают охраняемую площадь - прямоугольник АБВГ.

Строят разрез вкрест простирания и проектируют на него с плана здание и охраняемую площадь - точки В(А) и Г(Б). Через эти точки в наносах проводят линии под углом сдвижения $\varphi = 60^0$ до линии контакта с каменноугольными породами и получают точки $К_I$ и $К_2$. Через точки $К_I$ и $К_2$ проводят в коренных породах линии под углами сдвижения соответственно $\gamma = 84^0$ и $\beta = 63^0$ до пересечения с почвой угольного пласта.

Безопасная глубина определяется как произведение мощности пласта на коэффициент безопасности:

$$H_б = 0{,}70 \times 360 = 252 \text{ м}.$$

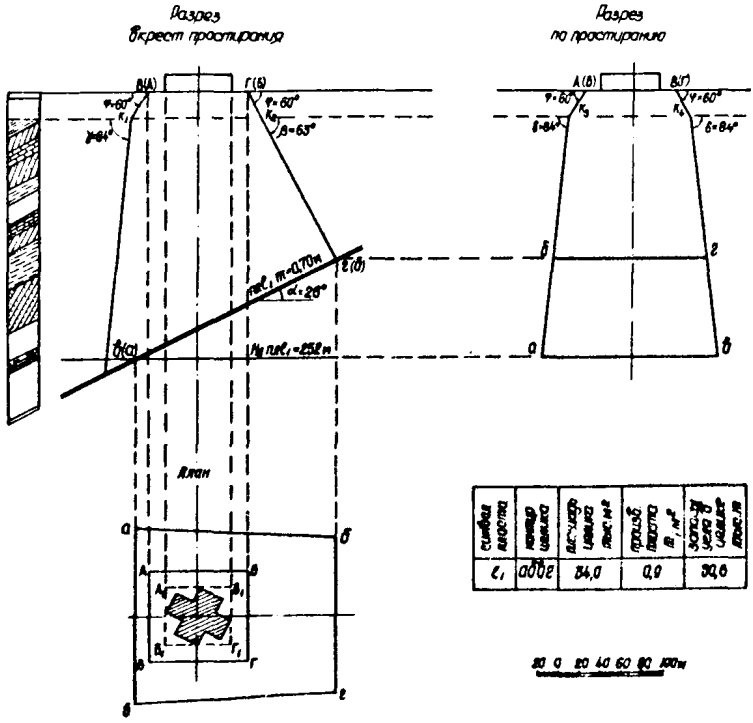


Рис.9. Пример построения предохранительного целика для охраны здания.

Нижней границей целика будет являться линия пересечения пласта с горизонтом безопасной глубины /на рис.9 - -точка в (а)/.

Верхняя граница целика определяется точкой пересечения линии, проведенной из точки $К_2$ под углом сдвижения β, с почвой пласта - г (б).

Строят разрез по простиранию. На него переносят здание и контур охраняемой площади - точки А(Б) и В(Г).

Через точки А(Б) и В(Г) проводят в наносах линии под углом сдвижения φ, пересечение которых с линией контакта наносов и коренных пород даст точки $К_3$ и $К_4$ - от точек $К_3$ и $К_4$ проводят линии под углом сдвижения $\delta = 84^0$ до пересечения с проекциями верхней и нижней границ целика, получают соответственно точки б,г и а,в.

Размеры целиков с разрезов по простиранию и вкрест простирания переносят на план. Контур целика на плане определяется точками а б в т.

Определив площадь предохранительного целика в плоскости пласта и умножив ее на производительность пласта, получают запасы угля в целике.

Пример 2. Построение предохранительных целиков в трех пластах для охраны двух главных вертикальных стволов с надшахтными зданиями, копрами и подъемными машинами (рис. I0)

Указанные объекты подлежат охране без учета безопасной глубины (п.5.I).

Угол падения пластов $\alpha = 30^0$. Мощность пластов: $к_I$ - I,I м, $к_2$ - 0,9 м и $к_3$ - I,2 м. Толща каменноугольных пород представлена песчаниками, песчаными и глинистыми сланцами, известняками. Наносы мощностью 20 м представлены суглинками нормальной влажности. Зумпфы стволов расположены на глубине 600 м.

Глубины залегания пластов от устья до точки пересечения оси ствола пластами составляют:

$$H_{к_I} = 473 \text{ м}; \quad H_{к_2} = 750 \text{ м}; \quad H_{к_3} = 855 \text{ м}.$$

Проектная глубина разработки - II00 м.

Построение целиков производится по способу вертикальных разрезов (п.6.6).

Для свиты пластов находят условную мощность пластов относительно пласта $к_I$ (п.2.10):

$$m_{усл.} = m_{к_I} + m_{к_2} \cdot \frac{H_{к_I}}{H_{к_2}} + m_{к_3} \cdot \frac{H_{к_I}}{H_{к_3}} =$$

$$= I,I \text{ м} + 0,9 \text{ м} \frac{473 \text{ м}}{750 \text{ м}} + I,2 \text{ м} \frac{473 \text{ м}}{855 \text{ м}} = 2,33 \text{ м}.$$

Углы сдвижения определяют (п.2.9) из табл.2.I по кратности

$$\frac{H}{m_{усл.}}$$

Для определения углов δ и γ : $H = 473$ м;

$$\frac{H}{m_{усл.}} = \frac{473 \text{ м}}{2,33 \text{ м}} = 203.$$

Для определения углов β (п.2.9):

$$H = H_{сз} \cdot \cos^2 \alpha = 473 \text{ м} \cdot \cos^2 30^0 =$$

$$= 473 \times 0,750 = 355 \text{ м}; \quad \frac{H}{m_{усл.}} = \frac{355 \text{ м}}{2,33 \text{ м}} \cong I52.$$

Для контроля определяют условную мощность и отношение $\frac{H}{m_{усл}}$ для пласта $к_2$:

$$m_{усл.} = m_{к_2} + m_{к_I} \cdot \frac{H_{к_2}}{H_{к_I}} + m_{к_3} \frac{H_{к_2}}{H_{к_3}} =$$

$$= 0,9 \text{ м} + I,I \text{ м} \frac{750 \text{ м}}{473 \text{ м}} + I,2 \text{ м} \frac{750 \text{ м}}{855 \text{ м}} = 3,69 \text{ м}$$

$$H = H_{об} \cdot \cos^2 \alpha = 750 \text{ м}. 0,750 = 562 \text{ м}; \quad \frac{H}{m_{усл.}} = \frac{562 \text{ м}}{3,69 \text{ м}} =$$

$$= I52.$$

Аналогичный контроль производится при определении углов γ и δ :

$$H = 750 \text{ м}; \quad \frac{H}{m_{усл.}} = \frac{750 \text{ м}}{3{,}69 \text{ м}} \cong 203.$$

Из табл. 2.I по $\frac{H}{m_{усл.}} = 152$ находят: $\beta = 81^0 - 0{,}8\,\alpha = 81^0 - 0{,}8 \times 30^0 = 57^0$;
по отношению $\frac{H}{m_{усл.}} = 203$ находят $\gamma = \delta = 82^0$.

Граничные углы (п.5.4) в каменноугольных породах принимаются:

$$\beta_0 = 75^0 - 0{,}8\alpha = 75^0 - 0{,}8.30^0 = 51^0; \quad \gamma_0 = \delta_0 = 75^0.$$

Угол сдвижения в наносах $\varphi = 60^0$ (п.2.II).

На плане через угловые точки охраняемых объектов проводят линии параллельно и перпендикулярно простиранию пластов - контур $А_I$ $Г_I$ $В_I$ $Б_I$. Вокруг этого контура строят берму шириной 20 м (п.6.3) - получают контур охраняемой площади АГВБ.

Строят разрезы вкрест и по простиранию пластов, на которые проектируют оси шахтных стволов и границы охраняемой площади-получают точки: на разрезе вкрест простирания А(Г), Б(В), на разрезе по простиранию-А(Б), Г(В) . Через эти точки в наносах проводят линии под углом сдвижения $\varphi = 60^0$ до линии контакта с каменноугольными породами - точки I(4); 2(3) и 4(3), I(2).

Для определения верхних границ целиков на разрезе вкрест простирания из точки 2(3) проводят линии:

а) под углом сдвижения $\beta = 57^0$ до пересечения с почвой пласта $к_I$ - точка 5(6) и далее до горизонтальной линии, проведенной на глубине 400 м (п.5.3) - точка 7(8);

б) под граничным углом $\beta_0 = 51^0$ до пересечения с горизонтальной линией, проведенной на глубине 600 м - точка 9(I0). Верхней границей целика для пласта $К_I$ является точка 5(6); верхняя граница для пластов $К_2$ и $К_3$ определяется (п.5.4) на пересечении линии, соединяющей точки 7(8) - 9(I0), с почвой пластов - точки II(I2) и I3(I4).

Для определения нижних границ целиков на разрезе вкрест простирания из точки I(4) проводят линии:

а) под граничным углом $\gamma_0 = 75^0$ до пересечения с почвой пласта K_I (п.5.4) - точка I5(I6);

б) под углом сдвижения $\gamma = 82^0$ до пересечения с горизонтальной линий, проведенной на глубине $H + 0,2\,H = 720$ м, где $H = 600$ м - глубина ствола, и далее до пересечения с почвой пластов K_2 и K_3 (п.5.2) - точки I7(I8) и I9(20).

От оси ствола по пласту K_3 откладывают 250 м (п.5,4,3) - точка 2I(22). На разрезе вкрест простирания нижними границами целиков являются:

для пласта K_I - точки I5(I6),
- " - K_2 - точки I7(I8),
- " -K_3 - точки 2I(22).

Обозначим пересечение горизонтальных линий, проведенных на глубинах 400 м, 600 м и $H + 0,2H = 720$ м с почвой пластов K_I, K_2 и K_3 точками: 25(26), 23(24), 27(28), 29(30), 3I(32) и 33(34).

Для определения границ целиков на разрезе по простиранию из точек 4(3) и I(2) проводят линии: а) под углом сдвижения $\delta = 82^0$ до пересечения с проекцией верхней границы целика в пласте K_I (п.5.3) и горизонтальными линиями, проведенными на глубинах 400 и $(H + 0,2H)$ м и далее до пересечения с проекциями нижних границ целиков в пластах K_2 и K_3 (п.5.2) - точки 5,6,7,8,27(3I), 28(32),I7,I8,2I,22;
б) под граничным углом $\delta_0 = 75^0$ до пересечения с горизонтальной линией, проведенной на глубине 600 м, проекцией нижней границы целике в пласте K_I и далее до горизонтальной линии, проведенной на глубине $H + 0,2H = 720$ м (п.5.4) - точки 23(29,33), 24(30,34), I5,I6, 27(3I), 28(32). Соединяют точки 7 и 23(29,33), 8 и 24(30,34); В результате на разрезе по простиранию определены следующие границы целиков:

в пласте K_I - точки 5,6,8,24(30,34), I6,I5,23(29,33),7;

в пласте K_2 - точки II,I2,24(30,34),28'(32'), 28(32), I8,I7,27(3I),27'(3I'), 23(29,33);

в пласте K_3 - точки I3,I4,24(30,34), 28'(32'), 28(32), 22,2I, 27(3I), 27'(3I'), 23(29,33).

Размеры целиков вкрест простирания и по простиранию переносят на план. Получают на плане целики:

для пласта $К_I$ - точки 5,6,26,24,I6,I5,23,25;
для пласта $К_2$ - точки II,I2,30,28',28,I8,I7,27,27',29;
для пласта $К_3$ - точки I3,I4,34,32',32,22,2I,3I,3I',33.

Производят подсчет запасов.

Пример 3. Построение предохранительного целика для охраны железной дороги общего пользования (рис. II).

Под железной дорогой залегает пласт ν_3 мощностью I,2 м. Угол падения пласта $\alpha = 30^0$. Глубина залегания пласта на участке подработки - от 20 до 220 м. Мощность наносов - 20 м. Толща каменноугольных пород сложена слоями песчаников, известняков, глинистых и песчанистых сланцев.

Согласно п.4.II (табл.4.9) дорога подлежит охране по IУ категории (скорость движения поездов менее I00 км в час, стыковые зазоры нормальные). Ширина бермы принимается равной I0 м(п6.3). Углы сдвижения в соответствии с п.2.9 принимаются следующими: $\delta = 85^0$; $\gamma = 85^0$; $\beta = 85^0 - 0{,}8\,\alpha = 6I^0$.

На участке подработки железная дорога имеет криволинейный контур. Построение целика производится способом перпендикуляров в следующем порядке:

на план наносятся линии равных глубин через 50 м (20,70,I20,I70,220 м), полученные по разностям отметок изолиний земной поверхности и изогипс пласта. От нижнего контура насыпи с обеих сторон строим берму шириной I0 м. От бермы откладываем величину "а", определяемую по формуле:

$$a = h \cdot \operatorname{ctg}\varphi = 20 \times 0{,}570 = II{,}5 \text{ м}, \quad . . .(7.I)$$

где h - мощность наносов,

φ - угол сдвижения в наносах равный, согласно п.2.II 60^0.

Получаем контур охраняемой площади I 2 3 4 . . . I0 на контакте наносов с коренными породами. Верхней границей целика является линия выхода пласта под наносы, а

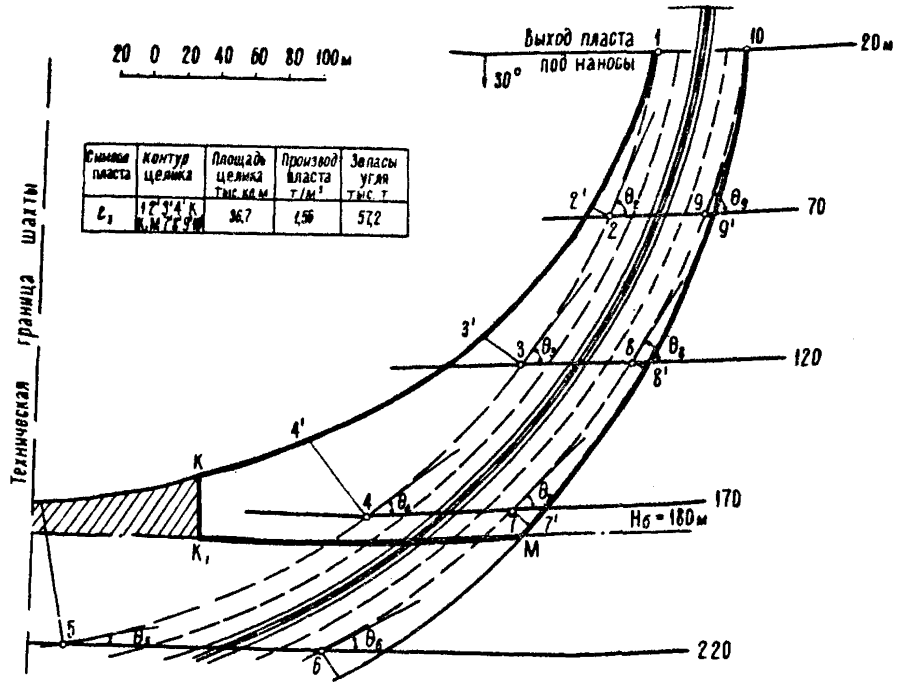


Рис.II. Пример построения предохранительного целика для охраны железной дороги общего пользования

нижней - горизонт безопасной глубины, определяемый по формуле

$$H_б = K_б \cdot m = 150.1,2 = 180 \text{ м}.$$

$K_б = 150$ принимается в соответствии с п.4.4.

Определяем длину перпендикуляров q и l по формулам (6.3) и (6.4) для точек 1,2,3 . . . 9,10, расположенных на пересечении изоглубин с контуром охраняемой площади на контакте наносов с коренными породами. Для этого в точках 1,2,3 . . . 9,10 определяем значения углов θ. В рассматриваемом примере направление изоглубин совпадает с направлением изогипс. Углы θ, следовательно, можно определять как углы между линиями изоглубины и касательными к контуру охраняемой площади на контакте наносов с коренными породами. Измеренные значения углов θ и мощности коренных пород в соответствующих точках, а также полученные значения перпендикуляров, выписываем в таблицу 7.1.

Таблица 7.1

Значения перпендикуляров q и l, м

№ точек	θ, град.	$H - h$, м	q'	l'	q	l
1	-	0	-		0	
2	66	50	0,225		11,3	
3	52	100	0,269		26,9	
4	34	150	0,377		56,6	
5	12	200	0,416		83,2	
6	28	200		0,091		18,0
7	42	150		0,090		13,5
8	57	100		0,089		8,9
9	68	50		0,088		4,4
10	-	0	-	-		0

Откладываем полученные значения q и l в соответствующих точках на плане и соединяем концы перпендикуляров плавными кривыми со стороны восстания и со стороны падения.

Вытянутую часть целика, заключенную между линией горизонта безопасной глубины и границей целика со стороны восстания, согласно п.6.8 срезаем по линии $КК_I$. Длина отрезка в плане не должна превышать величины, определенной из выражения $40 \times \cos\alpha = 40 \times \cos 30^0 = 34{,}6$ м.

Окончательной границей целика в плане будет контур I 2 3'4'$КК_I$ и 7'8'9'I0. Подсчитываем запасы угля в целике.

Пример 4. Построение предохранительного целика для охраны здания гаража (рис. I2).

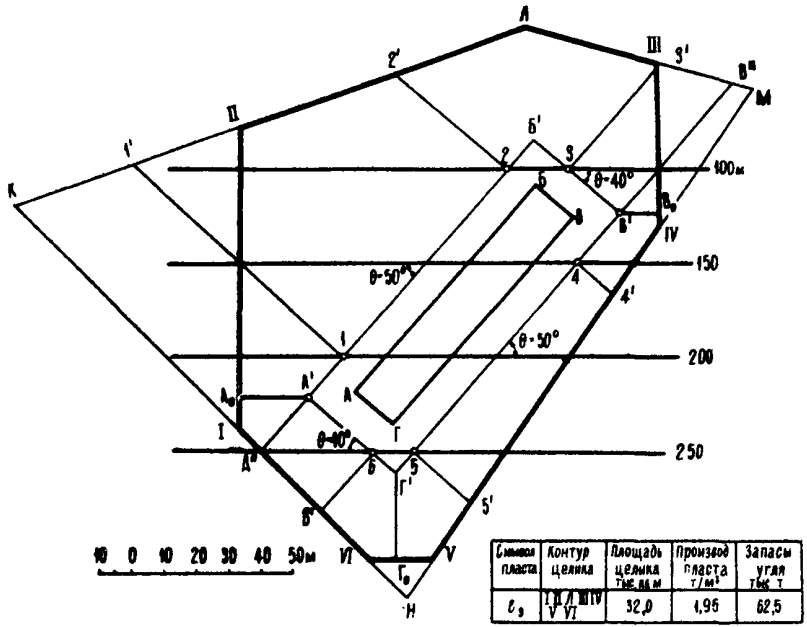
Здание гаража одноэтажное, каркасного типа, размеры его в плане 84xI5 м. Здание расположено диагонально к линии простирания пласта под углом $\theta = 50^0$. Угол падения пласта равен 60^0, мощность пласта - I,5 м. Глубина залегания пласта под зданием от 85 до 260 м. Наносы отсутствуют. Коренные породы представлены слоями песчаников, известняков, глинистых и песчанистых сланцев.

Согласно п.4.II (табл.4.6) здание относится к III категории охраны. Углы сдвижения принимаются следующими (п.2.9); $\delta = \gamma = 85^0$, $\beta = 85^0 - 0{,}8\,\alpha = 37^0$. Ширина бермы I0 м (п.6.3).

Построение предохранительного целика производится методом перпендикуляров. На план наносятся изоглубины пласта I00, I50, 200, 250 м. Вокруг здания строится берма шириной I0 м. Получаем контур охраняемой площади $А^I Б^I В^I Г^I$. Для точек пересечения контура охраняемой площади с изоглубинами по формулам (6.3) и (6.4) определяем длины перпендикуляров q и l . Так как контур охраняемой площади представлен прямыми линиями, а падение пласта спокойное, то для каждой из сторон его достаточно определить q и l в двух точках - для фасадных сторон здания - точках I, 2, 4 и 5, с торцевых сторон - в точках 3, 6 и угловых точках $А^I$ и $В^I$.

Значения исходных величин и полученных длин перпендикуляров приводятся в табл. 7.2.

Откладываем полученные длины перпендикуляров I-I', 2-2', 3-3', B'-B", 4-4', 5-5', 6-6', A'-A" и через их концы проводим прямые линии. Пересечение их в точках К, Л, М, Н определит контур предохранительного целика.



Символ пласта	Контур целика	Площадь целика тыс.кв.м	Произвед пласта т/м³	Запасы угля тыс.т
ℓ_3	I II III IV V VI	32,0	1,96	62,5

Рис.I2. Пример построения предохранительного целика для охраны здания гаража

Таблица 7.2

Значения длин перпендикуляров

№№ точек	θ, град.	H, м.	q, м.	l, м.
I	50	200	87,6	
2	50	I00	43,8	
3	40	I00	43,8	
B'	40	I23	57,7	
4	50	I50		I4,5
5	50	250		23,7
6	40	250		24,8
A'	40	222		2?,0

Для срезания острых углов целика в соответствии с п6.I0 для угловых точек охраняемой площади находим длины перпендикуляров q и l при θ = 0° и θ = 90°. Значения их приведены в табл.7.3.

Таблица 7.3

Значения вспомогательных длин перпендикуляров, м

Наименование точек	θ, град.	H, м	q, м	l, м
A'	90	222	I9,4	
B'	90	I23	I0,8	
Г'	0	260		26,9

Откладываем полученные длины перпендикуляров $A'-A_0$, $B'-B_0$, $Г'-Г_0$ от соответствующих точек и проводим через концы их линии, параллельные или перпендикулярные линии простирания пласта, до пересечения с контуром КЛМН. Получим новый оптимальный контур предохранительного целика I П Л М IУ У УI.

Подсчитываем запасы угля в целике.

Пример 5. Построение предохранительного целика криволинейной формы для охраны двух вертикальных шахтных стволов с надшахтными зданиями, копрами и подъемными машинами (рис. I3.)

Указанные объекты подлежат охране без учета безопасной глубины (п5.I).

Угол падения пласта I_1 $\alpha = 10^0$, мощность - I,2 м. Толща каменноугольных пород представлена песчаниками и глинистыми сланцами, известняками. Наносы отсутствуют.

Глубина залегания пласта от устья до точки пересечения оси ствола пластом - $H_{I_1} = 870$ м.

Проектная глубина разработки - I000 м.

Построение целика производится по способу вертикальных разрезов (п6.6).

Границы целика определяют по граничным углам (п5.4), которые принимаются:

$$\beta_0 = 75^0 - 0{,}8\ \alpha = 75^0 - 0{,}8 \cdot 10^0 = 67^0\ ;$$

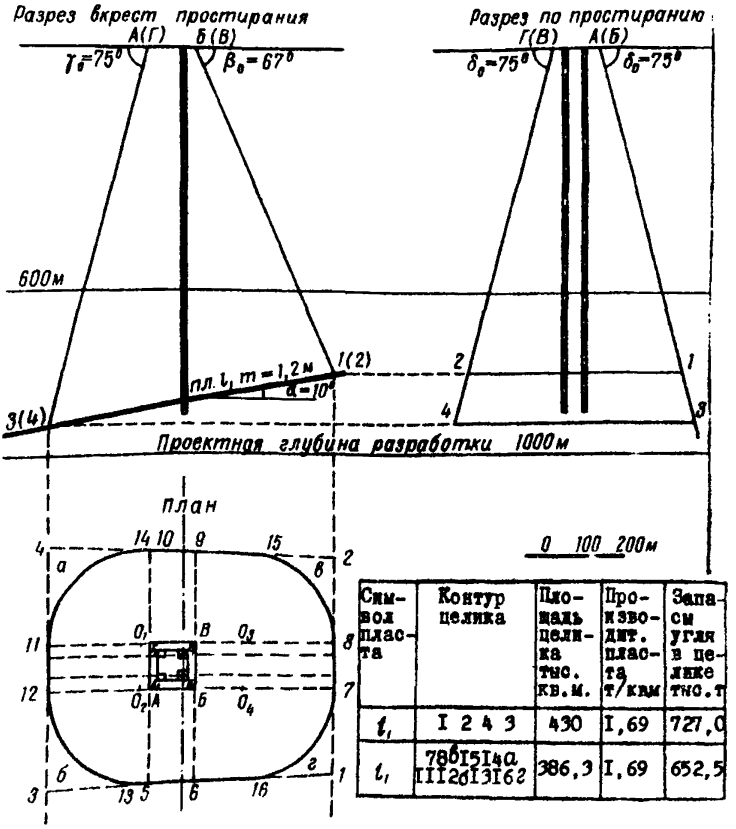
$$\gamma_0 = \delta_0 = 75^0$$

На плане через угловые точки охраняемых объектов проводят линии параллельно и перпендикулярно простиранию пласта - - контур $А_I$ $Б_I$ $В_I$ $Г_I$. Вокруг этого контура строят берму шириной 20 м (6.3) - получают контур охраняемой площади АБВГ.

Строят разрезы вкрест и по простиранию, на которые проектируют оси шахтных стволов и границы охраняемой площади - - получают точки А(Г), Б(В) и Г(В), А(Б). Сначала строят целик трапецеидальной формы.

Для определения границ целиков на разрезе вкрест простирания из точек А(Г) и Б(В) проводят линии: а) под граничным углом $\beta_0 = 67^0$ до пересечения с почвой пласта I_I - точка I(2), определяющая верхнюю границу; б) под граничным углом $\gamma_0 = 75^0$ до пересечения с почвой пласта I_I - точка 3(4), определяющая нижнюю границу.

Для определения границ целика на разрезе по простиранию из точек Г(В) и А(Б) проводят линии под граничным углом



Символ пласта	Контур целика	Площадь целика тыс. кв.м.	Производит. пласта т/км	Запасы угля в целике тыс.т
l_1	I 2 4 3	430	I,69	727,0
l_1	78бI5I4а III2бI3I6г	386,3	I,69	652,5

Рис.I3. Пример построения предохранительного целика криволинейной формы для охраны двух вертикальных стволов.

$\delta_0 = 75^0$. С разреза вкрест простирания проектируют на разрез по простиранию верхнюю и нижнюю границы целика, находят пересечение соответствующих точек. В результате на разрезе по простиранию определяют размеры нижней и верхней границ целика, контур целика – I-2 и 3-4.

Размеры целика на разрезе вкрест и по простиранию пласта переносят на план. На плане получают контур целика с угловыми точками I,2,4,3.

Продолжают линии, ограничивающие охраняемую площадь, до пересечения с полученным контуром целика – точки 5,6,7, 8,9,I0,II,I2. Радиусом равным меньшему из отрезков (Г-I0) и (Г-II) или (А-5) и (А-I2), т.е. в данном случае радиусом (Г-I0) = (А-5) из точек II и I2 отмечаем точки O_I и O_2. Из точек O_I и O_2 радиусом $(O_I\text{-II}) = (O_2\text{-I2}) = (\text{А-5}) = (\text{Г-I0})$ проводят дуги окружности – точки (II,а,I4) и (I2,б,I3). Соединяют точки I4,I0 и I3, 5. Затем радиусом равным меньшему из отрезков (В-9) и (В-8) или (Б-6) и (Б-7), т.е. в данном случае радиусом (В-9) = (Б-6) из точек 7 и 8 отмечаем точки O_3 и O_4. Из точек O_3 и O_4 радиусом $(O_3\text{-8}) = (O_4\text{-7}) = (\text{В-9}) = (\text{Б-6})$ проводят дуги окружности до пересечения с полученным контуром целика – точки 8, в ,I5, и I6, г , 7.

Таким образом производится построение криволинейного контура целика в плане – точки 7,8, в , I5,9,I0,I4, а , II,I2, б ,I3,5,6,I6,г.

Пример 6. Построение предохранительного целика для охраны двух пятиэтажных жилых домов в условиях сложного залегания пласта (рис.I4)

Дома подлежат охране по П категории (табл.4.5).

Под охраняемыми домами залегает пласт мощностью m = I,0 м. Углы падения и простирания пласта переменные. Каменноугольные породы состоят из глинистых и песчанистых сланцев, песчаников и известняков. Наносы отсутствуют.

Ниже приводится один из возможных вариантов построения целика при переменных углах падения и простирания пласта способом вертикальных разрезов.

На план с изогипсами, проведенными через 50 м, наносят контур охраняемой площади - прямоугольник $А,Б,Г,В_1$.

Границы охраняемой площади - АБГВ отстоят от контура площадки на величину бермы, равную 15 м.

По характерным направлениям проводят линии:

I-I - вкрест простирания,

Г-УI - по простиранию

Б-Ш, Б-У, Б-II, Г-IУ, Г-УП - диагонально к простиранию.

Для пояснения способа построения границ целика рассмотрим расчеты по направлениям I-I, Б-П и Г-УП. Указанные направления охватывают основные случаи построения границ целика со стороны падения и восстания пласта.

Строят разрез вкрест простирания по линии I-I.

Посередине между изогипсами пласта в точках I,2 ...5 надписывают значения углов падения, равные соответственно 57^0, 50^0, 44^0, 35^0, 28^0.

Для нахождения границ целика определяют углы сдвижения β для точек I,2,3 и т.д.

Углы сдвижения определяем по отношениям $\frac{H}{m}$: угол γ определяем по $\frac{H_{ср}}{m} = \frac{260\ м}{I,0\ м} = 260$, где $H_{ср}$ - средняя глубина горных работ под объектом, m - мощность пласта; угол β - по $\frac{H_{об} \cdot \cos^2 \alpha}{m} = \frac{225 \cdot 0,643^2}{I,0} \cong 90$

Точке 2 по табл.I соответствует угол $\beta_2 = 80^0 - 0,8.50^0 = 40^0$.

Точке I по табл.2I соответствует угол $\beta_1 = 80^0 - 0,8.57^0 = 34^0$.

Проведя из точки охраняемого контура А линию под углом $\beta_2 = 40^0$, получают пересечение последней с пластом в точке 6.

В точке 6 угол падения α круче, чем в точке 2 и составляет $5I^0$, откуда $\beta_6 = 80^0 - 0,8.5I^0 = 80^0 - 4I^0 = 39^0$.

Если границу целика оставить в точке 6, то край охраняемой площади попадает в зону сдвижения. Граница зоны сдвижения (7-6) проведена пунктирной линией.

Таким образом, в случаях, когда плоскость сдвижения, проведенная от границы охраняемого контура под углом β, пересекает пласт выше точки, для которой этот угол определен, размеры целика будут недостаточными.

Направление, проведенное под углом $\beta_1 = 34^0$ (для точки I), пересекает пласт в точке "а", т.е. ниже точки I.

Руководствуясь теми же соображениями, можно заключить, что точка "а" дает несколько завышенные размеры целика.

Если на расстоянии I–а изменение угла падения пласта меньше 3^0 (согласно линейной интерполяции между точками I и 2), то за границу целика следует принимать точку "а".

В противном случае, для нахождения границы целика необходимо поступать следующим образом.

Из точки а' проводится линия под углом

$$\beta_a = 80^0 - 0{,}8 \cdot 53^0 = 80^0 - 42^0 = 38^0.$$

Значение угла β_I, под которым следует провести из точки А линию для нахождения границы целика, определяют путем интерполяции, например, из выражения:

$$\beta_i = \beta_a + \frac{\beta_6 - \beta_a}{\bar{7}x} \cdot \bar{A}x, \text{ где } \bar{7}x \text{ и } \bar{A}x -$$

– расстояние в м. (Рис. I4).

В нашем случае изменение угла падения α на интервале а–I равно 4^0.

Поэтому $$\beta_i = 38^0 + \frac{39^0 - 38^0}{20} \times 13 = 38^0$$

За верхнюю границу целика принимают точку а'. На разрезе I–I определяют нижнюю границу целика.

По таблице 2.1 для К = 260 угол γ принимается равным 83^0.

Проведя на разрезе I–I от точки В линию под углом $\gamma = 83^0$, определяют границу по падению для точки В (точка $в'$).

На эту линию, проведенную под углом $\gamma = \delta = 83^0$, проектируют точку а и получают точку а''. Затем проектируют точку $в'$ на вертикаль, проходящую через точку В, и получают точку $в$. Затем точки а', а'' и $в, в'$ переносят на план.

Далее строят разрез по линии Б–II. При этом способ нахождения границы целика не меняется от того, что вместо угла β необходимо принимать угол β'. (Проверкой установ-

лено, что в диапазоне α от 0 до 65^0 угол β' находится по углу α' - углу падения в направлении, диагональном простиранию, определяемому непосредственно с разреза).

Аналогичным образом определяют размеры целика по линиям Б-П, Ш-УП, Б-У; Г-IУ, Г-УI (точки а" б е е" г ж з в в' к и).

Производят подсчет запасов.

Приложение I

М Е Т О Д И К А

расчета сдвижений и деформаций земной поверхности (при углах падения пластов от 0^0 до 70^0)

Основные понятия, термины и обозначения

I. Сдвижение горных пород и земной поверхности (вертикальное и горизонтальное) - перемещение и деформирование пород и земной поверхности в результате нарушения равновесия пород под влиянием различных причин: горных разработок, изменения физико-механических свойств пород при увлажнении и обезвоживании, тектонических процессов и других причин.

2. Область сдвижения горных пород - часть горного массива, подвергшаяся сдвижению под влиянием горных разработок.

3. Мульда сдвижения земной поверхности - часть земной поверхности, подвергшаяся сдвижению под влиянием горных разработок.

4. Мульда активизации - часть земной поверхности, подвергшаяся сдвижению в результате нарушения устойчивости и смещения зависших ранее горных пород.

5. Зона трещин и уступов на земной поверхности - часть мульды сдвижения, на которой в результате влияния горных разработок возникли трещины и уступы.

6. Главные сечения мульды сдвижения - вертикальные сечения мульды по простиранию и вкрест простирания пласта в местах наибольших сдвижений.

7. Полумульда сдвижения (крыло мульды) - часть мульды сдвижения, отделенная вертикальной плоскостью, проходящей

через середину дна мульды по простиранию или вкрест простирания пласта.

Полумульда сдвижения - часть мульды сдвижения в главном сечении на разрезе вкрест простирания или по простиранию, ограниченная пересечением земной поверхности с линиями, проведенными от границ выработки с одной стороны под соответствующим граничным углом, а с другой стороны - под углом полных сдвижений или максимальчого оседания (рис. I5).

8. Дно мульды сдвижения - часть мульды сдвижения, в которой точки земной поверхности имеют наибольшие оседания.

9. Полная подработка земной поверхности - подработка земной поверхности, при которой в мульде сдвижения образуется плоское дно и дальнейшее увеличение площади подработки не увеличивает максимального оседания.

I0. Неполная подработка земной поверхности - подработка земной поверхности, при которой не образуется плоского дна мульды и с увеличением площади подработки увеличиваются максимальные оседания.

II. Коэффициент подработанности земной поверхности - - отношение фактической длины очистной выработки к минимальной её длине, вызывающей полную подработку земной поверхности. Различают коэффициент подработанности по линии падения (n_1) и по линии простирания пласта (n_2). При полной подработке земной поверхности коэффициент подработанности по линии простирания и по линии падения пласта равен единице или больше единицы.

I2. Максимальное оседание земной поверхности - наибольшая вертикальная составляющая векторов сдвижения точек поверхности при закончившемся процессе сдвижения.

Различают максимальное оседание при полной подработке (η_0) мм и неполной подработке (η_m) мм.

I3. Максимальное горизонтальное сдвижение земной поверхности-наибольшая горизонтальная составляющая векторов сдвижения точек поверхности (ξ_0) мм.

I4. Вертикальные деформации земной поверхности (наклоны, кривизна) - деформации земной поверхности в

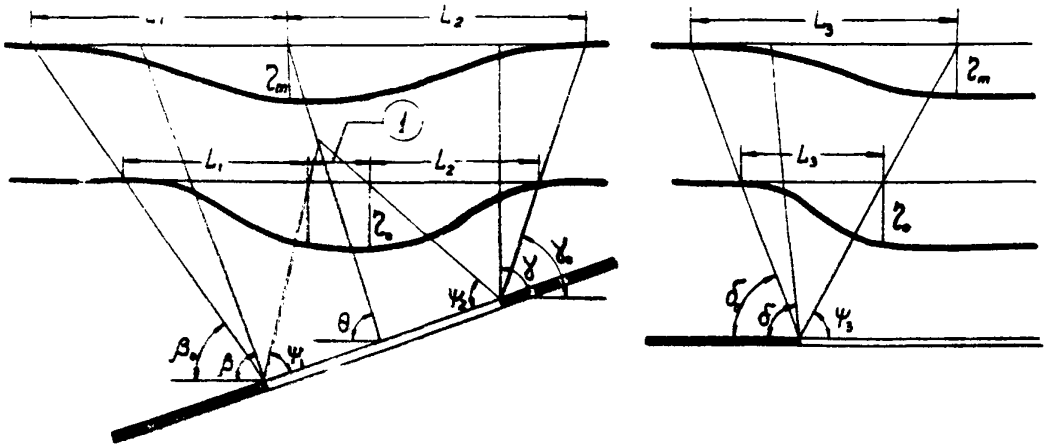


Рис.I5. Исходные параметры процесса сдвижения: I-участок плоского дна мульды.

вертикальной плоскости, вызванные неравномерностью вертикальных сдвижений.

I5. Горизонтальные деформации (растяжения, сжатия) – деформации земной поверхности, вызванные неравномерностью сдвижения точек в горизонтальной плоскости.

I6. Наклоны интервалов в мульде сдвижения – отношение разности оседаний двух данных точек мульды к расстоянию между ними, выраженное безразмерной величиной. При расчете деформаций наклон характеризует неравномерность распределения оседаний в сечении мульды сдвижения и определяется, как первая производная функции оседания.

I7. Максимальные наклоны мульды сдвижения – наибольшие наклоны интервалов мульды сдвижения в главных ее сечениях (i_0).

I8. Кривизна мульды сдвижения – отношение разности наклонов двух соседних интервалов мульды к полусумме длин этих интервалов, выраженное в I/м. При расчете деформаций кривизна характеризует неравномерность распределения наклонов в сечении мульды сдвижения и определяется, как вторая производная функции оседания. Различают измеренную кривизну мульды, определенную непосредственно по данным измерений, и расчетную кривизну мульды, полученную расчетным путем (сглаженная кривизна).

I9. Максимальная кривизна мульды сдвижения – наибольшее отношение разности наклонов двух соседних интервалов в мульде к полусумме длин этих интервалов (K_0).

20. Радиус кривизны мульды сдвижения – величина обратная кривизне мульды сдвижения, выраженная в метрах (R).

2I. Граничные углы – внешние, относительно выработанного пространства углы, образованные на вертикальных разрезах по главным сечениям мульды горизонтальной линией и линиями, соединяющими границы выработанного пространства с граничными точками сдвижения.

За граничные точки сдвижения принимаются такие, в которых величины оседаний равны I5 мм, растяжений $0{,}5 \cdot 10^{-3}$

и наклонов $0{,}5.10^{-3}$. Различают граничные углы у границ выработки:

а) нижней (β_0),

б) верхней (γ_0),

в) по простиранию (δ_0).

22. 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 у границ выработки:

а) нижней (φ_1),

б) верхней (φ_2),

в) по простиранию (φ_3).

23. Угол максимального оседания (θ) - угол со стороны падения пласта, образованный на вертикальном разрезе по главному сечению мульды вкрест простирания пласта горизонтальной линией и линией, соединяющей середину очистной выработки с точкой максимального оседания (при отсутствии плоского дна в мульде) или с серединой плоского дна мульды.

24. Относительные величины сдвижений земной поверхности (вертикальные - q_0 , горизонтальные - α) при полной подработке и горизонтальном залегании пласта: $q = \frac{\eta_0}{m}$; $\alpha = \frac{\xi_0}{\eta_0}$,

где m - вынимаемая мощность пласта измеренная по нормали.

25. При расчете величин сдвижений и деформаций их знаки (+ или -) принимаются в соответствии с табл. I.I.

26. Деформации, вычисленные по приведенным ниже формулам, называются ожидаемыми. При решении вопросов подработки сооружений следует пользоваться расчетными величинами, полученными путем умножения ожидаемых деформаций на соответствующие коэффициенты перегрузки (запас): для оседаний и горизонтальных сдвижений $n_\eta = n_\xi = 1{,}2$; для наклонов и относительных горизонтальных деформаций $n_i = n_\varepsilon = 1{,}4$; для кривизны $n_K = 1{,}8$.

Таблица I.I

Знаки сдвижений и деформаций

Положительные	Отрицательные
Горизонтальные сдвижения в сторону восстания и в сторону простирания пласта.	Горизонтальные сдвижения в сторону падения и в сторону обратную простиранию пласта.
Наклоны в сторону восстания и в сторону простирания пласта.	Наклоны в сторону падения и в сторону, обратную простиранию пласта.
Кривизна и радиус кривизны выпуклости кривой оседания.	Кривизна и радиус кривизны вогнутости кривой оседания.
Растяжения.	Сжатия.
Оседания.	

Примечание. За направление простирания пласта принимается направление, относительно которого линия падения располагается справа. При построении на разрезах кривых сдвижений и деформаций положительные величины, кроме величин оседаний, откладываются вверх от исходной горизонтальной линии, отрицательные величины и величины оседаний откладываются вниз от исходной горизонтальной линии.

Исходные параметры для расчета сдвижений и деформаций земной поверхности

I. Граничные углы.

а) В неподработанной ранее толще каменноугольных пород (рис. I6):

$\beta_0 = 75^0 - 0{,}8\alpha$ – для глубин $H > 200$ м;

$\beta_0 = 80^0 - 0{,}8\alpha - \rho \frac{H_0}{H}$ – для глубин $H < 200$ м,

где $\rho = 57^0$, $H_0 = 20$ м; α – угол падения пласта;

H – глубина горных работ;

$\gamma_0 = 80^0 - \rho \frac{H_0}{H}$ – для глубин $H < 200$ м;

$\gamma_0 = 75^0$, – для глубин > 200 м;

$\gamma_0 = 75^0 + 0{,}5\alpha$ – для антрацитовых районов при $H > 200$ м;

$\gamma_0 = 80^0 + 0{,}5\,\alpha - \rho\,\frac{H_0}{H}$ – для антрацитовых районов при $H < 200$ м;

$\delta_0 = 75^0$.

Примечание. В тех случаях, когда угол β_0 (или γ_0) получается менее 25^0, этот угол принимается равным 25^0.

б) В подработанной ранее толще каменноугольных пород:

$\beta_0 = 75^0 - \alpha$ – для глубин $H \geqslant 200$ м;

$\beta_0 = 80^0 - \alpha - \rho\,\frac{H_0}{H}$ – для глубин $H < 200$ м;

$\gamma_0 = 75^0 - 0{,}2\,\alpha$ – для глубин $H \geqslant 200$ м;

$\gamma_0 = 80^0 - 0{,}2\alpha - \rho\,\frac{H_0}{H}$ – для глубин $H < 200$ м;

$\delta_0 = 75^0$.

Примечание. В тех случаях, когда угол β_0 (или γ_0) получается менее 20^0, этот угол принимается равным 20^0.

В Западном Донбассе в подработанной и неподработанной ранее толще $\beta_0 = \gamma_0 = \delta_0 = 70^0$.

в) В толще меловых отложений $\varphi'_0 = 65^0$, в наносах $\varphi_0 = 55^0$, в наносах Западного Донбасса $\varphi_0 = 45^0$.

2. Угол максимального оседания и углы полных сдвижений определяются по табл. I.2 и рис. I6.

Расчет сдвижений и деформаций земной поверхности под влиянием отдельной очистной выработки

I. Максимальное оседание земной поверхности:

а) при первичной подработке с углом падения пластов от 0 до 70^0.

$$\eta_m = q_0\, m \cos\alpha \sqrt{\ ,t_2} \qquad (I.I)$$

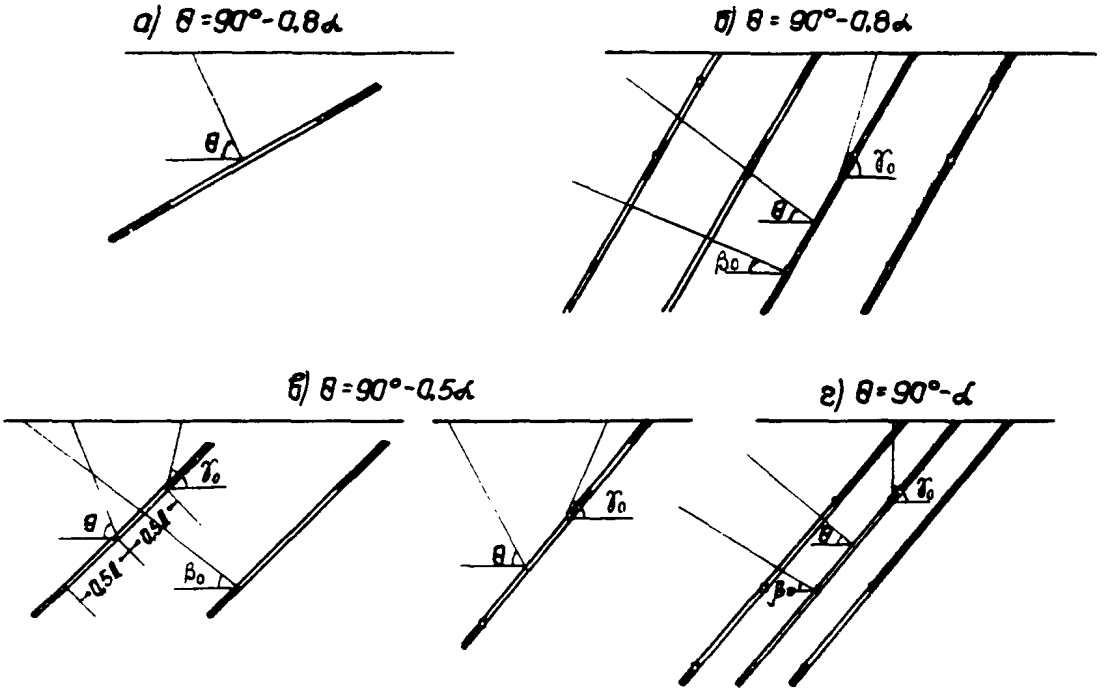


Рис.I6. Схемы к понятию подработанности толщи горных пород.

Таблица I.2

Значения углов θ , ψ_1 , ψ_2 и ψ_3 в градусах

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. I6а) или была подработана полностью (рис. I6б)
$90-0,5\alpha$	$55-0,3\alpha$	$55+0,45\alpha$	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. I6в)
$90-\alpha$, но не менее 30^0	$55+0,25\alpha$	$55+0,25\alpha$	55	Вся лава и проведенная от ее нижней границы линия под углом β_0 находятся 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. I6г)
90	55	55	55	В толще меловых отложений

Примечание. В подработанной толще значение угла ψ_1 не должно превышать величины $\gamma_0 - \alpha$, а значение угла ψ_2 - величин $\beta_0 + \alpha$. Углы полных сдвижений в толще меловых отложений и в наносах принимаются во всех направлениях равными 55^0, а угол $\theta = 90^0$. При мощности наносов или меловых отложений менее 0,2H их влияние на углы ψ_1, ψ_2 и θ можно не учитывать.

где q_0 - определяется по табл. I.3,

m - вынимаемая мощность пласта,

α - угол падения пласта,

$$n_1 = 0{,}9\left(\frac{Д_1}{H} - \frac{\Delta Д}{H}\right)$$

$$n_2 = 0{,}9\left(\frac{Д_2}{H} - \frac{\Delta Д}{H}\right)$$

Коэффициенты подработанности

$$n_1 = 0{,}7\,\frac{Д_I}{H}\;; \qquad n_2 = 0{,}7\,\frac{Д_2}{H}$$

Здесь $Д_I$ и $Д_2$ - размеры очистной выработки соответственно по падению и простиранию пласта;

H - средняя глубина разработки.

Значения $\frac{\Delta Д}{H}$ выбираются из табл. I.3,

б) при повторных подработках с углами падения от 0 до 25^0

$$\eta_m = q_0\, m \cos\alpha \sqrt{n_1 n_2}\left[1 + (1 - q_0)\frac{H_1}{H}\right], \qquad (I.2)$$

где H_I - мощность по вертикали ранее подработанной толщи пород.

Если $\frac{H_1}{H} > I$, то в формуле (I.2) величина $\frac{H_1}{H}$ принимается равной I.

Таблица I.3

Значения величин q_0, $\frac{\Delta Д}{H}$ и α

q_0	$\frac{\Delta Д}{H}$	α	Условия применения
0,75	0,40	0,30	В районах залегания антрацитов
0,80	0,25	0,30	В районах залегания каменных углей при мощности наносов менее 0,3H
0,85	0,20	0,40	То же, но при мощности наносов более 0,3H

в) При повторных подработках с углом падения пластов от 26 до 70^0.

$$\eta_m = 0{,}9 \cdot m \cos\alpha \sqrt{t_1 t_2}, \qquad (I.3)$$

Примечания: I. Если величины коэффициентов t_1, $t_2 > 1$, то в формулах (I.I-I,3) они принимаются равными I.

2. Если величины коэффициентов t_1 или t_2 меньше 0,I то они вычисляются по формулам:

а) для районов залегания каменных углей

$$t_1 = 0{,}3 \frac{Д_I}{H}; \quad t_2 = 0{,}3 \frac{Д_2}{H};$$

б) для районов залегания антрацитов

$$t_1 = 0{,}2 \frac{Д_I}{H}; \quad t_2 = 0{,}2 \frac{Д_2}{H};$$

2. Максимальный наклон при угле падения пластов от 0 до 70^0

$$i_0 = (I{,}6 - \frac{\alpha}{\rho}) \frac{m}{H} \qquad (I.4)$$

Для Западного Донбасса $i_0 = 2 \frac{m}{(I + 0{,}6 \frac{h}{H})H}$, (I.5)

где h – мощность наносов.

3. Максимальная кривизна выпуклости и вогнутости при $\alpha < 45^0$ в полумульде по падению и при $\alpha \leq 70^0$ в полумульде по восстанию

$$K_e = \frac{\eta_m}{L^2} \cdot S''(x)_{max}, \qquad (I.6)$$

где η_m – максимальное оседание определяется по формулам (I.I-I.3),

L – длина полумульды, определяется графически по граничным углам и углу максимального оседания при неполной подработке или по граничным и углам полных сдвижений при полной подработке,

$S''_{(z)max}$ – определяется по табл.I.6 в зависимости от коэффициента подработанности; положительная величина $S''(z)_{max}$ соответствует выпуклости, а отрицательная – вогнутости кривой оседания.

Для Западного Донбасса

$$K_0 = 12 \frac{m}{(1 + 0{,}6 \frac{h}{H})^2 H^2} \qquad (I.7)$$

Минимальный радиус кривизны выпуклости и вогнутости вычисляется из выражения:

$$R_{min} = \frac{I}{K_0} = \frac{L^2}{\eta m \, S''(z)\,max} \qquad (I.8)$$

Для Западного Донбасса

$$R_{min} = \frac{I}{K_0} = 0{,}08 \, (1+0{,}6 \frac{h}{H})^2 \frac{H^2}{m} \qquad (I.9)$$

4. Максимальные горизонтальное сдвижение в мульде при $\alpha \leq 70^0$ по линии простирания пласта $\xi_{03} = a \eta m$,
по линии вкрест простирания пласта $\xi_{01} = (a + 0{,}7 P) \eta m$,
где $P = tg\alpha - \frac{h}{H}$;

Примечание: в том случае, когда величина $(tg\alpha - \frac{h}{H})$ отрицательная, следует принимать $P = 0$.

5. Максимальные растяжения и сжатия по линии вкрест простирания пласта при $\alpha \leq 70^0$

$$\varepsilon_0 = [0{,}6 + \frac{\alpha}{\rho} - \frac{h}{H}(\frac{\alpha}{\rho} - 0{,}4)] \frac{m}{H} \cos\alpha \qquad (I.10)$$

6. Величины сдвижений и деформаций в точках мульды сдвижения определяются по формулам:

$$\eta(x) = \eta_m \cdot S(z), \qquad (I.II)$$

$$i(x) = \pm \frac{\eta_m}{L} \cdot S'(z), \qquad (I.I2)$$

$$K(x) = \frac{\eta_m}{L^2} \cdot S''(z), \qquad (I.I3)$$

$$\xi(x) = \eta_m \cdot F(z), \qquad (I.I4)$$

$$\varepsilon(x) = \frac{\eta_m}{L} \cdot F'(z) \qquad (I.I5)$$

где $\eta(x)$, $i(x)$, $K(x)$, $\xi(x)$ и $\varepsilon(x)$ - соответственно оседание, наклон, кривизна, горизонтальное сдвижение и горизонтальная деформация в точке с абциссой x; начало координат принимается в точке максимального оседания;

L - длина полумульды;

$S(z)$, $S'(z)$, $S''(z)$, $F(z)$ и $F'(z)$ - функции, выражающие закономерность изменения величин оседания, наклонов, кривизны, горизонтальных сдвижений и горизонтальных деформаций в мульде; значения функций в зависимости от коэффициентов подработанности " n ", величин $\frac{h}{H}$ и "p" приведены в таблицах I.4-I.12.

При неполной подработке (когда $n < I$) кривизна и горизонтальные деформации в точке максимального оседания вычисляются при $L_{ср} = 0{,}5\,(L_1 + L_2)$.

Примечание: при $\frac{\eta_m}{H} \leqslant I.I0^{-3}$ допускается пользоваться для решения вопросов подработки и выбора мер охраны объектов от влияния горных выработок в одном пласте, максимальными значениями сдвижений и деформаций, определяемыми по формулам (I.2)-(I.I0).

7. Расчет величин сдвижений и деформаций в точках мульды от выработки, примыкающей к ранее пройденной, следует производить с учетом активизации процесса сдвижения за счет влияния смежной выработки в этом же пласте. Учет активизации производится следующим образом: от границ целика, отделяющего рассматриваемую лаву от смежной,

проводятся линии в сторону выработанного пространства под углами полных сдвижений, которые определяют на земной поверхности (над целиком) границы мульды активизации. Затем вычисляется максимальное оседание в мульде активизации:

$$\eta_a = \eta_m \left(0{,}5 - 0{,}7 \frac{l}{H}\right) \qquad (I.16)$$

где η_m - максимальное оседание земной поверхности над лавами, между которыми оставлен целик, определяемое по формулам (I.1-I.3). В тех случаях, когда η_m над лавами неодинаковое, принимается среднее;

l - ширина целика между выработками (лавами);

H - средняя глубина залегания целика.

После этого производится расчет величин сдвижений и деформаций в точках мульды активизации по изложенной выше методике с помощью таблиц функций $S(z)$, $S'(z)$ и т.д. Полученные величины суммируются с одноименными величинами сдвижений и деформаций от рассматриваемой выработки.

Примечание: при мощности наносов более 0,5 H активизация не учитывается.

Расчет сдвижений и деформаций земной поверхности при разработке свиты пластов

Определение величин сдвижений и деформаций земной поверхности под влиянием разработки свиты пластов производится методом алгебраического суммирования сдвижений и деформаций в соответственных точках под влиянием каждой выработки.

Расчет и построение кривых сдвижений и деформаций в точках мульд, а также сложение их производится в такой же последовательности, в какой намечается проведение очистных выработок, вызывающих эти сдвижения и деформации. За окончательные принимаются наибольшие из полученных в процессе расчета величины деформаций, в том числе от отдельных лав и горизонтов.

Таблица I.4

Значения S (z)

$z = \frac{X}{L}$	Коэффициенты подработанности			
	$n \geq I$	$n = 0,8$	$n = 0,6$	$n \leq 0,4$
0	I,00	I,00	I,00	I,00
0,I	0,99	0,98	0,96	0,95
0,2	0,95	0,90	0,84	0,82
0,3	0,86	0,77	0,66	0,64
0,4	0,7I	0,58	0,47	0,45
0,5	0,50	0,39	0,30	0,28
0,6	0,29	0,22	0,I6	0,I6
0,7	0,I4	0,I0	0,08	0,08
0,8	0,05	0,04	0,03	0,03
0,9	0,0I	0,0I	0,0I	0,0I
I,0	0	0	0	0

Примечание. Промежуточные значения S (z) определяются интерполяцией.

Таблица I.5

Значения $S'(z)$

$z = \frac{X}{L}$	Коэффициент подработанности			
	$n \geq I$	$n = 0,8$	$n = 0,6$	$n \leq 0,4$
0	0	0	0	0
0,I	-0,I9	-0,48	-0,83	-0,97
0,2	-0,56	-I,04	-I,52	-I,64
0,3	-I,20	-I,63	-I,89	-I,92
0,4	-I,89	-I,98	-I,89	-I,8I
0,5	-2,20	-I,9I	-I,57	-I,44
0,6	-I,89	-I,44	-I,09	-0,99
0,7	-I,20	-0,85	-0,64	-0,60
0,8	-0,56	-0,4I	-0,3I	-0,32
0,9	-0,I9	-0,I5	-0,II	-0,I2
I,0	0	0	0	0

Таблица I.6

Значения $S''(z)$

$z = \frac{X}{L}$	Коэффициент подработанности			
	$n \geq I$	$n = 0,8$	$n = 0,6$	$n \leq 0,4$
0	0	-4,5I	-8,60	-I0,03
0,I	-2,I0	-5,I7	-7,83	-8,59
0,2	-5,II	-6,07	-5,50	-4,95
0,3	-7,25	-5,I7	-I,9I	-I,67
0,4	-5,70	-I,55	+I,79	+2,72
0,5	0	+3,0I	+4,33	+4,35
0,6	+5,70	+5,68	+4,9I	+4,36
0,7	+7,25	+5,45	+3,97	+3,40
0,8	+5,II	+3,56	+2,49	+2,20
0,9	+2,I0	+I,50	+I,I0	+I,05
I,0	0	0	0	0

Примечание. Промежуточные значения $S'(z)$, $S''(z)$ определяются интерполяцией.

Таблица I.7

Значения функции $F(z)$ при $\frac{h}{H} \geq 0,3$ и $\alpha \leq 20^0$
(для полумульд по падению, восстанию и простиранию пластов)

$z = \frac{X}{L}$	Коэффициент подработанности			
	$n \geq 1$	$n = 0,8$	$n = 0,6$	$n \leq 0,4$
0	0	0	0	0
0,I	0,04	0,II	0,I9	0,22
0,2	0,I2	0,24	0,35	0,37
0,3	0,26	0,35	0,4I	0.42
0,4	0,37	0,39	0,39	0,38
0,5	0,4I	0,36	0,3I	0,28
0,6	0,33	0,26	0,2I	0,I8
0,7	0,I9	0,I4	0,II	0,I0
0,8	0,08	0,06	0,05	0,05
0,9	0,03	0,02	0,02	0,02
I,0	0	0	0	0

Промежуточные значения $F(z)$ определяются интерполяцией.

Таблица I.8

Значения функций $F(z)$ при $\frac{h}{H} < 0,3$; $\alpha \leq 70^0$ и при $\frac{h}{H} > 0,3$; $70^0 \geq \alpha > 20^0$. Полумульда по падению.

$z = \frac{x}{L}$	$n \geq I$										
	P=0	P=0,2	P=0,3	P=0,5	P=I,I	P=I,2	P=I,5	P=2,0	P=2,2	P=2,5	P=2,7
0	0	0,20	0,30	0,50	I,I0	I,20	I,50	2,00	2,20	2,50	2,70
0,I	0,03	0,23	0,33	0,53	I,I2	I,22	I,5I	2.0I	2,2I	2,5I	2,70
0,2	0,08	0,27	0,36	0,56	I,I2	I,22	I,50	I,98	2,I7	2,46	2,64
0,3	0,I8	0,35	0,44	0,6I	I,I3	I,2I	I,47	I,90	2,07	2,33	2,50
0,4	0,28	0,42	0,49	0,64	I,06	I,I3	I,35	I,70	I,84	2,06	2,20
0,5	0,33	0,43	0,48	0,58	0,88	0,93	I,08	I,33	I,43	I,58	I,68
0,6	0,28	0,34	0,36	0,43	0,60	0,63	0,72	0,86	0,92	I,0I	I,06
0,7	0,I8	0,2I	0,22	0,25	0,33	0,35	0,39	0,46	0,49	0,53	0,56
0,8	0,08	0,09	0,I0	0,I0	0,I4	0,I4	0,I6	0,I8	0,I9	0,20	0,22
0,9	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06
I,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Продолж.табл.I.8

$z = \frac{X}{L}$	n = 0,8										
	P=0	P=0,2	P=0,3	P=0,5	P=I,I	P=I,2	P=I,5	P=2,0	P=2,2	P=2,5	P=2,7
0	0	0,20	0,30	0,50	I,I0	I,20	I,50	2,00	2,20	2,50	2,70
0,I	0,07	0,27	0,36	0,56	I,I5	I,25	I,54	2,03	2,23	2,5I	2,7I
0,2	0,I6	0,34	0,43	0,6I	I,I5	I,24	I,5I	I,96	2,I4	2,4I	2,58
0,3	0,24	0,39	0,47	0,63	I,09	I,I6	I,40	I,78	I,93	2,I6	2,3I
0,4	0,30	0,42	0,47	0,59	0,94	I,00	I,I7	I,48	I,58	I,75	I,86
0,5	0,29	0,37	0,4I	0,49	0,72	0,76	0,87	I,07	I,I5	I,25	I,34
0,6	0,22	0,26	0,29	0,33	0,46	0,48	0,55	0,66	0,70	0,77	0,82
0,7	0,I3	0,I5	0,I6	0,I8	0,24	0,25	0,28	0,33	0,35	0,38	0,40
0,8	0,06	0,07	0,07	0,08	0,I0	0,II	0,I2	0,I4	0,I5	0,I6	0,I7
0,9	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05
I,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Продолж.табл.I.8

$\zeta = \frac{X}{L}$	$n = 0,6$										
	P=0	P=0,2	P=0,3	P=0,5	P=I,I	P=I,2	P=I,5	P=2,0	P=2,2	P=2,5	P=2,7
0	0	0,20	0,30	0,50	I,I0	I,20	I,50	2,00	2,20	2,50	2,70
0,I	0,I2	0,2I	0,4I	0,60	I,I7	I,27	I,56	2,04	2,22	2,52	2,7I
0,2	0,23	0,40	0,48	0,65	I,I6	I,24	I,49	I,9I	2,08	2,33	2,50
0,3	0,28	0,4I	0,43	0,6I	I,0I	I,07	I,27	I,60	I,73	I,93	2,06
0,4	0,28	0,37	0,42	0,52	0,80	0,84	0,98	I,22	I,3I	I,46	I,55
0,5	0,24	0,30	0,33	0,39	0,57	0,60	0,69	0,84	0,90	0,99	I,05
0,6	0,I6	0,I9	0,2I	0,24	0,34	0,35	0,40	0,48	0,5I	0,56	0,59
0,7	0,I0	0,I2	0,I2	0,I4	0,I9	0,20	0,22	0,26	0,28	0,30	0,32
0,8	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,08	0,I0	0,II	0,I2	0,I3	0,I3
0,9	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05
I,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Продолж.табл. I.8

$z = \frac{x}{L}$	$n \leq 0,4$										
	P=0	P=0,2	P=0,3	P=0,5	P=I,I	P=I,2	P=I,5	P=2,0	P=2,2	P=2,5	P=2,7
0	0	0,20	0,30	0,50	I,I0	I,20	I,50	2,00	2,20	2,50	2,70
0,I	0,I5	0,34	0,43	0,63	I,20	I,29	I,58	2,05	2,24	2,53	2,7I
0,2	0,25	0,4I	0,50	0,66	I,I5	I,24	I,48	I,89	2,05	2,30	2,47
0,3	0,29	0,42	0,48	0,6I	0,99	I,06	I,25	I,57	I,70	I,89	I,02
0,4	0,27	0,36	0,4I	0,49	0,77	0,8I	0,95	I,I7	I,26	I,39	I,49
0,5	0,22	0,28	0,30	0,36	0,53	0,56	0,66	0,78	0,84	0,92	0,98
0,6	0,I5	0,I8	0,20	0,29	0,33	0,34	0,39	0,47	0,50	0,55	0,58
0,7	0,09	0,II	0,II	0,I8	0,I8	0,I9	0,2I	0,25	0,27	0,29	0,30
0,8	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,II	0,I2	0,I3	0,I3
0,9	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
I,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Промежуточные значения $F(z)$ определяются интерполяцией

Таблица I.9

Значения функций $F(z)$ при $\frac{n}{H} < 0,3$, $\alpha \leq 70^0$ и при $\frac{n}{H} > 0,3$, $70^0 \geqslant \alpha > 20^0$. Полумульда по восстанию

$z = \frac{X}{L}$	$n \geqslant I$										
	P=0	P=0,2	P=0,3	P=0,5	P=I,I	P=I,2	P=I,5	P=2,0	P=2,2	P=2,5	P=2,7
0	0	0,20	0,30	0,50	I,I0	I,20	I,50	2,00	2,20	2,50	2,70
0,I	-0,03	0,I7	0,27	0,46	I,06	I,I6	I,45	I,95	2,I5	2,45	2,67
0,2	-0,08	0,II	0,2I	0,40	0,96	I,06	I,34	I,82	2,0I	2,30	2,48
0,3	-0,I8	-0,0I	0,08	0,25	0,78	0,85	I,II	I,54	I,72	I,97	2,I4
0,4	-0,28	-0,I4	0,07	0,07	0,50	0,57	0,73	I,I4	I,28	I,49	I,64
0,5	-0,33	-0,23	-0,I8	-0,08	-0,22	0,27	0,42	0,67	0,77	0,92	I,02
0,6	-0,28	-0,22	-0,I6	-0,I3	0,04	0,07	0,I6	0,30	0,36	0,44	0,50
0,7	-0,I8	-0,I5	-0,I4	-0,II	-0,03	-0,0I	0,03	0,I0	0,I3	0,I7	0,20
0,8	-0,08	-0,07	-0,06	-0,06	-0,02	-0,02	0	0,02	0,03	0,04	0,06
0,9	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,02	-0,02	-0,0I	-0,0I	-0,0I	0	0
I,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Продолж.табл.I.9

$z = \frac{X}{L}$	$n = 0,8$										
	P≠0	P=0,2	P=0,3	P=0,5	P=I,I	P=I,2	P=I,5	P=2,0	P=2,2	P=2,5	P=2,7
0	0	0,20	0,30	0,50	I,I0	I,20	I,50	2,00	2,20	2,50	2,70
0,I	-0,07	0,I3	0,22	0,42	I,0I	I,II	I,40	I,88	2,09	2,37	2,57
0,2	-0,I6	0,02	0,II	0,29	0,83	0,92	I,I9	I,64	I,82	2,09	2,26
0,3	-0,24	-0,09	-0,0I	0,I5	0,6I	0,68	0,92	I,30	I,45	I,68	I,83
0,4	-0,30	-0,I8	-0,I3	-0,0I	0,34	0,40	0,57	0,86	0,98	I,I5	I,26
0,5	-0,29	-0,2I	-0,I7	-0,09	0,I4	0,I8	0,29	0,49	0,57	0,68	0,76
0,6	-0,22	-0,I6	-0,I5	-0,II	0,02	0,04	0,II	0,22	0,26	0,33	0,37
0,7	-0,I3	-0,II	-0,I0	-0,08	-0,02	-0,0I	0,02	0,07	0,09	0,I2	0,I4
0,8	-0,06	-0,05	-0,05	-0,04	-0,02	-0,0I	0	0,02	0,03	0,04	0,05
0,9	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,0I	-0,0I	0	0	0	0	0,0I
I,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Продолж.табл.I.9

$z=\frac{x}{L}$	$n=0,6$										
	P=0	P=0,2	P=0,3	P=0,5	P=I,I	P=I,2	P=I,5	P=2,0	P=2,2	P=2,5	P=2,7
0	0	0,20	0,30	0,50	I,I0	I,20	I,50	2,00	2,20	2,50	2,70
0,I	-0,I2	0,07	0,I7	0,36	0,93	I,03	I,32	I,80	I,96	2,28	2,47
0,2	-0,23	-0,06	0,I2	0,I9	0,68	0,78	I,03	I,45	I,62	I,87	2,04
0,3	-0,28	-0,I5	-0,08	0,05	0,45	0,5I	0,7I	I,04	I,I7	I,37	I,50
0,4	-0,28	-0,I9	-0,I4	-0,04	0,24	0,28	0,42	0,66	0,75	0,90	0,99
0,5	-0,24	-0,I8	-0,I6	-0,09	0,09	0,I2	0,2I	0,36	0,42	0,50	0,57
0,6	-0,I6	-0,I3	-0,II	-0,08	0,02	0,03	0,08	0,I6	0,I9	0,24	0,27
0,7	-0,I0	-0,08	-0,08	-0,06	-0,0I	0	0,02	0,06	0,08	0,I0	0,I2
0,8	-0,05	-0,04	-0,04	-0,03	-0,02	-0,0I	0	0,0I	0,02	0,03	0,03
0,9	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,0I	-0,0I	0	0	0	0	0,0I
I,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Продолж.табл.I.9

$z = \frac{x}{L}$	$n \leq 0,4$										
	P=0	P=0,2	P=0,3	P=0,5	P=I,I	P=I,2	P=I,5	P=2,0	P=2,2	P=2,5	P=2,7
0	0	0,20	0,30	0,50	I,I0	I,20	I,50	2,00	2,20	2,50	2,70
0,I	-0,I5	0,04	0,I3	0,33	0,90	0,99	I,28	I,75	I,94	2,23	2,4I
0,2	-0,25	-0,09	0	0,I6	0,65	0,74	0,98	I,35	I,55	I,80	I,97
0,3	-0,29	-0,I6	-0,I0	0,03	0,4I	0,48	0,67	0,99	I,I2	I,3I	I,44
0,4	-0,27	-0,I8	-0,I3	-0,06	0,23	0,27	0,4I	0,63	0,72	0,85	0,95
0,5	-0,22	-0,I6	-0,I4	-0,08	0,09	0,I2	0,20	0,34	0,40	0,48	0,54
0,6	-0,I5	-0,I2	-0,I0	-0,07	0,03	0,04	0,09	0,I7	0,20	0,25	0,28
0,7	-0,09	-0,07	-0,07	-0,05	0	0,0I	0,03	0,07	0,09	0,II	0,I2
0,8	-0,05	-0,04	-0,04	-0,03	-0,02	-0,02	-0,0I	0,0I	0,02	0,02	0,03
0,9	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,0I	-0,0I	0	0	0	0	0
I,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Промежуточные значения $F(z)$ определяются интерполяцией

Таблица I.10

Значения функции $F'(z)$ при $\frac{w}{H} \geq 0,3$ и $\alpha \leq 20^0$

(для полумульд по падению, восстанию и простиранию пластов)

$z = \frac{x}{L}$	Коэффициент подработанности			
	$n \geq I$	$n = 0,8$	$n = 0,6$	$n \leq 0,4$
0	0	-0,95	-0,95	-2,30
0,I	-0,50	-I,22	-I,84	-I,90
0,2	-I,I5	-I,28	-I,I0	-I,02
0,3	-I,35	-0,73	-0,2I	-0,04
0,4	-0,80	-0,05	-0,52	+0,80
0,5	+0,23	+0,68	+0,94	+I,I7
0,6	+I,20	+I,23	+I,05	+0,97
0,7	+I,30	+I,0I	+0,82	+0,64
0,8	+0,80	+0,55	+0,45	+0,40
0,9	+0,28	+0,25	+0,20	+0,I9
I,0	0	0	0	0

Промежуточные значения $F'(z)$ определяются интерполяцией.

Таблица I.II

Значения функций $F'(z)$ при $\frac{h}{H} < 0,3, \alpha \leqslant 70^0$ и при $\frac{h}{H} > 0,3$, $70^0 \geqslant \alpha > 20^0$. Полумульда по падению

$z = \frac{X}{L}$	$n \geqslant I$										
	P=0	P=0,2	P=0,3	P=0,5	P=I,I	P=I,2	P=I,5	P=2,0	P=2,2	P=2,5	P=2,7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,I	-0,32	-0,28	-0,26	-0,22	-0,II	-0,09	-0,04	+0,06	+0,I0	+0,I6	+0,I9
0,2	-0,77	-0,68	-0,60	-0,49	-0,I5	-0,I0	+0,07	+0,35	+0,46	+0,63	+0,74
0,3	-I,08	-0,85	-0,73	-0,49	+0,23	+0,35	+0,7I	+I,3I	+I,55	+I,9I	+2,I5
0,4	-0,86	-0,48	-0,29	+0,09	+I,22	+I,4I	+I,98	+2,92	+3,30	+3,86	+4,24
0,5	0	+0,44	+0,66	+I,I0	+2,42	+2,64	+3,20	+4,40	+4,84	+5,50	+5,25
0,6	+0,86	+I,24	+I,43	+I,8I	+2,94	+3,I5	+3,70	+4,64	+5,02	+5,58	+5,96
0,7	+I,09	+I,33	+I,45	+I,69	+2,4I	+2,53	+2,89	+3,49	+3,73	+4,09	+4,33
0,8	+0,77	+0,88	+0,94	+I,05	+I,39	+I,44	+I,6I	+I,89	+2,00	+2,I7	+2,28
0,9	+0,32	+0,36	+0,38	+0,42	+0,53	+0.55	+0,60	+0,70	+0,74	+0,80	+0,88
I,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Продолж.табл.I.II

$\zeta = \frac{X}{L}$	$n = 0,8$										
	P=0	P=0,2	P=0,3	P=0,5	P=I,I	P=I,2	P=I,5	P=2,0	P=2,2	P=2,5	P=2,7
0	-0,68	-0,68	-0,68	-0,68	-0,68	-0,68	-0,68	-0,68	-0,68	-0,68	-0,68
0,I	-0,78	-0,68	-0,64	-0,54	-0,25	-0,20	-0,06	+0,I8	+0,28	+0,42	+0,52
0,2	-0,9I	-0,70	-0,60	-0,39	+0,24	+0,34	+0,65	+I,I7	+I,38	+I,69	+I,90
0,3	-0,78	-0,45	-0,29	+0,08	+I,0I	+I,I7	+I,66	+2,48	+2,6I	+3,28	+3,66
0,4	-0,23	+0,I7	+0,36	+0,76	+I,95	+2,I5	+2,74	+3,73	+4,I2	+4,72	+5,II
0,5	+0,45	+0,84	+I,02	+I,40	+2,55	+2,74	+3,32	+4,37	+4,65	+5,2I	+5,60
0,6	+0,85	+I,I4	+I,28	+I,57	+2,43	+2,57	+3,0I	+3,73	+4,02	+4,45	+4,75
0,7	+0,82	+0,99	+I,07	+I,24	+I,76	+I,84	+2,I0	+2,52	+3,69	+2,95	+3,I2
0,8	+0,53	+0,6I	+0,65	+0,73	+0,98	+I,02	+I,I6	+I,35	+I,43	+I,55	+I,63
0,9	+0,22	+0,25	+0,26	+0,30	+0,38	+0,40	+0,45	+0,52	+0,55	+0,59	+0,63
I,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Продолжение таблицы I.II

$\zeta = \frac{x}{L}$	$\nu = 0,6$										
	P=0	P=0,2	P=0,3	P=0,5	P=I,I	P=I,2	P=I,5	P=2,0	P=2,2	P=2,5	P=2,7
0	-I,29	-I,29	-I,29	-I,29	-I,29	-I,29	-I,29	-I,29	-I,29	-I,29	-I,29
0,I	-I,I8	-I,II	-0,83	-0,77	-0,27	-0,I8	+0,07	+0,48	+0,64	+0,86	+I,06
0,2	-0,82	-0,52	-0,37	-0,06	+0,85	+I,00	+I,46	+2,22	+2,52	+2,98	+3,28
0,3	-0,29	+0,08	+0,28	+0,65	+I,79	+I,98	+2,55	+3,49	+3,86	+4,43	+4,8I
0,4	+0,27	+0,64	+0,84	+I,2I	+2,35	+2,54	+3,II	+4,05	+4,42	+4,90	+5,37
0,5	+0,65	+0,96	+I,I2	+I,43	+2,43	+2,53	+3,0I	+3,79	+4,I0	+6,58	+4,88
0,6	+0,74	+0,95	+I,07	+I,28	+I,94	+2,05	+2,37	+3,02	+3,I4	+3,47	+3,63
0,7	+0,60	+0,73	+0,79	+0,92	+I,30	+I,37	+I,66	+I,88	+2,0I	+2,20	+2,33
0,8	+0,37	+0,43	+0,46	+0,52	+0,7I	+0,74	+0,84	+0,89	+I,05	+I,I4	+I,I8
0,9	+0,I6	+0,I8	+0,I9	+0,2I	+0,28	+0,29	+0,33	+0,38	+0,40	+0,43	+0,45
I,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Продолжение таблицы I.II

$z = \frac{x}{L}$	$n \leq 0,4$										
	P=0	P=0,2	P=0,3	P=0,5	P=I,I	P=I,2	P=I,5	P=2,0	P=2,2	P=2,5	P=2,7
0	-I,50	-I,50	-I,50	-I,50	-I,50	-I,50	-I,50	-I,50	-I,50	-I,50	-I,50
0,I	-I,29	-I,I0	-I,00	-0,8I	-0,22	-0,I3	+0,I6	+0,65	+0,84	+I,I3	+I,33
0,2	-0,74	-0,4I	-0,25	+0,08	+I,07	+I,23	+I,72	+2,54	+2,86	+3,36	+3,69
0,3	-0,I0	+0,28	+0,48	+0,86	+2,02	+2,20	+2,73	+3,74	+4,I2	+4,70	+5,I0
0,4	+0,4I	+0,77	+0,95	+I,3I	+2,4I	+2:58	+3,I3	+4,03	+4,39	+4,9I	+5,3I
0,5	+0,65	+0,94	+I,08	+I,37	+2,24	+2,38	+2,8I	+3,53	+3,82	+4,25	+4,55
0,6	+0,66	+0,86	+0,96	+I,I5	+I,75	+I,85	+2,I5	+2,64	+2,84	+3,I2	+3,33
0,7	+0,5I	+0,63	+0,69	+0,8I	+I,I7	+I,23	+I,4I	+I,7I	+I,83	+2,0I	+2,I3
0,8	+0,33	+0,39	+0,42	+0,49	+0,68	+0,7I	+0,8I	+0,97	+I,03	+I,I3	+I,I9
0,9	+0,I5	+0,I7	+0,I8	+0,2I	+0,28	+0,29	+0,33	+0,39	+0,4I	+0,45	+0,47
I,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Промежуточные значения $F'(z)$ определяются интерполяцией.

Таблица I.I2

Значения функций $F'(z)$ при $\frac{h}{H} < 0,3$, $\alpha \leq 70^0$ и при $\frac{h}{H} > 0,3$, $70^0 \geq \alpha > 20^0$. Полумульда по восстанию.

$z = \frac{x}{L}$	$n \geq I$										
	P=0	P=0,2	P=0,3	P=0,5	P=I,I	P=I,2	P=I,5	P=2,0	P=2,2	P=2,5	P=2,7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,I	-0,32	-0,36	-0,38	-0,42	-0,53	-0,55	-0,60	-0,70	-0,74	-0,80	-0,83
0,2	-0,77	-0,88	-0,94	-I,06	-I,39	-I,44	-I,6I	-I,69	-2,00	-2,I7	-2,28
0,3	-I,09	-I,33	-I,45	-I,69	-2,4I	-2,53	-2,89	-3,49	-3,73	-4,09	-4,33
0,4	-0,86	-I,24	-I,43	-I,8I	-2,94	-3,I3	-3,70	-4,64	-5,02	-5,68	-5,92
0,5	0	-0,44	-0,66	-I,I0	-2,42	-2,64	-3,20	-4,40	-4,84	-5,50	-5,88
0,6	+0,86	+0,48	+0,29	+0,09	-I,22	-I,4I	-I,98	-2,92	-3,30	-3,86	-4,24
0,7	+I,09	+0,85	+0,73	+0,49	-0,23	-0,35	-0,7I	-I,3I	-I,55	-I,9I	-2,I5
0,8	+0,77	+0,66	+0,60	+0,49	+0,I5	-0,I0	-0,07	-0,35	-0,46	-0,63	-0,74
0,9	+0,32	+0,28	+0,26	+0,22	+0,II	+0,09	+0,04	-0,06	-0,I0	-0,I6	-0,I9
I,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Продолжение таблицы I.I2

$\chi = \frac{x}{L}$	$n = 0,8$										
	P = 0	P=0,2	P=0,3	P=0,5	P=I,I	P=I,2	P=I,5	P=2,0	P=2,2	P=2,5	P=2,7
0	-0,68	-0,68	-0,68	-0,68	-0,68	-0,68	-0,68	-0,68	-0,68	-0,68	-0,68
0,I	-0,78	-0,88	-0,92	-I,02	-I,3I	-I,36	-I,50	-I,74	-I,83	-I,98	-2,08
0,2	-0,9I	-I,I2	-I,22	-I,43	-2,06	-2,I6	-2,47	-2,99	-3,I9	-3,5I	-3,72
0,3	-0,78	-I,II	-I,27	-I,50	-2,57	-2,73	-3,22	-4,04	-4,36	-4,85	-5,I8
0,4	-0,23	-0,63	-0,82	-I,22	-2,3I	-2,6I	-3,20	-4,I9	-4,58	-5,I8	-5,57
0,5	+0,45	+0,06	-0,I2	-0,50	-I,65	-I,84	-2,42	-3,47	-3,77	-4,3I	-4,70
0,6	+0,85	+0,56	+0,42	+0,I3	-0,73	-0,87	-I,3I	-2,03	-2,32	-2,75	-3,05
0,7	+0,82	+0,65	+0,57	+0,40	-0,I2	-0,20	-0,46	-0,88	-I,05	-I,3I	-I,48
0,8	+0,53	+0,45	+0,4I	+0,33	+0,03	+0,04	-0,09	-0,29	-0,37	-0,49	-0,57
0,9	+0,22	+0,I9	+0,I8	+0,I4	+0,06	+0,04	-0,0I	-0,08	-0,II	-0,I5	-0,I9
I,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Продолжение таблицы I.I2

$z = \frac{x}{l}$	$\nu = 0,6$										
	P = 0	P=0,2	P=0,3	P=0,5	P=I,I	P=I,2	P=I,5	P=2,0	P=2,2	P=2,5	P=2,7
0	-I,29	-I,29	-I,29	-I,29	-I,29	-I,29	-I,29	-I,29	-I,29	-I,29	-I,29
0,I	-I,I8	-I,35	-I,53	-I,69	-2,09	-2,I8	-2,43	-2,84	-3,00	-3,22	-3,42
0,2	-0,82	-I,I2	-I,27	-I,53	-2,09	-2,64	-3,I0	-3,86	-4,I6	-4,62	-4,92
0,3	-0,29	-0,67	-0,86	-I,23	-2,37	-2,56	-3,I3	-4,07	-4,44	-5,0I	-5,39
0,4	+0,27	-0,I0	-0,30	-0,67	-I,8I	-2,00	-2,57	-3,5I	-3,88	-4,45	-4,83
0,5	+0,65	+0,34	+0,I8	-0,I3	-I,I3	-I,23	-I,73	-2,49	-2,80	-3,28	-3,58
0,6	+0,74	+0,53	+0,4I	+0,20	-0,46	-0,57	-0,89	-I,44	-I,66	-I,99	-2,20
0,7	+0,60	+0,47	+0,4I	+0,28	-0,I0	-0,I7	-0,36	-0,68	-I,00	-I,00	-I,I3
0,8	+0,37	+0,3I	+0,29	+0,22	+0,03	0	-0,I0	-0,25	-0,3I	-0,40	-0,44
0,9	+0,I6	+0,I4	+0,I3	+0,II	+0,04	+0,03	+0,0I	-0,06	-0,08	-0,II	-0,I3
I,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Продолжение таблицы I.I2

$z = \frac{X}{L}$	$n \leq 0,4$										
	P=0	P=0,2	P=0,3	P=0,5	P=I,I	P=I,2	P=I,5	P=2,0	P=2,2	P=2,5	P=2,7
0	-I,50	-I,50	-I,50	-I,50	-I,50	-I,50	-I,50	-I,50	-I,50	-I,50	-I,50
0,I	-I,29	-I,48	-I,58	-I,77	-2,36	-2,45	-2,74	-3,23	-3,42	-3,7I	-3,9I
0,2	-0,74	-I,07	-I,23	-I,56	-2,55	-2,7I	-3,II	-4,02	-4,34	-4,84	-5,I7
0,3	-0,I0	-0,48	-0,68	-I,06	-2,22	-2,40	-2,98	-3,94	-4,32	-4,90	-5,30
0,4	+0,4I	+0,05	-0,I3	-0,49	-I,59	-I,76	-2,3I	-3,2I	-3,57	-4,09	-4,49
0,5	+0,65	+0,36	+0,22	-0,07	-0,94	-I,08	-I,6I	-2,23	-2,52	-2,95	-3,25
0,6	+0,66	+0,46	+0,36	+0,I6	+0,43	-0,53	-0,83	-I,32	-I,52	-I,80	-2,0I
0,7	+0,5I	+0,39	+0,33	+0,2I	-0,I5	-0,2I	-0,39	-0,69	-0,8I	-0,99	-I,II
0,8	+0,33	+0,27	+0,24	+0,I7	-0,02	-0,03	-0,I5	-0,3I	-0,37	-0,47	-0,53
0,9	+0,I5	+0,I3	+0,I2	+0,09	+0,02	+0,0I	-0,03	-0,09	-0,II	-0,I5	-0,I7
I,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Промежуточные значения $F'(z)$ определяются интерполяцией

При разработке трех и более пластов, а также при $\alpha \geq 45^0$ активизацию можно не учитывать, но в этих случаях в формулах для определения максимального оседания следует принимать $t_1 = n_1$, и $t_2 = n_2$.

Для уменьшения трудоемкости работ при выполнении расчетов целесообразно пользоваться графиками-номограммами.

Номограммы для углов падения $\alpha = 67^0$ показаны на рис. I7 и I8.

Построение номограмм производится следующим образом. На разрезе вкрест простирания по граничным углам β_0 (у нижней границы выработок) и γ_0 (у верхней границы выработок) определяются границы мульды сдвижения на земной поверхности под влиянием отдельной выработки (рис. I7 и I8). Затем по углам полных сдвижений у нижней и верхней границ выработок ψ_1 и ψ_2 определяются границы зоны полной подработки земной поверхности. Под углом максимального оседания θ проводится линия максимальных оседаний. После этого на различных расстояниях от нижней границы выработки проводится ряд горизонтальных линий, каждая из которых соответствует участкам земной поверхности, деформирующимся под влиянием работ в рассматриваемой лаве.

Величины сдвижений и деформаций определяются по формулам (I.I-I.3), (I.II-I.I5) для пласта условной мощности, равной I м. Вычисленные значения сдвижений и деформаций надписываются над соответствующими точками полумульд сдвижения. Затем по этим точкам проводятся изолинии условных деформаций. Полученные номограммы копируются на кальку.

Определение деформаций земной поверхности с помощью указанных номограмм производится следующим образом. На вертикальном разрезе вкрест простирания совмещаются изображения лавы на номограмме и разрезе; при таком совмещении пикеты на разрезе, попавшие в зону влияния рассматриваемой выработки, располагаются между соответствующими изолиниями или на изолиниях номограммы. По этим изолиниям определяются значения условных деформаций, которые записываются в графу "Условные деформации" (табл.I.I3).

Таблица I.I3

№№ пикетов	Лава А				Лава В	Лава С	Суммарные деформации	
	$m=\ldots,\ t_2\ldots,\ C=\frac{m_{(м)}}{1_{(м)}}\sqrt{t_2}$							
	Условные деформации		Ожидаемые деформации					
	$i_{усл.}$	$\varepsilon_{усл.}$	$i_{ож}=i_{усл}\cdot C$	$\varepsilon_{ож}=\varepsilon_{усл}\cdot C$	....	....	$\Sigma i_{ож}$	$\Sigma\varepsilon_{ож}$
I	i_1	ε_1	$i_1\cdot C$	$\varepsilon_1\cdot C$	.	.	$\Sigma i_{1\,ож}$	$\Sigma\varepsilon_{1\,ож}$
2	i_2	ε_2	$i_2\cdot C$	$\varepsilon_2\cdot C$	.	.	$\Sigma i_{2\,ож}$	$\Sigma\varepsilon_{2\,ож}$
3	i_3	ε_3	$i_3\cdot C$	$\varepsilon_3\cdot C$	.	.	$\Sigma i_{3\,ож}$	$\Sigma\varepsilon_{3\,ож}$
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
n	i_n	ε_n	i_n	ε_n	.	.	$\Sigma i_{n\,ож}$	$\Sigma\varepsilon_{n\,ож}$

Ожидаемые деформации получаются путем умножения "условных деформаций" на мощность рассматриваемого пласта m выраженную в метрах, и на $\sqrt{t_2}$, т.е.

$$i_{ож}=i_{усл}\cdot\frac{m_{(м)}}{1_{(м)}}\sqrt{t_2}\ ;\quad \varepsilon_{ож}=\varepsilon_{усл.}\ \frac{m_{(м)}}{1_{(м)}}\sqrt{t_2}$$ и т.д.

Здесь, $i_{ож}$, $\varepsilon_{ож}$ – ожидаемые наклоны и горизонтальные деформации;

$i_{усл}, \varepsilon_{усл}$ – условные (при мощности пласта I м) наклоны и горизонтальные деформации;

t_2 – определяется так же, как в формуле (I.I).

Определять деформации можно и без построения разреза. Для этого номограмма накладывается на план так, чтобы линия номограммы, соответствующая глубине разработки пластов, совпадалась с пикетами рассматриваемой площадки, а проекции

на эту линию штреков номограммы совмещались с соответствующими проекциями на плане. При таком совмещении пикеты площадки попадают на те же изолинии, что и в первом случае при использовании разреза.

Как в первом, так и во втором случае, номограмма и разрез (или планы) должны быть выполнены в одном масштабе.

В тех случаях, когда номограмма и разрез (или планы) выполнены в разных масштабах, профильная линия с пикетами и спроектированными на эту линию границами выработки, трансформируется (переводится) в масштаб номограммы.

Различие между углами падения пластов на номограмме и разрезе (или плане) допускается до 3^{C}, а различие в длинах лав - до I5%.

В тех случаях, когда угол падения или длина лавы на номограмме отличаются от таковых на плане или разрезе на величины, превышающие указанные пределы, расчет деформаций производится по двум номограммам, на одной из которых длина лавы (угол падения пласта) больше заданной, на другой - меньше. За окончательные величины деформаций принимаются средние значения из полученных по двум номограммам.

Расчеты деформаций земной поверхности можно выполнять также на ЭВМ по программе, внедренной в Главном вычислительном центре (ГВЦ) Министерства угольной промышленности УССР. Если в результате расчетов наклоны, растяжения, сжатия на отдельных участках в пределах мульды сдвижения достигают величин менее $0{,}5.10^{-3}$, то эти деформации принимаются равными $0{,}5.10^{-3}$.

Пример расчета сдвижений и деформаций земной поверхности.

Отрабатывается свита из трех пологопадающих пластов ($\alpha = 20^{0}$). Мощность наносов - 25 м (рис. I9).

Исходные данные

I пласт. (I лава) $m = 1{,}2$ м; $H = 400$ м.
$Д_1 = 250$ м; $Д_2 = 800$ м.

II пласт (III лава) $m = 0{,}65$ м; $H = 450$ м.
$Д_1 = 270$ м; $Д_2 = 700$ м.

Ш пласт (П лава) m= I,I0 м; H = 500 м.

$Д_I$= 220 м; $Д_2$= 400 м.

Ш пласт (IУ лава) m= I,I0 м; H = 625 м.

$Д_I$=225 м; $Д_2$= I000 м.

Исходные параметры для расчета сдвижений и деформаций земной поверхности.

Для I лавы:

$\beta_0 = 75^0 - 0{,}8\alpha = 75^0 - 0{,}8 \times 20^0 = 59^0$; $\gamma_0 = 75^0$;

$\theta = 90^0 - 0{,}8\alpha = 90^0 - 0{,}8 \times 20^0 = 74^0$;

Для П лавы:

$\beta_0 = 75^0 - \alpha = 75 - 20^0 = 55^0$; $\gamma_0 = 75^0 - 0{,}2\ \alpha = 71^0$;

$\theta = 74^0$;

Для Ш лавы:

$\beta_0 = 75^0 - \alpha = 55^0$; $\gamma_0 = 71^0$; $\theta = 74^0$;

Для IУ лавы:

$\beta_0 = 59^0$; $\gamma_0 = 71^0$; $\theta = 90^0 - 0{,}5\ \alpha = 80^0$;

Для мульды активизации:

$\varphi_1 = 55^0$; $\varphi_2 = 55^0 + 0{,}3\alpha = 61^0$; $\theta = 74^0$;

Расчет сдвижений и деформаций земной поверхности

Для I лавы подработка первичная, для П,Ш,IУ - повторная.

I лава. η_m - вычисляется по формуле I.I с использованием таблицы I.3. $\eta_m = 0{,}8 \times I{,}2 \times 0{,}94 \sqrt{0{,}33 \times I{,}00} = 520$ (мм)

$t_1 = 0{,}9 \left(\frac{250}{400} - 0{,}25 \right) = 0{,}33$

$t_2 = 0{,}9 \left(\frac{800}{400} - 0{,}25 \right) = I{,}58$; $I{,}58 > I$, t_2 принимаем за I.

П лава. η_m - вычисляется по формуле I.2.

$\eta_m = 0{,}8 \times I{,}I \times 0{,}94 \sqrt{0{,}I7 \times 0{,}50} \left[I + (I - 0{,}8) \frac{400}{800} \right] = 270$ (мм)

$t_I = 0{,}9 \left(\frac{220}{500} - 0{,}25 \right) = 0{,}I7$;

$t_2 = 0{,}9 \left(\frac{400}{500} - 0{,}25 \right) = 0{,}50$;

Ш лава. η_m - вычисляется по формуле I.2.

$$\eta_m = 0{,}8 \times 0{,}65 \times 0{,}94\sqrt{0{,}315 \times 1{,}00}\ [1 + (1-0{,}8)\frac{400}{450}] = 330\ (мм)$$

$$l_1 = 0{,}9(\frac{270}{450} - 0{,}25) = 0{,}315$$

$$l_2 = 0{,}9(\frac{700}{450} - 0{,}25) = 1{,}14;\quad 1{,}4 > 1,\ l_2 = 1.$$

IУ лава. η_m - вычисляется по формуле I.2

$$\eta_m = 0{,}8 \times 1{,}1 \times 0{,}94\sqrt{0{,}10 \times 1{,}00}\ [1 + (1-0{,}8)\frac{400}{625}] = 300\ (мм)$$

$$l_1 = 0{,}9\ (\frac{225}{625} - 0{,}25) = 0{,}099$$

$$l_2 = 0{,}9\ (\frac{1000}{625} - 0{,}25) = 1{,}22;\quad l_2 = 1.$$

Величина оседания в мульде активизации: (η_a) - вычисляется по формуле I.I6

$$\eta_a = 285\ (0{,}5 - 0{,}7\ \frac{135}{570}) = 94\ мм.$$

Расчет величин сдвижений и деформаций в точках мульды производится согласно формулам I.II-I.I5.

Значения функций $S(z)$, $S'(z)$, $S''(z)$, $F(z)$, и $F'(z)$ - выбираются в таблицах I.4-I.I2.

Вспомогательные величины, необходимые для вычислений сдвижений и деформаций в точках мульды приведены в табл.I.I4.

Таблица I.I4

№№ лав	η_m, мм	L_1, м	L_2, м	$\frac{\eta_m}{L_1}\cdot10^{-3}$	$\frac{\eta_m}{L_2}\cdot10^{-3}$	$\frac{\eta_m}{L_1^2}\cdot10^{-4}$	$\frac{\eta_m}{L_2^2}\cdot10^{-4}$	h_I	$\frac{h}{H}$	P
I	520	270	330	I,92	I,58	0,07	0,05	0,4	0,06	0,304
II	270	330	425	0,82	0,63	0,025	0,0I5	0,4	0,05	0,3I4
III	330	340	400	0,97	0,82	0,03	0,02	0,6	0,05	0,3I4
IУ	300	390	435	0,77	0,68	0,025	0,0I6	0,4	0,04	0,324
мульда актив.	94	570	370	0,I6	0,25	0,003	0,007	0,4	0,04	0,324

Вычисление величин сдвижений и деформаций по лавам приведены в таблице I.I5, суммарные сдвижения и деформации, полученные методом алгебраического суммирования, показаны на графиках рис. I9 .

Таблица I.I5

Расчет сдвижений и деформаций

I лава										II лава									III лава				
z	η_x мм	i_x пад	i_x восст	K_x пад	K_x восст	ξ_x пад	ξ восст	ε пад	ε восст	η_x мм	i пад	i восст	K_x пад	K_x восст	ξ_x пад	ξ_x восст	ε пад	ε восст	η_x мм	i_x пад	i_x восст	K_x пад	K_x восст
0	520	0	0	-0,72	-0,52	156	156	2,86	-2,38	270	0	0	-0,26	-0,15	81	81	-1,24	-0,95	330	0	0	-0,83	-0,70
0,1	495	+1,86	-1,54	0,60	-0,43	223	59	-1,92	-2,50	255	+0,80	-0,61	-0,22	-0,13	116	35	-0,82	-1,00	315	+0,80	-0,68	-0,76	-0,64
0,2	425	+3,15	-2,58	-0,35	-0,25	260	0	-0,48	-1,95	222	+1,35	-1,04	-0,12	-0,07	135	0	-0,20	-0,78	275	+1,48	-1,24	-0,53	-0,45
0,3	332	+3,55	-3,05	-0,85	-0,83	250	-52	+0,92	-1,08	172	+1,58	-1,22	-0,02	-0,01	130	-27	+0,39	-0,43	218	+1,82	-1,56	-0,18	-0,16
0,4	235	+3,45	-2,85	+0,19	+0,14	212	-67	+1,82	-0,21	122	+1,49	-1,15	+0,07	+0,04	110	-35	+0,78	-0,08	155	+1,82	-1,56	+0,17	+0,15
0,5	146	+2,75	-2,26	+0,30	+0,22	156	-73	+2,06	+0,35	76	+1,18	-0,91	+0,11	+0,06	81	-38	+0,88	+0,14	99	+1,53	-1,28	+0,42	+0,35
0,6	83	+1,90	-1,58	+0,31	+0,22	104	-52	+1,84	+0,57	43	+0,81	-0,62	+0,11	+0,07	54	-27	+0,79	+0,23	53	+1,05	-0,90	+0,48	+0,40
0,7	42	+1,15	-0,95	+0,24	+0,17	57	-36	+1,32	+0,52	22	+0,49	-0,38	+0,08	+0,05	30	-19	+0,57	+0,21	26	+0,62	-0,53	+0,38	+0,33
0,8	16	+0,61	-0,50	+0,15	+0,11	31	-21	+0,80	+0,38	8	+0,26	-0,20	+0,06	+0,03	16	-11	+0,35	+0,15	10	+0,49	-0,42	+0,24	+0,20
0,9	5	+0,23	-0,19	+0,07	+0,05	10	-10	+0,35	+0,19	3	+0,10	-0,08	+0,03	+0,02	5	-5	+0,15	+0,08	3	+0,11	-0,09	+0,11	+0,09
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Продолж.табл.I.I5

	III лава				IV лава									мульда активизации								
Z	ξ_x пад	ξ_x восст	ε_x пад	ε_x восст	η_x мм	i_x пад	i_x восст	K_x пад	K_x восст	ξ_x пад	ξ_x восст	ε_x пад	ε_x восст	η_x мм	i_x пад	i_x восст	K_x пад	K_x восст	ξ пад	ξ восст	ε пад	ε восст
0	99	99	-1,26	-1,06	300	0	0	-0,26	-0,16	90	90	-1,16	-1,02	94	0	0	-0,03	-0,07	28	28	-0,24	-0,38
0.1	135	56	-0,80	-1,26	285	+0,75	-0,66	-0,21	-0,14	128	39	-0,77	-1,08	90	+0,16	-0,24	-0,03	-0,06	40	12	-0,16	-0,39
0.2	158	40	-0,36	-1,04	245	+1,26	-1,12	-0,12	-0,08	150	0	-0,19	-0,84	77	+0,26	-0,41	-0,02	-0,03	47	0	-0,04	-0,31
0.3	142	-26	+0,27	-0,71	192	+1,48	-1,30	-0,02	-0,01	144	-30	+0,37	-0,46	60	+0,31	-0,48	0	-0,01	45	-9	+0,08	-0,17
0.4	138	-46	+0,81	-0,25	135	+1,40	-1,13	+0,07	+0,04	124	-39	+0,73	-0,09	42	+0,29	-0,45	+0,01	+0,02	39	-12	+0,15	-0,03
0.5	109	-53	+1,08	+0,15	84	+1,11	-0,98	+0,11	+0,07	90	-42	+0,83	+0,15	26	+0,23	-0,36	+0,01	+0,03	28	-13	+0,17	+0,06
0.6	69	-36	+1,04	+0,34	48	+0,76	-0,57	+0,11	+0,07	60	-30	+0,74	+0,25	15	+0,16	-0,25	+0,01	+0,03	19	-9	+0,15	+0,09
0.7	40	-26	+0,77	+0,34	24	+0,46	-0,41	+0,08	+0,05	33	-21	+0,53	+0,23	8	+0,10	-0,15	+0,01	+0,02	10	-7	+0,11	+0,08
0.8	20	-13	+0,45	+0,24	9	+0,25	-0,22	+0,06	+0,04	18	-12	+0,32	+0,16	3	+0,05	-0,08	+0,01	+0,02	6	-4	+0,07	+0,06
0.9	6	-7	+0,18	+0,11	3	+0,09	-0,08	+0,03	+0,02	6	-6	+0,14	+0,08	1	+0,02	-0,03	0	+0,01	2	-2	+0,03	+0,03
1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Примечание: Величины ε и ε даны в 1.10^{-3}; K- в 1.10^{-4} 1/м, ξ - в мм.

Приложение П

Горнотехнические мероприятия по защите эксплуатируемых зданий и сооружений

Рациональное планирование горных работ при полной выемке угольных пластов.

П.I. Расположение горных выработок, при котором сооружения попадают в пределы плоского дна мульды сдвижения.

Общая длина фронта очистных работ ($Д_I$ и $Д_2$), необходимая для обеспечения полной подработки, определяется по формулам (рис.20 и 2I):

вкрест простирания

$$Д_I = a + b + \frac{l_1}{\cos\alpha} + 2\Delta \quad ; \qquad (II.1)$$

по простиранию

$$Д_2 = 2H \cdot ctg\,\varphi_3 + l_2 + 2\Delta \, , \qquad (II.2)$$

где a и в – расстояния от проекции подрабатываемого объекта на пласт до нижней и верхней границ очистных работ;

l_2 и l_1 – проекции подрабатываемого объекта, соответственно, на линии простирания и вкрест простирания;

H – средняя глубина разработки под рассматриваемым объектом;

Δ – поправка за счет погрешности определения углов полных сдвижений, принимается равной 0,I H;

α – угол падения пласта;

φ_1, φ_2, φ_3 – углы полных сдвижений.

Величины a и в определяются по формулам:

$$a = \frac{(H + 0{,}5 l_1 \cdot tg\,\alpha) \cdot \cos(\varphi_1 + \alpha)}{\sin\varphi_1} \quad ; \qquad (II.3)$$

$$в = \frac{(H - 0{,}5 l_1 \cdot tg\,\alpha) \cdot \cos(\varphi_2 - \alpha)}{\sin\varphi_2} \quad ; \qquad (II.4)$$

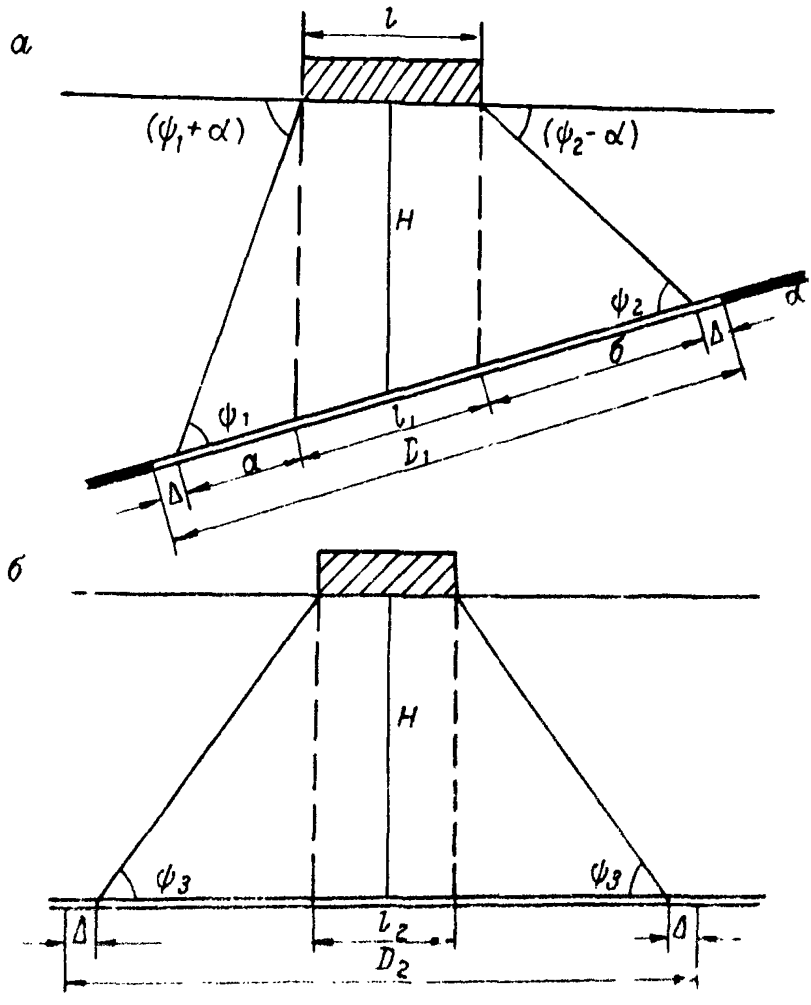


Рис.20. Схема определения величин $Д_1$ и $Д_2$ на разрезах вкрест простирания и по простиранию.

Величины а и в могут быть получены графически (рис.20

При глубинах разработки свыше 200 м и при значительных размерах подрабатываемого объекта обеспечить создание плоского дна в пределах объекта одной очистной выработкой, как правило, невозможно. В этих случаях горные работы рекомендуется проектировать по одной из нижеследующих схем:

а) Способ "парных штреков" (рис.21). При этом способе вначале (прямым ходом) отрабатываются лавы, влияние которых на земную поверхность мало ощутимо. Между этими лавами оставляются полосы, при выемке которых (обратным ходом) зависание в толще горных пород погашается и на земной поверхности образуется плоское дно.

Размер очистной выработки, при котором сдвижение горных пород не достигает земной поверхности, определяется из выражения $d = C\sqrt{H_в}$, где С - коэффициент, зависящий от совокупности свойств горных пород (прочности, слоистости, трещиноватости и т.д.), находится обычно эмпирическим путём. В каменноугольных районах Донбасса он равен примерно трем, а в районах залегания антрацитов - пяти.

Иногда размеры очистных выработок, отрабатываемых прямым ходом, целесообразно определять из расчета размещения в выработанном пространстве породы, получаемой при проходке штреков.

Длины лав l , отрабатываемых обратным ходом, принимаются равными $1{,}5\text{-}2{,}5\,d$, но, как правило, не более 200 м.

б) Расположение очистной линии забоев уступами (рис.22). При этом способе отставание забоев соседних лав друг от друга должно быть таким, чтобы на земной поверхности образовалась одна общая мульда сдвижения, т.е. влияние отстающих лав должно начинаться раньше, чем успеет получить заметное развитие мульда под влиянием опережающих лав. Величина отставания не должна превышать $0{,}4H_в$, где $H_в$ - средняя глубина залегания верхней лавы.

Для создания плоского дна в мульде сдвижения при разработке пластов уступами суммарная длина очистных забоев должна быть не менее величины $Д_I$, определяемой по (II.1), а размеры целиков между лавами не должны превышать 0,1 глубины разработки и 0,1 общей длины отрабатываемых лав (D,).

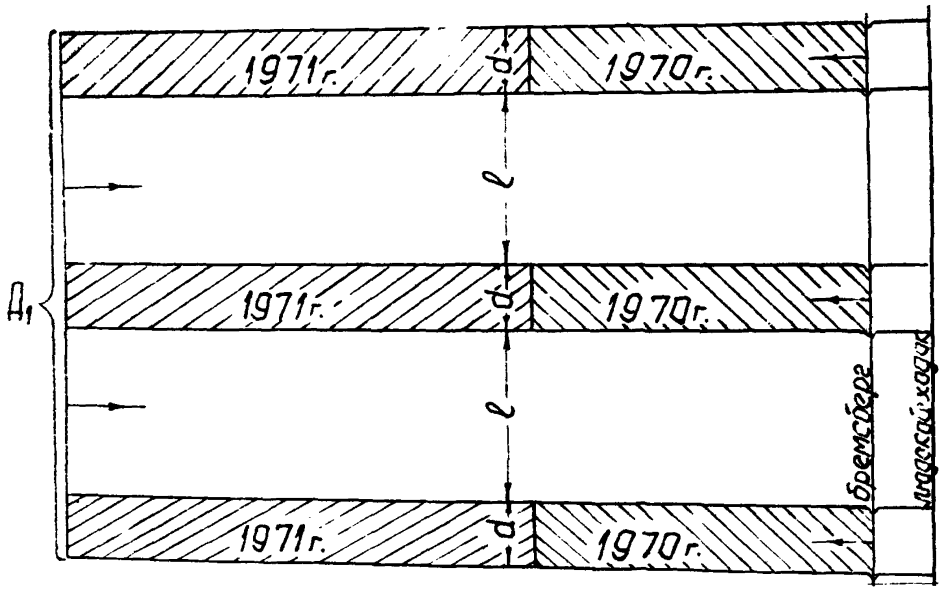


Рис.21. Схема отработки предохранительного целика способом "парных штреков"

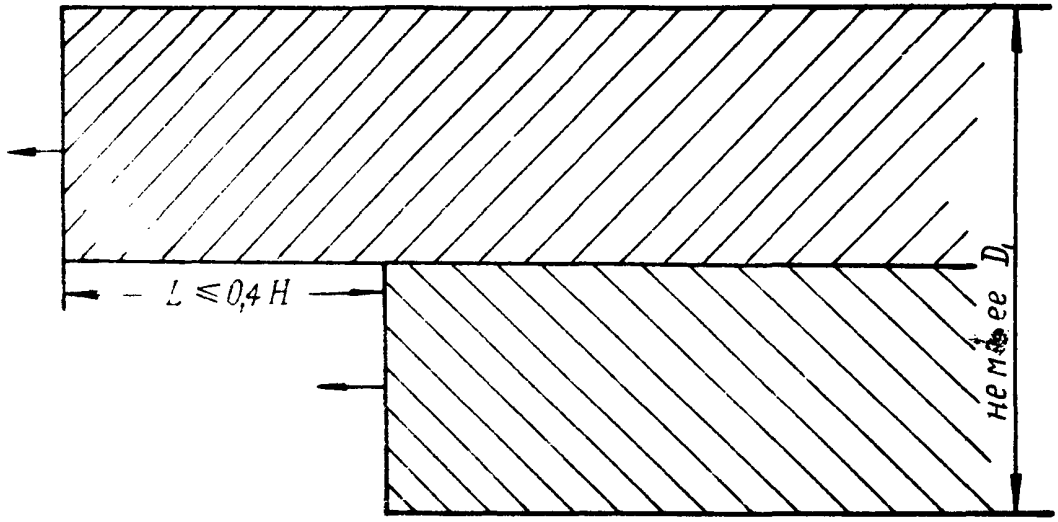


Рис.22. Схема отработки предохранительного целика при расположении линии забоев уступами.

П.2. Ведение горных работ с учетом конструктивных особенностей зданий и ориентирования последних относительно простирания пластов.

Под зданиями и сооружениями, расположенными продольной осью вкрест простирания пластов, горные работы следует вести так, чтобы эти здания оказались в средней части мульды сдвижения, вблизи главного сечения по простиранию (рис. 23а).

В ряде случаев выемку угля под такими (преимущественно отдельно стоящими) зданиями целесообразно проводить двумя расходящимися забоями, одновременно отходящими от разрезной печи, пройденной под серединой подрабатываемого объекта. Наиболее эффективен этот способ отработки пластов для зданий, несущие конструкции которых могут безболезненно воспринимать значительные горизонтальные сжатия.

Под зданиями и сооружениями, ориентированными длинной стороной по простиранию, очистные выработки целесообразно располагать так, чтобы подрабатываемые объекты находились на краю мульды сдвижения (рис.23б).

П.3. Гармоническая отработка пластов, т.е. такое взаимное расположение очистных выработок, при котором деформации земной поверхности в районе подрабатываемого объекта частично или полностью взаимно компенсируются. Такая компенсация при одновременной разработке свиты пластов достигается соответствующим смещением границ очистных выработок относительно друг друга и подрабатываемого объекта, которое определяется путём расчета деформаций или посредством номограмм.

В первом случае составляется несколько вариантов календарных планов отработки пластов и для каждого из них производится расчет деформаций земной поверхности по полной методике. За окончательный принимается тот вариант, при котором достигается наибольшая взаимная компенсация деформаций земной поверхности в районе подрабатываемого объекта. При анализе вариантов возможных схем отработки пластов определять искомое положение очистных выработок целесообразно с помощью номограмм, часть которых приведена на рис. I7 - I8 .

Для выбора условий, при которых происходит полная компенсация, вначале определяются с помощью номограмм деформации от очистной выработки, имеющей наиболее рациональное,

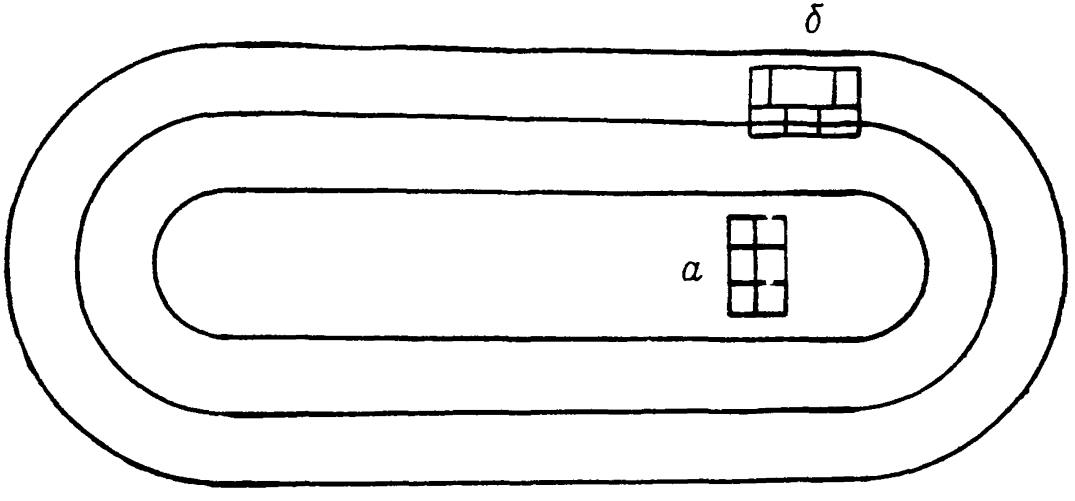


Рис.23. Схемы расположения зданий в мульде сдвижения: а - здание расположено в средней части мульды; б - здание расположено на краю мульды.

с точки зрения технологии выемки угля, положение. Затем подбирается другая выработка, оказывающая на подрабатываемый объект равное по величине, но обратное по знаку, влияние. Допустим, что первая выработка вызывает в районе подрабатываемого объекта растяжение земной поверхности 4 мм/м. Для подбора выработки, компенсирующей это растяжение, накладываем номограмму на разрез так (рис. 24), чтобы лава номограммы скользила по очередному пласту на разрезе до тех пор, пока рассматриваемый объект на поверхности не попадет на изолинии, соответствующие сжатию 4 мм/м. Если одного пласта для того, чтобы погасить растяжение 4 мм/м, недостаточно, подбирается группа пластов, суммарное сжатие от которых составляет 4 мм/м. Взаимно компенсирующиеся пласты должны разрабатываться одновременно.

При частичной компенсации деформаций подбирается такое расположение очистных работ, при котором деформации земной поверхности не превысят допустимой для подрабатываемого объекта величины.

Критерии допустимой подработки приведены в "Рекомендациях" (п.3.3).

Методика выбора наиболее рационального расположения выработок под рассматриваемым объектом в зависимости от конкретных условий может быть различна. В качестве одной из них можно рекомендовать следующую. Вначале, как и для полной компенсации, определяются деформации от очистных выработок, положение которых по каким-либо причинам (чаще всего технологического или горногеологического характера) менять нецелесообразно. Затем вычисляется разность между допустимыми величинами деформаций и значениями деформаций, ожидаемых от указанных выработок. Сумма деформаций от всех остальных выработок не должна превышать полученной разности, для чего указанную разность распределяют между очистными выработками или поровну, или пропорционально мощности пластов, или по другому, подходящему для данных условий принципу. Положение каждой очистной выработки определяют с помощью номограмм по изложенному выше способу.

II.4. Частичная выемка пластов применяется при соответствующем технико-экономическом обосновании в тех случаях, когда запасы зданий и сооружений с помощью рационального проектирования очистных работ и оптимальных конструктивных мер

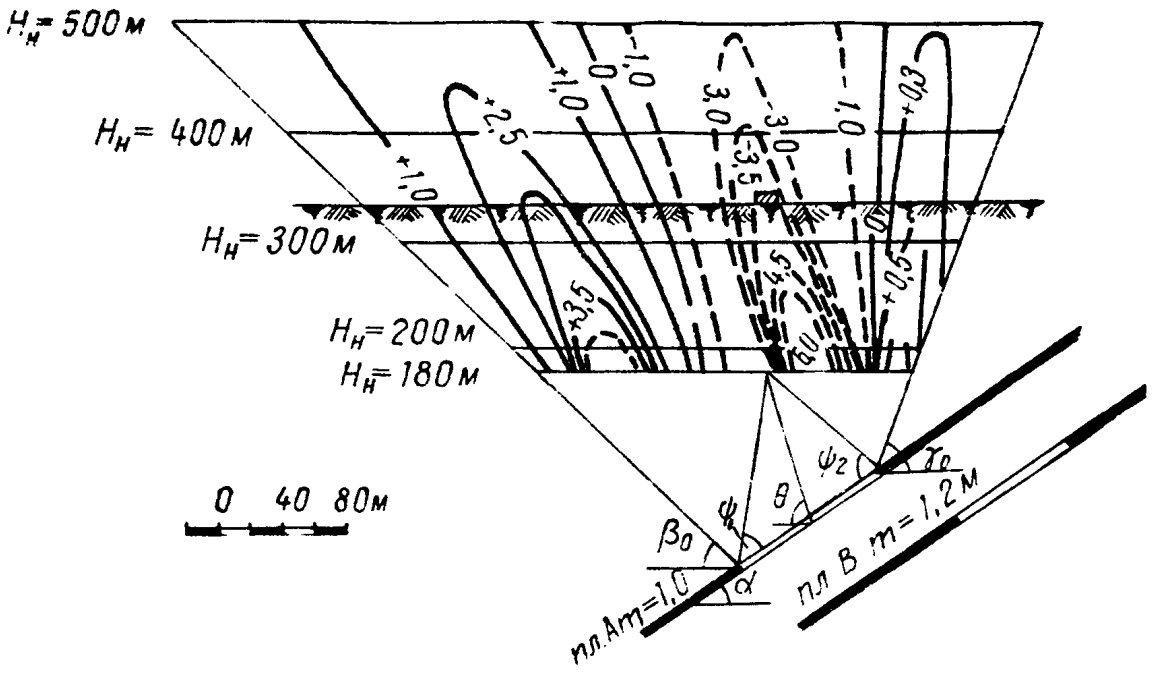


Рис.24. Схема к выбору местоположения очистной выработки в пласте А с помощью номограммы.

защиты осуществить невозможно.

а) При отработке пластов на неполную мощность ($m_в$), последняя может быть определена из выражения:

$$m_в = \frac{m \cdot \Delta l}{\Delta l_n} , \quad . . . . . \quad (II.5)$$

где m - полная рабочая мощность пласта;

Δl_n - показатель суммарных деформаций (см."Рекомендации" п.3.3) для подрабатываемого здания при выемке пласта на полную мощность;

Δl - показатель суммарных деформаций, приемлемый (по технико-экономическим соображениям) для подрабатываемого здания.

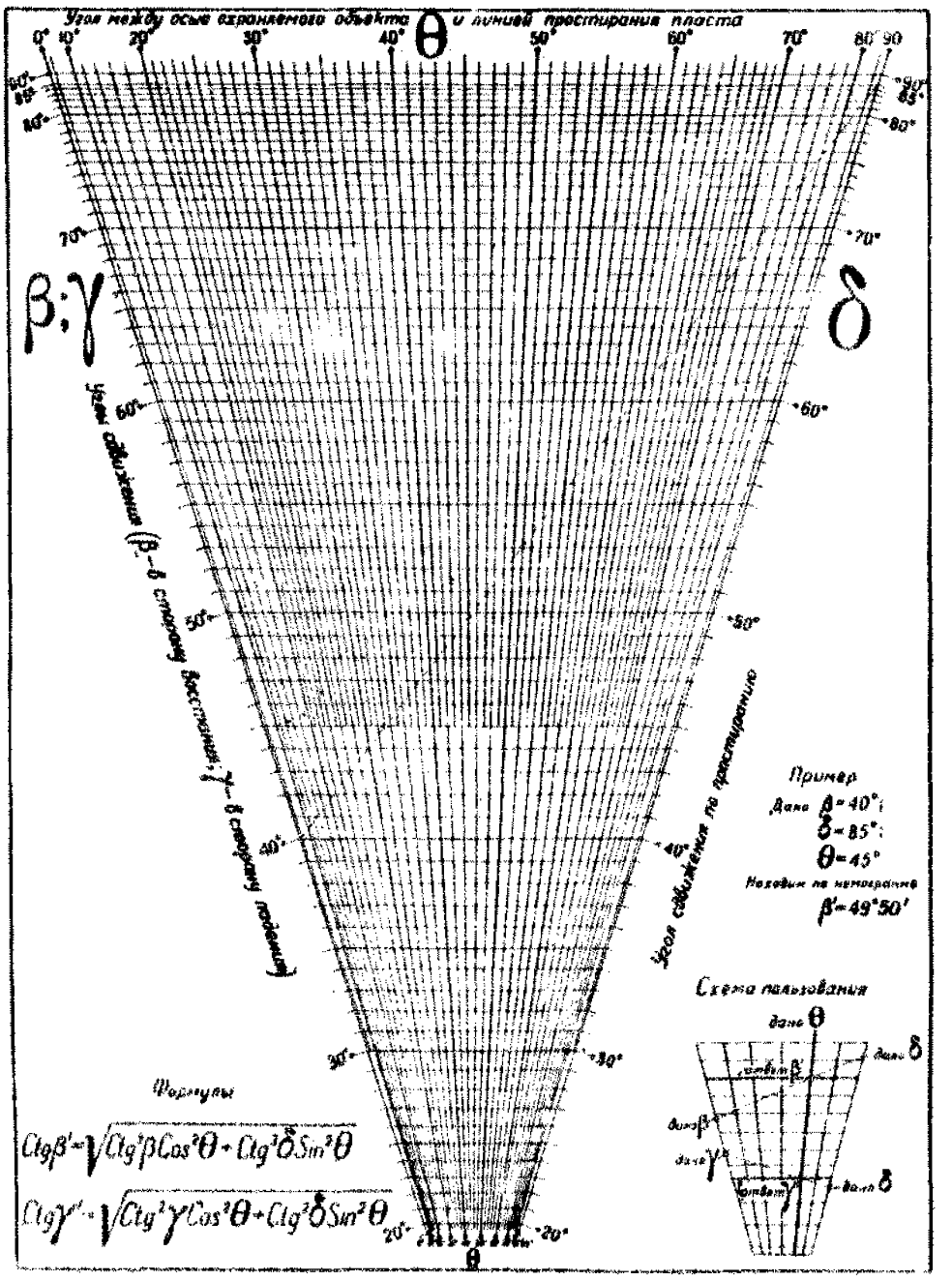
б) При частичной отработке пластов по площади должны быть приняты такие длины лав и размеры межлавных целиков, при которых деформации земной поверхности под рассматриваемым объектом не превысят заданных значений.

Задача решается методом последовательного приближения. Подсчитываются при выбранных размерах длин лав и межлавных целиков расчетные деформации земной поверхности, и по ним определяют необходимые конструктивные меры защиты. Если по технико-экономическим соображениям конструктивные меры защиты являются неприемлемыми, то изменяют размеры лав и целиков, и производят расчет заново и т.д.

Для уменьшения деформаций земной поверхности при разработке свиты пластов иногда бывает целесообразным оставлять предохранительные целики по отдельным менее ценным пластам, или по пластам, разработка которых осложнена горногеологическими условиями или условиями безопасного ведения горных работ. Однако всякое оставление целиков должно быть строго обосновано и увязано с нормами настоящих Правил охраны.

Приложение III

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛОВ СДВИЖЕНИЯ β' И γ' ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ОХРАННЫХ ЦЕЛИКОВ ПОД ОБЪЕКТАМИ, РАСПОЛОЖЕННЫМИ ДИАГОНАЛЬНО К ЛИНИИ ПРОСТИРАНИЯ ПЛАСТА



Приложение IУ. Длины перпендикуляров q' и l', вычисленные по формулам (6.3) и (6.4) при $(H - h) = 1$ м.

А. Для всех районов, кроме Западного Донбасса

Таблица IУ.I. а. Для построения целиков под сооружения I и II категорий охраны при $\frac{H}{m} = 100$

Перпендикуляры q' (в сторону восстания)

α° \ θ°	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176
5	0,244	0,241	0,237	0,229	0,222	0,208	0,195	0,183	0,180	0,176
10	0,307	0,304	0,296	0,282	0,263	0,242	0,219	0,198	0,181	0,176
15	0,365	0,362	0,350	0,333	0,308	0,279	0,258	0,214	0,185	0,176
20	0,414	0,410	0,399	0,383	0,353	0,316	0,274	0,226	0,191	0,176
25	0,455	0,451	0,442	0,422	0,392	0,354	0,304	0,248	0,197	0,176
30	0,486	0,484	0,475	0,460	0,430	0,389	0,335	0,270	0,206	0,176
35	0,505	0,503	0,496	0,483	0,455	0,422	0,362	0,292	0,214	0,176
40	0,513	0,512	0,508	0,500	0,482	0,447	0,396	0,318	0,226	0,176
45	0,509	0,509	0,508	0,506	0,496	0,471	0,425	0,345	0,240	0,176
50	0,492	0,494	0,497	0,501	0,500	0,488	0,451	0,373	0,256	0,176
55	0,461	0,466	0,473	0,482	0,491	0,490	0,470	0,392	0,275	0,176
60	0,424	0,427	0,440	0,451	0,468	0,482	0,479	0,423	0,299	0,176
65	0,374	0,377	0,387	0,405	0,428	0,454	0,472	0,446	0,325	0,176

Перпендикуляры l' (в сторону падения)

α° \ θ°	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176
5	0,179	0,179	0,179	0,179	0,178	0,178	0,178	0,177	0,177	0,176
10	0,182	0,182	0,182	0,181	0,181	0,180	0,179	0,178	0,177	0,176
15	0,185	0,185	0,184	0,184	0,183	0,182	0,180	0,179	0,178	0,176
20	0,188	0,188	0,188	0,187	0,185	0,184	0,182	0,180	0,178	0,176
25	0,192	0,192	0,191	0,189	0,188	0,186	0,184	0,181	0,179	0,176
30	0,196	0,196	0,195	0,193	0,191	0,189	0,186	0,183	0,180	0,176
35	0,201	0,201	0,200	0,197	0,195	0,192	0,188	0,184	0,180	0,176
40	0,207	0,206	0,205	0,202	0,199	0,195	0,190	0,186	0,181	0,176
45	0,214	0,213	0,211	0,208	0,204	0,199	0,193	0,188	0,182	0,176
50	0,223	0,222	0,220	0,216	0,210	0,204	0,197	0,190	0,183	0,176
55	0,236	0,234	0,231	0,225	0,218	0,210	0,202	0,193	0,184	0,176
60	0,254	0,252	0,247	0,240	0,230	0,219	0,208	0,197	0,186	0,176
65	0,284	0,281	0,274	0,262	0,248	0,233	0,217	0,202	0,189	0,176

Таблица IУ.2

б. Для построения целиков под сооружения I и П категорий охраны при $\frac{H}{m} = 200$

Перпендикуляры q' (в сторону восстания)

α° \ θ°	0	I0	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0,I40	0,I40	0,I40	0,I40	0,I40	0,I40	0,I40	0,I40	0,I40	0,I40
5	0,200	0,207	0,202	0,I92	0,I84	0,I72	0,I6I	0,I50	0,I43	0,I40
I0	0,273	0,270	0,262	0,248	0,230	0,209	0,I85	0,I63	0,I46	0,I40
I5	0,332	0,328	0,3I7	0,30I	0,276	0,246	0,2I3	0,I78	0,I5I	0,I40
20	0,383	0,379	0,368	0,349	0,322	0,286	0,236	0,I96	0,I56	0,I40
25	0,426	0,422	0,4II	0,393	0,360	0,328	0,269	0,2I7	0,I64	0,I40
30	0,459	0,456	0,448	0,429	0,403	0,360	0,30I	0,239	0,I73	0,I40
35	0,48I	0,479	0,472	0,457	0,433	0,394	0,335	0,263	0,I82	0,I40
40	0,493	0,49I	0,483	0,477	0,458	0,424	0,367	0,282	0,I95	0,I40
45	0,49I	0,49I	0,490	0,486	0,473	0,448	0,399	0,3I7	0,209	0,I40
50	0,477	0,478	0,480	0,484	0,482	0,465	0,426	0,345	0,226	0,I40
55	0,453	0,455	0,458	0,468	0,474	0,47I	0,444	0,374	0,245	0,I40
60	0,4I5	0,4I8	0,426	0,438	0,454	0,464	0,456	0,400	0,268	0,I40
65	0,367	0,370	0,379	0,396	0,4I8	0,446	0,453	0,420	0,295	0,I40

Перпендикуляры l' (в сторону падения)

α° \ θ°	0	I0	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0,I40	0,I40	0,I40	0,I40	0,I40	0,I40	0,I40	0,I40	0,I40	0,I40
5	0,I42	0,I42	0,I42	0,I42	0,I42	0,I42	0,I4I	0,I4I	0,I4I	0,I40
I0	0,I44	0,I44	0,I44	0,I44	0,I43	0,I43	0,I42	0,I42	0,I4I	0,I40
I5	0,I47	0,I46	0,I46	0,I45	0,I45	0,I44	0,I43	0,I42	0,I4I	0,I40
20	0,I48	0,I48	0,I48	0,I46	0,I46	0,I46	0,I44	0,I43	0,I42	0,I40
25	0,I50	0,I50	0,I50	0,I49	0,I48	0,I47	0,I45	0,I44	0,I42	0,I40
30	0,I53	0,I53	0,I52	0,I5I	0,I50	0,I48	0,I46	0,I44	0,I42	0,I40
35	0,I56	0,I56	0,I55	0,I54	0,I52	0,I50	0,I48	0,I45	0,I43	0,I40
40	0,I59	0,I59	0,I58	0,I56	0,I54	0,I52	0,I49	0,I46	0,I43	0,I40
45	0,I64	0,I63	0,I62	0,I60	0,I57	0,I54	0,I5I	0,I48	0,I44	0,I40
50	0,I69	0,I68	0,I67	0,I64	0,I6I	0,I57	0,I53	0,I49	0,I45	0,I40
55	0,I76	0,I75	0,I73	0,I70	0,I66	0,I6I	0,I56	0,I5I	0,I46	0,I40
60	0,I86	0,I85	0,I82	0,I78	0,I73	0,I66	0,I60	0,I53	0,I47	0,I40
65	0,20I	0,200	0,I96	0,I90	0,I83	0,I74	0,I65	0,I57	0,I48	0,I40

Таблица IУ.3

в. Для построения целиков под сооружения I и П категорий охраны при $\frac{H}{m}$ = 300

Перпендикуляры q' (в сторону восстания)

α_0 \ $\theta°$	0	I0	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0,I05	0,I05	0,I05	0,I05	0,I05	0,I05	0,I05	0,I05	0,I05	0,I05
5	0,I74	0,I72	0,I68	0,I59	0,I49	0,I38	0,I25	0,II7	0,I08	0,I05
I0	0,239	0,236	0,228	0,2I5	0,I97	0,I76	0,I52	0,I29	0,II2	0,I05
I5	0,299	0,295	0,285	0,268	0,245	0,2I6	0,I8I	0,I47	0,II7	0,I05
20	0,352	0,348	0,337	0,32I	0,29I	0,256	0,2I2	0,I66	0,I24	0,I05
25	0,397	0,394	0,383	0,364	0,335	0,295	0,245	0,I88	0,I33	0,I05
30	0,433	0,430	0,42I	0,402	0,373	0,333	0,276	0,2I2	0,I42	0,I05
35	0,458	0,456	0,448	0,432	0,407	0,368	0,309	0,237	0,I53	0,I05
40	0,472	0,47I	0,465	0,455	0,434	0,399	0,342	0,263	0,I66	0,I05
45	0,474	0,473	0,472	0,466	0,453	0,425	0,375	0,29I	0,I8I	0,I05
50	0,464	0,464	0,466	0,466	0,46I	0,443	0,400	0,3I9	0,I98	0,I05
55	0,44I	0,442	0,447	0,453	0,457	0,45I	0,42I	0,342	0,2I9	0,I05
60	0,407	0,408	0,4I6	0,427	0,439	0,446	0,434	0,374	0,24I	0,I05
65	0,36I	0,364	0,373	0,388	0,407	0,426	0,433	0,398	0,267	0,I05

Перпендикуляры l' (в сторону падения)

α_0 \ $\theta°$	0	I0	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0,I05	0,I05	0,I05	0,I05	0,I05	0,I05	0,I05	0,I05	0,I05	0,I05
5	0,I06	0,I06	0,I06	0,I06	0,I06	0,I06	0,I06	0,I05	0,I05	0,I05
I0	0,I07	0,I07	0,I07	0,I07	0,I07	0,I06	0,I06	0,I06	0,I05	0,I05
I5	0,I08	0,I08	0,I08	0,I08	0,I07	0,I07	0,I07	0,I06	0,I06	0,I05
20	0,I09	0,I09	0,I09	0,I09	0,I08	0,I08	0,I07	0,I06	0,I06	0,I05
25	0,II0	0,II0	0,II0	0,II0	0,I09	0,I08	0,I08	0,I07	0,I06	0,I05
30	0,II2	0,II2	0,II2	0,III	0,II0	0,I09	0,I08	0,I07	0,I06	0,I05
35	0,II3	0,II3	0,II3	0,II2	0,III	0,II0	0,I09	0,I08	0,I06	0,I05
40	0,II5	0,II5	0,II4	0,II4	0,II3	0,III	0,II0	0,I08	0,I07	0,I05
45	0,II7	0,II7	0,II7	0,II6	0,II4	0,II2	0,III	0,I09	0,I07	0,I05
50	0,I20	0,I20	0,II9	0,II8	0,II6	0,II4	0,II2	0,II0	0,I07	0,I05
55	0,I24	0,I23	0,I22	0,I2I	0,II9	0,II6	0,II4	0,III	0,I08	0,I05
60	0,I28	0,I28	0,I27	0,I25	0,I22	0,II9	0,II6	0,II2	0,I08	0,I05
65	0,I36	0,I35	0,I33	0,I3I	0,I27	0,I23	0,II8	0,II4	0,I09	0,I05

Таблица IУ.4

г. Для построения целиков под сооружения I и П категорий охраны при $\frac{H}{m}$ = 400 и остальных категорий при всех значениях $\frac{H}{m}$

Перпендикуляры q' (в сторону восстания)

α° \ θ°	0	I0	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087
5	0,I52	0,I50	0,I46	0,I39	0,I30	0,II9	0,I08	0,097	0,090	0,087
I0	0,222	0,2I9	0,2II	0,I99	0,I80	0,I60	0,I36	0,II2	0,095	0,087
I5	0,283	0,279	0,269	0,253	0,229	0,20I	0,I67	0,I3I	0,I0I	0,087
20	0,338	0,333	0,322	0,303	0,276	0,243	0,I99	0,I52	0,I08	0,087
25	0,383	0,379	0,369	0,349	0,32I	0,275	0,232	0,I74	0,II7	0,087
30	0,420	0,4I7	0,407	0,388	0,360	0,320	0,265	0,I98	0,I27	0,087
35	0,446	0,443	0,436	0,420	0,394	0,355	0,298	0,224	0,I40	0,087
40	0,462	0,460	0,455	0,443	0,422	0,387	0,33I	0,25I	0,I53	0,087
45	0,465	0,464	0,462	0,456	0,439	0,4I3	0,362	0,279	0,I68	0,087
50	0,456	0,457	0,458	0,458	0,452	0,432	0,389	0,308	0,I86	0,087
55	0,435	0,437	0,44I	0,447	0,449	0,44I	0,4II	0,336	0,206	0,087
60	0,402	0,405	0,4I2	0,422	0,433	0,438	0,424	0,362	0,229	0,087
65	0,357	0,360	0,370	0,384	0,402	0,4I9	0,424	0,383	0,254	0,087

Перпендикуляры l' (в сторону падения)

χ° \ θ°	0	I0	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087
5	0,088	0,088	0,088	0,088	0,088	0,088	0,088	0,088	0,088	0,087
I0	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089	0,088	0,088	0,088	0,088	0,087
I5	0,090	0,090	0,090	0,089	0,089	0,089	0,088	0,088	0,088	0,087
20	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,089	0,089	0,088	0,088	0,087
25	0,09I	0,09I	0,09I	0,09I	0,090	0,090	0,089	0,089	0,088	0,087
30	0,092	0,092	0,092	0,092	0,09I	0,090	0,090	0,089	0,088	0,087
35	0,093	0,093	0,093	0,092	0,092	0,09I	0,090	0,089	0,088	0,087
40	0,094	0,094	0,094	0,093	0,093	0,092	0,09I	0,090	0,089	0,087
45	0,096	0,096	0,095	0,095	0,094	0,093	0,092	0,090	0,089	0,087
50	0,098	0,098	0,097	0,096	0,095	0,094	0,092	0,09I	0,089	0,087
55	0,I00	0 I00	0,099	0,098	0,097	0,095	0,093	0,09I	0,089	0,087
60	0,I03	0,I03	0,I02	0,I0I	0,099	0,097	0,095	0,092	0,090	0,087
65	0,I08	0,I07	0,I06	0,I04	0,I02	0,I00	0,096	0,094	0,090	0,087

Таблица IУ.5

Б. Длины перпендикуляров $q(l)$, вычисленные по формулам (6.3) и (6.4) для условий Западного Донбасса

(Для сооружений I и II категории охраны при $\frac{H}{m} \geqslant 400$ и остальных категорий при всех $\frac{H}{m}$)

H	50	75	I00	I25	I50	I75	200	225	250	275	300
I00	5I	67	84	-	-	-	-	-	-	-	-
I25	55	72	88	I05	-	-	-	-	-	-	-
I50	60	76	93	I09	I26	-	-	-	-	-	-
I75	64	8I	97	II4	I30	I47	-	-	-	-	-
200	68	85	I02	II8	I35	I5I	I68	-	-	-	-
225	74	89	I06	I23	I39	I56	I72	I89	-	-	-
250	77	94	II0	I27	I44	I60	I77	I93	2I0	-	-
275	82	98	II5	I3I	I48	I65	I8I	I98	2I4	23I	-
300	86	I03	II9	I36	I52	I69	I86	202	2I9	235	252
325	90	I07	I24	I40	I57	I73	I90	207	223	240	256
350	95	III	I28	I45	I6I	I78	I94	2II	228	244	26I
375	99	II6	I32	I49	I66	I82	I99	2I5	232	249	265
400	I04	I20	I37	I53	I70	I87	203	220	236	253	270
425	I08	I25	I4I	I58	I74	I9I	208	224	24I	257	274
450	II3	I29	I46	I62	I79	I95	2I2	229	245	262	278
475	II7	I34	I50	I67	I63	200	2I6	233	250	266	283
500	I2I	I38	I55	I7I	I88	204	22I	237	254	27I	287
525	I26	I42	I59	I76	I92	209	225	242	258	275	292
550	I30	I47	I64	I80	I97	2I3	230	246	263	279	296
575	I34	I5I	I68	I84	20I	2I8	234	25I	267	284	300
600	I39	I55	I72	I89	203	222	239	255	272	288	305

Примечание: Промежуточные значения $q(l)$ определяются интерполяцией.

Приложение У

Определение размеров целиков для охраны вертикальных стволов шахт по допустимым деформациям крепи

При глубинах разработки более 400 м и известных допустимых сжатиях крепи ствола размеры целиков по простиранию (при $\alpha \leq 10^0$ во всех направлениях) можно определять по формуле:

$$l = 0{,}4 \cdot H\left(1 - \sqrt{\frac{\varepsilon}{K} \cdot \frac{H}{m}}\right) \quad (\text{УI.I}),$$

где l – расстояние от бермы ствола до границы целика;

H – глубина пласта в точке пересечения стволом;

m – мощность пласта;

ε – допустимое относительное сжатие ствола в вертикальном направлении;

$$K = \sqrt{1 + \frac{\gamma H}{\sigma_{сж}}},$$

γ – средний объемный вес пород;

$\sigma_{сж}$ – временное сопротивление сжатию угля или горных пород, в районе которых происходит концентрация деформаций. Как правило, деформации концентрируются в местах пересечения ствола угольными пластами или слабыми углистыми и глинистыми прослойками.

Пример: Определить размеры целика по простиранию для охраны вертикального вентиляционного ствола, закрепленного жесткой крепью и оборудованного подъемом. Срок эксплуатации ствола около 25 лет.

Допустимое сжатие крепи $1 \cdot 10^{-3}$. Концентрация деформаций ожидается в зоне пересечения ствола угольным пластом, временное сопротивление которого сжатию $\sigma_{сж} = 500$ т/м^2. Мощность пласта 0,8 м, угол падения 20^0, глубина пласта в точке пересечения стволом 520 м.

Средний объемный вес пород $\gamma = 2{,}5$ т/м^3

Вычисляем коэффициент концентрации "К"

$$K = \sqrt{1 + \frac{2{,}5 \cdot 520}{500}} = 1{,}9$$

Находим расстояние от бермы ствола до границы предохранительного целика по простиранию:

$$l = 0{,}4 \cdot 520\text{м}\left(1 - \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-3}}{1{,}9} \cdot \frac{520\ \text{м}}{0{,}8\ \text{м}}}\right) = 87\ \text{м}.$$

Заместитель начальника
Технического управления

Н.А. Шальнов

О Г Л А В Л Е Н И Е

стр.

ПРИКАЗ МИНУГЛЕПРОМА СССР

П Р Е Д И С Л О В И Е

РАЗДЕЛ I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 3

РАЗДЕЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА СДВИЖЕНИЯ ТОЛЩИ ГОРНЫХ ПОРОД И ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ 5

РАЗДЕЛ 3. СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ПОДРАБАТЫВАЕМЫХ СООРУЖЕНИЙ И ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ I6

РАЗДЕЛ 4. МЕРЫ ОХРАНЫ СООРУЖЕНИЙ И ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И УСЛОВИЯ ВЫЕМКИ УГЛЯ ПОД НИМИ I7

РАЗДЕЛ 5. НОРМЫ ОХРАНЫ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ШАХТНЫХ СТВОЛОВ И ОКОЛОСТВОЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК 4I

РАЗДЕЛ 6. ПРАВИЛА ПОСТРОЕНИЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ ЦЕЛИКОВ 47

Раздел 7. ПРИМЕРЫ ПОСТРОЕНИЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ ЦЕЛИКОВ 5I

Пример I. Построение предохранительного целика для охраны здания 52

Пример 2. Построение предохранительных целиков в трех пластах для охраны двух вертикальных шахтных стволов с надшахтными зданиями, копрами и подъемными машинами 54

Пример 3. Построение предохранительного целика для охраны железной дороги общего пользования 56

стр.

Пример 4. Построение предохранительного целика для охраны здания гаража 61

Пример 5. Построение предохранительного целика криволинейной формы для охраны двух вертикальных шахтных стволов с надшахтными зданиями, копрами и подъемными машинами 64

Пример 6. Построение предохранительного целика для охраны двух пятиэтажных жилых домов в условиях сложного залегания пласта 66

ПРИЛОЖЕНИЕ I. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ (ПРИ УГЛАХ ПАДЕНИЯ ПЛАСТОВ ОТ 0^0 ДО 70^0) 69

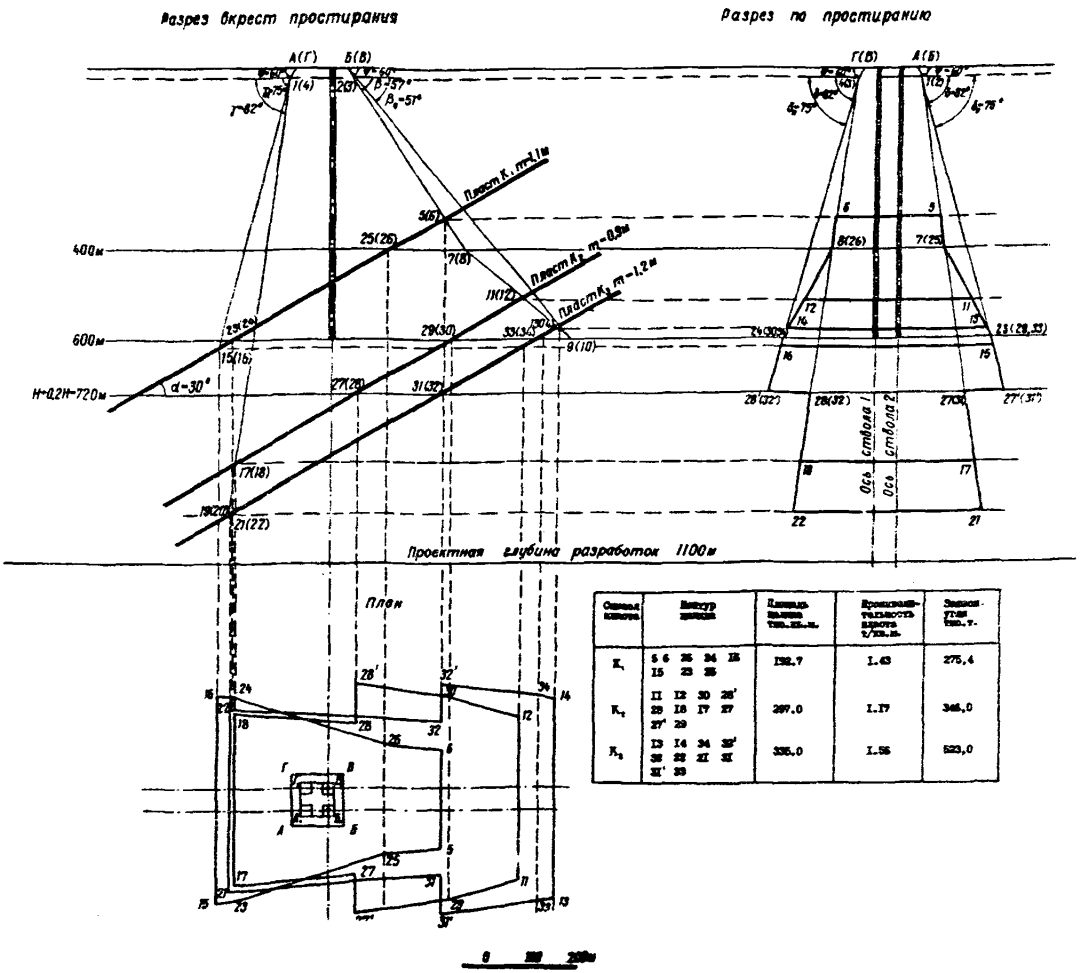
ПРИЛОЖЕНИЕ II. ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ . . 110

ПРИЛОЖЕНИЕ III. НОМОГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗНАЧЕНИЙ УГЛОВ СДВИЖЕНИЯ β' И γ' 120

ПРИЛОЖЕНИЕ IV. ДЛИНЫ ПЕРПЕНДИКУЛЯРОВ q' И l' ВЫЧИСЛЕННЫХ ПО ФОРМУЛАМ (6.3) и (6.4) ПРИ $(H - h) = 1$ 121

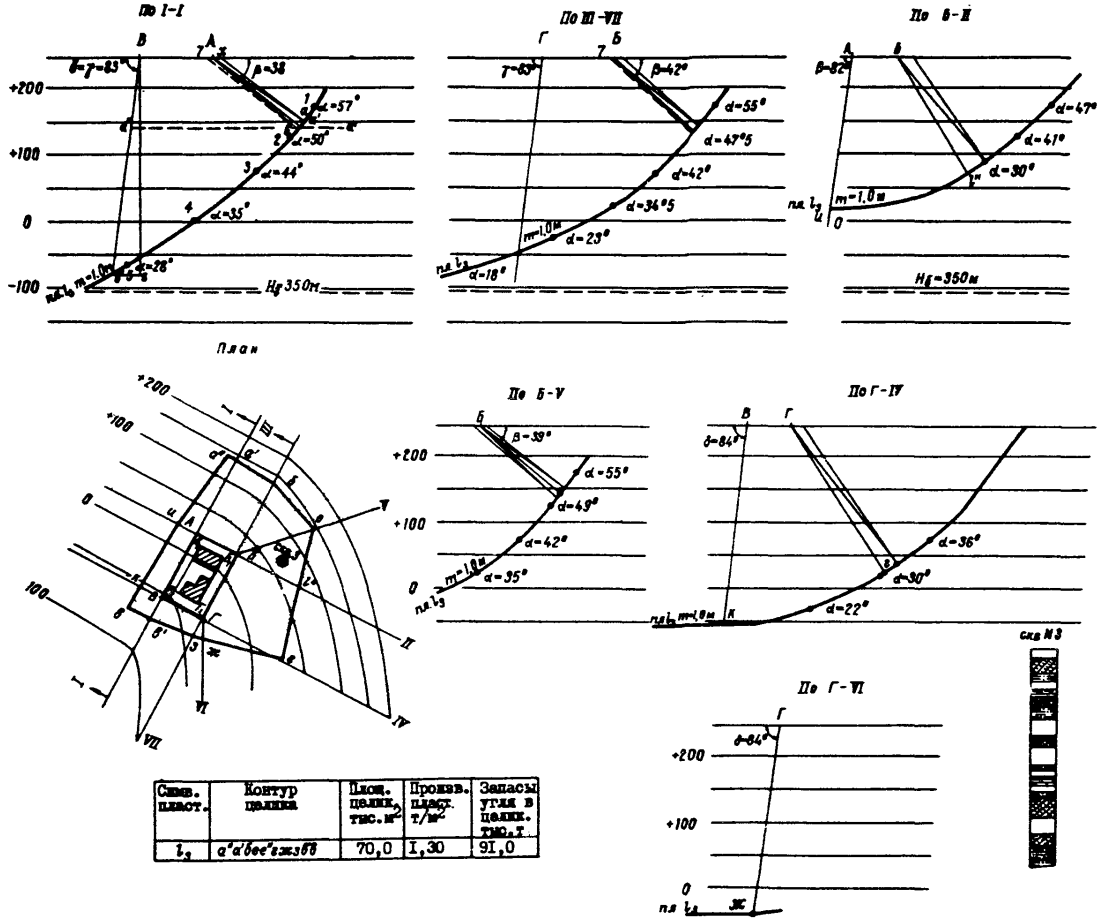
ПРИЛОЖЕНИЕ V. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ЦЕЛИКОВ ДЛЯ ОХРАНЫ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ ШАХТ ПО ДОПУСТИМЫМ ДЕФОРМАЦИЯМ КРЕПИ 126

Заказ 608 Подписано в печать 4/12-78
Объем 8,75 п. л. Тираж 1600
Типография ХОЗУ МУП СССР
Б. Кисельный пер., 13/15



Символ пласта	Контур целика	Площадь целика тыс.кв.м.	Промышленность пласта т/кв.м.	Запасы угля тыс.т.
K_1	5 6 26 34 16 15 23 25	192.7	1.43	275,4
K_2	11 12 30 28' 28 18 17 27 27' 29	297.0	1.17	346,0
K_3	13 14 34 32' 32 22 21 31 31' 33	335.0	1.56	523,0

Рис.10. Пример построения предохранительных целиков в 3х пластах для охраны двух вертикальных шахтных стволов.



Симв. пласт.	Контур целика	Площ. целик, тыс.м²	Произв. пласт. т/м²	Запасы угля в целик. тыс.т
l_9	а'а'бвг'ежзбб	70,0	I,30	9I,0

Рис.I4. Пример построения целика для охраны двух пятиэтажных жилых домов в условиях сложного залегания пласта

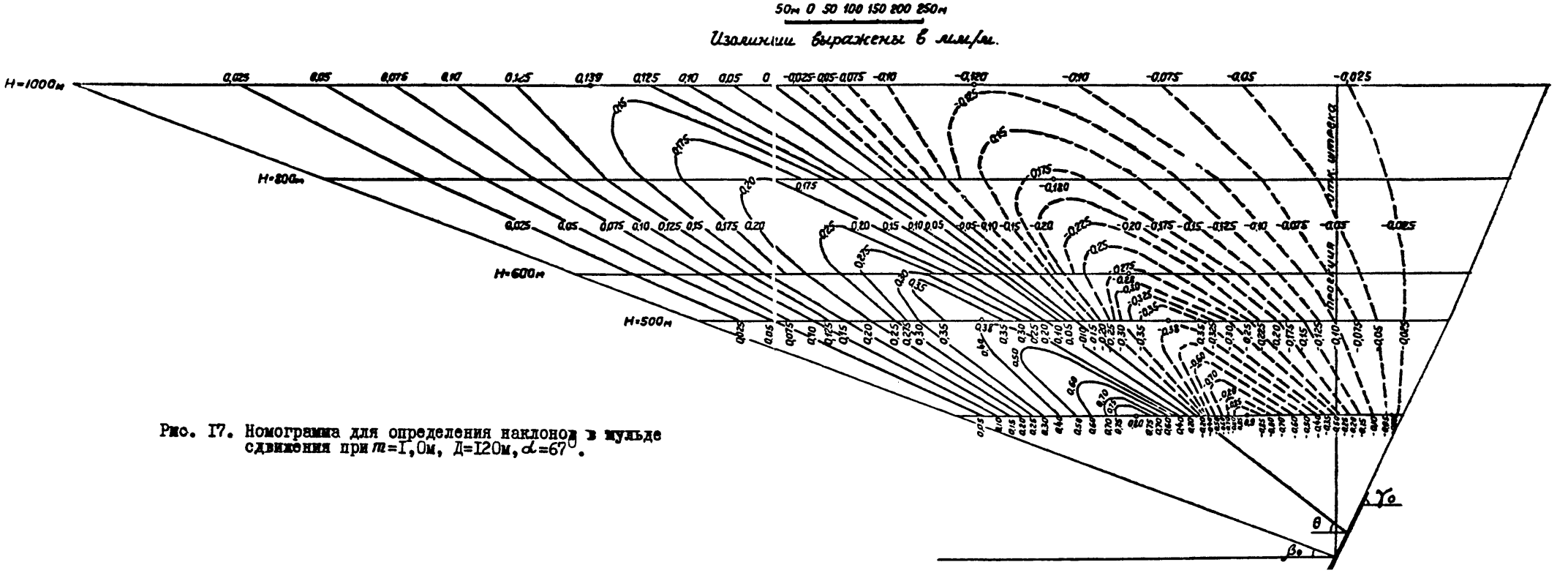


Рис. 17. Номограмма для определения наклонов в мульде сдвижения при m=1,0м, Д=120м, α=67°.

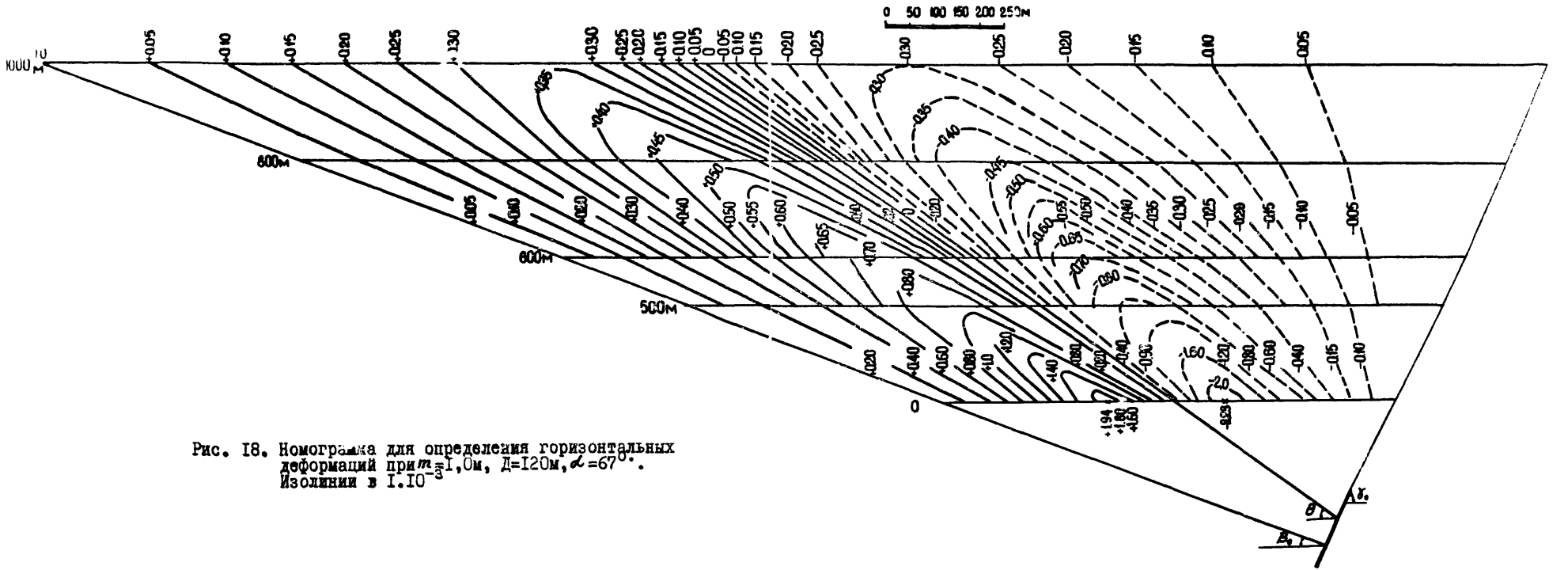


Рис. I8. Номограмма для определения горизонтальных деформаций при m_3=I,0м, Д=I20м, α=67°.
Изолинии в I.IO^{-3}

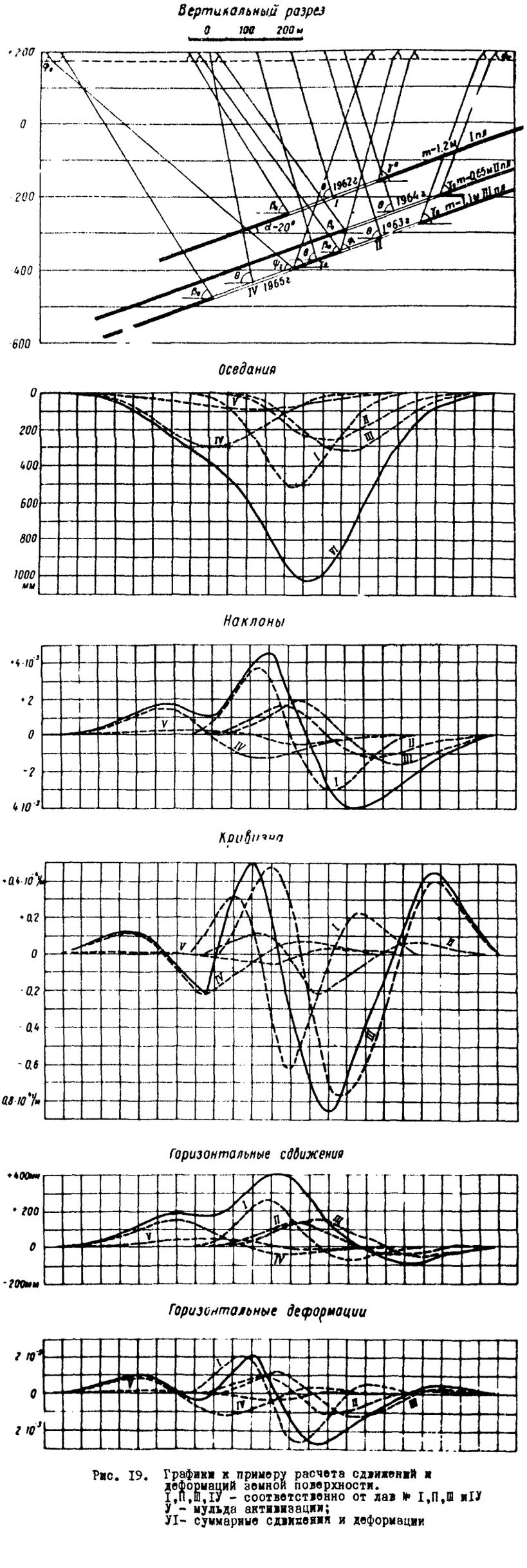


Рис. I9. Графики к примеру расчета сдвижений и деформаций земной поверхности.
I,П,Ш,IУ - соответственно от лав № I,П,Ш и IУ
У - мульда активизации;
УI- суммарные сдвижения и деформации

gost.e-ecolog.ru