МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ И МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА ВНИМИ

ПРАВИЛА

ОХРАНЫ СООРУЖЕНИЙ И ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ ВРЕДНОГО ВЛИЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК В ЧЕЛЯБИНСКОМ БУРОУГОЛЬНОМ БАССЕЙНЕ

(ПРИКАЗ №203 ОТ 29 АПРЕЛЯ 1967 ГОДА)

Ленинград 1967

gost.e-ecolog.ru

УТВЕРЖДАЮ:

Председатель Государственного Комитета
по надзору за безопасным ведением работ
в промышленности и горному надзору
при Совете Министров СССР

26 февраля 1966 г.

Л. МЕЛЬНИКОВ

ПРАВИЛА

ОХРАНЫ СООРУЖЕНИЙ И ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ ВРЕДНОГО ВЛИЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК В ЧЕЛЯБИНСКОМ БУРОУГОЛЬНОМ БАССЕЙНЕ

(ПРИКАЗ №203 ОТ 29 АПРЕЛЯ 1967 ГОДА)

Ленинград 1967

А Н Н О Т А Ц И Я

Настоящие Правила охраны сооружений являются основным и руководящим пособием для работников производства и проектирующих организаций по выбору мер охраны зданий, сооружений и природных объектов от вредного влияния горных разработок на шахтах Челябинского буроугольного бассейна.

В Правилах даются нормы и методы защиты охраняемых объектов, излагается методика построения предохранительных целиков и приводятся основные требования по выемке угля под различными объектами.

П Р И К А З

ПО МИНИСТЕРСТВУ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

Москва № 203 "29" апреля 1967 г.

I. Ввести в действие разработанные Уральским филиалом Всесоюзного научно-исследовательского института горной геомеханики и маркшейдерского дела и утвержденные Госгортехнадзором СССР "Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных выработок в Челябинском буроугольном бассейне".

2. Считать утратившими силу по Челябинскому буроугольному бассейну "Правила охраны сооружений от вредного влияния подземных выработок в Челябинском буроугольном бассейне и на Буланашском угольном месторождении", введенные в действие приказом по Министерству угольной промышленности СССР от I2 мая I950г. №43I/а, сохранив их действие только по Буланашскому угольному месторождению.

3. ВНИМИ (тов.Омельченко) обеспечить издание "Правил охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных разработок в Челябинском буроугольном бассейне" в количестве 600 экземпляров.

Заместитель Министра Л.Графов

П Р Е Д И С Л О В И Е

Настоящие "Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок в Челябинском буроугольном бассейне" составлены на основании исследований ВНИМИ сдвижения горных пород и проявлений горного давления в подготовительных выработках в период с 1945 по 1964 г

Накопленные данные о сдвижении и горном давлении в Челябинском бассейне позволили уточнить параметры процесса сдвижения, предложить новые методы охраны сооружений, основанные на инженерных расчётах. Это будет способствовать повышению безопасности охраняемых объектов и уменьшению потерь угля в предохранительных целиках.

В настоящих Правилах, по сравнению с Правилами, утверждёнными в 1950 г., расширен круг решаемых вопросов: введено новое понятие безопасной глубины и дан способ определения её по предельным деформациям для каждого сооружения в зависимости от его размеров, конструктивных особенностей и назначения; даны рекомендации по охране подготовительных выработок; уточнены углы сдвижения в коренных породах и наносах. Увеличено количество приложений.

В качестве приложений 3-5 в Правила включены конструктивные мероприятия по защите эксплуатируемых зданий и сооружений, которые не являются обязательными, не могут использоваться при выборе мер охраны сооружений.

Проект настоящих Правил обсуждался на технических совещаниях маркшейдеров шахт и трестов комбината Челябинскуголь, а также рассмотрен научно-техническим советом Уральского филиала ВНИМИ и Учёным советом ВНИМИ.

Проект Правил составлён коллективом научных сотрудников Уральского филиала ВНИМИ и окончательно отредактирован отделом сдвижения ВНИМИ с учётом замечаний Госгортехнадзора РСФСР и маркшейдерского отдела Технического управления Министерства угольной промышленности СССР.

Раздел 1 . ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ЗОНЫ ОПАСНОГО ВЛИЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ РАЗРАБОТОК НА СООРУЖЕНИЯ И ДРУГИЕ ОБЪЕКТЫ.

§ 1. Подземная разработка угольных пластов вызывает сдвижение горных пород и земной поверхности, которое при определенных условиях может привести к появлению разрушительных деформаций в подрабатываемых зданиях, сооружениях, а также к проникновению воды в выработки из подрабатываемых водных объектов.

§ 2. Границы зоны опасного влияния подземных разработок определяются относительно границ выработанного пространства по углам сдвижения: в коренных породах - β , γ, β_1 , δ и в наносах - 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 зоны опасного влияния подземных разработок.

Углами β и β_1 определяются границы зоны опасного влияния со стороны нижней границы выработки; углом γ определяется граница зоны опасного влияния со стороны верхней границы выработки; углом δ определяется граница зоны опасного влияния от границ выработки по простиранию пласта (рис. 1).

По отношению к предохранительному целику углы β и β_1 определяют его верхнюю границу, (β - для сооружений, расположенных в висячем боку, β_1 - для сооружений, расположенных в лежачем боку), угол γ - нижнюю границу, угол δ - границы целика по простиранию пласта (рис . 2).

ПРИМЕЧАНИЕ: При определении углов сдвижения (табл. 1) граница зоны опасного влияния горных разработок принята исходя из следующих предельных (критических) деформаций земной поверхности: растяжение

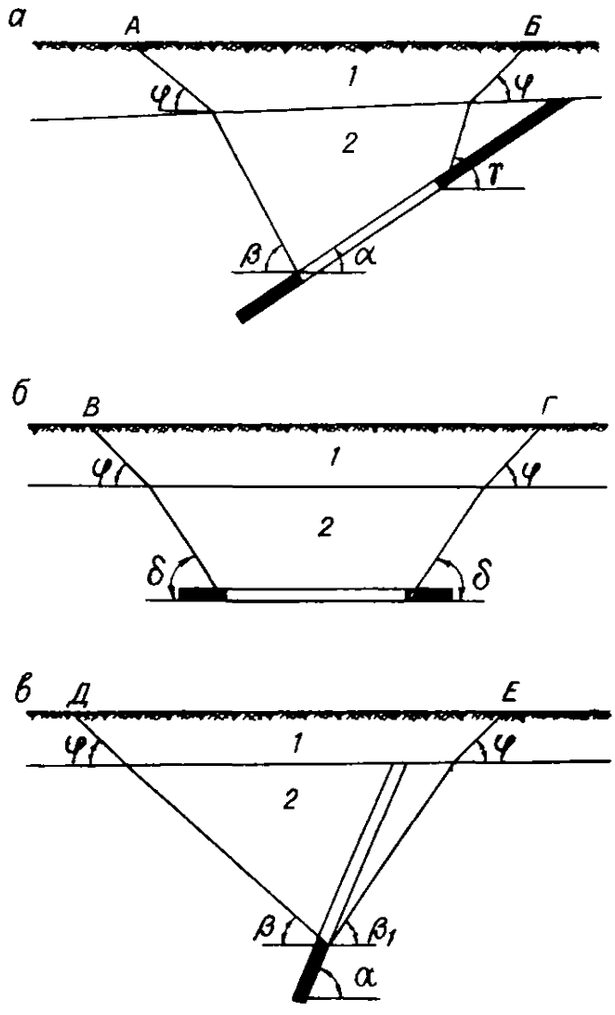


Рис. 1. Границы зон опасного влияния подземных разработок:

а - на разрезе вкрест простирания при $\alpha < 50^{0}$ - АБ;

б - на разрезе по простиранию - ВГ;

в - на разрезе вкрест простирания при $\alpha > 50^{0}$ - ДЕ;

1 - наносы, 2 - коренные породы.

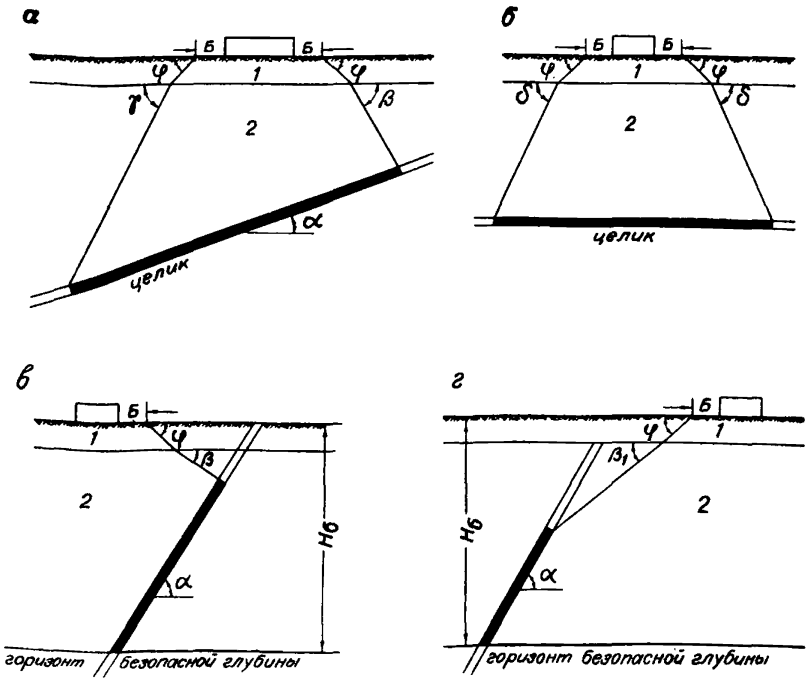


Рис. 2. Границы предохранительного целика:

а - на разрезе вкрест простирания при $\alpha < 50^{D}$;

б - на разрезе по простиранию;

в - на разрезе вкрест простирания при $\alpha > 50^{D}$ для сооружения, расположенного в висячем боку;

г - на разрезе вкрест простирания при $\alpha > 50^{D}$ для сооружения, расположенного в лежачем боку;

1 - наносы, 2 - коренные породы.

2.10^{-3} (при среднем интервале 10-15 м), кривизна $0,2.10^{-3}$ 1/м, радиус кривизны 5000 м), наклон 4.10^{-3}.

§ 3. Углы сдвижения в коренных породах принимаются в зависимости от угла падения пластов как при первичных, так и при повторных подработках по табл. 1.

Таблица 1

Углы падения пластов α, град.	Углы сдвижения, град.			
	β	γ	β_1	δ
0-25	$65 - 0,7\alpha$	65	-	65
26-50	$60 - 0,5\alpha$	65	-	65
51-60	$60 - 0,5\alpha$	-	40	65
61-85	30	-	40	65
Более 85	30	-	30	65

§ 4. Угол сдвижения в наносах φ принимается равным 45^0 во всех направлениях относительно простирания пласта.

§ 5. Сдвижение пород лежачего бока проявляется на земной поверхности при разработке крутопадающих пластов с углом падения более 50^0. Вне зоны провалов и трещин это сдвижение является опасным только для сооружений 1 категории и для горных выработок, закреплённых монолитной бетонной крепью.

§ 6. При углах падения свиты пластов более 12^0 в горном массиве, расположенном по восстанию от верхней границы горных работ, возникают сдвиги пород по напластованию. В большинстве случаев сдвиги происходят по контактам вмещающих пород с угольными пластами. На земной поверхности сдвиги по напластованию проявляются в виде горизонтальных и вертикальных деформаций над выходами под наносы угольных пластов или прослойков.

При разработке одиночных пластов с углом падения до 25^0 эти деформации (сдвиги) не опасны для сооружений. При разработке свиты пластов или нескольких слоев мощного пласта деформации возрастают (см. § 28) и могут быть опасны для вертикальных стволов и сооружений на земной поверхности.

§ 7. На земной поверхности границы зоны вредного влияния сдвигов пород по напластованию при выдержанном залегании пластов определяются по простиранию линиями пересечения земной поверхности с плоскостями, проведенными от границ выработанного пространства под углами 90^0.

На разрезах вкрест простирания границы зоны вредного влияния сдвигов пород по напластованию определяются в зависимости от категории охраны сооружений.

Для сооружений 1 категории охраны при отсутствии наносов при разработке одиночного пласта с углом падения более 25^0 границы зоны вредного влияния сдвигов пород по напластованию ограничиваются на разрезе вкрест простирания линией, проведенной от верхней границы очистных работ по пласту под углом γ до пересечения с земной поверхностью и пересечением с земной поверхностью почвы этого пласта.

При разработке свиты пластов с углом падения более 12^0 границы зоны вредного влияния сдвигов пород по напластованию для сооружений I категории охраны ограничиваются на разрезе вкрест простирания линией, проведенной от верхней границы очистных работ по самому нижнему пласту в свите под углом γ до пересечения с земной поверхностью, и пересечением с земной поверхностью почвы этого пласта.

Для сооружений II категории при разработке свиты пластов с углом падения более 25^0 границы зоны вредного влияния сдвигов пород по

напластованию ограничиваются на разрезе вкрест простирания двумя линиями, одна из которых проводится от верхней границы очистных работ по самому нижнему пласту в свите под углом γ до пересечения с земной поверхностью, а вторая - от этой же верхней границы очистных работ до пересечения с земной поверхностью под углом к горизонту, равным 55^0.

Если коренные породы покрыты наносами, то построенная таким способом граница зоны вредного влияния сдвигов пород по напластованию будет относиться к линии контакта коренных пород с наносами. Для определения границы зоны вредного влияния на земной поверхности необходимо от найденных границ провести в наносах линии до земной поверхности под углом φ (рис. 3 а, б, в).

§ 8. При разработке крутопадающих пластов с полным обрушением кровли до глубины 160 м на земной поверхности образуются провалы. Зона, где возможно появление провалов, ограничивается в лежачем боку плоскостью, проведенной от верхней границы очистных работ под углом 60^0 к горизонту, а в висячем боку плоскостью, проведенной через нижнюю границу очистных работ под углом 90^0 к горизонту (рис. 4). По простиранию граница зоны провалов совпадает с горизонтальной проекцией границы очистных работ.

При отработке пластов на глубине более 160 м возможна только активизация старых провалов в границах зоны провалов, построенной для глубины 160 м.

ПРИМЕЧАНИЕ: При разработке пологопадающих и наклонных пластов, когда отношение глубины горных работ H к выемочной мощности пласта m меньше 10, возможно обрушение земной поверхности. Зона обрушения в этом случае ограничивается углами разрывов, которые для Челябинского бассейна на 15^0 больше углов сдвижения.

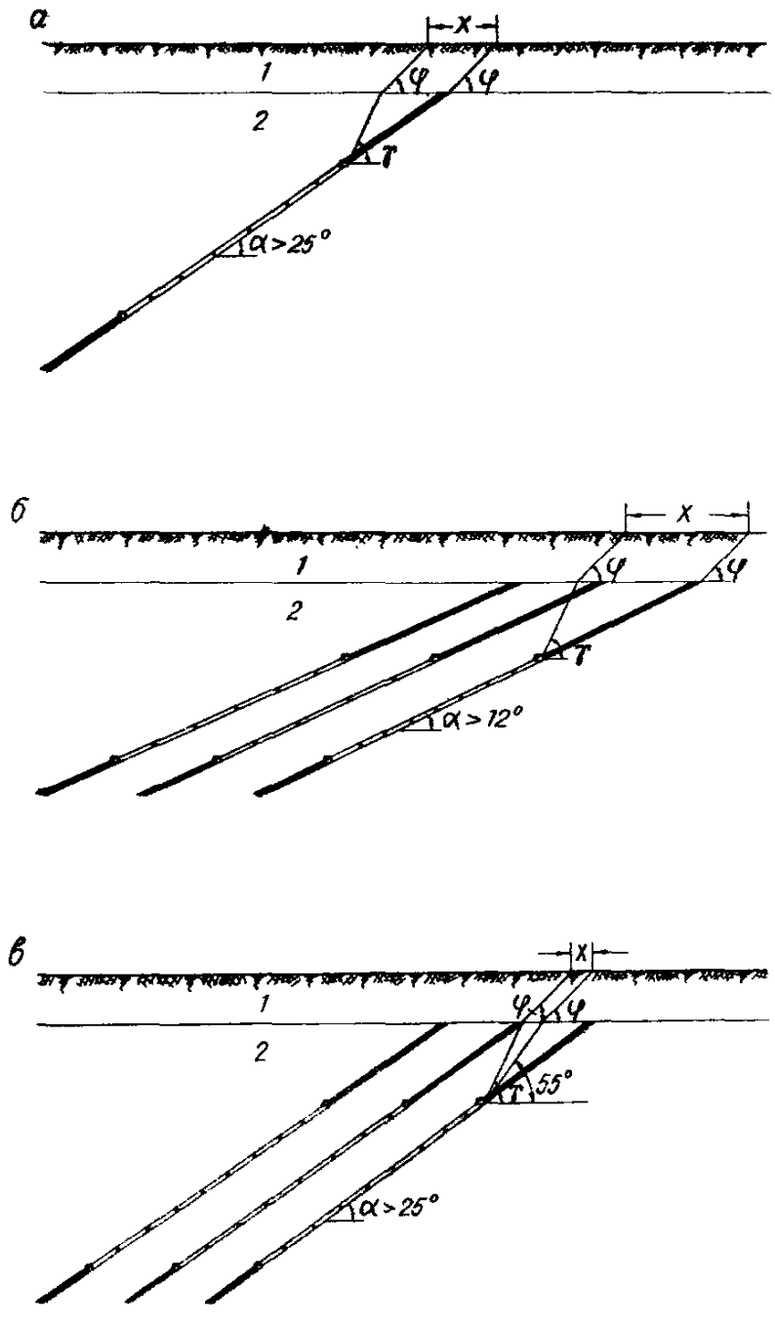


Рис. 3. Определение границ зоны вредного влияния сдвигов пород по напластованию

X – зона вредного влияния сдвигов пород по напластованию.

1 – наносы, 2 – коренные породы.

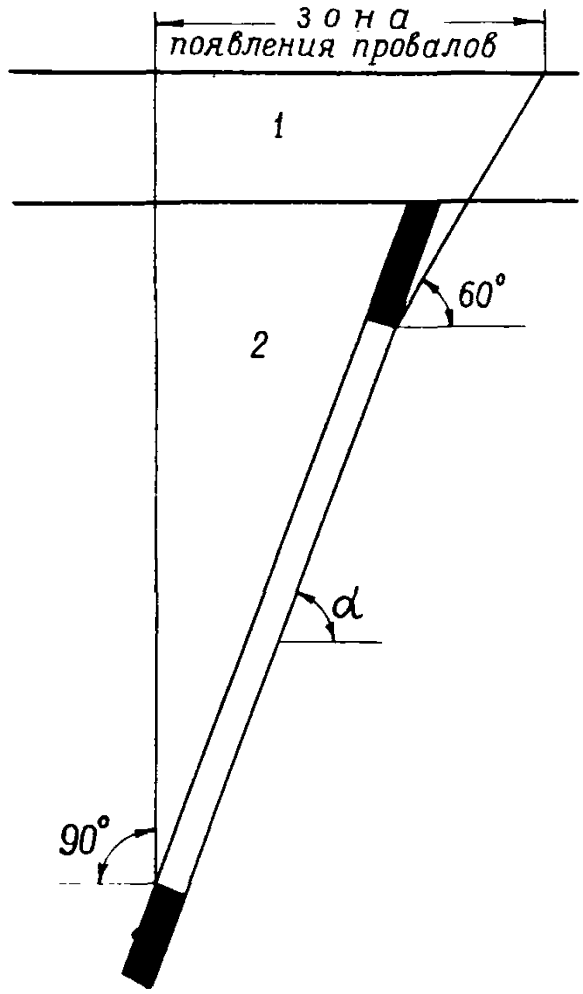


Рис. 4. Определение границ зоны провалов
1 – наносы, 2 – коренные породы

Раздел II. УСТАНОВЛЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПРОЦЕССА СДВИЖЕНИЯ

§ 9. Процесс сдвижения земной поверхности под влиянием подземных разработок, в зависимости от величин сдвижений и деформаций во времени и влияния их на подрабатываемые объекты, характеризуется общей продолжительностью и периодом опасных деформаций.

Под общей продолжительностью процесса сдвижения понимают период, в течение которого земная поверхность над выработанным пространством находится в состоянии сдвижения. Началом процесса сдвижения точки земной поверхности впереди движущегося очитного забоя является дата, на которую оседание земной поверхности достигает 10 мм. При отсутствии инструментальных наблюдений за начало процесса сдвижения принимается дата, на которую расстояние в плане от очистного забоя до рассматриваемой точки составят 0,7 H (где H- глубина залегания пласта от земной поверхности).

Окончанием процесса сдвижения считают дату, после которой в течение 6 месяцев суммарные оседания не превышают 30 мм.

Периодом опасных деформаций считается время интенсивных сдвижений земной поверхности над выработанным пространством со скоростью оседания не менее 50 мм в месяц при пологом и наклонном залеганиях пластов и не менее 30 мм в месяц при крутом залегании пластов.

Опасные деформации на земной поверхности проявляются впереди движущегося очистного забоя по простиранию на расстоянии в плане 0,36 H, а позади забоя на расстоянии H.

По падению и восстанию пласта зона опасных деформаций ограничивается плоскостями, проведенными под соответствующими углами сдвижения.

В период опасных деформаций земной поверхности могут возникнуть значительные повреждения в подрабатываемых зданиях и сооружениях. Пример определения времени появления опасных деформаций на подрабатываемой земной поверхности приведен в приложении I.

Начальные опасные для сооружений деформации на земной поверхности появляются при удалении забоя лавы от разрезной печи на расстояние 0,5 Н.

§ IO. Общая продолжительность процесса сдвижения и период опасных деформаций земной поверхности под влиянием выемки одного пласта при средней скорости подвигания очистного забоя 30 м в месяц, устанавливается в зависимости от средней глубины разработки по табл. 2.

Таблица 2

Средняя глубина разработок, м	Общая продолжительность процесса сдвижения, месяцы	Период опасных деформаций, месяцы
до 50	8	2
50- I00	8-I6	2-4
I00 -200	I6-24	4-6

ПРИМЕЧАНИЕ: Указанные в табл. 2 минимальные сроки относятся к соответствующим минимальным глубинам, а максимальные - к соответствующим максимальным глубинам.

При разработке свиты пластов или мощного пласта слоями общая продолжительность процесса сдвижения определяется для каждого разрабатываемого пласта (слоя) по табл. 2.

§ II. Максимальные скорости оседаний земной поверхности определяются по формуле:

$$V_o = I{,}92\ \frac{m \cdot c \cdot \cos\alpha}{H}\ \text{мм/сут} \qquad (I)$$

где: m - мощность пласта, мм;

c - средняя скорость подвигания очистного забоя, м/сутки

α - угол падения пласта;

H - средняя глубина горных работ, м.

§ I2. Данными об общей продолжительности процесса сдвижения следует руководствоваться при решении вопросов о застройке подработанных участков земной поверхности, данными о периоде опасных деформаций- при определении сроков начала ремонта поврежденных подработкой сооружений.

§ I3.Застройку подработанных площадей в установленном порядке допускается производить при наличии данных, подтверждающих окончание процесса сдвижения земной поверхности. x)

Раздел Ш. РАЗДЕЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ НА КАТЕГОРИИ ОХРАНЫ

§ I4. Все объекты: промышленные, наземные и подземные сооружения, горные выработки, жилые и общественные здания при условии невозможности или нецелесообразности перенесения их за пределы района влияния горных разработок, подлежат обязательной охране от вредного влияния подземных разработок.

§ I5. По значению, конструктивным особенностям, характеру возможных деформаций под влиянием подземных разработок, охраняемые сооружения разделяются на две категории.

I. категория

1. Вентиляторы главного проветривания.
2. Центральные и групповые обогатительные фабрики.
3. Литейные, механические и кузнечные цеха машиностроительных заводов, центральные электромеханические мастерские и другие.
4. Трехэтажные и выше общественные здания.
5. Кольцевые районные электростанции
6. Районные электроподстанции.
7. Магистральные линии железных дорог МПС
8. Четырехэтажные и выше жилые здания.

II категория

1. Наклонные шахтные стволы.
2. Железобетонные, металлические и деревянные бункеры.
3. Компрессорные станции.
4. Одно-трехэтажные жилые здания.
5. Резервуары с пожарным запасом воды, заглубленные в землю.
6. Трубопроводы диаметром 250 мм и более.
7. Шахтные, заводские и бытовые котельные.
8. Дымовые кирпичные и железобетонные трубы.

---

x) Инструкция 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", I955 г. (Приложение 2).

9. Хлебозаводы.
10. Шахтные электроподстанции
11. Водонапорные башни.
12. Одноэтажные каменные здания общественного пользования.
13. Анкерные мачты высоковольтных передач.
14. Цехи с крановым оборудованием.
15. Подъездные железнодорожные пути МПС и ведомств.
16. Канализационные коллекторы.

§ 16. Отнесение к той или иной категории охраны объектов, не перечисленных в § 15, и выбор мер их охраны производится по усмотрению технического руководства шахты и утверждается в соответствии с 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, (приложение 2).

Раздел IУ. МЕРЫ ОХРАНЫ СООРУЖЕНИЙ И ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ ВРЕДНОГО ВЛИЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ РАЗРАБОТОК

§ 17. Меры охраны сооружений и природных объектов принимаются в зависимости от категории их охраны, конструктивных особенностей, характера эксплуатации объектов и ожидаемых величин сдвижений и деформаций земной поверхности в данных горногеологических условиях.

§ 18. Различают следующие меры охраны:

1. Горнотехнические мероприятия, способствующие уменьшению деформаций земной поверхности и подрабатываемого объекта (приложение 3).

2. Конструктивные мероприятия (приложение 4).

3. Временное изменение характера эксплуатации подрабатываемых объектов на период опасных деформаций.

4. Оставление предохранительных целиков в случаях, когда другие меры охраны не могут гарантировать нормальную эксплу-

атации охраняемого объекта или являются экономически нецелесообразными. Предохранительные целики под все объекты, кроме стволов, копров и зданий подъемных машин (§26), рассчитываются и оставляются до горизонта безопасной глубины. Примеры построения целиков приведены в разделе УП.

5. Проведение специальных систематических наблюдений за подрабатываемыми объектами как вспомогательной меры, позволяющей своевременно принимать эффективные меры для предотвращения опасных деформаций подрабатываемого объекта, например, наблюдения за деформированием железнодорожных путей с целью своевременной подсыпки и рихтовки пути.

§ 19. Для выбора мер охраны ожидаемые повреждения подрабатываемых гражданских и промышленных зданий с жесткой конструктивной схемой принимают одинаковыми с повреждениями зданий, имевшими место при аналогичных подработках, или их определяют в зависимости от показателя суммарных деформаций зданий ($\Delta l'$) по табл. 3-4.

Показатель суммарных деформаций зданий определяется по формуле:

$$\Delta l' = l\sqrt{(m_\varepsilon \cdot \varepsilon)^2 + (m_\kappa \cdot \frac{h}{R})^2}, \qquad (2)$$

где: l - длина здания, м;

h - высота здания (от половины фундамента до карниза), м;

R - минимальный расчетный (приложение 4) радиус кривизны земной поверхности, м;

ε - максимальная расчетная (приложение 4) относительная горизонтальная деформация (растяжение или сжатие) земной поверхности, в мм/м;

m_ε и m_κ - коэффициенты условий работы, учитывающие осреднение деформаций земной поверхности по длине (ширине) данной конструкции здания или сооружения, принимаются по табл.14 приложения 4.

Зданиями с жесткой конструктивной схемой считаются такие, в которых максимальные расстояния между поперечными конструкциями

(стены, контрфорсы, поперечные рамы с жесткими узлами и т.д.)

не превышают пределов, указанных в таблице I9 (приложение 5)

Таблица 3

Степень ожидаемых повреждений зданий	Характер повреждений для жилых зданий
1	2
I. Незначительные повреждения	Отдельные трещины в стенах и фундаментах раскрытием до 3 мм. Незначительное растрескивание штукатурки.
II. Повреждения, не вызывающие изменения характера эксплуатации зданий.	Отдельные трещины в стенах и фундаментах зданий раскрытием 3-10 мм; местами отслаивание штукатурки на небольших участках; незначительное пучение полов.
III. Повреждения, вызывающие частичное изменение характера эксплуатации здания.	Отдельные трещины в стенах и фундаментах раскрытием 10-25 мм; отслаивание штукатурки по потолкам и стенам в отдельных частях зданий; пучение полов; перекос дверных и оконных коробок.
IУ. Повреждения, вызывающие временное прекращение эксплуатации зданий.	Отдельные трещины в стенах и фундаментах раскрытием 25-60 мм; отслаивание штукатурки на больших участках, значительное пучение полов, значительный перекос дверных и оконных коробок; имеется опасность выхода балок из гнёзд и потери устойчивости отдельных элементов зданий.
У. Повреждения, вызывающие частичное разрушение здания.	Отдельные трещины в стенах и фундаментах раскрытием 60-100 мм и более; обрушение потолков; вывалы кладки стен, разрушение простенков и т.д.

Таблица 4

№ п.п	Индекс группы	Наименование зданий	Степень ожидаемых повреждений	Величина раскрытия отдельных трещин в фундаментах и стенах зданий	Показатели суммарных деформаций $\Delta l'$, мм		
					Одно-этажн. здания	Трёх-этажн. здания	Четырёх-этажн. здания
1	2	3	4	5	6	7	8
1	А	Общественные здания особой значимости, сложной конфигурации с залами пролётом более 12 м (здания театров, дворцов культуры, спорта, административные)	I	0-1 / 1	70	80	90
2			II	0-3 / 2	80	90	100
3			III	3-10 / 7	120	140	160
4		Здания больниц с операционными отделениями, роддома.	IУ	10-25 / 18	180	210	240

1	2	3	4	5	6	7	8
5	Б	Здания учебных заведений, гостиниц, стационарных лечебных заведений, детских яслей и садов.	1	0-8 / 2	80	90	100
6			П	3-7 / 5	110	130	150
7		Отдельные здания магазинов, ресторанов, кафе и столовых, фабрики-кухни, холодильники, хлебо- и молокозаводы, бани.	Ш	7-15 / 10	140	170	200
8		Гражданские здания, имеющие встроенные лечебные заведения, детские сады и ясли, кинотеатры и рестораны.	1У	15-60 / 40	230	270	310
9			У	60-140 / 100	300	360	430
10	В	Жилые и административные здания, кроме перечисленных в группах А и Б.	1	0-3 / 2	80	90	100
11			П	3-10 / 7	120	140	160
12			Ш	10-25 / 18	180	210	240
13			1У	25-60 / 45	240	280	330
14			У	60-140 / 100	300	360	430
15	Г	Производственные корпуса артелей, комбинатов бытового обслуживания, здания гаражей и котельных	1	0-5 / 3	100	110	130
16			П	5-25 / 15	170	190	230
17			Ш	25-35 / 30	210	240	290
18			1У	35-60 / 50	250	280	340
16			У	60-140 / 100	300	360	430

ПРИМЕЧАНИЕ: 1. В графе 5 в числителе приведены пределы колебаний, а в знаменателе средние значения величин раскрытия отдельных трещин в стенах и фундаментах зданий при их подработке.

2. Для общественных и административных зданий с большой высотой помещений этажность определяется делением высоты здания на 3,3 метра.

§ 20. При показателях суммарной деформации, соответствующих ожидаемым повреждениям первой степени и менее, здания с жёсткой конструктивной схемой (табл. 4) могут подрабатываться без назначения мероприятий по их охране.

При показателе деформаций более первой степени, но менее четвертой, охрана зданий осуществляется введением в них конструктивных мероприятий

или применением горнотехнических мероприятий.

Применение конструктивных и горнотехнических мероприятий должно быть экономически целесообразно, в противном случае эти здания охраняются целиками.

При показателях суммарных деформаций, превышающих ожидаемые повреждения четвертой степени, подработка зданий допускается только при применении горнотехнических мероприятий, уменьшающих деформации земной поверхности до размеров, при которых возможно применять другие меры охраны.

§ 21. Здания, построенные согласно гибкой конструктивной схеме, охраняются целиками при показателях суммарных деформаций $\Delta l'$ (формула 2) равных или более величин $\Delta l'_g$ (в мм), вычисленных по формуле:

$$\Delta l'_g = \frac{l}{16}\sqrt{1024 + h^2}, \qquad (3)$$

где l - длина здания, м;

h - высота здания, м.

Зданиями с гибкой конструктивной схемой считаются такие, в которых максимальные расстояния между поперечными конструкциями (стены, контрфорсы, поперечные рамы с жесткими узлами и т.д.) превышают пределы, указанные в табл.19 (приложение 5).

§ 22. Сооружения, для которых не могут быть применены формулы (2) и (3) для вычисления показателя суммарных деформаций, а также промышленные здания, с оборудованием, для которого не установлены допустимые деформации, охраняются предохранительными целиками до глубины горных работ, при которой не возникают на земной поверхности предельные (критические) деформации, указанные в табл.5.

Таблица 5.

Категория охраны сооружения	Предельные (критические) деформации земной поверхн.	
	Относительная горизонтальная деформация, ε мм/м	Радиус кривизны (расчетный) R км
I	2	16
II	4	10

Если нормальная эксплуатация сооружения может быть обеспечена при меньших деформациях земной поверхности, чем указанные в табл.5, то безопасная глубина разработки определяется по этим деформациям.

§ 23. Расчеты и построения предохранительных целиков производят с учетом безопасной ($H_б$) глубины разработки.

Под безопасной глубиной разработки ($H_б$) понимают глубину горных работ, при которой на земной поверхности возникают деформации, вызывающие в подрабатываемых сооружениях незначительные повреждения (отдельные трещины в стенах и фундаментах с раскрытием до 3мм), которые могут быть ликвидированы при текущем ремонте здания или сооружения. При ведении горных работ ниже горизонта безопасной глубины ($H_б$) не требуется применений в охраняемом объекте конструктивных или других строительных мероприятий.

Безопасная глубина разработки ($H_б$) для гражданских и промышленных зданий и сооружений определяется по формуле:

$$H_б = \sqrt[4]{\frac{e^2 m^2}{\Delta e'^2}\left(1{,}4^2 \cdot 25^2 m_e^2 \cdot K_\alpha^2 \cdot D_1^2 + 1{,}8^2 \cdot m_K^2 h^2 K_D^2\right)}, \qquad (4)$$

где:

e – длина здания, в м,

m – вынимаемая мощность пласта, в м,

K_α – выбирается по таблице 6 в зависимости от α ,

D_1 – размер выработанного пространства вкрест простирания пласта, в м,

h – высота здания (от подошвы фундамента до карниза), в м,

$\Delta e'$ – выбирается из таблицы 4 для первой степени ожидаемых повреждений, а для зданий и сооружений с гибкой конструктивной схемой $\Delta e'$ равный $\Delta e'_g$ вычисляют по формуле (3)

K_D – выбирается по табл. 7 в зависимости от D_1 и α

Таблица 6

$\alpha°$	0	I0	20	30	40	50
K_α	I,0	I,4	I,6	I,9	2,0	I,9

Для сооружений, для которых показатель суммарных деформаций не может быть вычислен по формулам (2) и(3), а также для промышленных зданий, в которых установлено оборудование, для которого неизвестны допустимые деформации, безопасная глубина определяется по

формулам:

$$H_\delta = \sqrt{R \cdot K_D \cdot m}\ , \quad \ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

$$H_\delta = 25 K_\alpha \sqrt{\frac{D_1 \cdot m}{\varepsilon}}\ , \quad \ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

где: R и ε принимаются по табл.5 в зависимости от категории охраны сооружения, K_α выбирается по табл.6, а K_D по табл.7.

Таблица 7

D, м \ α, град.	0	10	20	25	30	40	50
	K_D						
100	6400	5300	4100	3500	3420	3060	2640
200	6560	5660	4570	4300	4050	3810	3430
300	6800	5830	4900	4650	4250	4160	3940

Из двух значения H_δ, определенных по формулам 5 и 6, принимают большее.

Если известно, что сооружение более чувствительно к какому-либо одному виду деформаций (растяжению, сжатию, наклону, кривизне), безопасная глубина может быть принята только по этому виду деформаций.

Для зданий, в которых установлено оборудование с известными предельно-допустимыми деформациями, принимается большее значение безопасной глубины разработки из отдельно вычисляемых для здания по формуле (4) и для оборудования по формулам (5) и (6), в которых ε и R равны допустимым деформациям для оборудования.

Для зданий и сооружений, при строительстве которых применены конструктивные мероприятия, обеспечивающие большую их устойчивость к деформациям, безопасная глубина разработки (H_δ) определяется, исходя из деформаций, принятых для расчета конструктивных мероприятий.

Безопасная глубина разработки определяется для каждого пласта в отдельности по суммарной мощности данного пласта и отработанных пластов, если сооружение было построено до отработки этих пластов.

Безопасная глубина разработки может определяться без учета мощности ранее отработанных пластов, когда разрыв во времени очистных работ по отработанным и данному пластам превышает срок общей продолжительности процесса сдвижения и по заключению специалиста строителя о том,что нормальная эксплуатация сооружений не будет нарушена, вследствие деформаций от прежних и намечаемой подработок без введения конструктивных мероприятий.

В случаях, когда деформации, возникшие в сооружении от прежних подработок ликвидированы (подсыпкой и рихтовкой ж.д. путей, разгрузкой трубопроводов, соответствующим ремонтом зданий и т.д.), безопасная глубина рассчитывается без учета мощности ранее отработанных пластов.

§ 24. При построении предохранительного целика для небольшой группы близко расположенных объектов, безопасная глубина $H_б$ рассчитывается, исходя из деформаций, допустимых для наиболее чувствительного к подработке объекта этой группы.

§ 25. Целесообразность отработки пластов выше безопасной глубины разработки с применением соответствующих конструктивных или горнотехнических мероприятий решается на основании технико-экономических расчетов и по специальному проекту, утверждаемому в установленном порядке.

§ 26. Вертикальные шахтные стволы, копры и подъемные машины охраняются целиками без учета безопасной глубины горных работ.

§ 27. При решении вопроса охраны сооружений ожидаемые величины сдвижений и деформаций земной поверхности определяются по результатам инструментальных наблюдений в аналогичных условиях или расчётом, согласно приложению 6.

Когда порядок отработки пластов неизвестен, расчет для каждого пласта производится по формулам (6-9) и (6-II), приведен-

ным в табл. 22 (приложение 6).

§ 28. В условиях разработки свиты пластов с углом падения более 12^0 или одиночного пласта с углом падения более 25^0 для сооружений 1 категории, вертикальных стволов, копров и подъемных машин, не имеющих конструктивных мероприятий и охраняемых целиками, должны в целях предотвращения вредного влияния сдвигов пород по напластованию, оставляться дополнительные целики-упоры. Границами целиков-упоров по простиранию являются линии пересечения угольных пластов с вертикальными плоскостями, проведёнными через границы охраняемой площади. Вкрест простирания верхней границей целика-упора служит нижняя граница предохранительного целика, построенная по углу γ, нижняя граница целика-упора определяется в зависимости от условий залегания пластов следующим образом:

а) При выдержанном залегании пластов по верхнему пласту целик ограничивается глубиной H_x от земной поверхности, равной

$$H_x = 500 \cdot n \cdot l_0 \quad , \quad \ldots\ldots (7)$$

где: n - количество всех разрабатываемых пластов (слоев);

l_0 - величина, определяемая по табл. 42, приложения 7, в м.

По нижерасположенным пластам нижней границей целика-упора является пересечение пластов с плоскостью, проведённой под углом γ от нижней границы целика-упора по верхнему пласту, определяемой глубиной H_x по формуле (7) (рис. 13).

Если в сооружении предусматриваются конструктивные мероприятия, рассчитанные на горизонтальные сдвижения l_x (более 100 мм), то по верхнему пласту глубина H_x принимается равной:

$$H_x = 50 \cdot n \frac{l_0^2}{l_x} \quad \ldots\ldots (7\,а)$$

б) При невыдержанном и мульдообразном залегании пластов для сооружений 1 категории, вертикальных стволов, копров и подъёмных машин граница целика находится на расстоянии d (по горизонтали) от точки, где падение пласта становится менее 12^0, причем может быть три случая определения d :

I случай. Когда угол падения пласта с увеличением глубины уменьшается, но до технической границы шахты не достигает 0^0 (рис.5а)

$$d = H \frac{(\sin\alpha - \cos\alpha \cdot tg\rho) \cdot ctg\,\alpha}{2(tg\rho \cdot \cos\alpha_1 - \sin\alpha_1)} = H \cdot K \qquad (8)$$

где:

H – глубина залегания пласта при угле падения 12^0;

α – средний угол падения пласта на участке от выхода пласта под наносы до точки, где угол падения равен 12^0;

α_1 – средний угол падения пласта на участке от точки, где угол падения равен 12^0, до технической границы разработки пласта;

ρ – угол трения по контакту, по которому происходит сдвижение пород по напластованию.

При отсутствии данных по углу трения (ρ), он принимается равным 12^0.

II случай. Когда угол падения пласта уменьшается с увеличением глубины и пласт переходит в горизонтальное положение (рис.5б).

$$d = H \frac{\cos\alpha}{2} (ctg\rho - ctg\alpha) = H \cdot K \qquad (8а)$$

III случай. Когда пласт имеет мульдообразное залегание. (рис. 5в).

$$d = H \frac{ctg\,\alpha(\sin\alpha - \cos\alpha \cdot tg\rho)}{2(tg\rho \cdot \cos\alpha_1 + \sin\alpha_1)} = H \cdot K \qquad (8б)$$

где α_1 – средний угол падения пласта на противоположном крыле мульды.

Значение К для ρ =12^0 дано в приложении 8 (табл.А3).

§ 29. Для сооружений II категории при разработке свиты пластов с выдержанным углом падения более 25^0 нижняя граница целика-упора определяется пересечением пласта с плоскостью, проведенной от границы охраняемой площади под углом 55^0 к горизонту.

§ 30. На участках с невыдержанным и сложным залеганием пластов, при наличии тектонических нарушений для решения вопроса об оставлении целиков-упоров в каждом случае должны привлекаться специализированные научно-исследовательские организации (ВНИМИ и др.)

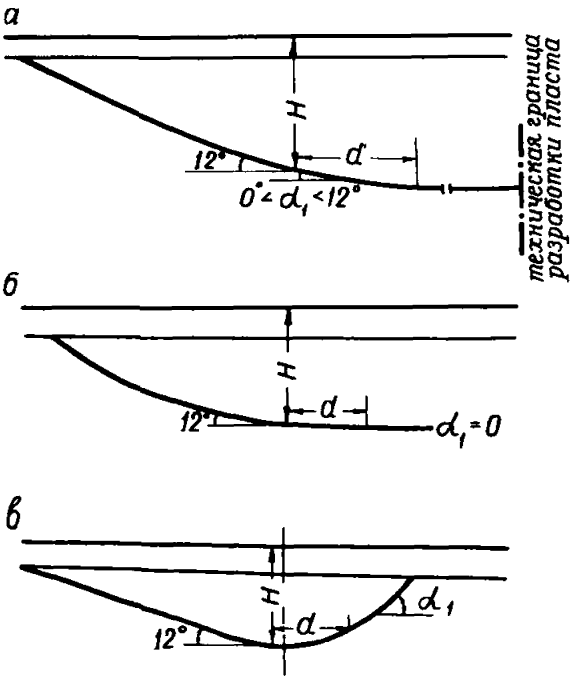


Рис. 5. Определение нижней границы целика-упора при невыдержанном и мульдообразном залегании пласта.

§ 31. В случае, когда инструментальными наблюдениями или практикой горных работ установлено отсутствие подвижек по напластованию, целики-упоры не оставляются.

§ 32. Для защиты горных выработок, оконтуривающих целик-упор от влияния опорного давления, возникающего при разработке вышележащих пластов, при расстояниях между пластами по нормали менее 10 м, размер целика по простиранию по нижнему пласту увеличивается на 5 м с обеих сторон (рис. 6).

§ 33. В случае выемки угля под объектами, для которых оставление предохранительных целиков не предусмотрено, угольные предприятия или их объединения обязаны за 6 месяцев до начала подработки этих объектов поставить в известность заинтересованные лица и организации.

Затраты на ремонт и восстановление подработанных объектов возмещаются горным предприятием в установленном порядке.

§ 34. Разработка угольных пластов под магистральными линиями железных дорог МПС, а также под железнодорожными подъездными путями ниже горизонта безопасной глубины может производиться по проекту, утвержденному главным инженером комбината в установленном порядке. При этом в части магистральных линий железных дорог МПС необходимо:

а) согласовать вопросы подработки с соответствующими управлениями железных дорог Министерства путей сообщения;

б) производить систематические инструментальные наблюдения за состоянием подрабатываемых участков и сдвижением земной поверхности: в период опасных деформаций через каждые 15-20 дней, а затем через каждые 2 месяца до тех пор, пока оседание за время между предпоследним и последним наблюдениями не будет превышать

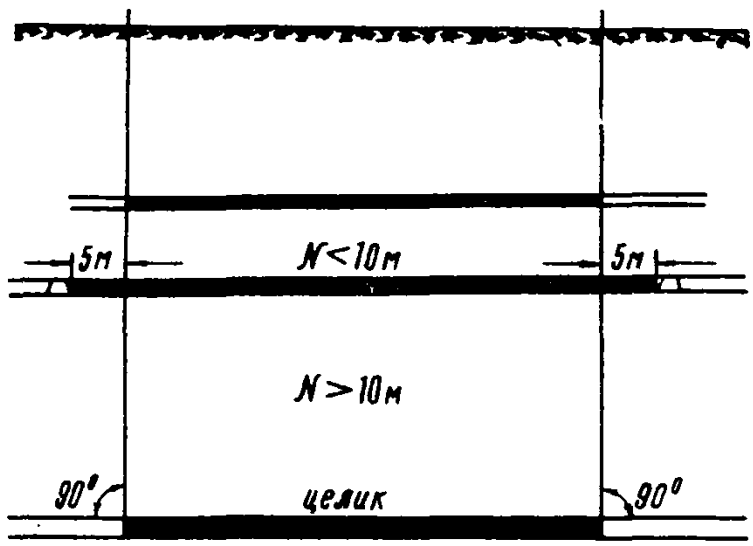


Рис. 6. Защита горных выработок, оконтуривающих целик-упор от вредного влияния опорного давления при надработке пласта.

30мм. Результаты наблюдений должны представляться службам пути не позднее 2 дней после проведения каждого очередного наблюдения;

в) производить безостановочную очистную выемку угля под полотном железной дороги.

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Под безостановочной выемкой угля следует понимать сплошную и непрерывную выемку угля без оставления целиков в выработанном пространстве с одинаковым способом управления кровлей при наибольшей доступной по естественным и техническим условиям скорости выемки.

2. К полотну железной дороги относятся также откосы насыпей и выемок, по которым проходят железная дорога и другие дорожные сооружения.

§ 35. Подъездные железнодорожные пути МПС и ведомств(а также шоссейные дороги) охраняются от провалов, которые возникают при разработке крутопадающих пластов. Под подъездными железнодорожными путями МПС и ведомств, расположенными над выходами под наносы крутопадающих пластов, оставляются целики размером 50 м по падению пласта от его выхода. Целики на пластах пологого и наклонного залегания оставляются в соответствии с § 8.

Подработка подъездных железнодорожных путей МПС и ведомств допускается при условии:

а) извещения соответствующего отделения (службы) дороги за 3 месяца до подработки;

б) ежедневного осмотра состояния железнодорожного пути на подрабатываемом участке в течение всего периода опасных деформаций;

в) своевременного ремонта железнодорожных путей, а также проведения других мероприятий, обеспечивающих безопасность движения поездов на подрабатываемых участках.

§ 36. Подработка небольших рек, озер, прудов, водоотводящих канав, а также временных водоемов, образовавшихся в мульдах сдвижения над ранее отработанными пластами, допускается:

I. В условиях разработки пологопадающих и наклонных пластов:

а) при мощности глинистых наносов более 10м- на расстоянии по вертикали от водного объекта, равном и более $30m$, где m -вынимаемая мощность пласта (слоя);

б) при мощности глинистых наносов менее 10м- на расстоянии по вертикали равном и более $30m$ от первого водоупорного слоя (глины, глинистых сланцев, аргиллитов) мощностью свыше $2m$, залегающего под водным объектом.

Если расстояние до горизонта горных работ меньше указанного в пп а и б, то под водным объектом оставляется предохранительный целик.

2. В условиях разработки крутопадающих пластов- при расположении водного объекта в висячем или лежачем боку разрабатываемого пласта на расстоянии по горизонтали равном или более $\frac{30m}{\sin\alpha}$ от выхода этого пласта под наносы. При меньшем расстоянии вопрос о глубине подработки водного объекта решается каждый раз отдельно с учетом литологического состава пород, характера водного объекта и т.д.

Подработка водного объекта несколькими пластами, независимо от их углов падения, допускается с разрывом во времени не менее продолжительности периода опасных деформаций (табл. 2).

Под рекой Миасс и большими озерами оставляются предохранительные целики до глубины 300 м.

При построении предохранительных целиков под водные объекты дополнительные целики-упоры не строятся, так как при сдвигах по напластованию в толще пород не возникает водопроводящих трещин.

§ 37. Предохранительные целики под трубопроводы различного

назначения (газопроводы, водопроводы и т.д.) оставляют без целиков-упоров. Однако при этом должны выполняться мероприятия, уменьшающие вредное влияние сдвигов пород по напластованию. Эти мероприятия выполняются при подходе горных работ к горизонту нижней границы предохранительного целика.

К числу таких мероприятий относятся:

а) ослабление связи труб с грунтом путём вскрытия трубопроводов над выходами разрабатываемых и вышележащих пластов на время подработки;

б) установка компенсаторов на участках трубопроводов, расположенных над выходами разрабатываемого и вышерасположенных пластов.

Компенсационная способность компенсатора должна соответствовать горизонтальному сдвигу пород по напластованию.

Расчёт величины ожидаемых сдвигов пород по напластованию рекомендуется производить по методике, изложенной в приложении 7.

§ 38. Породные отвалы, для предотвращения проникновения вредных газов и очагов пожаров в шахту, охраняются предохранительными целиками от образования под ними провалов и больших трещин:

а) при пологом и наклонном залегании пластов - до глубины, равной 20 m, но не менее 30 м от поверхности;

б) при крутом залегании пластов мощностью более 3,5 м, при отработке пласта на всю мощность с полным обрушением кровли - на всю глубину разработки; а при отработке с полной закладкой - до глубины 150 м.

§ 39. Зона провалов и обрушения земной поверхности, определяемая согласно § 8, должна быть ограждена на местности до их образования.

Засыпка провалов должна производиться после окончания активной стадии процесса сдвижения.

§ 40. Опоры подвесных дорог и высоковольтных линий электропередач при подработке, в зависимости от технической целесообразности, укрепляются дополнительными растяжками.

Подработанные триангуляционные пункты подлежат восстановлению или ремонту и переопределению.

§ 41. При приближении горных работ к зоне их влияния на охраняемые сооружения, мероприятия по охране сооружений подлежат пересмотру по уточненным геологическим и горнотехническим условиям.

§ 42. По миновании надобности в предохранительном целике запасы в нем подлежат отработке, если это целесообразно по технико-экономическим условиям.

§ 43. Порядок оформления и утверждения мер охраны сооружений, предупреждения организаций, ответственных за сохранность и нормальную эксплуатацию подрабатываемых объектов, а также обязанности предприятий по производству инструментальных наблюдений за охраняемыми объектами предусмотрены в инструкции Госгортехнадзора СССР (приложение 2).

Раздел У. МЕРЫ ОХРАНЫ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК ОТ ВРЕДНОГО ВЛИЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ РАЗРАБОТОК.

§ 44. Ширина опорных целиков около подготовительных выработок, а также расположение выработок в соседних пластах при разработке свиты пластов, в основном, зависят от размеров зоны вредного влияния опорного давления.

Величина опорного давления и размеры зоны вредного влияния опорного давления зависят от многих факторов, важнейшими из которых являются: глубина горных работ, прочностные свойства и структурное строение горного массива, угол падения пласта, влажность горных пород.

§ 45. Ширину опорных целиков[1] у подготовительных выработок для их охраны от вредного влияния очистных работ по пласту, по которому пройдена выработка, вычисляют:

1. При наличии угольного массива с одной стороны и оставлении целика с другой стороны выработки (рис. 7 а) - по формуле:

$$L_1 = S_{вр} + C \quad , \qquad (9)$$

где : $S_{вр}$ - ширина зоны вредного влияния опорного давления от очистных работ, м;

C - ширина зоны больших деформаций пород вокруг подготовительной выработки. В породах средней устойчивости С равно 0,5 ширины выработки, а в слабых, обводненных породах-1,5 ширины выработки.

Для пластов с углом падения до 35^0 при средней устойчивости пород непосредственной кровли и почвы пласта принимают: в условиях легкообрушающихся пород основной кровли пласта (условия Копейского и Калачевского районов) -

---

[1] Здесь и далее размеры целиков определяются для выработок с деревянной крепью.

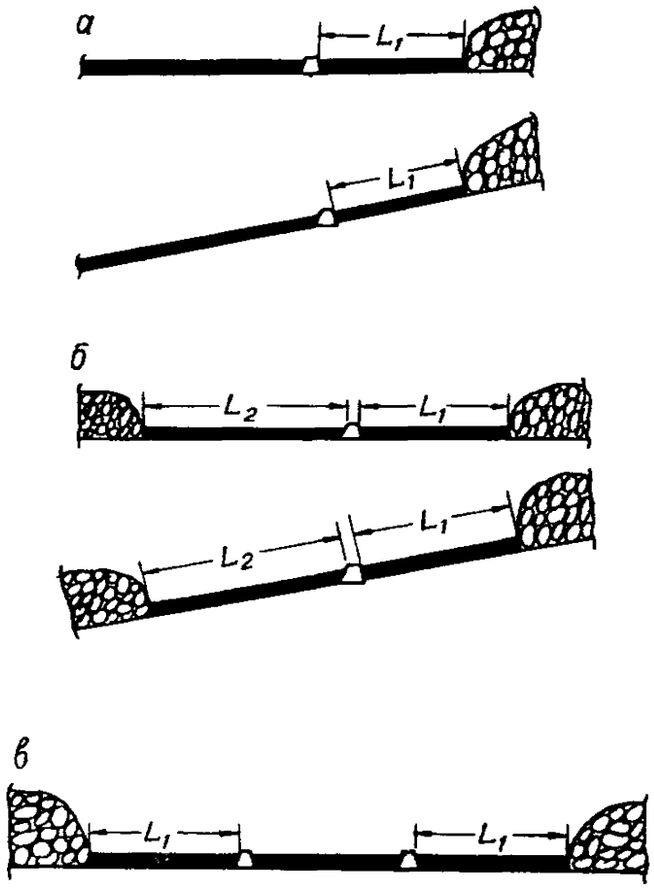


Рис. 7. Ширина опорных целиков для охраны выработок, пройденных по пласту.

$$S_{вр} = 0{,}1\ H, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (10)$$

где H – глубина разработки, м;

при наличии в основной кровле труднообрушающихся пород[x)] мощностью 10м и более, залегающих на расстоянии от пласта не более 10 м

$$S_{вр} = 0{,}01\ H \cdot M, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (11)$$

где: M – мощность первого слоя труднообрушающихся пород, м.

Для пластов с углом падения до 60^0 со слабыми, неустойчивыми вмещающими породами

$$S_{вр} = 0{,}16\ H \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (12)$$

Если ширина целика с одной стороны определена ранее по формуле (9), то с другой стороны она определяется (рис.7б) по формуле:

$$L_2 = 1{,}5\ S_{вр} + C \quad \ldots\ldots \quad (13)$$

2. При охране выработки опорными целиками с двух сторон ширина целиков принимается одинаковой (рис.7в) и определяется по формуле:

$$L_1 = L_2 = 1{,}25\ S_{вр} + C \quad (14)$$

3. Ширина опорных целиков для охраны нарезных выработок со сроком службы до 1 года (слоевых конвейерных и вентиляционных штреков, углеспускных, вентиляционных и доставочных печей и др.) определяется по формуле:

$$L_4 = 0{,}08\ S_{вр} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (15)$$

ПРИМЕЧАНИЯ: 1. При глубине горных работ менее 100 м ширина целиков принимается таких же размеров, как при глубине 100м.

2. При охране выработок в условиях, отличающихся от указанных в § 45, а также выработок, пройденных на глубине менее 100 м в зоне выветрелых пород, ширина опорных целиков определяется по усмотрению руководства шахты, исходя из опыта охраны выработок в аналогичных условиях.

---

x) К труднообрушающимся породам относятся конгломераты и песчаники, перемежающиеся слоями алевролитов, не превышающих по мощности 10–15% мощности песчаников и конгломератов.

3. Ширина опорных целиков, определенная по формулам (9, I3, I4, I5), является оптимальной только по условиям горного давления. В случае, когда эта ширина окажется нерациональной по условиям эксплуатации, пожароопасности и др., то по усмотрению руководства шахты ширина целиков может определяться, исходя из технико-экономического анализа, с соблюдением безопасности работ.

4. При установлении ширины опорных целиков для конкретных условий могут допускаться отклонения от приведенных норм, если допустимость этих отклонений обоснована результатами специальных исследований в данных условиях.

§ 46. При разработке угольных пластов зона опорного давления распространяется в породах ниже почвы пласта, поэтому выработки, пройденные под разрабатываемым пластом, при определенных условиях также претерпевают деформации.

Вредное влияние надработки может быть временным и постоянным. Временное опорное давление возникает впереди движущегося забоя, а постоянное - около неподвижных границ очистных выработок.

Размер зоны вредного влияния опорного давления при надработке зависит от глубины горных работ, состава пород основной кровли и от размеров надрабатываемой выработки.

Для пластов пологого и наклонного падения (до $\alpha = 35^0$), при средней устойчивости пород непосредственной кровли и почвы пласта и наличии легкообрушающихся пород в основной кровле, расстояния по вертикали ($\ell_в$), при которых временное опорное давление не оказывает вредного влияния на надрабатываемые выработки, приведены в табл.8.

Таблица 8

Глубина очистных работ, надрабатывающих выработку, в м	Расстояние $l_в$ по вертикали от почвы надрабатывающего пласта до кровли выработки, в м	
	Однопутевые откаточные штреки и наклонные капитальные выработки	Штреки двухпутевые
100	6	8
200	8	10
300	10	12

ПРИМЕЧАНИЕ: 1. Для нарезных выработок (слоевые, вентиляционные и конвейерные штреки, углеспускные и вентиляционные печи и др.) расстояния $l_в$, указанные в табл. 8, уменьшаются на 25 %.

В случаях, когда выработанное пространство граничит с неотработанным участком угольного пласта или когда ширина целика во всех направлениях больше 0,4 Н, вредное влияние постоянного опорного давления распространяется по вертикали от границы очистных работ на расстояние 2 $l_в$ (см. табл. 8). При этом построение зоны вредного влияния опорного давления производится следующим образом:

1. В зависимости от размеров надрабатываемой выработки, крепости окружающих её пород и глубины расположения надрабатывающей лавы, ширина опорных целиков по падению и восстанию определяется согласно § 45 (отрезки аб и ик рис. 8). Из точек а и к, под углом 50^0 к вертикали, проводятся прямые, на которых откладываются l_1, определенные по формуле:

$$l_1 = \frac{l_в \cdot \cos \alpha}{\cos (50^\circ - \alpha)}, \qquad (16)$$

где: $l_в$ - выбирают из таблицы 8

α - угол падения пласта.

Таким образом получаются точки е и д. Из точки и под углом $Б_1$, из точки б под углом $Б_2$, а из точек е и д по углом $А$ проводятся прямые.

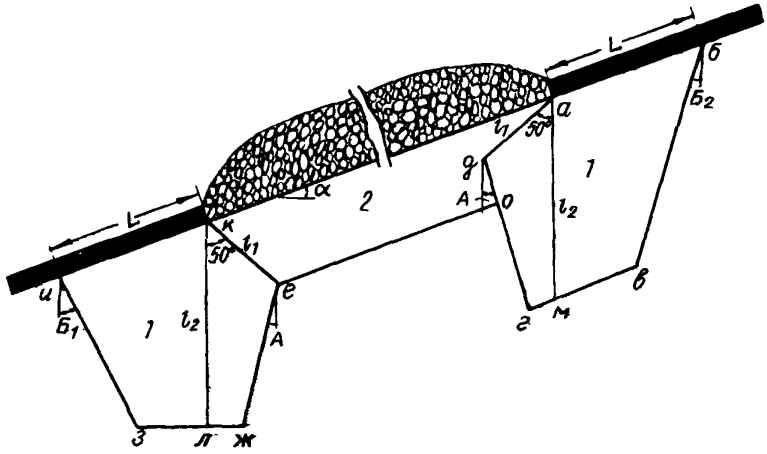


Рис. 8. Построение зон вредного влияния постоянного и временного опорного давления при надработке

1 – зона постоянного опорного давления,

2 – зона временного опорного давления.

Углы A, $Б_1$ и $Б_2$, в зависимости от угла падения и глубины горных работ, выбирают из таблиц 44,45,46 приложения 9.

Затем из точек $а$ и $к$ проводят вертикальные прямые, на которых откладывается расстояние ℓ_2, равное $2\ell_в$ и получают точки $м$ и $л$.

Через точку $л$, находящуюся под нижней границей горных работ, проводится горизонтальная прямая до пересечения с линиями из и еж и получают точки з и ж.

Через точку $м$, расположенную под верхней границей горных работ, проводится линия, параллельная линии падения пласта, до пересечения с прямыми $бв$ и $дг$, и получают точки $г$ и $в$.

Из точки $е$ проводят прямую, параллельную линии падения пласта, до пересечения с линией $дг$ (точка 0).

Область $кадое$ - зона вредного влияния временного опорного давления при надработке. Области изжек и адгвб- зоны вредного влияния постоянного опорного давления.

2. В случае, когда опорное давление передается целиком размерами по простиранию больше 0,4 Н, а вкрест простирания менее $2L$, но больше L, зона вредного влияния постоянного давления строится как сумма двух зон (рис. 9). Суммирование зон производится графически. Точки $л$, $к$, $и$, $д$, $г$ и $в$ получаются так же, как в вышеописанном случае, а точки $з$, $ж$ и $е$ получаются в результате графического сложения двух зон.

3. Когда размер целика по падению равен или менее L, то в этом случае точки $е$ и $в$ (рис. 9) получаются так же, как в предыдущем случае. Затем, на разрезе вкрест простирания, из средины целика (точка Ж) по вертикали откладываются $\ell_2 = 4\ell_в$ ($\ell_в$ определяется по табл. 8) и получают точку З. Через точку З проводится прямая, параллельная линии падения пласта, до пересечения с линиями, проведёнными из точки $е$ и $в$ под углами $Б_2$ и $Б_1$ (точки $д$ и $г$).

§ 47. Капитальные выработки с большим сроком службы должны,

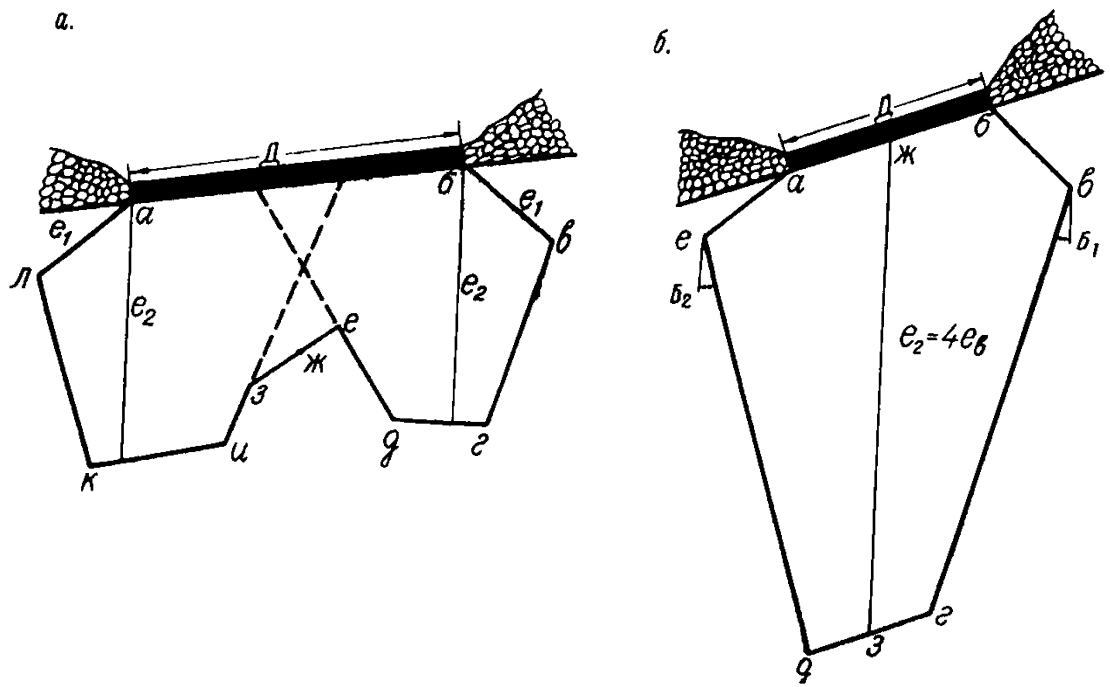


Рис. 9. *Построение зоны вредного влияния опорного давления при подработке*

а - размер целика в пласте более L , но менее 2 L ,

б - размер целика в пласте менее L .

как правило , размещаться вне зоны вредного влияния постоянного опорного давления.

§ 48. Слоевые вентиляционные и конвейерные штреки с небольшим сроком службы при разработке мощных пластов должны располагаться согласно технологической схеме системы разработки и, в случае, когда они попадают в зону опорного давления от разработки вышележащих слоев, должна применяться в них крепь с повышенной податливостью, а срок их службы должен по возможности сокращаться.

§ 49. Временное опорное давление оказывает вредное влияние на выработки при их надработке на расстояниях, указанных в табл. 8, в течение времени, рассчитываемого по формуле:

$$T = \frac{0,1H}{v} \text{ , в месяцах, (17)}$$

где: H - глубина расположения надрабатывающей лавы, м.

v - скорость подвигания забоя надрабатывающей лавы, в м/месяц.

§ 50. Над надрабатываемыми выработками, закреплёнными податливой крепью, целики по верхнему пласту не оставляют, так как такие выработки после их ремонта устойчивее выработок, расположенных под неотработанными пластами.

§ 51. Выработки, закреплённые жесткой крепью, и выработки, которые по условиям эксплуатации даже на короткое время не могут подвергаться деформациям, при расположении от надрабатывающего пласта на расстояниях меньших, чем указано в табл. 8, подлежат охране угольными целиками по вышележащему пласту. Размер целика в обе стороны от оси надрабатываемой выработки определяется по формуле:

$$L = 0.2H + C \quad \ldots \quad (18)$$

§ 52. Квершлаги, надрабатываемые на глубине до 300 м, не подвергаются вредному влиянию опорного давления, но для предотвращения проникновения воздуха из них в выработанное пространство надрабатывающего пласта над квершлагами необходимо оставлять целик размером

по восстанию:

$$L = \frac{3a}{f \cdot \sin\alpha} \quad \text{при устойчивых породах}$$

$$L = \frac{4a}{f \cdot \sin\alpha} \quad \text{при неустойчивых породах} \qquad (19)$$

где: a - ширина квершлага;

f - средняя крепость пород, в которых пройден квершлаг, по шкале проф. Протодьяконова: $f = \frac{\sigma_{сж}}{100}$

$\sigma_{сж}$ - приведено в приложении IO, табл. 47.

α - угол падения пласта.

По простиранию ширина целика по обе стороны от квершлага должна быть не меньше 0,125 Н.

§ 53. При подработке откаточных выработок, закрепленных деревянной крепью, вредное влияние очистных работ на крепь выработки практически не проявляется, если нормальное расстояние между пластом и подрабатываемой выработкой более 40 m в области полных сдвижений и более 60 m в области изгиба пород (рис. 10). Углы сдвижения β , γ , δ определяются по табл. 1, а углы ψ по табл. 9.

Таблица 9

α	ψ_1	ψ_2	ψ_3
0-30	$60^0 - 0{,}2\alpha$	$60^0 + 0{,}3\alpha$	60^0
31-50	$75^0 - 0{,}7\alpha$	$42^0 + 0{,}9\alpha$	60^0

§ 54. Подработка выработок, закреплённых деревянной крепью, при кратности от 30 до 40 в области полных сдвижений и при кратности от 50 до 60 в области изгиба, возможна при условии предварительного усиления крепи выработки и периодического ремонта её во время подработки. При меньших кратностях выработки необходимо охранять предохранительными целиками.

В случае, если по выработке производится транспортировка грузов или самотечный водоотлив, вопрос о подработке при кратности более 40 решается на основании предрасчета ожидаемых вертикальных сдвижений.

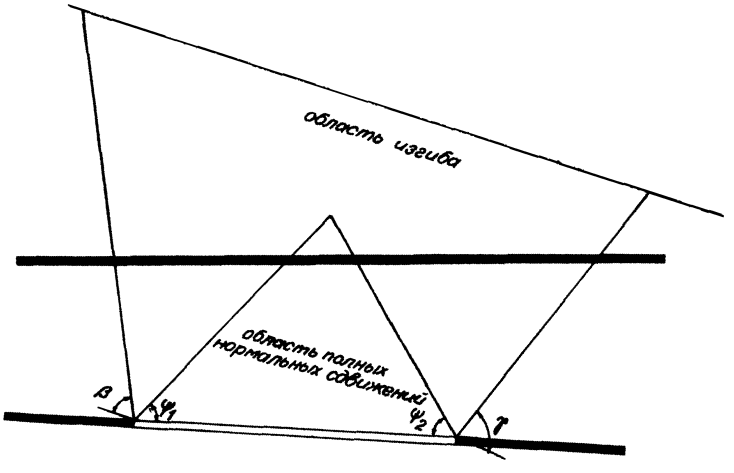


Рис. 10. Построение области полных сдвижений
и изгиба пород

Расчёт сдвижений производится по методике, приведённой в приложении 6.

Под кратностью в данном случае понимается отношение нормального расстояния от подрабатываемой выработки до подрабатывающего пласта к вынимаемой мощности разрабатываемого пласта ($\frac{n}{m}$) .

Размеры предохранительных целиков для горных выработок определяются по углам β , γ и δ **теми же способами,** как и для расчёта целиков под сооружения. При этом границей охраняемой площади является граница опорных целиков по пласту, по которому пройдена выработка.

При построении целиков под полевые выработки охраняемая площадь определяется построением около выработки в горизонтальной плоскости предохранительной бермы. Для квершлагов предохранительная берма принимается 10 м, для полевых штреков - 15 м.

Раздел У1. ПРАВИЛА ПОСТРОЕНИЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ ЦЕЛИКОВ.

§ 55. Границы предохранительных целиков определяются линиями пересечения пластов с плоскостями, проведенными под углами сдвижения через границы охидаемой площади (рис. 2).

ПРИМЕЧАНИЕ: 1. Если при построении целика плоскость, проведенная под углом сдвижения γ, пересекает пласт ниже горизонта безопасной глубины, то нижней границей целика является горизонт безопасной глубины.

2. При углах падения более 50^0 нижней границей целика является горизонт безопасной глубины.

§ 56. 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.

Для сооружений I категории, вертикальных стволов и сооружений подъемного комплекса ширина бермы принимается I5 м, для сооружений II категории - I0 м.

ПРИМЕЧАНИЕ: I. Для железной дороги целик строится относительно нижнего основания насыпи или верхней границы откоса выемки с соответствующей бермой.

2. Берма для рек и озер принимается равной I0 м и откладывается от границ максимального разлива воды или от основания дамбы.

3. Линия максимального разлива соответствует максимальному подъему воды (H_{max}), который можно определить по формуле:

$$H_{max} = H_{ом} + \Delta h \qquad (20)$$

где: $H_{ом}$ - высотная отметка максимального уровня воды в водоёме согласно данным гидрогеологической службы;

Δh - значение половины сечения горизонталей на топографическом плане.

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

§ 58. Для объекта, вытянутого диагонально к линии простирания пласта, построение целика производится; в наносах-под углом φ , в коренных породах-под углом β' (со стороны восстания пласта) и под углом γ' (со стороны падения).

Значение угла β' определяется по формуле:

$$ctg\beta' = \sqrt{ctg^2\beta \cdot cos^2\theta + ctg^2\delta \cdot sin^2\theta} \qquad (21)$$

где: β - угол сдвижения, определяемый по табл. I;

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

Углы β' могут быть определены также по таблице 48 приложения II.

§ 59. Построение предохранительных целиков можно производить графически или графо-аналитическим на планах, разрезах и проекциях на вертикальную плоскость горных выработок, составляемых в масшта-

бах 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.

§ 60. При построении границ предохранительных целиков по способу перпендикуляров для диагонально расположенного вытянутого объекта по отношению к линии простирания пласта или при сложной конфигурации охраняемого объекта, значения длин перпендикуляров в сторону восстания q и в сторону падения ℓ вычисляются по формулам:

$$\left.\begin{aligned} q &= \frac{(H-M)\cdot ctg\beta'}{1+ctg\beta'\cdot\cos\theta\cdot tg\alpha} = q'(H-M) \\ \ell &= \frac{(H-M)\cdot ctg\gamma}{1-ctg\gamma\cdot\cos\theta\cdot tg\alpha} = \ell'(H-M) \end{aligned}\right\}, \qquad (22)$$

где: H – глубина залегания пласта под данной точкой бермы;

M – мощность наносов;

θ, β' определяются согласно § 58, а γ по табл.I.

Значения q' и ℓ' даны в приложении I2 (табл.49).

§ 6I. Если охраняемый объект располагается диагонально относительно простирания пласта и угол $30^0 \leq \theta \leq 60^0$, построение целика минимальных размеров производят следующим способом:
через угловые точки диагонально расположенного объекта строится прямоугольник со сторонами, параллельными линиям падения и простирания пласта; затем откладывается берма. Для полученной охраняемой площади по углам β, γ, δ строится предохранительный целик.

Далее вокруг данного объекта строится контур охраняемой площади со сторонами, параллельными сторонам объекта, и для полученной охраняемой площади по углам β', γ строится целик.

Точки пересечения границ целиков, построенных двумя способами, будут являться угловыми точками предохранительного целика минимальных размеров (пример 8).

§ 62. При невыдержанном залегании пласта углы сдвижения для построения предохранительного целика определяются методом постепенного приближения, как это приведено в примере 7.

§ 63. Разрешается срезание углов предохранительных целиков для диагонально расположенных объектов при обязательном условии, чтобы расстояния по любому направлению были не менее q или ℓ, определяемых по формулам § 60.

§ 64. В случае сложного и криволинейного очертания охраняемого объекта или группы объектов построение целика производится по характерным угловым точкам границы общей охраняемой площади. Для каждой из этих точек построение целика производится по общим правилам.

Полученные в результате построений соответствующие точки соединяются общей линией, служащей границей целика.

§ 65. Предохранительные целики, утвержденные на основе ранее изданных Правил 1950 г., в местах, где они не оконтурены горными работами, подлежат пересмотру согласно настоящим Правилам.

Раздел УП. Примеры построения предохранительных целиков.

Для построения предохранительных целиков необходимы следующие исходные данные:

I) названия 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;

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 β, β_1, γ, δ, φ и ширина бермы.

Указанные сведения должны быть помещены в объяснительной записке к проекту построения предохранительных целиков. Кроме этого, в объяснительной записке должны быть приведены следующие данные: обоснование выбранных мер охраны, намечаемые конструктивные мероприятия по уменьшению деформаций охраняемых объектов, амортизационный срок службы и балансовая стоимость охраняемых сооружений.

Пример I. Построение предохранительного целика для охраны промплощадки (рис.II).

Перечень объектов, подлежащих охране, и категория их охраны приведены в табл. IO.

Таблица IO

№ пп	Наименование охраняемого объекта	Категория охраны	Ширина бермы, м
I	2	3	4
I	Ствол грузовой		I5
2	Ствол вспомогательный		I5
3	Машинные здания кирпичные		I5
4	Котельная кирпичная	II	IO
5	Электроподстанция кирпичная	II	IO
6	Адмбыткомбинат	II	IO
7	Столовая кирпичная	II	IO
8	Компрессорная кирпичная	II	IO

I	2	3	4
9	Мехмастерские кирпичные	П	IO
IO	Бункер погрузочный металлический	П	IO
II	Пожарный резервуар бетонный	П	IO
I2	Склад ГСМ кирпичный	П	IO
I3	Мехмастерские кирпичные	П	IO

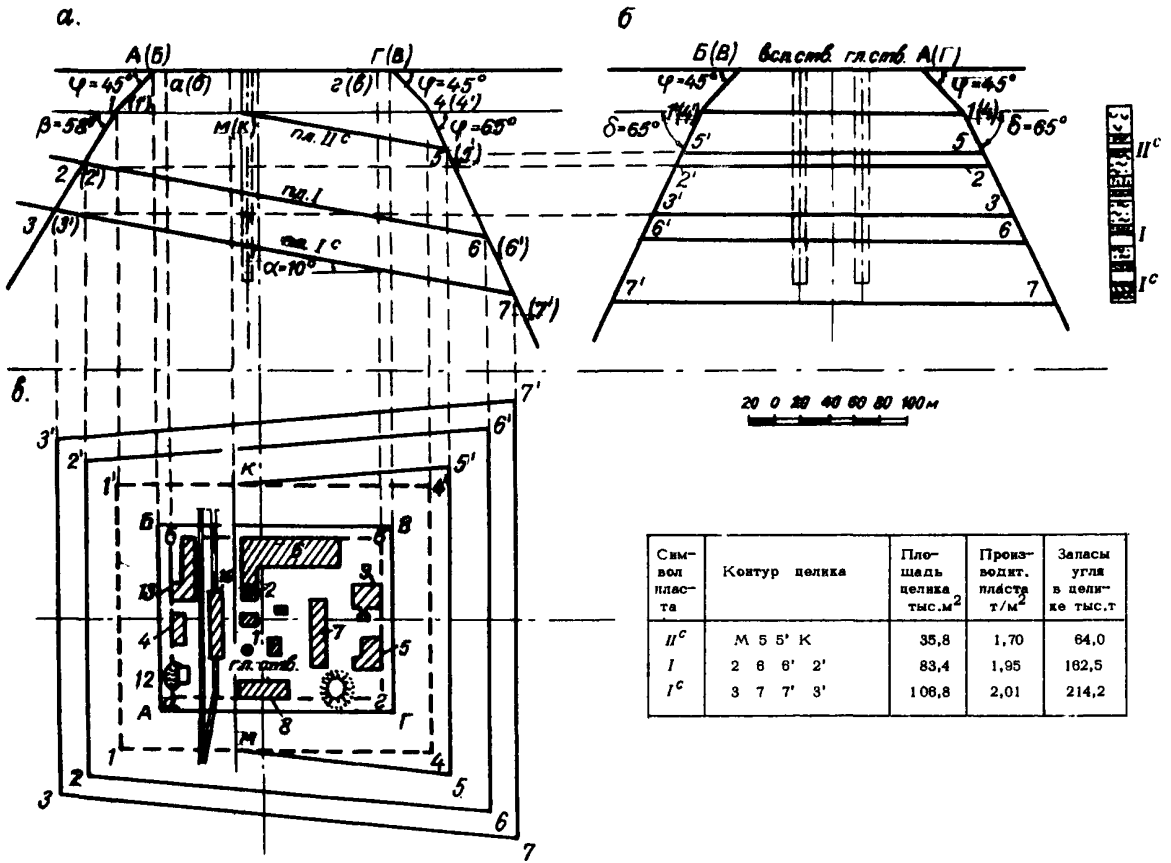
Под промплощадкой залегают три пласта с углом падения $I0^{0}$. Глубина залегания 30-I40 м. Мощности пластов: m_{I_c}=I,3 м, m_{I}=I,5м m_{I_c}=I,55м. Мощность наносов -30м. Значение углов сдвижения согласно таблице I следующие: $\beta=58^{0}$; $\gamma=65^{0}$; $\delta=65^{0}$; $\varphi=45^{0}$. Построение предохранительных целиков производим способом вертикальных разрезов.

Расположение зданий и сооружений таково, что позволяет построить общую границу застроенной площади для всего комплекса промплощадки,причем граница эта представляет собой прямоугольный контур, одна сторона которого параллельна линии простирания (контур абвг).

Так как у границы застроенной площади расположены здания, относящиеся ко П категории охраны, то ширину бермы на основании § 56 принимаем I0 м.

Строим вокруг контура абвг берму и получаем прямоугольник АБВГ, который подлежит охране.

Строим разрез вкрест простирания и проектируем на него с плана границы охраняемой площади- точки А (Б) и Г(В). Через эти точки проводим линии под углом сдвижения $\varphi=45^{0}$ до пересечения с линией контакта наносов с коренными породами. Получаем точки I(I') и 4(4'). Через эти точки проводим линии соответственно под углами сдвижения $\beta=58^{0}$ и $\gamma=65^{0}$. Точки пересечения этих линий



Символ пласта	Контур целика	Площадь целика тыс.м^2	Производит. пласта т/м^2	Запасы угля в целике тыс.т
$II^с$	М 5 5' К	35,8	1,70	64,0
I	2 6 6' 2'	83,4	1,95	162,5
$I^с$	3 7 7' 3'	106,8	2,01	214,2

Рис. 11. Пример построения предохранительного целика для охраны промплощадки при $\alpha < 12^D$

а - разрез вкрест простирания, б - разрез по простиранию, в - план

с почвой пластов и будут являться на разрезе границами целиков по этим пластам- точки 2(2'), 3(3'), 5(5'), 6(6'),7(7'). По пласту Пс верхней границей целика будет являться выход пласта под наносы (на разрезе вкрест простирания- точка М(К)).

Граница целиков с разреза вкрест простирания проектируем на план.

Строим разрез по простиранию. На разрез наносим с плана охраняемую площадь, а также проектируем на него с разреза вкрест простирания верхние и нижние границы целиков.

Через точки Б(В) и А(Г) проводим линии под углом сдвижения $\varphi = 45^{\circ}$ до пересечения с линией контакта наносов с коренными породами- точки I'(4') и I(4). Через эти точки проводим линии под углом сдвижения $\delta = 65^{\circ}$ и в пересечениях с проекциями границ целиков, проведенных с разреза вкрест простирания, получим точки 5'; 5; 2',2; 3',3; 6', 6; 7',7. Эти точки затем переносим на план.

Определяем безопасную глубину разработки ($H_б$).

Поскольку по контуру охраняемой площади расположены здания, охраняемые по П категории, с оборудованием, для которого неизвестны допустимые деформации, то, в соответствии с § 22, из табл. 5 выбираем предельные (критические) деформации земной поверхности $\varepsilon = 4$ мм/м и $R = 10$ км, по которым вычисляем безопасную глубину ($H_б$) разработки.

По формулам (5) и (6) определяем безопасную глубину разработки для верхнего пласта (II^{c}). Значения $K_{\perp}$ и $K_{\mathfrak{D}}$ выбираем из таблиц 6 и 7. При $\alpha = 10^{\circ}$ и $\mathfrak{D}_1 = 100$ м получим $K_{\perp} = 1{,}4$ и $K_{\mathfrak{D}} = 5300$.

Рассчитанная по предельным горизонтальным деформациям безопасная глубина разработки составит:

$$H_б = 25.I,4\sqrt{\frac{I00\ .I,3}{4}} = 200\ м,$$

по предельному радиусу кривизны-

$$H_б = \sqrt{I0.5300.I,3} = 262\ м;$$

Принимаем большее значение безопасной глубины $H_б = 262$ м.

Построенные предохранительные целики расположены выше горизонта безопасной глубины разработки, следовательно, на плане контура 33'7'7, 22'66' и МК5'5 будут являться границами предохранительных целиков соответственно по пластам I^c,I и $П^c$;

Пример 2. Построение предохранительного целика под реку (рис.I2)

Под рекой залегает пласт I, имеющий мощность I,6 м и угол падения $I0^o$. Мощность наносов 20 м. Река имеет криволинейный контур. Построение предохранительного целика производим способом перпендикуляров.

Для этого на плане поверхности наносим изогипсы пласта и линию максимального разлива (показана пунктирной линией). От линии максимального разлива откладываем берму шириной I0 м (§ 56) и получаем границу охраняемой площади.

Так как угол сдвижения в наносах $\varphi = 45^o$, то для того, чтобы получить границу охраняемой площади на контакте коренных пород с наносами(I,2,3 ...I6), откладываем от границы охраняемой площади на поверхности величину мощности наносов.

Полученный криволинейный контур разбиваем на отдельные участки, близкие к прямолинейным. Определяем на плане угол θ между этими участками и изогипсами пласта. В точках, где определены углы θ, по отметкам определяем глубину залегания пласта относительно контакта коренных пород с наносами. Величины Н-М и θ заносим в табл. II(гр.2 и 3).

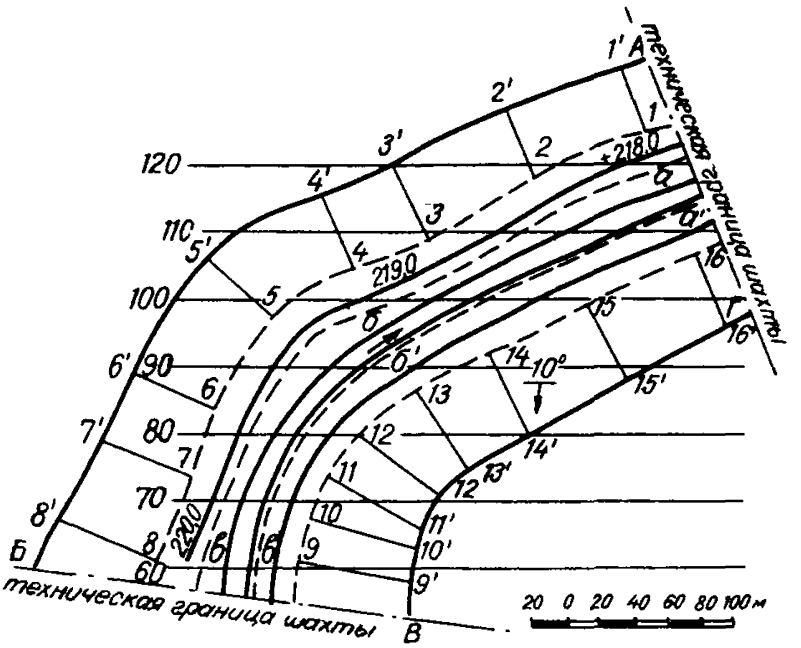


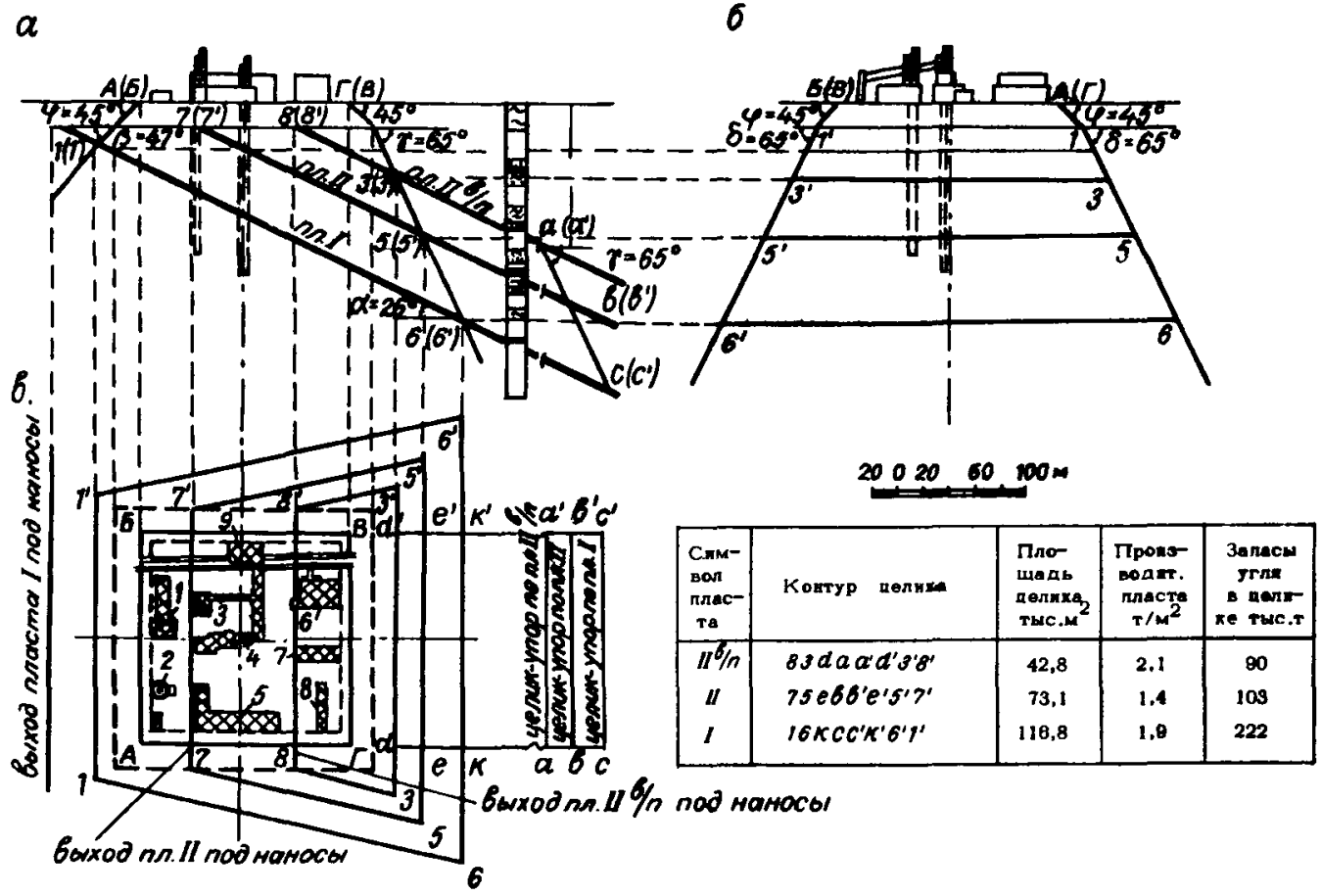
Рис. 12. Пример построения предохранительного целика под реку

Таблица II

№ № точек	(Н-М), м	θ, град.	q'	l'	$q=(H-M)q'$, м	$l=(H-M)\cdot l'$, м
I	74	20	0,553		4I	
2	80	27	0,545		44	
3	89	30	0,54I		48	
4	95	25	0,547		52	
5	I02	40	0,525		54	
6	II5	65	0,48I		55	
7	I26	70	0,474		60	
8	I40	70	0,474		66	
9	I40	79		0,474		66
I0	I33	73		0,478		64
II	I26	58		0,49I		62
I2	II8	42		0,497		59
I3	II3	33		0,50I		57
I4	I07	26		0,504		54
I5	98	26		0,504		49
I6	9I	26		0,504		46

По таблице 49 приложения I2 путем интерполирования определяем по углам θ и λ длины перпендикуляров q' в сторону восстания и l' – в сторону падения пласта для (Н-М)= I м.

Умножая полученные значения q' и l' на значения (Н-М) в соответствующих точках, получаем величины перпендикуляров q и l Из точек I-8 откладываем величины q , а из точек 9-I6 l Концы отрезков соединяем плавной кривой и продолжаем ее до технической границы шахты. Полученные криволинейные контуры А I' 2' 3' ...8'БВ9' I0' ...II'...I6'Г будут являться границей предохранительного целика.



Символ пласта	Контур целика	Площадь целика тыс.м^2	Производит. пласта т/м^2	Запасы угля в целике тыс.т
II в/п	83dαα'd'3'8'	42,8	2,1	90
II	75eββ'e'5'7'	73,1	1,4	103
I	16KCC'K'6'1'	118,8	1,9	222

Рис. 13. Пример построения предохранительного целика для охраны группы зданий при $\alpha > 25^0$

а – разрез вкрест простирания, б – разрез по простиранию, в – план

Пример 3. Построение предохранительного целика для охраны зданий и сооружений, расположенных на промплощадке шахты, от вредного влияния разработки свиты пластов с углом падения более 25^0(рис.I3).

Выходы пластов П в/п и П под наносы расположены под зданиями, подлежащими охране. Мощность наносов 20м. Мощность пласта П в/п-I,6 м; пласта П-I,I м; пласта I-I,45 м. Угол падения пластов 26^0.

Построение предохранительных целиков производим по способу вертикальных разрезов так же, как в примере I. В результате построения получаем контуры границ целиков по пласту П в/п-8 3 3' 8'; по пласту П-7 5 5' 7' и по пласту I-I 6 6' I'.

Для предотвращения повреждений зданий и сооружений от вредного влияния сдвига пород по напластованию оставляем дополнительный целик - упор, в соответствии с § 28. Нижнюю границу целика -упора по пласту в/п определяем по формуле (7) § 28:

$$H_x = 500 \cdot n \cdot l_o = 500x3x0,I68 = 252 \text{ м},$$

где l_o - взято из таблицы 42 приложения 7 при $\alpha = 26^0$.

На разрезе вкрест простирания откладываем от поверхности H_x= 252 м и получаем точку a (a'). От точки a (a') под углом $\gamma = 65^0$ к горизонту проводим линию до пересечения с пластами П и I. Получаем соответственно точки b (b') и c (c'), которые определяют нижнюю границу целика-упора по пластам П и I. Размеры целиков-упоров по простиранию определяем в соответствии с § 28.

В результате получаем контуры предохранительных целиков:

по пласту П в/п- 8 3 d a a' d' 3' 8';

по пласту П - 7 5 e b b' e' 5' 7';

по пласту I - I 6 к с с' к' 6' I'

Пример 4. Построение предохранительных целиков при мульдообразном залегании пластов с углом падения более 12^{0} (рис.14)

Шахта разрабатывает свиту пластов с мульдообразным залеганием. Средний угол падения пластов в районе расположения подлежащих охране зданий 19^{0}. Средний угол падения пластов на противоположном крыле 25^{0}. Мощность наносов 20 м.

Охране подлежат расположенные на промплощадке здания и сооружения, построенные без специальных конструктивных мероприятий.

Выходы пластов П в/п и П н/п под наносы находятся под охраняемыми зданиями.

Подлежащая охране площадь ограничивается контуром АБВГ.

Построение предохранительных целиков производим по способу вертикальных разрезов, описанному в примере I.

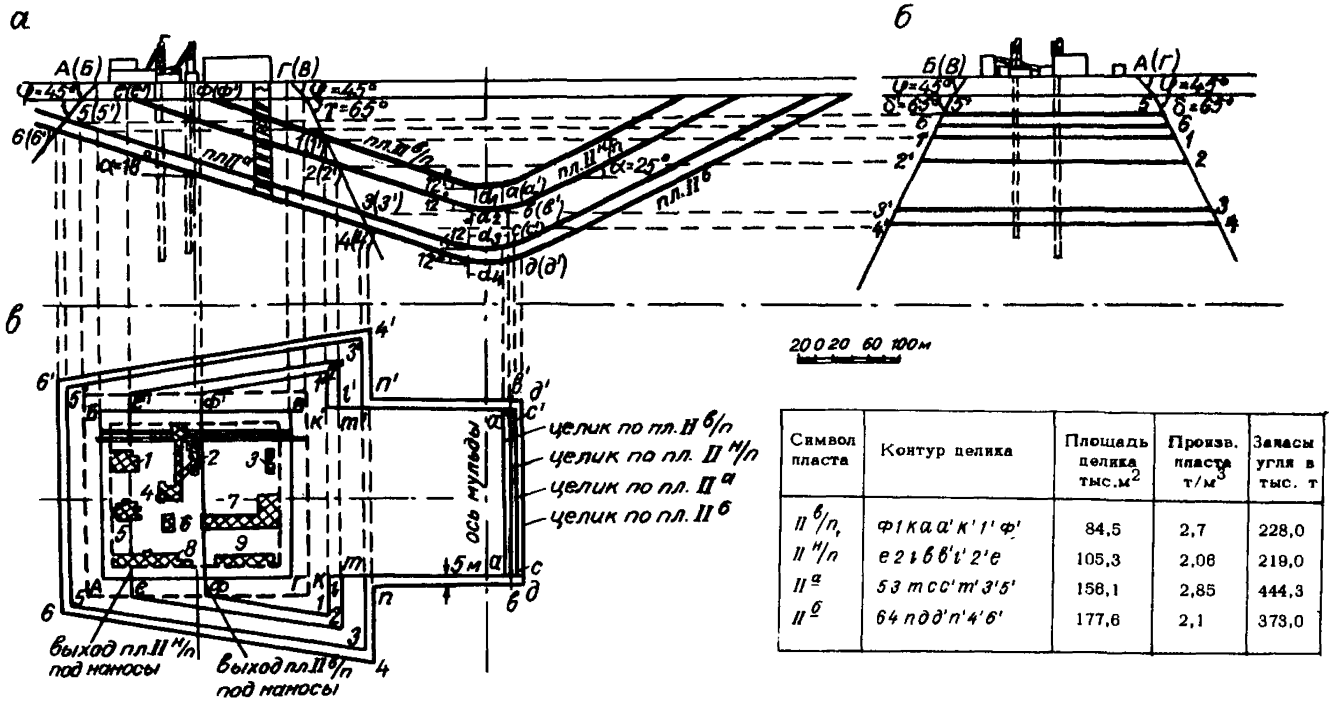
В результате построения получаем границы предохранительных целиков по пласту П в/п - ф I I' ф'; по пласту П н/п - е 2 2' е' по пласту П-а 5 3 3 5; по пласту П- б - 6 4 4' 6'.

Так как применение конструктивных мероприятий для охраны объектов I категории и подъемного комплекса не предусматривается, то необходимо оставить дополнительный целик- упор , в соответствии с § 28.

Нижняя граница целика-упора определится расстоянием d , рассчитанным по формуле (8б): d =НК и отложенным по горизонтали от точки, где падение пласта равно 12^{0}.

Коэффициент K находится по углам падения крыльев складки α и α_1 (табл. 43 прилож. 8). В нашем случае α =19^{0}, α_1=25^{0}.

В таблице 12 приведены вычисленные по формуле (8б) величины d для всех четырех пластов.



Символ пласта	Контур целика	Площадь целика тыс.м^2	Произв. пласта т/м^3	Запасы угля в тыс. т
II $^{б}/_{п}$	Ф1каа'к'1'Ф'	84,5	2,7	228,0
II $^{г}/_{п}$	е2ъбб'ъ'2'е	105,3	2,08	219,0
II ^{а}	53тсс'т'3'5'	158,1	2,85	444,3
II ^{б}	64пдд'п'4'6'	177,6	2,1	373,0

Рис. 14. Пример построения предохранительного целика при мульдообразном залегании пластов $\alpha > 12^0$

а – разрез вкрест простирания, б – разрез по простиранию, в – план

Таблица I2

Символ пласта	H Глубина залегания пласта при α =I2°, м	K	d, м
П в/п	I24	0,257	32
П н/п	I50	-"-	39
П-а	I96	-"-	50
П-б	2I0	-"-	54

Отложенные по горизонтали от точки, где α =I2°, величины d переносим на план и получаем точки $a(a')$, $б(б')$, $c(c')$, $д(д')$. Размер целиков-упоров по простиранию ограничивается шириной охраняемой площади АБВГ (§ 28).

Но в связи с тем, что расстояние между пластами П-а и П-б менее I0м, на нижнем пласте П-б размер целика-упора по простиранию, на основании § 32, должен быть увеличен на 5 м. В результате всех построений получаем границы целиков: по пл.П в/п фlкаа'к'l'ф', по пласту П н/п - e2l66'l'2'e ; по пл. П-а 53 mcc'm'3'5 по пласту П-б - 64 nдд'n'4'6'

Пример 5. Построение предохранительных целиков под промплощадку шахты при разработке свиты пластов с углом падения более 25°(рис.I5)

Охране подлежат здания и сооружения, находящиеся на промплощадке, под которой расположены выходы разрабатываемых пластов под наносы.

Шахтные стволы расположены таким образом, что пересекают только один нижний пласт (пл.Ш).Угол падения пластов 28^0. Мощность наносов-20 м. Построение предохранительных целиков производим по способу вертикальных разрезов, описанному в примере I.

В результате проведенных построений получаем границу охраняемой площади АБВГ.

Границы предохранительных целиков получаем: по пласту I- контур 9 I I' 9'; по пласту П - контур 8 2 2'8'; по пласту Ш- контур 7 3 3' 7'.

Во избежание возникновения опасных деформаций над выходами разрабатываемых пластов I и П за счет сдвига пород по напластованию построим дополнительный целик-упор у нижней границы предохранительных целиков по этим пластам. В связи с тем,что сооружения I,2, 3,4 и 8 относятся ко второй категории охраны, на основании § 29, из точки " ∂ " на разрезе вкрест простирания проводим линию под углом 55^0 до пересечения с пластами I и П.

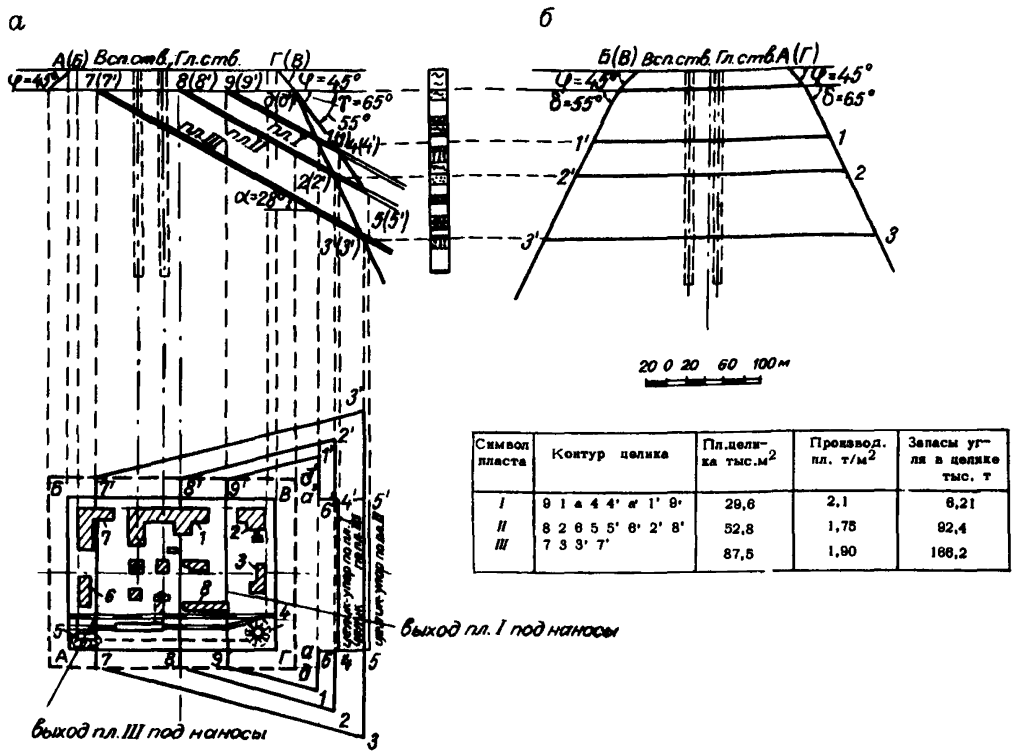
Точки 4(4') и 5(5') являются нижними угловыми точками целиков-упоров соответственно по пластам I и П и определяют их размеры по падению.

Размер целиков-упоров по простиранию определяется размером охраняемой площади по простиранию.

Нижняя граница целика- упора по пласту Ш определится глубиной H_x , рассчитываемой по формуле (7) § 28:

$$H_x = 500 \times n \times l_0 = 500 \times I \times 0,184 = 92 м$$

l_0 выбирается из таблицы 42 приложения 7 при $\alpha = 28^0$. Откладывая H_x =92 м от земной поверхности видим, что размер целика-упора по пл. Ш не превышает размера предохранительного целика, рассчитанного по углу сдвижения γ ,следовательно, оставление



Символ пласта	Контур целика	Пл. целика тыс. м²	Производ. пл. т/м²	Запасы угля в целике тыс. т
I	9 1 а 4 4' а' 1' 9'	29,6	2,1	6,21
II	8 2 6 5 5' 6' 2' 8'	52,8	1,75	92,4
III	7 3 3' 7'	87,5	1,90	166,2

Рис. 15. Пример построения предохранительного целика для охраны стволов и группы зданий при $\alpha > 25^0$

а – разрез вкрест простирания, б – разрез по простиранию, в – план

дополнительного целика-упора по пл. Ш не требуется.

В конечном результате получаем следующие границы предохранительных целиков;

по пласту I - контур 9 I а 4 4'а'I'9';

по пласту П - контур 8 2 6 5 5'6'2'8';

по пласту Ш - контур 7 3 3'7'.

Пример 6. Построение предохранительного целика для охраны двух четырехэтажных жилых домов в условиях невыдержанного залегания пласта (рис.I6,I7).

Размеры домов в плане 20 х40 м и 30 х 40 м.

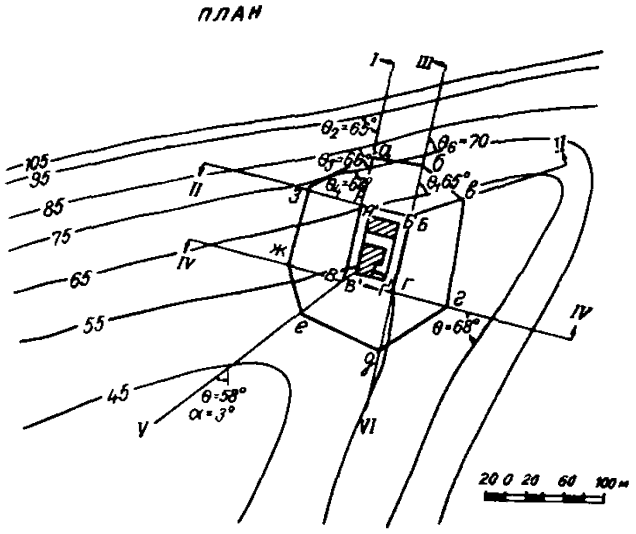
Предохранительный целик строится по пласту I, мощность которого равна I,5 м. Угол падения и простирание пласта не выдержаны. Средний угол падения $I5^{0}$. Мощность наносов 5 м. Календарного плана отработки нет. Наклонная высота этажа 200 м.

Построение целика при невыдержанном залегании производим способом вертикальных разрезов.

На плане (рис.I6) с изогипсами пласта наносим общий охраняемый контур- прямоугольник А'Б'Г'В', от сторон которого откладываем берму шириной I0 м (§§ 56,I5). Получаем контур охраняемой площади АБГВ. Затем проводим линии по характерным направлениям (А-I, А-П,Б-Ш,Б-П,В-IУ,В-У,Г-IУ, Г-УI) и строим по ним вертикальные разрезы.

Построение границ целика на рис.I7 приведены только по направлениям А-I,Б-Ш,Г-IУ; по остальным направлениям построения аналогичны. В связи с небольшой мощностью наносов они при всех дальнейших расчетах не учитываются.

По линии разреза А-I на пласте намечаем точки 2,3,4, расположенные приблизительно у плоскости, ограничивающей зону сдвижения. Для каждой точки по углам θ и α определяем углы



Символ пласта	Контур целика	Площадь целика, тыс.м^2	Производит. пласта т/м^2	Запасы угля в целике тыс.т
I	абвгдежз	37,7	1,95	73,5 .

Рис. 16. План к примеру построения предохранительного целика по пласту с неспокойным залеганием

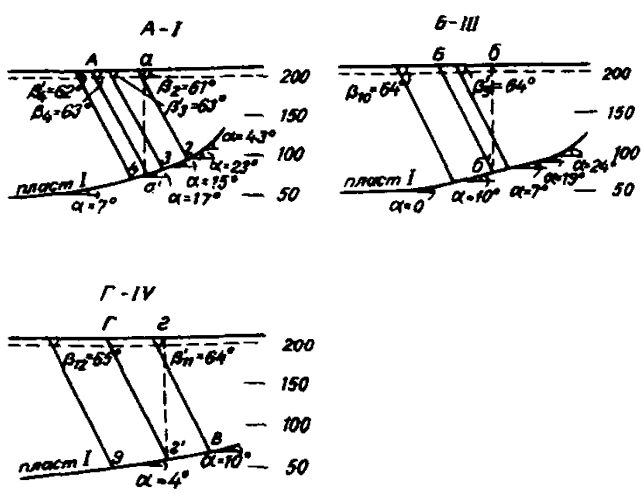


Рис. 17. Разрезы к примеру построения предохранительного целика по пласту с неспокойным залеганием

β' (табл. 48 .приложение II), под которым проводим линии из этих точек до пересечения с поверхностью. Путем интерполяции определяем линию, которая проходит через границу бермы. Точка а будет являться на плане одной из угловых точек предохранительного целика со стороны восстания. Аналогичным образом находим точки б,г,ж,з, по линиям разрезов Б-Ш,Г-IУ,В-IУ,А-П.

В связи с тем, что на разрезе Б-П угол падения близок к горизонтальному и достаточно выдержан,

размер целика в плане определим аналитически:

$$\overline{Б \cdot b} = H_б \cdot ctg\delta = 146.0{,}47 = 69{,}0 \text{ м}$$

где $H_б$ – глубина залегания пласта под точкой Б.

Полученная точка b будет являться граничной точкой целика по направлению Б-П.

Таким же образом определится точка g, которая будет граничной точкой целика по направлению Г-УI. Размер целика по линии В-У определим по формуле:

$$\overline{В \cdot e} = l'(H-M) = 146.0{,}472 = 68{,}9 \text{м},$$

где величину l' находим из приложения I2 по углам $\alpha = 3^0$ и $\theta = 58^0$ (рис.I6). Полученная точка е является граничной точкой целика по направлению В-У.

Найденные точки последовательно соединяем прямыми линиями и получаем контур целика-абвгдежз.

Если линии разрезов направлены строго вкрест простирания, то линии,определяющие границы целиков, проводятся под углами β и γ, а в остальном построения аналогичны изложенным выше.

Определим безопасную глубину разработки ($H_б$). Безопасная глубина, в данном случае, определяется, согласно § 23, по формуле (4); $\Delta l'$ определяется по табл. 4. Жилые дома относятся к

группе В. Для определения $(H_б)$ принимается I степень повреждений. Таким образом $\Delta l' = 100$.

K_α определяется по табл. 6 и при $\alpha = 15^0$ равен 1,5.

$K_э$ определяется по табл. 7 и равен $\frac{5660 + 4570}{2} = 5115$

Значения коэффициентов условий работы m_ε и $m_к$ определяем по таблице 14а приложения 4. При длине здания 40,0 м- $m_\varepsilon = 0{,}70$, $m_к = 0{,}55$. Наклонная высота этажа $D_1 = 200{,}0$ м, $h = 20{,}0$ м. Тогда:

$$H_б = \sqrt[4]{\frac{40^2 \times 1{,}5^2}{100^2} \left(1{,}4^2 \times 25^4 \times 0{,}7^2 \times 1{,}5^4 \times 200^2 + 1{,}8^2 \times 0{,}55^2 \times 20^2 \times 5115^2 \right)} =$$

$$= 419{,}5 \text{ м}$$

Из чертежа видно, что рассчитанный целик расположен выше безопасной глубины.

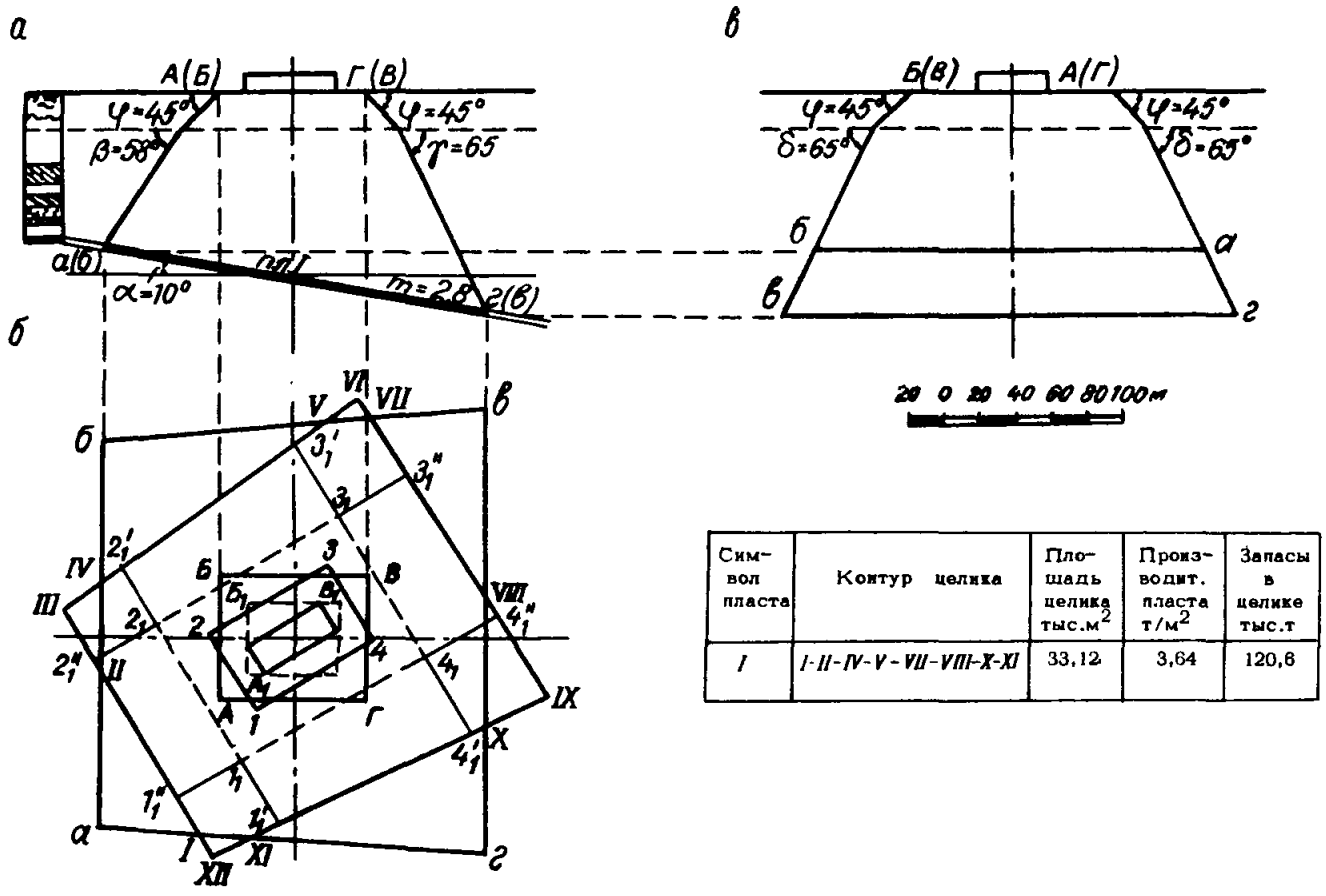
Затем определяем допустимую глубину разработки из расчета, что в здания будут введены конструктивные мероприятия. Согласно § 20 в этом случае показатель деформации должен быть менее четвертой степени ожидаемых деформаций и, в данном случае, из табл. 4 он равен 330, отсюда:

$$H_б = \sqrt{\frac{40^2 \times 1{,}5^2}{330^2} \left(1{,}4^2 \times 25^4 \times 0{,}7^2 \times 1{,}5^4 \times 200^2 + 1{,}8^2 \times 0{,}55^2 \times 20^2 \times 5115^2 \right)} =$$

$$= 232{,}6 \text{м}$$

Из рис. 17 видно, что весь целик лежит вне горизонта допустимой глубины, поэтому отработка целика невозможна даже если в здание будут введены экономически целесообразные конструктивные мероприятия.

Применять горнотехнические мероприятия в данном случае нельзя из-за сложного и невыдержанного залегания пласта.



Символ пласта	Контур целика	Площадь целика тыс.м^2	Производит. пласта т/м^2	Запасы в целике тыс.т
I	I-II-IV-V-VII-VIII-X-XI	33,12	3,64	120,6

Рис. 18. Пример построения предохранительного целика минимальных размеров для охраны диагонально расположенного здания

а – разрез вкрест простирания, б – план, в – разрез по простиранию

Пример 7. Построение предохранительного целика минимальных размеров для охраны четырехэтажной школы, расположенной диагонально к простиранию пласта (рис.I8).

Под зданием школы залегает один пласт I мощностью 2,8 м с углом падения $I0^{0}$. Мощность наносов 20 м.

Здание школы кирпичное, на ленточном фундаменте. Высота здания от подошвы фундамента до карниза равна I5 м. Размеры здания в плане 45 х 20 м.

Расположение очистных работ по пласту I под школой известно. Откаточный горизонт располагается на глубине I20 м. Наклонная высота этажа равна 200 м.

В связи с тем, что здание школы расположено отдельно, целик, оставленный под ним, будет безвозвратно потерянным. Поэтому проверим возможность применения других мер охраны.

Определим показатель суммарных деформаций при отработке пласта на полную мощность. Из чертежа видно, что в данном случае будет иметь место полная подработка земной поверхности и здание школы на разрезе вкрест простирания пласта будет расположено на площади с наименьшими конечными деформациями, но в то же время оно будет испытывать максимальные деформации, возникающие впереди движущегося забоя. Поэтому, в данном случае, расчет ожидаемых сдвижений произведен по формулам (6-9) и (6-II) приложения 6, принимая глубину горных работ под срединой здания (I00м).

$$R = \frac{L^2}{\eta_m \cdot S^2(z)_{max}} = \frac{I,7 \times I0000}{0,85 \times 2,8 \times 7,25 \times I000} \approx I \text{ км}$$

$$\varepsilon = 0,6 \frac{m}{H} = 0,6 \frac{2,8 \times I000}{I00} \approx I7 \text{ мм/м}$$

Согласно § I9, показатель суммарных деформаций определим по формуле (2)

По табл. 4 § I9 для зданий группы Б, в которой относится здание школы, при показателе суммарных деформаций более 430 здание будет разрушено.

Предрассчитанные величины деформаций показывают, что применение конструктивных мероприятий в данном случае также невозможно.

Из горнотехнических мероприятий в данном случае следует рассмотреть возможность применения полной закладки выработанного пространства и отработку пласта не на полную мощность.

Для решения возможности применения этих мероприятий определим, какую мощность пласта можно отработать с тем, чтобы показатель суммарных деформаций не превышал 200. При таком показателе суммарных деформаций защита здания целесообразна введением конструктивных мероприятий (§ 23).

Преобразуя формулу (4) § 23 относительно m, получим:

$$m = \frac{\Delta l' q \cdot H^2}{l} \sqrt{\frac{1}{(1,4^2 \cdot 25^4 \cdot m_\varepsilon^2 \cdot k_\alpha^4 \cdot D_l^2 + 1,8^2 \cdot m_\varepsilon^2 \cdot h^2 \cdot k_D^2)}} =$$

$$= \frac{200 \cdot 100^2}{45} \sqrt{\frac{1}{(1,4^2 \cdot 25^4 \cdot 0,7^2 \cdot 1,4^2 \cdot 200^2 + 1,8^2 \cdot 0,55^2 \cdot 15^2 \cdot 5660^2)}} = 0,23 \text{ м}.$$

Таким образом, защита школы даже при введении конструктивных мероприятий возможна только при отработке пачки угля мощностью 0,23 м, что практически невозможно.

Учитывая, что уплотнение любой самой качественной закладки составляет I5–20%, становится ясным, что и это горнотехническое мероприятие в данном случае неприменимо. Поэтому здание школы должно охраняться целиком. Как указывалось выше, этот целик будет безвозвратно потерян, поэтому размеры его должны быть минимальными.

Углы сдвижения, согласно § 3 и § 4 принимаем:

$$\beta = 58^0, \qquad \gamma = 65^0, \qquad \varphi = 45^0$$

Построение предохранительного целика производим двумя способами: способом вертикальных разрезов и способом перпендикуляров.

Для построения целика способом вертикальных разрезов на плане через угловые точки здания строим прямоугольник $А_1Б_1В_1Г_1$ со сторонами, параллельными линиям падения и простирания.

От сторон прямоугольника откладываем берму шириной 15 м (§ 56). Для полученной таким образом охраняемой площади АБВГ строим предохранительный целик абвг, как было описано выше (пример 1).

Для построения целика способом перпендикуляров на плане вокруг охраняемого здания строим прямоугольник со сторонами, параллельными сторонам охраняемого здания и отстоящими от них на ширину бермы (15 м). От полученных границ охраняемого контура 1 2 3 4 на расстоянии $d = M \cdot ctg\varphi = 20 \cdot ctg\,45° = 20$ м параллельно им проводим линии, в результате пересечения которых получаем угловые точки 1_1, 2_1, 3_1, 4_1. Прямоугольник $1_1\ 2_1\ 3_1\ 4_1$ представляет собой охраняемую площадь на контакте наносов с коренными породами. Длины перпендикуляров для угловых точек $1_1, 2_1, 3_1, 4_1$ вычисляем по формуле 22 § 60 с помощью таблицы 49 (приложение 12).

Результаты вычислений сведены в табл. 13.

Таблица 13

Интервалы	Точки	(Н-М) м	$\theta°$	q'	l'	$q = (Н-М)q'$	$l = (Н-М)l'$
$2_1 - 3_1$	2_1	72	60	0,488		35,1	
	3_1	89	60		0,486		43,2
$3_1 - 4_1$	3_1	89	30	0,541		48,1	
	4_1	96	30		0,502		48,2
$4_1 - 1_1$	4_1	96	60		0,486		46,6
	1_1	80	60	0,488		39,0	
$1_1 - 2_1$	1_1	80	30		0,502		40,2
	2_1	72	30	0,541		40,0	

Отложив от точек 1_1, 2_1, 3_1, 4_1 длины перпендикуляров q и l соответственно в сторону восстания и в сторону падения

пласта, получаем точки I_1',I_1'', $2_1''$,$2_1'$,$3_1'$,$3_1''$,$4_1''$,$4_1'$. Последовательно соединяем эти точки линиями, в результате пересечения которых получаем угловые точки предохранительного целика Ш УI IX XП.

Точки пересечения границ целиков (I, П, IУ, У, УП, УШ, X, XI), построенных разными способами, будут являться угловыми точками предохранительного целика минимальных размеров, т.е. по линиям I-П, П-IУ, IУ-У, У-УП,УП-УШ,УШ-X,X-XI и XI-I возможно срезание углов предохранительного целика.

Пример 8. Построение опорных угольных целиков для охраны подготовительных выработок (рис.I9).

На горизонте 250 м (глубина 250м) пройден откаточный штрек и уклон с гор. 250 м на гор. 200 м. На гор. 200м штрек охраняется надштрековыми целиками размером 20м. Откаточные штреки имеют ширину 4м, уклон 3м. Угол падения пласта 20^0. Штреки пройдены в устойчивых породах.

Согласно § 45, размеры подштрековых целиков для гор. 200м определяются по формуле (I3):

$$L_2 = 0{,}15\,H + C = 0{,}15 \times 200 + 2 = 32 \text{ м}$$

Размер надштрековых целиков на гор. 250м определяется по формуле (9):

$$L_1 = 0{,}1H + C = 0{,}1 \cdot 250 + 2 = 27 \text{ м}$$

Размеры целиков по простиранию определяются на гор. 200м и 250 м раздельно:

на горизонте 200м:

$$L_1 = 0{,}125H + C = 0{,}125 \times 200 + 1{,}5 = 26{,}5 \text{ м}$$

на горизонте 250 м:

$$L_1 = 0{,}125\,H + C = 0{,}125 \times 250 + 1{,}5 = 33{,}8 \text{ м}$$

По этим размерам определяются на вентиляционном горизонте точки а и б (рис. I9), а на откаточном- в и г . Контуром целика около уклона будет контур а,б,г,в,.

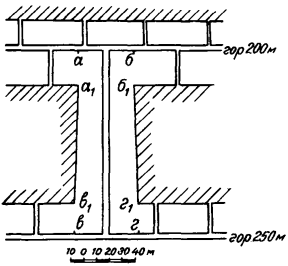


Рис. 19. Пример построения опорных целиков для охраны откаточного штрека и уклона

Пример 9. Построение предохранительных целиков для охраны квершлага при надработке и подработке (рис.20).

Квершлаг пройден с пласта I до пласта Ш на горизонте 200 м. Ширина квершлага в проходке 4м. Угол падения пластов 20^{0}. Мощность пласта П- I,3м, пласта Ш- I,6м. Квершлаг пройден в неустойчивых породах, закреплен всплошную неполным дверным окладом. Пластом I квершлаг надрабатывается, а пластами П и Ш подрабатывается. Целики около штрека гор. 200м имеют следующие размеры: надштрековые- 2I,5 м, подштрековые - 3I,6 м.

Размер целика по восстанию по пласту I определяется по формуле I9 § 52

$$L = \frac{4a}{f \cdot \sin\alpha} = \frac{4 \cdot 4{,}0}{2{,}4 \cdot 0{,}34} \approx 20\ м$$

В данном случае расчетный размер целика для охраны квершлага от вредного влияния надработки получился несколько меньше, чем размер надштрекового целика. Следовательно, надштрековый целик обеспечит сохранность квершлага при его надработке.

Целики под квершлаг по пластам П и Ш строим методом вертикальных разрезов. Согласно § 54, на плане строим берму размером по I0м в обе стороны от стенок квершлага (ЕЖИК). На разрезе по простиранию это будут точки е ж и к и . Из точки н , являющейся граничной точкой подштрекового целика, на разрезе вкрест простирания проводим прямую под углом $\gamma = 65^{0}$(табл. I); точка δ (с) является нижней границей целика по падению в пласте П. Из точек ж(е) и и(к) проводим прямые под углом $\delta = 65^{0}$. Точки δ и с являются границами целика по простиранию на глубине, где прямая под углом γ пересекает пласт П.

Перенеся точки δ и с с разрезов на план, получаем прямую δс , которая будет являться нижней границей целика по пласту П. Верхняя граница целика определяется точками л и м . Соединив

точки Л и М с $б$ и с , получим контур целика под квершлаг по пласту П (блмс).

Прямая, проведенная под углом γ, пересекает пласт Ш в точке О, но по разрезу вкрест простирания видно, что в этой точке расстояние по нормали до квершлага больше, чем 60 m. На основании § 53, целики под квершлаги оставляются только при расстоянии по нормали менее 60m. Находим точку, в которой расстояние от пласта Ш до квершлага по нормали равно 60 m, т.е. 60xI,6 =96 м. Этой точкой будет точка b ($г$). Проектируя эту точку на разрез по простиранию, получим точки b и $г$, которые будут являться границами целика по простиранию. Перенеся эти точки на план, получим контур целика по пласту Ш (вжиг).

Пример IO. Построение целика для охраны бремсберга (рис.2I).

Бремсберг пройден по пласту П, выше которого расположен пласт I Угол падения пласта - 20^{0}, расстояние между пластами по вертикали 7м

Породы междупластья устойчивые. Ширина бремсберга 3м. Бремсберг закреплен сборной железобетонной крепью с малой податливостью. Бремсберг пройден с горизонта 260м на горизонт 300 м.

Из табл.8 § 46 видно, что при расстоянии между пластами в 7м, разработка пласта I будет оказывать вредное влияние на выработки, пройденные по пласту П. В связи с тем, что бремсберг закреплен неподатливой крепью, решено по верхнему пласту оставить целик. Определяем верхнюю и нижнюю границы целика. Для этого от точек $г$ и b (проекция бремсберга на пласта I), соответственно по падению и восстанию, откладываем размер зоны вредного влияния опорного давления, определенный по формуле (9).

$$а г = 0,Ш + С = 0,I.300 + I,5 = 3I,5м$$

$$б б = 0,IH + С = 0,I.260 + I,5 = 27,5м$$

На основании § 45 определяем размер целика по простиранию. Этот размер от оси выработки равен: по верхней границе

$$0,I25H + С = 0,I25 \times 260 + 3 = 35,5 м,$$

по нижней границе $-0,I25$ H + С =0,I25 x300 + 3 =40,5м

Откладывая на плане в соответствующих местах полученные расстояния от оси выработки в обе стороны, получим контур целика $а_I б_I б_2 а_2$

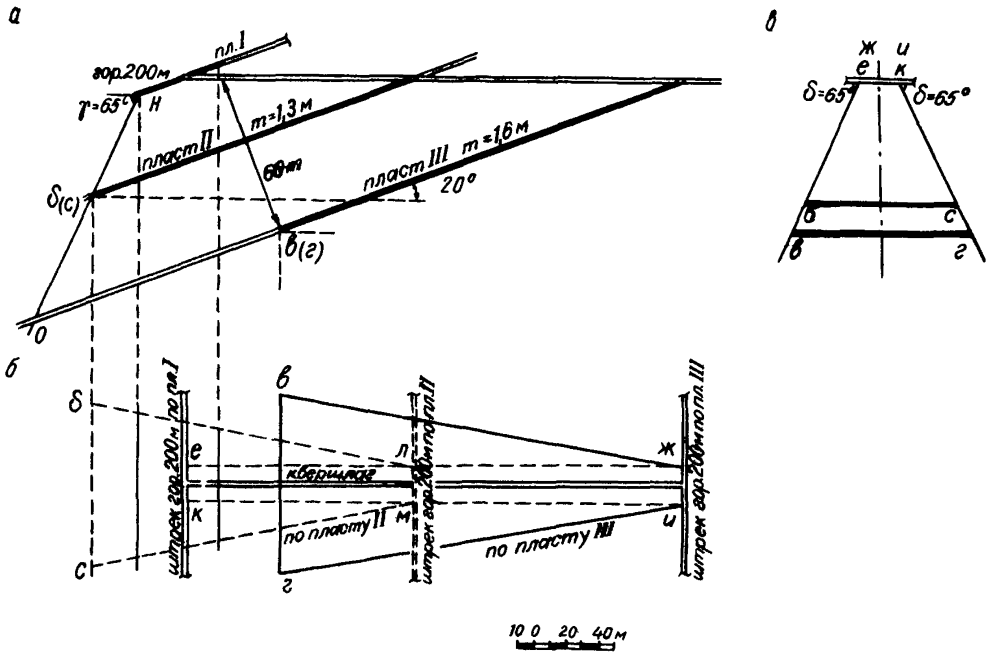


Рис. 20. Пример построения предохранительного целика для квершлага при надработке и подработке

а – разрез вкрест простирания,
б – план, в – разрез по простиранию.

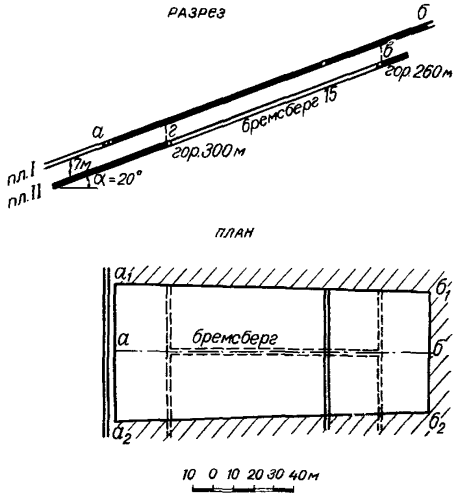


Рис. 21. Пример построения предохранительного целика для охраны бремсберга

ПРИМЕР II Построение зоны вредного влияния надработки при разработке свиты сближенных пластов с целью рационального расположения подготовительных выработок (рис.22).

Разрабатываются три сближенных пласта. По пласту I пройдены подготовительные выработки на горизонтах 200 и 250 м. Необходимо расположить штреки по пластам II и III так, чтобы они не попали в зону вредного влияния временного и постоянного опорного давления при разработке пласта I.

По методике, описанной в § 46, строятся зоны вредного влияния постоянного опорного давления. Размеры L_1 и L_1' определяются по формулам 9,10 § 45. ($L_1 = 27$ м, $L_1' = 22$ м).

Из точек 2,7 и 8 под углом 50^0 к вертикали проводятся прямые, на которых откладываются расстояния l_1' и l_1^2, определенные по формуле 16 § 46. Для двухпутевого штрека $l_1' = 12$ м, $l_1^2 = 11$ м.

Из точек 3,9,13 под углами A^1 и A_1^2 которые определяются по таблице 44 приложения 9, проводятся прямые.

Из точки I под углом $Б_I = 47^030'$ проводится прямая. Угол $Б_1$ берется из таблицы 45 приложения 9.

Из точки 2 проводится вертикальная прямая, на которой откладывается расстояние, равное $2\,l_в$ ($l_в$= 11 м, таблица 8 § 46) и получается точка 5. Через точку 5 проводится горизонтальная линия до пересечения с линиями, проведенными из точек I и 3 (точки 6 и 4).

Из середины целика L_1' по вертикали откладывается расстояние, равное $4\,l_в$ ($l_в$= 10 м, таблица 8 § 46). Через точку II прове-

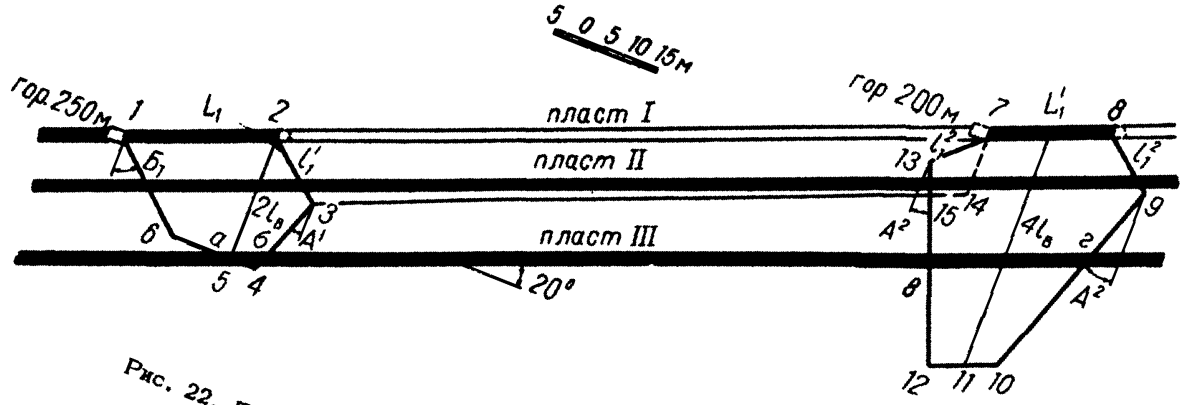


Рис. 22. Пример построения зоны вредного влияния надработки при разработке свиты пластов

дится прямая параллельно линии падения пласта до пересечения с линиями, проведенными из точек 9 и I3 (точки I2 и I0). Контуром 2-3-4-5-6-I и 8-9-I0-II-I2-I3-7 ограничивается зоны вредного влияния постоянного опорного давления.

Из точки 7 проводится вертикальная прямая, по которой от почвы пласта I откладывается расстояние $l_в$ (в данном случае $l_в$ = I0 м) и получается точка I4. Соединив точки 3 и I4, получаем зону вредного влияния временного опорного давления 2-3-I5--I3-7.

Из построения видно, что весь пласт II оказывается в зоне вредного влияния от горных работ по пласту I. Поэтому лучше при отработке пласта I никакие подготовительные выработки по пласту II не проходить. В случае особой необходимости выработки по пласту II можно располагать только в зоне вредного влияния временного опорного давления.

Пласт III находится в зоне вредного влияния постоянного опорного давления только на участках $аб$ и $вг$.

Приложение I

Пример определения времени появления опасных деформаций (рис.23).

Шахтой № 42 Капитальная при отработке пласта П-б (в.п.) будут подработаны два одноэтажных жилых дома частного сектора, не подлежащие охране. Средняя глубина разработки 110 м. Подвигание забоя лавы в месяц 22 м.

Для своевременного предупреждения жильцов подрабатываемых домов и установления сроков ремонта последних, требуется определить дату появления опасных деформаций земной поверхности.

Согласно § 9, начальные опасные для сооружений деформаций земной поверхности появляются при отходе забоя лавы от разрезной печи на расстояние 0,5 Н, т.е. в данном случае 0,5.110=55м. Учитывая, что среднее подвигание забоя лавы в месяц составляет 22 м, вредное влияние очистных работ на жилой дом № I проявится через 2,5 месяца или примерно 20 ноября. Согласно § 9, опасное влияние очистных работ на жилой дом № 2 проявится на расстоянии 0,36 Н = 0,36 . 110 = 40 м или примерно 10 марта.

Период опасных деформаций для данных условий будет составлять 4–6 месяцев. Следовательно, ремонт подработанных домов целесообразен только через 4–6 месяцев после первых проявлений опасных деформаций.

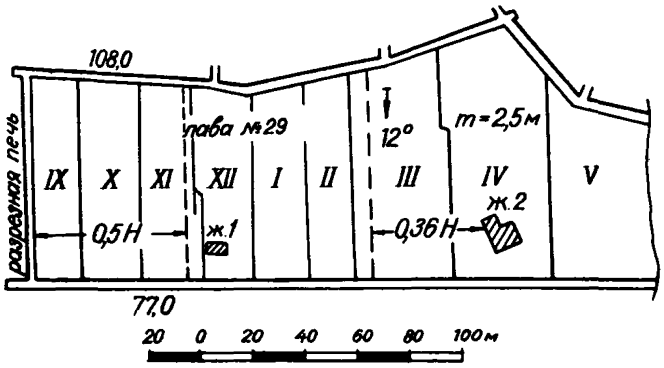


Рис. 23. Пример определения периода опасных деформаций

Приложение 2

УТВЕРЖДАЮ:

Председатель комитета по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору при Совете Министров СССР

А. СТУГАРЕВ

28 августа 1955 г.

ИНСТРУКЦИЯ

О ПОРЯДКЕ УТВЕРЖДЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ СООРУЖЕНИЙ И ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ ВРЕДНОГО ВЛИЯНИЯ ГОРНЫХ РАЗРАБОТОК И О ПОРЯДКЕ ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I. Настоящая "Инструкция" является обязательной для всех горных предприятий и проектных организаций.

2. Все находящиеся в зоне влияния горных разработок объекты: технические и промышленные наземные и подземные сооружения, искусственные и естественные водоемы (реки, пруды, балки с водотоками и т.п.), общественные здания, зеленые насаждения, заповедники, исторические памятники и т.д. подлежат обязательной охране от вредного влияния горных разработок.

Меры охраны существующих и вновь проектируемых объектов устанавливаются в зависимости от величины ожидаемых сдвижений земной поверхности под влиянием горных разработок, а также в зависимости от назначения, ценности и конструкции этих объектов.

Выбранные меры охраны должны быть экономически целесообразны и должны обеспечивать:

а) соответствующую сохранность объекта;

б) безопасность ведения горных работ;

в) безопасность людей, находящихся в местах расположения охраняемых объектов, а также занятых на эксплуатации этих объектов;

г) недопущение излишних потерь или консервации полезных ископаемых.

При условии целесообразности и возможности объекты, до их подработки, должны перемещаться за пределы района влияния горных разработок.

3. Мерами охраны объектов от вредного влияния горных разработок являются:

а) применение закладки выработанного пространства;

б) применение соответствующих систем разработки, порядка, времени, скорости, способа выемки полезного ископаемого и других мероприятий, способствующих равномерному сдвижению горных пород.

в) применение строительных и конструктивных мероприятий в подрабатываемых объектах, уменьшающих вредное влияние горных разработок;

г) изменение способов эксплуатации объектов, подвергающихся подработке;

д) проведение специальных систематических наблюдений за охраняемыми объектами, как вспомогательной меры при проектировании работ по предотвращению опасных деформаций подрабатываемых объектов;

е) оставление предохранительных целиков необходимых размеров.

4. Охрана объектов оставлением целиков полезного ископаемого допускается только в тех случаях, когда по горногеологическим и технико-экономическим условиям осуществление других мер охраны объектов невозможно или не обеспечивает сохранность объектов, а перемещение их на другие участки, где не требуется оставления предохранительных целиков, невозможно или нецелесообразно.

5. Выбор мер охраны существующих, проектируемых и строящихся объектов от вредного влияния горных разработок производится в соответствии с "Правилами охраны сооружений от вредного влияния горных разработок", утвержденными Госгортехнадзором СССР для данного района (бассейна, месторождения). Перечень утвержденных Гос-

Приложение I

Учет предохранительных целиков

Название шахты, рудника	Дата, № документа и наименование организации утвердившей целик	Название охраняемых объектов, срок их службы и стоимость	Категория охраны объектов	По каким правилам рассчитан целик и углы сдвижения	Глубина от поверхности до полезного ископаемого под центром охраняемого объекта	Мощность и угол падения залежи в целике	Вмещающие породы целика и их характеристика	Состояние целика при его утверждении (перечень выработок в целике, размер их и состояние крепления)	Балансовые запасы в целике	Условия и дата разрешения на прорезывание целика (перечислить прорезывающие выработки и условия их проведения)	Дата разрешения на выемку	Дата начала и конца выемки целика	Способ выемки целика	Дата заложения станций по наблюдениям за сдвижением поверхности	Данные о состоянии охраняемого объекта после выемки целика (год, месяц)	Потери при выемке целика		Примечание
																проектные	фактические	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Приложение 2[x]

Сведения о закладке выработок в пределах предохранительных целиков по шахте

_____ за _____ 195__ г.
(наименование шахты)

Наименование предохранительного целика. Этаж-горизонт	Остаток незаложенных пустот на 1955 г.		Изменения за отчетный период				Остаток незаложенных пустот на 195 г.	
	всего	в том числе подлежало закладке	Образовано новых пустот	Заложено			всего	в т.ч. подлежащих
				всего	в том числе			
					породами, извлеченными. в предел. целика	породами, доставл. извне целика	крепежными материалами	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Главный инженер

Главный маркшейдер

x) "К Инструкции о порядке утверждения мероприятий по охране сооружений"

Форма журнала проверки состояния выработок в предохранительных целиках

Наименование и № предохранительного целика (участок, горизонт)	Дата проверки выработок в пределах предохранит.целика	Замечания гл.маркш., оформленные его подписью, о состоянии выработок, их крепления, закладки и указания о необход. исправлениях.	Распоряжения гл.инженера, оформленные его подписью, после его ознакомления с содержанием замечаний и указаний гл.маркшейдера	Отметки и подписи лиц. технич. руководства шахты о выполнении указаний гл. маркшейдера и распоряжений гл. инженера
I	2	3	4	5

x)"К Инструкции о порядке утверждения мероприятий по охране сооружений"

Гортехнадзором СССР " Правил" и " Указаний" приведен в приложении I.

Меры охраны объектов от вредного влияния горных разработок должны быть выбраны при составлении проекта горного предприятия, а также при составлении проекта сооружения, возводимого на площади залегания полезного ископаемого, и уточнены в процессе производства горных работ, согласно п.II.

Проектируемые меры охраны объектов подлежат утверждению в порядке,установленном во П разделе настоящей инструкции.

6. При отсутствии " Правил", до их разработки, горные предприятия, а также проектирующие и другие организации при выборе мер охраны объектов обязаны руководствоваться " Указаниями по охране сооружений от вредного влияния горных разработок", утвержденными по согласованию с Госгортехнадзором СССР соответствующими горнодобывающими министерствами и ведомствами.

ПРИМЕЧАНИЕ: " Указания" составляются на основании имеющихся местных опытных данных о поведении подрабатываемой толщи пород и результатов инструментальных наблюдений.

До согласования " Указаний" с Госгортехнадзором СССР меры охраны для существующих и проектируемых зданий и сооружений утверждаются по согласованию с управлением округа, угольным комбинатом и отраслевым главным управлением соответствующего Министерства, ведомства, разрабатывающего полезное ископаемое под объектом, подлежащим охране.

7. Отклонение от методов и мер охраны, предусмотренных " Правилами" и " Указаниями" допускаются:

а) с разрешения управления округа Госгортехнадзора СССР, по представлению республиканских министерств, а также главков, комбинатов, горнорудных трестов и проектных организаций союзных и

союзно-республиканских министерств:

на площадях залегания угля и сланца по объектам, отнесенным правилами охраны сооружений ко П и ниже П категориям;

на площадях залегания других полезных ископаемых по следующим объектам: одно-двухэтажным жилым, культбытовым, общественным и промышленным зданиям и сооружениям, а также небольшим естественным и искусственным водоемам, балкам с постоянными водотоками, подъездным и местным железнодорожным путям, шоссейным дорогам, линиям электропередачи, вспомогательным стволам шахт и подземным камерам;

б) с разрешения Госгортехнадзора СССР, по представлению союзных и союзно- республиканских министерств и ведомств:

на площадях залегания угля и сланца - по объектам, отнесенным правилами охраны сооружений к I и выше I категориям;

на площадях залегания других полезных ископаемых - по объектам, не перечисленным в пункте 7 а, более важным по их значению.

8. Прорезывание предохранительных целиков подготовительными горными выработками, а также частичная или полная их выемка допускается только после получения разрешения в порядке, установленном в разделе Ш настоящей Инструкции.

9. Ответственность за правильность и своевременное оформление проекта мер охраны объектов, а также за правильность перенесения в натуру, прорезывания и выемки предохранительных целиков на действующих и строящихся горных предприятиях возлагается на главного инженера и главного маркшейдера горного предприятия.

Ответственность за правильность выбора, расчетов и своевременное утверждение мер охраны объектов при проектировании горных предприятий, а также при проектировании сооружений и населенных

пунктов на площадях залегания полезных ископаемых возлагается на главного инженера проекта и главного инженера проектной организации.

П. ПОРЯДОК УТВЕРЖДЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ, РАЗРАБОТАННЫХ В СООТВЕТСТВИИ С ДЕЙСТВУЮЩИМИ "ПРАВИЛАМИ" ИЛИ "УКАЗАНИЯМИ"

IO. Меры охраны объектов по проектируемым горным предприятиям, как составная часть общего проекта горного предприятия, подлежат согласованию с угольным комбинатом и отраслевым главным управлением соответствующего министерства и ведомства до утверждения проекта в целом.

При проектировании строительства сооружений и населенных пунктов на территории действующего горного предприятия, а также на площадях залегания неосвоенных месторождений полезных ископаемых согласование мер охраны этих сооружений производится после оформления в установленном порядке, разрешения на застройку указанных площадей в органах Госгортехнадзора СССР. Угольные комбинаты и отраслевые главные управления министерств и ведомств должны учитывать предложения по мерам охраны для проектируемых объектов, данные органами Госгортехнадзора СССР при согласовании площадок под застройку.

П р и м е ч а н и е. В случаях, когда проектирование горного предприятия или сооружения ведется по двум стадиям, согласование мер охраны объектов выполняется в стадии составления проектного задания. Если же проектирование ведется по трем стадиям, согласование в установленном порядке выполняется в стадии технического проекта.

II. В процессе производства горных работ меры охраны объектов, предусмотренные в техническом проекте (проектном задании), подлежат обязательному уточнению горным предприятием не позднее, чем за 6 месяцев до подхода очистными горными выработками к району их влияния на охраняемый объект (в том числе к оползневой зоне). Скорректированный или вновь составленный проект мер охраны представляется на утверждение треста, угольного комбината и отраслевого главного управления министерства и ведомства, соответственно п.I2.

При оставлении ранее составленного проекта мер охраны сооружений без изменений, этот проект также подлежит повторному утверждению соответственно п.I2.

I2. На площадях залегания угля и сланца меры охраны утверждаются:

по объектам, отнесенным "Правилами охраны сооружений" ко II и ниже II категориям, - угольными трестами;

по объектам, отнесенным к I и выше I категориям - угольными комбинатами, отраслевыми (производственными) главными управлениями.

На площадях залегания других полезных ископаемых, меры охраны по одно-двухэтажным жилым, культбытовым, общественным и промышленным зданиям и сооружениям, а также по небольшим естественным и искусственным водоемам, балкам с постоянными водотоками, подъездным и местным железнодорожным путям, шоссейным дорогам, линиям электропередачи, вспомогательным стволам шахт и подземным камерам утверждаются трестами;

по остальным, более важным объектам меры их охраны утверждаются отраслевыми главными управлениями горнодобывающих министерств и ведомств.

I3. Согласование (соответственно пп.6 и I0) и утверждение (соответственно пп.7 и II) проектируемых мер охраны производится по представлении проектирующей организацией или горным предприятием в двух экземплярах следующих материалов:

а) выкопировки с основного маркшейдерского плана в принятом масштабе, но не мельче I:2000, копии с проекции залежи на вертикальную плоскость для крутопадающих месторождений и выкопировки со сводного плана горных работ для месторождения, представленных группой сближенных залежей, с показанием на них горных выработок, охраняемых объектов и границ района влияния горных разработок на охраняемые объекты. Если мерой охраны объекта служит целик, то на выкопировках с плана должны быть указаны контуры проектируемого предохранительного целика, его размеры и количество запасов полезного ископаемого в нем. Для объектов вытянутой формы (трубопровод, дорога) масштаб плана допускается I:5000 - I:I0000;

б) геологических разрезов по месторождению в районе влияния горных работ на охраняемые объекты. Количество разрезов и их масштаб определяется в зависимости от характера месторождений. На разрезах должны быть указаны подробности, необходимые для понимания литологии, тектоники, формы и размеров месторождения в районе предохранительного целика;

в) расчетов предохранительного целика или зоны вредного влияния горных разработок;

г) объяснительной записки, в которой приводится: характеристика охраняемого объекта; описание геологического строения, тектоники и гидрогеологии месторождения; указание глубины и системы раз-

работки; обоснование выбранных мер охраны и принятых при расчете углов сдвижения горных пород; обоснование намечаемых конструктивных мероприятий для вновь проектируемых объектов;

д) справки о согласии с выбранными мерами охраны или мотивированного возражения от организации, эксплуатирующей охраняемый объект, если последний не принадлежит горному предприятию.

П р и м е ч а н и е. Указанная справка не требуется в случаях, когда мерой охраны объекта служит предохранительный целик, рассчитанный согласно "Правилам" или "Указаниям" по охране сооружений от вредного влияния горных разработок.

Все документы по расчетам и проектированию мер охраны подписываются для действующих горных предприятий главным инженером и главным маркшейдером горного предприятия, а для проектируемых горных предприятий и сооружений главным инженером проекта и руководителем проектирующей организации.

I4. Для объектов, охрана которых не была предусмотрена проектом горного предприятия, меры охраны проектируются и оформляются горным предприятием вновь в порядке, указанном в пп.II,I2,I3.

I5. Проекты мер охраны сооружений подлежат утверждению в тресте, угольном комбинате и отраслевом главном управлении (соответственно п.I2) того министерства (ведомства), которое разрабатывает полезное ископаемое, расположенное под намечаемыми объектами застройки.

I6. Проекты мер охраны рассматриваются и утверждаются в течение не более 20 дней, считая со дня получения всех материалов от организаций.

I7. Организация, утвердившая проект мер охраны, в I0-дневный срок со дня его утверждения, возвращает один его экземпляр органи-

зации, представившей этот проект на рассмотрение, с отметкой об утверждении на выкопировке с маркшейдерского плана, скрепленной подписью и печатью; второй экземпляр оформленного проекта хранится в делах организации, утвердившей этот проект.

18. При отказе в утверждении проекта мер охраны один экземпляр материалов возвращается организации с указанием причин отказа и перечня исправлений или дополнений, в случае их необходимости.

19. Рассмотрение проектов мер охраны объектов, эксплуатируемых посторонними для горного предприятия организациями, производится в установленном настоящей "Инструкцией" порядке, с участием представителя организации, эксплуатирующей эти объекты. При неявке представителя указанной организации рассмотрение проекта мер охраны не откладывается.

Решение сообщается заинтересованным организациям в 10-дневный срок.

20. Меры охраны объектов вступают в силу через 30 дней после их утверждения, если в течение указанного времени не поступит от заинтересованной организации протест против утвержденных мер охраны.

Протест направляется одновременно в организацию, вынесшую решение, и в ее вышестоящую организацию - угольный комбинат, отраслевое главное управление, министерство, Госгортехнадзор СССР, где он подлежит рассмотрению не позднее 10 дней после получения всех материалов. Организация, вынесшая решение, по получении протеста обязана в трехдневный срок направить соответствующие материалы по месту разбора протеста.

21. Рассмотрение протестов организаций по решениям о мерах охраны, вынесенным трестами, осуществляется угольными комбинатами и отраслевыми главными управлениями, а по решениям последних протесты рассматриваются соответствующим министерством.

При несогласии заинтересованных организаций с решениями министерства по проектам мер охраны окончательное решение по ним принимается, по представлению министерства или ведомства, Госгортехнадзором СССР и сообщается заинтересованным организациям не позднее 15 дней после получения всех материалов, включая заключение управления округа, которое подлежит выдаче организации, возбуждающей протест по решениям министерства.

По решениям управлений округов протесты рассматриваются Госгортехнадзором СССР.

22. Оформление окончательного решения, принятого после рассмотрения протеста по мерам охраны объектов, а также выдача заявителям одного экземпляра оформленных материалов, производит, в соответствии с п.17 настоящей инструкции, организация, на рассмотрение которой впервые был представлен проект мер охраны, в течение 10 дней после получения материалов от организации, вынесшей окончательное решение.

23. Руководство горного предприятия не менее чем за 6 месяцев до начала очистных горных работ в районе их влияния на охраняемый объект обязано известить об этом организацию, ответственную за сохранность и нормальную эксплуатацию этого объекта.

24. При выявлении в результате разведки и эксплуатации месторождений факторов, вызывающих необходимость повторного изменения

утвержденных мер охраны, главный инженер и главный маркшейдер горного предприятия обязаны установить соответствующие новые меры охраны и утвердить их в порядке, установленном настоящей "Инструкцией".

25. Предприятие обязано вести учет всех предохранительных целиков и закладки выработок в районе их влияния на охраняемые объекты. Учет ведется в книгах, форма которых приведена в приложениях 2 и 3.

Ш. ПОРЯДОК ВЫДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ В ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ ЦЕЛИКАХ

26. Разрешение на прорезывание подготовительными горными выработками предохранительных целиков, а также на ведение очистных работ в предохранительных целиках под объектами, надобность в охране которых миновала (ликвидированные шахтные стволы, шурфы, скважины, разрушенные здания и сооружения и т.п.), выдается трестом, угольным комбинатом, отраслевым главным управлением, соответственно объектам, по которым они утверждают меры охраны (см.п.12).

27. Разрешение на ведение очистных работ в пределах предохранительных целиков, в отступление от "Правил" и "Указаний" по охране сооружений, выдается Госгортехнадзором СССР и управлениями округов, соответственно п.7 настоящей "Инструкции", по представлении, не позднее чем за 2 месяца до начала очистных работ, материалов, перечисленных в п.28.

28. Для получения разрешения на прорезывание предохранительного целика выработками горное предприятие обязано, не менее чем

за два месяца до начала горных работ в предохранительном целике, представить в свою вышестоящую организацию в 2 экземплярах проект ведения горных работ в предохранительном целике, составленный на выкопировке с основного маркшейдерского плана в масштабе не мельче I:2000, с приложением к нему соответствующей объяснительной записки.

На выкопировке с маркшейдерского плана показываются существующие горные выработки, контуры предохранительного целика, проектируемые к проходке выработки, их размеры; в объяснительной записке дается характеристика геологических условий, указывается способ прохождения, крепления и закладки выработок, срок их службы и назначение.

29. Порядок рассмотрения и утверждения проекта прорезывания предохранительного целика, его частичной или полной отработки, сроки и порядок оформления разрешения и порядок обжалования решений по этим вопросам остаются такими же, какие установлены в настоящей "Инструкции" для утверждения мер охраны объектов.

Не требуется оформления разрешения на прорезывание предохранительного целика подготовительными горными выработками, предусмотренными утвержденным проектом строительства горного предприятия, при условии, что прорезывание целика этими же выработками было согласовано в порядке, предусмотренном п.IO настоящей "Инструкции".

Выработки, прорезывающие предохранительные целики, по миновании надобности в них, подлежат тщательной закладке породами, не склонными к самовозгоранию. В отдельных случаях, с разрешения угольного комбината и отраслевого главного управления, выработки в пределах предохранительных целиков могут не закладываться.

П р и м е ч а н и е. При прорезывании предохранительного целика горно-подготовительной или горно-капитальной выработкой, при которой сохраняется устойчивость всей толщи покрывающих горных пород, допускается замена предусмотренной в п.13 справки письменным подтверждением организации, эксплуатирующей охраняемый объект, об ознакомлении с проектом прорезывающей целик выработки.

30. Главный маркшейдер горного предприятия обязан вести систематический контроль за соответствием утвержденному проекту размеров и крепления выработок, проходимых в предохранительных целиках, а также за тщательностью закладки погашаемых выработок.

Результаты контроля вносятся в особый журнал (приложение 4) и сообщаются гл.инженеру предприятия под его расписку в журнале.

31. По минованию надобности в предохранительном целике горное предприятие обязано отработать в нем полезное ископаемое, если это целесообразно по технико-экономическим условиям.

Не менее чем за 6 месяцев до начала очистных горных работ в предохранительных целиках горное предприятие обязано предупредить об этом организации, ответственные за сохранность и нормальную эксплуатацию объектов, намеченных к подработке.

Для получения разрешения на отработку полезного ископаемого из предохранительного целика предприятие обязано не менее чем за два месяца до начала очистных работ в целике представить в свою вышестоящую организацию (см.п.26) в двух экземплярах заявление о выдаче разрешения на отработку целика, с приложением документов, перечисленных в п.28 настоящей "Инструкции".

В объяснительной записке должна быть доказана нецелесообразность дальнейшей охраны объекта при помощи целика, указаны способы, сроки и порядок его выемки, а также намечаемые мероприятия

по безопасности горных работ при выемке целика.

Примечание. Порядок ведения горных работ в пределах барьерных целиков, оставленных в целях предотвращения прорыва воды по скважинам из водоносных горизонтов, а также прорыва воды и газа из ранее пройденных и затопленных выработок, устанавливается и утверждается в соответствии с требованиями Правил безопасности, утвержденных для министерства или ведомства.

IУ. Наблюдения за охраняемыми объектами

32. Для определения степени эффективности принятых мер охраны и для предупреждения заинтересованных ответственных лиц и организаций о появлении деформаций в охраняемых объектах за ними устанавливаются систематические наблюдения на всех горных предприятиях.

Инструментальные наблюдения должны производиться горными предприятиями в соответствии с требованиями специальной инструкции по производству наблюдений за сдвижением земной поверхности под влиянием горных работ.

Одновременно с проведением инструментальных наблюдений необходимо выявлять , тщательно замерять и детально описывать деформации (трещины, перекосы и т.п.) в охраняемых сооружениях.

Тщательному наблюдению подлежат также объекты и предохранительные целики на карьерах.

33. Предприятия освобождаются от ведения наблюдений за охраняемыми объектами только с разрешения угольного комбината и отраслевого главного управления.

34. Органы Госгортехнадзора СССР осуществляют систематический контроль за правильностью утверждения трестами, угольными комбинатами и отраслевыми главными управлениями министерств и ведомств мероприятий по охране сооружений и природных объектов от вредного влияния горных разработок и за своевременным выполнением этих мероприятий.

Приложение3.

Горнотехнические мероприятия по защите эксплуатируемых зданий и сооружений.

1. К горнотехническим мероприятиям, уменьшающим деформации подрабатываемых земной поверхности, зданий и сооружений, относятся:

а) рациональное расположение горных работ, обеспечивающее уменьшение ожидаемых деформаций в подрабатываемых сооружениях или взаимную компенсацию деформаций от влияния нескольких выработок, проводимых в одном, двух и более пластах;

б) неполная (частичная) отработка угольных пластов по площади или по мощности;

в) применение полной или частичной закладки выработанного пространства материалами, доставляемыми извне области влияния горных работ на охраняемые здания и сооружения.

2. Рациональное расположение горных работ при полной выемке угольных пластов включает:

а) обеспечение безостановочной отработки угольных пластов под сооружениями с наибольшей скоростью подвигания очистных забоев;

б) обеспечение наивыгоднейшего расположения подрабатываемых сооружений в мульде сдвижения;

в) применение гармонического метода отработки угольных пластов.

3. Наивыгоднейшим расположением очистной выработки (лавы) относительно подрабатываемого объекта является такое, когда в районе расположения объекта образуется плоское дно мульды, в пределах которого после прохождения очистных работ остаточные деформации земной поверхности становятся менее критических значений или практически равны нулю.

Минимальная длина в плоскости пластов одной или нескольких очистных выработок для выполнения указанного условия определяется из следующих выражений (рис.24):

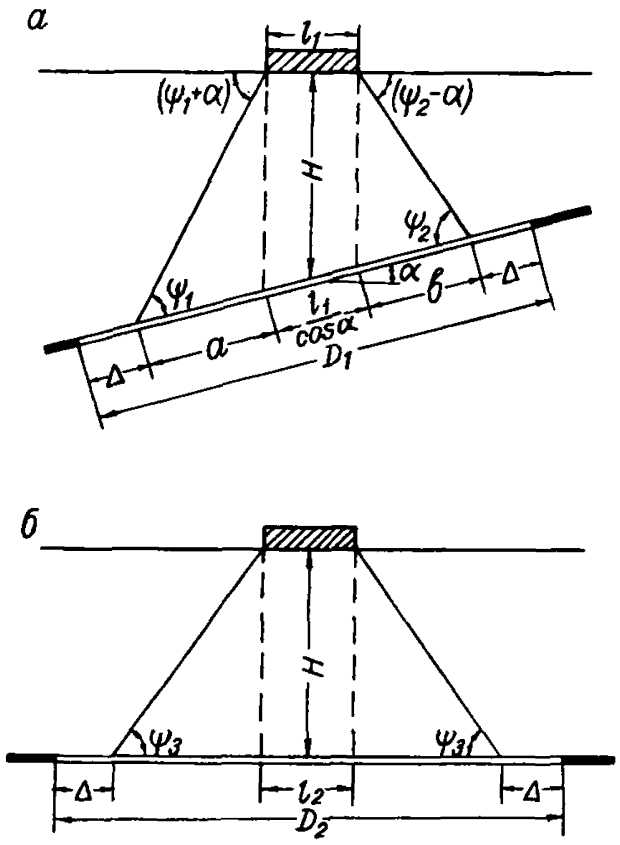


Рис. 24. Схема определения общей длины фронта работ, необходимого для образования под сооружением плоского дна в мульде сдвижения

а – вкрест простирания, б – по простиранию

а) вкрест простирания

$$D_1 = a + b + \frac{l_1}{\cos\alpha} + 2\Delta ; \qquad (3\text{-}1)$$

б) по простиранию

$$D_2 = 2H \cdot ctg\,\psi_3 + l_2 + 2\Delta , \qquad (3\text{-}2)$$

где: D_1, D_2 - необходимые длины фронта очистных работ соответственно по падению и простиранию, м;

a - расстояние от проекции края подрабатываемого объекта на плоскость пласта до нижней границы очистных работ, м.

b - то же, до верхней границы очистных работ, м;

l_1 - размеры подрабатываемого объекта вкрест простирания, м;

Δ - линейная погрешность в определении углов полных сдвижений, м

H - средняя глубина разработки, м;

l_2 - размеры подрабатываемого объекта по простиранию, м;

α - угол падения пласта.

Численные значения величин a , b , Δ определяются из выражений:

$$a = \frac{(H + 0{,}5\, l_1 \cdot tg\alpha) \cdot \cos(\psi_1 + \alpha)}{\sin\psi_1} ; \qquad (3\text{-}3)$$

$$b = \frac{(H - 0{,}5\, l_2 \cdot tg\alpha) \cdot \cos(\psi_2 - \alpha)}{\sin\psi_2} ; \qquad (3\text{-}4)$$

$$\Delta = 0{,}1\, H , \qquad (3\text{-}5)$$

где: ψ_1 , ψ_2 , ψ_3 - углы полных сдвижений, определяемые по формулам (6-3) приложения 6

4. При большой (свыше 300 м) глубине разработки обеспечение необходимой одновременно действующей длины линии очистного забоя для образования в пределах сооружения плоского дна в мульде сдвижения по ряду технических причин (в частности по условиям проветривания) становится затруднительным.

В этом случае горные работы вкрест простирания рекомендуется планировать согласно схеме, изображенной на рис.25, т.е.

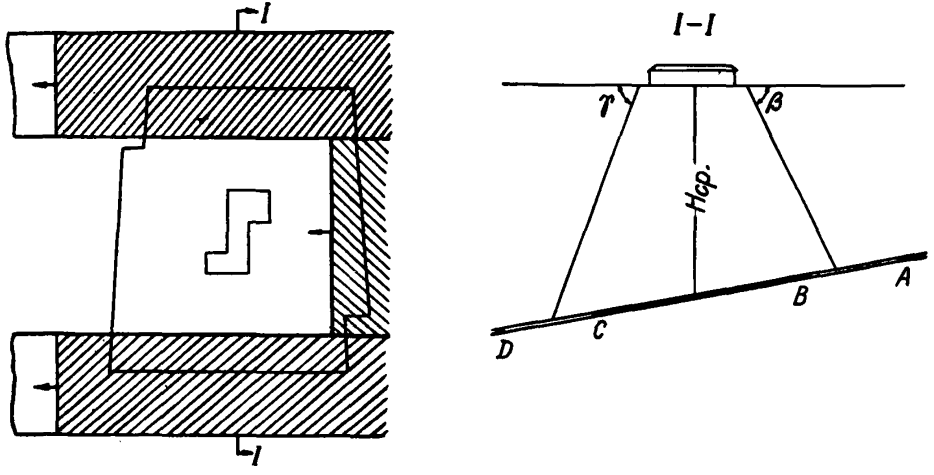


Рис. 25. Схема планирования горных работ в предохранительных целиках при большой (свыше 300 м) глубине разработки

предусматривать отработку предохранительного целика в два этапа: сначала отработать участки АВ и СД со стороны восстания и падения, а затем с максимальной скоростью подвигания забоя очистных работ произвести выемку угля остающейся части предохранительного целика на участке ВС.

Длины лав при отработке краевых зон предохранительного целика (участки АВ и СД) и размеры отрезаемых участков целика выбираются с таким расчетом, чтобы деформации земной поверхности от влияния их выемки не превысили допустимых значений, выбираемых в каждом конкретном случае по технико-экономическим соображениям и принимаемых по показателю суммарных деформаций $\Delta\ell'$ (табл. 3-4 Правил).

Расчет деформаций земной поверхности при принятых вариантах отработки целика производится по приложению 6.

5. Границы очистной выработки должны быть запланированы из расчета, чтобы здания и сооружения, ориентированные длинной стороной вкрест простирания пласта или близко к нему, оказались бы расположенными (рис.26а) в средней части мульды сдвижения, вблизи главного сечения по простиранию.

При ориентировании зданий и сооружений значительной протяженности длинными осями по простиранию и отработке пласта без околоштрековых целиков наиболее целесообразно располагать их при односторонней выемке- на краю мульды сдвижения (рис. 26б).

6. Выемку угля под отдельно стоящими зданиями и сооружениями рекомендуется проводить двумя одновременно расходящимися забоями от разрезной печи, пройденной под серединой охраняемого объекта. Этот метод целесообразно применять для зданий, расположенных длинной осью вкрест простирания, если они могут хорошо воспринимать сжимающие напряжения.

7. Гармонический метод отработки угольных пластов предусматривает такое относительное расположение очистных выработок, при котором

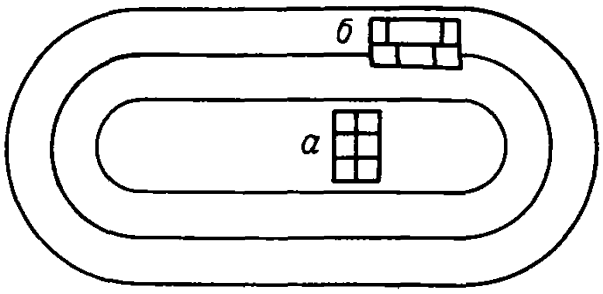


Рис. 26. Рекомендуемое расположение зданий в мульде сдвижения при неполной подработке земной поверхности

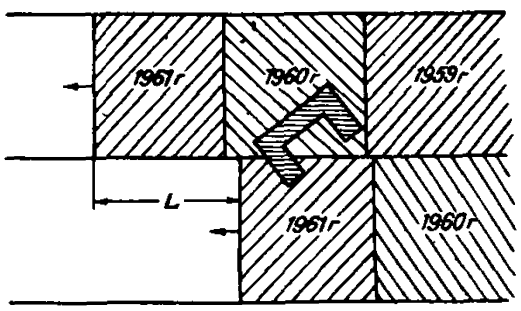


Рис. 27. Расположение очистных выработок, обеспечивающих компенсацию деформаций на участке сооружения, при выемке одиночного пласта

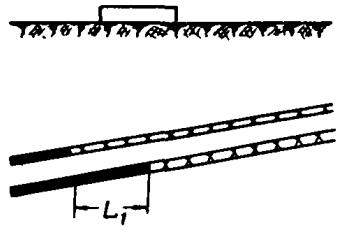


Рис. 28. Схема определения наивыгоднейшего, по условиям компенсаций деформаций, расположения очистных выработок при одновременной разработке свиты угольных пластов

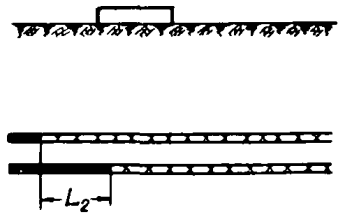


Рис. 29. Схема определения наивыгоднейшего, по условиям компенсаций деформаций, расположения очистных выработок при одновременной разработке свиты угольных пластов по простиранию

деформации земной поверхности на участке подрабатываемых зданий и сооружений взаимно частично или полностью компенсируются.

Этот способ наиболее эффективен при разработке свиты угольных пластов, но может быть применим также при выемке одного пласта. В последнем случае возможно осуществить частичную компенсацию деформаций земной поверхности путём расположения очистных забоев уступами (рис 27).

8. При одновременной разработке свиты угольных пластов компенсация деформаций земной поверхности достигается за счёт надлежащего опережения забоев очистных работ в одновременно разрабатываемых пластах вкрест простирания (L_1) и по простиранию (L_2) (рис. 28,29)

Оптимальное расстояние между забоями в одновременно разрабатываемых лавах по условию наибольшей компенсации деформаций земной поверхности определяется на основании расчета по приложению 6.

9. При невозможности осуществить защиту зданий и сооружений с помощью лишь рационального расположения горных работ в комплексе с конструктивными строительными мероприятиями, рекомендуется применение горнотехнических мероприятий, предусматривающих частичную выемку угля под сооружениями, а именно:

а) Отработка пласта на неполную мощность, определяемую в зависимости от допустимых деформаций для подрабатываемого здания или сооружения.

При отработке пласта на рассматриваемом участке с полным обрушением кровли максимальная расчётная вынимаемая мощность пласта m_p определяется из выражения:

$$m_p = \frac{m_в \cdot \Delta l'}{\Delta l'_в}, \qquad (3\text{–}8)$$

где: $m_в$ – полная вынимаемая мощность пласта;

$\Delta l'_в$ – показатель ожидаемых суммарных деформаций подрабатываемого здания при выемке пласта на полную мощность $m_в$, определяемый по формуле (2) из § 19 Правил.

$\Delta l'$ – показатель суммарных деформаций, выбираемый по табл. 3-4 "Правил" в зависимости от допустимых для данного здания или сооружения повреждений.

б) Оставление предохранительных целиков по отдельным пластам свиты, содержащим менее качественные угли, или по пластам, разработка которых осложнена по горногеологическим причинам или по условиям безопасности.

в) Разработка пластов малой и средней мощности с длиной лав и надлежащими размерами целиков между ними, выбираемых такими, при которых на земной поверхности возникнут допустимые деформации для подрабатываемого сооружения. Задача решается методом последовательного приближения. Подсчитываются величины деформаций ε и R в соответствии с приложением 6, а затем определяется показатель суммарных деформаций $\Delta l'$ по формуле (2) § I9, который сравнивается с допустимыми для данного сооружения. В случае необходимости изменяются соответствующим образом длина лавы и размеры межлавных целиков и производится новый расчет деформаций и т.д.

I0. Полная закладка выработанного пространства с целью уменьшения сдвижения земной поверхности является эффективной мерой защиты. При выемке пластов угля с применением полной закладки деформации земной поверхности определяются с учетом ее уплотнения. Расчетная мощность пласта (m_p) определяется из выражения:

$$m_p = m_в \cdot q_1 ,$$

где $m_в$ – вынимаемая мощность пласта;

q_1 – коэффициент, характеризующий степень уплотнения закладки, определяемый из опытных данных. При отсутствии таких данных рекомендуется принимать q_1 ориентировочно по табл.I3[а].

Таблица I3[а]

Виды закладки	q_1
Гидравлическая закладка	0,05-0,I5
Пневматическая закладка	0,36-0,40
Самотечная закладка при крутом падении породой в крупных кусках	0,35-0,40

Приложение 4

КОНСТРУКТИВНЫЕ МЕРЫ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ С ЖЕСТКОЙ КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМОЙ И САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ КОММУНИКАЦИЙ

А. Основные положения

I. Конструктивные меры защиты зданий и сооружений от влияния горных разработок должны назначаться в соответствии с величинами расчетных сдвижений и деформации земной поверхности, с учетом технического состояния несущих конструкций зданий и сооружений (до подработки).

2. Расчетные сдвижения и деформации земной поверхности определяются как произведение величин ожидаемых сдвижений и деформаций земной поверхности на соответствующие коэффициенты перегрузки n , определяемые по табл. I4. Ожидаемые сдвижения и деформации рассчитываются в соответствии с приложением 6.

При расчете зданий и сооружений расчетные деформации земной поверхности должны приниматься с коэффициентами условий работы m, определяемыми по табл.I4.

Таблица I4

Значения коэффициентов перегрузки

№№ пп	Деформации	Коэффициенты перегрузки Обозначения	Величины
I	Оседания	n_t	I,20
2	Наклоны	n_i	I,40
3	Кривизна	n_k	I,80
4	Горизонтальные сдвижения	n_ξ	I,20
5	Относительные горизонтальные деформации	n_ε	I,40

Значения коэффициентов условий работы

Таблица I4 а

№№ пп	Деформации	Обозначения.	При длине(ширине)здания сооружения(отсека) в м		
			менее 15м	15-30 м	более 30 м
I	Наклоны	m_i	1,00	0,85	0,70
2	Кривизна	m_k	1,00	0,70	0,55
3	Горизонтальные деформации(растяжения, сжатия)	m_ε	I,00	0,85	0,70

3. Вопрос о необходимости применения мер защиты зданий и сооружений от влияния горных работ должен решаться на основании статического и технико-экономического расчетов или с помощью определенных критериев, устанавливающих предельные условия, при которых допустима подработка, т.е. обеспечивается прочность, устойчивость и возможность эксплуатации зданий (сооружений). При этом не исключается возможность появления небольших повреждений в несущих конструкциях.

4. Воздействия, вызываемые сдвижениями и деформациями земной поверхности, относятся к числу особых по СНиП II-А II-62 " Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования". При расчете конструкций зданий (сооружений), величины расчетных усилий, вызываемых сдвижениями и деформациями земной поверхности и другими кратковременными нагрузками (СНиП II-А II-62), должны приниматься с коэффициентом 0,8.

5. Предельные условия подработки должны определяться в зависимости от конструктивных особенностей здания (сооружения) и расчетного значения тех сдвижений и деформаций земной поверхности, которые оказывают наибольшее влияние на величину дополни-

тельных усилий в несущих конструкциях или на условия, определяющие устойчивость и возможность эксплуатации здания (сооружения).

6. Вопрос о необходимости применения мер защиты для зданий с жесткой конструктивной схемой (**приложение** 5) определяется в зависимости от габаритов здания, расчетных значений радиуса кривизны R и относительной горизонтальной деформации ε земной поверхности.

Б. Конструктивные меры защиты от искривления земной поверхности

7. Для **защиты** зданий с жесткой конструктивной схемой от искривления земной поверхности могут применяться (раздельно или совместно) следующие конструктивные меры защиты:

а) **разделение** на отсеки с помощью деформационных швов;

б) усиление стен с помощью стальных тяжей и железобетонных поясов;

в) анкеровка в стены концов балок перекрытий;

г) обеспечение надежности опирания элементов перекрытий (покрытий);

д) применение переносных домкратов для регулирования положения надземной части здания в вертикальной плоскости.

8.Назначение основных конструктивных мер защиты зданий от искривления земной поверхности производится по графикам (рис.30-35) в зависимости от габаритов здания (его длины, ширины и высоты) и расчетного значения радиуса кривизны R .

Если здание имеет такие размеры, что точка,соответствующая его габаритам, расположена левее **или ниже кривой М графика** (рис.30-35), то применение конструктивных мер защиты не требуется

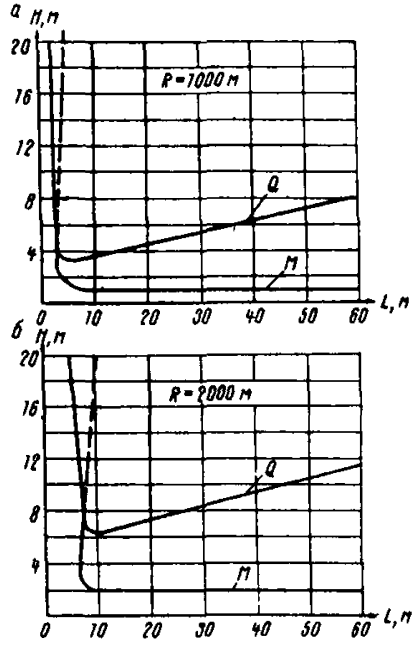


Рис. 30. Допустимые габариты подрабатываемых зданий при расчетных радиусах кривизны земной поверхности 1000 м (а) и 2000 м (б)

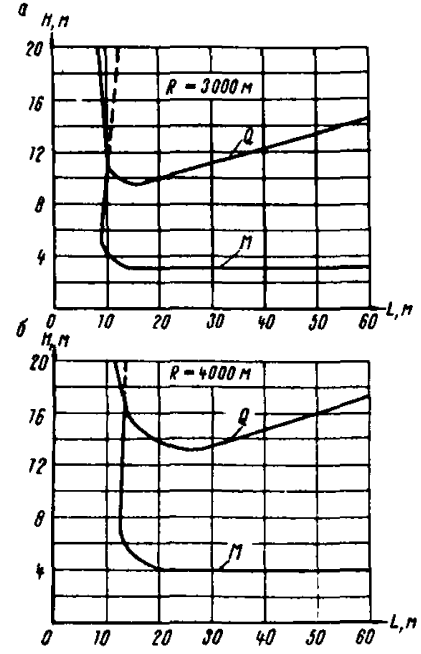


Рис. 31. Допустимые габариты подрабатываемых зданий при расчетных радиусах кривизны земной поверхности 3000 м (а) и 4000 м (б)

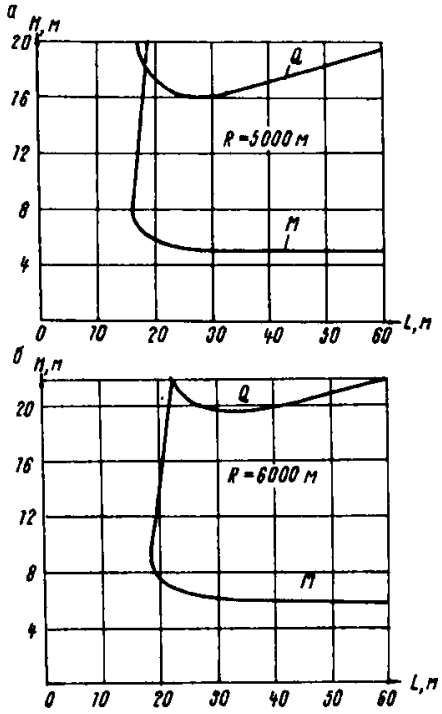


Рис.32. Допустимые габариты подрабатываемых зданий при расчетных радиусах кривизны земной поверхности 5000 м (а) и 6000 м (б)

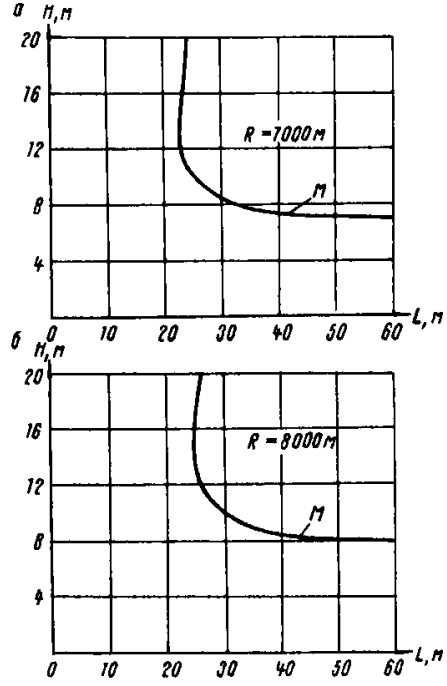


Рис. 33. Допустимые габариты подрабатываемых зданий при расчетных радиусах кривизны земной поверхности 7000 м (а) и 8000 м (б)

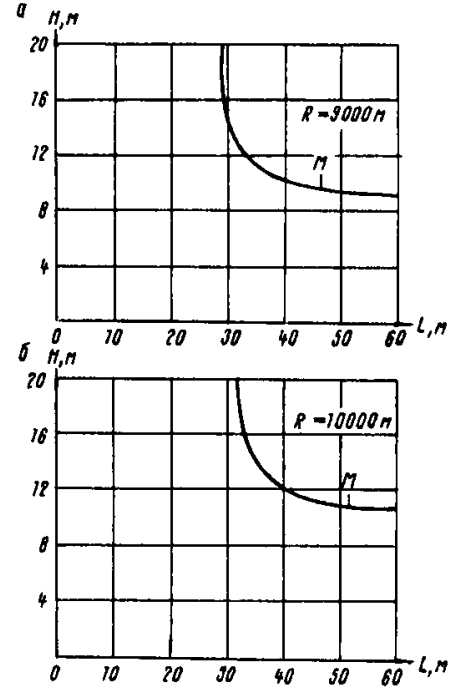


Рис. 34. Допустимые габариты подрабатываемых зданий при расчетных радиусах кривизны земной поверхности 9000 м (м) и 10000 м (б)

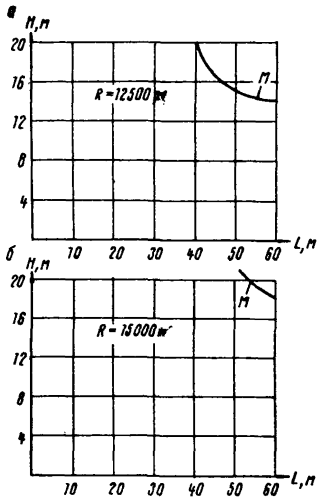


Рис. 35. Допустимые габариты подрабатываемых зданий при расчетных радиусах кривизны земной поверхности 12000 м (а) и 15000 м (б)

Если здание имеет такие размеры, что точка, соответствующая его габаритам, расположена выше кривой Q графика, то в этом случае рекомендуется произвести разрезку здания на отсеки, таким образом, чтобы габариты каждого из отсеков соответствовали точкам, расположенным ниже кривой Q.

Если здание (отсек) имеет такие размеры, что точка, соответствующая его габаритам, расположена между кривыми M и Q, то в этом случае рекомендуется произвести усиление стен с помощью стальных тяжей.

9. Деформационные швы рекомендуется располагать рядом с поперечными сквозными стенами (рис.36) и устраивать в одной вертикальной плоскости.

10. Если разрезка здания на отсеки требуется только по условию расположения его в зоне с кривизной выпуклости, то никакие требования к ширине деформационного шва не предъявляются и можно ограничиться частичным ослаблением конструкций в местах разрезки.

11. Если разрезка здания на отсеки необходима по условию расположения его в зоне с кривизной вогнутости, то ширина деформационного шва a в стенах должна удовлетворять условию:

$$a \geq m_K \cdot \frac{H_0}{R} \cdot \frac{\ell_1 + \ell_2}{2}, \qquad (4\text{-}1)$$

где: R - расчетный радиус кривизны земной поверхности в зоне сжатий;

ℓ_1, ℓ_2 - длины отсеков, примыкающих к деформационному шву;

H_0 - высота стены(от верхнего обреза фундамента до верха карниза) более низкого из примыкающих ко шву отсеков.

I2. Если разрезка здания на отсеки необходима как по условию защиты от искривления земной поверхности, так и по условию защиты от горизонтальных деформаций сжатия, то ширина деформационного шва a в стенах должна удовлетворять условию:

$$a \geq \left(m_\varepsilon \cdot \varepsilon + \frac{m_K \cdot H}{R}\right) \frac{l_1 + l_2}{2}, \qquad (4\text{-}2)$$

где: ε - расчетное значение относительной горизонтальной деформации сжатия;

H - высота стены более низкого из примыкающих ко шву отсеков, измеряется от подошвы фундаментов до верха карниза.

I3. При разрезке здания деформационным швом (швами) необходимо принять меры по обеспечению пространственной жесткости каждого отсека и поддержанию перекрытий в местах разрезки (например, установка дополнительных связей или распорок между стенами, установка колонн под перекрытие у шва и т.д.

I4. Тяжи для усиления стен должны устраиваться из пластичных сталей с предварительным натяжением, обеспечивающим надежное обжатие кладки до подработки.

I5. Стальные тяжи следует устраивать в уровне чердачного перекрытия (карнизный пояс) и в уровне цоколя (цокольный пояс). Для зданий высотою более 2-х этажей тяжи должны устраиваться также в уровне междуэтажного перекрытия верхнего этажа (рис. 37)

I6. При необходимости установки тяжей с большим поперечным сечением в уровне цокольного пояса допускается замена их замкнутым железобетонным поясом, устраиваемым с внешней стороны стен по периметру здания (отсека), опирающемся на верхний обрез фундамента.

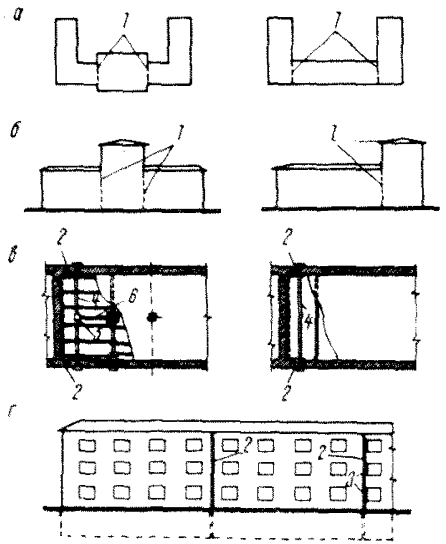


Рис. 36. Схема устройства деформационных швов

а – рекомендуемые места расположения швов в плане,
б – швы в разновысотных зданиях,
в – схема устройства металлической колонны,
г – варианты устройства шва по фасаду здания:
1– места швов, 2– шов в стене, 3– временная кирпичная кладка, 4– замыкающая балка, прогон, (распорка, связь), 5– дополнительная колонна, 6– связь колонны.

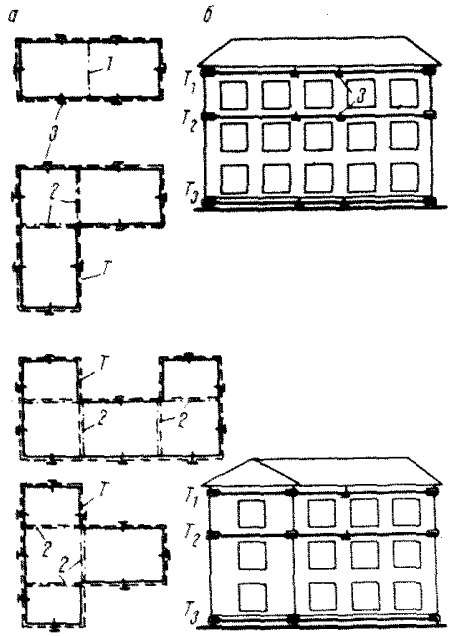


Рис. 37. Схема устройства тяжей без разрезки здания на отсеки

а – схемы тяжей в плане,
б – схемы тяжей на фасадах,
$Т_1$ – тяжи в уровне карниза,
$Т_2$ – тяжи в уровне перекрытий,
$Т_3$ – тяжи в уровне цоколя,
1– дополнительные поперечные связи, 2– дополнительные распорки-связи, 3– костыли для фиксирования тяжей.

I7. Тяжи или железобетонные пояса должны устраиваться по всем наружным стенам здания (отсека), а также внутренним сквозным продольным стенам.

I8. Сечение тяжей (и арматуры железобетонного пояса) разрешается определять из условия равнопрочности их и соответствующего пояса кладки наружной стены при расчете на растяжение. При этом усилие N , передаваемое тяжам (арматуре пояса), определится формулой:

$$N = \alpha \cdot h_н \cdot m_к \cdot R_{р.и} , \qquad (4-3)$$

где: α - толщина усиливаемой стены(в месте усиления)

$h_н$ - высота сечения кладки в усиливаемом поясе;

$R_{р.и}$ - расчетное сопротивление кладки растяжению при изгибе по перевязанному сечению по СНиП П-В.2-62.

I9. В случае недостаточной величины опирания элементов покрытия (перекрытия) необходимо применить конструктивные меры для обеспечения надежности их опирания (рис. 38).

20. **В некоторых случаях, например, для защиты монументальных** зданий, допускается осуществлять защиту здания путем установки его на домкраты после подводки обвязочных балок (рис.39).

В. Конструктивные меры защиты от горизонтальных деформаций земной поверхности

2I. Для зданий с жесткой конструктивной схемой могут **применяться раздельно или совместно следующие конструктивные** меры защиты их от влияния горизонтальных деформаций земной поверхности:

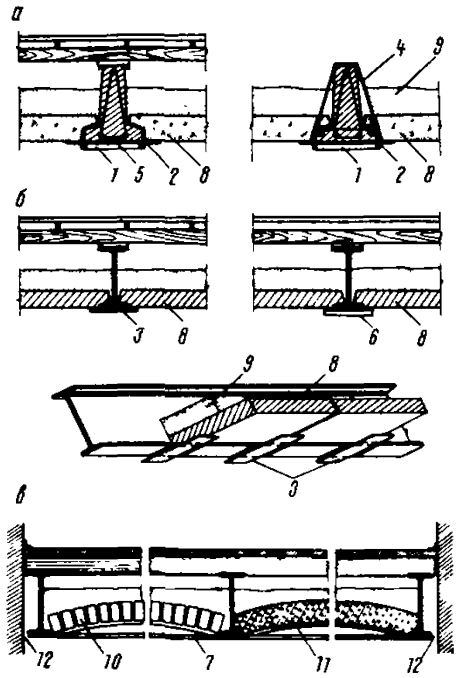


Рис. 38. Схема увеличения опор сборных элементов перекрытий

а – шлакобетонный накат по железобетонным балкам,

б – железобетонные плиты по металлическим балкам,

1– поперечный уголок, 2– продольный уголок, 3– коротыши из полосовой стали, 4– хомуты из арматуры 8–10 мм (в швах через 2–3 плиты) для чердачного перекрытия, 5– коротыши из полосовой стали, 6– уголок, 7– тяжи из круглой стали, 8– накат, 9– засыпка, 10– кирпичный свод, 11– бетонный свод, 12– место ожидаемых деформаций перекрытий.

а) разделение зданий на отсеки с помощью деформационных швов;

б) устройство компенсационных траншей;

в) устройство железобетонных поясов в уровне пола подвала или цоколя;

г) устройство гибкой железобетонной плиты в уровне пола, подвала или цоколя;

д) усиление колонн;

е) введение связей между колоннами и стенами.

22. Разделение зданий на ленточных фундаментах на отсеки (по условию защиты от горизонтальных деформаций земной поверхности) рекомендуется производить в зависимости от величины показателя $m_\varepsilon \cdot \varepsilon \cdot l$.

Расчетное значение показателя $m_\varepsilon \cdot \varepsilon \cdot l$, при котором не требуется разрезка здания на отсеки или принятие других, заменяющих ее мер защиты, не должно превышать предельных значений $[m_\varepsilon \cdot \varepsilon \cdot l]$, приведенных в таблице I5.

Таблица I5

Предельные значения показателя

№№ пп	Виды грунтов	Значения $[m_\varepsilon \cdot \varepsilon \cdot l]$ в мм для зданий	
		обычных	монументальных
I	Глинистые	I40	70
2	Песчаные	200	I00

23. Разрезку здания на отсеки по условию защиты от горизонтальных деформаций земной поверхности следует производить по всей высоте стен, включая фундаменты.

24. При необходимости разрезки здания на отсеки из условия расположения его в зоне сжатий, ширина деформационного шва в

фундаментах a должна удовлетворять условию:

$$a \geqslant \varepsilon \frac{l_1 + l_2}{2}, \qquad (4\text{-}4)$$

где буквенные обозначения те же,что и в формулах (4-I);(4-2).

25. Если здание расположено в зоне сжатия, то для защиты его от воздействия горизонтальных деформаций рекомендуется устройство компенсационных траншей.Устройство компенсационных траншей особенно эффективно для зданий с подвалами и глубоким заложением фундаментов. Траншеи должны устраиваться у стен, пересекающих под углом более 30^0 направление действия максимальных горизонтальных деформаций сжатия (рис.40а). Траншеи должны быть отрыты на I5-20 м ниже подошвы фундаментов, засыпаны крупным шлаком или другим легко сжимаемым материалом и защищены от проникновения воды (рис.40б).

При устройстве компенсационных траншей в малосвязных грунтах необходимо обеспечить устойчивость их стен креплением из дерева, кирпича или железобетонных плит.

26. Если разрезка здания на короткие отсеки (по условию защиты от горизонтальных деформаций земной поверхности) нежелательна или недопустима (например, для монументальных зданий) рекомендуется устройство гибких железобетонных поясов или плит в уровне пола подвала (рис.42 ,41) или перекрытия над ним, рассчитанных на восприятие усилий, вызванных горизонтальными деформациями.

Устройство гибких железобетонных плит может быть рекомендовано только для монументальных зданий в тех случаях, когда требуется защита их стен от горизонтальных деформаций растяжения и сжатия, направленных как по длине, так и поперек стен.

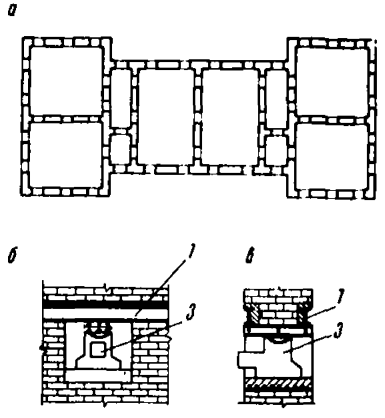


Рис. 39. Схема установки зданий на домкраты

а - план здания, б - детали установки домкратов (вид спереди), в - разрез по гнезду для домкратов.
1- вариант с металлической обвязочной балкой.

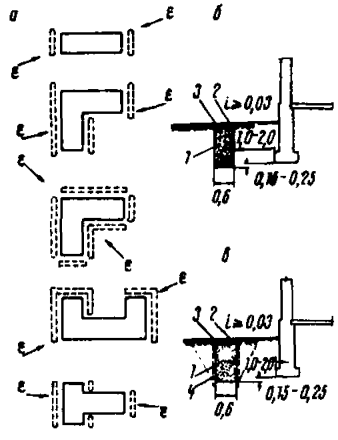


Рис. 40. Компенсационные траншеи

а - схемы отрывки компенсационных траншей в зависимости от направления горизонтальных деформаций земной поверхности, б, в - поперечные разрезы по траншеям, 1- шлаковая засыпка, 2- глиняный замок, 3- железобетонная дорожная плита (укладывается в местах пересечения пешеходных и транспортных дорожек), 4- временное крепление до засыпки, 5- отмостка.

Гибкие железобетонные пояса и плиты должны быть надежно связаны с кладкой стен с помощью анкеров (рис. 41в;42в,г), размер которых определяется расчетом кладки на смятие как обжимного элемента.

27. Несущие колонны под влиянием горизонтальных деформаций основания могут перемещаться вместе с грунтом.

Допустимое смещение низа кирпичной колонны из условия ее прочности, не вызывающее необходимости устройства распорок, определяется приближенно по формуле:

$$\delta_д = 12,8\ \frac{m}{\alpha}\left(\frac{0,5-0,25\ \varphi^{\frac{3}{2}}}{\varphi^{\frac{7}{2}}}\right)\frac{H^2}{d}, \qquad (4\text{-}5)$$

где: H - высота колонны;

m - коэффициент условий работы колонны. При площади сечения колонны меньше 0,3 м^2 m =0,8, в остальных случаях m =I;

α - упругая характеристика кладки по СН и П-П-В-2-62;

φ - коэффициент продольного изгиба;

d - размер сечения колонны в направлении, параллельном направлению горизонтального смещения.

28. Конструкция перекрытия над подвалом, а при отсутствии подвала- над первым этажем, должны быть проверены на горизонтальные силы, возникающие под влиянием перемещения низа колонн.

Величина усилия от одной колонны при предельном перемещении низа колонны определяется по формуле:

$$T = \frac{(1-0,5\varphi^{\frac{3}{2}})\alpha - \delta_д}{H} N_ц, \qquad (4\text{-}6)$$

где: $N_ц$ - расчетная несущая способность колонны при центральном сжатии; остальные обозначения- по формуле (4-5).

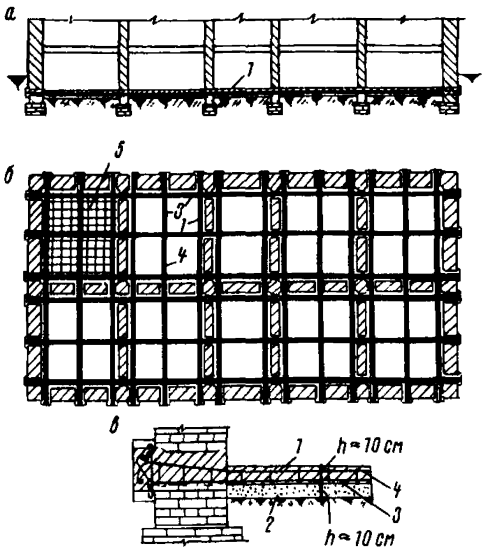


Рис. 41. Схема железобетонной плиты по грунту

а - разрез, б - план, в - схема анкерения основных рабочих стержней плиты в наружной стене.

1- железобетонная плита h = 10-12 см, 2- песочная подушка, 3 и 4- верхняя и нижняя рабочая арматура плиты, 5- верхняя и нижняя арматурная сетка.

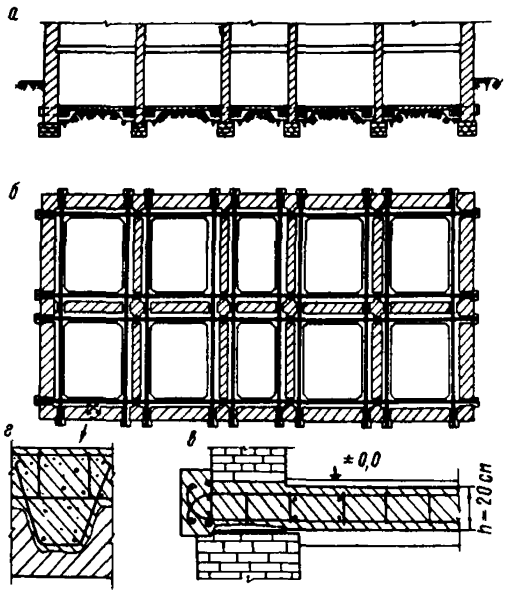


Рис. 42. Устройство внутренних железобетонных поясов

а - разрез, б - план, в - узел с заделкой арматурных стержней в наружной стене, г - деталь дополнительной анкеровки поясов со стеной (в плане)

ПРИМЕЧАНИЯ: I. Горизонтальные усилия, действующие на перекрытия, должны суммироваться от половины общего количества колонн.

2. Если несущей способности перекрытия на суммарные усилия недостаточно, то в уровне этого перекрытия должны устанавливаться распорки-связи.

29. Если ожидаемые перемещения низа колонн превышают $\delta_д$ или прочность конструкции перекрытия над подвалом (над первым этажом- при отсутствии подвала) недостаточна для восприятия горизонтальных усилий ΣT от перемещения колонн, то для защиты от горизонтальных деформаций кирпичных колонн должны применяться распорки- связи.

Распорки- связи могут устанавливаться по двум схемам:

а) в горизонтальной плоскости - над полом подвала или в уровне пола первого этажа - при отсутствии подвала (рис.43);

б) в вертикальной плоскости в пределах подвала или первого этажа (рис.44);

30. Распорки- связи между кирпичными колоннами рассчитываются на суммарную силу, вызванную силой трения по подошве фундаментов, силой сцепления по боковым поверхностям фундаментов или пассивного давления грунта.

Усилие от одной колонны, передающееся на распорку-связь, определяется по формуле:

$$P = 100\varepsilon\left[N \cdot tg\mu + SF \cdot \frac{1}{2}\gamma \cdot tg^2\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right) \cdot \sum\left(h_н^2 - h_в^2\right) \cdot \ell\right]; \qquad (4\text{-}7)$$

где: N - нормативная вертикальная нагрузка в уровне подошвы фундамента колонны;

$h_н, h_в$ - расстояние от поверхности земли до низа и верха каждой ступени столбчатого фундамента (рис. 43);

$tg\mu$ - коэффициент трения фундамента по грунту (табл. I6);

b - ширина фундамента или ступени;

S - удельное сцепление грунта с поверхностью фундамента (табл. I6);

F - площадь поверхности контакта фундамента с грунтом по сторонам, параллельным рассчитываемой связи;

γ - объемный вес грунта;

ρ - угол внутреннего трения грунта;

ε - расчетная относительная горизонтальная деформация.

При $\varepsilon \geqslant 10.10^{-3}$ в формулу подставляется $\varepsilon = 10.10^{-3}$. При расчете распорки- связи следует иметь в виду, что усилия от ряда колонн суммируются по направлению от крайних колонн к центру здания.

3I. Для уменьшения усилия P рекомендуется устраивать буферные шлаковые подсыпки к фундаментам колонн (рис. 43).

В этом случае второй член в формуле (4-7) можно не учитывать, а величина третьего члена уменьшается на 50%.

Если позволяют условия эксплуатации здания, следует применять отрывку траншей вокруг фундаментов колонн. В этом случае при определении усилия P по формуле (4-7) должно учитываться только первое слагаемое. Значения коэффициентов трения и удельного сцепления выбираются из таблицы I6.

Таблица I6

№№ пп	Материалы	Коэффициент трения, $tg\rho$ при состоянии поверхностей трения	
		сухое	влажное
I	Кладка и бетон по песку и гравию	0,6	0,5
2	Кладка по суглинку	0,55	0,4
3	Кладка по глине	0,5	0,3

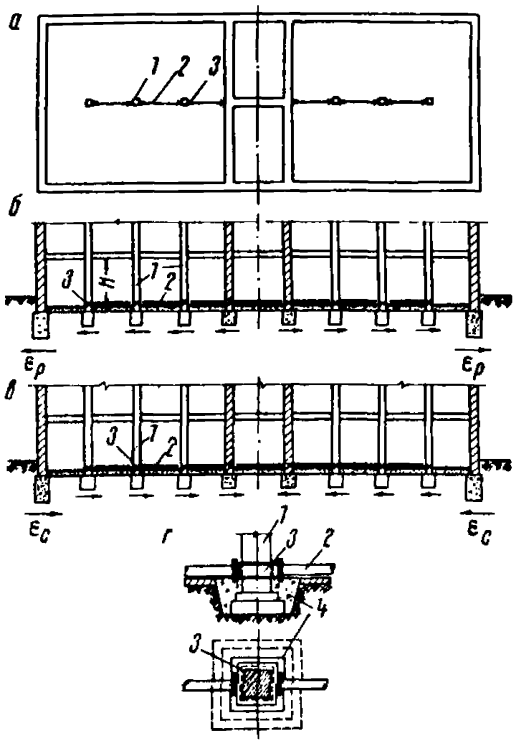


Рис. 43. Вариант распорок-связей между колоннами на уровне пола подвала или первого этажа

1- колонны, 2- распорки-связи, 3- жесткая связь распорок-связей с колоннами, 4- буферная подсыпка.

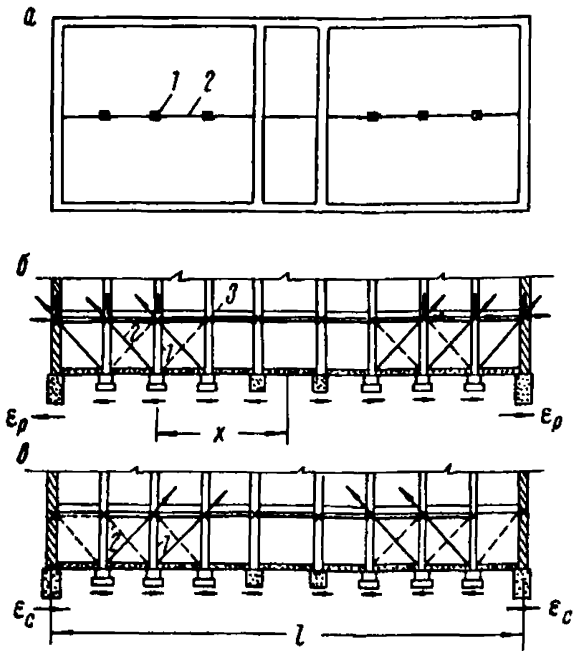


Рис. 44. Вариант распорок-связей между колоннами со схемой действующих усилий: 1- колонны, 2- крестовые распорки (пунктиром показаны подкосы, не работающие при данных деформациях), 3- жесткие связи распорок-связей с колоннами, работающие на растяжение и сжатие.

Грунт	Удельное сцепление, S, в т/м^2
Супеси	0,I -0,3
Суглинки	0,3 - 0,6
Глины	0,6 - I,2

32. Под влиянием горизонтальных сил колонны ниже распорки работают на срез по неперевязанному сечению.

несущая способность колонны из условия среза определяется на основании СП и П П-В.2-62 по формуле:

$$P' = m\left(R^{н}_{ср.} + 0{,}8f\cdot\sigma\right)\cdot F_к, \qquad (4\text{-}8)$$

где: m - коэффициент условий работы элемента каменных конструкций (при площади сечения колонны $F_к > 0{,}3$ м^2 m =I,0; при $F_к \leq 0{,}3$ м^2 m = 0,8);

$R^{н}_{ср}$ - нормативное сопротивление кладки на срез по неперевязанному сечению;

σ - расчетное напряжение в колонне от вертикальной нагрузки;

f - коэффициент трения кладки по кладке, f =0,7

Если $P \geq P'$, то для расчета распорок-связей следует принимать усилие P'

Г. Меры защиты санитарно-технических коммуникаций

33. Для защиты санитарно-технических коммуникаций, особенно самотечных линий, большое значение имеют горные мероприятия. Целесообразное направление горных работ и соответствующее назна-

чение границ выработок могут предотвратить неблагоприятное изменение уклонов самотечных линий.

34. Для защиты напорных стальных трубопроводов могут применяться следующие мероприятия комплексно или раздельно:

а) установка компенсаторов;

б) установка дополнительных задвижек;

в) кольцевание сети;

г) усиление сварных стыков;

д) вскрытие трубопроводов и засыпка траншей материалом, имеющим небольшое сцепление с трубой;

е) вскрытие трубопроводов и снятие напряжений разрезкой.

ПРИМЕЧАНИЕ: Защите также подлежит запорная чугунная арматура путем применения компенсирующих устройств.

35. Для защиты канализационных самотечных коммуникаций могут применяться следующие мероприятия комплексно или раздельно:

а) приспособление существующих колодцев в качестве компенсаторов в зоне сжатий;

б) вскрытие труб и засыпка траншей материалом, имеющим небольшое сцепление с трубой;

в) устройство временных или постоянных насосных станций перекачки.

36. Установка дополнительных задвижек и кольцевание сети дают возможность отключить отдельные короткие участки линий в случае их повреждения без нарушения работы основной системы.

37. Установка компенсаторов является наиболее действенной мерой защиты от влияния деформации земной поверхности для сварных трубопроводов.

Компенсаторы должны обеспечить защиту трубопровода как от растягивающих, так и сжимающих деформаций.

Сальниковые компенсаторы рекомендуется устанавливать в нейтральном положении для обеспечения возможности работы как на растяжение, так и на сжатие.

Как известно, трубопровод при подработке сначала попадает в зону растяжения, а затем в зону сжатия (например, при расположении трубопровода по простиранию пласта угля), то компенсатор может быть установлен с расчетом восприятия только растягивающих деформаций.

ПРИМЕЧАНИЕ: Последняя рекомендация дает возможность уменьшить размер общей компенсирующей способности компенсатора; в случае подработки свитой пластов компенсаторы следует устанавливать в нейтральном положении.

38. При диаметрах труб до 400 мм рекомендуется устанавливать П-образные компенсаторы, при диаметрах труб более 400мм-сальниковые компенсаторы.

39. Расстояние между компенсаторами по условиям прочности определяется по формуле:

$$L \leq \frac{2h(mR_a - \Sigma\sigma_x)}{q}; \qquad (4\text{-}9)$$

где: h - толщина стенки трубы;

m - коэффициент условий работы трубопровода (может быть принят равным 0,9);

R_a - нормативное сопротивление растяжению металла трубы или сварного стыка (принимать меньшее значение);

q - защемление поверхности трубопровода по табл.17;

$\Sigma\sigma_x$ - продольные растягивающие напряжения от внутреннего

давления, колебания температуры и упругого изгиба, определяемые по формуле (4-I0);

$$\Sigma\sigma_x = \mathcal{M}\frac{P \cdot D_в}{2h} + E \cdot \alpha \cdot \Delta t + \frac{E \cdot D_н}{2R}, \quad (4\text{-}I0)$$

где: $\mathcal{M}$ - коэффициент Пуассона, для стали принимается равным 0,3;

P - внутреннее избыточное давление транспортируемого продукта;

$D_в, D_н$ - внутренний и наружный диаметры трубы;

E - модуль упругости стали (E =2.I0^6 кг/см^2);

α -коэффициент линейного расширения стали (α=I2.I0^{-6})

Δt - минимальный перепад температуры трубопровода, принимается в зависимости от местных условий;

R - расчетный радиус кривизны земной поверхности.

Таблица I7

Продолжительность эксплуатации трубопровода (лет)	Величина защемления трубопровода в грунте Q, кг/см2	
	песчаный грунт	глинистый грунт
I	0,07	0,I3
5	0,I7	0,30
I0	0,22	0,39
I5	0,23	0,4I
20	0,24	0,43

40. Защемление трубопровода Q определяется по табл.I7. в зависимости от срока эксплуатации трубопровода до первой подработки на данном участке.

4I. При применении компенсаторов должна быть обеспечена их надлежащая компенсирующая способность.

Если задана общая компенсирующая способность компенсатора „с" и известны расчетные деформации растяжения $\varepsilon_р$ и сжатия $\varepsilon_с$, то допустимое **расстояние** между компенсаторами определяется по формуле:

$$L' = \frac{c}{0{,}8\,(\varepsilon_р + \varepsilon_с - 2\varepsilon_т)}, \qquad (4\text{-}II)$$

где: $\varepsilon_т$ - самокомпенсирующая способность трубопровода (если сварные стыки трубопровода равнопрочны телу трубы, то допускается принимать $\varepsilon_т = I{,}0 \cdot 10^{-3}$, в противном случае $\varepsilon_т = 0$).

Расстояние между компенсаторами принимается наименьшее из полученных по формулам (4-9) и (4-II).

42. Для определения необходимости усилия сварных стыков, или вскрытия трубопроводов для снятия напряжений, или засыпки траншей материалом, имеющим небольшое сцепление с трубой(уменьшение величины Q) необходимо определить максимальное напряжение в стальном подрабатываемом трубопроводе по формуле:

$$\sigma = \frac{L \cdot Q}{2h} + \Sigma\sigma_x, \qquad (4\text{-}I2)$$

где: Q - определяется по **табл.I7**;

$\Sigma\sigma_x$ - определяется по формуле (4-I0);

h - толщина стенки трубы;

L - длина растянутой или сжатой зоны деформации трубопровода (**принимается по маркшейдерскому расчету**)

Если напряжение в трубопроводе по формуле (4-I2) превосходит нормативное сопротивление материала трубопровода или его стыка, то необходимо применение одного из мероприятий, указанных в п.25.

43. Размеры зазоров в стыках секционных трубопроводов должны быть проверены на влияние горизонтальных деформаций сжатия по формуле; $C_{сж} \geq \varepsilon_{сж} l$, (4-I3)

где: $C_{сж}$ - требуемый размер зазора в стыке;

$\varepsilon_{сж}$ - относительная деформация сжатия;

ℓ - длина трубы.

Если фактические размеры зазоров в стыках меньше требуемых по формуле (4-13), то для защиты трубопровода должны применяться мероприятия, указанные в п.35 а) и б).

ПРИМЕЧАНИЕ: Если известно, что трубопровод сначала попадает в зону растяжения, а потом в зону сжатия при сравнительно одинаковой интенсивности деформаций, то проверка компенсирующей способности стыка на сжатие не требуется.

44. В качестве компенсаторов сжимающих деформаций для канализационных линий должны приспосабливаться колодцы, сооружаемые обычно на расстоянии 40-50 м.

Для этого устраиваются сальники в стенках колодцев и обеспечивается возможность некоторой подвижки концов труб в колодец. Вокруг колодца необходимо сделать глиняный замок.

45. В случае, если путем соответствующего планирования горных работ не удается предотвратить значительного уменьшения уклонов отдельных участков самотечных сетей, то необходимо предусмотреть устройство временных или постоянных насосных станций для перекачки хозяйственно-фекальных стоков на участки с нормальным уклоном или на неподрабатываемые участки.

Временная насосная станция устанавливается в том случае, если отдельные участки сети на ограниченное время, например, до отработки следующего этажа или лавы, получат недопустимо большое уменьшение уклона в результате подработки.

В качестве временной станции перекачки можно применить типовые насосные станции, запроектированные институтом Гипротис, типа КБНС, с заменой принятого в проекте насосного оборудования на оборудование необходимой производительности.

Постоянные насосные станции следует применять в соответствии с " Перечнем типовых проектов основных предприятий, зданий и сооружений промышленности, транспорта и сельского хозяйства для применения при проектировании и строительстве".

46. Допустимые наименьшие уклоны канализационных сетей приводятся в табл. I8.

Таблица I8.

Диаметр труб, мм	Наименьший уклон
I25	0,0I
I50	0,007
200	0,005
I250 и более	0,0005

Отверстия в фундаментах до подработки должны быть расширены с таким расчетом,чтобы зазор вокруг трубы был I0-I5 см. Зазор заделывается эластичным материалом (глиной, асфальтовой мастикой и т.д.).У фундамента в месте прохода канализационного выпуска и у приемного колодца в месте присоединения устраиваются глиняные замки.

Стояки у выпусков из здания, в случае расположения выпусков ниже подошвы фундамента, должны быть оборудованы надвижными муфтами для компенсации возможных деформаций трубопровода при просадке здания.

47. В случае прохождения вводов под фундаментами зданий или сооружений необходимо вводы заключить в стальной сборный кожух. Зазор между верхом кожуха и подошвой фундамента делается не менее 10 см. Там, где зазор не оставлен, он создается за счет частичной разработки низа фундамента.

48. В случае разрезки здания деформационными швами в канализационной линии, пересекающей деформационный шов, необходимо предусмотреть устройство муфты с компенсационной способностью, определяемой по формуле (4-4).

49. При наличии труб, проходящих через стенки сооружений, заполненных водой (резервуары, бассейны и т.д.), перед подработкой необходимо сделать сальники.

50. Если здание разрезается на отсеки, то в местах пересечения трубопровода с деформационными швами следует предусмотреть установку на трубопроводах П и Z - образных компенсаторов или же гибких вставок с достаточной компенсирующей способностью.

У деформационных швов на трубопроводах следует устанавливать по одной задвижке на каждый отсек для возможности отключения в аварийном случае части внутренней сети водопровода.

Приложение 5

Максимальные расстояния $l_{ст}$ между поперечными конструкциями, при которых покрытия и перекрытия считаются жесткими опорами для стен и столбов(см.§I9).

Таблица I9

Тип перекрытия и покрытия	Расстояние между поперечными конструкциями при группе кладок по табл. 20, м			
	I	II	III	IV
А. Железобетонные и армокаменные сборные замоноличенные и монолитные покрытия и перекрытия	54	42	30	-
Б. Перекрытия и покрытия из сборных железобетонных настилов и из железобетонных или стальных балок с настилом из плит или камней	42	36	24	-
В. Деревянные перекрытия и покрытия	30	24	18	12

Таблица 20

№№ пп	Вид кладки	Группы кладок			
		I	II	III	IУ
1.	Крупные блоки из кирпича или камней (вибрированные и не вибрированные)	На растворе марки 25 и выше	-	-	-
2.	Сплошная кладка из кирпича или камней правильной формы марки 50 и выше	На растворе марки 10 и выше	На растворе марки 4	-	-
3.	То же, марки 35 и 25	-	На растворе марки 10 и выше	На растворе марки 4	-
4.	То же,марки 15 , 10 и 7	-	-	На любом растворе	-
5.	То же ,марки 4	-	-	-	На любом растворе
6.	Кладка из грунтовых материалов	-	-	На известковом растворе	На глиняном растворе
7.	Облегченная кладка из кирпича или бетонных камней с перевязкой горизонтальными тычковыми рядами или скобами.	На растворе марки 25 и выше с бетоном или вкладышами марки 25 и выше	На растворе марки 10 и выше с бетоном или вкладышами марок 10 и 15	С бетоном марки 7 или с засыпкой	

Продолжение к таблице 20

8.	Облегченная кладка колодцевая (с перевязкой вертикальными стенками)	То же	На растворе марки 10 и выше с бетоном или вкладышами марки 115 и ниже или с засыпкой.		
9.	Кладка из бута под скобу или из плитняка	На растворе марки 50 и выше	На растворе марок 25 и 10	На растворе марки 4	-
10.	Кладка из постелистого бута	-	На растворе марки 25 и выше	На растворе марки 10 и 4	На глиняном растворе
11.	Кладка из рваного бута	-	На растворе марки 50 и выше	На растворе марок 25 и 10	На растворе марки 4
12.	Бутобетон	На бетоне марки 100 и выше	На бетоне марки 75 и 50	На бетоне марки 35	-

Приложение 6.

РАСЧЁТ СДВИЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

I. Основные понятия и обозначения [1].

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

2. Сдвижение земной поверхности (вертикальное и горизонтальное) - перемещение и деформирование земной поверхности в результате сдвижения толщи пород под влиянием горных разработок, изменения физико-механических свойств пород при их увлажнении и обезвоживании, тектонических процессов и других причин.

3. Прогиб пород - последовательное отделение от толщи слоев пород и перемещение их в сторону выработанного пространства без нарушения слоистости толщи.

4. Сдвиг пород по напластованию - сдвижение слоев пород в сторону падения пластов при их прогибе под действием собственного веса.

5. Обрушение пород - отделение от вышележащей толщи пород и падение их в виде кусков.

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

7. Зона обрушения - часть области сдвижения горных пород, подвергшаяся обрушению.

8. Зона трещин и разломов - часть области сдвижения горных пород, подвергшаяся сдвижению в форме прогиба и сдвига по напластованию с разрывом сплошности слоев и образованием трещин.

---

[1] Из приложения 2 к Инструкции по наблюдениям за сдвижением земной поверхности и за подрабатываемыми сооружениями на угольных и сланцевых месторождениях, ВНИМИ, 1958.

9. Зона прогиба без разрывов - часть области сдвижения горных пород, подвергшаяся сдвижению в форме прогиба слоев без разрыва сплошности их.

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

11. Провал - участок земной поверхности, подвергшийся обрушению под влиянием подземных горных разработок.

12. Зона трещин и провалов на земной поверхности - часть мульды сдвижения, на которой в результате влияния горных разработок возникли трещины и провалы.

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

14. Полумульда сдвижения (крыло мульды) - часть мульды сдвижения, отделенная вертикальной плоскостью, проходящей через середину дна мульды по простиранию или вкрест простирания пласта.

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

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

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

18. 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.

19. 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.

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

21. Вертикальные деформации земной поверхности (наклоны, кривизна) - деформации земной поверхности в вертикальной плоскости, вызванные неравномерностью вертикальных сдвижений.

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

23. Наклоны интервалов в мульде сдвижения - отношение разности оседаний двух данных точек мульды к расстоянию между ними, выражение безразмерной величиной.

24. Максимальные наклоны мульды сдвижения - наибольшие наклоны интервалов мульды сдвижения в главных её сечениях (i_0) .

25. Кривизна мульды сдвижения - отношение разности наклонов двух соседних интервалов мульды к полусумме длины этих интервалов, выражение в 1/м.

26. Максимальная кривизна мульды сдвижения - наибольшее отношение разности наклонов двух соседних интервалов мульды к полусумме длины этих интервалов (K_0).

27. Радиус кривизны мульды сдвижения - величина обратная кривизне мульды сдвижения, выраженная в метрах (R).

28. 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 15 мм, растяжений $0{,}5.10^{-3}$ и наклонов $0{,}5.10^{-3}$. Различают граничные углы сдвижения у границ выработки:

а) нижней, в висячем боку (β_0);

б) нижней, в лежачем боку (на крутом падении β_{01});

в) верхней (γ_0);

г) по простиранию (δ_0).

29 . 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 (ψ_1);

б) верхней (ψ_2);

в) по простиранию (ψ_3).

30. 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.

31. Относительные величины сдвижений земной поверхности при полной подработке и горизонтальном залегании пласта:

$$q_0 = \frac{\eta_0}{m} ; \quad a = \frac{\xi_0}{\eta_0} ;$$

где m - вынимаемая мощность пласта по нормали.

32. При расчете величин сдвижений и деформаций их знак (+ или -) принимается в соответствии со следующей таблицей:

Таблица 2I

Положительные	Отрицательные
Оседания (смещения по вертикали вниз).	Поднятия (смещения по вертикали вверх).
Горизонтальные смещения в сторону восстания и в сторону простирания пласта.	Горизонтальные смещения в сторону падения и в сторону, обратную простиранию пласта.
Наклоны в сторону восстания и в сторону простирания пласта, независимо от того, в каком направлении рассматривается данный интервал.	Наклоны в сторону падения и в сторону, обратную простиранию пласта независимо от того, в каком направлении рассматривается данный интервал.
Кривизна и радиус кривизны выпуклости кривой оседания.	Кривизна и радиус кривизны вогнутости кривой оседания.
Деформации растяжения.	Деформации сжатия.

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. При сложении одноименных кривых сдвижений и деформаций это правило построения необходимо соблюдать.

2. Исходные параметры процесса сдвижения для расчета деформаций земной поверхности.

К исходным параметрам процесса сдвижения земной поверхности относятся (рис.45):

а) углы сдвижения (β , γ, δ, β_1);
б) граничные углы (β_0, γ_0, δ_0, β_{01});
в) угол максимального оседания (θ);
г) углы полных сдвижений (ψ_1, ψ_2, ψ_3);
д) относительные величины сдвижений (a_0, a);
е) коэффициенты подработанности (n_1, n_2).

Величины исходных параметров определяются по следующей методике:

а) углы сдвижения из § 3 Правил (табл. I);
б) граничные углы:

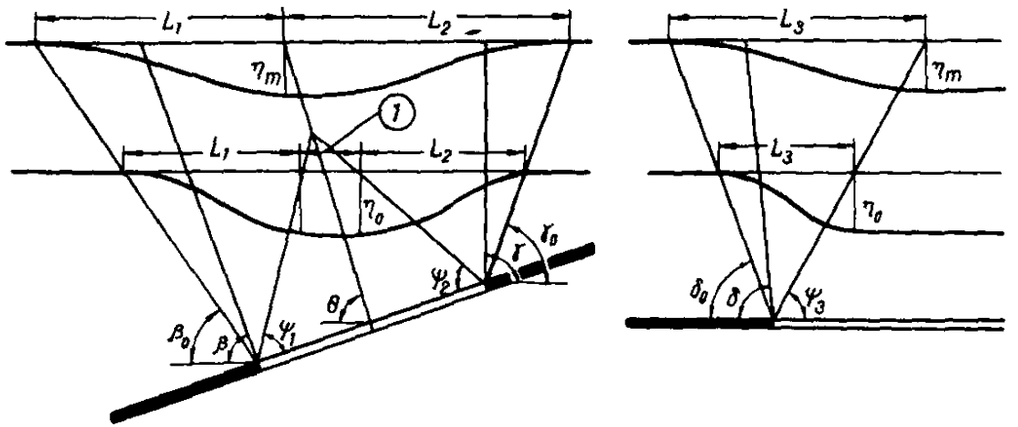


Рис. 45. Исходные параметры процесса сдвижения

1 – участок с плоским дном

$$\beta_o = \beta - 10^0$$
$$\gamma_o = \gamma - 10^0 \qquad (6\text{-}1)$$
$$\delta_o = \delta - 10^0$$

в) угол максимального оседания:

$$\theta = 90^0 - 0{,}65\,\alpha \quad (\text{при } \alpha \leq 30^0)$$
$$\theta = 70^0 \quad (\text{при } 30^0 < \alpha \leq 50^0) \qquad (6\text{-}2)$$

г) углы полных сдвижений:

$$\left.\begin{aligned}\psi_1 &= 60^0 - 0{,}2\,\alpha\\ \psi_2 &= 60^0 + 0{,}3\,\alpha\end{aligned}\right\} \ (\text{при } \alpha \leq 30^0) \qquad (6\text{-}3)$$
$$\left.\begin{aligned}\psi_1 &= 75^0 - 0{,}7\,\alpha\\ \psi_2 &= 42^0 + 0{,}9\,\alpha\end{aligned}\right\} (\text{при } 30^0 < \alpha \leq 50^0)$$
$$\psi_3 = 60^0 \quad (\text{при } \alpha \text{ от } 0^0 \text{ до } 50^0)$$

д) относительные величины сдвижений при полной подработке и для углов падения пластов от 0^0 до 60^0 принимаются равными:

при первичной подработке $q_0 = 0{,}85, \quad a = 0{,}35,$
при повторной подработке $q_0 = 0{,}90, \quad a = 0{,}35;$ (6-4)

е) коэффициент подработанности:

$$n_1 = 0{,}9\,\frac{D_1}{H}\ ;$$
$$n_2 = 0{,}9\,\frac{D_2}{H}\ , \qquad (6\text{-}5)$$

где: D_1, D_2 - размеры очистной выработки соответственно по падению и простиранию пласта;

H - средняя глубина разработки.

3. <u>Расчет сдвижений и деформаций земной поверхности под влиянием разработки одного пласта (отдельно взятой очистной выработки)</u>.

По заданным горногеологическим показателям и принятым величинам исходных параметров, по формулам табл.22 определяются максимальные сдвижения и деформации.

Таблица 22

Название определ.величин	Формула	№ формул	Пояснения
Максимальное оседание	$\eta_m = q_0 \cdot m \cdot \cos\alpha \sqrt{t_1 \cdot t_2}$, мм	(6-6)	$t_1 = 0{,}9\,(\frac{D_1}{H} - 0{,}3)$; $t_2 = 0{,}9\,(\frac{D_2}{H} - 0{,}3)$; q_0 -опред.по формулам (6-4); m -выним. мощность пласта, мм; α -угол падения пласта
Максимальный наклон	$i_0 = (1.6 - \frac{\alpha}{\rho}) \frac{m}{H}, 1 \cdot 10^{-3}$	(6-7)	$\rho = 57^0$
Максимальная кривизна в полумульдах	$K_0 = \frac{\eta_m}{L^2} S''_{(z)max}, 1 \cdot 10^{-3} \frac{1}{M}$	(6-8)	$S(z)max$ определ.по табл.25. Положительная величина соответствует выпуклости, отрица - тельная-вогнутости.
Минимальный радиус кривизны (расчётной) в полумульдах.	$R_{кр} = \frac{1}{K_0} = \frac{L^2}{\eta_m \cdot S''_{(z)max}}$, м	(6-9)	L - длина полумульды, определяется графически по граничным углам и углу максимального оседания при неполной подработке и углам полных сдвижений при полной подработке.
	$R_{кр} = \frac{H}{K_D \cdot m}$	(6-9а)	K_D - определяется по табл.7§23
Максимальное горизонтальное сдвижение	$\xi = a\eta_m$ - по линии простирания пласта в мм. $\xi_{01} = (a + 0.7 \tan\alpha) \cdot \eta_m$ - по линии вкрест простирания, в мм.	(6-10)	a - определ. по формулам (6-4)
Максимальное растяжение и сжатие	$\varepsilon_{op} = \varepsilon_{oc} = (0.6 + 0.9 \frac{\alpha}{\rho}) \times \cos\alpha \cdot \frac{m}{H}, 1 \cdot 10^{-3}$ $\varepsilon_0 = \frac{6{,}25 \cdot K_\alpha^2 \cdot D_1 \cdot m}{H^2}$	(6-11)	H -наименьшая глубина пласта под сооружением. K_α-определяется в зависимости от угла α по табл.6 § 23
Максимальная скорость оседания земной поверхности при движущемся забое лавы.	$V_0 = 1.92 \frac{m \cdot c \cdot \cos\alpha}{H}$, мм/сут	(6-12)	C - средняя скорость подвигания забоя лавы в м/сутки; m - мощность пласта, в мм; H -средняя глубина разработки в м.

ПРИМЕЧАНИЕ к табл.22.

I. Если величины коэффициентов t_1, t_2 окажутся больше единицы, то в расчетных формулах они принимаются равными единице.

2. Первичной подработкой считается подработка первым пластом, а повторной - все последующие подработки другими пластами.

Величины сдвижений и деформаций в любых точках главного сечения мульды определяются по методу типовых кривых, сущность которого заключается в следующем:

типовая (сглаженная) кривая оседания, полученная путём осреднения фактических кривых, выражается аналитически:

$$S(z) = \beta[\varphi(t) + \varphi(u)], \qquad (6\text{-}13)$$

где $\beta = \frac{1}{2\varphi(t_o)}$,

$\varphi(u), \varphi(t), \varphi(t_o)$ -функции Гаусса;

$t_o = 3{,}5n - 0{,}75$ $\qquad t = t_o + 2z$;

$u = t_o - 2z$; $\qquad z = 3{,}35n + 2{,}15$;

$z = \frac{x}{L}$;

n - коэффициент подработанности;

x - абсцисса точки, для которой определяется сдвижение (начало координат в точке максимального оседания);

L - длина полумульды.

Типовые кривые наклонов и кривизны определяются как первая и вторая производные кривой оседания. Численные значения их представлены в таблицах 24 и 25.

Величины сдвижений и деформаций в каждой точке мульды сдвижения определяются по известным расчётным формулам.

1. Величины оседаний в точках мульды сдвижения (в главных сечениях) определяются по формуле:

$$\eta(x) = \eta_m \cdot S(z), \qquad (6\text{-}14)$$

где: η_m определяется по формуле (6-6) табл. 2;

$S(z)$ - функция типовых кривых оседаний при заданном коэффициенте подработанности, численные значения её даны в таблице 23;

2. Величины наклонов в точках мульды сдвижения определяются по формуле:

$$i(x) = \mp \frac{\eta_m}{L} S'(z), \qquad (6\text{-}15)$$

где: $S'(z)$ - первая производная от $S(z)$ по переменному z, численные значения которой даны в табл. 24.

3. Величины кривизны в точках расчётной кривой оседания определяются по формуле:

$$K(x) = \mp \frac{\eta_m}{L^2} \cdot S''(z), \qquad (6\text{-}16)$$

где: $S''(z)$ - вторая производная от $S(z)$ по переменному z, численные значения которой даны в табл. 25.

ПРИМЕЧАНИЕ: При неполной подработке (когда $n<1$) кривизна в точке максимального оседания определяется при $L_{cp} = \frac{1}{2}(L_1 + L_2)$

4. Величины горизонтальных сдвижений в точках мульды определяются по формулам:

а) по линии простирания пласта

$$\xi(x) = \mp 0.15\,\eta_m \cdot S'(z) \qquad (6\text{-}17)$$

б) по линии вкрест простирания пласта

$$\xi(x) = \eta_m \cdot F(z) = \eta_m [pS(z) \mp 0.15 S'(z)] \qquad (6\text{-}18)$$

В формуле (6-18) знак (+) относится к полумульде по восстанию пласта, а знак (-) - к полумульде по падению пласта;

$P = tg\alpha - \frac{h}{H}$, где h - мощность наносов; при отсутствии наносов $P = tg\alpha$.

Численные значения $F(z)$ даны в таблицах 26-27 при разных значениях n и P.

5. Величины относительных горизонтальных деформаций в точках мульды сдвижения определяются по формулам:

а) по линии простирания пласта

$$\varepsilon_{(x)} = 0{,}15\,\frac{\eta_m}{L}\cdot S''_{(z)}\ ; \qquad (6\text{-}19)$$

б) по линии вкрест простирания пласта

$$\varepsilon_{(x)} = \frac{\eta_m}{L}\cdot F'_{(z)} = \pm\frac{\eta_m}{L}\left[p\cdot S'_{(z)} \pm 0{,}15\,S''_{(z)}\right] \qquad (6\text{-}20)$$

Численные значения функции $F'_{(z)}$ даны в таблицах 28 и 29.

ПРИМЕЧАНИЕ: I. При неполной подработке (когда $n<1$) горизонтальная деформация в точке максимального оседания определится при $L_{ср} = \frac{1}{2}(L_1 + L_2)$

2. В формуле (6-20) знак (+) относится к полумульде по восстанию пласта, знак (-)- к полумульде по падению пласта

По полученным величинам сдвижений и деформаций в точках мульды сдвижения (в главных сечениях) строят графики кривых.

4. Расчет величин сдвижений и деформаций земной поверхности под влиянием разработки свиты пластов

Для определения величин сдвижения и деформаций земной поверхности под влиянием разработки свиты пластов производится расчет отдельных сдвижений и деформаций для каждой выработки (лавы) отдельно, а затем полученные сдвижения и деформации алгебраически складываются.

При расчете величин сдвижений и деформаций в точках мульды и при сложении кривых сдвижений и деформаций следует различать положительные и отрицательные величины. Знак (+) или (-) определяется по таблице 21

Таблица 23

$z = \frac{x}{L}$	Величины $S(z)$			
	$n \gg 1$	$n = 0,8$	$n = 0,6$	$n \leqslant 0,4$
0	1,00	1,00	1,00	1,00
0,1	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	0,71	0,58	0,47	0,45
0,5	0,50	0,39	0,30	0,28
0,6	0,29	0,22	0,16	0,16
0,7	0,14	0,10	0,08	0,08
0,8	0,05	0,04	0,03	0,03
0,9	0,01	0,01	0,01	0,01
1,0	0	0	0	0

Таблица 24.

$z = \frac{x}{L}$	Величины $S'(z)$			
	$n \gg 1$	$n = 0,8$	$n = 0,6$	$n \leqslant 0,4$
0	0	0	0	0
0,1	-0,19	-0,48	-0,88	-0,97
0,2	-0,56	-1,04	-1,52	-1,64
0,3	-1,20	-1,68	-1,89	-1,92
0,4	-1,89	-1,98	-1,89	-1,81
0,5	-2,20	-1,91	-1,57	-1,44
0,6	-1,89	-1,44	-1,09	-0,99
0,7	-1,20	-0,85	-0,64	-0,60
0,8	-0,56	-0,41	-0,31	-0,32
0,9	-0,19	-0,15	-0,11	-0,12
1,0	0	0	0	0

Таблица 25.

$\zeta = \frac{x}{L}$	Величины $S'_{(\zeta)}$			
	$n \geqslant 1$	$n = 0,8$	$n = 0,6$	$n \leqslant 0,4$
0	0	-4,51	-8,60	-10,08
0,1	-2,10	-5,17	-7,88	-8,59
0,2	-5,11	-6,07	-5,50	-4,95
0,3	-7,25	-5,17	-1,91	-0,67
0,4	-5,70	-1,55	+1,79	+2,72
0,5	0	+3,01	+4,33	+4,35
0,6	+5,70	+5,68	+4,91	+4,36
0,7	+7,25	+5,45	+3,97	+3,40
0,8	+5,11	+3,56	+2,49	+2,20
0,9	+2,10	+1,50	+1,10	+1,05
1,0	0	0	0	0

Таблица величин функции $\mathcal{J}_{(\zeta)} = \rho S_{(\zeta)} - 0,15 S'_{(\zeta)}$
(полумульда по падению пласта)

Таблица 26.

$\zeta = \frac{x}{L}$	Величины $\mathcal{J}_{(\zeta)}$ при $n \geqslant 1$										
	P=0	P=0,2	P=0,3	P=0,5	P=1,1	P=1,2	P=1,5	P=2,0	P=2,2	P=2,5	P=2,7
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	0,20	0,80	0,50	1,10	1,20	1,50	2,00	2,20	2,50	2,70
0,1	0,08	0,23	0,33	0,58	1,12	1,22	1,51	2,01	2,21	2,51	2,70
0,2	0,08	0,27	0,36	0,56	1,12	1,22	1,50	1,98	2,17	2,46	2,64
0,3	0,18	0,35	0,44	0,61	1,13	1,21	1,47	1,90	2,07	2,33	2,50
0,4	0,28	0,42	0,49	0,64	1,06	1,13	1,35	1,70	1,84	2,06	2,20
0,5	0,33	0,43	0,48	0,58	0,88	0,93	1,08	1,33	1,43	1,58	1,68
0,6	0,28	0,34	0,36	0,43	0,60	0,63	0,72	0,86	0,92	1,01	1,06
0,7	0,18	0,21	0,22	0,25	0,33	0,35	0,39	0,46	0,49	0,53	0,56
0,8	0,08	0,09	0,10	0,10	0,14	0,14	0,16	0,18	0,19	0,20	0,22
0,9	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Продолжение таблицы 26.

$z=\frac{x}{l}$	Величины $\mathcal{F}_{(z)}$ при $n=0,8$										
	P=0	P=0,2	P=0,3	P=0,5	P=1,1	P=1,2	P=1,5	P=2,0	P=2,2	P=2,5	P=2,7
0	0	0,20	0,30	0,50	1,10	1,20	1,50	2,00	2,20	2,50	2,70
0,1	0,07	0,27	0,36	0,56	1,15	1,25	1,54	2,03	2,23	2,51	2,71
0,2	0,16	0,34	0,43	0,61	1,15	1,24	1,51	1,96	2,14	2,41	2,58
0,3	0,24	0,39	0,47	0,63	1,09	1,16	1,40	1,78	1,93	2,16	2,31
0,4	0,30	0,42	0,47	0,59	0,94	1,00	1,17	1,48	1,58	1,75	1,86
0,5	0,29	0,37	0,41	0,49	0,72	0,76	0,87	1,07	1,15	1,26	1,34
0,6	0,22	0,26	0,29	0,33	0,46	0,48	0,55	0,66	0,70	0,77	0,81
0,7	0,13	0,15	0,16	0,18	0,24	0,25	0,28	0,33	0,35	0,38	0,40
0,8	0,06	0,07	0,07	0,08	0,10	0,11	0,12	0,14	0,15	0,16	0,17
0,9	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Продолжение таблицы 26.

$z=\frac{x}{l}$	Величины $\mathcal{F}_{(z)}$ при $n=0,6$										
	P=0	P=0,2	P=0,3	P=0,5	P=1,1	P=1,2	P=1,5	P=2,0	P=2,2	P=2,5	P=2,7
0	0	0,20	0,30	0,50	1,10	1,20	1,50	2,00	2,20	2,50	2,70
0,1	0,12	0,31	0,41	0,60	1,17	1,27	1,56	2,04	2,22	2,52	2,71
0,2	0,23	0,40	0,48	0,65	1,15	1,24	1,49	1,91	2,08	2,33	2,50
0,3	0,28	0,41	0,48	0,61	1,01	1,07	1,27	1,60	1,73	1,93	2,06
0,4	0,28	0,37	0,42	0,52	0,80	0,84	0,98	1,22	1,31	1,46	1,55
0,5	0,24	0,30	0,33	0,39	0,57	0,60	0,69	0,84	0,90	0,99	1,05
0,6	0,16	0,19	0,21	0,24	0,34	0,35	0,40	0,48	0,51	0,56	0,59
0,7	0,10	0,12	0,12	0,14	0,19	0,20	0,22	0,26	0,28	0,30	0,32
0,8	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,13
0,9	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Окончание таблицы 26.

$\xi=\frac{x}{l}$	Величины $\mathcal{J}_{(x)}$ при $n\leq 0,4$										
	P=0	P=0,2	P=0,3	P=0,5	P=1,1	P=1,2	P=1,5	P=2,0	P=2,2	P=2,5	P=2,7
0	0	0,20	0,30	0,50	1,10	1,20	1,50	2,00	2,20	2,50	2,70
0,1	0,15	0,34	0,43	0,63	1,20	1,29	1,58	2,05	2,24	2,53	2,71
0,2	0,25	0,41	0,50	0,66	1,15	1,24	1,48	1,89	2,05	2,30	2,47
0,3	0,29	0,42	0,48	0,61	0,99	1,06	1,25	1,57	1,70	1,89	2,02
0,4	0,27	0,36	0,41	0,49	0,77	0,81	0,95	1,17	1,26	1,39	1,49
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	0,15	0,18	0,20	0,23	0,33	0,34	0,39	0,47	0,50	0,55	0,58
0,7	0,09	0,11	0,11	0,13	0,18	0,19	0,21	0,25	0,27	0,29	0,30
0,8	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,11	0,12	0,13	0,13
0,9	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица величины функции $\mathcal{J}_{(x)}=\rho S_{(x)}+0,15 S'_{(x)}$
(полумульда по восстанию пласта)

Таблица 27.

$\xi=\frac{x}{l}$	Величины $\mathcal{J}_{(x)}$ при $n\geq 1$										
	P=0	P=0,2	P=0,3	P=0,5	P=1,1	P=1,2	P=1,5	P=2,0	P=2,2	P=2,5	P=2,7
0	0	0,20	0,30	0,50	1,10	1,20	1,50	2,00	2,20	2,50	2,70
0,1	-0,03	0,17	0,27	0,46	1,06	1,16	1,45	1,95	2,15	2,45	2,67
0,2	-0,08	0,11	0,21	0,40	0,96	1,06	1,34	1,82	2,01	2,30	2,48
0,3	-0,18	-0,01	0,08	0,25	0,78	0,75	1,11	1,54	1,72	1,97	2,14
0,4	-0,28	-0,14	-0,07	0,07	0,50	0,57	0,78	1,14	1,28	1,49	1,64
0,5	-0,33	-0,23	-0,18	-0,08	0,22	0,27	0,42	0,67	0,77	0,92	1,02
0,6	-0,28	-0,22	-0,19	-0,13	0,04	0,07	0,16	0,30	0,36	0,44	0,50
0,7	-0,18	-0,15	-0,14	-0,11	-0,08	-0,01	0,08	0,10	0,18	0,17	0,20
0,8	-0,08	-0,07	-0,06	-0,06	-0,02	-0,02	0	0,02	0,08	0,04	0,06
0,9	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,02	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01	0	0
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Продолжение таблицы 27.

$\bar{z}=\frac{x}{l}$	Величины $\mathcal{F}_{z}$ при $n=0,8$										
	P=0	P=0,2	P=0,8	P=0,5	P=1,1	P=1,2	P=1,5	P=2,0	P=2,2	P=2,5	P=2,7
0	0	0,20	0,80	0,50	1,10	1,20	1,50	2,00	2,20	2,50	2,70
0,1	-0,07	0,13	0,22	0,42	1,01	1,11	1,40	1,89	2,09	2,37	2,57
0,2	-0,16	0,02	0,11	0,29	0,88	0,92	1,19	1,64	1,82	2,09	2,26
0,3	-0,24	-0,09	-0,01	0,15	0,61	0,68	0,92	1,30	1,45	1,68	1,83
0,4	-0,30	-0,18	-0,13	-0,01	0,34	0,40	0,57	0,86	0,98	1,15	1,26
0,5	-0,29	-0,21	-0,17	-0,09	0,14	0,18	0,29	0,49	0,57	0,68	0,76
0,6	-0,22	-0,18	-0,15	-0,11	0,02	0,04	0,11	0,22	0,26	0,33	0,37
0,7	-0,13	-0,11	-0,10	-0,08	-0,02	-0,01	0,02	0,07	0,09	0,12	0,14
0,8	-0,06	-0,05	-0,05	-0,04	-0,02	-0,01	0	0,02	0,03	0,04	0,05
0,9	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,01	-0,01	0	0	0	0	0,01
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Продолжение таблицы 27.

$\bar{z}=\frac{x}{l}$	Величины $\mathcal{F}_{z}$ при $n=0,6$										
	P=0	P=0,2	P=0,8	P=0,5	P=1,1	P=1,2	P=1,5	P=2,0	P=2,2	P=2,5	P=2,7
0	0	0,20	0,80	0,50	1,10	1,20	1,50	2,00	2,20	2,50	2,70
0,1	-0,12	0,07	0,17	0,36	0,93	1,08	1,32	1,80	1,98	2,28	2,47
0,2	-0,23	-0,06	0,12	0,19	0,69	0,78	1,03	1,45	1,62	1,87	2,04
0,3	-0,28	-0,15	-0,08	0,05	0,45	0,51	0,71	1,04	1,17	1,37	1,50
0,4	-0,28	-0,19	-0,14	-0,04	0,24	0,28	0,42	0,66	0,75	0,90	0,99
0,5	-0,24	-0,18	-0,16	-0,09	0,09	0,12	0,21	0,36	0,42	0,51	0,57
0,6	-0,16	-0,13	-0,11	-0,08	0,02	0,03	0,08	0,16	0,19	0,24	0,27
0,7	-0,10	-0,08	-0,06	-0,06	-0,01	0	0,02	0,06	0,08	0,10	0,12
0,8	-0,05	-0,04	-0,04	-0,03	-0,02	-0,01	-0	0,01	0,02	0,03	0,03
0,9	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,01	-0,01	0	0	0	0	0,01
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Окончание таблицы 27.

$\bar{z}=\frac{x}{L}$	Величины $\mathcal{F}(z)$ при $n \le 0,4$										
	P=0	P=0,2	P=0,3	P=0,5	P=1,1	P=1,2	P=1,5	P=2,0	P=2,2	P=2,5	P=2,7
0	0	0,20	0,30	0,50	1,10	1,20	1,50	2,00	2,20	2,50	2,70
0,1	-0,15	0,04	0,13	0,38	0,90	0,99	1,28	1,75	1,94	2,28	2,41
0,2	-0,25	-0,09	0	0,16	0,65	0,74	0,98	1,35	1,55	1,80	1,97
0,3	-0,29	-0,16	-0,10	0,03	0,41	0,48	0,67	0,99	1,12	1,31	1,44
0,4	-0,27	-0,18	-0,13	-0,05	0,23	0,27	0,41	0,68	0,72	0,85	0,95
0,5	-0,22	-0,16	-0,14	-0,08	0,09	0,12	0,20	0,34	0,40	0,48	0,54
0,6	-0,15	-0,12	-0,10	-0,07	0,03	0,04	0,09	0,17	0,20	0,25	0,28
0,7	-0,09	-0,07	-0,07	-0,05	0	0,01	0,03	0,07	0,09	0,11	0,12
0,8	-0,05	-0,04	-0,04	-0,03	-0,02	-0,02	-0,01	0,01	0,02	0,03	0,03
0,9	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,01	-0,01	0	0	0	0	0
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 28.

Таблица величин функции $\mathcal{F}'(z) = -[\rho S'(z) - 0,15 S''(z)]$

(подумульда по падению пласта)

$\bar{z}=\frac{x}{L}$	Величины $\mathcal{F}'(z)$ при $n \ge 1$										
	P=0	P=0,2	P=0,3	P=0,5	P=1,1	P=1,2	P=1,5	P=2,0	P=2,2	P=2,5	P=2,7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	-0,32	-0,28	-0,26	-0,22	-0,11	-0,09	-0,04	+0,06	+0,10	+0,16	+0,19
0,2	-0,77	-0,68	-0,60	-0,49	-0,15	-0,10	+0,07	+0,35	+0,46	+0,68	+0,74
0,3	-1,09	-0,85	-0,78	-0,49	+0,23	+0,35	+0,71	+1,31	+1,55	+1,91	+2,15
0,4	-0,86	-0,48	-0,29	+0,09	+1,22	+1,41	+1,98	+2,92	+3,30	+3,86	+4,24
0,5	0	+0,44	+0,66	+1,10	+2,42	+2,64	+3,20	+4,40	+4,84	+5,50	+5,25
0,6	+0,86	+1,24	+1,48	+1,81	+2,94	+3,15	+3,70	+4,64	+5,02	+5,58	+5,96
0,7	+1,09	+1,33	+1,45	+1,69	+2,41	+2,58	+2,89	+3,49	+3,78	+4,09	+4,38
0,8	+0,77	+0,88	+0,94	+1,05	+1,39	+1,44	+1,61	+1,89	+2,00	+2,17	+2,28
0,9	+0,32	+0,36	+0,38	+0,42	+0,58	+0,55	+0,60	+0,70	+0,74	+0,80	+0,88
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Продолжение таблицы 28.

$\zeta=\frac{x}{L}$	Величины $\mathcal{F}'_{(z)}$ при n = 0,8										
	P=0	P=0,2	P=0,3	P=0,5	P=1,1	P=1,2	P=1,5	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
0,1	-0,78	-0,68	-0,64	-0,54	-0,25	-0,20	-0,06	+0,18	+0,28	+0,42	+0,52
0,2	-0,91	-0,70	-0,60	-0,39	+0,24	+0,34	+0,65	+1,17	+1,38	+1,69	+1,90
0,3	-0,78	-0,45	-0,29	+0,08	+1,01	+1,17	+1,66	+2,48	+2,81	+3,29	+3,66
0,4	-0,23	+0,17	+0,36	+0,76	+1,95	+2,15	+2,74	+3,73	+4,12	+4,72	+5,11
0,5	+0,45	+0,84	+1,02	+1,40	+2,55	+2,74	+3,32	+4,37	+4,65	+5,21	+5,60
0,6	+0,85	+1,14	+1,28	+1,57	+2,48	+2,57	+3,01	+3,73	+4,02	+4,45	+4,75
0,7	+0,82	+0,99	+1,07	+1,24	+1,76	+1,84	+2,10	+2,52	+2,69	+2,95	+3,12
0,8	+0,58	+0,61	+0,65	+0,73	+0,98	+1,02	+1,15	+1,35	+1,43	+1,55	+1,63
0,9	+0,22	+0,25	+0,26	+0,30	+0,38	+0,40	+0,45	+0,52	+0,55	+0,59	+0,68
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Продолжение таблицы 28.

$\zeta=\frac{x}{L}$	Величины $\mathcal{F}'_{(z)}$ при n = 0,6										
	P=0	P=0,2	P=0,3	P=0,5	P=1,1	P=1,2	P=1,5	P=2,0	P=2,2	P=2,5	P=2,7
0	-1,29	-1,29	-1,29	-1,29	-1,29	-1,29	-1,29	-1,29	-1,29	-1,29	-1,29
0,1	-1,18	-1,11	-0,88	-0,77	-0,27	-0,18	+0,07	+0,48	+0,64	+0,86	+1,06
0,2	-0,82	-0,52	-0,37	-0,06	+0,85	+1,00	+1,46	+2,22	+2,52	+2,98	+3,28
0,3	-0,29	+0,08	+0,28	+0,65	+1,79	+1,98	+2,55	+3,49	+3,86	+4,43	+4,81
0,4	+0,27	+0,64	+0,84	+1,21	+2,35	+2,54	+3,11	+4,05	+4,42	+4,99	+5,37
0,5	+0,65	+0,96	+1,12	+1,43	+2,43	+2,53	+3,01	+3,79	+4,10	+4,58	+4,88
0,6	+0,74	+0,96	+1,07	+1,28	+1,94	+2,05	+2,37	+2,92	+3,14	+3,47	+3,68
0,7	+0,60	+0,73	+0,79	+0,92	+1,30	+1,37	+1,56	+1,88	+2,01	+2,20	+2,38
0,8	+0,37	+0,43	+0,46	+0,52	+0,71	+0,74	+0,84	+0,99	+1,05	+1,14	+1,18
0,9	+0,16	+0,18	+0,19	+0,21	+0,28	+0,29	+0,33	+0,38	+0,40	+0,43	+0,45
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Окончание таблицы 28.

$Z=\frac{x}{L}$	Величины $\mathcal{F}_{(z)}$ при $n \leq 0,4$										
	P=0	P=0,2	P=0,3	P=0,5	P=1,1	P=1,2	P=1,5	P=2,0	P=2,2	P=2,5	P=2,7
0	-1,50	-1,50	-1,50	-1,50	-1,50	-1,50	-1,50	-1,50	-1,50	-1,50	-1,50
0,1	-1,29	-1,10	-1,00	-0,81	-0,22	-0,13	+0,16	+0,65	+0,84	+1,13	+1,33
0,2	-0,74	-0,41	-0,25	+0,08	+1,07	+1,23	+1,72	+2,54	+2,86	+3,86	+3,69
0,3	-0,10	+0,28	+0,48	+0,86	+2,02	+2,20	+2,78	+3,74	+4,12	+4,70	+5,10
0,4	+0,41	+0,77	+0,95	+1,31	+2,41	+2,58	+3,18	+4,03	+4,39	+4,91	+5,31
0,5	+0,65	+0,94	+1,08	+1,37	+2,24	+2,38	+2,81	+3,58	+3,82	+4,25	+4,55
0,6	+0,66	+0,86	+0,96	+1,15	+1,75	+1,85	+2,15	+2,64	+2,84	+3,12	+3,33
0,7	+0,51	+0,68	+0,69	+0,81	+1,17	+1,28	+1,41	+1,71	+1,83	+2,01	+2,18
0,8	+0,33	+0,39	+0,42	+0,49	+0,68	+0,71	+0,81	+0,97	+1,03	+1,18	+1,19
0,9	+0,15	+0,17	+0,18	+0,21	+0,28	+0,29	+0,38	+0,39	+0,41	+0,45	+0,47
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица величин функции $\mathcal{F}'_{(z)} = \rho S'_{(z)} + 0,15 S''_{(z)}$

(полумульда по восстанию)

Таблица 29.

$Z=\frac{x}{L}$	Величины $\mathcal{F}'_{(z)}$ при $n \geq 1$										
	P=0	P=0,2	P=0,3	P=0,5	P=1,1	P=1,2	P=1,5	P=2,0	P=2,2	P=2,5	P=2,7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	-0,32	-0,36	-0,38	-0,42	-0,58	-0,55	-0,60	-0,70	-0,74	-0,80	-0,88
0,2	-0,77	-0,88	-0,94	-1,05	-1,39	-1,44	-1,61	-1,89	-2,00	-2,17	-2,28
0,3	-1,09	-1,38	-1,45	-1,69	-2,41	-2,58	-2,89	-3,49	-3,78	-4,09	-4,38
0,4	-0,86	-1,24	-1,48	-1,81	-2,94	-3,18	-3,70	-4,64	-5,02	-5,58	-5,96
0,5	0	-0,44	-0,66	-1,10	-2,42	-2,64	-3,20	-4,40	-4,84	-5,50	-5,25
0,6	+0,86	+0,48	+0,29	-0,09	-1,22	-1,41	-1,98	-2,92	-3,30	-3,86	-4,24
0,7	+1,09	+0,85	+0,78	+0,49	-0,28	-0,35	-0,71	-1,31	-1,55	-1,91	-2,15
0,8	+0,77	+0,66	+0,60	+0,49	+0,15	-0,10	-0,07	-0,85	-0,46	-0,68	-0,74
0,9	+0,32	+0,28	+0,26	+0,22	+0,11	+0,09	+0,04	-0,06	-0,10	-0,16	-0,19
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Продолжение таблицы 29.

$\mathcal{Z}=\frac{x}{L}$	Величины $\mathcal{F}'_{(z)}$ при $n = 0,8$										
	P=0	P=0,2	P=0,3	P=0,5	P=1,1	P=1,2	P=1,5	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
0,1	-0,78	-0,88	-0,92	-1,02	-1,31	-1,36	-1,50	-1,74	-1,88	-1,98	-2,08
0,2	-0,91	-1,12	-1,22	-1,48	-2,06	-2,16	-2,47	-2,99	-3,19	-3,51	-3,72
0,3	-0,78	-1,11	-1,27	-1,59	-2,57	-2,78	-3,22	-4,04	-4,36	-4,85	-5,18
0,4	-0,28	-0,63	-0,82	-1,22	-2,31	-2,61	-3,20	-4,19	-4,58	-5,18	-5,57
0,5	+0,45	+0,06	-0,12	-0,50	-1,65	-1,94	-2,42	-3,47	-3,77	-4,31	-4,70
0,6	+0,85	+0,56	+0,42	+0,18	-0,78	-0,87	-1,81	-2,08	-2,32	-2,75	-3,05
0,7	+0,82	+0,65	+0,57	+0,40	-0,12	-0,20	-0,46	-0,88	-1,05	-1,31	-1,48
0,8	+0,58	+0,45	+0,41	+0,33	+0,08	+0,04	-0,09	-0,29	-0,37	-0,49	-0,57
0,9	+0,22	+0,19	+0,18	+0,14	+0,06	+0,04	+0,01	-0,08	-0,11	-0,15	-0,19
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Продолжение таблицы 29.

$\mathcal{Z}=\frac{x}{L}$	Величины $\mathcal{F}'_{(z)}$ при $n = 0,6$										
	P=0	P=0,2	P=0,3	P=0,5	P=1,1	P=1,2	P=1,5	P=2,0	P=2,2	P=2,5	P=2,7
0	-1,29	-1,29	-1,29	-1,29	-1,29	-1,29	-1,29	-1,29	-1,29	-1,29	-1,29
0,1	-1,18	-1,35	-1,58	-1,59	-2,09	-2,18	-2,48	-2,84	-3,00	-3,22	-3,42
0,2	-0,82	-1,12	-1,27	-1,58	-2,49	-2,64	-3,10	-3,86	-4,16	-4,62	-4,92
0,3	-0,29	-0,67	-0,86	-1,23	-2,37	-2,56	-3,13	-4,07	-4,44	-5,01	-5,39
0,4	+0,27	-0,10	-0,30	-0,67	-1,81	-2,00	-2,57	-3,51	-3,88	-4,45	-4,88
0,5	+0,65	+0,34	+0,18	-0,13	-1,18	-1,28	-1,71	-2,49	-2,80	-3,28	-3,58
0,6	+0,74	+0,53	+0,41	+0,20	-0,46	-0,57	-0,89	-1,44	-1,66	-1,99	-2,20
0,7	+0,60	+0,47	+0,41	+0,28	-0,10	-0,17	-0,36	-0,68	-0,81	-1,00	-1,18
0,8	+0,37	+0,31	+0,29	+0,22	+0,08	0,00	-0,10	-0,25	-0,31	-0,40	-0,44
0,9	+0,16	+0,14	+0,13	+0,11	+0,04	+0,03	-0,01	-0,06	-0,08	-0,11	-0,13
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Окончание таблицы 29.

$\xi=\frac{x}{l}$	Величины $\mathcal{J}'_{(\xi)}$ при $n \leq 0,4$										
	P=0	P=0,2	P=0,3	P=0,5	P=1,1	P=1,2	P=1,5	P=2,0	P=2,2	P=2,5	P=2,7
0	-1,50	-1,50	-1,50	-1,50	-1,50	-1,50	-1,50	-1,50	-1,50	-1,50	-1,50
0,1	-1,28	-1,48	-1,58	-1,77	-2,36	-2,45	-2,74	-3,23	-3,42	-3,71	-3,91
0,2	-0,74	-1,07	-1,28	-1,56	-2,55	-2,71	-3,11	-4,02	-4,34	-4,84	-5,17
0,3	-0,10	-0,48	-0,68	-1,06	-2,22	-2,40	-2,98	-3,94	-4,32	-4,90	-5,30
0,4	+0,41	+0,05	-0,18	-0,49	-1,59	-1,76	-2,31	-3,21	-3,57	-4,09	-4,49
0,5	+0,65	+0,36	+0,22	-0,07	-0,94	-1,08	-1,51	-2,23	-2,52	-2,95	-3,25
0,6	+0,66	+0,46	+0,36	+0,16	-0,48	-0,58	-0,88	-1,82	-1,52	-1,80	-2,01
0,7	+0,51	+0,39	+0,38	+0,21	-0,15	-0,21	-0,39	-0,69	-0,81	-0,99	-1,11
0,8	+0,38	+0,27	+0,24	+0,17	-0,02	-0,08	-0,15	-0,31	-0,37	-0,47	-0,58
0,9	+0,15	+0,18	+0,12	+0,09	+0,02	+0,01	-0,08	-0,09	-0,11	-0,15	-0,17
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Примечание к таблицам 26-29.

Промежуточные значения $\mathcal{J}_{(\xi)}$ и $\mathcal{J}'_{(\xi)}$ определяются интерполяцией или как средние арифметические из двух значений при P_1 и P_2, где

$$\frac{1}{2}(P_1 + P_2) = P.$$

Так, например, при $P = 0,6$ величины $\mathcal{J}_{(\xi)}$ и $\mathcal{J}'_{(\xi)}$ будут определяться как средние арифметические при $P_1 = 0$ и $P_2 = 1,2$.

5. Примеры расчетов величин сдвижений и деформаций земной поверхности.

Пример I (рис.46).

Требуется определить ожидаемые величины сдвижений и деформаций земной поверхности от подработки одиночным пластом (лавой) в условиях шахты № 50 треста Копейскуголь.

Горногеологические показатели:

мощность пласта m = I,20 м,

угол падения α = I2°,

глубина разработки $H_{ср}$ = 75 м.

Размеры лавы:

по падению D_1 = I27 м,

по простиранию D_2 = 266 м,

мощность наносов h = I5 м

Подработка первичная.

Расчет производится в следующей последовательности:

I. Строится разрез по линии вкрест простирания (по главному сечению мульды сдвижения).

2. По формулам (6-I) - (6-4) определяем исходные параметры процесса сдвижения:

β_0 = 47°

γ_0 = 55°

ψ_1 = 58°

ψ_2 = 64°

θ = 82°

q_0 = 0,85

a = 0,35

3. По граничным углам β_0, γ_0 и углам полных сдвижений ψ_1, ψ_2

графически определяем длины полумульд: в сторону падения пласта L_1 =II6,0 м, в сторону восстания пласта L_2= 9I,0 м

4. Полученные отрезки полумульд АС и ВД разбиваются каждый на десять равных частей - 0,IL, 0,2L, 0,3L ... I,0 L

5. По формулам (6-5) определяем коэффициенты подработанности по линии падения пласта $n_1 = 0{,}9\ \frac{D_1}{H} > 1$,

по простиранию пласта $n_2 = 0{,}9\ \frac{D_2}{H} > 1$.

При определении максимального оседания η_m, n_1 и n_2 принимаем равными единице.

6. По формуле (6-6) табл.22 вычисляем максимальные оседания земной поверхности

$$\eta_m = q \cdot m \cdot \cos\alpha \sqrt{t_1 t_2} = 0{,}85 \times I{,}2 \times 0{,}978 \times I = 0{,}997 \text{ м}$$

7. Вычисляем $p = tg\alpha \cdot \frac{n}{H} = 0{,}2I - 0{,}20 = 0{,}0I$, т.е. $P \approx 0$

8. По полученным значениям η_m, n, p и формулам(6-I4)-(6-20), используя таблицы 23-29, вычисляем ожидаемые величины сдвижений и деформаций в полумульдах по падению и восстанию пласта (через интервал 0,IL).

Так,например, для точки K, имеющей Z=0,6 (в полумульде по падению), ожидаемые величины деформаций определяются следующим образом:

а) оседание

$$\eta_{(x)} = \eta_m \cdot S_{(z)} = 997 \times 0{,}29 = 289 \text{ мм},$$

$S_{(z)}$ берется из табл. 23 при Z=0,6; η_m - вычисляется по формуле (6-6) табл. 22;

б) наклон

$$i_{(x)} = \frac{\eta_m}{L_1} \cdot S'_{(z)} = \frac{997}{II6} \times I{,}89 = 8{,}6 \times I{,}89 \times I0^{-3} = I6{,}2 \times I0^{-3}$$

$S'_{(z)}$ берется из табл. 24;

в) расчетная кривизна

$$K_{(x)} = \frac{\eta_m}{L_1^2} \cdot S''_{(z)} = 0{,}07 \times 5{,}70 \times I0^{-3} = 0{,}40 \times I0^{-3} \ 1/м$$

$S''_{(z)}$ берется из табл. 25;

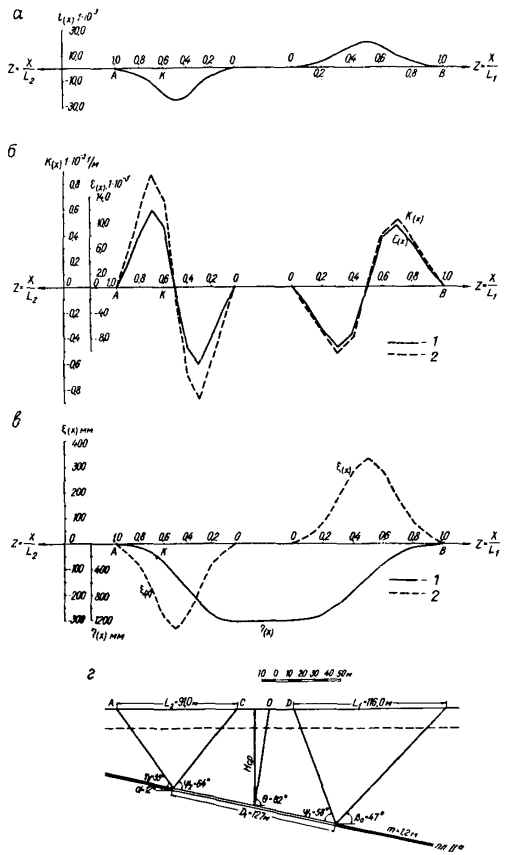


Рис. 46. Расчетные кривые сдвижений и деформаций земной поверхности
(шахта № 50, трест Копейскуголь)

а – наклоны, б – кривизна (1) и горизонтальные деформации (2), в – оседания (1) и горизонтальные сдвижения (2), г – разрез вкрест простирания.

Таблица № 30
(шахта № 50)

(полумульда по падению)

$Z = \frac{X}{L_1}$	Оседание $\eta_{(x)} = \eta_m \cdot S_{(z)}$, мм	Наклон $i_{(x)} = \frac{\eta_m}{L_1} \cdot S'_{(z)}$, I,IO^{-3}	Расчетн. кривизна $K_{(x)} = \frac{\eta_m}{L_1^2} \cdot S''_{(z)}$, I,IO^{-3} 1/м	Горизонт. сдвижения $\xi_{(x)} = \eta_m \cdot F_{(z)}$, мм	Горизонт. деформац. $\varepsilon_{(x)} = \frac{\eta_m}{L_1} \cdot F'_{(z)}$, I,IO^{-3}
0	997	0	0	0	0
0,I	987	I,6	-0,I5	30	-2,7
0,2	947	4,8	-0,36	80	-6,6
0,3	857	I0,3	-0,5I	I80	-9,4
0,4	708	I6,2	-0,40	279	-7,4
0,5	498	I8,9	0	329	0
0,6	289	I6,2	+0,40	279	+7,4
0,7	I40	I0,3	+0,5I	I80	+9,4
0,8	50	4,8	+0,36	80	+6,6
0,9	I0	I,6	+0,I5	30	+2,7
I,0	0	0	0	0	0

(полумульда по восстанию)

$Z = \frac{X}{L_2}$	Оседание $\eta_{(x)} = \eta_m \cdot S_{(z)}$, мм	Наклоны $i_{(x)} = \frac{\eta_m}{L_1} \cdot S'_{(z)}$, I.IO^{-3}	Расчетн. кривизна $K_{(x)} = \frac{\eta_m}{L_1^2} \cdot S''_{(z)}$, I.IO^{-3} 1/м	Горизонт. сдвижения $\xi_{(x)} = \eta_m \cdot F_{(z)}$, мм	Горизонт. деформац. $\varepsilon_{(x)} = \frac{\eta_m}{L_1^2} \cdot F'_{(z)}$, I.IO^{-3}
0	997	0	0	0	0
0,I	987	-2,I	-0,25	-30	-3,5
0,2	947	-6,2	-0,6I	-80	-8,5
0,3	857	-I3,2	-0,87	-I80	-I2,0
0,4	708	-20,8	-0,68	-279	-I9,4
0,5	498	-24,2	0	-329	0
0,6	289	-20,8	+0,68	-279	+ 9,4
0,7	I40	-I3,2	+0,87	-I80	+I2,0
0,8	50	- 6,2	+0,6I	- 80	+ 8,5
0,9	I0	- 2,I	+ 0,25	- 30	+ 3,5
I,0	0	0	0	0	0

г) горизонтальное сдвижение

$$\xi_{(x)} = \eta_m \cdot \mathcal{F}_{(z)} = 997 \times 0{,}28 = 279 \text{ мм}$$

$\mathcal{F}_{(z)}$ берется из табл. 26;

д) горизонтальная деформация

$$\varepsilon_{(x)} = \frac{\eta_m}{L_1} \cdot \mathcal{F}'_{(z)} = 8{,}6 \times 0{,}86 = +\ 7{,}4 \times 10^{-3}$$

$\mathcal{F}'_{(z)}$ берется из табл. 28.

Аналогичным образом производится расчет величин деформаций и сдвижений в остальных точках полумульд как по линии вкрест простирания, так и по линии простирания пласта. Результаты расчета сдвижений и деформаций в точках полумульд вкрест простирания пласта представлены в табл. 30.

9. По результатам расчета строятся графики кривых сдвижений и деформаций земной поверхности (рис.46).

Пример 2.(рис.47). Для установления возможности и целесообразности застройки площади, которая будет подрабатываться лавой № 36 гор.I54 и лавой № 50 гор. I8 пласта У шахты № 205, требуется определить ожидаемые величины сдвижений и деформаций земной поверхности.

I. Составляется таблица горногеологических показателей по лавам

Таблица 3I

	m, м	α°	D_1, м	D_2, м	H, м
Лава 36	I,74	I6	I36	I70	I30
Лава 50	I,69	I7	II4	230	I72

2. По формулам (6-I)- (6-4) определяются исходные параметры

Таблица 32

	B_0	γ_0	ψ_1	ψ_2	θ	q_0	a
Лава № 36	44°	55°	57°	65°	80°	0,85	0,35
Лава № 50	43°	55°	57°	65°	79°	0,85	0,35

3. Дальнейшие построения и расчет производятся в такой же последовательности, как описано в примере I.

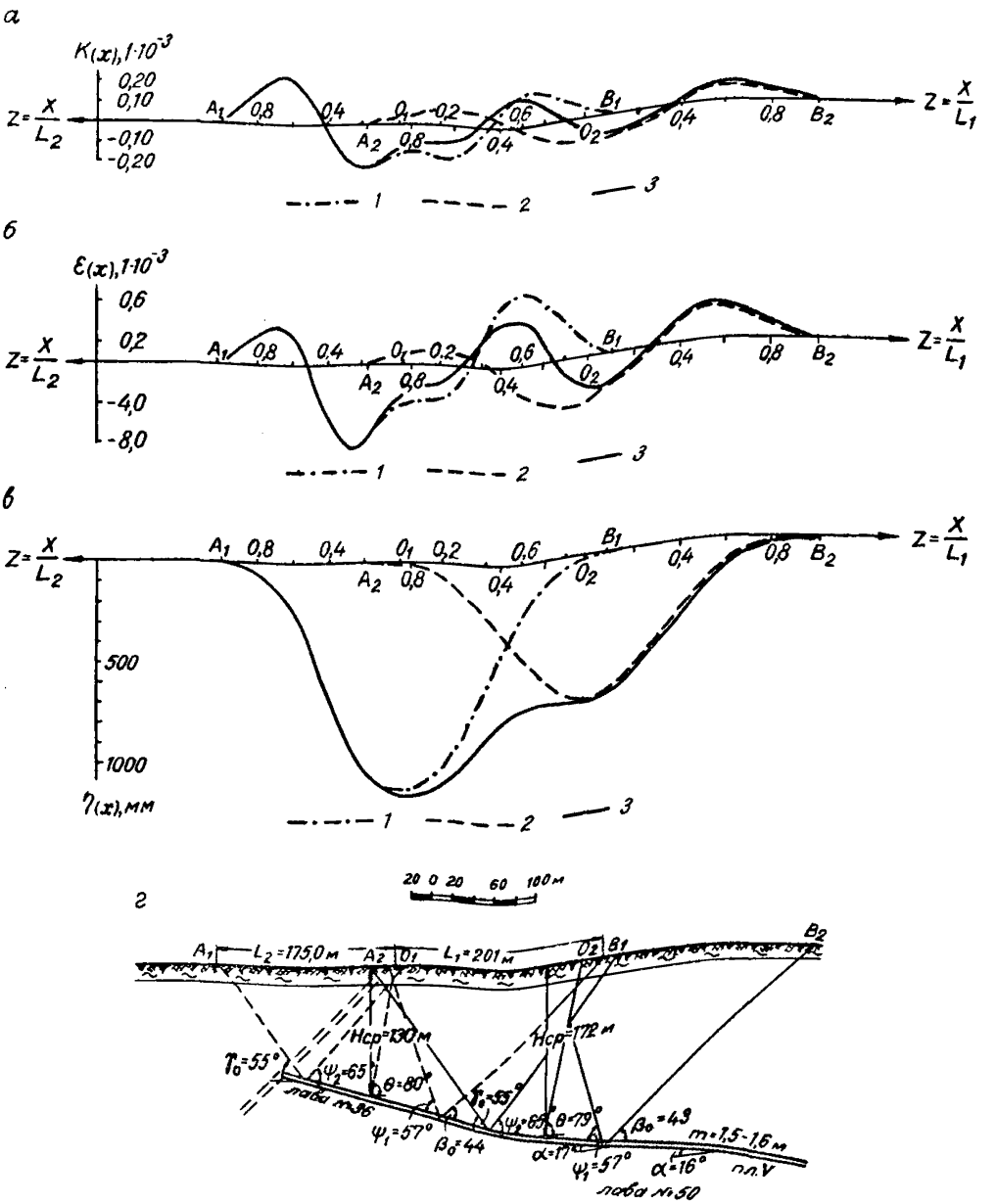


Рис. 47. Расчетные кривые сдвижений и деформаций земной поверхности

а – кривизна; 1– кривизна от лавы № 36, 2– кривизна от лавы № 50, 3– суммарная кривизна от лав №№ 30 и 50,

б – горизонтальные деформации; 1– деформации от лавы № 36, 2– деформации от лавы № 50, 3– суммарные деформации от лав №№ 36 и 50,

в – оседания; 1– оседания от лавы № 36, 2– оседания от лавы № 50, 3– суммарные оседания от лав №№ 36 и 50,

г – разрез вкрест простирания.

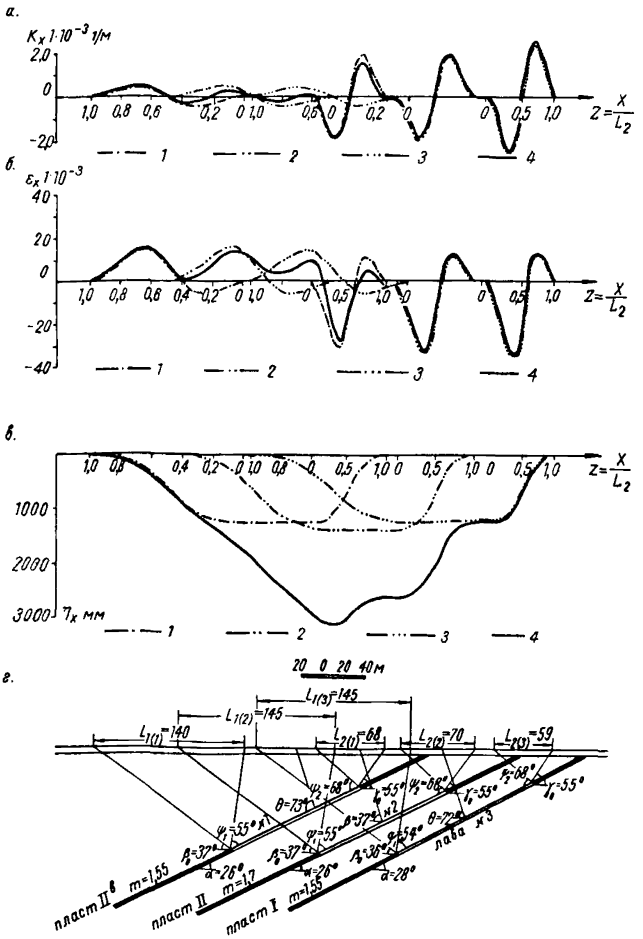


Рис. 48. Расчетные кривые сдвижений и деформаций земной поверхности

а – кривизна; 1– кривизна от лавы № 1, 2– кривизна от лавы № 2, 3– кривизна от лавы № 3, 4– суммарная кривизна от лав №№ 1,2,3;
б – горизонтальные деформации; 1– деформации от лавы № 1, 2– деформации от лавы № 2, 3– деформации от лавы № 3, 4– суммарные деформации от лав №№ 1,2,3;
в – оседания; 1– оседания от лавы № 1, 2– оседания от лавы № 2, 3– оседания от лавы № 3, 4– суммарные оседания от лав №№ 1,2,3;
г – вертикальный разрез вкрест простирания пластов.

Вспомогательные коэффициенты сведены в табл.88.

Таблица 33

Название лавы	L_1, м	L_2, м	n_1	n_2	t_1	t_2	ηm, мм	$P=\frac{h}{H}\operatorname{tg}\alpha$	$\frac{\eta m}{L_1}\cdot 10^{-3}$	$\frac{\eta m}{L_2}\cdot 10^{-3}$	$\frac{\eta m}{L_1^2}\cdot 10^{-3}$ 1/м	$\frac{\eta m}{L_2^2}\cdot 10^{-3}$ 1/м
Лава 86	201	175	0,94	I	0,7	0,9	1128	0,8	5,612	6,446	0,028	0,0363
Лава 50	224	214	0,6	I	0,8	0,9	715	0,8	3,192	3,341	0,0142	0,0156

Результаты расчета предоставлены в таблицах 34,35.

По результатам расчета строятся кривые сдвижений и деформаций, которые будут возникать от разработки каждой лавы.

Сложение одноименных кривых производят алгебраически (рис.47). Знак величин деформаций и сдвижений определяется по табл.21.

Пример 3.(рис.48). Для установления возможности и целесообразности застройки угольной площади, которая будет подработана лавой № I пласта П, лавой № 2 пл.П и лавой № 3 пл.I в условиях пк. 22,требуется определить ожидаемые величины сдвижений на этом участке земной поверхности.

I. Составляем таблицу горногеологических показателей по лавам.

Таблица 86

	m, м	α°	D_1, м	H, м	h, м
Лава № I	I,55	26	I30	66	5–7
Лава № 2	I,70	26	I30	68	
Лава № 8	I,55	28	I40	68	

2. По формулам (6-I) – (6-4) определяем исходные параметры

Таблица 37

	β_0, град.	γ_0, град.	φ_1, град.	φ_2, град.	θ_1, град.	q_0	a
Лава № I	37	55	55	68	73	0,90	0,35
Лава № 2	37	55	55	68	73	0,90	0,35
Лава № 8	36	55	54	68	72	0,90	0,35

Таблица 34

Лава № 86

(полумульда по падению)

$\xi = \frac{x}{L_1}$	Оседание $\eta_{(x)}$, мм	Наклоны $i(x)\ 1\cdot10^{-3}$	Расчетн. кривизна $K(x)\ 1\cdot10^{-5}$, 1/м	Горизонт. сдвижение $\xi(x)$, мм	Горизонт. деформации $\varepsilon(x)\ 1\cdot10^{-3}$
0	1128	0	-0,14	888	-4,1
0,1	1105	2,7	-0,14	406	-3,6
0,2	1015	5,8	-0,17	485	-3,4
0,3	868	9,1	-0,14	580	-1,6
0,4	654	11,1	-0,04	590	+2,0
0,5	440	10,7	+0,08	462	+5,7
0,6	248	8,1	+0,16	827	+7,2
0,7	113	4,8	+0,15	180	+6,0
0,8	45	2,8	+0,10	79	+3,6
0,9	11	0,8	+0,04	22	+1,5
1,0	0	0	0	0	0

(полумульда по восстанию)

0	1128	0	-0,14	888	-4,1
0,1	1105	-8,1	-0,19	248	-5,9
0,2	1015	-6,7	-0,22	124	-7,9
0,3	868	-10,5	-0,19	-11	-8,2
0,4	654	-12,8	-0,06	-147	-5,8
0,5	440	-12,8	+0,11	-192	-0,8
0,6	248	-9,8	+0,21	-169	+2,7
0,7	113	-5,5	+0,20	-113	+3,7
0,8	45	-2,6	+0,18	-56	+2,6
0,9	11	-1,0	+0,06	-22	+1,2
1,0	0	0	0	0	0

Таблица 35
Лава № 50

(полумульда по падению)

$\bar{x} = \frac{x}{L_1}$	Оседание $\eta(x)$, мм	Наклоны $i(x)\ 1\cdot10^{-3}$	Расчетн. кривизна $K_x(x)\ 1\cdot10^{-3}$, 1/м	Горизонт. сдвижения $\xi(x)$, мм	Горизонт. деформации $\varepsilon(x)\ 1\cdot10^{-3}$
0	715	0	-0,12	214	-4,2
0,1	686	2,6	-0,11	293	-2,6
0,2	601	4,8	-0,08	343	-1,2
0,3	472	6,0	-0,08	343	+0,9
0,4	336	6,0	+0,02	300	+2,7
0,5	214	5,0	+0,06	236	+3,6
0,6	114	3,5	+0,07	150	+3,4
0,7	57	2,0	+0,06	86	+2,5
0,8	21	1,0	+0,04	43	+1,5
0,9	7	0,4	+0,02	14	+0,6
1,0	0	0	0	0	0

(полумульда по восстанию)

$\bar{x} = \frac{x}{L_2}$	Оседание $\eta(x)$, мм	Наклоны $i(x)\ 1\cdot10^{-3}$	Расчетн. кривизна $K(x)\ 1\cdot10^{-3}$, 1/м	Горизонт. сдвижения $\xi(x)$, мм	Горизонт. деформац. $\varepsilon(x)\ 1\cdot10^{-3}$
0	715	0	-0,12	214	-4,2
0,1	686	-2,8	-0,12	122	-5,1
0,2	601	-5,1	-0,08	-86	-4,2
0,3	472	-6,3	-0,03	-57	-2,9
0,4	336	-6,3	+0,03	-100	-1,0
0,5	214	- 5,2	+0,07	-114	+0,6
0,6	114	-3,6	+0,08	-79	+1,4
0,7	57	-2,1	+0,06	-57	+1,4
0,8	21	-1,0	+0,04	-29	+1,0
0,9	7	-0,4	+0,02	-14	+0,4
1,0	0	0	0	0	0

8. Дальнейшие расчеты и построения производятся в изложенной выше последовательности (пример № I).

Вспомогательные коэффициенты сведены в табл.38.

Таблица 38.

Название очистных забоев	L_1, м	L_2, м	n_1	t_1	t_2	η_m, мм	$P=\frac{h}{H}\lg\alpha$	$\frac{\eta_m}{L_1}\cdot10^{-3}$	$\frac{\eta_m}{L_2}\cdot10^{-3}$	$\frac{\eta_m}{L_1^2}\cdot10^{-3}$ 1/м	$\frac{\eta_m}{L_2^2}\cdot10^{-3}$ 1/м
Лава № I	I40,0	68,0	I	I	I	I256	0,4	8,97	I8,50	0,064	0,272
Лава № 2	I45,0	70,0	I	I	I	I377	0,4	9,50	I9,65	0,065	0,28I
Лава № 3	I45,0	59,0	I	I	I	I232	0,4	8,50	20,88	0,059	0,354

Результаты расчета представлены в таблицах 39–4I.

По результатам расчета строятся кривые сдвижений и деформаций, которые будут возникать от разработки каждой лавы в отдельности. Сложение одноименных кривых производится алгебраически с учетом знаков.

Таблица 39

Лава № I

(полумульда по падению)

$Z=\frac{x}{L_1}$	Оседание $\eta(x)$, мм	Наклоны $i(x)$ $1\cdot10^{-3}$	Расчетн. кривизна $\kappa(x)$ $1\cdot10^{-3}$, 1/м	Горизонт. сдвижения $\xi(x)$, мм	Горизонт. деформации $\varepsilon(x)$ $1\cdot10^{-3}$
0	I256	0	0	502	0
0,I	I243	I,7	-0,I3	57I	-2,2
0,2	II93	5,0	-0,33	578	-4,9
0,3	I080	I0,8	-0,46	659	-5,5
0,4	892	I7,0	-0,36	7I0	-0,9
0,5	628	I9,7	0	666	+7,9
0,6	364	I7,0	+0,36	496	+I4,5
0,7	I76	I0,8	+0,46	295	+I4,I
0,8	63	5,0	+0,33	I26	+ 8,9
0,9	I2	I,7	+0,I3	44	+3,6
I,0	0	0	0	0	0
	(полумульда по восстанию)				
0	I256	0	0	502	0
0,I	I243	-3,5	-0,57	458	- 7,4
0,2	II93	-I0,4	-I,39	383	-I8,4
0,3	I080	-22,2	-I,97	207	-29,0
0,4	892	-35,0	-I,55	0	-30,0
0,5	628	-40,7	0	-I63	-I6,3
0,6	364	-35,0	+I,55	-20I	+ I,8
0,7	I76	-22,2	+I,97	-I57	+II,3
0,8	63	-I0,4	+I,39	- 75	+I0,I
0,9	I2	- 3,5	+0,57	- 38	+ 4,4
I,0	0	0	0	0	0

Таблица 40
Жава № 2

(полумульда по падению)

$Z = \frac{x}{L_1}$	Оседание $\eta(x)$, мм	Наклоны $i(x)\ 1\cdot10^{-3}$	Расчетная кривизна $\kappa(x)\ 1\cdot10^{-3}$ 1/м	Горизонт. сдвижения $\xi(x)$, мм	Горизонт. деформац. $\varepsilon(x)\ 1\cdot10^{-3}$
0	I377	0	0	55I	0
0,I	I363	I,8	-0,I4	626	-2,3
0,2	I308	5,3	-0,33	633	-5,2
0,3	II84	II,4	-0,47	723	-5,8
0,4	978	I8,0	-0,37	778	+I,0
0,5	688	20,9	0	730	+8,4
0,6	399	I8,0	+0,37	544	+I5,4
0,7	I92	II,4	+0,47	324	+I4,9
0,8	69	5,3	+0,33	I38	+9,4
0,9	I4	I,8	+0,I4	48	+3,8
I,0	0	0	0	0	0
	(полумульда по восстанию)				
0	I377	0	0	55I	0
0,I	I363	-3,7	-0,59	503	-7,9
0,2	I308	-II,0	-I,44	420	-I9,6
0,3	II84	-23,6	-2,04	227	-30,8
0,4	978	-37,I	-I,60	0	-3I,8
0,5	688	-43,2	0	-I79	-I7,3
0,6	399	-37,I	+I,60	-220	+2,0
0,7	I92	-23,6	+2,04	-I72	+I2,0
0,8	69	-II,0	+I,44	- 83	+I0,7
0,9	I4	- 3,7	+0,59	- 4I	+ 4,7
I,0	0	0	0	0	0

Таблица 4I
Лава № 3

(полумульда по падению)

$Z = \frac{x}{L_1}$	Оседание $\eta_{(x)}$, мм	Наклон $i_{(x)}$ $1 \cdot 10^{-3}$	Расчетн. кривизна $k_{(x)}$ $1 \cdot 10^{-3}$ 1/м	Горизонт. сдвижения $\xi_{(x)}$, мм	Горизонт. деформац. $\varepsilon_{(x)}$ $1 \cdot 10^{-3}$
0	I232	0	0	493	0
0,I	I220	I,6	-0,I2	56I	-2,0
0,2	II70	4,8	-0,30	567	-4,6
0,3	I060	I0,2	-0,43	647	-5,2
0,4	875	I6,I	-0,34	696	-0,8
0,5	6I6	I8,7	0	653	+7,5
0,6	357	I6,I	+0,34	487	+I3,8
0,7	I72	I0,2	+0,43	290	+I3,3
0,8	62	4,8	+0,30	I23	+ 8,5
0,9	I2	I,6	+0,I2	43	+ 3,4
I,0	0	0	0	0	0
	(полумульда по восстанию)				
0	I232	0	0	493	0
0,I	I220	-4,0	-0,74	450	-8,4
0,2	II70	-II,7	-I,8I	376	-20,8
0,3	I060	-25,0	-2,57	203	-32,8
0,4	875	-39,5	-2,02	0	-33,8
0,5	6I6	-45,9	0	-I60	-I8,4
0,6	357	-39,5	+2,02	-I97	+2,I
0,7	I72	-25,0	+2,57	-I54	+I2,7
0,8	62	-II,7	+I,8I	- 74	+II,4
0,9	I2	- 4,0	+0,74	- 37	+ 5,0
I,0	0	0	0	0	0

Приложение 7

МЕТОДИКА ПРИБЛИЖЕННОГО РАСЧЕТА ОЖИДАЕМЫХ СДВИГОВ ПО НАПЛАСТОВАНИЮ

Примерная величина сдвигов по напластованию (горизонтальной составляющей) может быть определена по формуле:

$$\ell_x = n \frac{50}{H_x} \ell_o, \qquad (7\text{-}I)$$

где: n – количество нижерасположенных разрабатываемых пластов (слоев), включая и тот, для которого производится расчет;

H_x – глубина верхней границы горных работ по пласту, для которого производится расчет;

ℓ_o – принимается в зависимости от угла падения пласта на участке выше верхней границы горных работ по таблице 42

Таблица 42

при α = I2^0	ℓ_o = 55 мм	при α = 40^0	ℓ_o = 280 мм
при α = 20^0	ℓ_o = I20 мм	при α = 50^0	ℓ_o = 360 мм
при α = 30^0	ℓ_o = 200 мм		

ПРИМЕЧАНИЕ: При других углах падения величина ℓ_o определяется интерполяцией.

ПРИМЕР: Необходимо рассчитать ожидаемые величины горизонтальных сдвижений на выходах пластов вследствие подвижек по напластованию. Разрабатываются 4 пласта. Глубина верхней границы горных работ по пластам равна: 70 м, 95 м, I30 м, I65 м. Угол падения пластов 22^0.

На выходе верхнего пласта горизонтальная составляющая сдвижения по напластованию равна

$$\ell_x = n \frac{50}{H_x} \ell_o = 4 \frac{50}{70} \text{ I36} = 388 \text{ мм}$$

Для второго пласта

$$\ell_x = n \frac{50}{H_x} \ell_o = 3 \frac{50}{95} \text{ I36} = 2\text{I5 мм},$$

Для третьего пласта

$$\ell_x = n\frac{50}{H_x}\ell_o = 2\,\frac{50}{150}\,136 = 105 \text{ мм}$$

Для четвёртого пласта

$$\ell_x = n\frac{50}{H_x}\ell_o = 1\,\frac{50}{165}\,136 = 41 \text{ мм}$$

Горизонтальная деформация в зоне вредного влияния сдвига пород по напластованию может быть определена в первом приближении по формуле:

$$\varepsilon_x = 0{,}055\,\ell_x \qquad (7\text{-}2)$$

где ℓ_x - величина горизонтальных составляющих сдвигов по напластованию, определенная по формуле (7-I).

Приложение 8

Значения коэффициента К, вычисленного для формулы $d = H \cdot k$

§ 28 при $\rho = 12^0$

Таблица 43

I случай

α^0 / α_1^0	13	15	25	35	45	55	65	75
3	0,241	0,628	1,541	1,782	1,740	1,526	1,190	0,768
5	0,309	0,800	1,979	2,289	2,234	1,959	1,528	0,980
8	0,541	1,398	3,458	3,999	3,905	3,424	2,670	1,712
10	1,077	2,784	6,887	7,965	7,777	6,818	5,317	3,409
				II случай				
0	0,182	0,470	1,160	1,342	1,310	1,148	0,896	0,574
				III случай				
0	0,182	0,470	1,160	1,342	1,310	1,148	0,896	0,574
3	0,146	0,377	0,932	1,078	1,052	0,923	0,719	0,461
5	0,129	0,333	0,825	0,954	0,931	0,816	0,637	0,408
8	0,110	0,285	0,705	0,815	0,796	0,698	0,544	0,349
10	0,101	0,280	0,644	0,745	0,727	0,637	0,497	0,319
15	0,088	0,215	0,531	0,614	0,600	0,526	0,410	0,263
25	0,068	0,162	0,401	0,463	0,452	0,397	0,309	0,198
35	0,052	0,133	0,330	0,381	0,372	0,326	0,255	0,163
45	0,045	0,116	0,288	0,333	0,325	0,295	0,222	0,142
55	0,041	0,106	0,262	0,303	0,296	0,259	0,202	0,128
65	0,039	0,100	0,248	0,286	0,279	0,245	0,191	0,121

Приложение 9

ТАБЛИЦЫ ЗНАЧЕНИЙ УГЛОВ А; $Б_I$; $Б_2$ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЗОН ВРЕДНОГО ВЛИЯНИЯ ПОСТОЯННОГО ОПОРНОГО ДАВЛЕНИЯ

Таблица 44

Угол А
для всех размеров целиков

Угол падения пласта, α, град.	Угол А, град. при глубине разработки, м					
	100		200		300	
	$l_б$=6 м	$l_б$=8м	$l_б$=8 м	$l_б$=10м	$l_б$=10м	$l_б$=12м
0	24	36	25	35	25	32
5	20	30	23	30	20	25
10	14	26	20	28	18	25
15	14	23	17	25	16	20
20	14	20	16	20	15	20
25	10	20	14	19	14	18
30	10	18	13	17	13	15
35	10	15	11	15	11	13

Таблица 45

Углы $Б_I$ и $Б_2$
при размерах целиков, определенных по формулам (9), (I0), (I2) и (I3) § 45.

Угол падения пласта, α, град.	Угол $Б_I$, град			Угол $Б_2$, град.		
	При глубине разработке, м			При глубине разработке, м		
	I00	200	300	I00	200	300
0	20	35	40	30	40	45
5	25	35	40	30	35	45
I0	30	40	45	30	35	40
I5	30	40	45	25	30	35
20	30	45	50	25	30	30
25	35	50	55	20	25	30
30	35	50	65	20	20	25
35	35	55	70	20	20	20

Таблица 46

Углы $Б_I$ и $Б_2$
при размерах целиков, определенных по формулам (I4), (I0) и (I2) § 45.

Угол падения пласта, α, град.	Угол $Б_I$, град.			Угол $Б_2$, град.		
	При глубине разработки, м			При глубине разработки, м		
	I00	200	300	I00	200	300
0	35	40	45	35	40	45
5	40	40	50	35	35	40
I0	45	45	55	30	30	35
I5	45	50	60	25	30	35
20	50	55	65	25	25	30
25	55	55	70	25	25	25
30	60	65	75	20	25	25
35	65	75	80	20	20	20

Приложение 10

Средневзвешенные значения $\sigma_{сж}$ основных горных пород Челябинского бассейна (рис.49-50).

Таблица 47

Сопротивление на сжатие $\sigma_{сж}$, кг/см^2 \ Влажность W%	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Аргиллиты	262	193	150	120	99	83	71	61	54	47	42	38	34	31	28	26	24	22	21	19	
Алевролиты	172	117	85	64	50	40	33	27	23												

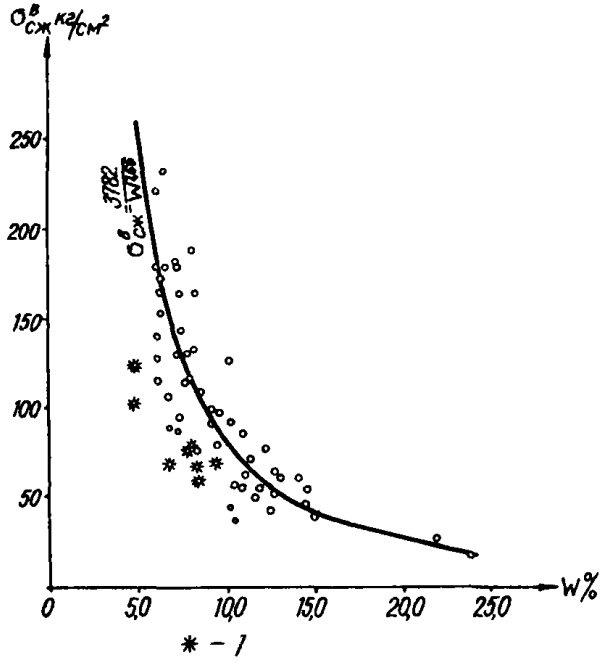


Рис. 49. График корреляционной зависимости между $\sigma^{в}_{сж}$ и W для аргиллитов

1 – аргиллиты трещиноватые и аргилляты с угольными прослойками

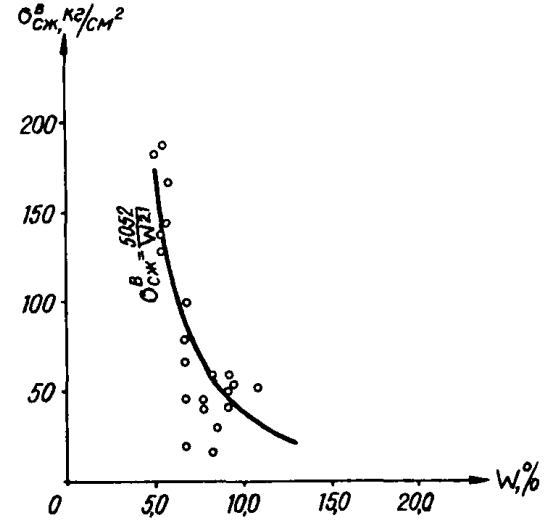


Рис. 50. График корелляционной зависимости между $\sigma^{в}_{сж}$ и W для алевролитов

Приложение II

Значения углов β', вычисленные по формуле §58

Таблица 48

α° \ θ°	Угол β' (в сторону восстания)									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0
5	61,5	61,6	61,9	62,3	62,9	63,5	64,0	64,6	64,9	65,0
10	58,0	58,1	58,7	59,5	60,5	61,7	63,0	64,0	64,8	65,0
15	54,5	54,7	55,4	56,6	58,1	59,8	61,7	63,4	64,6	65,0
20	51,0	51,3	52,1	53,5	55,4	57,7	60,2	62,6	64,4	65,0
25	47,5	47,8	48,8	50,4	52,6	55,4	58,6	61,7	64,1	65,0
30	45,0	45,3	46,4	48,1	50,6	53,7	57,3	60,9	63,8	65,0
35	42,5	42,9	43,9	45,8	48,4	51,8	55,8	60,1	63,6	65,0
40	40,0	40,4	41,5	43,4	46,1	49,8	54,2	59,1	63,3	65,0
45	37,5	37,9	39,0	41,0	43,8	47,7	52,5	58,0	62,9	65,0
50	35,0	35,4	36,5	38,5	41,4	45,4	50,6	56,7	62,4	65,0
55	32,5	32,9	34,0	36,0	38,9	43,0	48,6	55,2	61,9	65,0
60	30,0	30,4	31,4	33,4	36,3	40,5	46,3	53,6	61,2	65,0
более 60	30,0	30,4	31,4	33,4	36,3	40,5	46,8	53,6	61,2	65,0

Приложение I3

ПРИМЕРЫ ГАРМОНИЧЕСКОЙ ОТРАБОТКИ СВИТЫ ПЛАСТОВ.

Пример 1. Гармоническая отработка свиты пластов вкрест простирания (рис.5I)

Двухэтажное деревянное здание, размерами 20 х 30 метров намечается подработать лавой № 1 пласта 1 и лавой № 2 пласта П.

Горногеологические условия подработки

Таблица 50

Показатели	Лава № 1	Лава № 2
α°	42	42
m	1,5	1,2
$H_{ср}$	97,5	54
D_1	60	50
D_2	250	250

Для частичной или полной компенсации деформаций земной поверхности, которые возникнут от подработки лавами № 1 и № 2 на участке подрабатываемого здания, забоям задаётся соответствующее опережение ($\mathcal{Y}_1$).

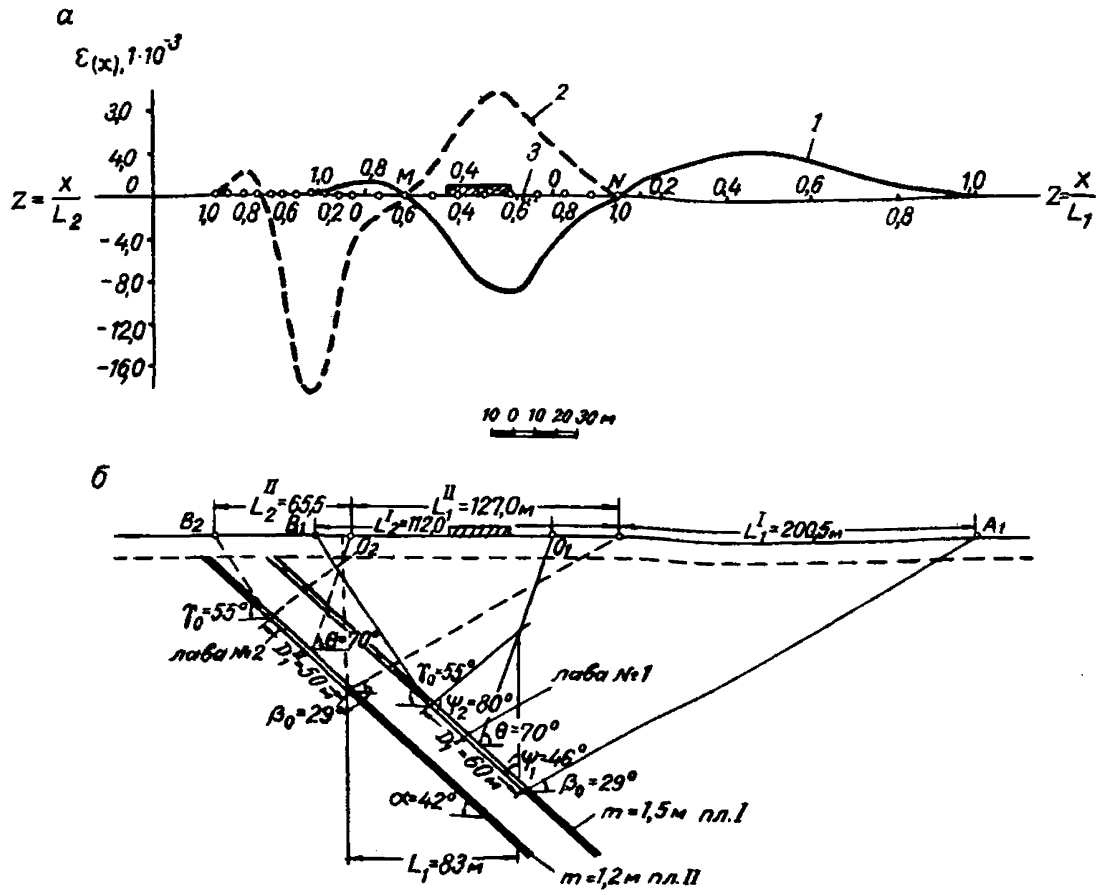
Величина опережения вкрест простирания ($\mathcal{Y}_1$) для различных горногеологических условий неодинаковая и колеблется от $\mathcal{Y}_1 = 100 + 0{,}1D_1$ до $\mathcal{Y}_1 = 100 - 0{,}3D_1$, где D_1 - длина лавы вышележащего пласта, м.

Поэтому оптимальное расстояние между забоями лав № 1 и № 2 вначале определяется приближённо по формуле $\mathcal{Y}_1 = 100 - 0{,}3D_1$, а затем уточняется расчётом величин деформаций от подработки этими лавами. Кроме того, длину лавы D_1'' и вынимаемую мощность m вышележащего пласта П подбирают таким образом, чтобы величины деформаций на участке подрабатываемого здания (MN), возникшие от подработки этой лавой в полумульде по падению (L_1^{ϑ})

Длины перпендикуляров, вычисленные по формулам § 60

Таблица 49

α° \ θ°	Перпендикуляры в сторону восстания $-q'$										θ° \ α°	Перпендикуляры e' (в сторону падения)									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
0	0,466	0,466	0,466	0,466	0,466	0,466	0,466	0,466	0,466	0,466	0	0,466	0,466	0,466	0,466	0,466	0,466	0,466	0,466	0,466	0,466
5	0,518	0,517	0,512	0,505	0,496	0,486	0,476	0,469	0465	0,466	5	0,486	0,486	0,485	0,483	0481	0,479	0,476	0,473	0,470	0,466
10	0,563	0,560	0,553	0,541	0,525	0,507	0,488	0,474	0,465	0,466	10	0,508	0,507	0,505	0,502	0,498	0,492	0,486	0,480	0,473	0,466
15	0,599	0,596	0,587	0,572	0,552	0,528	0,502	0,479	0,465	0,466	15	0,533	0,532	0,528	0,528	0,516	0,507	0,497	0,487	0,477	0,466
20	0,625	0,626	0,614	0,599	0,578	0,550	0,518	0,487	0,466	0,466	20	0,562	0,560	0,555	0,547	0,536	0,523	0,510	0,495	0,480	0,466
25	0,642	0,640	0,633	0,620	0,600	0,571	0,534	0,496	0,468	0,466	25	0,595	0,593	0,586	0,574	0,560	0,542	0,523	0,504	0,485	0,466
30	0,684	0,683	0,628	0,619	0,603	0,578	0,542	0,501	0,468	0,466	30	0,638	0,634	0,624	0,608	0,587	0,564	0,539	0,514	0,489	0,466
35	0,619	0,618	0,617	0,612	0,602	0,581	0,548	0,506	0,468	0,466	35	0,692	0,687	0,678	0,650	0,622	0,590	0,557	0,525	0,494	0,466
40	0,596	0,596	0,598	0,598	0,594	0,581	0,553	0,511	0,469	0,466	40	0,766	0,759	0,738	0,705	0,666	0,623	0,580	0,538	0,500	0,466
45	0,566	0,567	0,572	0,577	0,580	0,574	0,554	0,515	0,470	0,166	45	0,874	0,862	0,830	0,782	0,725	0,666	0,608	0,555	0,507	0,466
50	0,528	0,531	0,538	0,547	0,557	0,561	0,551	0,518	0,471	0,466	50	1,050	1,030	0,976	0,899	0,812	0,725	0,646	0,576	0,516	0,466
55	0,484	0,487	0,496	0,510	0,526	0,540	0,541	0,518	0,472	0,466											

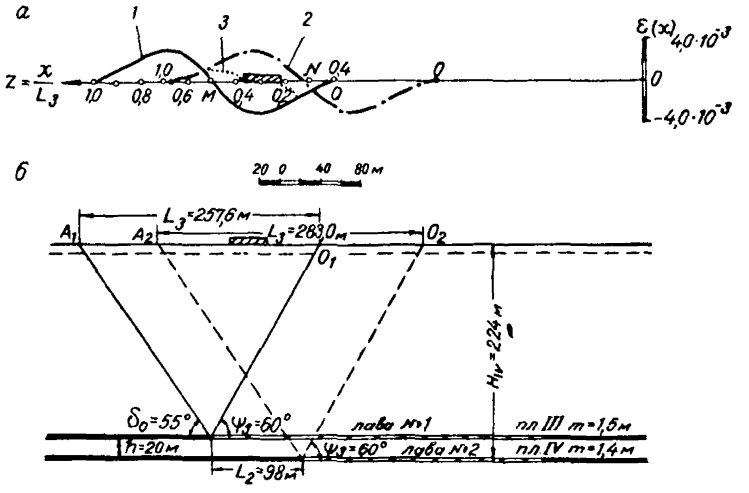


Лавы	L_1	L_2	n_1	n_2	t_1	t_2	η_m	P	$\frac{\eta_m}{L_1}\cdot 10^3$	$\frac{\eta_m}{L_2}\cdot 10^3$
№ 1	200,5	112,0	0,6	1	0,29	1	508	0,8	2,53	4,54
№ 2	127,0	65,5	0,8	1	0,57	1	805	0,7	4,76	9,24

$\bar{z} = \frac{x}{L}$	Горизонт. деформации	
	от лавы 1	от лавы 2
0	+ 4,8	- 4,7
0,1	- 8,2	- 2,0
0,2	- 8,9	- 0,6
0,3	- 7,8	2,1
0,4	- 5,2	6,0
0,5	- 2,4	8,9
0,6	- 0,7	9,2
0,7	1,1	6,9
0,8	1,2	4,0
0,9	0,7	1,8
10	0	0

Рис. 51. Пример гармонической отработки пластов вкрест простирания

а – горизонтальные деформации, б – разрез вкрест простирания,
1– деформации от лавы № 1, 2– деформации от лавы № 2,
3– суммарные деформации от лав №№ 1 и 2.



Лавы	L_3	n_2	l_1	l_2	η_m	$\frac{\eta_m}{L_3} \cdot 10^3$	$0,5 \frac{\eta_m}{L_3} \cdot 10^3$
№ 1	257,6	1	0,50	1	753	2,92	0,44
№ 2	283,0	1	0,62	1	840	2,97	0,45

$Z = \frac{x}{L_3}$	Горизонт. деформации	
	от лавы 1	от лавы 2.
0	0	0
0,1	- 0,9	- 0,9
0,2	- 2,2	- 2,3
0,3	- 3,2	- 3,3
0,4	- 2,5	- 2,8
0,5	0	0
0,6	2,5	2,8
0,7	3,2	3,3
0,8	2,2	2,3
0,9	0,9	0,9
1,0	0	0

Рис. 52. Пример гармонической отработки пластов по простиранию

а – горизонтальные деформации, б – разрез по простиранию, 1– деформации от лавы № 1, 2– деформации от лавы № 2, 3– суммарные деформации от лав №№ 1 и 2.

были бы близки по абсолютным значениям к деформациям, возникшим в полумульде по восстанию (L_2^I) от подработки лавой № 1 вышележащего пласта.

Исходные параметры для расчёта величин деформаций и сами деформации определяются по методике, данной в приложении № 6 настоящих Правил .

Если суммарные деформации на участке подрабатываемого здания полностью компенсируются или не превышают критических величин, гармоническая отработка пластов достигнута.

Пример 2 Гармоническая отработка свиты пластов по простиранию (рис.52).

Одноэтажное деревянное здание, размером 30 х 40 метров, намечается подработать лавой № 1 пласта III и лавой № 2 пласта IУ:

Геологические условия подработки:

Таблица 51

Показатели	лава № 1	лава № 2
α°	20	20
m	1,5	1,4
$H_{ср}$	200	224
D_2	350	250

Оптимальное расстояние между забоями лав № 1 и № 2 по простиранию определяется приближенно по формуле:

$$\ell_2 = \alpha - 0{,}5h,$$

где: h - вертикальная мощность междупластья, м;

α - примерная величина , определяемая по графику рис.53

В нашем примере ℓ_2 получилось равным 98 м.

Для уточнения величины опережения ℓ_2 производится расчёт величин деформаций, которые возникнут от подработки лавами № 1 и № 2. Суммарные деформации на участке подрабатываемого здания (MN) не должны превышать допустимых величин.

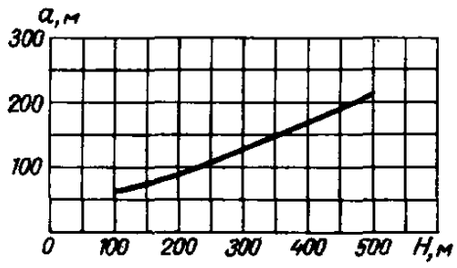


Рис. 53. Зависимость величины "а" от глубины разработки

О Г Л А В Л Е Н И Е

		Стр.
Предисловие	. . . . .	3
Раздел I.	Определение границ зоны опасного влияния подземных разработок на сооружения и другие объекты.	4
Раздел II.	Установление продолжительности процесса сдвижения	I2
Раздел III.	Разделение объектов на категории охраны.	I4
Раздел IУ.	Меры охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных разработок.	I5
Раздел У.	Меры охраны подготовительных выработок от вредного влияния подземных разработок.	32
Раздел УI.	Правила построения предохранительных целиков.	43
Раздел УП.	Примеры построения предохранительных целиков.	46
Приложение I.	Пример определения времени появления опасных деформаций.	73
Приложение 2.	Инструкция о порядке утверждения мероприятий по охране сооружений и природных объектов от вредного влияния горных разработок и о порядке ведения горных работ в предохранительных целиках.	75
Приложение 3.	Горнотехнические мероприятия по защите эксплуатируемых зданий и сооружений.	89
Приложение 4.	Конструктивные меры защиты зданий с жесткой конструктивной схемой и санитарно-технических коммуникаций.	98
Приложение 5.	Максимальные расстояния $\ell_{ст.}$ между поперечными конструкциями, при которых покрытия и перекрытия считаются жесткими опорами для стен и столбов (см.§ I9)	I23

Стр.

Приложение 6. Расчет сдвижений и деформаций земной поверхности . . . . . .

Основные понятия и обозначения . . . I26

Исходные параметры процесса сдвижения для расчета деформаций земной поверхности I30

Расчет сдвижений и деформаций земной поверхности под влиянием разработки одного пласта (отдельно взятой очистной выработки) I32

Расчет величин сдвижений и деформаций земной поверхности под влиянием разработки свиты пластов. I36

Примеры расчетов величин сдвижений и деформаций земной поверхности. . . . I47

Приложение 7. Методика приближенного расчета ожидаемых сдвигов по напластованию I58

Приложение 8. Значение коэффициента К, вычисленного для формулы $\alpha = H.K$ I60

Приложение 9. Таблица значений углов A, B_1, B_2 . . . I6I

Приложение I0. Средневзвешенные значения $\sigma_{сж}$ основных горных пород Челябинского бассейна I63

Приложение II. Значения углов β', вычисленные по формуле § 58 . . . . . I65

Приложение I2. Длины перпендикуляров, вычисленные по формулам § 60 . . . . . Вкл. I65–I66

Приложение I3. Примеры гармонической отработки свиты пластов. I66

Печатный цех ВНИМИ Заказ № 40 Тираж 700 5/УII-67 г.
М-12387 Объем 8 п.л. Цена 56 коп.

gost.e-ecolog.ru