

Государственный комитет СССР  
по делам строительства  
(Госстрой СССР)

# Инструкция

**СН** по проектированию,  
**522-79** строительству  
и эксплуатации  
гидротехнических  
сооружений  
на подрабатываемых  
горными работами  
территориях



Москва 1981

# ИНСТРУКЦИЯ

по проектированию,  
строительству  
и эксплуатации  
гидротехнических  
сооружений  
на подрабатываемых  
горными работами  
территориях  
СН 522-79

Утверждена  
постановлением Государственного комитета СССР  
по делам строительства  
от 21 декабря 1979 г. № 247



**Инструкция по проектированию, строительству и эксплуатации гидротехнических сооружений на подрабатываемых горными работами территориях.** СН 522-79/Госстрой СССР. — М.: Стройиздат, 1981. — 31 с.

Содержит требования к выбору конструктивных решений гидротехнических сооружений с учетом влияния деформаций оснований, обусловленных подработкой горными работами.

Устанавливает основные требования, направленные на обеспечение безаварийной работы гидротехнических сооружений, строящихся на подрабатываемых территориях угольных месторождений, и безопасного ведения горных работ в выработках, расположенных под гидротехническими сооружениями.

Для инженерно-технических работников проектных, строительных и эксплуатационных организаций.

Разработана ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР совместно с Донецким Промстройинпроектом Госстроя СССР и ВНИМИ Минуглепрома СССР с участием Ленинградского политехнического института им. М. И. Калинина Минвуза РСФСР и ВНИИГ Минхимпрома.

Табл. 8, рис. 3.

Редакторы — инж. *В. А. Кулиничев* (Госстрой СССР), д-р техн. наук, проф. *В. П. Недрига*, канд. техн. наук *А. И. Тейтельбаум* (ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР), канд. техн. наук *В. Р. Шнейер* (Донпромстройинпроект Госстроя СССР), канд. техн. наук *А. Г. Акимов* (ВНИИМ Минуглепрома СССР).

|  |   |                  |
|--|---|------------------|
| <b>Государственный<br/>комитет СССР<br/>по делам<br/>строительства<br/>(Госстрой СССР)</b> | <b>Строительные нормы</b>   | <b>СН 522-79</b> |
|  | <b>Инструкция<br/>по проектированию, строи-<br/>тельству и эксплуатации<br/>гидротехнических соору-<br/>жений на подрабатываемых<br/>горными работами<br/>территориях</b> | <b>—</b>         |

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Требования настоящей Инструкции должны выполняться при проектировании, строительстве и эксплуатации вновь строящихся, расширяемых и реконструируемых гидротехнических сооружений, возводимых на подрабатываемых и ранее подработанных территориях угольных месторождений, а также других полезных ископаемых, если представляется возможным прогнозировать характер и величину деформаций земной поверхности от их подземной разработки.

К числу гидротехнических сооружений, строящихся на таких территориях, относятся: плотины, дамбы, водосбросы, водохранилища, шламо- и хвостохранилища и накопители сточных вод, каналы, тоннели и сооружения на них, системы хозяйственно-питьевого водоснабжения, мелиоративные системы.

**Примечание.** Требования настоящей Инструкции не распространяются на проектирование гидротехнических сооружений, возводимых на подрабатываемых территориях калийных месторождений.

1.2. Условия безопасной разработки угольных пластов, расположенных под гидротехническими сооружениями, обеспечиваются выполнением требований «Правил охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных работ на угольных месторождениях», утвержденных Минуглепромом СССР.

1.3. При проектировании и строительстве гидротехнических сооружений, располагаемых на подрабатываемых территориях, кроме требований настоящей Инструкции, следует выполнять соответствующие требования «Основ законодательства Союза ССР и союзных республик о недрах», глав СНиП по проектированию и строительству гидротехнических сооружений, по инженерным изысканиям и другим нормативных документов, утвержденных и/или согласованных Госстроем СССР.

1.4. Класс капитальности водоподпорных, мелиоративных и водопропускных гидротехнических сооружений, располагаемых на под-

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Внесены<br/>институтом<br/>ВНИИ ВОДГЕО<br/>Госстроя СССР</b> | <b>Утверждены<br/>постановлением<br/>Государственного<br/>комитета СССР<br/>по делам строительства<br/>от 21 декабря 1979 г. № 247</b> | <b>Срок<br/>введения<br/>в действие<br/>1 января<br/>1981 г.</b> |
|---|--|--|

рабатываемых территориях, следует назначать в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию речных гидротехнических сооружений. При этом класс капитальности водоподпорных сооружений следует повышать на единицу против указанного в этой главе СНиП.

1.5. Проекты гидротехнических сооружений, располагаемых на подрабатываемых территориях, следует разрабатывать на основе горно-геологических обоснований, которые должны содержать:

план сооружения с нанесенными на нем границами зоны влияния горных работ;

геологические и гидрогеологические данные о подрабатываемом массиве горных пород и об основании гидротехнических сооружений;

планы горных выработок и разрезы вкрест простирания пластов с указанием на них ранее пройденных выработок, скважин и данные о перспективе развития горных работ;

сведения о характере ранее пройденных горных выработок в районе площадки строительства и в затопляемой зоне;

характеристику систем разработки полезных ископаемых; данные о наличии и местоположении в районе строительства выходов пластов, тектонических нарушений, границ шахтных полей и предохранительных целиков, шурфов, устьев штолен;

прогноз деформаций земной поверхности;

данные о границах зон водопродящих трещин и провалов; рекомендации о возможных горных мерах защиты, направленных на уменьшение влияния деформаций от подработки на гидросооружения.

1.6. Для обеспечения надежной и долговечной эксплуатации гидротехнических сооружений на подрабатываемых территориях принимаемые в проектах технические решения должны учитывать расположение сооружений относительно простирания пластов и применение строительных и горных мер защиты.

Меры защиты должны обеспечивать бесперебойную работу гидросооружений и установленного на них технологического оборудования при деформации подрабатываемого основания.

1.7. Горные меры защиты гидротехнических сооружений следует предусматривать в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию зданий и сооружений на подрабатываемых территориях.

1.8. Горные меры защиты проектируемых гидротехнических сооружений подлежат согласованию с производственным объединением, разрабатывающим данное месторождение.

1.9. Размещение гидротехнических сооружений на площадках над ранее пройденными горными выработками в случаях, когда возможно образование на них провалов и крупных трещин, не допускается.

Условия возможного образования провалов и крупных трещин при различных углах падения пластов и системах разработки, а также границы зон возможных провалов и крупных трещин с учетом достоверности контура ранее пройденных выработок устанавливаются в соответствии с требованиями, предусмотренными в п. 3.2 настоящей Инструкции.

1.10. Площадки над ранее пройденными очистными выработками, расположенными на глубине от 20-кратной мощности пласта (но не менее 25 м) до 80 м при системе разработки без целиков в выработанном пространстве, должны относиться к группе IV по

главе СНиП по проектированию зданий и сооружений на подрабатываемых территориях. Если эти площадки будут подрабатываться другими пластами, то к ожидаемым (вероятным) деформациям от проектируемых к отработке пластов добавляются деформации, вызываемые активизацией процесса сдвижения пород от ранее пройденных выработок.

1.11. В случае, когда в пласте с ранее пройденными горными выработками при отработке последующих горизонтов и нижележащих пластов возникает сдвижение пород по напластованию, проектирование гидротехнических сооружений следует производить с учетом деформаций земной поверхности от сдвижения пород по напластованию.

Горно-геологические условия, при которых возникает сдвижение пород по напластованию, границы области сдвижения и способ расчета его величины определяются в соответствии с «Правилами охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных работ на угольных месторождениях».

1.12. Площадки над ликвидированными вертикальными выработками диаметром более 1 м, имеющими выход на земную поверхность, и вокруг них в радиусе 20 м следует исключать из площади застройки и размещения гидротехнических напорных сооружений.

1.13. Строительство гидротехнических сооружений на территориях, расположенных над участками горизонтальных и наклонных подготовительных выработок, а также наклонных шахтных стволов, заложенных на глубине менее  $10 h_v$  ( $h_v$  — полная высота выработки), допускается предусматривать при условии тщательного выявления и ликвидации оставшихся пустот.

Опасные участки, исключаемые из площади застройки и размещения водохранилищ, должны включать проекции выработок и бермы шириной 20 м.

При наличии над подготовительными выработками, пройденными на глубине от  $10 h_v$  до 80 м, обводненных слабосцементированных пород проектирование гидротехнических сооружений допускается при наличии заключения специализированной организации, подтверждающего невозможность образования провалов на земной поверхности вследствие выноса грунта в горные выработки.

1.14. Строительство гидротехнических сооружений на участках, расположенных над выходами тектонических нарушений (осей синклинальных складок) допускается только в исключительных случаях при наличии соответствующего заключения специализированного института.

В условиях, когда прогнозирование деформаций земной поверхности над выходом тектонического нарушения невозможно, проектирование гидротехнических сооружений не допускается.

**Примечание.** Под участком с выходом тектонического нарушения (оси синклинальной складки) понимается участок, включающий обозначенный на плане выход сместителя нарушения (оси складки) с включением полос шириной до 60 м в обе стороны от обозначенного выхода сместителя.

1.15. Тип и конструкцию гидротехнических сооружений, проектируемых на подрабатываемых территориях, следует выбирать на основании технико-экономического сравнения вариантов. При этом следует исходить из целесообразности применения более гибких конструкций с преимущественным использованием местных грунтовых материалов и предусматривать разрезку бетонных и железобетонных сооружений на отдельные независимые секции с целью обесп-

печения нормальной работы при неравномерных деформациях подрабатываемого основания.

При проектировании гидротехнических сооружений рекомендуется предусматривать возможность полного опорожнения водохранилищ и временного прекращения эксплуатации сооружений для проведения ремонтных работ. При определении размеров поперечного сечения донных водоспусков следует исходить из допустимой скорости опорожнения водохранилища по условиям устойчивости откосов плотины и берегов и величины расхода воды в нижнем бьефе по условиям затопления и размыва.

1.16. При проектировании водохранилищ необходимо учитывать следующие факторы, обусловленные возможным оседанием земной поверхности при подработке территории:

изменение топографии чаши, площади зеркала и объема водохранилища;

затопление прилегающих земельных участков;

образование мелководных зон;

подтопление близлежащих подземных объектов.

1.17. К проектам гидротехнических сооружений на подрабатываемых территориях следует прилагать специальный паспорт, в котором должны приводиться: краткое описание схемы и конструкции сооружения, строительных и горных мер защиты, данные о деформациях земной поверхности, о грунтах основания, размещении контрольно-измерительной аппаратуры для наблюдения за состоянием сооружения и основания в период строительства и эксплуатации.

## **2. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ**

2.1. Инженерно-геологические и гидрогеологические изыскания для обоснования проектов гидротехнических сооружений на подрабатываемых территориях должны включать весь комплекс исследований, предусматриваемый главой СНиП по инженерным изысканиям для строительства, а также дополнительные изыскания для определения возможных деформаций основания гидротехнического сооружения вследствие подработки.

2.2. Состав и объем инженерно-геологических изысканий устанавливаются для каждого объекта с учетом особенностей геологического строения участка намечаемого строительства и типа проектируемого сооружения. Данные изысканий должны использоваться для оценки следующих возможных изменений на площадке строительства при деформациях основания:

изменение геоморфологических, гидрологических и тектонических условий участка строительства;

изменение условий стока поверхностных вод, а также уровня подземных вод с учетом сезонных и многолетних колебаний;

возможность образования оползней, провалов, процесса активизации сдвижения пород над ранее пройденными горными выработками;

степень развития в коренных породах и покровных отложениях макро- и микротрещиноватости, влияющей на фильтрационные и физико-механические свойства пород.

2.3. Планируемый комплекс инженерно-геологических изысканий должен соответствовать комплексу, предусмотренному горно-

геологическим обоснованием. Линии расположения разведочных скважин следует по возможности задавать параллельными продольной и поперечной осям сооружения.

2.4. Для обоснования проектов гидротехнических сооружений на подрабатываемых участках инженерно-геологические характеристики грунтов основания должны приниматься по результатам полевых и лабораторных испытаний образцов грунтов ненарушенной структуры, отобранных из шурфов или скважин.

2.5. В соответствии с ожидаемым оседанием поверхности и высотой зоны водопроявляющих трещин необходимо оценивать ожидаемое положение уровня подземных вод.

Учитывая, что грунты основания при этом попадают либо в зону увлажнения грунтовыми водами, либо в зону, осушаемую водопроявляющими трещинами, определение физико-механических свойств грунтов необходимо проводить при соответствующих реальным условиям степенях водонасыщения.

2.6. Положение верхней границы зоны, осушаемой водопроявляющими трещинами, образующимися при сдвиге пород над очистными выработками, должно быть определено на основании данных натурных исследований.

2.7. Для оценки утечек воды из водохранилища или канала, проектируемого на подработанном или подрабатываемом участке, при глубине ведения горных работ, превышающей высоту зоны водопроявляющих трещин над очистными выработками, необходимо оценивать водопроницаемость отдельных видов залегающих пород выше зоны водопроявляющих трещин.

Оценка водопроницаемости слоев должна выполняться по результатам опытно-полевых работ (откачек, нагнетаний, наливов).

2.8. Для оценки потерь воды из водохранилища или канала, характера размыва или кольматации водопроявляющих трещин, а также эффективности противofильтрационных экранов в случаях, когда зона водопроявляющих трещин достигает дна водоема, требуется проведение дополнительного комплекса полевых исследований, определяемого специализированной организацией.

2.9. Расчетные значения прочностных и деформативных характеристик грунтов при определении усилий, действующих на гидротехнические сооружения при сдвиге подрабатываемого основания, следует принимать равными нормативным.

2.10. При учете реологических процессов в грунтах оснований гидросооружений, строящихся на подрабатываемых территориях, должны использоваться характеристики длительного деформирования грунтов, принимаемые в соответствии с прил. 1.

2.11. Коэффициент фильтрации  $K_f$ , критический градиент  $I_k$ , критическую скорость фильтрации  $v_k$  для грунтов основания следует определять согласно главе СНиП по проектированию оснований гидротехнических сооружений с учетом возможного изменения свойств грунтов вследствие подработки.

### **3 ПРОГНОЗ ДЕФОРМАЦИИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОДОПРОВОДЯЩИХ ТРЕЩИН**

3.1. Величину сдвижений и деформаций земной поверхности следует определять для оценки прочности, устойчивости и надежности проектируемых гидротехнических сооружений, возводимых на подрабатываемых территориях.



3.2. Прогноз величин сдвижений и деформаций земной поверхности следует выполнять в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию зданий и сооружений на подрабатываемых территориях по методике, изложенной в «Правилах охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных работ на угольных месторождениях».

Для неизученных месторождений и районов с особо сложными горно-геологическими условиями подработки прогноз величин сдвижений и деформаций должен проводиться по методике, разработанной для рассматриваемого объекта специализированными институтами.

3.3. К прогнозируемым параметрам сдвижений и деформаций земной поверхности относятся:

оседания  $h$ , мм;

наклоны  $i$ , мм/м;

кривизна  $K$ , 1/м (радиус кривизны  $R$ , км);

горизонтальное сдвижение  $\xi$ , мм;

горизонтальные деформации растяжения и сжатия  $\epsilon$ , мм/м;

величины раскрытия трещин и высота уступа  $h_y$ , см;

общая продолжительность процесса сдвижения, период опасных деформаций, а также местоположение зон водопроводящих трещин, провалов и крупных трещин.

В качестве исходных данных для проектирования гидротехнических сооружений принимаются наибольшие величины ожидаемых сдвижений и деформаций земной поверхности из полученных на различных стадиях отработки пластов и горизонтов.

3.4. При проектировании гидротехнических сооружений значительной протяженности (каналы, тоннели) необходимо производить разбивку их на отдельные участки в зависимости от конкретных горно-геологических условий подработки и прогноз деформаций выполнять для каждого расчетного участка в отдельности.

3.5. Если значения  $\epsilon < 1$  мм/м,  $R > 20$  км,  $h_y < 10$  мм,  $i < 3$  мм/м, то при проектировании гидротехнических сооружений, размещаемых на подрабатываемых территориях, за исключением водопроводящих самотечных каналов, допускается не предусматривать специальные защитные мероприятия.

3.6. Условия возможного образования провалов и крупных трещин на земной поверхности, а также их границы устанавливаются в соответствии с требованиями, предусмотренными пп. 3.7 — 3.12 настоящей Инструкции, а также «Правилами охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных работ на угольных месторождениях».

3.7. При разработке пластов, имеющих углы падения  $\alpha < 45^\circ$ , без оставления целиков в выработанном пространстве, провалы (воронки) на земной поверхности образуются, как правило, при глубине разработки менее  $12 m$ , где  $m$  — вынимаемая мощность пласта.

За границу зоны возможных провалов и крупных трещин в этом случае принимается контур, отстоящий в плане от контура очистных выработок на  $15 m$ . Если нижняя граница горных выработок расположена на глубине более  $12 m$ , то за контур очистных выработок со стороны падения пласта принимается изогипса пласта, соответствующая глубине  $12 m$ .

3.8. При разработке мощных пластов слоями с обрушением кровли, а также при расстоянии между разрабатываемыми пластами менее трехкратной мощности нижележащего пласта, глубина, при

которой возможно образование провалов (воронки), определяется по суммарной мощности пластов (слоев).

3.9. При системах разработки с оставлением целиков в выработанном пространстве (короткие столбы, камеры), а также если система разработки в ранее пройденных выработках неизвестна или контур выработок со стороны падения является недостоверным, то за границу зоны возможных провалов и крупных трещин со стороны падения принимается горизонтальная проекция изогипсы пласта на глубине 20 м, а при  $m$  меньше 4 м — на глубине 80 м.

В границы очистных выработок включаются и подготовительные, если ширина целика между ними менее  $0,1 H$ , где  $H$  — расстояние по вертикали от земной поверхности до кровли целика.

3.10. При разработке пластов с углами падения  $\alpha > 45^\circ$  провалы на земной поверхности образуются, как правило, если вертикальная высота целиков, оставленных на выходах пластов под наносы, менее величины  $h_{ц}$ , определяемой по «Правилам охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных работ на угольных месторождениях», а при отсутствии для рассматриваемого бассейна (месторождения) таких данных значение  $h_{ц}$  следует определять в зависимости от мощности пластов по табл. 1.

При разработке мощных пластов слоями без закладки выработанного пространства значения  $h_{ц}$  определяются по суммарной мощности пластов.

Т а б л и ц а 1

| Мощность пласта,<br>м | 2 и менее | 3  | 4  | 5  | 6  | 7 и более |
|-----------------------|-----------|----|----|----|----|-----------|
| $h_{ц}$               | 60        | 75 | 85 | 90 | 95 | 100       |

3.11. За границу зоны возможных провалов на земной поверхности при разработке пластов с углами падения  $\alpha > 45^\circ$  во всех угольных бассейнах (месторождениях), кроме Донецкого (п. 3.12), следует принимать в плане:

а) по направлению простираания пласта — линию, проведенную за пределами очистной выработки на расстоянии от ее границы, определяемом по формуле

$$l_{пр} = h \operatorname{ctg} \varphi \quad (1)$$

(но не менее 15 м),

где  $h$  — мощность наносов в мм;

$\varphi$  — угол сдвижения в наносах, определяемый в соответствии с «Правилами охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных работ на угольных месторождениях»;

б) со стороны лежащего бока — линию, проведенную от выхода почвы пласта под наносы на расстоянии, определяемом так же, как по простираанию;

в) со стороны висячего бока — линию, проведенную от выхода кровли пласта под наносы на расстоянии, определяемом по формуле

$$l_{в} = (H_{в} + d_{в}) \operatorname{ctg} \alpha + h (\operatorname{ctg} \varphi - \operatorname{ctg} \alpha) \quad (2)$$

(но не менее 20 м),

где  $H_v$  — расстояние по вертикали от земной поверхности до верхней границы выработки;

$d_v$  — величина, определяемая по табл. 2.

Т а б л и ц а 2

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

К зоне провалов прилежит зона крупных трещин, ширина которой принимается со стороны висячего бока равной 30 м, а со стороны лежащего бока и по простиранию — 20 м.

3.12. В Донецком бассейне за границу зоны возможных провалов и крупных трещин при углах падения пластов более  $45^\circ$  принимается:

а) по простиранию — линия, проведенная параллельно границе очистной выработки за ее пределами на расстоянии 20 м;

б) со стороны лежащего бока — линия, проведенная на расстоянии 20 м от выхода почвы пласта под наносы;

в) со стороны висячего бока — линия, проведенная от выхода кровли пласта под наносы на расстоянии, определяемом по формуле

$$l_n = 35 m \operatorname{ctg} \alpha, \quad (3)$$

но не менее 30 м и не более величины  $(80 - h) \operatorname{ctg} \alpha$ .

3.13. На участках, где фактическая глубина разработки меньше безопасной глубины разработки соответствующего пласта под водными объектами, определяемой согласно «Правилам охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных работ на угольных месторождениях», зона водопроницающих трещин распространяется до земной поверхности.

3.14. За границу зоны водопроницающих трещин по простиранию принимается внешний контур, отстоящий в плане от контура очистной выработки на расстоянии  $H_{np} \operatorname{ctg} \delta''$ , по восстанию на расстоянии  $H_v \operatorname{ctg} \gamma''$  и по падению на расстоянии  $H_n \operatorname{ctg} \beta''$ , где  $H_{np}$  — глубина залегания пласта в соответствующих точках границ выработки, оконтуривающих ее по простиранию;  $H_v$  и  $H_n$  — глубина залегания пласта на границах выработки, оконтуривающих ее соответственно со стороны восстания и падения;  $\delta''$ ,  $\gamma''$ ,  $\beta''$  — углы разрывов.

Величины углов разрывов определяются согласно «Правилам охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных работ на угольных месторождениях». При отсутствии данных об углах разрывов последние следует принимать на  $10^\circ$  больше соответствующих углов сдвига в коренных породах, но не более  $90^\circ$ .

3.15. При разработке свиты пластов границы зоны водопроницающих трещин на земной поверхности строятся отдельно от границ очистных выработок каждого пласта.

3.16. Если нижняя граница горных работ располагается на глубине, превышающей безопасную глубину разработки, то за границу зоны водопроницающих трещин на земной поверхности со стороны

падения пласта принимается проекция на земную поверхность линии пересечения почвы пласта с горизонтом безопасной глубины. Если граница зоны возможных провалов и крупных трещин по какому-либо направлению располагается в плане дальше от выработанного пространства, чем граница зоны водопрводящих трещин, то она принимается за границу зоны водопрводящих трещин.

#### 4. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

4.1. При определении типов и конструкций гидротехнических сооружений, возводимых на подрабатываемых территориях, следует исходить из необходимости обеспечения их надежной работы при ожидаемых деформациях земной поверхности.

4.2. Отдельные виды деформаций земной поверхности, возникающие в различные периоды, допускается не учитывать при расчете конструкций гидротехнических сооружений, если установлено, что усилия от таких видов деформаций меньше, чем усилия от других видов нагрузок и воздействий.

4.3. Строительство плотин из грунтовых материалов на подрабатываемых территориях без применения горных мер защиты допускается при величине ожидаемых горизонтальных деформаций растяжения земной поверхности не более 3 мм/м и высоте уступов не более 100 мм.

4.4. При проектировании бетонных и железобетонных плотин, возводимых на нескальном основании, не следует допускать возникновения растягивающих напряжений под подошвой сооружения или его секций при расчетных деформациях земной поверхности.

4.5. Водопрпускные сооружения, входящие в состав гидроузла, следует проектировать, как правило, открытого типа, предусматривая при этом конструктивные мероприятия, исключающие вероятность опасных размывов в месте контакта с грунтом основания при деформациях, обусловленных горными работами. Устройство донных водоспусков в теле плотины допускается при условии применения металлических труб, укладываемых в галереи.

Поверхностные водосбросы следует устраивать вне тела плотины.

Водосбросы открытого типа целесообразно проектировать многоступенчатыми перепадами, позволяющими осуществить разрезку их на секции и устройство деформационных швов.

4.6. Конструкции гидротехнических сооружений, проектируемых для возведения на подрабатываемых территориях, должны удовлетворять требованиям расчета по потере несущей способности (предельное состояние первой группы) и по непригодности к нормальной эксплуатации (предельное состояние второй группы).

4.7. Расчет по предельному состоянию второй группы, исходя из допускаемых деформаций, необходимо производить для ограничения перемещений сооружений пределами, при которых гарантируются нормальные условия эксплуатации сооружения в целом и отдельных его частей и обеспечивается требуемая долговечность.

4.8. При определении предельных величин перемещений и деформаций гидротехнических сооружений необходимо учитывать: допускаемую разность осадок между секциями сооружения и отдельными его частями, допускаемый крен (наклон) сооружения, допустимые величины осадок и горизонтальных смещений.

4.9. Расчет конструкций гидротехнических сооружений должен выполняться на особое сочетание нагрузок и воздействий, включающих постоянные, временные, длительные и кратковременные нагрузки и воздействия от подработки. Возможные сочетания воздействий от подработки следует принимать согласно требованиям главы СНиП по проектированию зданий и сооружений на подрабатываемых территориях.

Расчетные схемы гидротехнических сооружений, используемые для определения усилий и деформаций, должны отражать с целесообразной степенью точности действительные условия работы конструкций и особенности их взаимодействия с основанием. В необходимых случаях учитываются пространственная работа сооружения, геометрическая и физическая нелинейность, ползучесть материалов.

4.10. Номенклатура нагрузок и воздействий, их величины и коэффициенты надежности по нагрузке и условий работы должны приниматься в соответствии с главой СНиП на нагрузки и воздействия, а также с учетом требований глав СНиП по основным положениям проектирования речных гидротехнических сооружений и по проектированию зданий и сооружений на подрабатываемых территориях.

4.11. Расчет конструкций на воздействия от подработки должен производиться из условия совместной работы основания и сооружения с учетом следующих деформаций основания:

- а) деформации от подработки, проявляющиеся в виде вертикальных и горизонтальных перемещений основания;
- б) деформации грунтов от нагрузок, передаваемых на основание сооружения.

4.12. Оценку предельных состояний первой группы в гидротехнических сооружениях, их конструкциях и основаниях при воздействии деформаций подрабатываемого основания следует производить, исходя из условия

$$0,9 N_p \leq P \frac{m_k}{K_n}, \quad (4)$$

где  $N_p$  — расчетное значение суммарного внутреннего усилия;  $P$  — расчетные значения несущей способности сооружения или его конструкции и основания, определяемые с учетом коэффициента надежности по материалам  $K_M$ ;

$m_k$  — коэффициент условий работы;

$K_n$  — коэффициент надежности по капитальности.

Значения коэффициентов  $K_M$  и  $K_n$  определяются согласно требованиям главы СНиП по основным положениям проектирования речных гидротехнических сооружений.

4.13. При расчете конструкций гидротехнических сооружений, предназначенных для строительства на подрабатываемых территориях, на воздействие вертикальных перемещений основания, характеризуемого радиусом кривизны  $R$ , расчетное значение суммарного внутреннего усилия должно определяться с учетом взаимодействия конструкций с искривленным основанием. При этом следует рассматривать два варианта воздействий от подработки в виде кривизны выпуклости и вогнутости.

4.14. При вертикальных воздействиях, характеризуемых уступами на земной поверхности, расчетное значение обобщенного внут-

ренного усилия должно определяться с учетом взаимодействия конструкции со ступенчатым основанием.

Расчетное местоположение уступов в плане сооружения принимается таким, при котором возникающие в конструкциях усилия будут максимальными.

4.15. При определении суммарных внутренних усилий в конструкциях влияние горизонтальных перемещений основания допускается учитывать в качестве дополнительных нагрузок на фундаменты и подземные части сооружений, определяемых в зависимости от конструктивной схемы сооружений, в виде:

а) сдвигающих сил по подошве фундаментов;

б) сдвигающих сил по боковым поверхностям фундаментов и подземной части сооружений;

в) нормального давления сдвигающегося грунта на лобовые поверхности фундаментов и подземной части сооружений.

Величины сдвигающих сил по подошве фундаментов и подземной части сооружений следует определять в зависимости от вертикальных нагрузок, угла внутреннего трения и удельного сцепления грунта, а также от величины перемещения грунта относительно сооружения.

4.16. При расчете конструкций гидротехнических сооружений на воздействие вертикальных и горизонтальных перемещений грунтового массива основание допускается принимать линейно- или нелинейно-деформируемым, характеризуемым постоянным или переменными коэффициентами жесткости.

В зависимости от характера воздействий, обусловленных влиянием горных выработок, деформационные свойства основания на контакте с фундаментами и подземными частями сооружений характеризуются коэффициентами жесткости при сжатии ( $K_{\text{сж}}$  или  $K_{\text{сждл}}$ ) и сдвиге ( $K_{\text{сд}}$  или  $K_{\text{сддл}}$ ), определяемыми в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию зданий и сооружений на подрабатываемых территориях и настоящей Инструкции.

4.17. Дополнительные нагрузки на гидротехнические сооружения от воздействия неравномерных вертикальных и горизонтальных деформаций допускается определять с учетом реологических свойств грунтов оснований согласно прил. 1.

4.18. В качестве исходных данных для проектирования гидротехнических сооружений на подрабатываемых территориях необходимо задавать максимальные величины ожидаемых (нормативных) деформаций земной поверхности на участке строительства в направлениях вкрест и по простиранию пластов.

Проекты гидротехнических сооружений большой протяженности (каналов, тоннелей, систем хозяйственно-питьевого водоснабжения, мелiorативных систем) должны разрабатываться для каждого расчетного участка в отдельности. Разбивка на расчетные участки должна производиться в зависимости от конкретных горно-геологических условий подработки.

4.19. Расчет конструкций гидротехнических сооружений должен выполняться для случаев попадания сооружения как в растянутую, так и сжатую зону мутьев сдвижения.

4.20. При проектировании грунтовых плотин и дамб, возводимых на подрабатываемой территории, следует выполнять расчеты устойчивости откосов, экрана и защитного слоя, вертикальных и горизонтальных перемещений тела сооружения и отдельных элементов с учетом деформаций от подработки, а также расчет расхода

воды через плотину и ее основание с учетом дополнительного раскрытия швов и возможных трещин от воздействия подработок.

Расчеты должны выполняться в соответствии с требованиями глав СНиП по проектированию плотин из грунтовых материалов и оснований гидротехнических сооружений и настоящей Инструкции.

4.21. Вертикальные перемещения тела грунтовой плотины определяются путем суммирования величин осадок:

возникающих вследствие уплотнения материала тела плотины;

сжимаемого основания от веса плотины;

основания под влиянием подработки территории, определяемого в соответствии с разд. 3 настоящей Инструкции.

4.22. Расчет прочности грунтовой плотины от влияния деформаций основания, вызванных подработкой, следует производить с целью определения изменений напряженно-деформированного состояния плотины и выявления зон возможного трещинообразования.

4.23. Расчет, позволяющий наиболее достоверно установить вероятность появления зон предельного состояния прочности и устойчивости плотины, следует выполнять, применяя численный метод расчета на ЭВМ; при этом в качестве граничных условий в основании сооружения следует задавать величины смещений, рассчитанных с учетом прогнозируемых деформаций земной поверхности от подработки территории.

4.24. Расчет бетонных конструкций гидросооружений сводится к расчету:

прочности тела сооружения при расчетных деформациях основания;

параметров раскрытия швов между отдельными блоками или секциями;

величин раскрытия щелей или трещин в местах примыкания к земляным сооружениям;

расхода воды через щели при их расчетном раскрытии и при наличии указанной выше контактной фильтрации

и к оценке вероятности отрыва подошвы бетонного сооружения от основания.

4.25. Расчет секций бетонных и железобетонных плотин на общую прочность следует производить с учетом неравномерных деформаций основания и дополнительных нагрузок, обусловленных влиянием горизонтальных перемещений основания. При этом расчет допускается производить раздельно в продольном (поперек потока) и поперечном (вдоль потока) направлениях.

4.26. Конструкции подпорных стен гидросооружений, водосбросных и других бетонных сооружений, контактирующих с основанием и заглубленных в грунт, должны быть рассчитаны с учетом дополнительных воздействий, обусловленных вертикальными и горизонтальными деформациями земной поверхности.

Водосбросные и водоспускные сооружения башенного типа следует рассчитывать с учетом крена, вызванного наклоном основания при подработке.

4.27. Конструкции гидротехнических тоннелей следует рассчитывать на дополнительные нормальные нагрузки и сдвигающие силы, вызванные горизонтальными деформациями грунтового массива, соответственно в поперечном и продольном направлениях относительно оси сооружения.

4.28. При проведении фильтрационных расчетов гидротехнических сооружений следует учитывать степень изменения проницаемости грунтов основания или тела плотины из грунтовых материалов

в период активной стадии сдвижения земной поверхности при подработке, которая должна оцениваться на основании данных изысканий и натурных наблюдений за состоянием грунтов основания и плотины.

4.29. При проектировании водохранилищ и каналов, возводимых на подрабатываемых территориях, следует производить оценку потерь воды из водоемов и определять объем водопритока в горные выработки за счет наличия искусственного водоема. Предварительную оценку потерь воды из водоемов следует проводить в соответствии с прил. 2. В обоснованных случаях оценка должна производиться путем моделирования условий плоской или пространственной задачи фильтрации.

## 5. СНИЖЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЕФОРМАЦИИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА КОНСТРУКЦИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

5.1. При выборе створа плотин следует учитывать направление простираения пластов. При этом следует отдавать предпочтение направлению, близкому к простираению пластов или вкрест простираения. На площадках, где возможны ступенчатые деформации основания, предпочтение следует отдавать направлению по нормали к линии уступа.

Исходным материалом для проектирования гидротехнических сооружений должны служить совмещенный календарный план горных работ, содержащий указание о времени отработки шахтных полей, и предварительный расчет сдвижений и деформаций земной поверхности.

5.2. При проектировании неоднородных плотин с противофильтрационными элементами (ядрами, экранами) из связных грунтов для повышения их надежности с верховой и низовой стороны ядра (экрана) следует предусматривать устройство обратного фильтра, подбираемого с учетом залечивания вероятных трещин по всей их высоте.

5.3. В отдельных случаях, при наличии технико-экономического обоснования, при проектировании плотин из грунтовых материалов для снижения неблагоприятных воздействий от подработки должны применяться конструктивные мероприятия (песчаные швы, диафрагмы в зонах предполагаемого трещинообразования, дренажи и др.).

5.4. При проектировании бетонных конструкций следует ширину шва  $a$  между отдельными секциями, необходимого для компенсации неравномерных горизонтальных смещений при подработке, определять по формуле

$$a \geq n_k m_k \varepsilon L_0 + \theta H, \quad (5)$$

где  $L_0$  — расстояние между центральными осями смежных секций;  $H$  — высота сооружения;  $\varepsilon$  — относительные деформации растяжения вследствие подработки;  $\theta$  — расчетный крен секций, определяемый по формулам:

$$\theta = n_k m_k \frac{L_0}{R} \quad \text{или} \quad (6)$$



$$\theta = n_h \frac{h_y}{L}, \quad (7)$$

где  $L$  — длина секции сооружения;

$h_y$  — высота уступа;

$R$  — радиус кривизны;

$n_s, n_k, n_h$  — коэффициенты надежности по нагрузке;

$m_s, m_k$  — коэффициенты условий работы, назначаемые в соответствии с приведенными в главе СНиП по проектированию зданий и сооружений на подрабатываемых территориях.

5.5. Уплотнение деформационных швов бетонных и железобетонных плитин следует выполнять в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию бетонных и железобетонных плитин. При этом ширина шва  $a$  определяется по формуле (5).

5.6. При проектировании трубчатых водосбросов, прокладываемых в бетонных или железобетонных галереях, ширину шва  $a_r$  между отдельными секциями следует назначать исходя из условия

$$a_r > \left( n_i m_i \varepsilon + \frac{D_\phi}{n_k m_k R} \right) L_0, \quad (8)$$

где  $\varepsilon, R$  — параметры деформаций сдвижения;

$D_\phi$  — диаметр фланца галерей;

$L_0$  — расстояние между центральными осями смежных секций;

$n_i, n_k, m_i, m_k$  — соответственно коэффициенты надежности по нагрузке и условий работы, определяемые аналогично требованиям п. 5.4 настоящей Инструкции.

5.7. При проектировании водопроводящих каналов и самотечных линий водозаборов, проходящих на участках подрабатываемой территории, уклоны их  $i_k$  следует назначать с учетом изменения рельефа за счет деформаций сдвижения при подработке по формуле

$$i_k = i_{\text{расч}} + n_i m_i i_{\text{сдв}}, \quad (9)$$

где  $i_{\text{расч}}$  — расчетный уклон, обеспечивающий нормальную работу без подработки;

$i_{\text{сдв}}$  — ожидаемый наклон основания в результате подработки на рассматриваемом участке;

$n_i, m_i$  — коэффициенты надежности по нагрузке и условий работы, определяемые, как и в п. 5.4 настоящей Инструкции.

5.8. На участках трассы водопроводящих каналов, а также акведуков, проходящих в зоне влияния горных выработок, в целях исключения переливов воды вместо увеличения уклона допускается предусматривать повышение отметок бровок канала (стенок акведука) на расчетную величину оседаний земной поверхности, определяемую в соответствии с разд. 3 настоящей Инструкции.

5.9. На участках канала, проходящего в зоне влияния горных выработок, следует предусматривать облицовку дна и откосов из материалов, способных воспринимать без разрушения неравномерные деформации основания, связанные с подработкой территории.

5.10. Дюкеры следует проектировать из стальных труб (с компенсаторами), укладываемых на подвижных опорах.

Отметки входного и выходного оголовков дюкеров должны быть заданы с учетом деформаций земной поверхности.

5.11. При проектировании водозаборных сооружений должны предусматриваться мероприятия по обеспечению неизменности категории надежности подачи воды потребителям согласно требованиям

главы СНиП по проектированию водоснабжения, наружных сетей и сооружений в период интенсивного движения грунтового массива вследствие подработки.

5.12. Гидротехнические напорные и безнапорные тоннели следует проектировать сборными или монолитными железобетонными:

в продольном направлении — по податливым схемам с разрезкой на отдельные отсеки деформационными швами;

в поперечном направлении — по жестким схемам, при этом предпочтение следует отдавать цельнозамкнутым системам с минимальным периметром.

5.13. Предельная длина отсека гидротехнических тоннелей должна определяться в зависимости от величин воздействия со стороны подрабатываемого грунтового массива и компенсационной способности деформационных швов. При проектировании деформационных швов между отсеками тоннелей следует учитывать воздействия от деформаций сжатия — растяжения и искривления подрабатываемой территории.

5.14. Конструкции сооружений водоприемников, насосных станций, водозаборных и других сооружений, имеющих в составе гидроузлов, располагаемых на подрабатываемых территориях, следует проектировать в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию зданий и сооружений на подрабатываемых территориях.

5.15. При наличии на площадке строительства водохранилища ранее пройденных или действующих горных выработок, а также при заполнении его хвостами или шламами, содержащими токсичные вещества, следует предусматривать устройство в ложе водохранилища экрана из малопроницаемых глинистых грунтов или полимерных материалов. Параметры экрана, его конструкция и толщина устанавливаются проектом с учетом результатов технико-экономических проработок.

Пригодность глин или суглинков для создания качественного экрана определяется на основе результатов лабораторных исследований, их физико-механических и фильтрационных свойств с учетом работы экрана в условиях сжатия и растяжения.

## **6 ОСОБЕННОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ**

6.1. Производство и приемку строительно-монтажных работ и приемку в эксплуатацию законченных строительством гидротехнических сооружений, возводимых на подрабатываемых территориях, следует осуществлять в соответствии с требованиями III части глав СНиП, общесоюзных правил, норм и инструкций по строительному производству, утвержденных Госстроем СССР, а также требованиями настоящей Инструкции.

6.2. При подготовке оснований под гидротехнические сооружения особое внимание должно уделяться контролю качества строительных работ по тампонажу и заделке вертикальных выработок диаметром до 1 м, пройденных при проведении горных работ. Тампонаж осуществляется грунтом, аналогичным по проницаемости грунту тампонируемой выработки, с замачиванием ранее уложенного в нее грунта.

При залегании под дном водоема высокопроницаемого слоя грунта над выработкой устраивается противофильтрационный экран из глины,

**6.3.** При устройстве противофильтрационного экрана ложа водохранилища следует обеспечивать тщательный контроль за выполнением строительных работ по его возведению в соответствии с проектом производства работ, особенно на участках, подвергающихся деформациям.

**6.4.** При проектировании и возведении плотин из местных строительных материалов на подрабатываемых территориях следует руководствоваться требованиями глав СНиП по проектированию и строительству плотин из грунтовых материалов. При этом предпочтение следует отдавать однородным грунтовым плотинам.

**6.5.** Для проверки качества выполненных работ по ложу водохранилища с целью обеспечения надежной работы гидротехнического сооружения и безопасной разработки угля в шахтах перед заполнением водохранилища до проектной отметки следует проводить опытное частичное заполнение по программе, разработанной проектной организацией. В программе должны указываться:

отметка уровня и время частичного заполнения;

методика наблюдения за состоянием сооружения и уровнем воды;

методика обследования ложа водохранилища после опорожнения;

способы ликвидации выявленных очагов утечки воды из водохранилища.

**6.6.** В процессе эксплуатации гидротехнических сооружений должны проводиться систематические визуальные и инструментальные наблюдения за их состоянием с помощью контрольно-измерительной аппаратуры по измерению вертикальных и горизонтальных смещений сооружений, их элементов и оснований, а также параметров фильтрационного потока в теле и основании сооружения.

**6.7.** В период активизации сдвижений от подработки необходимо вести регулярные наблюдения за трещинообразованием в сооружении, состоянием деформационных швов, участками примыкания грунтовых и бетонных конструкций, положением фундаментов под оборудованием, изменением параметров фильтрационного потока.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Учет реологических свойств грунтов при расчете гидросооружений на подрабатываемых территориях

1. Реологические свойства грунтов при расчете конструкций гидротехнических сооружений на воздействие искривления земной поверхности следует учитывать с помощью длительного коэффициента жесткости основания в зоне повышения давления на основание, который вычисляется по формуле

$$K_{y \text{ дл}} = \frac{\omega_z E_{\text{дл}}}{(1 - \mu_0^2) \sqrt{F}}, \quad (1)$$

где  $\omega_z$  — коэффициент формы фундамента, зависящий от отношения сторон, по табл. 1;

$E_{\text{дл}}$  — модуль длительной деформации грунта, МПа (кгс/см<sup>2</sup>), по табл. 2;

$\mu_0$  — коэффициент Пуассона грунта по табл. 3;

$F$  — площадь подошвы фундамента (не более 10 м<sup>2</sup> для ленточных и 100 м<sup>2</sup> для плитных фундаментов).

Таблица 1

| Отношения сторон    | 1:1  | 1:1,5 | 1:2  | 1:3  | 1:5  | 1:10 |
|---------------------|------|-------|------|------|------|------|
| Значения $\omega_z$ | 1,06 | 1,07  | 1,09 | 1,13 | 1,22 | 1,41 |

Таблица 2

| Пределы нормативных показателей консистенции по главе СНиП по проектированию оснований зданий и сооружений | Модули длительной деформации $E_{\text{дл}}$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), четвертичных глинистых грунтов при коэффициенте пористости $e$ , равном: |                     |      |                     |      |                     |      |                     |      |                     |
|--|---|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|
|  | 0,55  |                     | 0,65 |                     | 0,75 |                     | 0,85 |                     | 0,95 |                     |
|  | МПа   | кгс/см <sup>2</sup> | МПа  | кгс/см <sup>2</sup> | МПа  | кгс/см <sup>2</sup> | МПа  | кгс/см <sup>2</sup> | МПа  | кгс/см <sup>2</sup> |
| $I_L < 0$  | 30  | 300                 | 19,5 | 195                 | 13   | 130                 | 8,5  | 85                  | 7    | 70                  |
| $0 \leq I_L < 0,25$  | 22  | 220                 | 14   | 140                 | 8,5  | 85                  | 5,5  | 55                  | 4,5  | 45                  |
| $0,25 \leq I_L < 0,5$  | —   | —                   | 8,5  | 85                  | 5    | 50                  | 3,5  | 35                  | 3    | 30                  |

Таблица 3

| Вид грунта       | Глины и суглинки твердые | Глины и суглинки полутвердые | Глины и суглинки тугопластичные | Глины и суглинки мягкопластичные |
|------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Значения $\mu_0$ | 0,15                     | 0,25                         | 0,35                            | 0,4                              |

Коэффициент жесткости основания в зоне разгрузки  $K_p$  допускается определять по формуле (1), в которую вместо модуля длительной деформации  $E_{дл}$  подставляется значение модуля деформаций грунта, определенное согласно главе СНиП по проектированию оснований зданий и сооружений.

2. Реологические свойства грунтов при расчете конструкций на воздействие горизонтальных деформаций земной поверхности (сдвиг грунта по подошве фундамента) следует учитывать:

в стадии затухающей ползучести ( $\tau < \tau_{lim}$ ) с помощью длительного коэффициента жесткости основания при сдвиге, который определяется по формуле

$$K_{x \text{ дл}} = 0,7 K_{y \text{ дл}} \quad (2)$$

в стадии установившейся ползучести ( $\tau > \tau_{lim}$ ) путем учета предельного сдвига по грунту, который определяется по формуле

$$\Delta_{пр} = 0,1 B \gamma_{пр}, \quad (3)$$

где  $B$  — утроенная ширина подошвы фундамента при сдвигении грунта вдоль длинной стороны или ширина подошвы фундамента при сдвигении грунта поперек ленты;

$\gamma_{пр}$  — величина относительного предельного сдвига грунта, определяемая по табл. 4.

Таблица 4

| Пределы нормативных показателей консистенции по главе СНиП по проектированию оснований зданий и сооружений | Относительный предельный сдвиг $\gamma_{пр}$ четвертичных глинистых грунтов при коэффициенте пористости $e$ , равном |       |       |       |       |
|--|--|-------|-------|-------|-------|
|  | 0,55   | 0,65  | 0,75  | 0,85  | 0,95  |
| $I_L < 0$  | 0,049  | 0,117 | 0,164 | 0,190 | 0,175 |
| $0 < I_L < 0,25$   | 0,096  | 0,162 | 0,210 | 0,240 | 0,252 |
| $0,25 < I_L < 0,5$   | —  | 0,197 | 0,249 | 0,285 | 0,303 |

3. Эпюра касательной нагрузки по подошве фундамента состоит из трех (или менее) прямолинейных участков:  $OA$ ,  $AB$ ,  $BC$  (рисунок).

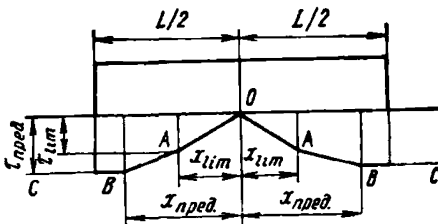


Рисунок. Эпюра касательных напряжений

Абсцисса точки  $A$  вычисляется по формуле

$$x_{lim} = \frac{\tau_{lim}}{K_{x \text{ дл}} (m_{\epsilon} n_{\epsilon} \epsilon - \epsilon_k)}, \quad (4)$$

где  $\tau_{lim}$  — порог ползучести при сдвиге, МПа ( $\text{кгс/см}^2$ ), определяемый по формуле

$$\tau_{lim} = \sigma \operatorname{tg} \varphi_{\psi} + c_{\psi}, \quad (5)$$

где  $\sigma$  — среднее нормальное давление на грунт, МПа (кгс/см<sup>2</sup>);  
 $\varphi_W$  — угол внутреннего трения (град) при влажности  $W$ , определяемый по табл. 5;  
 $c_c$  — структурное сцепление, МПа (кгс/см<sup>2</sup>), вычисляемое по формуле

$$c_c = c_W - \Sigma W; \quad (6)$$

$c_W$  — общее сцепление при влажности  $W$ , определяемое по табл. 5;

$\Sigma W$  — сцепление связности, принимаемое по табл. 6;

$\epsilon_k$  — собственные (осевые) деформации конструкций, которые допускается принимать, в зоне растяжения — 1 мм/м, в зоне сжатия — равными нулю.

Таблица 5

| Пределы нормативных показателей консистенции по главе СНиП по проектированию оснований зданий и сооружений | Общее сцепление $c_W$ , кПа (кгс/см <sup>2</sup> ), и угол внутреннего трения $\varphi_W$ , град, четвертичных глинистых грунтов при коэффициенте пористости $e$ , равном |                     |      |                     |      |                     |      |                     |      |                     |
|--|---|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|
|  | 0,55  |                     | 0,65 |                     | 0,75 |                     | 0,85 |                     | 0,95 |                     |
|  | кПа   | кгс/см <sup>2</sup> | кПа  | кгс/см <sup>2</sup> | кПа  | кгс/см <sup>2</sup> | кПа  | кгс/см <sup>2</sup> | кПа  | кгс/см <sup>2</sup> |
| $I_L < 0$  | 70  | 0,7                 | 57   | 0,57                | 47   | 0,47                | 40   | 0,4                 | 36   | 0,36                |
|  |   | 29°                 |      | 27°                 |      | 26°                 |      | 25°                 |      | 24°                 |
| $0 < I_L < 0,25$   | 53  | 0,53                | 43   | 0,43                | 35   | 0,35                | 29   | 0,29                | 25   | 0,25                |
|  |   | 25°                 |      | 23°                 |      | 22°                 |      | 21°                 |      | 20°                 |
| $0,25 \leq I_L < 0,5$  | —   | —                   | 36   | 0,36                | 28   | 0,28                | 22   | 0,22                | 18   | 0,18                |
|  | —   | —                   |      | 21°                 |      | 20°                 |      | 18°                 |      | 17°                 |

Таблица 6

| Пределы нормативных показателей консистенции по главе СНиП по проектированию оснований зданий и сооружений | Сцепление связности $\Sigma W$ , кПа (кгс/см <sup>2</sup> ), четвертичных глинистых грунтов при коэффициенте пористости $e$ , равном |                     |      |                     |      |                     |      |                     |      |                     |
|--|--|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|
|  | 0,55   |                     | 0,65 |                     | 0,75 |                     | 0,85 |                     | 0,95 |                     |
|  | кПа  | кгс/см <sup>2</sup> | кПа  | кгс/см <sup>2</sup> | кПа  | кгс/см <sup>2</sup> | кПа  | кгс/см <sup>2</sup> | кПа  | кгс/см <sup>2</sup> |
| $I_L < 0$  | 46   | 0,46                | 34   | 0,34                | 25   | 0,25                | 19   | 0,19                | 16   | 0,16                |
| $0 < I_L < 0,25$   | 35   | 0,35                | 27   | 0,27                | 20   | 0,2                 | 15   | 0,15                | 12   | 0,12                |
| $0,25 \leq I_L < 0,5$  | —  | —                   | 23   | 0,23                | 16   | 0,16                | 11   | 0,11                | 8    | 0,08                |

Абсцисса  $x_{пред}$  и ордината  $\tau_{пред}$  (предельное касательное напряжение) точки  $B$  определяются по формулам:

$$x_{пред} = \frac{\Delta_{пр}}{m_e n_e \epsilon - \epsilon_k}; \quad (7)$$

$$\tau_{пред} = \sigma \operatorname{tg} \varphi_W + c_W. \quad (8)$$

Отрезок  $BC$  является горизонталью.

4. Продольные усилия в фундаментных конструкциях от касательной нагрузки по подошве определяются путем суммирования площади эпюры касательной нагрузки (см. рисунок) по одну сторону от того сечения, в котором определяется усилие, и умножением этой суммы на ширину подошвы фундамента (размер из плоскости эпюры).

Усилия, возникающие по подошве фундаментов, расположенных перпендикулярно направлению сдвижения грунта, определяются на основании той же эпюры (см. рисунок), но построенной для конкретного вида фундаментов. При этом усилие определяется умножением площади эпюры по длине фундамента на его ширину.

5. Реологические свойства грунтов при определении величин усилий в фундаментных конструкциях, обусловленных силами трения по боковым поверхностям фундаментов, учитываются по аналогии с нагрузками по подошве фундаментов. При этом пересчету подлежат только ординаты  $\tau_{l/m}$  и  $\tau_{пред}$  (см. рисунок), вычисляемые для действующего на боковую поверхность фундамента среднего по высоте нормального давления  $\sigma_{ср}$  и механических характеристик грунтов обратной засыпки.

6. В лабораторных опытах характеристики длительного деформирования грунтов оснований определяют в компрессионных и срезных приборах, доукомплектованных набором колец для фиксации высоты сжимаемой части образца грунта. При этом за критерий стабилизации перемещений на конечной стадии загрузки принимают 0,001 мм за 24 ч.

7. В полевых условиях определение реологических характеристик грунтов производят вдавливанием и сдвигом стандартных квадратных штампов 5000 см<sup>2</sup>; при этом за критерий стабилизации перемещений на конечной стадии загрузки принимают 0,01 мм за 12 ч.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### Прогноз водопритоков в горные выработки при подработке водоемов и водотоков.

#### Оценка потерь воды из водохранилищ и каналов, создаваемых на подрабатываемых территориях

1. Расчету водопритоков в горные выработки при ведении очистных работ вблизи водоемов и водотоков, а также расчету потерь воды из последних предшествуют этапы схематизации гидрогеологических условий.

Определяются контуры горных выработок в плане и размеры зон водопроводящих трещин над ними для нескольких характерных моментов (после первой посадки основной кровли, при максимальных размерах выработанного пространства, в промежуточном положении).

За верхнюю границу зон водопроводящих трещин принимается поверхность, параллельная напластованию, удаленная от разрабатываемого пласта на расстояние, равное максимальной высоте этой зоны.

Границы зоны водопроводящих трещин со стороны восстания, падения и простирания пласта определяются на соответствующих вертикальных разрезах линиями, проведенными через границы выработанного пространства под углами разрывов.

Максимальная высота зоны водопроводящих трещин при отсут-

ствии фактических данных принимается равной безопасной глубине разработки, определяемой по «Правилам охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных работ на угольных месторождениях».

2. Выделяются отдельные водоносные горизонты, вскрываемые непосредственно горной выработкой или образовавшейся над ней зоной водопроводящих трещин. Для каждого выделенного водоносного горизонта устанавливаются его фильтрационные параметры: коэффициент фильтрации ( $K_f$  м/сут), мощность горизонта ( $M$ , м), его проводимость ( $T$ , м<sup>2</sup>/сут), водоотдача ( $\mu$ ).

Допускается объединение нескольких водоносных горизонтов с близкими величинами фильтрационных параметров в единый водоносный горизонт, характеризующийся средним значением указанных параметров.

3. Устанавливаются контуры внешних границ области фильтрации для водоносных горизонтов, которыми обычно являются выходы водоносных горизонтов непосредственно под водоемы и водотоки: эти контуры можно рассматривать как границы обеспеченного питания соответствующих водоносных горизонтов.

4. Устанавливаются контуры дренажа для водоносных горизонтов, которые соответствуют линии пересечения почвы каждого водоносного горизонта с границами выработанного пространства или зоны водопроводящих трещин.

5. Определяются пьезометрические напоры на границах питания и контурах дренажа; напоры отсчитываются от единой условной горизонтальной плоскости сравнения (проведенной, например, на уровне минимальной отметки горных выработок) и принимаются постоянными во времени.

6. Определяется время достижения установившегося (стационарного) режима фильтрации к горной выработке (для каждого водоносного горизонта) по формуле

$$t_{\text{ст}} = \frac{L_{\text{мин}}^2}{a_y}, \quad (1)$$

где  $t_{\text{ст}}$  — время стабилизации режима фильтрации, отсчитываемое от момента первой посадки основной кровли рассматриваемой выработки, сут;

$L_{\text{мин}}$  — минимальное расстояние от выработки в момент первой посадки основной кровли до границы обеспеченного питания водоносного горизонта, м;

$a_y$  — коэффициент пьезопроводности (уровнепроводности), м<sup>2</sup>/сут., определяемый по формуле

$$a_y = \frac{T}{\mu}. \quad (2)$$

7. В тех случаях, когда рассчитывается приток к выработке или группе выработок на момент времени  $t > t_{\text{ст}}$ , расчет притоков следует проводить по формулам для установившейся фильтрации, а при  $t < t_{\text{ст}}$  — по формулам неуставившейся фильтрации; последний вариант является менее типичным для расчета водопритоков к выработкам, пройденным вблизи водоемов или водотоков. В случае необходимости расчет притоков к выработке при неуставившемся режиме фильтрации можно проводить согласно пп. 21—27 настоящего приложения.



8. Установившийся приток из водного объекта к различным участкам одиночной выработки (или группы выработок, рассматриваемой как единая выработка), расположенной параллельно прямолинейному контуру питания (рис. 1) за счет каждого из водоносных

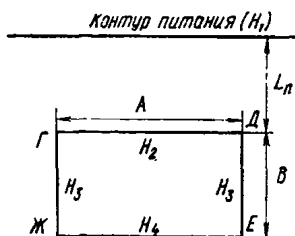


Рис. 1. Схема к расчету водопритоков к одиночной выработке

горизонтов, вскрываемых выработкой или образовавшейся над ней зоной водопродвижающих трещин, определяется по приближенным формулам.

9. Для участка ГД контура выработки (см. рис. 1), обращенного к контуру питания водоносного горизонта, приток определяется по формуле

$$Q_1 = T (H_1 - H_2) \frac{A}{L_n}, \quad (3)$$

где  $Q_1$  — приток к участку ГД, м<sup>3</sup>/сут;

$T$  — проводимость водоносного горизонта, м<sup>2</sup>/сут;

$H_1, H_2$  — напоры соответственно на контуре питания и на контуре дренажа (ГД), м;

$A$  — длина участка ГД, м;

$L_n$  — расстояние от границы питания до контура дренажа, м.

Величина  $T$  определяется следующим образом:

а) для напорного водоносного горизонта по формуле

$$T = K_\phi M, \quad (4)$$

где  $K_\phi$  — коэффициент фильтрации, м/сут;

$M$  — мощность водоносного горизонта, м;

б) для безнапорного водоносного горизонта по формуле

$$T = \frac{K_\phi (h_1 - h_n)}{2}, \quad (5)$$

где  $h_1$  и  $h_n$  — глубина безнапорного потока, отсчитываемая от относительного водоупора, соответственно на контуре питания и на контуре дренажа.

Формулой (5) можно пользоваться и для водоносных горизонтов, подстилаемых наклонным водоупором.

10. Для торцевых участков выработки ГЖ и ДЕ (см. рис. 1) приток определяется по формуле

$$Q_2 = T (H_1 - H_3) \frac{B \left( 1,5 + \frac{L_n}{B} \right)}{\sqrt{(B + L_n)^2 + (0,5B + L_n)^2}}, \quad (6)$$

где  $Q_2$  — приток к участкам ГЖ и ДЕ, м<sup>3</sup>/сут;

$B$  — длина торцевого участка выработки, м;

$H_3$  — средняя величина напора на участке ГЖ или ДЕ.

11. Для участка выработки, обращенного в сторону, противоположную границе питания, приток определяется по формуле

$$Q_3 = (H_1 - H_4) \frac{A}{1,5 B + 1,5 L_n + 0,5 A}, \quad (7)$$

где  $Q_3$  — приток к участку ЕЖ, м<sup>3</sup>/сут;

$H_4$  — средний напор на участке ЕЖ дренажного контура.

12. Общий приток к выработке ( $Q_c$ , м<sup>3</sup>/сут) за счет рассматриваемого водоносного горизонта определяется путем суммирования водопритоков по всем участкам:

$$Q_c = Q_1 + Q_2 + Q_3. \quad (8)$$

В том случае, когда зоной водопроводящих трещин вскрывается несколько самостоятельных водоносных горизонтов, водоприток в выработку определяется суммой притоков по всем горизонтам.

Потери воды из водоохранилища можно определять по формуле (8), если горная выработка является единственной областью дренажа.

13. Кроме притоков, поступающих по контуру выработки или по контуру зоны водопроводящих трещин в плане, в горную выработку может поступать приток по площади за счет водоема, расположенного над зоной водопроводящих трещин. Этот приток ( $Q_F$ , м<sup>3</sup>/сут) определяется по формуле

$$Q_F = \frac{K_\phi H_z F_B}{z}, \quad (9)$$

где  $K_\phi$  — средний коэффициент фильтрации пород по вертикали над зоной водопроводящих трещин, м/сут;

$H_z$  — напор в водоеме, отсчитываемый от верхней границы зоны водопроводящих трещин в контуре выработки, м;

$F_B$  — площадь выработки в плане, м<sup>2</sup>;

$z$  — мощность породного целика по вертикали между верхней границей зоны водопроводящих трещин и водоемом, м.

14. В случаях, предусмотренных п. 8 (сложная конфигурация области питания и контура дренажа, их произвольное взаимное расположение, наличие нескольких взаимодействующих выработок), следует применять методику прогнозирования водопритоков по лентам тока либо математическое моделирование. Расчет притока по лентам тока производится по пп. 15—17.

15. На плане рассматриваемого участка, содержащем границы питания и контура дренажа, а также, по возможности, гидроизогипсы (изопьезы), от границ выделенных характерных участков контура дренажа в направлении к границам питания проводятся линии тока, которые должны располагаться по нормали к указанным границам и к промежуточным гидроизогипсам (изопьезам). Каждая две смежные линии тока являются боковыми границами соответствующих лент тока, по которым производится определение фильтрационных расходов.

16. Расчет по каждой из лент тока ( $q_n$ , м<sup>3</sup>/сут) проводится по формуле

$$q_n = T (H_1 - H_2) \frac{b}{l}, \quad (10)$$

где  $l$  — среднее расстояние по ленте от контура дренажа до границы питания, м;

$b$  — средняя ширина ленты, м.

17. Общий приток к горной выработке за счет расчетного водоносного горизонта определяется суммированием расходов по всем лентам тока по формуле

$$Q = \sum_1^l q_{лi} \cdot \quad (11)$$

18. Создание под дном искусственного водоема или канала сплошного глинистого экрана или наличие в разрезе покровных отложений слоев пород глинистого состава (глин, суглинков), предотвращает существенные потери воды из водных объектов и ограничивает водопритоки в горные выработки.

При наличии (или проектировании) под дном водоема (канала) глинистого слоя (экрана), отделяющего дренируемый горной выработкой водоносный горизонт от границы обеспеченного питания, расчет водопритоков в горную выработку следует производить по формулам (3) — (4), в которых параметр  $L_n$  определяется по формуле

$$L_n = L_1 + \frac{m_0 K_{\Phi_1}}{K_{\Phi_0}}, \quad (12)$$

где  $L_1$  — расстояние от контура дренажа до подошвы глинистого слоя (экрана), м;

$m_0$ ,  $K_{\Phi_0}$  — мощность (м) и коэффициент фильтрации глинистого слоя (м/сут);

$K_{\Phi_1}$  — коэффициент фильтрации пород дренируемого горизонта (м/сут).

При расчете притоков в горную выработку по лентам тока параметр  $l$  в формуле (10) следует принимать равным:

$$l = l_1 + \frac{m_0 K_{\Phi_1}}{K_{\Phi_0}}, \quad (13)$$

где  $l_1$  — расстояние по ленте тока от контура дренажа до подошвы глинистого слоя (экрана).

Расчет потерь воды из водохранилища или канала производится по формуле (8), где слагаемые определяются с учетом формул (12) и (13).

19. Расчет притоков в горную выработку, расположенную под экранированным водоемом, следует вести по формуле (9), где параметр  $z$  определяется по формуле

$$z = z_1 + \frac{m_0 K_{\Phi_1}}{K_{\Phi_0}}, \quad (14)$$

где  $z_1$  — мощность породного целика (м) с коэффициентом фильтрации  $K_{\Phi_0}$  (между верхней границей зоны водопроницающих трещин и подошвой глинистого слоя).

20. Определение водопритоков к горным выработкам, пройденным под каналом (расчет потерь воды из последнего) можно проводить с учетом зависимости (14) по формуле (9), в которой в качестве  $F_n$  следует принимать площадь участка канала в контурах очистной выработки.

21. Расчет неустановившегося притока к горной выработке производится для нескольких значений расчетного времени  $t < t_{ст}$ , для которых наличие водоема не влияет на величину водопритоков к выработке, а наличие последней не сказывается на величине потерь воды из водоема.

22. Общий неустановившийся приток к одиночной выработке ( $\text{м}^3/\text{сут}$ ) определяется по формуле

$$Q_t = \frac{2\pi T (H_1 - H_2)}{\ln \left( \pi \sqrt{\frac{a_y t}{F_B}} \right)}. \quad (15)$$

где  $F_B$  — площадь выработки на момент времени  $0,5t$ ,  $\text{м}^2$ .

23. Расчет неустановившегося притока к движущемуся очистному забою следует производить с учетом скорости движения последнего  $c$  ( $\text{м}/\text{сут}$ ) при выполнении условий.

$$\frac{c^2 t}{a_y} > 0,1, \quad (16)$$

где  $t$  — промежуток времени от момента первой посадки основной кровли до момента, на который производится расчет притока,  $\text{сут}$ .

Удельный приток на 1 м длины забоя лавы  $q_t$  ( $\text{м}^3/\text{сут}$ ) определяется по формуле

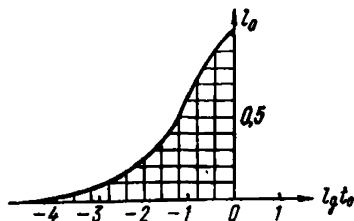
$$q_t = \frac{T (H_1 - H_2)}{a_y l_0} c, \quad (17)$$

где  $l_0$  — определяется по графику (рис. 2) в зависимости от величины  $t_0$ , определяемой по формуле

$$t_0 = \frac{c^2 t}{2 a_y}. \quad (18)$$

При  $\frac{c^2 t}{a_y} < 0,1$  скоростью движения забоя можно пренебречь.

Рис. 2. График для определения величины  $l_0$



24. При сложной конфигурации границ питания и контуров горной выработки расчет неустановившегося притока можно проводить по лентам тока, построенным исходя из карты гидроизогипс, составленной на момент ввода в действие расчетной горной выработки.

25. Расчет неустановившегося притока по каждой из выделенных лент тока, определяемого на конец расчетного периода, произ-

водится по формуле (10), в которой величина  $l$  вычисляется по формуле

$$l=l_t= \sqrt{\pi a_y t}, \quad (19)$$

где  $t$  — расчетное время (сут), на которое определяется приток, отсчитываемое от момента формирования расчетного дренажного контура.

Величина  $b$  в формуле (10) при этом варианте определяется для ленты длиной  $l_t$ . В качестве напора  $H_1$  в формуле (10) принимается напор, соответствующий гидроизогипсе, удаленной от контура дренажа по ленте на расстояние  $l_t$  на момент формирования расчетного дренажного контура.

26. Расчеты неустановившихся расходов по лентам тока следует проводить при выполнении условия  $t < 0,3 \frac{l_n^2}{a_y}$ ,

где  $l_n$  — действительное расстояние по лентам от границы дренажа до области питания. При  $t > 0,3 \frac{l_n^2}{a_y}$  приток по соответствующей ленте будет установившимся.

27. Общий приток к выработке на расчетный момент времени определяется суммированием расходов по всем расчетным лентам тока и всем водоносным горизонтам, дренируемым непосредственно выработкой и зоной водопроводящих трещин.

28. При разработке свиты пластов водопритоки к выработкам нижележащих пластов рассчитываются без учета взаимодействия с выработками вышележащих пластов, если между этими пластами имеются относительные водоупоры, а зона водопроводящих трещин над выработками нижележащего пласта не распространяется до выработок вышележащего пласта.

29. Если зона водопроводящих трещин над выработками нижележащего пласта достигает выработок вышележащего пласта, то все выработки вместе, с образовавшимися над ними зонами водопроводящих трещин рассматриваются как единая одиночная выработка соответствующей конфигурации, суммарный водоприток в которую может быть определен согласно изложенной выше методике.

## СОДЕРЖАНИЕ

|  | Стр.      |
|--|-----------|
| 1. Общие положения . . . . .   | 3         |
| 2. Инженерно-геологические и гидрогеологические изыскания  | 6         |
| 3. Прогноз деформаций земной поверхности и распространения<br>водопроводящих трещин . . . . .  | 7         |
| 4. Особенности проектирования и расчета гидротехнических<br>сооружений . . . . .   | 11        |
| 5. Снижение влияния деформаций земной поверхности на конст-<br>рукции гидротехнических сооружений . . . . .  | 15        |
| 6. Особенности возведения и эксплуатации гидротехнических<br>сооружений . . . . .  | 17        |
| <i>Приложение 1. Учет реологических свойств грунтов при рас-<br/>чете гидросооружений на подрабатываемых территориях . . .</i>   | <i>19</i> |
| <i>Приложение 2. Прогноз водопритоков в горные выработки при<br/>подработке водоемов и водотоков. Оценка потерь воды из во-<br/>дохранилищ и каналов, создаваемых на подрабатываемых тер-<br/>риториях . . . . .</i> | <i>22</i> |

**Госстрой СССР**

**ИНСТРУКЦИЯ  
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ, СТРОИТЕЛЬСТВУ  
И ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ  
СООРУЖЕНИЙ НА ПОДРАБАТЫВАЕМЫХ  
ГОРНЫМИ РАБОТАМИ ТЕРРИТОРИЯХ**

СИ 522-79

**Редакция инструктивно-нормативной литературы  
Зав. редакцией Г. А. Жигачева  
Редактор С. В. Беликина  
Мл. редактор И. А. Барнинова  
Технический редактор Ю. Л. Циханкова  
Корректор Л. П. Бирюков**

---

Сдано в набор 08.07.80. Подписано в печать 08.06.81. Формат 84×108<sup>1/32</sup>.  
Бумага тип. № 2. Гарнитура «Литературная» Печать высокая. Усл. печ. л. 1,68.  
Уч.-изд. л. 2,01. Тираж 10.000 экз. Изд. № XII—8980. Заказ 1150. Цена 10 код.

---

Стройиздат,  
101442, Москва, Каляевская, 23а

Московская типография № 8 Союзполиграфпрома  
при Государственном комитете СССР по делам издательства  
полиграфии и книжной торговли. Хохловский пер., 7.