ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА

Часть II, раздел Д

Глава 8

ТОННЕЛИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ И АВТОДОРОЖНЫЕ

НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

СНиП II-Д.8-62

Заменен СНиП II-44-78 с 1/I-1979г.
см: БСТ N5, 1978г. с. 18.

Москва — 1963

gost.e-ecolog.ru

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА

Часть II, раздел Д

Глава 8

ТОННЕЛИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ И АВТОДОРОЖНЫЕ

НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

СНиП II-Д.8-62

Утверждены
Государственным комитетом Совета Министров СССР
по делам строительства
13 декабря 1962 г.

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ, АРХИТЕКТУРЕ
И СТРОИТЕЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ
Москва—1963

Глава СНиП II-Д.8-62 «Тоннели железнодорожные и автодорожные. Нормы проектирования» разработана Государственным Ордена Трудового Красного Знамени проектно-изыскательским институтом Метрогипротранс Министерства транспортного строительства.

Глава СНиП разработана с учетом научно-исследовательских работ и накопленного опыта строительства и эксплуатации тоннелей.

С введением главы II-Д.8-62 СНиП отменяются: глава II-Д.9 СНиП издания 1954 г. (в части норм проектирования железнодорожных и автодорожных тоннелей) и «Технические условия проектирования горных железнодорожных тоннелей» ТУ Т2—56 Министерства транспортного строительства.

Редакторы — А. В. Белобородов (Госстрой СССР), А. И. Барышников (Междуведомственная комиссия по пересмотру СНиП), Н. Н. Бычков (Метрогипротранс Министерства транспортного строительства)

Госстройиздат
Москва, Третьяковский проезд, д. 1

* * *

Редактор издательства Г. Д. Климова
Технический редактор З. С. Мочалина

Сдано в набор 15.I 1963 г. Подписано к печати 9.III 1963 г.
Бумага 84×108¹/₁₆=0,5 бум. л.—1,64 усл. печ. л. (1,6 уч.-изд. л.)
Тираж 35 000 экз. Изд. № XII-7646 Зак. № 52 Цена 8 коп.

Типография № 4 Госстройиздата, г. Подольск, ул. Кирова, д. 25

Государственный комитет Совета Министров СССР по делам строительства	Строительные нормы и правила Тоннели железнодорожные и автодорожные Нормы проектирования	СНиП II-Д.8-62 Взамен главы II-Д. 9 СНиП издания 1954 г. в части железнодорожных и автодорожных тоннелей

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие нормы распространяются на проектирование вновь строящихся и переустраиваемых горных тоннелей железных дорог колеи 1524 *мм* и автомобильных дорог I—IV категорий общей сети Союза ССР.

Примечание. Нормы не распространяются на проектирование городских тоннелей, горных тоннелей в районах, подверженных оползням, а также тоннелей, используемых для прокладки магистральных трубопроводов.

1.2. При проектировании тоннелей необходимо учитывать соответствующие требования государственных стандартов, противопожарных и санитарных норм, нормативных документов по безопасному производству работ, норм проектирования сооружений в зонах распространения вечномерзлых или просадочных грунтов, а также других государственных нормативных документов по строительному проектированию.

Ведомственные указания, инструкции и правила по проектированию отдельных сооружений и устройств железнодорожных и автодорожных тоннелей должны соответствовать требованиям настоящей главы СНиП.

1.3. Тоннели в течение всего срока их службы должны обеспечивать безопасность, бесперебойность и удобство нормального движения транспорта, а также простоту и наименьшую трудоемкость содержания их в процессе эксплуатации.

1.4. Железнодорожные и автодорожные тоннели по капитальности следует относить к I классу сооружений.

1.5. Выбор места тоннельного пересечения, высотного положения тоннеля, его продольного профиля и плана следует производить на основании технико-экономического сравнения вариантов соответствующих участков дороги в целом.

1.6. Число путей в железнодорожном тоннеле устанавливают проектом. На однопутных железнодорожных линиях I категории с электрической тягой, на которых в течение ближайших 10—15 лет предусмотрена постройка второго пути, а также на двухпутных линиях в проекте должен быть решен вопрос о целесообразности сооружения двух однопутных тоннелей или одного двухпутного тоннеля; на линиях с тепловозной тягой тоннели длиной более 300 *м* следует проектировать однопутными.

1.7. Тоннели на автомобильных дорогах следует проектировать для двух полос движения. На автомобильных дорогах I категории следует проектировать два тоннеля для раздельного движения по двум полосам в каждом направлении.

В трудных топографических условиях на дорогах I категории может быть допущено совмещение в одном тоннеле всех четырех полос движения, что требует технико-экономического обоснования.

2. ПОПЕРЕЧНОЕ СЕЧЕНИЕ, ПРОДОЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ И ПЛАН

2.1. Форма поперечного сечения тоннелей должна быть подковообразной, как правило, с криволинейным внутренним очертанием

Внесены Министерством транспортного строительства СССР и Академией строительства и архитектуры СССР	Утверждены Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства 13 декабря 1962 г.	Срок введения 1 апреля 1963 г.

стен или круговой, в зависимости от условий работы обделки и способов производства работ.

2.2. Поперечное сечение тоннелей в зависимости от их назначения должно удовлетворять:

на железных дорогах — габариту приближения строений согласно ГОСТ 9238—59 с учетом электрической тяги;

на автомобильных дорогах—габариту приближения конструкций согласно рис. 1.

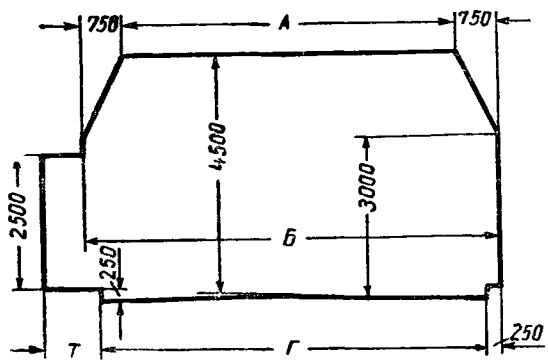

Рис. 1

2.3. Габарит приближения конструкций необходимо устанавливать заданием на проектирование тоннеля в зависимости от категории автомобильной дороги с учетом перспективы, вида транспорта, интенсивности движения, длины тоннеля и других местных условий и принимать по табл. 1.

Таблица 1

Основные размеры габаритов приближения конструкций двухполосных тоннелей

Габариты	Расстояние в свету между		
	бортовыми камнями *Г* в *мм*	элементами конструкций на высоте	
		3000 *мм* от верха проезжей части *Б* в *мм*	4500 *мм* от верха проезжей части *А* в *мм*
Г-8	8000	8500	7000
Г-7	7000	7500	6000

Примечание. В четырехполосных тоннелях (см. п. 1.7 настоящей главы) ширину проезжей части принимают равной $2Г+С$, где *Г* — размер по табл. 1; *С* — ширина разделительной полосы — не менее 1200 *мм*.

2.4. Внутренние размеры поперечного сечения тоннелей следует назначать с учетом размещения за пределами габарита приближения строений или конструкций:

в железнодорожных тоннелях — устройств сигнализации, централизации и блокировки, а также светильников и электрокабелей;

в автодорожных тоннелях — каналов для вентиляции тоннеля.

2.5. В автодорожных тоннелях следует предусматривать один тротуар шириной (*Т*) 1000 *мм* (750 *мм* + защитная полоса 250 *мм*). При интенсивности пешеходного движения по тоннелю свыше 1000 пешеходов в час устраивают два тротуара шириной 1000 *мм* каждый.

2.6. Поперечное сечение тоннелей на кривых участках трассы следует уширять:

железнодорожных — в соответствии с ГОСТ 9238—59,

автодорожных — в соответствии с главой СНиП II-Д.5-62.

2.7. Продольный профиль и план тоннелей и подходов к ним следует проектировать с учетом требований глав СНиП II-Д.1-62, II-Д.2-62, II-Д.5-62, II-Д.6-62 и пп. 2.8—2.12 настоящей главы на основании результатов топографических и инженерно-геологических изысканий.

Инженерно-геологические изыскания следует выполнять в соответствии с действующими техническими условиями и специальными инструкциями.

2.8. Железнодорожные тоннели в продольном профиле следует проектировать односкатными или двухскатными с подъемом к середине тоннеля. Короткие горизонтальные участки длиной от 200 до 400 *м* могут быть допущены в двухскатных тоннелях лишь как разделительные площадки между двумя уклонами, направленными в разные стороны.

Продольный уклон пути в тоннеле должен быть не менее 3‰, в исключительных случаях — не менее 2‰. В районах с суровыми и особо суровыми климатическими условиями тоннели следует проектировать односкатными, в исключительных случаях — двухскатными, с уклоном пути не менее 6‰.

2.9. В железнодорожных тоннелях руководящий уклон или уклон кратной тяги, принятый для открытых участков трассы, сохраняется при длине тоннеля менее 300 *м*. При длине 300 *м* и более величина уклона в тоннеле и на подходах к нему со стороны подъема на участке, равном полезной длине при-

емо-отправочных путей, не должна превышать величины руководящего уклона или уклона кратной тяги, умноженной на коэффициент согласно табл. 2.

Таблица 2

Коэффициенты для определения наибольшего уклона пути в тоннеле

Длина тоннеля	Коэффициент
От 0,3 до 1 *км*	0,9
От 1 до 3 *км*	0,85
Более 3 *км* (в зависимости от длины тоннеля)	0,8—0,75

2.10. Автодорожные тоннели длиной до 300 *м* следует проектировать односкатными. Тоннели длиной более 300 *м* проектируют как односкатными, так и двухскатными с подъемом к середине тоннеля.

Продольный уклон проезжей части в тоннеле должен быть не менее 4‰ и не более 40‰.

2.11. При расположении порталов тоннеля в пределах заливаемой поймы, лоток тоннеля у портала должен быть расположен не менее чем на 1 *м* (с учетом подпора и высоты волны) выше наивысшего уровня высоких вод, определяемого по наибольшему расходу, имеющему вероятность превышения 0,3%.

2.12. Расположение тоннелей в плане должно удовлетворять требованиям, предъявляемым к открытым участкам дороги. Предпочтение следует отдавать расположению тоннеля на прямом участке трассы. В случае необходимости применения кривых, радиус их должен быть, как правило, наибольшим, но не менее 600 *м* для железнодорожных тоннелей и 250 *м* для автодорожных тоннелей.

3. КОНСТРУКЦИИ ТОННЕЛЕЙ

Обделка и порталы

3.1. Обделку тоннелей следует назначать в зависимости от геологических, гидрогеологических, сейсмических условий и глубины заложения тоннеля с учетом эффективных способов производства работ.

При проектировании сборной обделки следует учитывать требования главы СНиП I-В.5-62.

3.2. Обделка должна быть однотипной по внутреннему очертанию на всей длине тоннеля. Применение различных типов обделки может быть допущено в одном тоннеле при резком местном увеличении горного давления, при изменении гидрогеологических условий, а также при наличии оползневых явлений или тектонических нарушений (сбросов, сдвигов).

3.3. Интервалы в толщине монолитной обделки на смежных участках при необходимости изменения несущей способности обделки должны быть не менее 100 *мм*.

3.4. Тоннели, как правило, следует проектировать с несущей обделкой: с обратным сводом — в неустойчивых породах, в которых возможно пучение или боковое горное давление, без обратного свода — в устойчивых породах.

В крепких, но выветривающихся трещиноватых скальных породах вместо несущей обделки может быть допущено применение облицовочной обделки.

В скальных невыветривающихся породах, представляющих сплошной массив без трещин и без прослойков мягких или выветривающихся пород, может быть допущено проектирование тоннелей без обделки с закреплением, при необходимости, породы анкерами.

Припортальные участки тоннелей во всех случаях должны иметь обделку на длине не менее 6 *м*.

3.5. Материалы для тоннельной обделки и порталов должны отвечать требованиям долговечности, прочности, огнестойкости, а также стойкости против воздействия химических и атмосферных влияний.

Выбор материалов следует производить с учетом местных условий, экономической целесообразности и максимальной механизации работ.

3.6. Для тоннельной обделки следует применять сборный и монолитный бетон и железобетон, а также набрызг — бетон, наносимый по металлической сетке, прикрепляемой к породе анкерами; для порталов — монолитный бетон, бутобетон и железобетон.

В тяжелых геологических и гидрогеологических условиях может быть допущено применение чугуна. При технико-экономическом обосновании может быть допущено применение и других материалов.

3.7. Сборный железобетон и бетон применяют при заложении тоннелей в неустойчивых породах и при щитовой проходке в случаях,

когда местные условия благоприятны для создания временной базы для изготовления элементов сборных конструкций.

3.8. Монолитный бетон следует применять в следующих случаях:

а) при сооружении тоннелей в районах трудной доступности, когда создание временной базы для изготовления элементов сборных конструкций является экономически нецелесообразным;

б) при сооружении тоннелей в скальных трещиноватых породах, разрабатываемых взрывным способом;

в) при возведении обделки по частям;

г) при щитовой проходке с прессованием бетона обделки;

д) при устройстве сложных сопряжений.

3.9. Монолитный железобетон для обделки и порталов может быть допущен в случаях, обоснованных расчетом, а также при строительстве в районах с сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов.

3.10. Набрызг — бетон по металлической сетке может быть допущен для облицовочной обделки в скальных монолитных или слаботрещиноватых породах.

3.11. Марки бетона конструкций по прочности на сжатие принимают по табл. 3.

Таблица 3

Марки бетона конструкций по прочности на сжатие

Вид конструкций	Марка бетона
Железобетонные блоки обделки сплошные или ребристые	Не ниже 300
Монолитная бетонная и железобетонная обделка	200—300
Обделка из набрызг-бетона	300—400
Порталы	200—300
Бетонный слой верхнего строения пути в железнодорожных тоннелях	150
Бетонное основание пути и заполнение лотка	100

3.12. Марки бетона по морозостойкости конструкций, подверженных попеременному замораживанию и оттаиванию, устанавливают в зависимости от климатических условий по табл. 4.

Таблица 4

Марки бетона конструкций по морозостойкости (Мрз)

Конструкции	Климатические условия		
	умеренные	суровые	особо суровые
Порталы и обделка тоннелей, заложенных в породах естественной влажности, или обделка, защищенная наружной водонепроницаемой изоляцией . .	150	150	200
Водонепроницаемая обделка (без наружной изоляции) тоннелей, заложенных в обводненных породах . . .	150	300	300

Примечание. Климатические условия характеризуются по ГОСТ 4795—59:

а) умеренные условия — среднемесячной температурой наиболее холодного месяца от 0 до —10°;

б) суровые условия — среднемесячной температурой наиболее холодного месяца от —10 до —20°;

в) особо суровые условия — среднемесячной температурой наиболее холодного месяца ниже —20°.

3.13. Пустоты за обделкой следует заполнять цементным или другими растворами способом нагнетания. Состав растворов назначают в зависимости от геологических и гидрогеологических условий.

3.14. Обделка должна быть устойчивой против коррозии. При проектировании необходимо предусматривать мероприятия по защите от коррозии с учетом требований соответствующих норм по защите строительных конструкций от коррозии. В тоннелях на железных дорогах с электрической тягой следует предусматривать мероприятия по предохранению обделки, а также рельсов и скреплений от вредного воздействия блуждающих токов

3.15. Тоннели, расположенные в районах с сейсмичностью 7 баллов и более, а также в районах вечной мерзлоты следует проектировать с учетом указаний действующих норм для этих районов.

3.16. Железнодорожные однопутные и двухпутные тоннели должны иметь камеры и ниши, автодорожные тоннели-камеры.

3.17. Камеры следует располагать в шахматном порядке в обеих стенах тоннеля через 300 *м* (считая по каждой стороне тоннеля). При длине тоннеля 300—400 *м* следует предусматривать одну камеру в середине тоннеля.

Ниши следует располагать между камерами через 60 *м* в шахматном порядке. Размеры камер и ниш принимают по табл. 5.

Таблица 5

Размеры камер и ниш в *мм*

Наименование устройств	Ширина	Высота (до шелыги свода)	Глубина
Камеры в железнодорожных тоннелях	4000	2800	2500
Камеры в автодорожных тоннелях	2000	2500	2000
Ниши	2000	2000	1000

Примечание. В однопутных железнодорожных тоннелях с обделкой кругового очертания вместо ниш может быть предусмотрена по всей длине тоннеля с одной его стороны площадка шириной не менее 700 *мм* со ступенями для входа на площадку через каждые 30 *м*.

3.18. Для улучшения видимости мест укрытия людей следует предусматривать окраску наружных углов ниш и камер железнодорожных тоннелей устойчивой краской белого цвета на высоте от потолка ниши или камеры до уровня 500 *мм* выше головки рельсов.

3.19. Входы в тоннель должны быть укреплены и оформлены в виде порталов.

3.20. Выступающая из лобового откоса часть тоннеля должна быть, как правило, покрыта плотной засыпкой на высоту не менее 1500 *мм*. Парапет портала, поддерживающий засыпку, должен возвышаться над ее поверхностью не менее чем на 500 *мм*. Вдоль парапета устраивают водоотводный лоток.

Откосы выемки у портала и засыпка выступающей части тоннеля, при необходимости, должны быть защищены от размыва покрытием, обеспечивающим водоотвод.

3.21. Толщину элементов обделки и порталов следует устанавливать расчетом и принимать не менее величин, указанных в табл. 6.

3.22. Минимальную толщину бетонного защитного слоя рабочей арматуры монолитной железобетонной обделки принимают в зависимости от толщины элемента по табл. 7.

В сборной железобетонной обделке толщина защитного слоя может быть уменьшена против величины, указанной в табл. 7, на 5 *мм*, однако она должна быть не менее 20 *мм*.

Таблица 6

Наименьшая толщина элементов обделки и порталов в *мм*

Наименование элементов	Толщина
Своды и стены монолитной бетонной обделки	200
То же, железобетонной	150
Блоки сборной железобетонной обделки	150
Ребра или плиты железобетонных блоков	100
Стены порталов:	
бетонные	300
бутобетонные	500
железобетонные	150

Таблица 7

Наименьшая толщина бетонного защитного слоя в *мм*

Толщина элемента в *мм*	Толщина защитного слоя	
	в неагрессивной среде	в агрессивной среде
От 100 до 300 включительно	20	30
» 310 » 500 »	30	40
Свыше 500	40	50

Гидроизоляция и водоотводные устройства

3.23. Тоннели должны быть защищены от проникания в них поверхностных и подземных вод.

3.24. В качестве мероприятий по отводу поверхностных вод следует применять:

а) планировку поверхности над тоннелем для улучшения поверхностного стока;

б) устройство открытых нагорных канав;

в) обеспечение водонепроницаемости ложа горных водотоков, протекающих над тоннелем, и другие мероприятия.

3.25. Защиту тоннелей от проникания подземных вод следует осуществлять отводом подземных вод из прорезаемого массива путем устройства заобделочного дренажа, бурения скважин, а также обеспечением водонепроницаемости самой обделки.

Водонепроницаемость обделки может быть достигнута применением водонепроницаемых материалов и трещиностойких конструкций, нагнетанием за обделку цементных или других растворов, уплотнением окружающих тоннель пород цементацией, а при необходимости — путем устройства жесткой, пластичной или иной гидроизоляции.

3.26. При сосредоточенном притоке подземных вод с большим гидростатическим давлением может быть допущен организованный пропуск воды внутрь тоннеля путем устройства каптажа воды за обделкой и отвода ее по лотку тоннеля или коллектору.

3.27. В тоннелях необходимо предусматривать устройства для отвода воды к порталам, выпуска и сброса ее за пределами тоннеля.

В железнодорожных тоннелях для отвода воды следует предусматривать лотки, а в автодорожных тоннелях — лотки или трубы.

3.28. Водоотводные лотки должны иметь такой же уклон, как и тоннель. В пределах горизонтальной разделительной площадки в тоннеле дно лотка должно иметь уклон не менее $3^0/_{00}$.

При односкатном продольном профиле тоннеля вода из верховой предпортальной выемки, как правило, не должна пропускаться по тоннелю.

3.29. При устройстве железнодорожного пути на балласте водоотводные лотки должны быть дренирующими, обеспечивающими отвод воды из балластного слоя. Лотки следует располагать:

в однопутных тоннелях — у стенки тоннеля;

в двухпутных тоннелях — по оси междупутья.

Расчетный уровень воды в лотке должен быть ниже основания балластного слоя.

3.30. В железнодорожных тоннелях с обделкой кругового очертания при устройстве пути на балласте со сборным железобетонным подрельсовым основанием, а также на бетонном слое лоток следует располагать в однопутных тоннелях по оси пути, а в двухпутных тоннелях — по оси каждого пути.

3.31. При проектировании тоннелей в районах с суровыми и особо суровыми климатическими условиями необходимо предусматривать мероприятия по предотвращению замерзания воды в дренажных устройствах и образования наледей на пути и проезжей части тоннеля. Для утепления дренажных устройств следует применять теплоизоляционные материалы.

Верхнее строение пути и проезжая часть

3.32. В железнодорожных тоннелях следует укладывать рельсы типа Р-50 и более тяжелые с типовыми скреплениями и противоугонами. В тоннелях длиной более 300 *м* необходимо укладывать, как правило, бесстыковой путь.

3.33. Путь следует проектировать, как правило, на железобетонных шпалах. Число шпал на 1 *км* пути в тоннелях следует принимать 2000 шт. вместо 1840 и 1840 шт. вместо 1600, укладываемых вне тоннеля на главном пути в пределах перегонов.

Разрешается применение вместо железобетонных шпал сборного железобетонного подрельсового основания.

3.34. В тоннеле и на подходах к нему на расстоянии не менее 200 *м* следует предусматривать щебеночный балластный слой толщиной под шпалой не менее 250 *мм*. Поверхность балластного слоя от торцов шпал до стен тоннеля должна быть приспособлена для прохода обслуживающего персонала.

3.35. Разрешается устройство пути в тоннеле на бетонном слое с применением, как правило, рельсовых скреплений раздельного типа с прокладками-амортизаторами.

3.36. В железнодорожных тоннелях длиной более 300 *м* необходимо устанавливать постоянные путевые и сигнальные знаки, оборудование оповестительной и заградительной сигнализации, постоянные реперы с табличками, закрепляемые в обделке тоннеля через 20 *м* на прямых и через 10 *м* на кривых участках пути, а также следует предусматривать указатели прохода к нишам и камерам и нумерацию колец обделки.

На каждом портале следует устанавливать репер для нивелировки III класса.

3.37. Проезжую часть в автодорожных тоннелях следует проектировать с цементобетонным или асфальтобетонным покрытием Конструкцию покрытия, профиль проезжей части, а также тип и конструкцию бордюров следует назначать в соответствии с главой СНиП II-Д.5-62.

4. НАГРУЗКИ И ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Сочетания нагрузок

4.1. Нагрузки на тоннельную обделку следует определять в зависимости от глубины заложения тоннеля, геологических, гидрогеологических и сейсмических условий, размеров выработки, а также от способа производства работ.

4.2. Тоннельную обделку следует рассчитывать с учетом возможных для отдельных элементов или всей конструкции в целом неблагоприятных сочетаний нагрузок и воздействий, которые могут действовать одновременно при строительстве или при эксплуатации.

При этом следует рассматривать:

а) основные сочетания, составляемые из постоянных нагрузок и воздействий — собственного веса обделки, вертикального и горизонтального горного давления, внешнего гидростатического давления — и временной нагрузки от транспорта в автодорожных тоннелях (при устройстве проезжей части по перекрытию);

б) дополнительные сочетания, составляемые из постоянных нагрузок и воздействий, перечисленных в основных сочетаниях, и следующих временных нагрузок и воздействий: воздействия колебания температуры и строительных нагрузок — давления щитовых домкратов, механизмов при сооружении обделки и давления от нагнетания раствора за обделку;

в) особые сочетания, составляемые из постоянных и временных нагрузок и воздействий, перечисленных в основных сочетаниях, и особых нагрузок и воздействий (сейсмических и др.).

4.3. Порталы тоннелей следует рассчитывать на давление грунта, собственный вес конструкции и сейсмические воздействия.

Постоянные нагрузки и воздействия

4.4. Величину горного давления на тоннельную обделку определяют на основании опыта строительства в аналогичных инженерно-геологических условиях или расчетом согласно указаниям настоящей главы.

4.5. В условиях, когда в породах над выработкой имеет место сводообразование, давление принимают от грунта, заключенного в пространстве, ограниченном сводом давления и плоскостями обрушения. При этом расстояние от вершины свода давления до дневной поверхности или до контакта со слабыми породами должно быть не менее высоты свода давления.

Горное давление при невозможности сводообразования, а также при расстоянии от вершины свода давления до дневной поверхности или до контакта со слабыми породами менее высоты свода давления принимают от веса всей толщи грунта над тоннелем до уровня дневной поверхности.

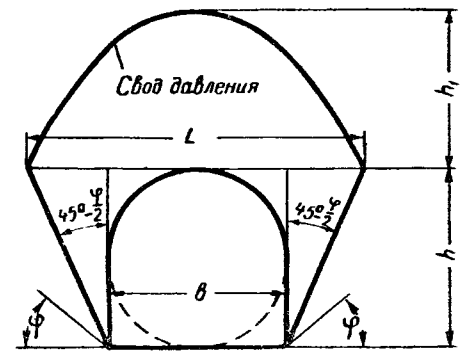

Рис. 2

4.6. Размеры свода давления (рис. 2) определяют по следующим формулам:

$$L = b + 2h\operatorname{tg}\left(45° - \frac{\varphi}{2}\right);$$

$$h_1 = \frac{L}{2f},$$

где L — пролет свода давления в *м*;

b — ширина или диаметр выработки в *м*;

h — высота или диаметр выработки в *м*;

φ — угол внутреннего трения в *град*, принимаемый по данным исследований грунтов;

$45° - \frac{\varphi}{2}$ — угол, образуемый плоскостью обрушения с вертикалью, в *град*;

h_1 — высота свода давления над верхней точкой выработки в *м*;

f — коэффициент крепости породы, определяемый по табл. проф. М. М. Протодьяконова (приложение) с учетом характера напластования и трещиноватости пород, а также способов сооружения тоннеля.

4.7. Нормативное горное давление на тоннельную обделку при расчете с учетом сводообразования принимают равномерно распределенным и определяют по формулам:

а) вертикальное давление

$$q_н = \gamma_{об} h_1 \ т/м^2;$$

б) горизонтальное давление

$$p_н = \gamma_{об} (h_1 + 0{,}5\,h) \operatorname{tg}^2 \left(45° - \frac{\varphi}{2}\right) т/м^2,$$

где $\gamma_{об}$ — объемный вес грунта в $т/м^3$, принимаемый по данным исследований грунтов.

4.8. Величину горного давления на обделки параллельных тоннелей следует определять в зависимости от размеров каждой выработки, целика между ними и физико-механических свойств породы:

а) при условии возможности образования над каждой выработкой самостоятельного свода давления — для каждой выработки в отдельности;

б) в остальных случаях — по расчету на общий свод давления.

Ширину целика между выработками следует определять из условия прочности целика от воздействий, передаваемых смежными сводами давления.

4.9. Нормативное горное давление на тоннельную обделку при расчете без учета сводообразования принимают:

а) вертикальное — равное весу всей толщи грунта над тоннелем до уровня дневной поверхности;

б) горизонтальное — по формуле

$$p_н = \gamma_{об} H \operatorname{tg}^2 \left(45° - \frac{\varphi}{2}\right) т/м^2,$$

где H — высота всего вышележащего грунта, приведенная к объемному весу слоя грунта у рассматриваемого сечения, в $м$.

4.10. Гидростатическое давление при расчетах следует учитывать для тоннеля или его части, расположенной ниже уровня подземных вод. Уровень воды принимают невыгоднейший — наинизший в процессе строительства или наивысший, который установится после окончания строительства.

4.11. Нормативную величину давления на обделку тоннелей, расположенных в водопроницаемых пористых грунтах, содержащих свободную воду, определяют как совместное давление воды и грунта во взвешенном состоянии.

Объемный вес взвешенного грунта определяют по формуле

$$\gamma_{взв} = \frac{1}{1+\varepsilon} (\gamma - \Delta) \ т/м^2,$$

где Δ — объемный вес воды (принимаемый равным 1 $т/м^3$);

ε — коэффициент пористости грунта (отношение объема пор к объему минеральной части);

γ — удельный вес грунта в $т/м^3$, принимаемый по данным исследований грунтов.

4.12. Давление на обделку тоннелей, расположенных в неустойчивых водонасыщенных породах (плывунных), следует принимать по закону давления жидкости.

4.13. Нормативную вертикальную нагрузку от собственного веса конструкций исчисляют по проектным размерам конструкции и объемным весам материалов.

4.14. Коэффициенты перегрузки для постоянных нагрузок и воздействий для всех сочетаний нагрузок и расчетов по первому предельному состоянию принимают по табл. 8.

Таблица 8

Коэффициенты перегрузки для постоянных нагрузок и воздействий

Вид нагрузок	Коэффициент
Вертикальное горное давление:	
а) от веса грунта при сводообразовании	1,5
б) от веса всей толщи грунта над тоннелем	1,1 и 0,9
Горизонтальное активное горное давление	1,2 и 0,8
Гидростатическое давление	1,1 и 0,9
Собственный вес конструкций:	
сборных	1,1
монолитных	1,2

Примечание. Значения коэффициентов перегрузки больше (меньше) единицы относят к случаям, когда данная нагрузка увеличивает (уменьшает) расчетное суммарное воздействие.

Временные и особые нагрузки и воздействия

4.15. Нормативная величина вертикальной нагрузки от транспорта на перекрытия в автодорожных тоннелях, коэффициенты перегрузки и коэффициенты динамичности принимаются в соответствии с главой СНиП II-Д.7-62:

нормативная автомобильная нагрузка — по схеме Н-30,

нормативная колесная нагрузка — по схеме НК-80.

4.16. Изменение вида нагрузки в сторону увеличения, например, при строительстве тоннелей на промышленных дорогах, предназначаемых для перевозки особо тяжелых грузов, а также в сторону уменьшения может быть допущено в отдельных случаях при соответствующем обосновании в проекте дороги и согласовании с заинтересованными организациями.

4.17. Строительные нагрузки, действующие на конструкции тоннелей при возведении их (давление домкратов, давление при нагнетании за обделку, вес механизмов и т. п.), принимают по проектным данным с учетом конкретных условий производства работ, веса и воздействия оборудования. Строительные нагрузки учитывают в расчете с коэффициентом перегрузки 1,3.

Примечание. Величину коэффициента перегрузки следует в необходимых случаях корректировать с учетом конкретных условий и способов производства работ.

4.18. Воздействие колебаний температуры учитывают для статически неопределимых монолитных бетонных и железобетонных тоннельных конструкций при нормативных колебаниях температуры в зависимости от изотерм, соответствующих месту расположения сооружения, размеров конструктивного элемента и степени открытости его для воздействия температуры и воздуха.

Коэффициент линейного расширения бетона и железобетона принимается равным 0,00001.

4.19. Сейсмическое воздействие учитывают для тоннелей, сооружаемых в районах, которые подвержены землетрясениям силой 7, 8 и 9 баллов. Сейсмичность района или пункта строительства, а также величину сейсмического воздействия определяют в соответствии с главой СНиП II-А.12-62.

Расчетную сейсмичность для данного тоннеля следует принимать равной баллу сейсмичности района или пункта строительства

Основные расчетные положения

4.20. Бетонные и железобетонные тоннельные обделки и порталы, а также чугунные обделки следует рассчитывать по следующим предельным состояниям:

а) по первому — по несущей способности;

б) по второму — по деформациям и перемещениям;

в) по третьему — по трещиностойкости.

Целью расчета по первому предельному состоянию является обеспечение несущей способности конструкций (прочности, устойчивости формы и положения) в возможных неблагоприятных условиях их работы в период строительства и эксплуатации.

Целью расчета по второму предельному состоянию является ограничение деформаций или перемещений конструкций в условиях нормальной эксплуатации.

Целью расчета по третьему предельному состоянию является недопущение трещин или ограничение величины раскрытия трещин с тем, чтобы эксплуатация сооружения не была затруднена или нарушена вследствие коррозии, потери водонепроницаемости и местных повреждений.

4.21. Расчеты по первому предельному состоянию обязательны для всех конструкций и их следует производить с применением коэффициента перегрузки (η) к нормативным нагрузкам, коэффициента однородности (k) к нормативным сопротивлениям ($R_н$) и коэффициентов условий работы (m). При этом временную подвижную нагрузку учитывают с коэффициентом динамичности.

4.22. Расчеты по второму предельному состоянию следует производить по величине прогиба элементов конструкции и по величине осадок и смещений стен на нормативные нагрузки без учета коэффициента динамичности.

Примечание. Расчеты по второму предельному состоянию можно не производить, если практикой применения или опытной проверкой конструкции установлено, что жесткость ее достаточна.

4.23. Расчеты обделки по третьему предельному состоянию следует производить на нормативные или расчетные нагрузки в зависимости от влияния трещин на условия эксплуатации сооружения.

4.24. Расчеты бетонных и железобетонных конструкций следует производить в соответствии с главой СНиП II-В.1-62. При этом, помимо коэффициентов условий работы, приве-

денных в указанной главе, необходимо дополнительно учитывать следующие коэффициенты условий работы, отражающие особенности работы тоннельных конструкций:

учет неточностей в назначении расчетной схемы порталов и монолитной бетонной обделки	0,9
расчет стыков блоков и тюбингов сборной обделки	0,9

4.25. Расчеты чугунных тоннельных обделок по предельным состояниям следует производить в соответствии со специальными указаниями.

4.26. Статический расчет тоннельной обделки следует производить методами строительной механики или теории упругости с учетом особенностей и свойств окружающей породы, материала и конструкции обделки и способов производства работ.

4.27. При расчете по несущей способности монолитной обделки усилия можно определять с учетом возможности образования пластических шарниров в наиболее напряженных сечениях.

4.28. При расчете сборной обделки усилия следует определять с учетом:

расположения и величины начальных зазоров в стыках;

податливости стыков;

возможного образования пластических шарниров в наиболее напряженных сечениях.

4.29. Ребра элементов сборной обделки, стягиваемые болтами, должны быть рассчитаны на прочность и трещиностойкость при предельных значениях усилий в болтах. Эти усилия определяют по нормативному сопротивлению болтовой стали, умноженному на коэффициент 1,25.

4.30. Стыки бетонных и железобетонных блоков и тюбингов должны быть рассчитаны на прочность и трещиностойкость при наиболее неблагоприятном возможном распределении контактных усилий в стыках.

4.31. Сборная железобетонная обделка с элементами из водонепроницаемого бетона должна быть запроектирована так, чтобы исключалась возможность образования трещин при воздействии нормативных нагрузок.

В сборной железобетонной обделке с гибкой гидроизоляцией, а также в обделке, не подверженной гидростатическому давлению, допускается раскрытие трещин величиной не более 0,2 *мм*.

4.32. Статический расчет тоннельной обделки следует производить с учетом упругого отпора породы. Упругий отпор учитывают на той части контура обделки, которая при действии рассматриваемого сочетания нагрузок получает перемещение в сторону породы.

4.33. Внутренние гидроизоляционные оболочки следует рассчитывать с учетом отпора со стороны конструкций, окружающих оболочку.

4.34. Обделку тоннелей, сооружаемых в слабых неустойчивых водонасыщенных породах, следует рассчитывать без учета упругого отпора.

4.35. Упругий отпор породы рекомендуется определять в соответствии с теорией упругости с использованием модуля деформации (E) и коэффициента поперечной деформации (μ). Разрешается пользоваться коэффициентом упругого отпора (K).

Модуль деформации (E), коэффициент поперечной деформации (μ) и коэффициент упругого отпора (K) следует определять на основании инженерно-геологических изысканий и исследований, экспериментов в натуре и в лаборатории и других данных, относящихся к сходным условиям.

5. ВЕНТИЛЯЦИЯ

5.1. В железнодорожных тоннелях длиной более 1000 *м* при тепловозной тяге и в автодорожных тоннелях длиной более 400 *м* необходимо устраивать искусственную вентиляцию.

5.2. В железнодорожных тоннелях длиной от 300 до 1000 *м* при тепловозной тяге, более 1000 *м* при электрической тяге, а также в автодорожных тоннелях длиной от 150 до 400 *м* искусственную вентиляцию предусматривают в случае недостаточного их естественного проветривания.

Объем потребного для вентиляции тоннелей воздуха определяют проектом в зависимости от длины, расположения тоннеля в плане и подходов к нему, продольного профиля, интенсивности движения по тоннелю и других факторов.

5.3. В железнодорожных тоннелях длиной до 300 *м* при тепловозной тяге и 1000 *м* при электрической тяге, а также в автодорожных тоннелях длиной до 150 *м* искусственную вентиляцию предусматривать не следует.

5.4. Вентиляция должна обеспечивать эффективное удаление из тоннеля вредных газов.

Концентрация вредных газов в воздухе транспортной зоны железнодорожных тоннелей через 15 *мин* после выхода из тоннеля поезда не должна превышать следующих величин:

окиси углерода —0,03 *мг/л*;
акролеина — 0,002 » ;
сернистого газа — 0,02 » .

Концентрация в воздухе транспортной зоны автодорожных тоннелей окиси углерода и акролеина должна быть не выше предусмотренной санитарными нормами проектирования промышленных предприятий.

5.5. Скорость движения воздуха по транспортной зоне тоннеля при вентилировании должна быть не более 6 *м/сек*.

5.6. Вентиляционные установки в автодорожных тоннелях следует оборудовать устройствами, снижающими шум в тоннеле до 70 *дб*.

5.7. Систему искусственной вентиляции выбирают исходя из технических, производственных и экономических соображений. Управление вентиляционными установками в железнодорожных и автодорожных тоннелях предусматривают дистанционное из помещения дежурного, а также местное из вентиляционной камеры.

В железнодорожных тоннелях следует предусматривать автоматическое включение установки в момент прохождения поезда и выключение по истечении промежутка времени, обеспечивающего полное проветривание тоннеля.

5.8. В тоннелях длиной более 300 *м* необходимо предусматривать противопожарные средства (пожарный водопровод, огнетушители и др.) с учетом климатических условий района расположения тоннеля.

6. ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

6.1. Питание силовых и осветительных нагрузок тоннелей предусматривают от энергетических систем или промышленных, коммунальных и других электростанций, а при отсутствии таковых — от электростанций, специально сооружаемых вблизи тоннелей.

6.2. Систему питания силовых и осветительных нагрузок следует предусматривать с заземленной нейтралью на напряжении 380/220 *в*.

6.3. Трансформаторные подстанции или распределительные пункты, предусматриваемые для питания силовых и осветительных нагрузок тоннелей, необходимо рассчитывать на полную рабочую мощность всех одновременно работающих потребителей.

Установку резервных трансформаторов на подстанциях предусматривать не следует.

6.4. В тоннелях следует применять бронированные кабели без джутовой оплетки.

6.5. По одной стороне тоннеля следует прокладывать кабели сильного тока, по другой стороне — кабели слабого тока.

Примечание. В тоннелях длиной до 300 *м* может быть допущена прокладка всех кабелей по одной стороне.

6.6. Кабели следует прокладывать на кронштейнах, устанавливаемых по длине тоннеля на расстоянии 1 *м* друг от друга. Расстояние в свету по вертикали должно быть:

а) между кабелями 6—10 *кв*; между кабелями 6—10 *кв* и группой кабелей напряжением до 400 *в*; между кабелем 6—10 *кв* и группой кабелей слабого тока или контрольных —170 *мм*;

б) между кабелями рабочим напряжением до 400 *в*; между кабелями напряжением до 400 *в* и группой контрольных кабелей или кабелей слабого тока — 65 *мм*.

6.7. Переход кабелей с одной стороны тоннеля на другую осуществляют по своду тоннеля на кронштейнах со скобами для жесткого крепления.

6.8. В тоннелях следует предусматривать электрическое общее освещение и местное переносное освещение мест производства ремонтных работ. В железнодорожных тоннелях длиной менее 300 *м* на прямой и 150 *м* на кривой, при отсутствии вблизи тоннеля источника электроэнергии, искусственное освещение предусматривать не следует.

6.9. Горизонтальная освещенность в железнодорожных тоннелях на уровне головки рельсов должна быть не менее 1 *лк*.

Горизонтальная освещенность в автодорожных тоннелях должна быть не менее величин, приведенных в табл. 9. Освещенность указана на уровне проезжей части, в двухполосных тоннелях — по оси тоннеля, в четырех-

полосных тоннелях — по оси проезда в каждом направлении.

Таблица 9

Наименьшая горизонтальная освещенность в автодорожных тоннелях в *лк*

Режим освещения	Освещенность									
	Расстояние от порталов двухполосного тоннеля или от портала на входе в четырехполосный тоннель в *м*					Расстояние от портала на выходе из четырехполосного тоннеля в *м*				
	0	25	50	75	100 и более	100 и более	75	50	25	0
Дневной	300	175	80	40	20	20	30	50	90	150
Ночной	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

6.10. Светильники местного ремонтного освещения следует подключать к сети общего освещения через штепсельные розетки, которые необходимо устанавливать в железнодорожных тоннелях у ниш и камер, а в автодорожных тоннелях у камер и между ними на расстоянии 60 *м*. Розетки следует располагать в однопутных железнодорожных и двухполосных автодорожных тоннелях по одной стороне тоннеля, а в двухпутных железнодорожных и четырехполосных автодорожных тоннелях — по обеим сторонам тоннеля.

6.11. Питание светильников ремонтного освещения на напряжение 127 *в* следует предусматривать от инвентарных трансформаторов.

6.12. Сеть освещения в тоннеле следует выполнять проводом в трубах или кабелем открыто.

6.13. Управление общим освещением тоннеля следует предусматривать из помещения дежурного.

6.14. Ящики для подключения ремонтных механизмов к сети 380/220 *в* следует устанавливать в нишах на расстоянии 120 *м* по длине тоннеля на высоте 500—700 *мм* от уровня головки рельсов или уровня проезжей части. В однопутных железнодорожных и двухполосных автодорожных тоннелях ящики надлежит устанавливать по одной стороне тоннеля, в двухпутных железнодорожных и четырехполосных автодорожных тоннелях — по обеим сторонам тоннеля.

7. СИГНАЛИЗАЦИЯ И СВЯЗЬ

Сигнализация, централизация и блокировка (СЦБ)

7.1. Выбор системы сигнализации, централизации и блокировки, регулирующих и обеспечивающих безопасность движения поездов в железнодорожных тоннелях, необходимо производить в соответствии с потребной пропускной способностью перегонов, планом и профилем пути.

7.2. Постоянные сигналы следует устанавливать вне тоннеля. Установка сигналов внутри тоннеля может быть допущена в отдельных случаях, если это необходимо для обеспечения заданной пропускной способности перегона.

В качестве постоянных сигналов в тоннелях должны применяться малогабаритные светофоры метрополитена.

7.3. Приборы СЦБ, в случае необходимости установки их в тоннеле, должны располагаться в металлических шкафах, защищенных от пыли и влаги.

Оповестительная и заградительная сигнализации

7.4. Железнодорожные тоннели, в которых устраивается электроосвещение, должны быть оборудованы:

автоматической оповестительной сигнализацией — для оповещения работников, находящихся в тоннеле, дежурных на вентиляционных установках и часовых на постах охраны о приближении и проследовании поезда и направлении его движения,

заградительной сигнализацией — для подачи сигнала остановки поезда в случаях, угрожающих безопасности движения поезда или жизни людей, работающих в тоннеле.

7.5. Оповестительная сигнализация должна быть звуковой и световой, а заградительная сигнализация — световой.

7.6. В качестве звуковых сигналов следует применять:

внутри тоннеля — гудки с расстоянием нормальной слышимости до 150 *м*, устанавливаемые по одной стороне тоннеля на высоте не менее 2000 *мм* над головкой рельсов,

у дежурного на вентиляционной установке и на постах охраны — звонок.

7.7. Для световой оповестительной сигнализации следует применять:

внутри тоннеля — светильники повышенной надежности с лампами накаливания мощностью не менее 60 *вт*, устанавливаемые по обеим сторонам тоннеля над всеми нишами и камерами,

у дежурного на вентиляционной установке и на постах охраны — лампы накаливания коммутаторного типа.

Для световой заградительной сигнализации применяют светофоры.

7.8. Для автоматического действия устройств оповестительной сигнализации внутри тоннеля и на участках пути перед порталами следует использовать рельсовые цепи СЦБ.

7.9. Питание устройств оповестительной и заградительной сигнализации следует предусматривать переменным током от трансформаторной подстанции, питающей сеть освещения тоннеля.

7.10. Кабели сигнализации следует прокладывать с соблюдением требований пп. 6.5—6.7.

Ответвления от магистральной сети к сигнальным лампам и гудкам следует выполнять проводами в газовых трубах.

7.11. В автодорожных тоннелях длиной более 1000 *м* необходимо устанавливать громкоговорители местного вещания из помещения дежурного, расстояние между которыми назначают проектом.

7.12. У порталов автодорожных тоннелей для регулирования движения надлежит устанавливать световые сигналы. Управление сигналами должно быть дистанционное из помещения дежурного.

Связь

7.13. Железнодорожные тоннели длиной более 100 *м* должны иметь прямую двухпроводную телефонную связь с ближайшими станциями по обе стороны тоннеля. Телефонные аппараты должны быть у обоих порталов, а также в каждой камере по одной стороне тоннеля.

7.14. Автодорожные тоннели длиной более 300 *м* должны иметь телефонную связь с помещением технического надзора.

Телефонные аппараты следует устанавливать у обоих порталов, а также в тоннеле на расстоянии 120 *м* друг от друга.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ХАРАКТЕРИСТИКИ ГОРНЫХ ПОРОД
(по Протодьяконову)

Категории пород	Степень крепости	Породы	Коэффициент крепости f	Объемный вес γ в $т/м^3$	Угол внутреннего трения φ в *град*
I	В высшей степени крепкие породы	Наиболее крепкие плотные и вязкие кварциты и базальты, исключительные по крепости другие породы	20	2,8 - 3	87
II	Очень крепкие породы	Очень крепкие гранитовые породы, кварцевый порфир, очень крепкий гранит, кремнистый сланец, менее крепкие, нежели указанные выше, кварциты, самые крепкие песчаники и известняки	15	2,6 - 2,7	85
III	Крепкие породы	Гранит (плотный) и гранитовые породы, очень крепкие песчаники и известняки, кварцевые рудные жилы, крепкий конгломерат, очень крепкие железные руды . .	10	2,5—2,6	82°30′
III-а	То же	Известняки (крепкие), некрепкий гранит, крепкие песчаники, крепкий мрамор, доломит, колчеданы	8	2,5	80
IV	Довольно крепкие породы	Обыкновенный песчаник, железные руды	6	2,4	75
IV-а	То же	Песчанистые сланцы, сланцеватые песчаники	5	2,5	72°30′

Продолжение приложения

Категории пород	Степень крепости	Породы	Коэффициент крепости f	Объемный вес γ в $т/м^3$	Угол внутреннего трения φ в *град*
V	Средние породы	Крепкий глинистый сланец, некрепкий песчаник и известняк, мягкий конгломерат	4	2,8	70
V-а	То же	Разнообразные сланцы (некрепкие), плотный мергель	3	2,5	70
VI	Довольно мягкие породы	Мягкий сланец, мягкий известняк, мел, каменная соль, гипс, мерзлый грунт, антрацит, обыкновенный мергель, разрушенный песчаник, сцементированная галька и хрящ, каменистый грунт	2	2,4	65
VI-а	То же	Щебенистый грунт, разрушенный сланец, слежавшаяся галька и щебень, крепкий каменный уголь ($f=1,4 \div 1,8$), отвердевшая глина	1,5	1,8—2	60
VII	Мягкие породы	Глина (плотная), средний каменный уголь ($f=1 \div 1,4$), крепкий нанос, глинистый грунт	1	1,8	60
VII-а	То же	Легкая песчанистая глина, лёсс, гравий, мягкий уголь ($f=0,6 \div 1$)	0,8	1,6	40
VIII	Землистые породы	Растительная земля, торф, легкий суглинок, сырой песок	0,6	1,5	30
IX	Сыпучие породы	Песок, осыпи, мелкий гравий, насыпная земля, добытый уголь	0,5	1,7	27
X	Плывучие породы	Плывуны, болотистый грунт, разжиженный лёсс и другие разжиженные грунты ($f=0,1 \div 0,3$)	0,3	1,5–1,8	9

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

1. Общие положения 3
2. Поперечное сечение, продольный профиль и план —
3. Конструкции тоннелей 5
   - Обделка и порталы . . . . . —
   - Гидроизоляция и водоотводные устройства . . 7
   - Верхнее строение пути и проезжая часть . . . 8
4. Нагрузки и основные расчетные положения . . 9
   - Сочетания нагрузок . . . . . —
   - Постоянные нагрузки и воздействия . . . . . —
   - Временные и особые нагрузки и воздействия . 11
   - Основные расчетные положения 11
5. Вентиляция 12
6. Электроснабжение 13
7. Сигнализация и связь 14
   - Сигнализация, централизация и блокировка (СЦБ) . . . . . —
   - Оповестительная и заградительная сигнализации —
   - Связь 15

Приложение. Характеристики горных пород . —

gost.e-ecolog.ru