Документ предоставлен [КонсультантПлюс](https://www.consultant.ru)

Утвержден и введен в действие

[Приказом](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=463917) Министерства строительства

и жилищно-коммунального хозяйства

Российской Федерации

от 20 октября 2023 г. N 760/пр

СВОД ПРАВИЛ

ТОННЕЛИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ И АВТОДОРОЖНЫЕ

СНиП 32-04-97

Railways and highway tunnels

СП 122.13330.2023

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Список изменяющих документов(в ред. [Изменения N 1](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34155&dst=100006), утв. [Приказом](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=489064&dst=100009)Минстроя России от 20.09.2024 N 636/пр) |  |

**Дата введения**

**21 ноября 2023 года**

Предисловие

**Сведения о своде правил**

1 ИСПОЛНИТЕЛИ - АО "Центральный научно-исследовательский институт транспортного строительства" (АО ЦНИИТС), ОАО "Научно-исследовательский проектно-изыскательский институт "Ленметрогипротранс" (ОАО "НИПИИ "Ленметрогипротранс"), Тоннельная ассоциация России, ООО "Научно-инженерный центр Тоннельной ассоциации" (ООО "НИЦ ТА")

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 "Строительство"

3 ПОДГОТОВЛЕН к утверждению Департаментом градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России)

4 УТВЕРЖДЕН [приказом](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=463917&dst=100005) Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 20 октября 2023 г. N 760/пр и введен в действие с 21 ноября 2023 г.

5 ЗАРЕГИСТРИРОВАН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). Пересмотр [СП 122.13330.2012](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27067) "СНиП 32-04-97 Тоннели железнодорожные и автодорожные"

*В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего свода правил соответствующее уведомление будет опубликовано в установленном порядке. Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования - на официальном сайте разработчика (Минстрой России) в сети Интернет*

Введение

Настоящий свод правил разработан в целях обеспечения требований федеральных законов от 30 декабря 2009 г. [N 384-ФЗ](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=471020) "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" [[1]](#P2559), от 22 июля 2008 г. [N 123-ФЗ](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=465775) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" [[2]](#P2560), Технического регламента Таможенного союза "Безопасность автомобильных дорог" [(ТР ТС 014/2011)](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=187374&dst=100026), Технического регламента Таможенного союза "О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта" [(ТР ТС 003/2011)](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=444499&dst=5803) и [постановления](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=476111) Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. N 87 "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию".

Свод правил содержит правила принятия инженерных решений при проектировании новых и реконструируемых автодорожных и железнодорожных тоннелей, в том числе устройств и систем, обеспечивающих строительство и ввод в эксплуатацию. Требования обеспечения комплексной безопасности базируются на рассмотрении тоннельных переходов, как транспортных природно-технических систем.

Пересмотр свода правил выполнен авторским коллективом АО ЦНИИТС (*Г.О. Смирнова*, *И.М. Малый*, д-р техн. наук *В.А. Гарбер*, *А.А. Шевченко*, *А.И. Полысаева*, *А.О. Боев*, *М.М. Рыжков*, *А.Э. Калтахчян*) с участием ОАО "НИПИИ "Ленметрогипротранс" (канд. техн. наук *М.О. Лебедев*, *А.И. Данилов*, канд. техн. наук *Е.А. Савенков*, *Е.К. Левина*, *Н.Ф. Корчиго*, *В.В. Шабанова*, *Л.Ф. Багуцкая*, *Д.А. Пентегов*), ООО "ИЦ "МиТ" (канд. техн. наук *А.С. Кезин*), МАДИ (канд. техн. наук *Л.В. Маковский*, *Н.А. Сула*), ООО "Подземпроект" (канд. техн. наук *Ю.А. Готман*, *А.Б. Коршаков*), ООО "НИЦ Тоннельной ассоциации" (д-р техн. наук *В.Е. Меркин*, *К.О. Пудов*, *А.Ю. Романчев*, канд. техн. наук *В.Н. Пархоменко*), ООО "Тоннельная Ассоциация России" (д-р техн. наук *И.Я. Дорман*), ООО "Инжспецпроект" (*В.Г. Голубев*, канд. техн. наук *О.С. Байдаков*), ООО ПИИ "Бамтоннельпроект" (*В.В. Кабанов*), АО "Метрогипротранс" (*А.И. Кесарев*), ОАО Минскметропроект (*А.В. Мурач*), ВНИИПО МЧС России (*А.М. Петров*).

1 Область применения

Настоящий свод правил распространяется на проектирование, строительство и приемку в эксплуатацию новых, реконструкцию и капитальный ремонт существующих железнодорожных тоннелей, относящихся к объектам инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования колеи 1520 мм, и автодорожных тоннелей на автомобильных дорогах общего пользования, в том числе городских транспортных тоннелей.

Настоящий свод правил не распространяется на проектирование тоннелей, сооружаемых на высокоскоростных (свыше 200 км/ч) железнодорожных пассажирских линиях, на скоростных автомагистралях (с расчетной скоростью движения более 150 км/ч), и тоннелей для совмещенного движения безрельсового и рельсового транспорта в разных уровнях.

2 Нормативные ссылки

В настоящем своде правил использованы нормативные ссылки на следующие документы:

[ГОСТ 9.402-2004](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=8531) Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей к окрашиванию

[ГОСТ 12.1.004-91](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=4371) Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

[ГОСТ 12.1.012-2004](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=10395) Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования

[ГОСТ 12.1.033-81](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=11207) Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Термины и определения

[ГОСТ 12.4.009-83](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=4120) Система стандартов безопасности труда. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание

[ГОСТ 17.1.3.13-86](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=OTN&n=8515) Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения

[ГОСТ 1412-85](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=1029) Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки

[ГОСТ 7293-85](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=1569) Чугун с шаровидным графитом для отливок. Марки

[ГОСТ 7392-2014](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19352) Щебень из плотных горных пород для балластного слоя железнодорожного пути. Технические условия

[ГОСТ 9238-2022](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33560) Габариты железнодорожного подвижного состава и приближения строений

(в ред. [Изменения N 1](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34155&dst=100006), утв. Приказом Минстроя России от 20.09.2024 N 636/пр)

[ГОСТ 10060-2012](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28803) Бетоны. Методы определения морозостойкости

[ГОСТ 13078-2021](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28257) Стекло натриевое жидкое. Технические условия

[ГОСТ 14231-88](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=14529) Смолы карбамидоформальдегидные. Технические условия

[ГОСТ 14254-2015](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=20237) (IEC 60529:2013) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)

[ГОСТ 24451-80](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=12884) Тоннели автодорожные. Габариты приближения строений и оборудования

[ГОСТ 25100-2020](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=26118) Грунты. Классификация

[ГОСТ 26633-2015](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=31283) Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия

[ГОСТ 27751-2014](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30251) Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения

[ГОСТ 31108-2020](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=31628) Цементы общестроительные. Технические условия

[ГОСТ 31416-2009](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=13364) Трубы и муфты хризотилцементные. Технические условия

[ГОСТ 31937-2024](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33285) Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния

(в ред. [Изменения N 1](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34155&dst=100006), утв. Приказом Минстроя России от 20.09.2024 N 636/пр)

[ГОСТ 31996-2012](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=26603) Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение 0,66; 1 и 3 кВ. Общие технические условия

[ГОСТ 32868-2014](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19427) Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению инженерно-геологических изысканий

[ГОСТ 33152-2014](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19403) Дороги автомобильные общего пользования. Классификация тоннелей

[ГОСТ 33153-2014](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19290) Дороги автомобильные общего пользования. Проектирование тоннелей. Общие требования

[ГОСТ 33154-2014](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19404) Дороги автомобильные общего пользования. Изыскания тоннелей. Общие требования

[ГОСТ 34530-2019](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=24757) Транспорт железнодорожный. Основные понятия. Термины и определения

[ГОСТ 34669-2020](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=26352) Смеси сухие строительные гидроизоляционные проникающие на цементном вяжущем. Технические условия

[ГОСТ Р 22.1.12-2005](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=14253) Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Общие требования

[ГОСТ Р 52766-2007](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=25572) Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования

[ГОСТ Р 22.2.13-2023](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30288) Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Порядок разработки перечня мероприятий по гражданской обороне, мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера при проектировании объектов капитального строительства

(в ред. [Изменения N 1](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34155&dst=100006), утв. Приказом Минстроя России от 20.09.2024 N 636/пр)

[ГОСТ Р 55396-2013](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28451) Материалы рулонные битумно-полимерные для гидроизоляции мостовых сооружений. Технические требования

[ГОСТ Р 56521-2015](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19492) Тоннели автомобильные. Требования безопасности

[ГОСТ Р 57145-2016](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=20890) Специальные технические средства, работающие в автоматическом режиме и имеющие функции фото- и киносъемки, видеозаписи, для обеспечения контроля за дорожным движением. Правила применения

[ГОСТ Р 57208-2016](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27121) Тоннели и метрополитены. Правила обследования и устранения дефектов и повреждений при эксплуатации

[ГОСТ Р 57563-2017](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=21597) Моделирование информационное в строительстве. Основные положения по разработке стандартов информационного моделирования зданий и сооружений

[ГОСТ Р 58943-2020](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=26125) Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Контроль точности

[ГОСТ Р 59179-2021](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27008) Дороги автомобильные общего пользования. Материалы полимерные для устройства гидроизоляции плиты проезжей части мостового сооружения. Технические требования

[ГОСТ Р 59203-2021](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27142) Дороги автомобильные общего пользования. Тоннели. Требования к проектированию системы вентиляции

[ГОСТ Р 59206-2021](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27042) Дороги автомобильные общего пользования. Тоннели. Требования к пожарной безопасности

[ГОСТ Р 59207-2021](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27043) Дороги автомобильные общего пользования. Тоннели. Требования к системам водоснабжения и водоотведения

[ГОСТ Р 59419-2021](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27361) Биологическая безопасность. Нагельно-покрывная система укрепления крутых откосов полигонов твердых коммунальных отходов металлическими решетками. Общие технические условия

[СП 1.13130.2020](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=487625&dst=100013) "Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы" (с изменением N 1)

(в ред. [Изменения N 1](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34155&dst=100006), утв. Приказом Минстроя России от 20.09.2024 N 636/пр)

[СП 2.13130.2020](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=468315&dst=100012) "Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты" (с изменением N 1)

(в ред. [Изменения N 1](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34155&dst=100006), утв. Приказом Минстроя России от 20.09.2024 N 636/пр)

[СП 3.13130.2009](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=10670) Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности

[СП 7.13130.2013](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=25034) Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности (с изменениями N 1, N 2)

[СП 8.13130.2020](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=471819&dst=100013) "Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности" (с изменением N 1)

(в ред. [Изменения N 1](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34155&dst=100006), утв. Приказом Минстроя России от 20.09.2024 N 636/пр)

[СП 10.13130.2020](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=365651&dst=100014) Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Нормы и правила проектирования

[СП 12.13130.2009](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=13556) Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (с изменением N 1)

[СП 14.13330.2018](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=29123) "СНиП II-7-81\* Строительство в сейсмических районах" (с изменениями N 2, N 3)

[СП 16.13330.2017](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30774) "СНиП II-23-81\* Стальные конструкции" (с изменениями N 1, N 2, N 3, N 4, N 5)

[СП 20.13330.2016](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34261) "СНиП 2.01.07-85\* Нагрузки и воздействия" (с изменениями N 1, N 2, N 3, N 4, N 5, N 6)

(в ред. [Изменения N 1](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34155&dst=100006), утв. Приказом Минстроя России от 20.09.2024 N 636/пр)

[СП 22.13330.2016](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33228) "СНиП 2.02.01-83\* Основания зданий и сооружений" (с изменениями N 1, N 2, N 3, N 4, N 5)

(в ред. [Изменения N 1](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34155&dst=100006), утв. Приказом Минстроя России от 20.09.2024 N 636/пр)

[СП 23.13330.2018](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=24362) "СНиП 2.02.02-85\* Основания гидротехнических сооружений" (с изменением N 1)

[СП 24.13330.2021](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=31260) "СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты" (с изменением N 1)

(в ред. [Изменения N 1](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34155&dst=100006), утв. Приказом Минстроя России от 20.09.2024 N 636/пр)

[СП 25.13330.2020](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=29126) "СНиП 2.02.04-88 Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах" (с изменением N 1)

[СП 28.13330.2017](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33689) "СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии" (с изменениями N 1, N 2, N 3, N 4)

(в ред. [Изменения N 1](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34155&dst=100006), утв. Приказом Минстроя России от 20.09.2024 N 636/пр)

[СП 31.13330.2021](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28650) "СНиП 2.04.02-84\* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения"

[СП 32.13330.2018](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33540) "СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения" (с изменениями N 1, N 2, N 3)

(в ред. [Изменения N 1](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34155&dst=100006), утв. Приказом Минстроя России от 20.09.2024 N 636/пр)

[СП 34.13330.2021](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=26904) "СНиП 2.05.02-85\* Автомобильные дороги"

[СП 35.13330.2011](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34262) "СНиП 2.05.03-84\* Мосты и трубы" (с изменениями N 1, N 2, N 3, N 4)

(в ред. [Изменения N 1](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34155&dst=100006), утв. Приказом Минстроя России от 20.09.2024 N 636/пр)

[СП 38.13330.2018](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28336) "СНиП 2.06.04-82\* Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)" (с изменением N 1)

[СП 39.13330.2012](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=23890) "СНиП 2.06.05-84\* Плотины из грунтовых материалов" (с изменениями N 1, N 2, N 3)

[СП 41.13330.2012](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=23588) "СНиП 2.06.08-87 Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений" (с изменением N 1)

[СП 45.13330.2017](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28645) "СНиП 3.02.01-87 Земляные сооружения, основания и фундаменты" (с изменениями N 1, N 2, N 3)

[СП 47.13330.2016](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27119) "СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения" (с изменением N 1)

[СП 48.13330.2019](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28792) "СНиП 12-01-2004 Организация строительства" (с изменением N 1)

[СП 51.13330.2011](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=31817) "СНиП 23-03-2003 Защита от шума" (с изменениями N 1, N 2, N 3, N 4)

(в ред. [Изменения N 1](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34155&dst=100006), утв. Приказом Минстроя России от 20.09.2024 N 636/пр)

[СП 52.13330.2016](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28577) "СНиП 23-05-95\* Естественное и искусственное освещение" (с изменениями N 1, N 2)

[СП 60.13330.2020](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34259) "СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха" (с изменениями N 1, N 2, N 3)

(в ред. [Изменения N 1](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34155&dst=100006), утв. Приказом Минстроя России от 20.09.2024 N 636/пр)

[СП 63.13330.2018](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28545) "СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения" (с изменениями N 1, N 2)

[СП 68.13330.2017](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=25253) "СНиП 3.01.04-87 Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения" (с изменением N 1)

[СП 69.13330.2016](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34211) "СНиП 3.02.03-84 Подземные горные выработки" (с изменением N 1)

(в ред. [Изменения N 1](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34155&dst=100006), утв. Приказом Минстроя России от 20.09.2024 N 636/пр)

[СП 70.13330.2012](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33292) "СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции" (с изменениями N 1, N 3, N 4, N 5, N 6)

(в ред. [Изменения N 1](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34155&dst=100006), утв. Приказом Минстроя России от 20.09.2024 N 636/пр)

[СП 72.13330.2016](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=23773) "СНиП 3.04.03-85 Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии" (с изменением N 1)

[СП 78.13330.2012](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33203) "СНиП 3.06.03-85 Автомобильные дороги" (с изменениями N 1, N 2, N 3)

(в ред. [Изменения N 1](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34155&dst=100006), утв. Приказом Минстроя России от 20.09.2024 N 636/пр)

[СП 85.13330.2016](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=21143) "СНиП III-41-76 Контактные сети электрифицированного транспорта"

[СП 113.13330.2023](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34360&dst=100014) "СНиП 21-02-99\* Стоянки автомобилей"

[СП 116.13330.2012](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30222) "СНиП 22-02-2003 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения" (с изменениями N 1, N 2)

[СП 119.13330.2024](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33836) "СНиП 32-01-95 Железные дороги колеи 1520 мм

(в ред. [Изменения N 1](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34155&dst=100006), утв. Приказом Минстроя России от 20.09.2024 N 636/пр)

[СП 120.13330.2022](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34314) "СНиП 32-02-2003 Метрополитены"

[СП 124.13330.2012](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=29122) "СНиП 41-02-2003 Тепловые сети" (с изменениями N 1, N 2, N 3)

[СП 126.13330.2017](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30027) "СНиП 3.01.03-84 Геодезические работы в строительстве" (с изменением N 1)

[СП 131.13330.2020](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30822) "СНиП 23-01-99\* Строительная климатология" (с изменениями N 1, N 2)

[СП 166.1311500.2014](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=174086&dst=100011) Городские автотранспортные тоннели и путепроводы тоннельного типа с длиной перекрытой части не более 300 м. Требования пожарной безопасности

[СП 248.1325800.2023](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33283) Сооружения подземные. Правила проектирования

(в ред. [Изменения N 1](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34155&dst=100006), утв. Приказом Минстроя России от 20.09.2024 N 636/пр)

[СП 249.1325800.2016](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=26683) Коммуникации подземные. Проектирование и строительство закрытым и открытым способами (с изменением N 1)

[СП 268.1325800.2016](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=21181) Транспортные сооружения в сейсмических районах. Правила проектирования

[СП 291.1325800.2017](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34209) Конструкции грунтоцементные армированные. Правила проектирования (с изменениями N 1, N 2)

(в ред. [Изменения N 1](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34155&dst=100006), утв. Приказом Минстроя России от 20.09.2024 N 636/пр)

[СП 297.1325800.2017](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=29908) Конструкции фибробетонные с неметаллической фиброй. Правила проектирования (с изменениями N 1, N 2)

[СП 298.1325800.2017](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=24012) Системы вентиляции тоннелей автодорожных. Правила проектирования (с изменением N 1)

[СП 305.1325800.2017](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=31259) Здания и сооружения. Правила проведения геотехнического мониторинга при строительстве (с изменением N 1)

(в ред. [Изменения N 1](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34155&dst=100006), утв. Приказом Минстроя России от 20.09.2024 N 636/пр)

[СП 317.1325800.2017](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=29023) Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Общие правила производства работ (с изменением N 1)

[СП 328.1325800.2020](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27331) Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели

[СП 331.1325800.2017](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=21925) Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах

[СП 333.1325800.2020](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27138) Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла

[СП 360.1325800.2017](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=29904) Конструкции сталефибробетонные. Правила проектирования (с изменением N 1)

[СП 361.1325800.2017](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=22516) Здания и сооружения. Защитные мероприятия в зоне влияния строительства подземных объектов

[СП 381.1325800.2018](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=22923) Сооружения подпорные. Правила проектирования

[СП 404.1325800.2018](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=23616) Информационное моделирование в строительстве. Правила разработки планов проектов, реализуемых с применением технологии информационного моделирования

[СП 441.1325800.2019](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30238) Защита зданий от вибрации, создаваемой железнодорожным транспортом. Правила проектирования (с изменениями N 1, N 2)

[СП 446.1325800.2019](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=29254) Инженерно-геологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ (с изменением N 1)

[СП 471.1325800.2019](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=25197) Информационное моделирование в строительстве. Контроль качества производства строительных работ

[СП 482.1325800.2020](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=25583) Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства

[СП 484.1311500.2020](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=376143&dst=100012) Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования

[СП 485.1311500.2020](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=363050&dst=100014) Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования

Примечание - При пользовании настоящим сводом правил целесообразно проверить действие ссылочных документов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю "Национальные стандарты", который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя "Национальные стандарты" за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего свода правил в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии сводов правил целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде стандартов.

3 Термины и определения

В настоящем своде правил применены термины по [ГОСТ 12.1.033](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=11207), [ГОСТ 27751](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30251), [ГОСТ 34530](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=24757), а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **авария:** Опасное дорожно-транспортное происшествие или нештатная ситуация при строительстве, создающее угрозу жизни и здоровью людей и приводящее к повреждению или разрушению транспортных средств, элементов строительных конструкций или оборудования, а также нарушению движения в тоннеле.

3.2

|  |
| --- |
| **автодорожный тоннель:** Подземное (или подводное) инженерное (искусственное) сооружение для пропуска транспортных средств в местах пересечения автомобильной дороги с естественным или искусственным препятствием.[ГОСТ 33152-2014, [пункт 3.1](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19403&dst=100072)] |

3.3 **безопасность движения в тоннеле:** Комплекс инженерно-технических и организационных мероприятий, направленных на обеспечение безопасности эксплуатации тоннелей с заданными параметрами.

3.4 **высота проезда (высотный габарит):** Наименьшее расстояние от верха покрытия дорожной одежды до элементов конструкции или оборудования, расположенного в верхней части тоннеля, обеспечивающее или ограничивающее проезд транспортного средства.

3.5

|  |
| --- |
| **геотехнический мониторинг:** Комплекс работ, основанный на натурных наблюдениях за поведением конструкций вновь возводимого или реконструируемого сооружения, его основания, в т.ч. грунтового массива, окружающего (вмещающего) сооружение, и конструкций сооружений окружающей застройки.[СП 305.1325800.2017, [пункт 3.5](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=31259&dst=100057)] |

3.6

|  |
| --- |
| **геотехнический прогноз:** Комплекс работ аналитического и расчетного характера, целью которых является качественная и количественная оценка поведения оснований, фундаментов и конструкций проектируемого сооружения и окружающей застройки в процессе строительства и эксплуатации.[СП 22.13330.2016, [пункт 3.9](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33228&dst=100077)] |

3.7 **глубина заложения тоннеля:** Расстояние от поверхности земли до верха конструкции тоннеля.

3.8 **горный тоннель:** Подземное инженерное (искусственное) сооружение, предназначенное для пропуска транспортных средств через естественные высотные препятствия.

3.9 **городской тоннель:** Подземное или подводное инженерное (искусственное) сооружение для пропуска транспортных средств, расположенное в административных границах города.

3.10 **деформационный шов:** Искусственно образуемый конструктивный элемент сооружения для предупреждения образования трещин в элементах конструкций путем обеспечения перемещения элементов конструкции без силового взаимодействия под влиянием осадок, изменения температуры, усадки бетона.

3.11 **дорожная одежда:** Многослойная конструкция в пределах проезжей части, воспринимающая нагрузку от транспортных средств и передающая ее на грунт или плиту проезжей части тоннеля.

3.12 **заглубление тоннеля:** Вертикальное расстояние от поверхности земли (для подводных тоннелей, заглубленных в грунт - от поверхности дна водотока или водоема) до низа конструкции тоннеля.

3.13 **закрытый способ работ:** Сооружение тоннеля без вскрытия поверхности земли.

3.14 **защитная полоса:** Пристенное возвышение с противоположной относительно служебного прохода стороны тоннеля, предназначенное для повышения безопасности дорожного движения, находящихся в тоннеле людей и защиты конструкций тоннеля от внешних механических воздействий движущегося транспорта.

3.15 **зона безопасности:** Отделенное противопожарными преградами помещение (отсек) в объеме тоннеля или притоннельное сооружение, приспособленное для временного пребывания людей во время пожара в транспортной зоне или другой части тоннеля.

3.16

|  |
| --- |
| **зона влияния нового строительства или реконструкции:** Расстояние, за пределами которого негативное воздействие на окружающую застройку пренебрежимо мало.[СП 22.13330.2016, [пункт 3.16](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33228&dst=100084)] |

3.17 **набрызг-бетон:** Искусственный материал (бетон), образуемый путем нанесения смеси цемента, заполнителей (песка, гравия или щебня) и добавок - ускорителей схватывания и твердения на поверхность грунта или конструкции без использования опалубки.

3.18

|  |
| --- |
| **нагельное крепление:** Геотехническая конструкция, предназначенная для обеспечения устойчивости грунтовых откосов и вертикальных стен выемок, а также естественных склонов системой нагелей, армирующих прилегающий массив.[ГОСТ Р 59419-2021, [пункт 3.3](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27361&dst=100036)] |

3.19

|  |
| --- |
| **надежность строительного объекта:** Способность строительного объекта выполнять требуемые функции в течение расчетного срока эксплуатации.[ГОСТ 27751-2014, [пункт 2.1.5](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30251&dst=100050)] |

3.20

|  |
| --- |
| **обделка:** Постоянная несущая конструкция, воспринимающая внешние нагрузки, ограждающая подземную выработку и образующая ее внутреннюю поверхность.[СП 120.13330.2022, [пункт 3.1.26](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34314&dst=100195)] |

3.21 **опускной способ работ:** Сооружение тоннеля за счет погружения с поверхности земли или воды опускных конструкций или тоннельных секций.

3.22 **остановочная полоса:** Дополнительная полоса на проезжей части, предназначенная для вынужденной остановки транспортных средств.

3.23 **открытый способ работ:** Сооружение тоннеля в котловане с поверхности земли.

3.24 **охранная зона автодорожных и железнодорожных тоннелей:** Участок территории шириной 100 м в обе стороны от внешнего контура (проекций контура) сооружений, на котором устанавливается особый режим использования земельных участков в целях обеспечения сохранности, прочности и устойчивости объектов транспортной инфраструктуры.

3.25 **пластовый дренаж:** Геотехническая конструкция из природного или искусственного материала, служащая для перехвата и отвода подземных или поверхностных вод.

3.26 **подводный тоннель:** Подземное или подводное инженерное (искусственное) сооружение для обеспечения движения транспорта и (или) прокладки инженерных коммуникаций при пересечении водных препятствий.

3.27

|  |
| --- |
| **пожарная безопасность объекта защиты:** Состояние объекта защиты, характеризуемое возможностью предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара.[[2](#P2560), [статья 2, пункт 20](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=465775&dst=100039)] |

3.28

|  |
| --- |
| **пожарный отсек:** Часть здания или сооружения, выделенная противопожарными стенами и (или) противопожарными перекрытиями 1-го типа.[[2](#P2560), [статья 2, пункт 27](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=465775&dst=49)] |

3.29 **пожарный пост в тоннеле (штольне):** Зона (участок) тоннеля, оборудованная элементами противопожарной защиты и средствами связи.

3.30 **портал тоннеля:** Архитектурно оформленная подпорная стена входа и выхода из тоннеля (штольни), определяющая его границы, обеспечивающая устойчивость лобового и боковых откосов и отвод с них грунтовых вод.

3.31 **проезжая часть тоннеля:** Элемент автодорожного тоннеля, предназначенный для движения транспортных средств.

3.32 **продольная вентиляция:** Искусственная вентиляция в тоннеле, обеспечивающая равномерный продольный поток воздуха по всему сечению тоннеля.

3.33 **полоса движения:** Часть ширины проезжей части автодорожного тоннеля, достаточная для движения транспортных средств в один ряд.

3.34 **притоннельное сооружение:** Подземное, наземное или надземное сооружение, являющееся частью тоннельного перехода и предназначенное для размещения технологических или эксплуатационных обустройств, обеспечивающих жизнедеятельность и обслуживание тоннеля.

3.35 **рампа:** Наземное сооружение, являющееся частью тоннельного перехода и служащее для перехода транспортных средств с проезжей части на поверхности земли в тоннель или наоборот.

3.36 **расстояние безопасного торможения:** Минимальное расстояние, требуемое для надежного приведения транспортного средства, движущегося с установленной скоростью, в состояние полной остановки.

3.37

|  |
| --- |
| **система вентиляции:** Инженерно-технический комплекс, функционально связывающий между собой вентиляционное оборудование, сеть воздуховодов с воздухораспределительными и воздухоприемными устройствами, устройства управления и контроля и обеспечивающий организованный определенным образом воздухообмен и удаление продуктов горения в случае чрезвычайной ситуации.[ГОСТ Р 59203-2021, [пункт 3.10](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27142&dst=100076)] |

3.38

|  |
| --- |
| **система оповещения и управления эвакуацией людей;** (СОУЭ): комплекс организационных мероприятий и технических средств, предназначенный для своевременного сообщения людям информации о возникновении пожара, необходимости эвакуироваться, путях и очередности эвакуации.[СП 3.13130.2009, [пункт 2.5](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=10670&dst=100026)] |

3.39

|  |
| --- |
| **система противопожарной защиты:** Комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на защиту людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и (или) ограничение последствий воздействия опасных факторов пожара на объект защиты (продукцию).[[2](#P2560), [статья 2, пункт 41](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=465775&dst=100060)] |

3.40 **служебный проход:** Полоса, выделенная вдоль стены автодорожного тоннеля с возвышением над уровнем проезжей части и предназначенная для прохода по тоннелю служебного персонала.

3.41 **специальные способы работ:** Совокупность работ по изменению физико-механических свойств грунтов, дополнительных к основным способам строительства (водопонижение, замораживание грунтов, химическое закрепление грунтов, струйная цементация грунтов).

3.42 **техническая зона:** Свободный участок городской территории вдоль трассы тоннеля или тоннельного перехода шириной 40 м в обе стороны от внешнего контура (проекции контура) тоннеля, на котором запрещается проводить работы без разрешения эксплуатирующей организации.

3.43

|  |
| --- |
| **технологии информационного моделирования (зданий и сооружений):** Деятельность по созданию, управлению и хранению электронной информации о зданиях и сооружениях на всех или отдельных стадиях их жизненного цикла, результатом которой является создание информационной модели здания или сооружения.[ГОСТ Р 10.0.03-2019, [пункт 3.2](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=24888&dst=100039)] |

3.44 **тоннель:** Подземное (подводное) инженерное (искусственное) сооружение, предназначенное для транспортных целей, пропуска воды и (или) прокладки инженерных коммуникаций.

3.45

|  |
| --- |
| **тоннель глубокого заложения:** Тоннель глубиной заложения более 15 м.[ГОСТ 33152, [пункт 3.20](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19403&dst=100091)] |

3.46

|  |
| --- |
| **тоннель мелкого заложения:** Тоннель глубиной заложения до 15 м включительно.[ГОСТ 33152, [пункт 3.21](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19403&dst=100092)] |

3.47 **тоннельный переход:** Комплекс тоннельных сооружений (тоннель, рампы тоннеля, притоннельные сооружения), предназначенный для подземного (подводного) преодоления автомобильными или железными дорогами естественных или искусственных препятствий.

3.48 **транспортная зона:** Основная часть объема тоннеля или часть комплексного подземного сооружения с расположенными в ней ездовым полотном, другими элементами строительных конструкций и эксплуатационным оборудованием, необходимым для использования тоннеля в качестве транспортного сооружения.

3.49 **трасса тоннеля:** Линия, отображающая положение оси тоннеля в пространстве.

3.50 **трещиностойкость конструкции:** Способность конструкции сопротивляться образованию трещин под воздействием эксплуатационных нагрузок и внешних природных факторов.

3.51

|  |
| --- |
| **чрезвычайная ситуация** (ЧС): Обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, распространения заболевания, представляющего опасность для окружающих, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.[[3](#P2561), [глава 1, статья 1](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=477377&dst=100010)] |

3.52 **штольня:** Горизонтальная или наклонная горная выработка с непосредственным выходом на земную поверхность, или тупиковая - без выхода на земную поверхность, являющаяся притоннельным сооружением.

Примечание - По назначению штольни подразделяют:

- на сервисные (транспортные), предназначенные для обслуживания тоннелей (перемещения людей, оборудования, материалов);

- дренажные - для осушения тоннелей;

- эвакуационные - для эвакуации людей из эксплуатируемых подземных сооружений в случае пожара или другой чрезвычайной ситуации.

4 Общие положения

4.1 Уровень ответственности железнодорожных и автодорожных тоннелей принимают в соответствии с [ГОСТ 27751](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30251) и классом сооружения:

- нормальный уровень ответственности - тоннели протяженностью менее 500 м, класс сооружений КС-2;

- повышенный уровень ответственности - тоннели протяженностью равной 500 м или более, класс сооружений КС-3.

4.2 Принимаемые технические решения, конструкции и материалы для вновь строящихся тоннелей должны обеспечивать безопасность эксплуатации в течение всего жизненного цикла с расчетным сроком службы не менее 100 лет. Межремонтный срок определяют продолжительностью нормальных условий эксплуатации с учетом технического состояния и возможности обеспечения первоначально установленных показателей функционирования. Межремонтные сроки строительных конструкций постоянных устройств должны составлять не менее 50 лет.

4.3 Выбор вариантов трассы тоннелей и комплекса сооружений тоннельных переходов осуществляют на основе сравнения с вариантами трасс и комплексов сооружений мостовых переходов (для подводных тоннелей) и вариантов трасс обходов барьерных мест (препятствий) в плане и в профиле препятствия (для горных тоннелей).

Трассу тоннеля выбирают на основе результатов инженерных изысканий и технико-экономического сравнения вариантов трассы тоннеля.

При выборе варианта трассы оценивают воздействие на окружающую среду (ОВОС) для каждого варианта строительства и эксплуатации объекта с расчетом ущерба окружающей среде и стоимости мероприятий по его предотвращению.

Трассы городских тоннелей и комплексов сооружений тоннельного перехода принимают в соответствии с проектируемыми трассами городских железных и автомобильных дорог, с учетом градостроительных условий, планов перспективного развития и проектов планировки территорий (ППТ).

4.4 Следует избегать расположения тоннелей в зонах тектонических разломов, оползневых участков, в местах повышенного водосбора (в логах, под седловинами водоразделов), в карстоопасных районах, через пласты горных пород, насыщенных нефте- и газопродуктами, а порталов и припортальных участков тоннеля - в местах возможного схода снежных лавин, селевых потоков и камнепадов.

В зонах развития опасных геологических процессов необходимо проектировать защитные сооружения или предусматривать мероприятия в соответствии с [СП 116.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30222), обеспечивающие необходимую защиту порталов и припортальных участков тоннелей.

4.5 Тоннели, штольни и другие подземные притоннельные сооружения, в подземных выработках, должны иметь постоянную обделку, за исключением притоннельных сооружений, располагаемых в крепких невыветривающихся скальных грунтах.

4.6 Входы в тоннель и штольни с дневной поверхности и выход должны быть укреплены и архитектурно оформлены в виде порталов, оголовков, рамп или наклонных газонов.

4.7 Транспортные тоннели следует охранять в соответствии с [[4]](#P2562).

4.8 На всех этапах жизненного цикла транспортного тоннеля, включая планирование, выбор трассы, подготовку задания на проектирование, расчеты и рабочее проектирование, строительство, эксплуатацию и ремонт, допускается использовать, в соответствии с требованиями [ГОСТ Р 57563](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=21597), [СП 328.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27331), [СП 331.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=21925), [СП 333.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27138), [СП 404.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=23616), [СП 471.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=25197), методы информационного моделирования, обеспечивающие высокий уровень организационно-проектных и технологических решений, сокращение сроков проектирования и строительства, снижение стоимости, высокую надежность и безопасность эксплуатации сооружения.

Информационная модель тоннельного перехода может включать результаты инженерных изысканий, положение трассы, результаты численного моделирования, прочностные и геотехнические расчеты, конструкции тоннельных сооружений, технологию их строительства, характеристики и режимы работы применяемого оборудования, данные мониторинга.

4.9 Тоннели, сооружаемые горным способом, с подковообразным внутренним очертанием максимально приближенным к габариту приближения строений, должны быть с нишами и камерами для укрытия людей и расположения технологического оборудования.

Для тоннелей с перекрытой частью менее 300 м устройство камер и ниш не требуется.

В железнодорожных тоннелях ниши предусматривают для укрытия людей и расположения технологического оборудования, в автодорожных - только для расположения технологического оборудования.

Ниши в железнодорожных тоннелях следует располагать с обеих сторон тоннеля в шахматном порядке, с шагом по каждой стороне 60 м.

В автодорожных тоннелях шаг ниш устанавливают в соответствии с местами расположения технологического оборудования.

Камеры для укрытия людей и размещения оборудования, инвентаря, материалов и механизмов при проведении ремонтных работ предусматривают с каждой стороны железнодорожного тоннеля не более чем через 300 м, располагая их в шахматном порядке. При длине тоннеля от 300 до 500 м устраивают одну камеру в середине тоннеля, а при длине от 500 до 700 м - две камеры с двух сторон на равных расстояниях между ними и порталами.

При устройстве эвакуационных выходов в рядом расположенный тоннель или штольню камеры следует совмещать с входом в эти выработки.

В автодорожных тоннелях камеры для укрытия людей и размещения инвентаря и механизмов не предусматривают.

Размеры камер и ниш в тоннелях принимают не менее указанных в [таблице 4.1](#P299).

Таблица 4.1

**Размеры камер и ниш**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Устройства | Ширина, мм | Высота (по середине камеры, ниши), мм | Глубина, мм |
| Камеры в тоннелях: |  |  |  |
| железнодорожных | 4000 | 2800 | 2500 |
| автодорожных | 2000 | 2500 | 2000 |
| Ниши в тоннелях: |  |  |  |
| железнодорожных | 2000 | 2500 | 1000 |
| автодорожных | 2000 | 2500 | 500 |
| Примечание - Для автодорожных тоннелей размеры камер и ниш допускается принимать с учетом устанавливаемого в них оборудования. |

Уровень чистого пола ниш и камер в железнодорожных тоннелях должен быть на одном уровне с подошвой ближайшего к ним рельса, а в автодорожных тоннелях - на одном уровне со служебным проходом или верхом защитной полосы.

При проведении ремонтных и сопутствующих работ железнодорожного тоннеля только в окна допускается камеры и ниши не предусматривать.

Для автодорожных тоннелей с перекрытой частью менее 300 м устройство камер и ниш не требуется, согласно [ГОСТ 33153](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19290) ниши предусматривают только для размещения технологического оборудования, камеры - по заданию на проектирование.

Для исключения расположения камер и ниш в местах устройства деформационных и рабочих швов их следует смещать по месту при сохранении шага не более 60 м.

4.10 В тоннелях кругового очертания, сооружаемых механизированными горнопроходческими комплексами, ниши и камеры не предусматривают. Для обеспечения безопасности эксплуатирующего персонала в железнодорожных тоннелях предусматривают служебный проход (шириной 750 мм с ограждением высотой не менее 110 мм) с лестничными сходами и площадками, или со стороны входов в эвакуационные проходы (сбойки) - укрытия коробчатого сечения (с размерами не менее: ширины - 1000 мм, глубины - 2000 мм и высоты - 2300 мм), отделенные от транспортной зоны стенами и перекрытием (навес, козырек).

Укрытия следует располагать по одной стороне тоннеля (со стороны примыкания сбоек) с шагом 30 м. Для входа в укрытие следует предусматривать ступени с уклоном не более 45°.

При наличии служебного прохода возможно устройство мобильного укрытия, гарантирующего безопасность технического персонала в зонах проведения работ по текущей эксплуатации тоннеля.

Для действующих реконструируемых тоннелей расположение и размеры ниш, камер и укрытий (при их наличии) принимают в соответствии с их фактическими расположением и размерами.

4.11 При сооружении тоннеля закрытым способом в непосредственной близости от него устраивают сервисную штольню для обслуживания тоннеля при эксплуатации (в т.ч. для размещения коммуникаций, дренажных целей) и эвакуации людей из тоннеля в случае пожара или чрезвычайной ситуации через эвакуационные сбойки, соединяющие тоннель и штольню.

4.12 Тоннели должны быть защищены от неорганизованного проникновения в них подземных и поверхностных вод и иметь водоотводные, а при необходимости и дренажные устройства по всей длине и контуру тоннеля. Уровень защиты тоннелей от подземных вод должен обеспечивать отсутствие капежа со свода (перекрытия), течей воды на стенах и исключать образование наледей.

4.13 Для тоннелей длиной более 1500 м у их порталов предусматривают помещения с санитарно-бытовым обустройством, а для тоннелей меньшей длины - пункты обогрева, в каждом конкретном случае строительство этих помещений определяют технико-экономическим обоснованием и расчетным контингентом эксплуатации.

При отсутствии сервисного тоннеля или штольни, или технического проходного коллектора помещения с санитарно-бытовыми устройствами для служб эксплуатации внутри тоннеля не предусматривают.

5 Общие правила проектирования и строительства автодорожных и железнодорожных тоннелей

5.1 Исходные данные для проектирования тоннелей

При проектировании тоннелей используют следующие исходные данные:

- отчеты об инженерных изысканиях (инженерно-геодезических, инженерно-геологических, инженерно-геотехнических, инженерно-экологических, инженерно-гидрометеорологических изысканиях и специальных видах инженерных изысканий);

- заключения по обследованию технического состояния зданий и сооружений;

- результаты стационарных наблюдений и мониторинга (при строительстве на территориях с проявлениями опасных инженерно-геологических процессов).

5.2 Инженерные изыскания

Инженерные изыскания для проектирования тоннелей выполняют в соответствии с [СП 47.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27119), [ГОСТ 33154](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19404), [СП 126.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30027), [СП 446.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=29254), [СП 482.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=25583). Результаты инженерных изысканий должны содержать необходимые и достаточные данные для выполнения обосновывающих расчетов при выборе оптимального расположения трассы, объемно-планировочных решений тоннельных сооружений и их комплексов, разработке мероприятий инженерной защиты сооружений.

5.2.1 Инженерно-геологические изыскания

5.2.1.1 Инженерно-геологические изыскания [[10]](#P2568), [[11]](#P2569) для разработки проектной документации тоннелей, определение нормативных и расчетных значений характеристик грунтов следует выполнять в соответствии с требованиями [СП 47.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27119), [СП 22.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33228), [СП 446.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=29254) и настоящего свода правил.

5.2.1.2 Инженерно-геологическую съемку полосы трассы тоннеля (не менее 150 м в каждую сторону) выполняют по [СП 446.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=29254) в масштабе 1:2000 с учетом необходимости выбора варианта трассы тоннеля.

Инженерно-геологическую съемку на припортальных участках (500 x 500 м) и участках шахтных стволов (100 x 100 м) выполняют в масштабе 1:1000 или 1:500.

5.2.1.3 Количество разведочных скважин [[10](#P2568), [часть I](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=721)] по трассе тоннеля определяют в зависимости от категории сложности инженерно-геологических условий и прогнозируемой зоны взаимодействия проектируемых объектов с геологической средой.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | КонсультантПлюс: примечание.В официальном тексте документа, видимо, допущена опечатка: имеется в виду пункт [10], а не пункт [11]. |  |

Для тоннелей глубиной заложения более 300 м следует применять методы геофизического исследования грунтовых массивов [[11](#P2568), [часть VI](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=4858)] в соответствии с [ГОСТ 32868](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19427) и [ГОСТ 33154](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19404).

5.2.1.4 В зоне подземного сооружения, под которой понимают толщу грунтов на 30 - 40 м выше и на 8 - 10 м ниже лотка сооружения, инженерно-геологические условия определяют в соответствии с [ГОСТ 33154](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19404).

5.2.1.5 В сложных инженерно-геологических условиях и при необходимости получения дополнительной информации для определения параметров расчета (математического моделирования) проводят дополнительные исследования свойств грунтов.

Перечень физико-механических характеристик грунтов, дополнительно определяемых при инженерно-геологических изысканиях, должен соответствовать [СП 120.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34314), в части автодорожных тоннелей - [ГОСТ 33154](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19404).

5.2.1.6 Для выбора специального способа работ и получения исходных данных, необходимых для расчетного обоснования технологических процессов, выполняют дополнительное разведочное бурение в целях уточнения характеристик грунтов (плотности, гранулометрического состава, пористости, коэффициента фильтрации, степени трещиноватости, проницаемости, гидростатического давления и химического состава грунтовых вод) в соответствии с [СП 47.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27119).

5.2.1.7 В процессе строительства тоннелей выполняют: систематическое описание грунтов в забое, своде и стенах выработок, определение крепости и устойчивости грунтов, фиксирование проявлений горного давления, вывалов, переборов, обводненности и газоносности грунтов, способа проходки, состояния временного крепления и постоянной обделки.

5.2.1.8 При проведении инженерно-геологических изысканий для разработки проектной документации тоннелей необходимо определение параметров трещиноватости горных пород и проведение гидрогеологических исследований в соответствии с [СП 47.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27119), [СП 446.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=29254), [СП 482.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=25583).

5.2.2 Инженерно-экологические изыскания

Инженерно-экологические изыскания [[12]](#P2570) для разработки проектной документации следует выполнять в соответствии с [СП 47.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27119).

Разведочные скважины для экологических наблюдений и опробования следует бурить на участках выявленных ранее геохимических, гидрохимических и геофизических аномалий, в местах предполагаемой локализации загрязнений для установления их планового распространения и глубины проникновения. Число и глубину скважин обосновывают в программе изысканий.

Глубина бурения скважин для отбора проб на участках, предназначенных для организации строительных площадок на порталах тоннелей и в местах предполагаемого расположения устьев вентиляционных стволов и штолен, приведена в [[12]](#P2570). Глубина скважин для отбора проб пород по трассе тоннелей должна соответствовать расстояниям от поверхности земли до профиля трассы.

Радиационно-экологические исследования [[12]](#P2570) выполняют согласно [[13]](#P2571) и включают оценку:

- гамма-фона на территории строительства;

- радиоактивности грунтов в приповерхностной зоне и в интервалах глубин прохождения тоннеля;

- радиационных характеристик водоносных горизонтов, вскрываемых при проходке тоннеля;

- радоноопасности территории на основании плотности потока радона с поверхности грунта и содержания радона в воздухе сооружаемого тоннеля;

- мощности экспозиционной дозы (МЭД) гамма-излучения по глубине с применением гамма-каротажа в скважинах, проходку которых выполняют в ходе инженерно-геологических изысканий.

Рекогносцировочное обследование территории [[12]](#P2570) выполняют вдоль трассы тоннеля и на прилегающей территории для составления схемы расположения промышленных предприятий, свалок, отстойников, нефтехранилищ и других объектов повышенной опасности и источников загрязнения окружающей среды, объектов историко-культурного наследия и повышенной уязвимости (исторической застройки, медицинских, научно-исследовательских и детских учреждений, скверов, парков и зон отдыха). Размер прилегающей территории определяют в программе инженерных изысканий.

Опробование и оценку качества воды, используемой в качестве водоснабжения для хозяйственно-питьевых и коммунально-бытовых нужд и других целей, проводят в соответствии с [[23]](#P2581).

Геоэкологическое опробование и оценка загрязнения грунтовых вод, не используемых для водоснабжения, при экологической оценке территории в зоне влияния проектируемого тоннеля и вспомогательных сооружений приведены в [[12]](#P2570). Число проб устанавливают в программе изысканий в соответствии со спецификой гидрогеологических условий, протяженностью тоннеля и влиянием техногенных факторов.

Состояние растительного покрова оценивают при маршрутном обследовании трассы проектируемого тоннеля и прилегающей территории и сопровождают отбором проб зеленых насаждений (трав, кустарников, листьев деревьев) для определения степени их деградации и химического загрязнения в городской среде.

5.2.3 Инженерно-геодезические изыскания

5.2.3.1 Инженерно-геодезические изыскания должны обеспечивать получение топографо-геодезических материалов и данных о рельефе местности (в том числе дна водотоков, водоемов и акваторий), существующих зданиях и сооружениях (наземных и подземных), подземных коммуникациях и других элементах планировки, необходимых для комплексной оценки природных и техногенных условий по проектируемой трассе, обоснования проектирования, строительства и эксплуатации тоннеля [[14]](#P2572).

5.2.3.2 Инженерно-геодезические изыскания следует выполнять в соответствии с [СП 47.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27119), [СП 126.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30027), [СП 317.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=29023).

5.2.3.3 Ширину полосы съемки вдоль трассы следует устанавливать с учетом полосы отвода для строительства, исходя из природных условий местности. Допускают увеличение ширины полосы съемки на участках с опасными природными и техноприродными процессами в зависимости от зоны распространения возможной их активизации.

5.3 Объемно-планировочные решения

5.3.1 Общие требования

5.3.1.1 Состав и порядок подготовки исходных данных и разработки, согласования, утверждения проекта планировки тоннелей определяют и уточняют планировочным заданием на разработку проекта.

Планировочное задание составляют с учетом глубины заложения тоннелей (мелкого или глубокого) и условий проходки (в скальных или связных грунтах).

На основании планировочного задания должна быть составлена принципиальная инженерная схема тоннеля с указанием расположения тоннеля в плане и профиле; размещения сбоек, камер и притоннельных сооружений; расположения сервисного тоннеля (с обоснованием его необходимости). Конструктивно-технологические решения должны быть увязаны с требованиями по инженерному обеспечению тоннеля и безопасности.

5.3.1.2 Объемно-планировочные и конструктивно-технологические решения тоннелей следует принимать с учетом обеспечения максимальной сохранности расположенных поблизости зданий, сооружений и культурно-исторических памятников.

Архитектурный облик наземных сооружений тоннелей определяют в единой композиции с окружающим ландшафтом и архитектурными сооружениями (ансамблями), расположенными в зоне прилегающей улично-дорожной сети.

5.3.1.3 При расположении тоннелей в непосредственной близости от жилых и общественных зданий необходимо предусматривать на въездах и выездах из тоннелей планировочные и конструктивные мероприятия, понижающие шум от транспортных средств до допустимых уровней в соответствии с [СП 51.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=31817).

5.3.1.4 В автодорожных тоннелях, состоящих из перекрытой (тоннельной) части и двух открытых рамповых участков, места перехода от рамп к перекрытой части следует назначать из условия обеспечения беспрепятственного пропуска транспортных потоков и пешеходов над перекрытой частью.

5.3.1.5 Границы участков различных способов работ при сооружении тоннелей открытым и закрытым способами определяют в зависимости от градостроительной обстановки, инженерно-геологических условий, допустимых приближений к техническим и охранным зонам различных объектов и технико-экономическим сравнением вариантов.

5.3.1.6 В разделительной полосе улицы (дороги) на подходах к тоннелю, на расстоянии не более 500 м от порталов, должны быть предусмотрены разрывы для въезда пожарной и аварийно-спасательной техники в тоннель во встречном направлении и разворота автомобилей при движении в обратном направлении.

5.3.1.7 Пешеходные переходы, зоны размещения торгово-сервисных объектов и рекреационные зоны, подземные гаражи и паркинги, конструктивно объединенные с транспортными тоннелями, следует проектировать с учетом требований [СП 113.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34360&dst=100014).

5.3.1.8 Для автодорожных тоннелей предусматривают отвод транспортных средств на случай аварийной ситуации в тоннеле в соответствии с [ГОСТ 33153](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19290).

5.3.1.9 При проектировании тоннелей перед порталами следует предусматривать площадки разворота транспортных средств на случай аварийной ситуации, в том числе - в составе проезжей части на рамповых участках или подходах к тоннелю.

5.3.1.10 В автодорожных тоннелях длиной более 1000 м при отсутствии остановочных полос устраивают через каждые 750 м местные уширения с площадками для аварийной остановки транспортных средств, длиной не менее 50 м, шириной - не менее 2,75 м. При двустороннем движении площадки устраивают с каждой стороны тоннеля.

Площадки для аварийной остановки транспортных средств не устраивают при организации эксплуатационной службы по своевременному удалению аварийных автомобилей за пределы тоннеля или других организационных мероприятий.

5.3.1.11 При сооружении тоннельного перехода из двух и более параллельных тоннелей, расстояние между ними в свету принимают в скальных грунтах и твердых глинах - не менее половины наибольшего наружного диаметра обделки и уточняют по результатам оценки взаимодействия сооружений и окружающего массива.

При обосновании минимальное расстояние между тоннелями может быть уменьшено.

5.3.2 Поперечное сечение, продольный профиль и план

5.3.2.1 Параметры поперечного сечения строящихся и реконструируемых железнодорожных тоннелей принимают в соответствии с габаритом приближения строений, приведенным в [ГОСТ 9238](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33560), и с учетом конструкций контактной сети, пути, водоотвода, необходимых технологических обустройств и строительных допусков на сооружение обделки тоннеля.

5.3.2.2 Продольный уклон пути в железнодорожном тоннеле должен соответствовать требованиям [СП 119.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33836).

5.3.2.3 Смежные элементы продольного профиля железнодорожного и автодорожного тоннелей сопрягают в вертикальной плоскости кривыми, радиус которых определяют в зависимости от категории дороги.

5.3.2.4 Расположение железнодорожных тоннелей в плане должно удовлетворять требованиям, предъявляемым к открытым участкам железнодорожной линии, за исключением радиусов кривых, величина которых должна быть не менее 350 м.

Вновь строящиеся подводные тоннели располагают в плане на прямой.

5.3.2.5 Основные параметры поперечного сечения автодорожных тоннелей следует определять габаритом приближения строений и оборудования и принимать в зависимости от категории автомобильной дороги и длины тоннеля по [ГОСТ 33153](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19290).

Основные параметры поперечного сечения автодорожных тоннелей определяют необходимой шириной проезжей части транспортных зон, шириной служебных проходов и защитных полос, разделительной полосы (при двустороннем движении), наличием остановочной полосы, необходимым дополнительным пространством для размещения эксплуатационных устройств и оборудования, строительными допусками на сооружение обделки тоннеля.

5.3.2.6 Ширину одной полосы движения следует принимать:

- для тоннелей на магистральных улицах общегородского значения классов I и II с непрерывным движением - не менее 3,75 м, в стесненных городских условиях при ограничении скорости движения - не менее 3,5 м;

- тоннелей на магистральных улицах общегородского значения класса II с регулируемым движением - не менее 3,5 м;

- тоннелей на магистральных улицах районного значения - не менее 3,25 м.

Ширину полос безопасности городских тоннелей принимают не менее 0,75 м.

При ограниченной ширине тоннеля, например, при сооружении его щитовым способом или в стесненных городских условиях, ширину полос допускается уменьшать.

5.3.2.7 Высотный габарит транспортной зоны автодорожного городского тоннеля (от уровня покрытия дорожной одежды до конструкции обделки или размещаемого оборудования) должен составлять не менее 5,25 м.

В стесненных городских условиях и при реконструкции тоннелей допускают уменьшение высоты транспортной зоны до 4,5 м при соблюдении высотного габарита приближения конструкций и оборудования.

5.3.2.8 При проектировании автодорожных тоннелей предусматривают:

- устройство служебных проходов при движении транспорта в одном направлении - с одной стороны, а при разнонаправленном - с двух сторон;

- при устройстве служебного прохода с одной стороны тоннеля - с другой стороны устраивают защитную полосу (полосу безопасности);

- ширину служебных проходов и защитной полосы принимают по [ГОСТ 33153](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19290);

- при наличии остановочной полосы в городских тоннелях служебный проход не предусматривают, ширину защитной полосы уменьшают до 0,25 м;

- ширину разделительной полосы (полосы для размещения опор между проезжими частями единого тоннеля для обоих направлений движения) назначают не менее 1,5 м;

- в случаях, когда ширина разделительной полосы улицы (дороги) превышает ее ширину в тоннеле, переход от большей к меньшей ширине выполняют плавным на длине не менее 100 м.

Возвышение служебных проходов, защитных и разделительных полос без размещения на них промежуточных опор устанавливают по [ГОСТ 33153](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19290).

5.3.2.9 Элементы плана и профиля автодорожных тоннелей назначают исходя из условий обеспечения необходимой видимости при заданной расчетной скорости по [ГОСТ 33153](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19290).

(в ред. [Изменения N 1](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34155&dst=100031), утв. Приказом Минстроя России от 20.09.2024 N 636/пр)

5.3.2.10 Уклон продольного профиля при строительстве новых железнодорожных и автодорожных тоннелей должен быть не менее , за исключением участков переходных вертикальных кривых. Как исключение, в заведомо сухих районах, уклон может быть .

Рекомендуемый максимальный продольный уклон в автодорожных тоннелях - не более , а в сложных топографических и инженерно-геологических условиях при длине тоннеля до 500 м - не более . Значение принимаемого максимального продольного уклона автодорожных тоннелей определяют с учетом технико-экономического обоснования при условии обеспечения параметров безопасности дорожного движения, безопасности строительства и эксплуатации с учетом требований [СП 34.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=26904).

5.3.2.11 При расположении портала рампового участка подводного тоннеля у заливаемой поймы дно водоотводного лотка у портала или отметка верхней точки проезжей части рампы должна быть не менее чем на 1,0 м выше наивысшего уровня паводковых вод (наводнений) с вероятностью превышения 1:300 (0,33%) и учетом подпора, ледохода и высоты волны. При невозможности выполнения этого требования в тоннеле устраивают защитные устройства.

5.3.2.12 В горных тоннелях при расположении у заливаемой поймы порталов с верховой стороны при односкатном продольном профиле тоннеля или при двухскатном продольном профиле с пониженной точкой внутри тоннеля, дно водоотводного лотка у портала должно быть не менее чем на 1,0 м выше наивысшего уровня паводковых вод (наводнений) с вероятностью превышения 1:300 (0,33%) и учетом подпора, ледохода и высоты волны. При невозможности выполнения этого требования в тоннеле устраивают защитные устройства, предотвращающие проникновение паводковых вод в тоннель через систему водоотвода.

При расположении порталов горных тоннелей у заливаемой поймы с низовой стороны при односкатном продольном профиле тоннеля или при двускатном продольном профиле с повышенной точкой внутри тоннеля отметка верхней точки проезжей части должна быть выше наивысшего уровня паводковых вод (наводнений) с вероятностью превышения 1:300 (0,33%) и учетом подпора, ледохода и высоты волны. Для предотвращения проникновения паводковых вод через систему водоотведения в сооружения и помещения тоннеля, расположенные ниже наивысшего уровня паводковых вод с вероятностью превышения 1:300 (0,33%), на водоотводных трубах следует устанавливать запорную арматуру с электроприводом, управляемую дистанционно.

5.3.3 Расположение притоннельных сооружений

5.3.3.1 В соответствии с объемно-планировочными решениями притоннельные сооружения с непостоянным пребыванием людей располагают у порталов, на рамповых участках и по длине тоннеля.

5.3.3.2 По условиям водоотвода все притоннельные сооружения, кроме камер водоотливных установок, следует располагать выше лотковой части тоннеля.

5.3.3.3 Рабочие стволы, предназначенные для сооружения тоннеля закрытым способом работ, используют в системе тоннельной вентиляции, для прокладки инженерных коммуникаций и устройства запасных или эвакуационных выходов.

5.4 Строительные конструкции и материалы обделок

5.4.1 Общие требования

5.4.1.1 Ограждающие несущие конструкции (обделки) и внутренние несущие конструкции тоннельных сооружений должны соответствовать требованиям прочности, эксплуатационной надежности, долговечности, огнестойкости и устойчивости к различным видам агрессивного воздействия внешней среды.

5.4.1.2 Обделки следует проектировать исходя из назначения сооружения, инженерно-геологических условий, ожидаемых воздействий на обделку и технологии производства строительно-монтажных работ.

5.4.1.3 В зависимости от прочности и устойчивости грунтов вмещающего массива обделки следует проектировать замкнутыми из монолитного железобетона, набрызг-бетона или бетона, сборных элементов заводского изготовления (сборных высокоточных железобетонных, чугунных, стальных и армометаллобетонных блоков) [[15]](#P2573), [[16]](#P2574), конструкций с дисперсным армированием (сталефибробетона, фибробетона, фибро-набрызг-бетона) в соответствии с требованиями [СП 63.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28545) и настоящего раздела.

В малообводненных и сухих грунтах допускают устройство однослойных и двухслойных обделок из набрызг-бетона с дисперсным армированием металлической или синтетической фиброй по [СП 297.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=29908), [СП 360.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=29904) в сочетании с арматурной сеткой, анкерами (железобетонными, сталеполимерными и полимерными, самозабуривающимися и водораспорными) и металлическими арками.

При обосновании допускается применять многослойные обделки, включающие конструктивные элементы из набрызг-бетона или бетона с напыляемой гидроизоляцией, грунтоцемента по [СП 291.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34209), грунтобетона и других современных видов конструкций и материалов.

В случаях расположения тоннелей в прочных и устойчивых скальных массивах с низкой трещиноватостью (практически монолитных) используют анкеры, сетки и набрызг-бетон, препятствующие вывалу отдельных блоков породы.

При раскрытии выработок в скальных грунтах по частям применяют обделки в виде свода переменной жесткости (с выносными пятами) из монолитного бетона или железобетона, опирающегося одновременно на облегченные стены и грунт.

Проектирование подземных конструкций транспортных тоннелей, расположенных в сейсмических районах, следует выполнять в соответствии с [СП 14.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=29123), [СП 268.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=21181).

5.4.1.4 Обделки по всему контуру должны плотно примыкать к грунту.

Пустоты за обделкой следует заполнять твердеющими составами или обеспечивать силовое прижатие монтируемых колец обделки к грунту.

5.4.1.5 Тоннели и притоннельные сооружения с расположенными в них помещениями и эксплуатационными устройствами должны быть защищены от неблагоприятного воздействия поверхностных, грунтовых и других вод и жидкостей.

Способы защиты конструкций обделок от агрессивного воздействия грунтовых и техногенных вод следует выбирать в зависимости от вида ограждающих конструкций, характеристик применяемых гидроизоляционных материалов, условий эксплуатации объекта и возможности устройства гидроизоляции.

Защиту от коррозии обделок, металлоизоляции, закладных деталей и всех видов креплений выполняют в соответствии с [СП 28.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33689).

5.4.1.6 Выступающую из лобового откоса часть тоннеля следует оформлять в виде горизонтальной площадки длиной не менее 2,0 м, с плотной засыпкой толщиной не менее 1,5 м и защитой от размыва жестким покрытием. На участках, превышающих длину 2,0 м, толщину засыпки определяют расчетом.

5.4.1.7 Расстояние между деформационными швами монолитной тоннельной обделки устанавливают расчетом. Без выполнения расчетов шаг деформационных швов принимают:

- в обделках из монолитного бетона и набрызг-бетона - не более 20 м на открытых участках и не более 30 м на закрытых участках;

- в обделках из монолитного железобетона - не более 40 м на открытых участках и не более 60 м на закрытых участках.

Расстояние между антисейсмическими швами тоннельной обделки устанавливают расчетом и совмещают их с деформационными швами.

При бетонировании обделок в передвижной опалубке шаг деформационных швов допускается назначать кратным длине опалубки.

5.4.1.8 Дополнительные деформационные швы следует устраивать в зонах пересечения тоннелем тектонических трещин и на контакте грунтов существенно различной крепости.

При конструктивной и технологической необходимости дополнительные деформационные швы не устраивают, если в расчетах тоннельной обделки учитывают возможные дополнительные напряжения от неравномерных воздействий со стороны грунтового массива.

При реконструкции тоннелей расположение деформационных швов принимают по их фактическому положению.

5.4.1.9 Водонепроницаемость конструкций антисейсмических, температурно-осадочных и дополнительных деформационных швов должна соответствовать водонепроницаемости обделки.

5.4.1.10 Толщину элементов обделки, порталов и рамп устанавливают расчетом и принимают не менее следующих значений, мм:

 свода и стен тоннельной обделки из монолитного бетона

 и железобетона ................................................... 200;

 из монолитного бетона на выпуклостях в крепких скальных

 грунтах прочностью, превышающей прочность бетона не менее

 чем в 1,5 раза ................................................... 100;

обделок набрызг-бетонных:

 несущих .......................................................... 100;

 облицовочных или на выпуклостях в крепких скальных грунтах ....... 50;

 блоков сплошного сечения сборной железобетонной обделки .......... 150;

 ребер и спинок тюбингов сборной железобетонной обделки ........... 100;

порталов, оголовков и стен рамп:

 железобетонных ................................................... 150;

 бетонных ......................................................... 300;

 бутобетонных ..................................................... 500.

5.4.1.11 Минимальную толщину защитного слоя бетона до рабочей арматуры для сборных и монолитных железобетонных (кроме набрызг-бетонных) обделок толщиной менее 300 мм следует принимать по [СП 63.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28545).

Минимальную толщину защитного слоя бетона до рабочей арматуры для подводных тоннелей следует принимать по [СП 41.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=23588).

Толщину защитного слоя для обделок  толщины и для набрызг-бетонных обделок следует принимать не менее величин, указанных в [таблице 5.1](#P484).

Таблица 5.1

**Минимальная толщина защитного слоя бетона рабочей арматуры**

**в тоннельных обделках**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обделка тоннеля | Толщина элементов, мм | Минимальная толщина защитного слоя, мм |
| Сборная и монолитная железобетонная | От 300 до 500 | 30 |
| Св. 500 | 40 |
| Обделка, сооружаемая методом опускных секций | До 1000 | 30 |
| Св. 1000 | 60 |
| Набрызг-бетонная | Для любой толщины | 20 |

5.4.2 Материалы

5.4.2.1 Материалы для обделок и их гидроизоляции, внутренних строительных конструкций, отделочные материалы должны соответствовать требованиям по прочности, долговечности, пожарной безопасности, устойчивости к химической агрессивности грунтовых вод, другим видам агрессивного воздействия внешней среды, в том числе воздействию микроорганизмов, и не выделять токсичных соединений в условиях строительства и эксплуатации сооружений.

5.4.2.2 Бетонные и железобетонные несущие конструкции следует предусматривать из тяжелых бетонов по [ГОСТ 26633](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=31283).

5.4.2.3 Классы бетона по прочности на сжатие B для обделок, их элементов и внутренних бетонных и железобетонных конструкций следует принимать не ниже указанных в [таблице 5.2](#P511).

Таблица 5.2

**Классы бетона по прочности на сжатие**

**для конструкций тоннелей**

|  |  |
| --- | --- |
| Вид конструкции | Класс бетона, не ниже |
| Высокоточные железобетонные блоки обделок из водонепроницаемого бетона для закрытого способа работ, предварительно напряженные железобетонные элементы конструкций | B40 |
| Монолитные железобетонные, бетонные и фибробетонные обделки | B30 |
| Железобетонные и набрызг-бетонные элементы обделок для закрытого способа работ | B30 |
| Железобетонные элементы обделок для открытого способа работ (включая опускные цельносекционные), несущих конструкций "стен в грунте" | B30 |
| Железобетонные и бетонные монолитные несущие "стены в грунте", бетонные монолитно-прессованные обделки | B25 |
| Порталы, оголовки, набрызг-бетонные обделки, "стены в грунте" для крепления котлованов, внутренние монолитные железобетонные конструкции | B20 |
| Путевой бетонный слой верхнего строения пути, бетон внутренних конструкций, бетонные подготовки под гидроизоляцию | B15 |
| Жесткое основание пути, бетонное основание под полы, бетон для водоотводных и кабельных лотков | B15 |
| Примечание - Класс бетона по прочности для обделок автодорожных тоннелей следует назначать по [ГОСТ 33152](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19403). |

5.4.2.4 Проектную марку бетона обделок и внутренних конструкций по морозостойкости F в зонах знакопеременных температур следует принимать не ниже указанной в [таблице 5.3](#P536).

Таблица 5.3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Климатические условия со среднемесячной температурой наиболее холодного месяца, °C, по [СП 131.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30822) | Наземные конструкции на открытом воздухе | Подземные конструкции в зоне промерзания, контактирующие с грунтом |
| контактирующие | без навеса | под навесом |
| с водой | с грунтом |
| Умеренные, до минус 10 и выше | 200 | 150 | 100 | 100 | 100 |
| Суровые, ниже минус 10 до минус 20 включительно | 300 | 200 | 150 | 100 | 150 |
| Особо суровые, ниже минус 20 | 400 | 300 | 200 | 150 | 200 |
| Примечание - Марку бетона по морозостойкости для обделок автодорожных тоннелей следует назначать по [ГОСТ 33152](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19403). |

При отсутствии знакопеременных температур проектные марки бетона обделок по морозостойкости должны быть не ниже F1100.

Для конструкций, контактирующих с сильноминерализованными водами с содержанием солей более 1% масс., засоленными грунтами, растворами солей-антиобледенителей и подвергающихся циклическому замораживанию и оттаиванию, марку бетона по морозостойкости назначают и контролируют как для бетона дорожных покрытий по [ГОСТ 10060](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28803).

5.4.2.5 Проектную марку бетона обделок тоннелей по водонепроницаемости W в зависимости от наличия гидроизоляции, условий строительства и эксплуатации железнодорожных и автодорожных тоннелей следует принимать не ниже указанной в [таблице 5.4](#P572), для подводных тоннелей - по [СП 41.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=23588).

Таблица 5.4

**Марка бетона обделок по водонепроницаемости**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Степень агрессивного воздействия среды | Категория требований к трещиностойкости (предельно допустимая ширина продолжительного раскрытия трещин, мм) конструкций, контактирующих с грунтом [<1>](#P606) | Толщина защитного слоя со стороны контакта с грунтом [<2>](#P608) (без гидроизоляции), мм | Марка бетона по водонепроницаемости, не менее |
| в зоне обводнения без гидроизоляции | в зоне обводнения с гидроизоляцией и в необводненной зоне | в зоне обводнения без гидроизоляции | в зоне обводнения с гидроизоляцией и в необводненной зоне |
| Неагрессивная | 3 (0,15) | 3 (0,2) | 30 | W8 | W6 |
| Слабоагрессивная | 3 (0,10) | 3 (0,15) | 30 | W8 | W6 |
| Среднеагрессивная | 3 (0,05) | 3 (0,10) | 35 | W10 | W8 |
| Сильноагрессивная | 3 (0,05) | 2 (0,10) | 35 | W12 | W8 |
| <1> Распространяется на конструкции с арматурной сталью группы I по [СП 28.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33689).Арматуру классов A400, A500 и A600, подвергаемую при изготовлении термомеханическому упрочнению, применяют при условии подтверждения стойкости против коррозионного растрескивания испытаниями продолжительностью не менее 40 ч.<2> При использовании набрызг-бетона толщина защитного слоя может быть уменьшена на 10 мм. |

5.4.2.6 Железобетонные обделки без наружной или внутренней гидроизоляции, возводимые в обводненных грунтах, проектируют из водонепроницаемого бетона с разработкой регламента на производство бетонных работ, обеспечивающего сплошность и водонепроницаемость технологических (строительных) швов.

5.4.2.7 Для армирования монолитных железобетонных и набрызг-бетонных конструкций используют горячекатаную сталь различных классов, механические характеристики которой принимают согласно действующим нормативным документам. Допускают применение других арматурных сталей, полимерных, стальных, фибергласовых волокон в виде арматуры или фибры.

5.4.2.8 Прочностные характеристики чугуна тюбинговых обделок из серого литейного чугуна должны соответствовать [ГОСТ 1412](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=1029), из высокопрочного чугуна - [ГОСТ 7293](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=1569).

5.4.2.9 Нормативные и расчетные сопротивления проката для стальных конструкций и отливок из серого чугуна разных марок следует принимать по [СП 16.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30774).

5.4.2.10 Материалы для гидроизоляции обделок назначают в соответствии с принятой системой водозащиты тоннельных сооружений, величиной гидростатического давления грунтовых вод на обделку, их агрессивности, других особенностей их воздействия на обделку, возможного диапазона температурных изменений и особенностей работы тоннельной обделки в процессе эксплуатации сооружения.

5.4.2.11 В качестве материалов для шумозащитных и светозащитных экранов, кронштейнов кабельных линий и трубопроводов, стоек указателей используют долговечные коррозионно-стойкие армированные полимерные композиты с показателями пожарной опасности не выше, чем Г1, В1, Д2, Т2.

5.4.2.12 Материалы для водоотводных устройств должны соответствовать нормам коррозионной стойкости материалов и изделий, применяемых в наружной хозяйственно-бытовой и ливневой канализации. Трубы, колена, отстойники и другую арматуру водоотводной системы следует выбирать по сортаменту изделий для наружной канализации и водоотвода.

5.4.2.13 Материалы для отделки тоннелей, рамп и порталов должны соответствовать требованиям нормативных документов к воздействию внешней среды, в том числе к промывке водой при давлении струи до 1,0 МПа (10 кг/см2), и не давать бликов [(ГОСТ 33153)](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19290).

5.4.2.14 Для снижения электропотребления облицовку стен и потолков транспортных зон следует выполнять светлыми матовыми материалами с коэффициентом отражения не менее 0,5.

5.4.2.15 Облицовку или покраску наружных поверхностей порталов и стен рамп следует выполнять материалами темного матового цвета.

5.4.3 Общие конструктивные требования

Тоннели, в зависимости от глубины заложения, инженерно-геологических условий, типа принятых конструкций обделки и способов сооружения, принимают однопутными либо двухпутными, для автодорожных тоннелей в зависимости от числа полос движения проезжей части, кругового, подковообразного или прямоугольного очертания.

5.4.4 Конструкции обделок тоннелей, сооружаемых открытым и полузакрытым (полуоткрытым) способами

5.4.4.1 Обделки тоннелей при открытом способе работ предусматривают в виде одно-, двух-, трех- или многопролетных замкнутых рам прямоугольного очертания либо в виде сводчатых из сборного, монолитного или сборно-монолитного железобетона по [ГОСТ 33152](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19403).

5.4.4.2 Элементы конструкций сборных железобетонных обделок должны соответствовать требованиям удобства их изготовления, транспортирования и монтажа, надежности монтажных соединений и опираний.

5.4.4.3 В качестве сборных конструкций, возводимых в открытом котловане, используют обделки, состоящие из блоков перекрытия, стеновых, фундаментных и лотковых блоков, подколонников, колонн и прогонов. Модификации конструкций осуществляют путем изменения конфигурации, размеров и типов отдельных блоков.

Объединение сборных элементов в рамную конструкцию следует предусматривать сваркой выпусков арматуры или закладных деталей, бетонированием зазоров, заполнением швов безусадочным цементным раствором.

5.4.5 Конструкции обделок тоннелей, сооружаемых закрытым способом

5.4.5.1 При сооружении закрытым способом однопутных либо двухпутных тоннелей, а также автодорожных тоннелей двух- и трехполосным движением, применяют обделки сводчатого или кругового очертания [(ГОСТ 33152)](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19403).

Для тоннелей четырех или большего числа полос применяют двухсводчатую конструкцию с общей средней опорой - стеной, системой колонн и прогонов или конструкцию овального очертания, высота которой превышает пролет, для двухуровневого (двухъярусного) тоннеля.

5.4.5.2 При сооружении тоннелей горным способом по [5.7.3.1](#P1044), [5.7.3.2](#P1045) применяют обделки сводчатого очертания. Обделки возводят из монолитного бетона, железобетона, набрызг-бетона и сборных железобетонных элементов.

Форму стен и лотковой части обделки сводчатого очертания принимают по расчету в зависимости от величины бокового давления грунта и гидростатического давления грунтовых вод.

5.4.5.3 Обделки кругового очертания возводят из железобетонных блоков заводского изготовления.

Обделки из чугунных тюбингов применяют в неустойчивых или слабоустойчивых обводненных грунтах.

Блоки сборных обделок изготавливают с фальцами по контуру, образующими в собранной обделке чеканочные канавки для герметизации стыков между ними быстросхватывающими составами или пазами для закрепления на боковых поверхностях герметизирующих прокладок.

5.4.5.4 Однослойные обделки из набрызг-бетона применяют в малообводненных скальных грунтах и твердых глинах в сочетании с арматурной сеткой, анкерами, металлическими арками или при условии армирования набрызг-бетона фибрами.

5.4.6 Гидроизоляция обделок и защита от коррозии

5.4.6.1 Вид гидроизоляции для обделок разных типов определяют инженерно-геологическими условиями строительства, значением гидростатического давления грунтовых вод, наличием агрессивного воздействия внешней среды, условиями обеспечения водонепроницаемости обделки при принятой технологии ведения строительных работ, другими производственными условиями.

В зависимости от инженерно-геологических условий строительства и принятой технологии сооружения объекта используют разные виды гидроизоляции конструкций, в том числе: оклеечную, наплавляемую, напыляемую, мембранную, металлоизоляцию, с устройством, при необходимости, водоотводящих устройств; для эксплуатируемых тоннелей - дополнительно инъекционную и проникающую гидроизоляцию.

Для тоннельных обделок всех типов, кроме сборных водонепроницаемых, в любых горно-геологических условиях наличие гидроизоляции обязательно.

5.4.6.2 Конструкции тоннелей, сооружаемых в водоносных грунтах открытым способом, проектируют со сплошной наружной гидроизоляцией по всему контуру и устройством водоотводных коллекторов и колодцев внутренней системы водоотведения тоннеля.

Вводы коммуникаций в тоннель или притоннельное сооружение следует выполнять через герметичные узлы.

5.4.6.3 В зависимости от инженерно-геологических условий и конструктивных решений объекта применяют два способа устройства гидроизоляции: при наличии пазух котлована - нанесение (крепление) на конструкции сооружения (тоннеля), при отсутствии пазух - крепление к ограждающим конструкциям котлована, для чего используют оклеечные, напыляемые, наплавляемые материалы с адгезионным креплением к материалу обделок, металлоизоляцию и гидроизоляцию без адгезионного крепления к материалу обделок (например, мембраны):

- гидроизоляцию из оклеечных, напыляемых и наплавляемых материалов следует укладывать (наносить) непосредственно на конструкцию сооружения (стену, перекрытие тоннеля), бетонную подготовку под лотковой плитой или ограждающую конструкцию тоннеля;

- мембраны следует укладывать (при точечном креплении) на выровненную поверхность ограждающей конструкции котлована (траншейная стена в грунте, ограждение из буросекущихся или бурокасательных свай по [5.7.2.1](#P1023)) и предусматривать конструктивные решения по отводу воды в водоотводную систему тоннеля;

- для многослойных обделок из набрызг-бетона применяют напыляемую гидроизоляцию между слоями, обеспечивающую совместную работу всей конструкции;

- гидроизоляцию "стен в грунте", используемых в качестве несущих конструкций, в обводненных грунтах и при больших водопритоках выполняют металлическими листами толщиной не менее 6 мм.

5.4.6.4 Гидроизоляцию из битумно-полимерных и полимерных материалов (наплавляемую, напыляемую, оклеечную, мембранного типа) при открытом способе работ следует предусматривать из материалов, соответствующих требованиям [СП 120.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34314).

Гидроизоляцию на цементной основе необходимо предусматривать из материалов, соответствующих требованиям [ГОСТ 34669](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=26352).

5.4.6.5 В лотковой части гидроизоляцию следует укладывать на бетонную подготовку (класс бетона не ниже B15) толщиной не менее 10 см.

5.4.6.6 Для гидроизоляции, предварительно наносимой на наружную поверхность элементов сборной обделки, следует обеспечивать надежный способ соединения отдельных элементов в процессе их монтажа и защиты от повреждений при строительстве.

5.4.6.7 Защитные покрытия для лотковой части и перекрытия предусматривают из мелкозернистого бетона (не ниже B20) толщиной 4 - 10 см. Бетонный защитный слой на перекрытии толщиной 5 - 10 см армируют металлической сеткой 100 x 100 (150 x 150) мм или выполняют из бетона, армированного полимерной или стальной конструкционной фиброй.

Гидроизоляцию по стенам сооружения защищают слабоармированными бетонными плитами B15, набрызг-бетоном по сетке, полимерными мембранами.

5.4.6.8 Гидроизоляцию по внутренней стороне обделки следует защищать железобетонной "рубашкой", рассчитанной на восприятие ожидаемого гидростатического давления. При этом должно быть обеспечено плотное прижатие внутренней железобетонной конструкции к гидроизоляции.

5.4.6.9 Антикоррозионную защиту стальных конструкций и металлоизоляции и подготовку поверхности следует выполнять с учетом требований [СП 28.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33689), [СП 72.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=23773). Подготовка поверхности должна соответствовать 1-й степени очистки по обезжириванию и 2-й степени очистки от окислов (оксидов) по [ГОСТ 9.402](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=8531).

5.4.6.10 Гидроизоляцию конструкций тоннелей при закрытом способе работ обеспечивают:

- водонепроницаемостью сборных железобетонных блоков обделки в соответствии с [СП 120.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34314) и герметизацией стыков элементов обделки путем обжатия резинового уплотнительного контура, установленного по периметру боковой поверхности каждого блока при сооружении тоннеля механизированными тоннелепроходческими комплексами;

- в сборных железобетонных и чугунных обделках тоннелей - за счет герметизации швов между элементами обделки, болтовых отверстий (при чугунной обделке) и отверстий для нагнетания постановкой упругих уплотнителей или чеканкой;

- в многослойных обделках - за счет напыляемой или гибкой мембранной гидроизоляции, заключенной между наружной набрызг-бетонной (или бетонной) и внутренней железобетонной конструкциями тоннеля.

5.4.6.11 При сооружении тоннелей из замкнутых секций методом продавливания, реконструкции или ремонте сооружений допускают устройство наружной или внутренней металлоизоляции из стальных листов толщиной не менее 6 мм.

5.4.6.12 Несущие конструкции подводных тоннелей должны быть дренированы для предотвращения промерзания бетона в зоне водонасыщения. Конструкции дренажных и водоотводящих устройств тоннелей должны быть защищены от промерзания при эксплуатации.

5.4.7 Конструкции притоннельных сооружений и рамповых частей тоннеля

5.4.7.1 В составе притоннельных сооружений проектируют горные тоннельные порталы и оголовки штолен, вентиляционные камеры и камеры водоотливных установок, сервисные, эвакуационные и дренажные штольни, помещения трансформаторных подстанций, электрооборудования, других эксплуатационных устройств и служб.

5.4.7.2 Несущую ограждающую конструкцию рамп выполняют в виде стен уголкового профиля или жесткой незамкнутой сверху рамы прямоугольного сечения переменной высоты из монолитного или сборного железобетона. Конструкцию рампы с выступающими в сторону грунта лотковой частью и контрфорсами, грунтовыми анкерами с горизонтальными распорками в верхней их части применяют в зависимости от глубины заложения порталов тоннеля, инженерно-геологических и гидрологических условий строительства.

Конструкцию рампы со сплошной лотковой плитой в качестве конструктивного элемента следует использовать в местах продольного профиля тоннельного перехода в случаях, когда отметки проезжей части тоннеля ниже отметок прогнозируемого уровня грунтовых вод, наличия слабого грунтового основания или возможного появления карстовой воронки.

Конструкциями рамповых стен должно быть предусмотрено размещение на них фланцевых опор наружного освещения, а конструкциями порталов, при необходимости, - установка солнцезащитных экранов.

5.4.7.3 Конструкции порталов тоннелей проектируют в простых архитектурных формах, соответствующих облику окружающей градостроительной обстановки.

5.4.7.4 В автодорожных тоннелях с внешней стороны парапета, ограждающего портал и рамповые участки тоннеля, следует предусматривать устройство служебного прохода шириной не менее 0,75 м по [СП 166.1311500](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=174086&dst=100011), для железнодорожных тоннелей не менее 1,0 м.

5.4.7.5 В железнодорожных тоннелях вентиляционные заслонки и крепления технологического оборудования к обделке тоннеля проектируют на давление от ударной волны +/- 2000 Па при скорости движения поездов до 100 км/ч и +/- 4000 Па - при более высокой скорости.

5.4.7.6 В подземных помещениях притоннельных сооружений необходимо обеспечивать расчетный температурно-влажностный режим путем устройства местной вентиляции, утепления (при необходимости) и предусматривать систему местного водоотведения.

5.4.7.7 Полы в помещениях распределительных устройств, электрощитовых и других электропомещениях должны быть покрыты керамической плиткой или другими материалами, не выделяющими пыли и не поддерживающими горения.

Полы вентиляционных камер и насосных станций следует выполнять наливными с покрытием обеспыливающим составом.

5.5 Нагрузки и воздействия

5.5.1 Виды нагрузок и воздействий

5.5.1.1 При проектировании необходимо учитывать постоянные и временные (длительные, кратковременные и особые) в зависимости от продолжительности их действия на обделки тоннелей нагрузки и воздействия согласно [СП 20.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34261).

5.5.1.2 В качестве постоянных нагрузок следует учитывать:

- давление грунта;

- гидростатическое давление;

- собственную массу конструкций;

- массу зданий и сооружений, находящихся в зонах их воздействия на обделку тоннеля;

- сохраняющиеся усилия от предварительного напряжения конструкции.

5.5.1.3 В качестве длительных нагрузок и воздействий следует учитывать:

- силы морозного пучения грунта;

- массу стационарного оборудования;

- сезонные температурные воздействия, усадку и ползучесть бетона, другие воздействия, указанные в [СП 20.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34261);

- усилия от предварительного обжатия обделки.

5.5.1.4 В качестве кратковременных нагрузок следует учитывать:

- нагрузки и воздействия внутритоннельного и наземного транспорта;

- от давления щитовых домкратов, нагнетания раствора за обделку, усилий, возникающих при подаче и монтаже элементов сборных конструкций, воздействия массы проходческого и другого строительного оборудования при сооружении тоннеля;

- воздействие водного потока и волновое воздействие на опускную секцию при транспортировании ее по воде и в процессе монтажа, гидростатическое давление на свободный торец секции, сосредоточенную нагрузку массы затонувшего судна (при условии судоходства по акватории), динамическую нагрузку от максимально возможной для данной акватории массы сбрасываемого корабельного якоря;

- некоторые другие нагрузки - определяемые особенностями проведения работ.

5.5.1.5 В качестве особых нагрузок следует учитывать сейсмические и взрывные воздействия, а также особые нагрузки по [СП 20.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34261).

5.5.1.6 Для подводных тоннелей, проектируемых на дамбе или отдельных опорах, а также "плавающих" тоннелей, закрепленных тросовыми оттяжками в русловое ложе, необходимо учитывать волновые нагрузки и нагрузки от волн на обтекаемые преграды по [СП 38.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28336).

5.5.2 Постоянные нагрузки

5.5.2.1 Вертикальные и горизонтальные нагрузки от давления грунта при закрытом способе работ или от других постоянных нагрузок, действующих в пределах всего пролета или всей высоты сооружения при расчетах тоннельных обделок, принимают равномерно распределенными.

5.5.2.2 Для тоннелей и других объектов, сооружаемых открытым способом, величину нормативной вертикальной нагрузки от насыпного грунта следует принимать в соответствии с давлением всей его толщи над сооружением с учетом массы наземных зданий и других сооружений, строительство которых предусмотрено над данным объектом или в пределах призмы обрушения грунта.

5.5.2.3 Величины вертикальных и горизонтальных нормативных нагрузок на обделки тоннелей, сооружаемых закрытым способом, следует определять на основании результатов инженерно-геологических изысканий и накопленных экспериментальных данных о нагрузках, полученных при измерениях в аналогичных условиях строительства, с учетом возможности образования в грунтах самонесущего свода [(рисунок 5.1)](#P700).



***Рисунок 5.1 -*** **Схема для расчета высоты свода обрушения**

5.5.2.4 В неустойчивых грунтах, в которых сводообразование невозможно (водонасыщенные несвязные и слабые глинистые грунты), нагрузки следует принимать с учетом давления всей толщи грунтов над тоннельным сооружением. Нормативные вертикальную и горизонтальную нагрузки *q*н и *p*н, кН/м2, определяют в таких случаях по формулам:

 (5.1)

 (5.2)

где *Yi* - нормативный удельный вес грунта соответствующего слоя напластования, кН/м3;

*Hi* - толщина соответствующего слоя напластования, м;

*n* - число слоев напластований;

 - угол внутреннего трения грунта, нормативный для несвязных грунтов или кажущийся для скальных грунтов в пределах сечения тоннеля, градус.

Такие же нагрузки принимают при наличии сводообразования, если расстояние от вершины свода обрушения до земной поверхности или до контакта с неустойчивыми грунтами меньше высоты свода обрушения.

5.5.2.5 Нормативные равномерно распределенные нагрузки: вертикальную *q*н и горизонтальную *p*н, кН/м2, в условиях сводообразования определяют по формулам:

 (5.3)

 (5.4)

где *h*1 - высота свода обрушения над верхней точкой обделки, м [(рисунок 5.1)](#P700);

 - нормативный удельный вес грунта, кН/м3;

*h* - высота выработки, м.

5.5.2.6 Высоту свода обрушения *h*1 над верхней точкой обделки в условиях сводообразования [(рисунок 5.1)](#P700) для нескальных необводненных грунтов определяют по формуле

 (5.5)

где *L* - величина пролета свода обрушения, определяемая по формуле

 (5.6)

*f* - коэффициент крепости пород по шкале проф. М.М. Протодьяконова, принимаемый на основании геологических изысканий;

*b* - величина пролета выработки, м.

Величину вертикальной нормативной нагрузки над верхней точкой обделки для тоннелей, сооружаемых в глинистых грунтах на глубине более 45 м, принимают с коэффициентом *K* = *H*/45, где *H* - глубина заложения тоннеля от поверхности земли до низа тоннельной обделки, м.

При заложении тоннелей в глинистых грунтах, прочность которых уменьшается под влиянием поступающих подземных вод, величину вертикальной нормативной нагрузки следует увеличивать в пределах до 30%.

Коэффициенты не суммируют, в расчетах принимают большее из двух значений высоты свода обрушения *h*1.

5.5.2.7 Высоту свода обрушения *h*1 над верхней точкой обделки в условиях сводообразования для скальных грунтов определяют по формулам:

- для скальных грунтов, оказывающих вертикальное и горизонтальное давление

 (5.7)

- для скальных грунтов, оказывающих только вертикальное давление

 (5.8)

где *R* - предел прочности грунта на сжатие "в куске" (образце), МПа;

 - коэффициент, учитывающий влияние трещиноватости массива, принимаемый по [таблице 5.5](#P747) исходя из предела прочности грунта на сжатие "в куске" и категории массива по степени трещиноватости, которую определяют в зависимости от трещинной пустотности и густоты трещин (среднего расстояния между трещинами наиболее развитой их системы) по [таблице 5.6](#P787).

Таблица 5.5

|  |  |
| --- | --- |
| Категория массива скальных грунтов по степени трещиноватости | Коэффициент  при пределе прочности грунта "в куске" на сжатие, МПа |
| 10 | 20 | 40 | 80 | 160 |
| I - практически нетрещиноватые | 1,7 | 1,4 | 1,2 | 1,1 | 1,0 |
| II - малотрещиноватые | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 0,9 | 0,8 |
| III - среднетрещиноватые | 1,2 | 0,9 | 0,7 | 0,6 | 0,5 |
| IV - сильнотрещиноватые | 0,9 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,3 |
| V - раздробленные (разборная скала) | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 |

Таблица 5.6

|  |  |
| --- | --- |
| Трещинная пустотность, % | Категория грунтов при густоте трещин, м |
| очень редкой (более 1,0) | редкой (1,0 - 0,3) | густой (0,3 - 0,1) | очень густой (менее 0,1) |
| Малая - менее 0,3 | I | II | III | IV |
| Средняя - 0,3 - 1,0 | II | III | IV | IV |
| Большая - 1,0 - 3,0 | III | IV | V | V |
| Очень большая - более 3,0 | IV | V | V | V |
| Примечания1 При определении трещинной пустотности рыхлый или глиноподобный материал заполнения трещин не учитывают.2 При большой и очень большой трещинной пустотности и одновременно хорошо выраженной расчлененности массива на блоки по степени трещиноватости его следует относить к категории V (раздробленным) вне зависимости от густоты трещин.3 В условиях ожидаемого полного нарушения сплошности скальных грунтов в результате интенсивного их расслоения (кливаж) грунты следует относить к категории V.4 При наличии поверхностей скольжения категорию грунта по степени трещиноватости следует повышать на одну ступень.5 При трещинах, залеченных частично твердым (кристаллическим) материалом, категорию грунта по степени трещиноватости следует понижать на одну ступень, а при полностью залеченных трещинах - принимать по категории I. |

Наличие горизонтального давления скального грунта устанавливают по опыту строительства в аналогичных условиях. При отсутствии аналогов расчет обделки следует выполнять в двух вариантах - при наличии горизонтального давления и без него.

5.5.2.8 Полученную по [формулам (5.7)](#P738) и [(5.8)](#P742) высоту свода обрушения скальных грунтов корректируют умножением ее на коэффициенты, учитывающие влияние следующих факторов:

- притока воды в выработку для случаев, когда трещины заполнены рыхлым или размокаемым глиноподобным материалом, - 1,2;

- расположения трещин наиболее развитой их системы под углом к оси тоннеля менее 45° - 1,1;

- проходки выработок без применения буровзрывных работ - 0,8.

5.5.2.9 При расчете конструкций методами численного моделирования, реализуемого в программных комплексах, величины постоянных нагрузок на обделку определяют исходя из фактического характера взаимодействия сооружения и окружающего его грунтового массива, исключая необходимость расчета величин нагрузок по [5.5.2.4](#P702) - [5.5.2.8](#P823).

5.5.2.10 При развитии в грунтовом массиве неблагоприятных для обделки процессов (проявление тектонической напряженности, пучение, ползучесть грунтов, карстово-суффозионные явления), а также в случаях изменения свойств грунтов в результате применения специальных способов работ, величины нагрузок на обделки принимают с учетом изменения характеристик грунтов, определяемых по результатам дополнительных исследований.

5.5.2.11 При высоте свода обрушения скального грунта менее 1/6 его пролета расчет подземных конструкций следует выполнять на воздействие вывалов. Вертикальную нагрузку интенсивностью, полученной из условия сводообразования, распределяют по площади, соответствующей 1/4 пролета выработки в наиболее невыгодном для работы обделки положении.

При наличии над тоннельным сооружением в пределах свода обрушения контакта с менее прочным грунтом нагрузку от свода обрушения на обделку следует определять по параметрам менее прочного грунта.

5.5.2.12 Величину вертикальной нагрузки от горного давления на обделки параллельных тоннелей в случае возможного сводообразования, определяют в зависимости от размеров выработок, размеров и несущей способности целиков между ними, а также от технологии производства работ, при условии образования:

- самостоятельного свода обрушения над каждой выработкой - для каждой выработки в отдельности;

- общего свода обрушения над выработками - как для выработки, пролет которой равен сумме пролетов всех выработок и ширины целиков между ними.

5.5.2.13 Значение нормативной нагрузки на обделку тоннеля в водонасыщенных несвязных грунтах, содержащих свободную воду, следует принимать в виде совместного действия гидростатического давления воды и давления грунта во взвешенном состоянии. При этом нормативный объемный вес взвешенного в воде грунта , кН/м3, определяют по формуле

 (5.9)

где  - нормативный удельный вес частиц грунта, определяемый по данным лабораторных исследований, кН/м3;

 - объемный вес воды, принимаемый равным 10 кН/м3;

 - коэффициент пористости грунта, определяемый по опытным данным.

Величину гидростатического давления воды принимают с учетом максимального и минимального уровней, установившихся после окончания строительства.

5.5.2.14 Величину нормативной горизонтальной нагрузки на обделки кругового очертания в глинистых грунтах текучей и пластичной консистенции, водонасыщенных грунтах, а также в грунтах, переходящих в условиях эксплуатации в разжиженное состояние, следует принимать не более 0,75 величины нормативной вертикальной нагрузки, принимаемой в соответствии с весом вышележащей толщи грунтов по [СП 120.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34314).

5.5.2.15 Нагрузку от веса зданий, располагаемых над тоннельным сооружением, следует принимать в зависимости от их этажности, размеров в плане и конструктивных особенностей здания.

При отсутствии проектных решений зданий нормативную нагрузку от их веса принимают в зависимости от их предполагаемой этажности в размере 15 кН/м2 на один этаж.

При расположении зданий и других наземных сооружений в пределах призмы обрушения грунта учитывают соответствующее увеличение горизонтальной нагрузки.

5.5.2.16 Значение нормативной вертикальной нагрузки от собственного веса конструкций следует определять исходя из проектных размеров конструкций и удельного веса материалов.

Если собственный вес обделки составляет менее 5% вертикального давления, допускается его не учитывать.

5.5.2.17 Коэффициенты надежности на постоянные нагрузки при расчетах конструкций обделок по потере несущей способности принимают по [таблице 5.7](#P850).

Таблица 5.7

|  |  |
| --- | --- |
| Вид нагрузки | Коэффициент надежности |
| Вертикальная от давления грунта: |  |
| от веса всей толщи грунта над тоннелем: |  |
| в природном залегании | 1,1 (0,9) |
| насыпные | 1,15 (0,9) |
| от горного давления при сводообразовании для грунтов: |  |
| скальных | 1,6 |
| глинистых | 1,5 |
| крупнообломочных и песков | 1,4 |
| при вывалах грунта | 1,8 |
| Горизонтальная - от давления грунта | 1,2 (0,8) |
| Гидростатическое давление | 1,1 (0,9) |
| Собственный вес конструкции: |  |
| сборной железобетонной | 1,1 (0,9) |
| монолитной бетонной и железобетонной | 1,2 (0,8) |
| металлической | 1,05 |
| изоляционных, выравнивающих, отделочных слоев | 1,3 |
| Сохраняющиеся усилия от предварительного обжатия обделки и давления щитовых домкратов | 1,3 |
| Длительные нагрузки: |  |
| вес стационарного оборудования | 1,05 |
| температурные климатические воздействия | 1,1 |
| силы морозного пучения в грунтах | 1,5 |
| вертикальная нагрузка от мостовых и подвесных кранов | 1,1 |
| воздействие усадки и ползучести бетона | 1,1 (0,9) |
| Примечания1 Коэффициент надежности, указанный в скобках, принимают в случае, когда уменьшение нагрузки приводит к более невыгодному нагружению обделки.2 При выполнении расчетов методами численного моделирования с использованием нелинейных моделей сплошных сред коэффициент надежности для горизонтальной нагрузки от давления грунта принимают равным соответствующему коэффициенту надежности для вертикальной нагрузки от давления грунта. |

При расчетах конструкций на прочность и устойчивость для стадии строительства коэффициенты надежности по постоянным нагрузкам следует принимать равными 1,0, за исключением ограждений и анкерных креплений котлованов по [СП 120.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34314).

5.5.2.18 Обделки сооружений открытого способа работ, заложенные ниже прогнозируемого уровня подземных вод, следует рассчитывать на всплытие на расчетные нагрузки по формуле

 (5.10)

где  - сумма всех постоянных вертикальных нормативных нагрузок, действующих на 1 м длины тоннеля;

*A* - площадь подошвы тоннеля на длину 1 м тоннеля;

*hw* - расстояние от уровня грунтовых вод до подошвы тоннеля (без учета бетонной подготовки);

 - объемный вес воды, принимаемый равным 10 кН/м3;

 - коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый равным 1,2.

Для расчетов на всплытие принимают наибольший прогнозируемый уровень подземных вод.

При наличии опытных данных для постоянной несущей конструкции "стены в грунте" учитывают силы трения между конструкцией и грунтом.

5.5.2.19 При заложении тоннеля под автомобильными и железными дорогами, наземными линиями метрополитена или трамвая необходимо учитывать давление от этих дорожных конструкций.

5.5.3 Временные и особые нагрузки и воздействия

5.5.3.1 Нормативные временные вертикальные и горизонтальные нагрузки на обделки от наземного транспорта (подвижного состава автомобильных и железных дорог, наземных линий метрополитена и трамвая), коэффициенты надежности и динамичности следует принимать по [СП 35.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34262).

Воздействие временных нагрузок от транспортных средств следует учитывать в случае объединения лотковой части тоннеля с остальными его элементами в единую рамную конструкцию и при расположении проезжей части на повышенном уровне с опиранием плиты перекрытия на стены тоннеля.

5.5.3.2 Временные нагрузки от автомобильного транспорта над тоннелем мелкого заложения следует учитывать в соответствии с планировочной схемой и условиями движения на поверхности:

- непосредственно над перекрытием;

- на призмах обрушения;

- над перекрытием и на призмах обрушения.

При одностороннем (несимметричном) загружении тоннеля (на части перекрытия или одной из сторон призмы обрушения) в расчетах учитывают боковой отпор грунта.

5.5.3.3 Нагрузку на тоннельную конструкцию от железнодорожного транспорта принимают по схеме ее расположения над перекрытием и призмой обрушения, с учетом распределения нагрузки в грунте под углом 26° к вертикали, считая от концов шпал, по [СП 35.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34262).

5.5.3.4 Нагрузку от поездов трамвая учитывают при расположении трамвайных путей над тоннелем на обособленном полотне, исключающем по нему движение автомобилей. При расположении трамвайных путей на необособленном полотне учитывают автомобильную нагрузку, совмещая оси полос нагрузки с осями трамвайных путей.

5.5.3.5 При расчете конструкций тоннелей мелкого заложения с засыпкой над ними менее 0,7 м, наряду с вертикальной временной нагрузкой, учитывают горизонтальные нагрузки от ударов подвижного состава, центробежной силы (если улица или дорога над тоннелем расположены на кривой в плане), торможения и силы тяги транспортных средств по [СП 35.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34262).

5.5.3.6 Для тоннелей, заложенных под улицами, дорогами и рельсовыми путями, динамический коэффициент от подвижного состава железных и автомобильных дорог принимают по [СП 35.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34262).

5.5.3.7 Нормативные воздействия от натяжения арматуры предварительно напряженных железобетонных конструкций определяют в соответствии с установленными в проекте максимальными значениями усилий натяжения с учетом нормативных величин потерь на соответствующих стадиях работы. В железобетонных конструкциях, помимо технологических потерь, связанных с натяжением арматуры и регулированием усилий, следует учитывать потери, вызванные усадкой и ползучестью бетона [[17]](#P2575).

5.5.3.8 Воздействие сил морозного пучения грунтов на обделку в зонах знакопеременных температур следует учитывать при заложении тоннеля в увлажненных мелких и пылеватых песках, в глинистых или крупнообломочных грунтах с глинистым заполнителем, в грунтах с показателем текучести *JL* > 0 по [СП 25.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=29126) в зависимости от степени морозной пучинистости при сезонном промерзании приконтурного слоя грунта за обделкой на глубину более 0,5 м. Консистенцию глинистых грунтов следует принимать с учетом прогноза ее изменения при эксплуатации тоннеля.

Нормативную нагрузку от сил морозного пучения грунтов *q*п, МПа, возникающих на контакте тоннельной обделки с промерзающим грунтом, определяют по формуле

 (5.11)

где *q*0 - равномерно распределенная нагрузка от нормальных сил морозного пучения, МПа, определяемая экспериментально и соответствующая нагрузке, которую следует приложить к поверхности пучинистого грунта для полного подавления деформаций пучения данного грунта;

*l* - периметр обделки по наружной поверхности, м;

*F* - площадь поперечного сечения выработки, м2;

*hm* - расчетная глубина слоя сезонного промерзания грунта за обделкой тоннеля, м.

Коэффициент надежности по нагрузке при определении нагрузки от сил морозного пучения принимают как для нагрузки от горного давления при сводообразовании по [таблице 5.7](#P850).

5.5.3.9 Коэффициенты надежности к временной нагрузке для других временных нагрузок или воздействий, которые следует учитывать при проектировании строительных конструкций или по условиям производства работ (вес стационарного оборудования, нагрузка от подвесного кранового оборудования, воздействие усадки и ползучести бетона), следует принимать по [СП 20.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34261).

5.5.3.10 Расчетные значения сейсмических воздействий следует принимать по [СП 14.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=29123) с учетом норм проектирования в рассматриваемом сейсмическом районе (по результатам микросейсморайонирования), другие особые нагрузки - на основании задания на проектирование.

5.6 Расчет конструкций подземных сооружений

5.6.1 Расчетные схемы конструкций должны соответствовать условиям работы сооружений и особенностям взаимодействия элементов проектируемой конструкции и грунта.

5.6.2 Расчеты подземных конструкций [[15]](#P2573), [[16]](#P2574) выполняют в соответствии с основными положениями [ГОСТ 27751](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30251), [СП 63.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28545), [СП 16.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30774), учетом возможных, для отдельных элементов или всего сооружения в целом, неблагоприятных сочетаний нагрузок и воздействий, действующих одновременно при строительстве или эксплуатации, при этом рассматривают:

- основные сочетания нагрузок, включающие постоянные и временные (длительные и кратковременные) нагрузки и воздействия;

- особые сочетания нагрузок, включающие постоянные, наиболее вероятные временные и одну из особых нагрузок или воздействий.

Одновременно действующие временные нагрузки учитывают в соответствии с [СП 20.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34261).

При расчетах несущих конструкций и оснований тоннельных сооружений коэффициент надежности по ответственности следует принимать согласно [ГОСТ 27751](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30251).

5.6.3 Конструкции следует рассчитывать по предельным состояниям первой и второй групп.

Конструкции кругового очертания, возводимые закрытым способом, на деформативность не проверяют.

5.6.4 Расчеты по предельным состояниям первой группы выполняют на основные и особые сочетания нагрузок с применением коэффициентов надежности и коэффициентов сочетаний нагрузок в соответствии с [СП 20.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34261), коэффициентов условий работы конструкций и расчетных значений прочностных характеристик материалов, а при необходимости - и динамических коэффициентов.

Расчеты тоннельных обделок закрытого способа работ на выносливость не выполняют, а обделок открытого способа - только при засыпке над перекрытием менее 1,0 м и наличии больших пролетов - 20 м и более.

5.6.5 Расчеты конструкций по предельным состояниям первой группы следует проводить с учетом особенностей их работы:

- для монолитных бетонных и железобетонных обделок в необводненных грунтах или при наличии гидроизоляции - с учетом возможности неупругих деформаций бетона и арматуры и наличия допускаемых трещин (по [СП 63.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28545));

- чугунных и сборных железобетонных обделок со связями растяжения - с учетом расположения и величины начальных зазоров в стыках и податливости стыков;

- сборных железобетонных обделок с перевязкой швов - с учетом взаимодействия между смежными кольцами.

При расчетах бетонных и железобетонных обделок необходимо применять дополнительный коэффициент условий работы конструкций, равный 0,9 для монолитных обделок, отражающий неточность в назначении расчетной схемы.

5.6.6 Расчеты обделок по предельным состояниям второй группы следует проводить на основные сочетания нагрузок, принимая коэффициенты надежности и условий работы конструкции равными 1,0 и используя нормативные значения нагрузок и прочностных характеристик материалов.

При расчетах обделок открытого способа работ учитывают следующие требования:

- для железобетонных элементов перекрытий определяют величины вертикальных прогибов и раскрытия трещин, при этом величина прогиба от воздействия постоянной и временной вертикальной нагрузок в пределах пролета не должна превышать 1/200*L* (*L* - длина расчетного пролета) для предельной величины длительного раскрытия отдельных трещин до 0,2 мм, кратковременного - до 0,3 мм;

- железобетонных элементов стен определяют величину горизонтальных прогибов и раскрытия трещин, при этом величина прогиба от воздействия постоянной и временной нагрузок для стен подземных сооружений должна быть не более 1/300*H*, для стен рамп - 1/200*H* (*H* - расчетная высота стены) при предельной величине длительного раскрытия отдельных трещин до 0,3, кратковременного - до 0,4 мм.

5.6.7 Для расчета обделок закрытого способа работ предельно допустимое значение продолжительного раскрытия трещин со стороны грунта в зависимости от агрессивности окружающей среды приведено в [таблице 5.4](#P572). Предельное значение продолжительного раскрытия трещин внутренней поверхности обделки - 0,2 мм.

5.6.8 Расчеты на внешние воздействия для всех видов обделок тоннелей, сооружаемых открытым и закрытым способами, следует выполнять методами строительной механики на заданные нагрузки, аналитическими методами механики сплошной среды или методами численного моделирования в соответствии с положениями [СП 248.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33283).

Расчеты обделок тоннелей на заданные нагрузки выполняют с учетом отпора грунтового массива, кроме обделок, проектируемых для слабых грунтов (плывунов или илистых грунтов), которые следует рассчитывать без учета отпора.

Расчеты трещиностойких монолитных и сборных обделок со связями растяжения плавного (кругового, эллипсовидного) очертания при глубоком заложении тоннелей в однородных изотропных грунтах выполняют методами механики сплошной среды на основе решения контактной задачи о взаимодействии обделки и грунтового массива. Исходные данные при таких расчетах - величины главных начальных напряжений (гравитационных или тектонических) в нетронутом массиве, деформационные характеристики материала обделки и вмещающего ее грунта, а также технология сооружения тоннеля.

Предварительные расчеты конструкций выполняют исходя из предпосылки линейной работы материала конструкции и грунтового массива с использованием данных по коэффициенту упругого отпора.

При устройстве первичной обделки из набрызг-бетона (в том числе в сочетании с анкерами, арками) следует учитывать восприятие ею части горного давления до возведения вторичной (внутренней) обделки. Ожидаемую величину горного давления на первичную и вторичную обделки определяют экспериментально или по методикам профильных организаций.

5.6.9 Физико-механические характеристики грунта (модуль деформации, коэффициент поперечной деформации, коэффициент упругого отпора) определяют на основании данных инженерно-геологических изысканий, натурных и лабораторных исследований в соответствии с [5.2.1](#P353), а также данных, полученных при строительстве тоннелей в аналогичных инженерно-геологических условиях.

При отсутствии опытных данных коэффициент отпора принимают по [таблице 5.8](#P971).

Таблица 5.8

|  |  |
| --- | --- |
| Грунты в сечении выработки | Коэффициент отпора, Н/см3 (кгс/см3) |
| при удельном давлении на грунт до 0,4 МПа (4 кгс/см2) | при удельном давлении на грунт свыше 0,4 МПа (4 кгс/см2) |
| Скальные средней прочности (временное сопротивление одноосному сжатию в водонасыщенном состоянии 25 - 40 МПа (250 - 400 кгс/см2): |
| слаботрещиноватые | 1000 - 1500 (100 - 150) | 1000 - 1500 (100 - 150) |
| сильнотрещиноватые | 400 - 600 (40 - 60) | 400 - 600 (40 - 60) |
| Скальные средней прочности и малопрочные (временное сопротивление одноосному сжатию в водонасыщенном состоянии 8 - 25 МПа (80 - 250 кгс/см2): |
| слаботрещиноватые | 700 - 1000 (70 - 100) | 700 - 1000 (70 - 100) |
| сильнотрещиноватые | 200 - 400 (20 - 40) | 200 - 400 (20 - 40) |
| Глины твердые ненарушенные | 150 - 250 (15 - 25) | 80 - 150 (8 - 15) |
| Глины полутвердые или твердые нарушенные | 100 - 200 (10 - 20) | 50 - 100 (5 - 10) |
| Крупнообломочные, пески плотные | 70 - 100 (7 - 10) | 50 - 70 (5 - 7) |

В расчетах учитывают свойства ползучести и нелинейности работы материала конструкции и характеристики грунта, полученные экспериментальным путем, методом последовательного нагружения конструкции до предельного состояния.

5.6.10 При расчетах обделок, обжимаемых в грунт, на стадии их монтажа в основном сочетании нагрузок учитывают полное усилие обжатия и временные строительные нагрузки. Для стадии эксплуатации обделок остаточное усилие обжатия учитывают в случае, если оно превышает нормальную силу от горного давления, в остальных случаях расчет выполняют так же, как для необжатых обделок.

5.6.11 Стыки бетонных и железобетонных блоков и тюбингов рассчитывают на прочность и трещиностойкость при наиболее неблагоприятном распределении контактных усилий в стыке.

Предельную нормальную силу в цилиндрическом стыке (несущую способность стыка) *N*н, МПа, определяют по формуле

 (5.12)

где *R*б - расчетное сопротивление бетона осевому сжатию, МПа;

*b* - ширина блока или тюбинга, м;

*h*э - высота поперечного сечения элемента, м;

*e* - возможный эксцентриситет в стыке (при отсутствии данных принимается равным *h*э/30), м.

5.6.12 Расчет бетонных и железобетонных конструкций тоннелей по предельным состояниям и их проектирование следует выполнять в соответствии с требованиями [СП 63.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28545).

Расчет конструкций чугунных тоннельных обделок по предельным состояниям следует выполнять по [СП 16.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30774).

5.6.13 При учете сил трения и сцепления между тоннельной обделкой и грунтом величины передаваемых на грунт касательных напряжений не должны превышать величин предельных сдвигающих напряжений для грунта. Для случаев заложения тоннеля в слабых грунтах данные силы не учитывают.

5.6.14 Расчет железобетонных конструкций подземных сооружений, подверженных воздействию агрессивных сред, выполняют с учетом требований к трещиностойкости и предельно допустимой ширине продолжительного раскрытия трещин по [таблице 5.4](#P572).

5.6.15 Ребра элементов сборной обделки, стягиваемые болтами, необходимо рассчитывать на прочность и трещиностойкость при предельных усилиях в болтах, определяемых по нормативному сопротивлению болтовой стали с коэффициентом 1,25.

5.6.16 Конструкции плит проезжей части, не лежащих на грунтовом основании и расположенных внутри тоннельной обделки (для тоннелей кругового поперечного сечения и многоярусных тоннелей), а также других конструкций, непосредственно воспринимающих нагрузку от транспортных средств, следует проектировать в соответствии с [СП 35.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34262).

5.7 Сооружение тоннелей

5.7.1 Организация строительства тоннелей

Сооружение транспортных объектов выполняют по проекту организации строительства (ПОС), определяющему сроки строительства, объемы строительно-монтажных работ, материально-технические и трудовые ресурсы и источники их покрытия, основные методы выполнения строительно-монтажных работ [[17]](#P2575), структуру управления строительством объекта.

Проект организации строительства следует разрабатывать в соответствии с требованиями [СП 48.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28792) с учетом инженерно-геологических и градостроительных условий сооружения тоннелей [[5]](#P2563), [[9]](#P2567).

5.7.2 Сооружение тоннелей открытым и полузакрытым способами

5.7.2.1 Возведение конструкций тоннелей при открытом способе работ выполняют в предварительно разработанных котлованах с устройством ограждающих конструкций или с естественными откосами в соответствии с ПОС.

Ограждающие конструкции котлованов выполняют из железобетонных буронабивных, буроинъекционных или грунтоцементных свай прерывистого, касательного или секущего расположения; металлических профильных балок или труб, погружаемых непосредственно в грунт (забивкой, вдавливанием, вибропогружением, завинчиванием) или в предварительно пробуренные скважины; шпунтов; сплошных железобетонных траншейных стен в грунте.

Для предотвращения вывалов грунта при прерывистом расположении несущих элементов ограждения между ними необходимо устройство промежуточной затяжки из плит, набрызг-бетона, досок, грунтоцемента.

При технико-экономическом обосновании (ТЭО) допускают устройство ограждающих конструкций из грунта, стабилизированного способом физико-химического укрепления, струйной цементацией или нагельной крепью из стальных или полимерных армирующих стержней, закрепляемых на покрытии откоса из набрызг-бетона или ограждающих плит, а также искусственным замораживанием.

Крутизну откосов котлованов глубиной более 5 м определяют проектом в соответствии с требованиями [СП 45.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28645).

5.7.2.2 Выбор ограждающей конструкции следует выполнять с учетом:

- глубины котлована;

- инженерно-геологических условий;

- наличия подземных вод;

- условий строительной площадки и возможного влияния на окружающую застройку и инженерные коммуникации;

- наличия необходимой строительной техники и оборудования.

5.7.2.3 Погружение стальных свай или шпунта забивкой или вибраторами следует проводить на свободной от застройки территории. В стесненных городских условиях погружение свай и шпунта по лидерным скважинам выполняют способом вдавливания, при допустимости динамических и вибрационных воздействий на грунты оснований и строительные конструкции в соответствии с [СП 24.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=31260).

Стальные трубчатые сваи в составе ограждения заполняют низкомарочным бетоном, цементным раствором, песчаным, гравийным или местным грунтом.

5.7.2.4 Для обеспечения устойчивости и снижения деформаций ограждающих конструкций котлованов глубиной более 5 м, при наличии близко расположенной застройки и (или) поверхностных нагрузок на основании расчетов устраивают дополнительное крепление в виде поярусных, распределительных и верхнего обвязочного поясов; горизонтальных трубчатых или профильных распорок (расстрелов) многоярусного распорного крепления; угловых раскосов; наклонных подкосов, упирающихся в фундаментную конструкцию; предварительно напрягаемых грунтовых анкеров или ненапрягаемых анкерных свай; грунтоцементного массива по дну котлована в зоне заделки.

Тип и конструктивно-технологические параметры системы крепления, заглубление ограждения, число и расположение ярусов крепления, шаг крепления в ярусе, диаметр расстрелов или подкосов, способ закрепления в грунте, тип тяги, длину и величину предварительного натяжения анкеров определяют исходя из условий обеспечения прочности и устойчивости ограждающей конструкции, а также ограничения деформаций сооружений окружающей застройки по [СП 22.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33228), [СП 248.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33283), [СП 381.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=22923).

5.7.2.5 При открытом способе работ в местах расположения городских магистралей, для движения транспорта и пешеходов через котлован или вдоль него, используют временные мосты-перекрытия и сборно-разборные эстакады, конструкции которых должны быть инвентарными, многократно оборачиваемыми, из стальных элементов плитно-балочного типа, опирающихся на ограждение стен котлована или столбчатые опоры. Наряду со стационарными используют передвижные мосты-перекрытия.

В условиях плотной городской застройки и интенсивного уличного движения следует рассматривать вариант сооружения тоннеля полузакрытым (полуоткрытым) способом с параллельным возведением конструкций, разработкой и креплением котлована "сверху-вниз", с устройством стен тоннеля методом "стена в грунте" или из буровых свай и опиранием на них плоского или сводчатого перекрытия, под защитой которого ведут последующие работы.

Для тоннелей, требующих устройства и крепления котлована больших размеров, перекрытия, выполняющие роль малодеформируемой распорной системы, по мере разработки грунта опирают, через пространственные большепролетные конструкции (фермы) из инвентарных стальных элементов, на промежуточные колонны из буронабивных или трубчатых свай, устроенных с поверхности одновременно с ограждающими стенами, или на стены в грунте, грунтовые целики и промежуточные опоры в соответствии с [СП 381.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=22923).

5.7.2.6 При строительстве необходимо уточнять объемы и состав разрабатываемых грунтов, пригодных для вторичного использования, в том числе для обратной засыпки котлованов, и обеспечивать их раздельное временное складирование на предусмотренных проектом местах.

Пригодность для использования снимаемого при земляных работах плодородного слоя почвы определяют согласно [СП 45.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28645).

5.7.3 Сооружение тоннелей закрытым способом

5.7.3.1 Способы сооружения тоннелей глубокого заложения назначают в зависимости от их длины, инженерно-геологических условий строительства и других факторов, определяющих технологию проходческих работ горным способом по [СП 69.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34211) - с применением буровзрывных работ или отбойных молотков; - с применением щитовых или комбайновых комплексов, оснащенных различными рабочими органами, разрушающими породу, микротоннелирования и использованием комбинированных технологий.

5.7.3.2 Для проходки в скальных грунтах используют горный способ с раскрытием выработки на полный профиль и разработкой породы буровзрывным способом.

Буровзрывные работы в городских условиях применяют только при обосновании, с ограничениями (малая величина заходки, мелкошпуровые заряды) и организацией систематического мониторинга сейсмического воздействия взрывных работ на грунтовый массив, здания и инженерные коммуникации, а в случае необходимости - их инженерную защиту.

5.7.3.3 При проходке горных выработок порядок разработки определяют в зависимости от горно-геологических условий, горнопроходческого оборудования и типа обделки. Способы проходки подземных выработок, величину отставания постоянной и временной крепи от забоя и технологию сооружения определяют в ПОС. В слабых и неустойчивых грунтах отставание временной крепи от забоя не допускается.

5.7.3.4 В слабоустойчивых грунтах предусматривают защиту от обрушения лба забоя набрызг-бетоном с креплением анкерами из композитных полимерных материалов (например, фибергласовых), устройство опережающих экранов из труб (самозабуриваемых анкеров, струйной цементации), опережающее укрепление грунтов для обеспечения устойчивости выработки при ее раскрытии.

На портальных участках используют опережающие экраны из труб, укрепление грунтов и под защитой плит перекрытий, опирающихся на ряд буровых свай.

5.7.3.5 Размер выработок при проходке в неустойчивых грунтах назначают с учетом строительного запаса не менее 100 мм для исключения деформаций временной крепи в конструкции постоянной обделки.

5.7.3.6 Для сооружения протяженных [<1>](#P1057) тоннелей применяют щитовой способ работ с использованием, в зависимости от конкретных инженерно-геологических условий, различных типов проходческих щитов (тоннелепроходческих комплексов - ТПК, тоннелепроходческих механизированных комплексов - ТПМК), выбор которых зависит от способа разработки грунта:

- в устойчивых грунтах - с рабочим органом роторного действия;

- слабоустойчивых грунтах - с рабочим органом роторного или экскаваторного действия;

- неустойчивых водонасыщенных грунтах - с бентонитовым, пневмо- или грунтопригрузом забоя;

- смешанных грунтах - в зависимости от свойств пересекаемых грунтов используют разные виды пригруза.

--------------------------------

<1> Здесь и далее - тоннели протяженностью более или равной 500 м.

5.7.3.7 Применяют следующие типы тоннелепроходческих комплексов:

- частично механизированные (ТПК) - забой открытого типа, разработку грунта и крепление забоя выполняют вручную или механизированно, остальные процессы механизированы, оборудование для погрузки и транспортирования породы конструктивно не связано со щитом;

- механизированные (ТПМК) - забой открытого или закрытого типа, все основные проходческие процессы (разработка, погрузка и транспортирование грунта, возведение обделки) механизированы, применяемое оборудование конструктивно связано между собой в единое целое;

- ТПМК грипперного типа, фиксируемые в тоннеле в распор к боковым стенкам с помощью боковых выдвижных плит - для прерывистой проходки с заходками 1 - 2 м в скальных и устойчивых нескальных грунтах.

5.7.3.8 Для проходки в сложных инженерно-геологических условиях щитовой тоннелепроходческий комплекс оснащают установками опережающего разведочного бурения и георадарами (радиолокаторами) для обнаружения неоднородностей, нарушенных зон и оценки свойств грунтового массива.

5.7.3.9 Давление пригруза забоя, необходимое для минимизации осадки дневной поверхности для различных условий проходки, следует определять расчетом с корректировкой его в процессе проходки. Устойчивость забоя обеспечивают поддержанием расчетного давления в гидро- и пневмопригрузе, при грунтопригрузе - давлением в грунтовом шламе и регулированием выгрузки шлама из забоя.

5.7.3.10 Проходку тоннелей ведут с заходкой на ширину одного кольца. Нагнетание тампонажного раствора за обделку выполняют за каждое собранное кольцо через трубки (порты) в хвостовой оболочке щита при его продвижении. Состав тампонажного раствора определяют инженерно-геологическими условиями трассы тоннеля, характеристиками проходческого щита, технологической схемой приготовления, нагнетания и доставки раствора к забою, характеристиками используемых для приготовления материалов.

Давление нагнетания раствора должно быть выше расчетного давления пригруза забоя, принятого проектом или установленного технологическим регламентом на проходку. Предельное давление нагнетания не должно превышать несущую способность обделки с учетом коэффициента запаса.

Давление нагнетания раствора за обделку из чугунных тюбингов принимают не более 1,0 МПа, за железобетонную обделку - не более 0,6 МПа.

5.7.3.11 Для сооружения тоннелей в условиях плотной городской застройки используют ТПМК и технологию продавливания обделки по [5.7.4.1](#P1077) домкратной станцией мощностью, превышающей не менее чем в 1,5 раза расчетное усилие продавливания из стартового котлована. Упорные и ограждающие конструкции стартового котлована должны обеспечивать восприятие усилий продавливания от домкратной станции. Для снижения трения между обделкой и грунтом выполняют нагнетание бентонитового раствора через отверстия за наружную поверхность хвостовой оболочки ТПМК и обделки.

5.7.3.12 При сооружении тоннелей ТПМК грипперного типа в скальных и устойчивых нескальных грунтах допускают временное и (или) постоянное крепление выработки набрызг-бетоном (с контролем напряженно-деформированного состояния конструкции), в том числе в сочетании с арочной и (или) анкерной крепью.

При временном креплении набрызг-бетоном необходимо устройство постоянной бетонной или железобетонной обделки.

5.7.3.13 Для ввода в грунтовый массив и вывода щита следует устраивать стартовый (монтажный) и приемный (демонтажный) котлованы (камеры), предпортальную площадку, размеры которых назначают в зависимости от габаритов используемого (извлекаемого или погружаемого) оборудования.

При выводе щита в демонтажный котлован ниже уровня грунтовых вод предусматривают мероприятия, препятствующие поступлению водогрунтовой массы через строительный кольцевой зазор, в том числе укрепление массива грунта перед демонтажным котлованом, нагнетание твердеющего тампонажного раствора за обделку, обустройство упоров для лобовой части щита в приемном ложе, монтаж металлических связей между кольцами обделки.

5.7.3.14 Перед началом строительства тоннеля методом щитовой проходки выполняют оценку влияния строительства на окружающую застройку по [5.15](#P1854).

При проходке тоннеля соблюдают требования технологического регламента в части выполнения своевременного и качественного нагнетания тампонажного раствора за обделку для предотвращения сверхнормативных осадок грунта.

5.7.3.15 При выполнении горных работ необходимо обеспечивать соблюдение [правил](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=372372&dst=100010) безопасности [[24]](#P2582).

5.7.4 Сооружение тоннелей мелкого заложения под естественными и искусственными препятствиями

5.7.4.1 При строительстве транспортных тоннелей мелкого заложения под искусственными или естественными препятствиями используют технологию продавливания крупногабаритных тоннельных секций, возводимых непосредственно перед пересекаемым препятствием или смонтированных из отдельных блоков заводского изготовления.

Продавливание следует начинать в откос насыпи или откос строительного котлована.

В зависимости от конкретных условий строительства применяют различные технологические схемы производства работ:

- микротоннелирование, продавливание под защитой экранов из труб;

- одностороннее или встречное продавливание или "протаскивание" секций через тело насыпи;

- "телескопическое" продавливание с перемещением секций меньших размеров поперечного сечения через секции больших размеров;

- поочередное продавливание отдельных элементов тоннельной конструкции.

Во всех случаях должна быть обеспечена надежная герметичность стыков секций.

5.7.4.2 Участки транспортных тоннелей мелкого заложения под дорогами, улицами, подземными сооружениями и коммуникациями сооружают под защитой опережающей крепи из стальных, железобетонных или хризотилцементных труб по [ГОСТ 31416](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=13364), устроенной из вспомогательных выработок (траншей, галерей, штолен), расположенных вдоль или поперек оси будущего тоннеля.

Трубы защитного экрана диаметром от 85 до 1500 мм и более продавливают в грунт, проталкивают в пробуренные скважины или прокладывают микротоннелированием в соответствии с [СП 249.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=26683).

В зависимости от назначения и условий строительства трубы защитного экрана заполняют цементно-песчаным раствором, бетонной смесью или бетонной смесью с установкой арматурного каркаса.

Проходку тоннеля под экраном из труб ведут по технологии горного способа, подкрепляя экран рамной или арочной крепью, с использованием, при необходимости, специальных способов строительства для укрепления и стабилизации грунта и последующим возведением капитальной обделки, конструктивно не связанной с временной крепью.

5.7.4.3 Отдельные участки тоннелей, а также притоннельные подземные сооружения (шахтные стволы, вентиляционные и дренажные камеры и другие), с ограниченными размерами в плане, под свободной городской территорией, сооружают опускным способом по [СП 45.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28645).

5.7.5 Сооружение подводных тоннелей

5.7.5.1 Подводные тоннели следует относить к повышенному уровню ответственности сооружений. В зависимости от расположения относительно дна водотока подводные тоннели проектируют как полностью заглубленные в грунтовый массив, тоннели на дамбе или отдельных опорах и "плавающие" тоннели, закрепленные тросовыми оттяжками в русловое ложе. Тоннели сооружают участками - подрусловым, береговыми и открытыми-рамповыми.

При выполнении морских операций должны быть учтены нагрузки согласно [СП 38.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28336).

5.7.5.2 Сооружение подрусловой части подводных тоннелей выполняют горным, щитовым, открытым способами или способом опускных секций.

5.7.5.3 Сооружение тоннелей под протяженными водными преградами при глубине воды в водотоке (водоеме) до 30 м и наличии в основании грунтов, сохраняющих устойчивость откосов и дна подводного котлована, выполняют способом опускных секций. Способ опускных секций используют для сооружения подводных тоннелей, заглубленных в дно водотока, тоннелей на искусственных дамбах, на опорах типа мостовых (тоннели-мосты) и "плавающих" тоннелей, заякоренных в дно водотока или удерживаемых на понтонах.

Способ опускных секций используют при строительстве протяженных многополосных тоннелей, с внедрением секций в береговые участки, а также при наличии в районе строительства тоннеля доков или стапелей для изготовления тоннельных секций.

5.7.5.4 При сооружении подводных тоннелей способом опускных секций предусматривают следующие технологические операции:

- устройство дамб и сухого дока;

- изготовление секций подводного тоннеля на стапеле или в сухом доке;

- разработку подводной траншеи земснарядами или специально подобранным оборудованием;

- устройство основания;

- буксирование секций подводного тоннеля к месту строительства;

- опускание секций тоннеля в подводную траншею;

- стыкование секций с разборкой временных торцевых перегородок;

- герметизацию секций;

- обратную засыпку траншеи;

- устройство сопряжения подводного участка из опускных секций с береговыми участками тоннеля.

5.7.5.5 Строительные работы выполняют по технологическим регламентам, разработанным для каждого объекта подводного тоннеля в соответствии с требованиями нормативных документов, регламентирующих работы на речном или морском дне, в том числе:

- устройство дамб и сухого дока по [СП 23.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=24362), [СП 39.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=23890);

- разработку подводной траншеи с использованием земснарядов, экскаваторами с понтонов, гидромониторами, грунтососами, грейферными установками по [СП 45.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28645).

5.7.5.6 Строительство рамповых участков подводных тоннелей выполняют по [СП 70.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33292) и настоящему своду правил.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | КонсультантПлюс: примечание.Нумерация пунктов дана в соответствии с официальным текстом документа. |  |

5.6.5.7 При сооружении подводных тоннелей выполняют геотехнический мониторинг по [5.15.2](#P1901) и научно-техническое сопровождение строительства в соответствии с [СП 48.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28792).

5.7.6 Сооружение стволов шахт

5.7.6.1 Сооружение вертикальных шахтных стволов выполняют:

- горным способом с применением буровзрывных работ или отбойных молотков и монтажом колец снизу, при использовании специальных способов работ (инъекционного укрепления грунтов, искусственного замораживания и понижения уровня грунтовых вод);

- механизированными стволопроходческими комплексами;

- методом опускной крепи;

- открытым способом с устройством ограждения из металлического шпунта, буросекущихся и (или) грунтоцементных свай, способом "стена в грунте";

- различными сочетаниями указанных способов проходки.

5.7.6.2 Способ сооружения шахтного ствола определяют на основании технико-экономического сравнения вариантов в зависимости от инженерно-геологических и градостроительных условий участка строительства (с учетом глубины, формы сечения, диаметра и назначения ствола, наличия вскрытого горизонта грунтовых вод, устойчивости пород и других факторов).

5.7.6.3 Устьевой участок ствола с воротником сооружают в открытом котловане. Бетон в конструкцию воротника укладывают после установки футляров для инженерных коммуникаций, а при способе опускной крепи - после установки тампонажных трубок для заполнения пустот в основании сооружения, анкерных стоек и болтов крепления направляющих брусьев.

5.7.6.4 Укладку бетона в сооружение выполняют послойно и равномерно по всему объему с систематическим контролем положения закладных деталей и опалубки.

Распалубку конструкции разрешают при достижении бетоном не менее 50% проектной прочности. Засыпку пазух котлована следует выполнять только после снятия наружной опалубки.

Обделка ствола должна возвышаться над уровнем строительной площадки не менее чем на 0,5 м.

5.7.6.5 Глубина заходки при проходке стволов в нескальных грунтах с подводкой колец обделки снизу должна превышать ширину кольца на 10 - 15 см. Грунты слабой устойчивости следует разрабатывать в две заходки по 50 - 60 см, начиная от центра забоя и заканчивая у внутренней поверхности тюбингового крепления, с окончательной доборкой грунта по мере установки тюбингов. Временное крепление выполняют в виде затяжки из досок.

В зоне неустойчивых грунтов способы их укрепления предусматривают в ПОС.

При наличии притока грунтовых вод проходку ствола ведут с опережающим водосборником.

5.7.6.6 При проходке стволов с предварительным замораживанием грунтов на каждой заходке сначала разрабатывают грунт в пределах незамороженного ядра, а затем разрабатывают замороженный грунт.

При разработке грунта внутри ледогрунтового ограждения воду, оставшуюся в незамороженном состоянии, необходимо удалить. При поступлении в забой значительного количества воды при изъянах в ледогрунтовом ограждении работы необходимо приостановить, ствол залить водой до уровня грунтовых вод и выполнить дополнительное замораживание грунтов.

5.7.6.7 При проходке стволов с монолитной бетонной обделкой в слабоустойчивых грунтах временную крепь выполняют из металлических колец, устанавливаемых не более чем через 1 м, с затяжкой боковой поверхности досками или набрызг-бетоном по металлической сетке.

Подвеску колец выполняют на стальных крючьях из расчета не менее двух крючьев на каждый сегмент. Между кольцами устанавливают распорные стойки в количестве, равном числу крючьев.

Все пустоты за деревянной затяжкой тщательно забучивают.

5.7.6.8 При сооружении стволов в обводненных или искусственно замороженных грунтах гидроизоляционные работы следует выполнять в процессе проходческих работ. Полные болтовые комплекты с гидроизоляционными шайбами устанавливают при монтаже обделки, а первичное нагнетание проводят в непосредственной близости от забоя с подвесного полка. Контрольное нагнетание, подтяжку болтов, замену, при необходимости, болтовых комплектов, а также чеканку швов тюбинговой обделки выполняют с временных рабочих полков.

При проходке стволов с применением буровзрывных работ (БВР) чеканочные работы выполняют на расстоянии 20 - 30 м от забоя.

Рабочие стволы при отсутствии притока воды допускается сооружать без гидроизоляции.

5.7.6.9 Бетонирование монолитной обделки ствола необходимо выполнять в передвижной опалубке участками по 4 - 6 м.

Передвижку опалубки на очередную заходку выполняют после достижения бетоном прочности на сжатие не менее 0,8 МПа.

5.7.6.10 Положение опалубки контролируют при каждой передвижке. Положение стенок ствола относительно вертикальной оси следует проверять через два-три цикла передвижения опалубки.

Отклонение стенок монолитной бетонной обделки ствола по радиусу от центра ствола допускается в пределах 50 мм, а величина уступов на контактах смежных заходок - не более 30 мм.

5.7.6.11 Установку расстрелов армирования ствола, вентиляционного трубопровода и устройство лестниц выполняют в процессе проходческих работ. Вентиляционные трубопроводы до подвесного полка должны быть жесткими, от подвесного полка до забоя - гибкими.

5.7.6.12 Работы по сооружению стволов способом опускной крепи с применением специальных способов работ следует выполнять по [СП 45.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28645) и [5.7.7](#P1166).

5.7.6.13 При проходке стволов методом погружения в тиксотропной оболочке мощность домкратной станции должна обеспечивать усилие задавливания ствола, превышающее необходимое расчетное значение не менее чем в 1,5 раза.

Способ закрепления осей опускной крепи на местности должен обеспечивать возможность проверки их положения в любой момент погружения крепи. Реперы для контроля вертикальных отметок устанавливают за пределами возможных осадок и перемещений грунта.

Качество сборки ножевой части и монтажа колец в пределах опорного воротника должно быть оформлено актом на скрытые работы с участием технического надзора и маркшейдерской службы.

5.7.6.14 Разработку грунта при проходке ствола способом опускной крепи выполняют стреловым краном, оборудованным грейфером. Совмещение разработки грунта механизированным ручным инструментом с одновременной выдачей его из ствола грейфером не допускается.

5.7.6.15 Погружение крепи выполняют одновременно с разработкой забоя по мере выемки грунта. Во избежание обрушения грунта за крепью и снижения сопротивления продавливанию, обеспечивают подачу тиксотропного глинистого (бентонитового) раствора через отверстия в ножевом кольце в пространство, образуемое уступом ножевой части, уровень раствора должен быть выше подошвы опорного воротника на 2 м.

Для исключения прорыва глинистого раствора в ствол в зоне неустойчивых грунтов ножевая часть крепи должна быть вдавлена в грунт не менее чем на 0,5 м, а грунт следует разрабатывать слоями по 0,3 - 0,5 м, не допуская опережения средней частью забоя нижней кромки ножа. В глинистых грунтах не допускается опережение средней частью забоя нижней кромки ножа более чем на 0,5 м.

Состав и характеристики глинистого раствора устанавливают технологическим регламентом, разработанным с учетом инженерно-геологических условий трассы, технологических параметров проходки шахтного ствола, и корректируют, при необходимости, при производстве работ.

5.7.6.16 При пересечении зоны неустойчивых грунтов погружение крепи выполняют под слоем воды в стволе, превышающем уровень водоносного горизонта не менее чем на 1 м, и выполняющем функции гидропригруза. Выемку грунта проводят из средней части забоя с оставлением по контуру выработки бермы, срезаемой ножевой частью при погружении крепи. Откачку воды выполняют только после заглубления ножевой части в водоупор на глубину не менее 1,5 м ниже толщи водоносных грунтов.

На период проходки ствола следует предусматривать средства быстрой подачи воды в ствол для обеспечения, при необходимости, его аварийного затопления. Для корректировки величины давления гидропригруза около ствола организуют сеть гидронаблюдательных скважин для каждого водоносного горизонта.

Разработку и выдачу грунта при заполнении ствола водой выполняют механизированной стволопроходческой установкой (комбайном), оборудованной системой гидротранспорта грунта.

5.7.6.17 Проверку вертикальности и положения в плане опускной крепи проводят после каждой посадки крепи и не реже чем через 1 м, по мере ее погружения. Замеченные смещения и перекосы необходимо устранять незамедлительно.

5.7.6.18 Тампонаж пространства за крепью, заполненного тиксотропным раствором, выполняют после проходки ствола путем замены глинистого раствора цементно-песчаным. В отдельных случаях, при обосновании, глинистый раствор оставляют за крепью.

5.7.6.19 При монтаже колец обделки, погружаемой в тиксотропной оболочке, болтовые скрепления и пробки в отверстия для нагнетания устанавливают с гидроизоляционными шайбами, а швы между тюбингами проконопачивают просмоленным канатом. Чеканочные работы выполняют после окончания проходки ствола.

5.7.6.20 Армирование ствола выполняют после гидроизоляционных работ.

Армирование выполняют в направлении сверху вниз, для чего устанавливают контрольный ярус, в направлении снизу вверх дополнительно устанавливают контрольный ярус на горизонте околоствольного двора.

Контролируют геометрические параметры армирования по результатам маркшейдерской съемки с соблюдением следующих допусков:

- отклонение расстояний между ярусами расстрелов - +/- 15 мм;

- разность в отметках концов расстрела в местах крепления его к тюбингам - не больше 1:200 его длины;

- отклонение расстрелов на двух смежных ярусах от их вертикальной плоскости - +/- 5 мм;

- отклонение каждой нитки двухсторонних проводников от вертикали - +/- 5 мм;

- смещение стыков проводников от середины ребра расстрелов - 50 мм;

- отклонение системы армирования от проектного вертикального положения - не более 1:2000 глубины ствола.

На стыках проводники следует точно совмещать торцами без выступов.

5.7.7 Специальные способы работ

5.7.7.1 Специальные способы работ при сооружении транспортных тоннелей следует применять для преодоления участков неустойчивых водонасыщенных и нарушенных скальных грунтов, стабилизации и закрепления слабых неустойчивых и водонасыщенных дисперсных грунтов, устройства ограждений котлованов, защиты котлованов и подземных сооружений от грунтовых вод, поверхностного отвода воды с территории строительства, укрепления оснований и фундаментов зданий, защитных экранов для предотвращения осадок объектов, находящихся в зоне влияния строительства подземных сооружений, и ликвидации аварийных ситуаций, возникающих в процессе строительства.

Специальные способы работ, связанные с изменением свойств грунтового массива, включают водопонижение (искусственное понижение уровня подземных вод), инъекционное укрепление и замораживание грунтов.

5.7.7.2 Водопонижение следует применять для снижения уровня или уменьшения притока грунтовых вод, а также для снятия напора воды в нижележащем водоносном горизонте.

Применение водопонижения следует обосновать расчетом с учетом гидрогеологических условий участка строительства, технологии сооружения и характеристик выработки (котлована), необходимой величины понижения уровня или уменьшения притока грунтовых вод, градостроительной ситуации, наличия в зоне влияния водопонижения подземных коммуникаций, продолжительности водопонижения.

5.7.7.3 В качестве средств водопонижения используют водопонизительные скважины, легкие иглофильтровые установки, эжекторные установки, системы лучевого дренажа, скважины-дрены, дренажные выработки и скважины, открытый водоотлив из выработок, комбинированные средства.

Требования к проектированию и производству работ по водопонижению, порядок и методы ведения работ и контроля их выполнения приведены в [СП 45.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28645).

5.7.7.4 Дренажные выработки и скважины используют в скальных и полускальных водоносных грунтах. Скважины устраивают в основном из горных выработок для осушения водоносных пластов с небольшими водопритоками.

При вскрытии горными выработками двух водоносных горизонтов и более следует применять комбинированные системы водопонижения, при этом основное водопонижение выполняют скважинами с погружными насосами, остаточные водопритоки - дополнительным использованием легких иглофильтровых установок или открытым водоотливом.

Системы лучевого дренажа с горизонтальными или наклонными скважинами используют для водопонижения в забое или осушения замкнутого грунтового массива.

5.7.7.5 При открытом способе работ для предотвращения затопления или обводнения котлованов, в зависимости от коэффициента фильтрации водоносных слоев грунта, установленного по [СП 120.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34314), используют водопонизительные скважины, оборудованные насосами, в том числе оснащенные устройствами вакуумирования, легкие иглофильтровые и эжекторные установки.

Скважины-дрены применяют для дренажа воды из вышележащего в нижележащий водоносный горизонт, обладающий большей водопроницаемостью.

5.7.7.6 При проведении работ по водопонижению, а также при восстановлении естественных параметров грунтовых вод, ведут постоянное наблюдение за состоянием примыкающих зданий, сооружений и коммуникаций с использованием располагаемых на них и в грунте наблюдательных знаков в виде реперных элементов и датчиков на зданиях для контроля углов наклона и раскрытия трещин, а также сети скважин, оснащенных датчиками порового давления.

5.7.7.7 Способ инъекционного укрепления грунтов следует выбирать на этапе проектирования строительного объекта на основании инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий, экологических требований и технико-экономического сравнения вариантов укрепления грунта в соответствии с [СП 45.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28645). Инъекционные способы используют для повышения прочности и водонепроницаемости неустойчивых водонасыщенных дисперсных и скальных грунтов по [ГОСТ 25100](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=26118) со значительными водопритоками для повышения несущей способности и устойчивости грунтовых массивов по [СП 116.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30222).

Способы укрепления грунтов по типу используемых инъекционных материалов подразделяют на цементацию, силикатизацию и смолизацию, по методу введения раствора в грунт - обычную инъекцию и струйную цементацию.

5.7.7.8 В зависимости от инженерно-геологических условий, цели и принятого метода инъекции для обработки грунтов следует применять инъекционные растворы на основе минеральных вяжущих или полимерных материалов, обладающих широким диапазоном реологических и физико-механических характеристик и обеспечивающих повышение прочности, водонепроницаемости грунтов или водоподавление.

Проектирование и производство работ при использовании различных способов укрепления грунта, порядок и методы ведения и контроля инъекционных работ при строительстве, реконструкции и ремонте подземных транспортных сооружений выполняют в соответствии с требованиями [СП 45.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28645).

5.7.7.9 Цементацию грунтов с применением инъекционных растворов на основе минеральных вяжущих по [ГОСТ 31108](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=31628) используют для заполнения пустот, крупных пор и трещин, повышения прочности и снижения водопроницаемости крупнопористых несвязных грунтов с коэффициентом фильтрации *K*ф >= 50 м/сут, а также трещиноватых скальных грунтов с раскрытием трещин от 0,1 мм и более и удельным водопоглощением грунта от 0,01 л/(мин·м·мм вод. ст.).

Способ силикатизации, представляющий собой инъекцию грунта растворами на основе силиката натрия по [ГОСТ 13078](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28257) и отвердителей в виде слабых растворов кислот или щелочей, используют для повышения прочности и водонепроницаемости пористых грунтов с коэффициентом фильтрации от 0,5 до 80 м/сут и скальных грунтов с раскрытием трещин более 0,05 мм, а также для вторичной (после инъекции растворов на основе обычного цемента) обработки грунтов.

Способ смолизации грунта, основанный на инъекции полимерных смол [(ГОСТ 14231)](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=14529) и отвердителей в виде слабых растворов кислот, следует использовать для инъекции несвязных грунтов с коэффициентом фильтрации *K*ф >= 0,3 м/сут.

5.7.7.10 Способ струйной цементации грунтов следует применять для укрепления и стабилизации грунтов, устройства ограждений и противофильтрационных завес при строительстве и реконструкции любых объектов в несвязных, неустойчивых и водонасыщенных грунтах (слабоустойчивых песчаных, песчано-гравелистых, суглинистых и глинистых грунтах, содержащих каменистые включения) в соответствии с [СП 45.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28645).

Для струйной цементации грунтов используют растворы минеральных вяжущих (цемент, бентонитовая глина) жидких консистенций (водоцементное отношение от 0,6 до 1,2) с химическими добавками разного назначения.

5.7.7.11 При выборе способа укрепления грунтов для конкретных инженерно-строительных и гидрогеологических условий объекта необходимо учитывать цели инъекции (укрепление грунтов, стабилизация или уплотнение грунтовых массивов, защита от притока грунтовых вод), требуемые проектом параметры укрепления, границы применения того или иного способа в зависимости от характеристик укрепляемых грунтов, способа ведения работ (с дневной поверхности, из выработки, подземного сооружения), экологических требований, технико-экономических показателей вариантов укрепления грунта.

5.7.7.12 При сооружении тоннелей в водонасыщенных песчаных и супесчаных и в трещиноватых скальных грунтах используют замораживание грунтов для устройства временных ледогрунтовых ограждений при строительстве заглубленных сооружений и фундаментов, проходке стволов, горизонтальных и наклонных выработок, камер.

Для замораживания грунтов используют холодоноситель, циркулирующий в замкнутой системе, состоящей из холодильной станции и замораживающих колонок, либо непосредственное испарение хладагента - жидкого азота или твердой углекислоты в замораживающих колонках.

5.7.7.13 Требования к проектированию и производству работ по замораживанию грунтов при сооружении транспортных тоннелей приведены в [СП 120.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34314), [СП 45.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28645).

Замораживание грунтов должно обеспечивать водонепроницаемость и прочность ледогрунтового ограждения, способного воспринимать горное и гидростатическое давление грунтовых вод, сохранность прилегающих к выработкам наземных и подземных сооружений.

5.7.7.14 Сооружение горным способом участков стволов шахт и эскалаторных тоннелей в неустойчивых обводненных грунтах, за исключением проходки ТПМК, следует выполнять под защитой кольцевого ледогрунтового ограждения при заглублении замораживающих колонок в водоупор.

5.7.7.15 При строительстве тоннелей мелкого заложения в открытых котлованах искусственное замораживание может быть использовано для создания водонепроницаемого ограждения стен в сочетании со свайной крепью и (или) струйной цементацией или выполнять функции самостоятельной крепи.

Для котлованов, где замороженный грунт используют как временные ограждающие конструкции, грунты в замороженном состоянии следует поддерживать в пассивном режиме в течение всего периода строительных работ.

5.7.7.16 При использовании специальных способов водозащиты и укрепления грунтовых массивов необходимо систематически наблюдать за соответствием фактических геотехнических условий проектным данным в соответствии с [СП 22.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33228).

При необходимости следует применять технические меры инженерной защиты территории строительства в соответствии с [СП 45.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28645), [СП 116.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30222).

5.7.8 Транспортирование грунта и материалов

5.7.8.1 Транспортирование грунта и материалов, погрузку и разгрузку клетей, откатку вагонеток на поверхность при проходке тоннелей следует выполнять механизированным способом, без перегрузок, с использованием постоянного шахтного или конвейерного подъемника.

При проходке тоннелей в разных горизонтах вертикальное транспортирование грунта и материалов выполняют с использованием вспомогательных грузовых подъемников, для которых допускают применение электрических редукторных лебедок.

5.7.8.2 При проходке ствола выдачу грунта на дневную поверхность выполняют с использованием вертикального конвейера или бадьи.

Выдачу грунта по наклонным тоннелям выполняют скипами, а при наличии передовой штольни, по оборудованному для транспортирования грунта лотку.

5.7.8.3 При строительстве тоннелей горным способом используют самоходный безрельсовый транспорт, а при строительстве щитовым способом - рельсовый и современные системы конвейерного и трубопроводного транспорта грунта.

При использовании рельсового транспорта в горизонтальных тоннелях грунт вывозят в вагонетках, сухую цементную смесь для нагнетания за обделку доставляют в тоннель контейнерами, элементы сборной обделки, длинномерные материалы - на платформах.

Доставку бетонной смеси в тоннель (к бетоноукладчикам, пневмонагнетателям, месту укладки) выполняют вагонетками при использовании рельсового транспорта и автобетоносмесителями и автобетоновозами при безрельсовом транспорте. Допускают доставку бетонной смеси автосамосвалами, оснащенными системой очистки отработавших газов.

5.7.8.4 В качестве основного тягового средства для перемещения составов используют контактные и аккумуляторные электровозы постоянного тока. Для перемещения составов на расстояние до 100 м допускается применять лебедки, толкатели.

5.7.8.5 Величина радиуса закругления кривых рельсового пути должна быть не менее 7-кратной длины наибольшей жесткой базы подвижного состава при скорости движения 5 км/ч и 10-кратной длины жесткой базы при скорости более 5 км/ч или при углах поворота более 90°.

5.7.8.6 Величина уширения колеи на участках кривых радиусом 8 - 10 м должна быть при жесткой базе: 600 мм - 10 мм; 800 мм - 10 - 15 мм; 1100 мм - 20 - 25 мм.

Величина превышения наружного рельса пути на участках кривых радиусом 8 м должна быть 20 мм при скорости движения 5 км/ч и 35 мм при скорости движения 10 км/ч, а на участках кривых радиусом 10 м должна быть 15 мм при скорости движения 5 км/ч и 25 мм при скорости движения 10 км/ч.

5.7.8.7 Тип рельсов устанавливают в зависимости от применяемого горнопроходческого оборудования в проекте организации строительства.

Рельсовый путь в тоннеле укладывают собранными звеньями на заранее подготовленное основание. Рельсы узкоколейного пути укладывают со стыками на весу.

5.7.8.8 Для движения автотранспорта основание подземных выработок уплотняют щебенистым или другим аналогичным неразмокающим грунтом, полученным при разработке забоя, а при отсутствии такового следует предусматривать устройство бетонного основания (из бетона не ниже B15) с армированием дорожной сеткой.

5.8 Геодезическо-маркшейдерское обеспечение

5.8.1 Работы по геодезическо-маркшейдерскому обеспечению строительства тоннелей выполняют в соответствии с требованиями [СП 47.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27119), [СП 120.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34314), [СП 126.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30027), в состав работ входит:

- определение проектного положения объекта строительства на местности и в существующих горных выработках;

- создание опорной планово-высотной геодезической разбивочной сети для строительства на поверхности и в подземных горных выработках;

- создание планово-высотных сетей сгущения и подходных сетей вдоль трассы;

- ориентирование подземной маркшейдерской сети;

- маркшейдерские разбивочные и привязочные работы в соответствии с проектной документацией;

- геодезическо-маркшейдерский контроль соблюдения геометрических параметров сооружений в процессе строительства;

- исполнительные геодезическо-маркшейдерские съемки планового и высотного положений построенных сооружений и инженерных коммуникаций;

- наблюдения за осадками и деформациями зданий и сооружений на поверхности и подземных сооружений, в том числе при выполнении локального мониторинга опасных природных и техноприродных процессов;

- геодезическо-маркшейдерские работы по определению фактического планово-высотного положения существующих подземных сооружений;

- составление исполнительных чертежей подземных и наземных сооружений и другой технической документации.

5.8.2 Маркшейдерские работы выполняют по проекту производства геодезическо-маркшейдерских работ (ППГР) в соответствии с требованиями [СП 120.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34314).

5.8.3 Наземную геодезическую разбивочную основу для строительства создают методом триангуляции или тоннельной полигонометрии I, II, III, IV классов.

Опорную плановую геодезическую основу создают методами триангуляции, полигонометрии аналитических сетей или глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) в местной системе координат субъектов Российской Федерации (МСК-СРФ) с точностью, обеспечивающей построение от них сетей специального назначения в соответствии с [СП 126.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30027).

Опорная плановая геодезическая основа должна находиться под наблюдением (сохранность и устойчивость) и обновляться инструментально не реже двух раз в год (в весенний и осенне-зимний периоды). Предельная среднеквадратическая погрешность *m* взаимного определения пунктов основы, от которых выполняют сбойку тоннеля, не должна превышать 25 мм или в относительной мере 1:35000 на 1 км хода независимо от того, как сооружается тоннель, - открытым или закрытым способом.

5.8.4 На поверхности вдоль трассы тоннеля в составе геодезической разбивочной основы должна быть проложена основная полигонометрия в виде системы замкнутых полигонов или одиночных ходов, расположенных между пунктами тоннельной триангуляции и тоннельной полигонометрии.

Основную полигонометрию используют в качестве самостоятельной геодезической разбивочной основы для строительства тоннелей, длина которых не превышает 1 км.

Основная полигонометрия должна удовлетворять следующим требованиям:

- длины сторон следует принимать от 100 до 300 м;

- относительная невязка в периметре хода не должна превышать: 1:35000 - для тоннелей длиной более 0,5 км и 1:20000 - для тоннелей длиной менее 0,5 км;

- величина среднеквадратической погрешности измеренного угла не должна превышать +/- 3";

- при измерении линий коэффициент случайного влияния  не должен превышать 0,0003, а коэффициент систематического влияния  - 0,00001.

Измерения углов и линий следует проводить дважды с интервалом по времени не менее 1 сут.

5.8.5 Вместо основной полигонометрии на открытой пересеченной местности следует строить аналитические сети в виде цепей или сетей треугольников, опирающихся на пункты тоннельной триангуляции или пункты, определенные с помощью ГНСС. Допускается вставка одиночных пунктов аналитической сети для передачи координат через порталы, стволы.

Длины сторон аналитической сети принимают от 300 до 600 м, величины угловых невязок в треугольниках не должны быть более +/- 10".

5.8.6 Систему реперов, входящих в состав геодезической разбивочной основы, следует создавать путем нивелирования II класса с расстоянием между реперами не более 2 км.

Нивелирование II класса следует опирать на пункты городской сети и выполнять по пунктам основной полигонометрии и пунктам городской сети системой замкнутых ходов.

Невязки в полигонах и по линиям нивелирования II класса допускаются не более +/- 5 мм , где *L* - периметр полигона или длина линии, км, или +/- 1,2 мм , где *n* - число штативов в ходе.

Последующее сгущение системы реперов следует выполнять путем нивелирования III класса, опирающегося на реперы высших классов, из расчета обеспечения каждого ствола, портала или штольни - не менее чем тремя реперами.

В системе ходов III класса предельные невязки не должны быть более +/- 10 мм .

5.8.7 Для обеспечения исходными данными ориентирования подземных выработок, а также для производства разбивочных работ на строительных площадках на поверхности, в составе геодезической разбивочной основы прокладывают подходную полигонометрию в виде системы ходов или замкнутых полигонов со сторонами длиной не менее 30 м и общей длиной не более 300 м. Подходную полигонометрию опирают на пункты и стороны основной или тоннельной полигонометрии.

Опорное плановое обоснование методом подходной полигонометрии должно удовлетворять требованиям [СП 120.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34314).

5.8.8 Знаки геодезической разбивочной основы закладывают с учетом обеспечения их сохранности, прямой видимости на ближайшие стволы, порталы, штольни, а также возможности осуществления удобных и надежных примыканий полигонометрических ходов.

5.8.9 Заказчик обязан создать не менее чем за 10 дней до начала строительно-монтажных работ, передать подрядчику геодезическую разбивочную основу с закрепленными на площадке строительства пунктами и знаками основы, в том числе:

- каталоги координат и отметок на все знаки и реперы и основные точки выхода сооружения на поверхность (порталов, стволов, штолен), а также длин и дирекционных углов сторон наземной геодезической разбивочной основы;

- схему расположения пунктов этой основы, их привязки (кроки) к местным предметам, адреса и описания расположения этих пунктов;

- технический отчет о работах по созданию наземной геодезической разбивочной основы с указанием сроков и последовательности их выполнения, методики работ и использованного инструмента с оценкой достигнутой точности.

5.8.10 Ориентирование подземных выработок и передачу дирекционного угла и координат с пунктов геодезической разбивочной основы на знаки подземной маркшейдерской основы выполняют следующими способами:

- гироскопического ориентирования;

- через одну вертикальную шахту по отвесам;

- через порталы, горизонтальные и наклонные выработки путем непосредственной передачи дирекционного угла.

В зависимости от местных условий применяют сочетание способов ориентирования.

Расхождение значений дирекционного угла подземной линии, определенных для нескольких ориентирований, не должно быть более 20".

Отметки следует передавать не менее трех раз с разных исходных реперов на поверхности. Расхождения значений координат, полученных не менее чем из двух передач, - не более 15 мм.

Высотные отметки необходимо передавать дважды независимыми наблюдателями разновременно в подземные выработки от двух и более реперов на поверхности и не менее чем на два полигонометрических знака в тоннеле с помощью лазерной рулетки, металлической рулетки, светодальномера. Расхождения высотных отметок, полученных из двух и более передач, не должны превышать 6 мм на каждые 100 м. Передачу высотных отметок через штольни выполняют методом геометрического нивелирования по [СП 120.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34314).

Передачу отметок через эскалаторные тоннели и наклонные штольни выполняют методом тригонометрического нивелирования с соблюдением установленных допусков. Расхождения в отметках подземного репера, полученных из разных передач через штольни и наклонные выработки, допускаются не более , где *n* - число штативов.

5.8.11 Планово-высотную сеть в подземных выработках (подземная маркшейдерская основа) необходимо развивать от исходных пунктов, полученных из ориентирований через вертикальную шахту, или путем непосредственного примыкания к пунктам опорного планового и высотного геодезического обоснования через порталы.

Подземную маркшейдерскую основу методом подземной полигонометрии прокладывают цепочкой треугольников с измерением всех углов и всех сторон, при этом, каждую вторую точку рабочей полигонометрии включают в ход основной полигонометрии.

Знаки рабочей полигонометрии следует закладывать по двум сторонам тоннелей, при этом, знаки основной полигонометрии на криволинейных участках следует располагать по наружной стороне кривой.

Знаки и точки подземной полигонометрии также должны служить реперами сети подземного нивелирования.

В железнодорожных тоннелях кругового или овального сечения знаки подземной полигонометрии следует закладывать на уровне головки рельсов, в тоннелях прямоугольного сечения - на уровне верха путевого бетона или верха балластной призмы.

5.8.12 Знаки и точки подземной маркшейдерской основы в зависимости от характера подземной выработки и типа тоннельной обделки следует закреплять металлическими стержнями со сферической головкой и отверстием диаметром 2 - 3 мм, при этом, для обеспечения долговечности и сохранности знаки устанавливают в бетонной тумбе выше проектной отметки верхнего строения пути (проезжей части).

Главные ходы подземной полигонометрии со сторонами 150 - 300 м прокладывают по пунктам основной подземной сети с соблюдением допусков согласно [СП 120.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34314).

Рабочую сеть необходимо прокладывать цепочкой треугольников дважды независимыми наблюдателями и разновременно. Допускают невязку в треугольнике - не более +/- 10"; расхождение между результатами измерений в углах - 10", в линиях - 3 - 5 мм. Обработку сети следует выполнять как по коротким, так и по длинным сторонам треугольников. В случае, если длины сторон сети менее 25 м, следует разрабатывать методы измерений, обеспечивающие требуемую точность сети.

5.8.13 Для соблюдения проектных уклонов и положения тоннеля в профиле необходимо, по мере удаления от забоя, создавать опорное подземное маркшейдерское высотное обоснование методом геометрического нивелирования. Геометрическое нивелирование выполняют по знакам подземной полигонометрии. Передачу отметок на реперы выполняют геометрическим нивелированием III класса. Заключительное нивелирование после проходки тоннеля следует проводить в прямом и обратном направлениях методом нивелирования II класса с соблюдением допусков по [СП 120.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34314).

Окончательное нивелирование и увязку отметок знаков основной подземной полигонометрии проводят после возведения основных несущих конструкций.

5.8.14 До проведения геодезическо-маркшейдерских разбивочных работ должны быть подготовлены геодезические разбивочные данные.

5.8.15 Разбивочные работы в процессе строительства (проходки, возведения обделок, устройства пути) выполняют с точностью, обеспечивающей вынос в натуру, от знаков геодезической разбивочной основы и подземной маркшейдерской основы, осей и отметок, определяющих положение сооружения, отдельных его частей и конструктивных элементов в плане и по высоте по [СП 120.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34314).

5.8.16 Исполнительные чертежи по геодезическо-маркшейдерским работам, составленные на основе рабочих чертежей, данных исполнительных съемок и контрольных измерений, должны содержать:

а) характеристику (в координатах и абсолютных отметках) фактического пространственного расположения построенных (и ликвидированных) сооружений и их взаимную связь;

б) фактические геометрические размеры сооружений, их основных элементов и отклонения этих размеров от проектных;

в) графическую характеристику материалов обделки сооружений и фактическую геологическую структуру грунтов;

г) исполнительную схему основной подземной полигонометрии и ее примыканий к пунктам наземной геодезической разбивочной основы в районе порталов, постоянных стволов, а также каталоги координат, дирекционных углов и отметок основной подземной полигонометрии.

Графическую информацию по [перечислениям а)](#P1273), [б)](#P1274) наносят на исполнительные планы, профили, продольные разрезы, поперечные сечения и виды, а также группируют в сводные таблицы и каталоги фактических размеров и отметок.

Исполнительные чертежи должны быть выполнены с учетом длительного хранения и пользования ими.

5.9 Устройства и системы, обеспечивающие строительство тоннелей

5.9.1 Водоснабжение и водоотведение

5.9.1.1 При проходке тоннеля на подъем воду из выработки отводят по лотку самотеком, при проходке под уклон - с использованием размещаемых у забоя насосов и промежуточных водоотливных установок.

Уклон открытых водоотводящих устройств должен быть не менее . В зимних условиях и при наличии многолетнемерзлых грунтов временные водоотводные лотки должны быть защищены от промерзания.

5.9.1.2 Главную водоотливную установку при наличии ствола (шахты) следует располагать вблизи ствола.

Суточная производительность находящихся в работе насосов должна на 20% превышать максимальный ожидаемый суточный приток воды.

Число работающих насосов водоотливной установки должно быть равно числу насосов, находящихся в резерве и ремонте.

Емкость водосборника насосной камеры главного водоотлива должна быть рассчитана не менее чем на четырехчасовой водоприток.

Насосная установка главного водоотлива должна быть оборудована контрольно-измерительной аппаратурой.

5.9.1.3 При одном рабочем насосе число напорных трубопроводов должно быть два, а при двух и более работающих насосах - три.

Напорные трубопроводы монтируют так, чтобы каждый насос мог работать на любом из них, при этом на насосы не должны передавать нагрузку собственного веса трубопроводов, находящейся в них воды и динамические нагрузки.

В напорных трубопроводах должны быть установлены задвижки и обратные клапаны.

5.9.1.4 Электрооборудование, размещаемое в камере главного водоотлива, должно быть выше уровня откаточных путей на 0,5 м.

5.9.1.5 Насосные установки промежуточного водоотлива, включающие рабочий и резервный насосы, работающие в автоматическом режиме, следует размещать в тоннеле или камерах, предусмотренных для нужд эксплуатации.

Емкость и конструкцию водоприемника определяют в ПОС.

5.9.1.6 В насосных установках следует предусматривать сигнализаторы аварийного уровня воды в водосборниках, информация о работе насосов и аварийном уровне воды передается в помещение с круглосуточным дежурством персонала.

5.9.1.7 Водоснабжение выработок строящихся тоннелей должно обеспечивать противопожарные и технологические нужды. При проектировании водоснабжения и водоотведения необходимо руководствоваться требованиями [ГОСТ Р 59207](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27043), [СП 31.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28650), [СП 32.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33540).

Для технического водоснабжения строящихся тоннелей допускают использование грунтовых вод, если величина их притока обеспечивает потребность воды для этих целей.

5.9.2 Электроснабжение

5.9.2.1 Электроснабжение строительства тоннелей и монтаж электротехнических устройств следует выполнять в соответствии с [СП 85.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=21143), [[18]](#P2576).

5.9.2.2 Категория надежности внешнего электроснабжения строительства тоннелей должна быть не ниже II согласно [[18]](#P2576).

5.9.2.3 Внешнее электроснабжение строительства выполняют по двум взаимно резервируемым кабельным или воздушным линиям напряжением 6, 10 или 20 кВ от энергетических систем, электрических станций, линий продольного электроснабжения электрифицированных железных дорог. Для обеспечения требуемой категории надежности допускают применение передвижных автономных источников - дизельных электростанций (ДЭС).

5.9.2.4 Электроснабжение строительных площадок следует выполнять от сетей с глухозаземленной нейтралью по системе TN-C, электроснабжение в подземных выработках - от сетей с изолированной нейтралью по системе IT.

5.9.2.5 Электроприемники в части обеспечения надежности электроснабжения следует относить к категориям, приведенным в [таблице 5.9](#P1304).

Таблица 5.9

|  |  |
| --- | --- |
| Объект, технологический процесс | Категория |
| Поверхность, строительная площадка |
| Здания производственно-бытового назначения с численностью одновременно находящегося в них персонала до 50 чел. | III |
| Душевые комбинаты [<1>](#P1352) | III |
| Компрессорные (кроме кессонных работ) | II |
| Насосные | II |
| Котельные, калориферные | II |
| Механизация работ | III |
| Водопонижение | II |
| Водоотлив | II |
| Замораживание грунтов | III |
| Кессонные работы | I |
| Вентиляционная установка сквозного проветривания | II [<2>](#P1353) |
| Подъемная машина | II |
| Скиповой подъем | III |
| Наружное освещение | III |
| Подземные выработки |
| Центральный водоотлив [<3>](#P1354) | I - II |
| Электровозная откатка | II |
| Механизация работ | II |
| Местный водоотлив | II |
| Вентиляция в подземных тупиковых выработках, в том числе передвижные пылеулавливатели | II |
| Освещение рабочее | II |
| Освещение аварийное | I |
| <1> Кроме аварийного освещения.<2> Для незагазованных выработок.<3> При соответствии емкости водосборника часовому притоку допускается категория II. |

5.9.2.6 При построении схем электроснабжения строительства тоннелей для трансформаторных подстанций необходимо принимать следующие коэффициенты загрузки при преобладании нагрузок:

- категории I - 0,65 - 0,7;

- категории II - 0,7 - 0,8;

- категории III - 0,9 - 0,95.

5.9.2.7 Схему электроснабжения строят таким образом, чтобы все ее элементы постоянно находились под нагрузкой, а при аварии на одном из них оставшиеся в работе элементы могли принять на себя его нагрузку.

5.9.2.8 Трансформаторные подстанции на строительных площадках необходимо размещать с наибольшим приближением к центру питаемой ими нагрузки.

5.9.2.9 Трансформаторные подстанции и распределительные пункты в подземных выработках следует размещать в начале питаемых ими участков сети таким образом, чтобы не создавались обратные перетоки электроэнергии.

5.9.3 Электрооборудование и электроосвещение

5.9.3.1 Степень защиты применяемого электрооборудования должна соответствовать требованиям [ГОСТ 14254](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=20237), [[17]](#P2575).

5.9.3.2 Расчет нагрузок на электрооборудование при строительстве тоннелей следует выполнять на основе данных технического плана строительства с учетом различия режимов работы и неравномерности загрузки оборудования в течение рабочей смены, неполного использования установленной мощности электродвигателей режущего органа проходческих комплексов.

5.9.3.3 Расчетные величины  при проектировании следует применять согласно заводской документации на оборудование, при отсутствии данных предприятия-изготовителя, величину  принимают по [таблице 5.10](#P1368).

Таблица 5.10

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Потребители электроэнергии | Коэффициент спроса |  |
| Проходческие щиты и комплексы | 0,6 | 0,75/0,87 |
| Укладчики обделок | 0,5 | 0,7/1,02 |
| Породопогрузочные машины | 0,2 | 0,7/1,02 |
| Агрегаты буровые | 0,3 | 0,7/1,02 |
| Транспортеры | 0,5 | 0,7/1,02 |
| Трансформаторы сварочные | 0,3 | 0,4/2,29 |
| Освещение лампами накаливания | 1,0 | 1,0/- |
| Освещение люминесцентными лампами | 1,0 | 0,85/0,62 |
| Вентиляция | 0,7 | 0,8/0,75 |
| Насосы | 0,75 | 0,85/0,62 |
| Выпрямители электровозной откатки | 0,95 - 0,65 | 0,9/0,48 |
| Механизация рудничного двора | 0,15 | 0,7/1,02 |
| Механизация горного комплекса | 0,2 | 0,65/1,17 |
| Мелкие нагревательные приборы | 0,7 | 1,0/- |
| Подъемники | 0,3 | 0,5/1,73 |
| Переносной электроинструмент | 0,1 | 0,5/1,73 |
| Краны, тельферы при ПВ = 40% | 0,2 | 0,5/1,73 |
| Компрессоры, насосы водяные | 0,8 | 0,8/0,75 |
| Экскаваторы с электроприводом | 0,5 | 0,5/1,73 |
| Конвейеры | 0,5 | 0,7/1,02 |
| Питатели, толкатели и др. | 0,4 | 0,6/1,33 |
| Механические мастерские | 0,2 | 0,6/1,33 |
| Душевые комбинаты | 0,9 | 0,9/0,48 |
| Деревообрабатывающие мастерские | 0,2 | 0,6/1,33 |
| Растворные узлы | 0,5 | 0,5/1,73 |

5.9.3.4 Основным определяющим фактором при расчете электрических сетей на поверхности является допустимый нагрев, для подземных сетей - допустимая потеря напряжения и величина распределенной емкости кабельной сети.

5.9.3.5 Суммарная собственная распределенная емкость кабельной сети для исключения ложных срабатываний устройств контроля изоляции должна быть не более 1,5 мкФ на фазу. При развитии кабельной сети, по мере сооружения тоннеля и для снижения собственной распределенной емкости сети, протяженные сети необходимо делить разделяющими трансформаторами на гальванически не связанные участки.

5.9.3.6 Участок сети после разделяющего трансформатора должен иметь собственное устройство автоматического непрерывного контроля изоляции.

5.9.3.7 Собственную распределенную емкость *C*, которая зависит от сечения жилы, номинального напряжения и длины кабельной сети, определяют по [формуле (5.13)](#P1516).

Исходные данные для расчета распределенной емкости кабельной сети приведены в [таблице 5.11](#P1455).

Таблица 5.11

|  |  |
| --- | --- |
| Сечение жилы, мм2 | Распределенная емкость кабельной сети *C*, мкФ/км, при номинальном напряжении кабеля, кВ |
| до 1 | 3 | 6 | 10 |
| 16 | 0,33 | 0,21 | 0,18 | 0,15 |
| 25 | 0,36 | 0,24 | 0,2 | 0,18 |
| 35 | 0,45 | 0,3 | 0,24 | 0,2 |
| 50 | 0,53 | 0,35 | 0,28 | 0,21 |
| 70 | 0,58 | 0,37 | 0,33 | 0,22 |
| 95 | 0,63 | 0,42 | 0,37 | 0,23 |
| 120 | 0,67 | 0,45 | 0,4 | 0,27 |
| 150 | 0,7 | 0,5 | 0,44 | 0,29 |
| 185 | 0,78 | 0,6 | 0,47 | 0,32 |
| 240 | 0,85 | 0,65 | 0,52 | 0,36 |

5.9.3.8 Распределенную емкость кабельной сети по отношению к земле рассчитывают по формуле

*C* = *C*1·*L*1 + *C*2·*L*2 + ... + *CN*·*LN*, (5.13)

где *C*1, *C*2, *CN* - собственные распределенные емкости одной фазы трехжильного кабеля в соответствии с [таблицей 5.11](#P1455);

*L*1, *L*2, *LN* - суммарные длины участков кабельной сети одного сечения, км.

5.9.3.9 В осветительных сетях тоннелей, сооружаемых из сборной железобетонной обделки и при отсутствии повышенной влажности, применяют светильники напряжением 220 В, при этом, необходимо соблюдать меры по автоматическому контролю изоляции и отключения поврежденной сети. В осветительных сетях подземных выработок напряжением 220 В применяют энергоэкономичные источники света - газоразрядные лампы, светодиоды, а при повышенной влажности - светильники напряжением не выше 42 В и переносные светильники - не выше 12 В.

5.9.3.10 Потери напряжения в сетях до 1 кВ в подземных выработках от шин подстанций до наиболее удаленных электроприемников должны составлять в нормальном режиме не более 10%, в аварийном - не более 12%.

5.9.4 Заземление оборудования

5.9.4.1 Защиту персонала от поражения электрическим током на строительных площадках следует выполнять защитным заземлением [[18]](#P2576). В подземных выработках применяют защитное заземление и непрерывный автоматический контроль изоляции. Контроль изоляции сетей с сигнализацией на отключение допускается для главных водоотливной и вентиляционной установок, пассажирского и грузопассажирского подъемного оборудования.

5.9.4.2 Магистральные заземляющие проводники необходимо размещать по обеим сторонам подземных выработок, в местах установки конструкций для прокладки кабелей, с присоединением к ним открытых проводящих частей электрооборудования, а также сторонних проводящих частей, не находящихся под напряжением постоянно.

5.9.4.3 Магистральные заземляющие проводники подземных выработок присоединяют к внешнему заземляющему устройству, размещаемому на портале, в качестве которого может быть использован внешний контур заземления трансформаторной подстанции, размещаемой на портале.

5.9.5 Вентиляция

5.9.5.1 Вентиляцию с механическим побуждением следует применять на всех стадиях тоннельных и строительно-монтажных работ в соответствии с [[17]](#P2575). При перерывах в работе вентиляция должна находиться на консервации.

Система вентиляции должна обеспечивать видимость в тоннеле не менее 133 м.

Системы вентиляции для тупиковых выработок проектируют в соответствии с [[19]](#P2577). Тупиковые выработки, в которых применяют машины с дизельным двигателем, следует проветривать по нагнетательной схеме с использованием гибких вентиляционных труб.

При проектировании искусственной вентиляции на время строительно-монтажных работ в выработках со сквозной вентиляционной струей следует учитывать влияние на проветривание естественной тяги.

Система вентиляции выработок со сквозной вентиляционной струей должна обеспечивать реверсирование воздушной струи.

Объем воздуха, проходящего по выработкам в реверсивном режиме проветривания, должен составлять не менее 60% объема воздуха, проходящего по ним в нормальном режиме.

При сквозном проветривании выработок без устройства перемычки (шлюза) используют стационарные или передвижные вентиляционные установки (струйные вентиляторы), обеспечивающие реверсирование вентиляционного потока.

В период строительства монтажные и демонтажные котлованы проветривают за счет естественной инверсии. При устройстве постоянной обделки или перекрытий котлованов должно быть организовано искусственное проветривание.

5.9.5.2 Количество воздуха, необходимое для проветривания сооружаемых подземных выработок, назначают из условия непревышения предельно допустимых концентраций по содержанию вредных и ядовитых газов и пыли по [[19]](#P2577).

Объем воздуха, подаваемого в забой при строительстве тоннеля, должен быть не менее 6 м3/мин на одного человека и 15 м3/мин на одного человека на радиационно опасных объектах.

Все работающие дизельные, бензиновые строительные машины должны быть оборудованы системами нейтрализации выхлопных газов двигателей.

5.9.5.3 Вентиляторы, воздуховоды и другие элементы временных вентиляционных систем применяют с учетом их возможного использования в течение всего периода строительства.

На дневной поверхности вентиляционную установку располагают на расстоянии не менее 15 м от воздухоподающего ствола или портала.

Вентиляционная установка должна быть оборудована глушителями шума, если его уровень превышает величины, установленные [[19]](#P2577).

5.9.5.4 При строительстве в суровых климатических условиях порталы выработок в зимнее время следует оборудовать устройствами, препятствующими проникновению холодного воздуха в тоннель и снижению температуры в забое. Тип и конструкции этих устройств устанавливают проектом.

5.9.5.5 Вентиляция тоннельных выработок в многолетнемерзлых грунтах должна осуществляться по температурному режиму, установленному ПОС в зависимости от сохранения или оттаивания грунтов при проходке тоннелей с учетом предотвращения образования наледей.

5.9.5.6 При расчете выброса воздуха из вентиляционных систем на селитебных территориях необходимо учитывать предельно допустимые концентрации вредных веществ по каждому его ингредиенту, установленные органами Роспотребнадзора для атмосферного воздуха населенных пунктов.

Содержание вредных веществ в составе воздуха подземных выработок и дренажных вод не должно превышать предельно допустимых концентраций, установленных [[19]](#P2577).

5.9.5.7 Скорость движения воздуха в подземных выработках должна быть не выше:

- 6 м/с - в горизонтальных и наклонных выработках;

- 8 м/с - в стволах, оборудованных подъемниками;

- 15 м/с - в вентиляционных стволах и каналах при отсутствии подъемников, но не менее 0,1 м/с, а на радиационно опасных объектах - не менее 0,3 - 0,4 м/с.

5.10 Монтаж оборудования в транспортных тоннелях

5.10.1 Работы по монтажу постоянного оборудования, устройств автоматики, телемеханики, связи и громкоговорящего оповещения, контактных сетей, наружных и внутренних коммуникаций, санитарно-технических устройств в тоннелях следует выполнять в соответствии с требованиями нормативных документов на указанные работы и требованиями настоящего подраздела.

5.10.2 Монтаж электротехнических устройств, устройств автоматики, телемеханики, связи, оповещения, электрочасов и санитарно-технического оборудования следует выполнять в законченных строительством сооружениях при отсутствии в них капежа и при влажности воздуха не выше 80%.

5.10.3 На период монтажа, наладки и регулировки устройств в релейных шкафах следует включать освещение для обогрева и предупреждения коррозии токоведущих частей.

5.10.4 Монтажные работы считают законченными после выполнения их в полном соответствии с рабочими чертежами, постановки оборудования под напряжение и проведения индивидуальных испытаний всех устройств с оформлением исполнительной документации на монтаж оборудования.

5.11 Контроль качества и приемка работ

5.11.1 Организация производственного контроля качества работ по сооружению тоннелей - согласно [СП 48.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28792).

5.11.2 Качество выполненных работ следует оценивать при приемке скрытых работ, этапов выполненных работ и приемке ответственных конструкций - обделок, внутренних железобетонных конструкций и отдельных конструкций наземных сооружений (перечень устанавливают нормативной, проектной и рабочей документацией).

5.11.3 Результаты производственного контроля качества работ следует фиксировать в общем журнале работ и в журналах производства отдельных видов работ. Показатели оценки качества выполненных работ должны быть приведены в актах приемки работ.

5.11.4 Пространственное расположение подземных и наземных сооружений и конструкций, а также их геометрические размеры контролирует маркшейдерская служба в процессе строительства в соответствии с [ГОСТ Р 58943](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=26125).

5.11.5 Правильность сборки колец тоннельных обделок систематически проверяют путем измерения горизонтального и вертикального диаметров каждого кольца, а также двух диаметров под углом 45° к горизонту.

Допускаемые отклонения фактических размеров сборных обделок тоннелей от их проектного положения не должны превышать нормативных величин [(приложение А)](#P2398).

5.11.6 Суммарные величины отклонений внутренних фактических размеров обделок транспортных тоннелей от их проектного положения не должны нарушать габаритов приближения строений [(приложение А)](#P2398).

5.11.7 Приемку с составлением акта освидетельствования скрытых работ следует проводить по выполнении следующих работ:

- нагнетания раствора за обделку (первичного и контрольного);

- установки арматуры монолитных железобетонных обделок;

- гидроизоляции сборных и монолитных обделок;

- сварной металлической гидроизоляции;

- подготовки поверхности тюбингов перед закрытием их зонтом;

- укрепления грунта за обделкой;

- забутовки временных выработок.

5.11.8 При сдаче (приемке) выполненных этапов работ по возведению конструкций тоннелей следует проводить осмотр сдаваемых работ в натуре и проверять их на соответствие проекту и требованиям настоящего свода правил.

5.11.9 В акте освидетельствования фиксируют соответствие внутренних размеров колец, расположение колец в плане и профиле, перевязку швов, ширину зазора между кольцами рабочим чертежам, наличие болтов, выполнение антикоррозионной защиты, заполнение заобделочных пустот раствором, а также отсутствие течей, капежа, трещин, уступов между блоками, сколов и деформированных блоков.

5.11.10 При освидетельствовании сборной обделки тоннелей должны быть предъявлены исполнительные чертежи на укладку колец обделки и сборных конструкций тоннелей при открытом способе работ, паспорта на сборные конструкции, данные маркшейдерского контроля, журналы производства работ по нагнетанию раствора за обделку, производству чеканочных работ, устройству гидроизоляции и протоколы лабораторного анализа химического состава грунтовых вод.

5.11.11 Приемку выполненных работ по гидроизоляции сборной обделки тоннелей, сооружаемых закрытым способом, проводят с предъявлением журналов нагнетания раствора за обделку, чеканки швов и проверкой:

- чистоты поверхности обделки, качества заполнения чеканочных швов, болтовых и других отверстий, исправления мелких дефектов обделки;

- отсутствия течей, капежа и сырых пятен.

5.11.12 Выполнение работ по устройству гидроизоляции в тоннелях, сооружаемых открытым способом, проверяют на соответствие проектным требованиям, с предъявлением журнала производства работ.

5.11.13 Приемку монолитных бетонных и железобетонных обделок тоннелей с составлением акта освидетельствования ответственных конструкций выполняют в соответствии с требованиями [СП 48.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28792).

5.11.14 Работы, входящие в номенклатуру обслуживающих процессов, следует регистрировать в журнале учета работы механизмов с указанием обслуживающих оборудование работников.

5.11.15 Приемку работ по устройству систем вентиляции, отопления, водоотлива, водоснабжения и канализации тоннелей выполняют в соответствии с требованиями [СП 60.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34259), [СП 31.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28650), [СП 32.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33540), [СП 124.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=29122) и настоящего подраздела.

5.11.16 Сети хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения, напорные сети фекальной канализации и водоотлива испытывают давлением по [СП 31.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28650).

Продолжительность испытаний должна быть не менее 10 мин, в течение которых давление не должно снижаться более чем на 0,5 кгс/см2.

5.11.17 Насосное оборудование и установки тоннельной вентиляции допускают к приемке в эксплуатацию после проведения предпусковых испытаний путем непрерывной работы в течение 24 ч и регулировки монтажной организацией.

5.11.18 Приемку работ по устройству верхнего строения пути в железнодорожных тоннелях следует выполнять в соответствии с [СП 119.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33836), а по устройству дорожных одежд в автодорожных тоннелях - с [СП 78.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33203).

Отклонения рельсовых ниток от проектного положения в плане и профиле не должны быть более +/- 3 мм.

5.11.19 Проверку соблюдения габаритов приближения строений, оборудования и конструкций в транспортных тоннелях следует выполнять с помощью габаритной тележки (шаблона).

5.11.20 При приемке электротехнических устройств, устройств автоматики, телемеханики, связи, контактных сетей, громкоговорящего оповещения и электрочасов следует проводить проверку соответствия их проекту, требованиям [СП 85.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=21143) и [[18]](#P2576).

5.11.21 Приемку в эксплуатацию законченных строительством тоннелей осуществляют в соответствии с требованиями [СП 48.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28792) и [СП 68.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=25253).

5.11.22 До ввода в постоянную эксплуатацию железнодорожных и автодорожных тоннелей выполняют пропуск рабочих поездов со строительными грузами, предназначенными для сооружения последующих участков дороги. При этом техническое состояние обделки тоннеля и путевых устройств должно обеспечивать безопасность движения при установленном ограничении нагрузок и скоростей и возможность производства работ по завершению строительства тоннеля.

Организация рабочего движения поездов должна соответствовать требованиям [СП 119.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33836).

5.12 Пожарная безопасность

5.12.1 Общие требования

5.12.1.1 Защита людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и (или) ограничение последствий их воздействия в тоннелях должны быть обеспечены:

- объемно-планировочными решениями и средствами, ограничивающими распространения пожара за пределы очага;

- устройством эвакуационных путей, удовлетворяющих требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре;

- устройством систем обнаружения пожара [установок и систем пожарной сигнализации (СПС)], оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре согласно [СП 3.13130](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=10670);

- системами коллективной защиты (в том числе противодымной);

- пределами огнестойкости и классами пожарной опасности основных строительных конструкций, соответствующими требуемым степени огнестойкости и классу конструктивной пожарной опасности зданий, сооружений и строений, а также ограничением пожарной опасности поверхностных слоев (отделок, облицовок и средств огнезащиты) строительных конструкций на путях эвакуации в соответствии с [СП 2.13130](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=468315&dst=100012);

- огнезащитными составами (в том числе антипиренов и огнезащитных красок) и строительными материалами (облицовками) для повышения пределов огнестойкости строительных конструкций;

- устройством системы удаления разлитой в ходе тушения пожара воды, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей;

- первичными средствами пожаротушения;

- автоматическими установками пожаротушения (АУП);

- организацией работы подразделений пожарной охраны.

5.12.1.2 Противопожарная защита тоннельных переходов должна соответствовать требованиям [[2]](#P2560) и [ГОСТ 12.1.004](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=4371).

Для каждого тоннеля эксплуатирующей организацией должны быть разработаны инструкции по распределению обязанностей между персоналом, обслуживающим тоннель, и план тушения пожара, утвержденный органами, ответственными за противопожарную защиту.

5.12.1.3 В зависимости от типа, протяженности и условий расположения тоннелей необходимо предусматривать элементы системы противопожарной защиты тоннелей согласно [таблице 5.12](#P1607).

Таблица 5.12

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование системы (элемента системы) противопожарной защиты | Тоннели |
| железнодорожные | автодорожные | подводные |
| горные и равнинные | городские | горные и равнинные | городские |
| Автоматическая пожарная сигнализация | Требуется независимо от длины |
| Теленаблюдение (для охраняемых тоннелей) | Требуется независимо от длины |
| Телефонная связь с диспетчером | Требуется независимо от длины |
| Система оповещения и управления эвакуацией | Требуется независимо от длины |
| Внутренний водонаполненный противопожарный водопровод при длине тоннеля | Св. 1500 м | Св. 1000 м | Св. 600 м | Требуется независимо от длины |
| Устройство аварийного слива пожароопасных жидкостей | Не требуется | Требуется независимо от длины |
| Сухотруб для подключения передвижной пожарной техники при длине тоннеля | Св. 600 м | Св. 300 м | Требуется независимо от длины |
| Пожарные посты при длине тоннеля | Св. 600 м | Св. 500 м | Св. 600 м | Св. 500 м | Св. 500 м |
| Примечание - Для автодорожных тоннелей длиной менее 300 м внутренний противопожарный водопровод с пожарными кранами и сухотрубом следует предусматривать в зависимости от длины его закрытой части, в соответствии с [СП 166.1311500](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=174086&dst=100011). |

В соответствии с требованиями [[2]](#P2560) тоннели оборудуют автоматическими установками пожаротушения по [СП 485.1311500](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=363050&dst=100014) и системами противодымной защиты по [ГОСТ Р 59203](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27142), [СП 7.13130](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=25034) и [СП 298.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=24012).

5.12.1.4 Для помещений производственного и складского назначения необходимо определять категории по взрывопожарной и пожарной опасности согласно [СП 12.13130](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=13556&dst=100002).

5.12.1.5 Систему противопожарной защиты тоннелей должны рассчитывать на максимальную мощность проектного пожара с учетом состава транспортного потока по [ГОСТ Р 59206](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27042).

5.12.2 Требования пожарной безопасности к ситуационным и генеральным планам

5.12.2.1 Противопожарные расстояния между наземными вспомогательными зданиями и сооружениями, расположенными у порталов, следует принимать по [ГОСТ Р 59206](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27042).

5.12.2.2 Вентиляционные киоски системы дымоудаления следует размещать на расстоянии не менее 25 м от эвакуационных выходов, воздухозаборных вентиляционных киосков системы тоннельной вентиляции и порталов.

5.12.2.3 К порталу должен быть обеспечен подъезд пожарной и аварийно-спасательной техники.

5.12.2.4 Вблизи порталов необходимо предусматривать площадки размерами не менее 12 x 12 м для размещения пожарной и аварийно-спасательной техники, в том числе в составе полотна проезжей части на рамповых участках и подходах к тоннелю или проезжей части над тоннелем на поверхности земли.

5.12.2.5 К водоемам (пирсам), пожарным резервуарам, которые используют для тушения пожара, необходимо предусматривать подъезды шириной не менее 3,5 м с площадками размерами не менее 12 x 12 м.

5.12.2.6 У порталов железнодорожных тоннелей на постах охраны следует предусматривать места хранения техники для доставки в тоннель пожарного и аварийно-спасательного оборудования.

5.12.2.7 Эвакуационные выходы, места доступа аварийно-спасательных служб, пожарные лестницы, пункты подключения пожарных машин к сухотрубам, площадки для размещения специальной техники аварийно-спасательных служб должны быть обозначены указателями.

5.12.3 Требования пожарной безопасности к путям эвакуации и эвакуационным выходам

5.12.3.1 В железнодорожных и автодорожных тоннелях должны быть предусмотрены дополнительные эвакуационные выходы в рядом расположенные тоннели, сервисные тоннели или эвакуационные штольни, с выходами на поверхность или в другие безопасные зоны, отделенные от тоннеля противопожарными преградами по [[2]](#P2560), [СП 1.13130](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=487625&dst=100013).

Расстояние между эвакуационными выходами должно быть не более 700 м. Расстояние между эвакуационными выходами в автодорожных тоннелях следует уточнять расчетом с учетом обеспечения безопасной эвакуации людей в случае пожара или другой чрезвычайной ситуации.

Эвакуационные выходы в городских автодорожных тоннелях оборудуют лифтами либо альтернативными устройствами для маломобильных групп населения (МГН) по [СП 120.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34314).

5.12.3.2 В железнодорожном тоннеле следует предусматривать не менее одного эвакуационного прохода вдоль всего тоннеля шириной не менее 0,9 м.

5.12.3.3 Ширина эвакуационных проходов в сбойках и эвакуационных штольнях должна быть не менее 1,8 м, а высота - не менее 2 м. Ширина эвакуационных выходов (дверей) в сбойках - не менее 1,0 м, высота - 1,9 м.

5.12.3.4 Оборудование и коммуникации в тоннелях (сбойках) следует размещать за пределами габарита эвакуационного прохода.

5.12.3.5 Соединительные сбойки длиной менее 30 м следует предусматривать как тамбур-шлюзы 1-го типа с подпором воздуха при пожаре. При этом, двери должны открывать по направлению эвакуации в случае размещения сбоек между тоннелем и эвакуационной штольней и в тамбур-шлюз - при размещении сбоек между тоннелями.

Соединительные сбойки длиной более 30 м следует рассматривать как участки эвакуационного пути, при этом вход из тоннеля в объем сбойки следует оборудовать тамбур-шлюзом, длиной не менее 3 м. Двери тамбур-шлюза должны открываться по направлению эвакуации из аварийного тоннеля.

5.12.3.6 Противопожарные двери тамбур-шлюзов должны соответствовать требованиям [[2]](#P2560).

5.12.3.7 Двери ведущих наружу выходов из эвакуационной штольни (на порталах) должны открываться изнутри без ключа. При использовании электромагнитных замков разблокирование их должно быть автоматическое - от автоматической пожарной сигнализации и ручное - от кнопки, расположенной у двери.

5.12.4 Требования пожарной безопасности к строительным конструкциям и материалам

5.12.4.1 Классы конструктивной пожарной опасности тоннеля, наземных вспомогательных зданий и сооружений, а также класс пожарной опасности строительных конструкций тоннелей и подземных притоннельных сооружений, материалов для облицовки строительных конструкций, должны соответствовать требованиям [ГОСТ Р 59206](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27042).

5.12.4.2 Пределы огнестойкости строительных конструкций тоннелей необходимо принимать по [таблице 5.13](#P1672).

Таблица 5.13

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование строительных конструкций | Обозначение предела огнестойкости строительных конструкций тоннелей |
| не городских | городских | подводных |
| Обделки транспортных тоннелей | R 90 | R 150 | R 180 |
| Обделки притоннельных сооружений, порталов и штолен | R 90 | R 90 | R 90 |
| Внутренние несущие конструкции тоннелей и притоннельных сооружений (стены, колонны и перекрытия) | R 90 | R 150 | R 180 |
| Перегородки притоннельных сооружений и помещений | EI 60 | EI 90 | EI 90 |
| Противопожарные двери и люки | EI 60 | EI 60 | EI 60 |
| Ограждающие конструкции стволов шахт | R 90 | R 90 | R 180 |
| Несущие конструкции маршей (косоуры) и площадок лестниц в лестничных клетках | R 45 | R 60 | R 60 |
| Ограждающие конструкции тамбур-шлюзов | EI 60 | EI 90 | EI 120 |
| Перекрытие канала дымоудаления в тоннеле | EI 90 | EI 90 | EI 120 |
| Примечание - Пределы огнестойкости городских автодорожных тоннелей с перекрытой частью длиной менее 300 м следует назначать в соответствии с [СП 166.1311500](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=174086&dst=100011). |

5.12.4.3 Отделку элементов конструкций тоннеля должны выполнять из негорючих (НГ) материалов. Класс пожарной опасности строительных материалов тоннеля следует принимать К0.

5.12.4.4 Пределы огнестойкости конструкций наземных служебно-технических и вспомогательных сооружений, входящих в инфраструктуру тоннеля, следует назначать согласно действующим нормативным документам.

5.12.4.5 Кабельные коллекторы должны разделять на участки длиной не более 150 м противопожарными перегородками 1-го типа с заполнением проемов в этих перегородках материалами 2-го типа по [[2]](#P2560).

5.12.4.6 Пожарно-техническую классификацию показателей строительных конструкций и материалов следует принимать в соответствии с [[2]](#P2560).

5.12.5 Вентиляция тоннелей. Противодымная вентиляция

5.12.5.1 Система противодымной вентиляции при возгорании в тоннеле должна обеспечивать защиту людей для своевременной эвакуации их наружу через порталы или в безопасную зону (в соседний тоннель) через эвакуационные сбойки (тамбур-шлюзы).

Транспортные тоннели должны быть оборудованы системой приточно-вытяжной противодымной вентиляции с учетом требований [СП 7.13130](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=25034), [ГОСТ Р 59203](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27142), [СП 298.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=24012).

Тоннели протяженностью более 300 м оборудуют противодымной вентиляцией с механическим побуждением.

Удаление дыма осуществляют тоннельной вентиляцией через порталы тоннелей, а при наличии шахтных стволов по трассе тоннеля - через стволы. Обоснование схемы противодымной вентиляции должно быть подтверждено расчетом.

5.12.5.2 Защиту от дыма путей эвакуации (эвакуационных сбоек и сервисного тоннеля) при пожаре следует обеспечивать вентиляционными установками подпора воздуха в сбойках (тамбур-шлюзах).

5.12.5.3 Вентиляционная установка, подающая воздух в объем сбойки, должна обеспечивать подпор воздуха не менее 20 Па (при закрытых дверях эвакуационных выходов). Величина подпора воздуха должна быть не более 150 Па. При открытой в тоннель двери скорость воздуха в проеме должна быть не менее 1,3 м·с-1.

5.12.5.4 Вентиляционные установки включаются в режим дымоудаления и подпора воздуха автоматически в соответствии с разрабатываемыми алгоритмами. Оборудование и устройства, управляемые АСУ ТП в штатном режиме функционирования, при пожаре переключаются в режим приоритета команд, формируемых СПС.

Автоматический режим включения/отключения исполнительных устройств при пожаре должен дублироваться дистанционно.

5.12.5.5 Вытяжные вентиляторы систем противодымной защиты тоннелей должны иметь пределы огнестойкости вентиляторов согласно [ГОСТ Р 59203](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27142), сохранять работоспособность при распространении высокотемпературных продуктов горения в течение времени, необходимого для эвакуации людей наружу или в безопасную зону.

5.12.5.6 Температурные требования к вытяжным вентиляторам систем противодымной защиты автодорожных тоннелей следует определять по температуре удаляемых продуктов горения в зоне вентиляционной камеры. Температуру продуктов горения определяют расчетом в зависимости от мощности и зоны расположения очага пожара с учетом стационарного теплообмена со строительными конструкциями тоннеля.

5.12.6 Организация системы противопожарной защиты в тоннелях

5.12.6.1 Систему пожарной сигнализации адресного типа в тоннелях следует предусматривать в соответствии с требованиями [СП 484.1311500](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=376143&dst=100012), с использованием пожарных тепловых максимально-дифференциальных линейных извещателей, также допускается применение термокабелей и аспирационных извещателей.

5.12.6.2 Проектирование пожарной сигнализации следует выполнять в соответствии с действующими нормативными документами и требованиями разработчика СПС, адаптированной для тоннелей. Приборы и аппаратура СПС должны иметь сертификаты пожарной безопасности.

5.12.6.3 Автоматическая адресная пожарная сигнализация должна быть дополнена ручными пожарными извещателями, расположенными на пожарных постах.

5.12.6.4 При срабатывании извещателей сигналы о месте пожара должны поступать в диспетчерскую и на посты охраны для формирования сигналов о включении вентиляторов для подпора воздуха, вентиляторов дымоудаления и запрещении въезда в тоннель.

5.12.6.5 При наличии системы видеоконтроля в тоннеле допускается ее использование в качестве дополнительного канала передачи информации о пожаре.

5.12.6.6 Размещение линейных извещателей под сводом тоннеля следует выполнять в соответствии с указаниями предприятия - изготовителя извещателей системы автоматической пожарной сигнализации (АПС).

5.12.6.7 Служебные и технологические помещения тоннеля, постов охраны и наружных объектов необходимо оснащать АПС в соответствии с требованиями [СП 484.1311500](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=376143&dst=100012), с учетом нормативных показателей, характеризующих пожарную опасность помещений и специфики тоннельных сооружений.

Автоматический режим управления системой тоннельной вентиляции следует дублировать дистанционным управлением из помещения диспетчерской.

5.12.6.8 В тоннелях следует предусматривать создание системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре 4-го типа, при этом, необходимо выделять зоны оповещения, соответствующие эвакуационным проходам. При проектировании и монтаже технических средств СОУЭ необходимо руководствоваться [СП 3.13130](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=10670). Прибор управления (пульт) СОУЭ следует размещать в помещении диспетчерской тоннеля.

5.12.6.9 Система оповещения и управления эвакуацией людей должна обеспечивать своевременное оповещение персонала о пожаре для управления движением людей при различных вариантах пожара в тоннеле.

Применять СОУЭ следует в соответствии с требованиями [5.12.6.12](#P1753) - [5.12.6.22](#P1764).

Приборы управления системы оповещения должны соответствовать требованиям нормативных документов.

Требования к заземлению, выбору и прокладке сетей оповещения следует принимать по [СП 3.13130](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=10670).

5.12.6.10 Способы оповещения:

- звуковой - в помещениях без постоянного пребывания персонала;

- речевой (оператором) - в тоннеле, сервисном тоннеле и в припортальных зонах;

- световой:

а) световые указатели "Эвакуационный выход" - у эвакуационных выходов из транспортной зоны тоннеля и у выходов наружу;

б) световые или освещаемые статические указатели направления движения к эвакуационным выходам с расстояниями до ближайших эвакуационных выходов.

5.12.6.11 Обратная связь с диспетчерской должна быть предусмотрена на пожарных постах в тоннеле, в сервисном тоннеле у входа в сбойку, на постах охраны.

5.12.6.12 Трансляционная сеть и аппаратура СОУЭ должны обеспечивать передачу сигналов в каждую зону оповещения или одновременно в несколько зон.

Оповещатели в тоннеле и в сервисном тоннеле следует располагать на расстоянии не более 120 м друг от друга.

5.12.6.13 Для обозначения элементов СОУЭ следует использовать сигнальные цвета и знаки пожарной безопасности, установленные действующими нормативными документами по пожарной безопасности. Допускается использовать иные знаки безопасности, отражающие специфику тоннеля.

5.12.6.14 Указатели направления движения к эвакуационным выходам в тоннеле должны устанавливать на расстоянии 1,3 м от уровня эвакуационного (служебного) прохода и на расстоянии не более 25 м друг от друга.

5.12.6.15 Сигналы о положении дверей эвакуационной сбойки и эвакуационных выходов из сервисного тоннеля (ведущих непосредственно наружу) передаются в помещение диспетчерской и на пост охраны.

5.12.6.16 В помещении диспетчерской организовывают прямую связь с ближайшими станциями, поездным диспетчером, местами дислокации пожарных (аварийно-спасательных) формирований.

5.12.6.17 На постах охраны тоннеля организовывают прямую телефонную связь с ближайшими станциями и поездным диспетчером.

5.12.6.18 Необходимо предусматривать устройство телефонной сети в тоннеле для связи с диспетчером тоннеля. Телефоны (переговорные устройства) следует устанавливать на пожарных постах, в сервисном тоннеле вблизи сбоек и эвакуационных выходов, в помещениях охраны.

5.12.6.19 Телефонная сеть тоннеля должна быть обеспечена возможностью включения в нее средств электросвязи пожарных (аварийно-спасательных) формирований - пожарного поезда или штабного автомобиля (автомобиля связи), располагаемых у порталов.

5.12.6.20 Следует предусматривать устройство радиосвязи между диспетчерской, постами охраны и подразделениями (персоналом), находящимися в припортальных зонах.

5.12.6.21 Дистанционное управление системами противопожарной защиты тоннелей должны осуществлять из диспетчерского помещения (ДП) или пункта управления системой противопожарной защиты, входящего в состав центрального диспетчерского пункта (ЦДП).

5.12.6.22 Притоннельные сооружения, предназначенные для прокладки кабелей, необходимо оборудовать автоматическими установками пожаротушения при величине пожарной нагрузки от кабелей более 180 МДж/м2.

5.12.7 Средства тушения пожара

5.12.7.1 Пожарные посты в тоннелях следует располагать через 60 м в нишах, камерах, по концам площадок для аварийной остановки транспорта (в автодорожных тоннелях), а в штольнях, при наличии в них силовых или осветительных кабелей, через 40 м.

Пожарные посты следует размещать у обоих порталов охраняемых тоннелей. В зависимости от применяемых элементов системы противопожарной защиты на каждом пожарном посту должны быть предусмотрены следующие технические средства:

- пожарный кран с присоединенными к нему пожарным рукавом и пожарным стволом;

- два порошковых огнетушителя массой заряда не менее 8 кг каждый;

- телефон для связи с диспетчером тоннеля;

- ручной пожарный извещатель АПС;

- запорное устройство сухотруба с соединительной головкой для подключения пожарного рукава.

5.12.7.2 На постах охраны следует размещать передвижные порошковые огнетушители массой заряда не менее 50 кг.

5.12.7.3 Для наружного водоснабжения на каждом портале тоннелей следует использовать пожарные резервуары или гидранты. Расход воды на наружное пожаротушение должен быть не менее 15 л/с.

5.12.7.4 Пожарный резервуар оборудуют задвижкой и соединительной головкой для забора воды в емкость пожарного поезда или автомобиля. К резервуару и гидрантам следует обеспечивать подъезд пожарного автомобиля и обозначать его знаком "Пожарный водоисточник".

5.12.7.5 Подачу воды во внутренний противопожарный водопровод тоннеля следует предусматривать от насосных станций, расположенных вблизи порталов. Водопровод необходимо предусматривать водонаполненным, закольцованным через сервисный или соседний тоннель. Следует предусматривать меры по предотвращению замерзания воды в магистрали водопровода на участках тоннеля с отрицательными температурами в холодный период года.

5.12.7.6 Противопожарный водопровод должен обеспечивать подачу трех струй по 5 л·с-1 каждая. Длина компактной части струи должна быть не менее 10 м.

В тоннелях, где пожар может быть связан с разливом пожароопасных жидкостей, используют сухотруб для пенного тушения, для чего вблизи насосных станций предусматривают емкости с запасом пенообразователя, рассчитанного на время пенной атаки - 15 мин.

5.12.7.7 При необходимости на магистральной линии питания пожарных кранов должны быть предусмотрены насосы для повышения давления воды. Магистральная линия со стороны порталов должна быть оборудована задвижками и муфтовыми головками для обеспечения ее подпитки от насосов пожарных поездов или автомобилей.

5.12.7.8 Включение насосов должно быть автоматическим и дистанционным, а для электрифицированных железных дорог только дистанционным, после снятия напряжения с контактного провода.

5.12.7.9 Запас воды и огнетушащих средств определяют в зависимости от расчетного времени тушения пожара в соответствии с требованиями [СП 8.13130](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=471819&dst=100013) и [СП 485.1311500](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=363050&dst=100014).

5.12.7.10 В эвакуационных сбойках для каждого из тоннелей следует предусматривать прокладку сухотрубов, оборудованных задвижками и муфтовыми головками для прокладки магистральных линий из одного тоннеля в другой, и подключение передвижной пожарной техники на порталах тоннеля.

5.12.7.11 Помещения и оборудование наземных притоннельных сооружений следует оснащать автоматическими установками пожаротушения (АУПТ) в соответствии с [СП 485.1311500](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=363050&dst=100014). Сигнал о срабатывании установок передается в помещение диспетчерской тоннеля (на пульт) и на посты охраны с круглосуточным пребыванием.

5.12.7.12 Здания (сооружения), предназначенные для размещения устройств автоматики и телемеханики, оснащают пожарной сигнализацией по нормативным документам.

5.12.7.13 Размещение и порядок обслуживания пожарной техники для защиты тоннелей от пожаров следует предусматривать в соответствии с [ГОСТ 12.4.009](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=4120).

5.12.8 Требования пожарной безопасности к электрическим сетям и оборудованию

5.12.8.1 Электрооборудование тоннеля следует проектировать, монтировать и эксплуатировать по [[18]](#P2576) и действующим нормативным документам по пожарной безопасности.

5.12.8.2 Контактную сеть тоннеля выделяют в отдельную секцию, ограниченную с обеих сторон секционными изоляторами или изолирующими сопряжениями и соединяемую со смежными секциями контактной сети через телемеханизированные разъединители с двигательным приводом и заземляющим ножом в сторону тоннеля. Секционный изолятор располагают не далее, чем в трех пролетах от портала тоннеля, а переходный пролет изолирующего сопряжения - не далее, чем в пяти пролетах.

5.12.8.3 Электроснабжение устройств автоматической пожарной сигнализации и СОУЭ тоннеля следует выполнять по категории надежности I.

5.12.8.4 Электрическое оборудование и все электрические сети должны быть защищены от коротких замыканий и перегрузок.

5.12.8.5 Взаиморезервируемые кабели систем обеспечения пожарной безопасности следует прокладывать по разным сторонам тоннеля либо по разным сторонам тоннельных кабельных каналов.

5.12.8.6 Аварийное (эвакуационное) освещение в тоннелях следует проектировать по [СП 52.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28577).

5.13 Мероприятия по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера

5.13.1 Положения раздела ПОС "Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций" (далее - "ИТМ ГОЧС") должны соответствовать требованиям норм и правил гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера по [ГОСТ Р 22.1.12](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=14253), [ГОСТ Р 22.2.13](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30288).

(в ред. [Изменения N 1](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34155&dst=100033), утв. Приказом Минстроя России от 20.09.2024 N 636/пр)

5.13.2 Раздел "ИТМ ГОЧС" должен включать оценку возможных последствий воздействия поражающих факторов техногенных и природных источников ЧС и проектные решения по предупреждению ЧС в проектируемом тоннеле.

5.13.3 При проектировании железнодорожных и автодорожных тоннелей следует предусматривать технические решения по обеспечению транспортной безопасности объекта в соответствии с [[4]](#P2562).

5.14 Мероприятия по охране окружающей среды

5.14.1 Мероприятия по охране окружающей среды следует разрабатывать в соответствии с [[9]](#P2567) на основании данных инженерных изысканий, выполненных согласно [СП 47.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27119) и требований настоящего свода правил.

5.14.2 Для оценки существующего состояния окружающей среды района размещения проектируемого тоннеля определяют характер загрязнения атмосферы, поверхностных водных объектов, подземных вод, почв и грунтов, условия использования водных ресурсов, окружающей территории, состояние растительности и животного мира.

Для оценки воздействия строительства и эксплуатации проектируемого тоннеля на окружающую среду устанавливают:

- общее (валовое) количество загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу при строительстве и эксплуатации тоннеля, в том числе по видам вредных веществ, а также по веществам, обладающим эффектом суммации (сложения) вредного воздействия;

- количество воды, необходимое для строительства и эксплуатации тоннеля, в том числе питьевой и технической;

- процентное отношение суточного объема водопотребления объекта к суточному расходу водного источника 95%-ной обеспеченности;

- количество сточных вод, сбрасываемых проектируемым объектом, в том числе в водные объекты, накопители сточных вод, бытовую канализацию, переданное другим организациям;

- химический состав образующихся сточных вод, наименование и концентрацию токсичных веществ, степень их очистки, температуру;

- общую площадь отвода земель для строительства и эксплуатации тоннеля, в том числе в постоянное и временное использование;

- размер зон санитарного разрыва в период эксплуатации;

- источники шума, вибрации, электромагнитных излучений и их уровни;

- категории и площади отчуждаемых земель, в том числе пашни, сенокосы и пастбища, многолетние насаждения, земли лесного фонда, земли городских и сельских поселений, нарушенные земли, прочие земли;

- воздействие объекта на социальные условия жизни населения, объекты культуры, исторические и природные памятники, на визуальные доминанты, определяющие характерный облик ландшафта.

5.14.2.1 Мероприятия по охране атмосферного воздуха

Основание для разработки мероприятий по охране атмосферного воздуха - результаты расчетов приземных концентраций загрязняющих веществ (карты рассеивания) при строительстве и эксплуатации тоннеля для холодного и теплого периодов года [[20]](#P2578) с использованием унифицированной программы расчета загрязнения атмосферы. Изолинии рассеивания наносят на карту-схему расположения источников выбросов с учетом границ строительных площадок и санитарных разрывов.

Для периода строительства тоннеля в расчете учитывают массу выбросов загрязняющих веществ от строительной техники, автотранспорта, дизельных электростанций, котельных, технологических процессов. Номенклатуру выбросов определяют по соответствующим методикам.

Для периода эксплуатации железнодорожного тоннеля в расчете массы выбросов учитывают окислы азота, оксид углерода, сажу, максимальные разовые предельно допустимые концентрации которых принимают по [[19]](#P2577).

Мероприятия, направленные на защиту атмосферного воздуха, должны обеспечивать соблюдение предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ с учетом фоновых значений на границах строительных площадок и за пределами санитарных разрывов, прилегающих к порталам тоннелей при эксплуатации.

Отношение содержания загрязняющих веществ в воздухе к их ПДК не должно превышать 1,0, а в местах массового отдыха населения, на территориях размещения лечебно-профилактических учреждений длительного пребывания больных и центров реабилитации - 0,8.

В случае расположения рядом с тоннелями производственных объектов, обладающих выбросами загрязняющих веществ, опасными для здоровья людей, необходимо обеспечивать защиту от проникания в тоннели загрязняющих веществ от этих производств.

5.14.2.2 Мероприятия по охране водных ресурсов

Для охраны водных объектов необходимо соблюдать требования [[19]](#P2577) и учитывать следующее:

- размещение тоннелей не должно нарушать гидрологического режима существующих водных объектов и гидрогеологических условий прилегающих территорий;

- при проектировании тоннеля, расположенного в водоохранной зоне (полосе) и на водных объектах (тоннели под водой), следует руководствоваться [[6]](#P2564);

- сброс дренажных и сточных вод со строительных площадок и тоннелей следует предусматривать в соответствии с [ГОСТ 17.1.3.13](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=OTN&n=8515).

Тоннели, заложенные в толще водоносных грунтов, должны в минимальной степени нарушать естественный режим и уровень подземных вод:

- отвод загрязненного поверхностного стока с территории строительной площадки должны выполнять через очистные сооружения;

- возможность сброса дренажных и сточных вод из тоннельных сооружений и со строительных площадок на рельеф определяют соответствием концентрации загрязняющих веществ в стоках предельно допустимым концентрациям для категории водного объекта в пределах его водосборной площади и отводимому объему воды;

- при отведении сточных вод в водный объект проводят, в соответствии с [[7]](#P2565) и с учетом фоновой концентрации загрязняющих веществ, гидрологических и гидрохимических особенностей водного объекта, возможной степени разбавления сточных вод и самоочищающей способности водоема (водотока), расчет норматива допустимого сброса (НДС) загрязняющих веществ, концентрация которых не должна превышать нормативных требований к составу и качеству вод данного водного объекта;

- при расчете суммарного загрязнения водного объекта от нескольких вредных веществ следует определять лимитирующий показатель вредности (ЛПВ) с учетом примесей, поступивших в водоем или водоток от выше расположенных выпусков;

- сброс сточных вод от строящегося и эксплуатируемого тоннеля в систему канализации населенного пункта или наружные сети ливневой канализации выполняют на основе технических условий на его подключение к системам канализации с соблюдением требований [СП 32.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33540);

- проекты очистных устройств следует разрабатывать в зависимости от вида водного объекта, предназначенного для сброса сточных вод из тоннелей и притоннельных сооружений;

- для предотвращения аварийных сбросов систему отвода дренажных и сточных вод и их очистки следует проектировать с учетом максимального возможного их расхода;

- пункты мойки колес автомобильного транспорта должны быть оборудованы системой оборотного водоснабжения, система очистки воды от мойки колес должна обеспечивать очистку воды до показателей концентрации веществ по [таблице 5.14](#P1834).

Таблица 5.14

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Концентрация, мг/л |
| для водооборота | для сброса в городской коллектор |
| Взвешенные вещества | 10 | 10 |
| Нефтепродукты | 20 | 0,3 - 0,05 |
| Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) | 10 | 1,0 - 0,1 |

5.14.2.3 Мероприятия по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортированию и размещению опасных отходов

Объем отходов, образующихся при строительстве и эксплуатации тоннелей, подлежит обязательному учету и оценке. Классификацию и токсичность отходов определяют в соответствии с [[21]](#P2579), а оценку их воздействия на окружающую природную среду выполняют по [[19]](#P2577).

Класс опасности отходов устанавливают по степени непосредственного или опосредованного воздействия на окружающую природную среду (ОПС) в соответствии с критериями [таблицы 5.15](#P1854).

Таблица 5.15

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Степень вредного воздействия опасных отходов на окружающую природную среду (ОПС) | Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для ОПС | Класс опасности для ОПС |
| 1 Очень высокая | Экологическая система необратимо нарушена.Период восстановления отсутствует | Класс I - чрезвычайно опасные |
| 2 Высокая | Экологическая система сильно нарушена.Период восстановления не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия | Класс II - высокоопасные |
| 3 Средняя | Экологическая система нарушена.Период восстановления не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника | Класс III - умеренно опасные |
| 4 Низкая | Экологическая система нарушена.Период самовосстановления не менее трех лет | Класс IV - малоопасные |
| 5 Очень низкая | Экологическая система практически не нарушена | Класс V - практически неопасные |

Отходы I - V классов опасности передают юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям, осуществляющим на законных основаниях деятельность по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию и размещению отходов.

5.14.2.4 Вторичные ресурсы рассматривают в качестве отходов исключительно при передаче их на утилизацию либо захоронение другим юридическим лицам, осуществляющим утилизацию или размещение отходов.

5.14.2.5 Перед принятием решения о размещении на площадках или полигонах образуемого при проходке тоннельных сооружений грунта, не требуемого в полном объеме для строительства объекта, допускается при технико-экономическом обосновании предусмотреть возможность его использования для выполнения работ на объекте, для восстановления, рекультивации и консервации нарушенных земель (неудобий, эрозионных участков, отработанных карьеров и т.п.) в целях их вовлечения в хозяйственный оборот, проведения природоохранных, биотехнических, лесохозяйственных, противопожарных и иных мероприятий с соблюдением необходимых природоохранных мероприятий.

5.14.3 Мероприятия по охране объектов растительного и животного мира и среды их обитания (при наличии объектов растительного и животного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации и красные книги субъектов Российской Федерации, отдельно указывают мероприятия по охране таких объектов) должны быть направлены на предотвращение нарушений условий развития растительного и животного мира, вырубки лесов и кустарников, деградации болот, изменений гидрологического режима водных объектов, ухудшения путей миграции животных, уменьшения размеров популяций и вымирания их видов.

5.14.4 Мероприятия по охране и рациональному использованию земельных ресурсов и почвенного покрова, рекультивации нарушенных или загрязненных земельных участков и почвенного покрова должны обеспечивать:

- сохранность особо охраняемых природных территорий и ценных объектов окружающей среды при выборе участка строительства;

- снижение землеемкости проектируемого объекта;

- предупреждение территориального разобщения земель, образования локализованных участков и нарушения межхозяйственных и внутрихозяйственных связей других землепользователей;

- максимальное снижение размеров и интенсивности выбросов (сбросов) загрязняющих веществ на территорию объекта и прилегающие земли;

- своевременную рекультивацию земель, нарушенных при строительстве и эксплуатации объекта;

- снятие и использование почвенного слоя для рекультивации нарушенных земель или землевания малопродуктивных сельхозугодий.

После окончания строительства тоннеля необходимо восстановить почвенный и растительный покров, закрепить и одерновать образовавшиеся откосы, выработанные карьеры и отвалы.

Принимаемые проектные решения по строительству тоннеля должны быть увязаны с общим улучшением градостроительной обстановки и благоустройством территории строительства.

5.14.5 Мероприятия по защите от шума и вибраций, возникающих при проведении строительных работ и прогнозируемых от движения транспортных средств при эксплуатации тоннеля, должны быть направлены на защиту помещений жилых и общественных зданий, а также селитебных территорий, расположенных вблизи объектов строительства и эксплуатации в соответствии с [[19]](#P2577). В помещениях жилых, общественных и производственных зданий с постоянным пребыванием людей уровни вибрации должны быть не более нормативных значений, регламентированных [[19]](#P2577).

Ожидаемые вибрации и шум в зданиях и сооружениях, а также на селитебных территориях, находящихся вблизи транспортных тоннелей, оценивают на основе расчетов.

Критерии вибрационной безопасности принимают по [ГОСТ 12.1.012](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=10395). При превышении допустимых уровней шума и вибрации необходимо предусматривать шумо- и виброзащитные мероприятия.

Для снижения уровня шума в тоннеле и притоннельных сооружениях следует применять звукоизолирующие и звукопоглощающие ограждения, в вентиляционных системах следует предусматривать установку глушителей шума на всасывании и выхлопе.

Для железнодорожных тоннелей в жилой или промышленной зоне следует предусматривать мероприятия по гашению вибрации от движения поездов с таким расчетом, чтобы уровень вибрации в жилых, общественных и производственных зданиях не превышал допустимых значений, установленных санитарными нормами.

5.14.6 Программу производственного экологического контроля (мониторинга) изменения всех компонентов экосистемы при строительстве и эксплуатации линейного объекта, а также при авариях на его отдельных участках, разрабатывают в составе проектной документации на основе [[7]](#P2565).

5.15 Сохранение зданий, сооружений, памятников истории и культуры

5.15.1 При проектировании железнодорожных и автодорожных тоннелей на застроенной территории следует исключать негативные воздействия на здания, сооружения, инженерные коммуникации, а также на памятники истории и культуры в соответствии с требованиями [[1]](#P2559), [[8]](#P2566), [СП 248.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33283), [СП 361.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=22516) и настоящего свода правил.

При необходимости следует разрабатывать мероприятия по их сохранности на период строительства (или реконструкции) и эксплуатации тоннеля.

5.15.2 Для качественной и количественной оценки влияния возведения подземных сооружений на эксплуатируемые здания, сооружения и инженерные коммуникации выполняют геотехнический прогноз, представляющий собой комплекс работ аналитического и расчетного характера в соответствии с требованиями [ГОСТ 27751](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30251), [СП 22.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33228), [СП 248.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33283).

5.15.3 Комплекс работ для геотехнического прогноза в соответствии с [СП 120.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34314) включает:

- обследование зданий, сооружений и коммуникаций, попадающих в зону влияния [(5.15.4)](#P1908) строительства или реконструкции объекта, в соответствии с требованиями [ГОСТ 31937](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33285) и [ГОСТ Р 57208](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27121);

- математическое моделирование совместной работы подземного сооружения с вмещающим грунтовым массивом и окружающей застройкой, с учетом этапов строительства объекта;

- проектирование мероприятий по обеспечению сохранности и безопасной эксплуатации существующей застройки на период строительства и эксплуатации объекта с сопровождением проектных решений расчетным обоснованием их необходимости и достаточности;

- комплексный геотехнический мониторинг;

- научное сопровождение сложных технологий строительства объекта.

5.15.4 Предварительные размеры зоны влияния строительства (или реконструкции) для выполнения инженерных изысканий и обследования определяют для сооружений возводимых:

- открытым или полузакрытым способами, - в соответствии с требованиями [СП 22.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33228);

- закрытым способом, вне зависимости от метода проходки, - равными двум глубинам заложения оси тоннеля (одна глубина заложения от оси тоннеля в каждую сторону);

- для вертикальных стволов - равными 5*d*ст, где *d*ст - диаметр ствола.

5.15.5 Обследование и оценку технического состояния зданий, сооружений и коммуникаций, расположенных в зоне влияния строительства (или реконструкции), выполняют в объеме, установленном [ГОСТ 31937](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33285).

5.15.6 Деформации зданий и сооружений, расположенных в зоне влияния строительства (или реконструкции), не должны превышать предельно допустимых:

- для открытого способа работ, а также для закрытого способа работ в несвязных грунтах - по [СП 22.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33228);

- при строительстве тоннелей глубокого заложения закрытым способом в скальных и связных грунтах - в качестве критерия предельной дополнительной деформации основания фундаментов используют величину относительной разности осадок по [СП 22.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33228).

Примечания

1 Зону влияния измеряют от внешней грани тоннельного сооружения.

2 Зону влияния следует ограничивать размерами, за пределами которых общие (суммарные) перемещения поверхности грунта или окружающей застройки не превышают 1 мм.

3 В пределах зоны влияния следует выделять зону интенсивных деформаций (зона, в пределах которой общие (суммарные) перемещения, вызванные строительством, превышают 5 мм).

5.15.7 Геотехническую модель выбирают на основании данных об инженерно-геологическом строении площадки строительства, полноты инженерно-геологических изысканий, глубины заложения подземного сооружения и технологии производства работ.

Принимаемая расчетная модель должна быть обоснована, верифицирована, отражать действительные условия работы зданий и сооружений в рассматриваемой расчетной ситуации в соответствии с требованиями [[1]](#P2559), [СП 248.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33283).

При проведении математического моделирования применяют также нелинейные геотехнические модели, использующие нестандартные характеристики деформационных и прочностных свойств грунтов основания и скальных массивов, определяемые дополнительно в соответствии с [5.2.1.5](#P362).

Расчетные модели (в том числе расчетные схемы и основные предпосылки расчета) строительных конструкций должны отражать действительные условия работы зданий и сооружений.

5.15.8 На основании результатов выполненного прогноза следует устанавливать необходимость разработки и проведения комплекса мероприятий, обеспечивающих безопасность строительства и эксплуатационную надежность вновь возводимых (реконструируемых) объектов, эксплуатационную пригодность окружающей застройки.

Защитные мероприятия в процессе строительства автодорожных и железнодорожных тоннелей необходимо разрабатывать на основании требований [СП 116.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30222), [СП 361.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=22516) и [СП 248.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33283).

5.15.9 Для предотвращения влияния деформаций грунта на здания, сооружения, инженерные коммуникации, памятники истории и культуры при сооружении тоннелей, следует:

при закрытом способе работ:

- применять малоосадочные технологии сооружения тоннелей, уменьшающие или исключающие осадки поверхности над тоннелями;

- ликвидировать строительный зазор между обделкой и грунтом непосредственно у забоя путем непрерывного нагнетания раствора за первое от забоя кольцо обделки;

- оборудовать щиты устройствами, уменьшающими деформацию кольца обделки при сходе его с оболочки щита;

- укреплять конструкции зданий и сооружений предварительно путем усиления конструкций, подводки фундаментов, искусственной стабилизации грунтов для обеспечения их сохранности при возможных осадках поверхности;

при открытом способе работ:

- выносить из зоны строительства существующие инженерные коммуникации;

- применять металлический шпунт или сплошное железобетонное крепление котлованов, исключающее выпуски или разуплотнение грунта за пределами котлована, возводить обделку методом "стена в грунте"; в отдельных случаях - сооружение тоннеля по частям в траншеях, локальных малых котлованах или в колодцах.

5.15.10 Подземные коммуникации, пересекающие проектируемые тоннели или проходящие в зоне осадок, заключают в стальные футляры, входящие в колодцы за границами зоны возможных осадок грунта.

При невозможности обеспечить сохранность коммуникаций допускается перекладывать их с выносом за пределы зоны возможных осадок.

5.15.11 Геотехнический мониторинг окружающей застройки, в том числе подземных инженерных коммуникаций (по [5.17](#P1944)), проводят при их расположении в зоне влияния нового строительства или реконструкции подземных объектов, размеры которой определяют по результатам геотехнического прогноза в соответствии с настоящим разделом и [СП 22.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33228).

5.15.12 В инженерно-геологических условиях III категории сложности по [СП 47.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27119), при наличии в зоне влияния строительства окружающей застройки, необходимо предусматривать научно-техническое сопровождение строительства в соответствии с [ГОСТ 27751](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30251).

5.16 Технические и охранные зоны

5.16.1 Охранные и технические зоны ([3.25](#P219), [3.43](#P247)) тоннельных сооружений следует наносить на топографические планы городской территории масштабов 1:2000, 1:500.

5.16.2 Проведение каких-либо работ, проектирование и новое строительство в пределах технических и охранных зон выполняют только по согласованию с организациями, проектирующими и эксплуатирующими автодорожные и железнодорожные тоннели, согласно [[1]](#P2559).

5.16.3 В случае, если тоннельные сооружения попадают в предварительно назначенную зону влияния строящегося или реконструируемого здания или сооружения, необходимо выполнять геотехнический прогноз по [5.15.2](#P1901) изменения напряженно-деформированного состояния грунтового массива, вмещающего сооружения тоннеля, и прочностной расчет конструктивной системы подземного объекта.

5.17 Геотехнический мониторинг строительства и эксплуатации железнодорожных и автодорожных тоннелей

5.17.1 Геотехнический мониторинг строящихся и эксплуатируемых железнодорожных и автодорожных тоннелей выполняют в соответствии с требованиями [СП 22.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33228), [СП 305.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=31259) по программе, разработанной и утвержденной в составе проектной документации на объект.

5.17.2 Цель геотехнического мониторинга при строительстве тоннелей - обеспечение безопасности путем своевременного выявления изменений контролируемых параметров конструкций и грунтов оснований, которые приводят к переходу объектов в ограниченно работоспособное или аварийное состояние.

5.17.3 Необходимость проведения геотехнического мониторинга устанавливают в зависимости от геотехнической категории согласно [СП 22.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33228), уровня ответственности объекта согласно [[1]](#P2559), [ГОСТ 27751](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30251), сложности инженерно-геологических условий площадки строительства согласно [СП 47.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27119).

Примечание - В случае, если в зону влияния (согласно [5.15.4](#P1908)) попадает сооружение окружающей застройки более высокого уровня ответственности, геотехническая категория проектируемого сооружения должна быть повышена с учетом уровня ответственности сооружения, которое подвергается влиянию проектируемого.

Для тоннелей геотехнических категорий 2 и 3 необходимо проводить геотехнический мониторинг:

- оснований и конструкций тоннелей;

- ограждающих конструкций котлованов;

- массива грунта, окружающего подземное сооружение и расположенного на застроенной территории.

5.17.4 При разработке программы геотехнического мониторинга следует учитывать объем, сроки, периодичность и методы работ при выполнении мониторинга и руководствоваться требованиями [СП 22.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33228). Периодичность наблюдений увязывают с графиком проведения строительных работ.

5.17.5 При проведении геотехнического мониторинга выполняют:

- систематическую фиксацию изменений контролируемых параметров конструкций сооружений и геологической среды;

- своевременное выявление отклонений контролируемых параметров конструкций строящегося (реконструируемого) объекта и его основания от заданных проектных значений, параметров грунтового массива;

- анализ степени опасности выявленных отклонений контролируемых параметров и установление причин их возникновения;

- разработку мероприятий, предупреждающих и устраняющих выявленные негативные процессы или причины, которыми они обусловлены.

5.17.6 При строительстве тоннелей для выполнения геотехнического мониторинга используют следующие методы:

- визуально-инструментальные (наблюдения за состоянием конструкций, в том числе поврежденных, с фиксацией дефектов маяками или аналогичными устройствами, фотофиксация);

- геодезические (фиксация перемещений марок) с применением нивелиров, теодолитов, тахеометров, сканеров (в том числе оптических, электронных, лазерных) и навигационных спутниковых систем;

- гидрогеологические (определение сезонных уровней грунтовых вод, вычисления порового (гидростатического) давления и оценки его воздействия на конструкции);

- параметрические (фиксация напряжений в основании, в несущих конструкциях) с применением комплекса датчиков напряжений и деформации (в том числе струнных, тензометрических, оптико-волоконных, инклинометрических);

- виброметрические (измерение кинематических параметров колебаний: виброперемещений, виброскоростей, виброускорений);

- геофизические (электромагнитные, сейсмические) - определение и прогнозирование состояния строительных конструкций и геологической среды.

Примечание - Допускается для фиксации изменений контролируемых параметров использовать другие методы, в том числе косвенные, которые должны обеспечивать достоверность результатов наблюдений и их согласованность с результатами, полученными по указанным методам.

5.17.7 Геотехнический мониторинг выполняют в период строительства и на начальном этапе эксплуатации вновь возводимых или реконструируемых тоннелей. При отсутствии стабилизации изменений контролируемых параметров геотехнический мониторинг необходимо продолжать. Сроки проведения мониторинга определяют по [СП 22.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33228).

6 Устройства и системы, обеспечивающие эксплуатацию автодорожных тоннелей

6.1 Конструкции дорожной одежды

6.1.1 Конструкция и материалы для дорожной одежды в тоннелях и на рамповых участках должны соответствовать требованиям [ГОСТ 33153](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19290), [СП 34.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=26904) для опасных условий движения на открытых участках автомобильных дорог.

Конструкции должны быть капитального типа, долговечными, обеспечивать прочность и устойчивость конструктивных элементов при воздействии установленных внешних и внутренних нагрузок на всех этапах их жизненного цикла, соответствовать требуемой пропускной способности тоннелей и обеспечивать отвод воды с дорожного полотна.

6.1.2 Конструкция дорожной одежды на лотковой части обделки (при открытом способе работ) или плите проезжей части (при закрытом способе) должна включать гидроизоляцию, защитный слой по ней, асфальтобетонное, цементобетонное или иное покрытие в соответствии с требованиями [СП 34.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=26904).

Для дорожного покрытия не допускается применять материалы с пожарной опасностью более Г1.

Гидроизоляцию на лотковой части обделки и плите под проезжую часть следует предусматривать на всю ширину проезжей части с заводкой ее на конструкцию служебного прохода или стены на высоту не менее 15 см выше уровня дорожного покрытия.

6.1.3 Для гидроизоляции следует применять материалы в соответствии с требованиями [ГОСТ Р 55396](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28451), [ГОСТ Р 59179](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27008).

6.1.4 Вид покрытия дорожной одежды (асфальтобетонное или цементобетонное) следует принимать на основании технико-экономического обоснования исходя из обеспечения межремонтных сроков службы дорожных покрытий, пожарной безопасности, освещенности тоннельных сооружений, однотипности покрытия на смежных участках с тоннельными сооружениями, иных требований согласно [СП 34.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=26904).

Для непротяженных (длиной менее 1 км) и городских тоннелей из условия идентичности производства работ на закрытых и открытых участках трассы применяют асфальтобетонное покрытие.

Для протяженных (длиной свыше 1 км), горных и подводных тоннелей, при обосновании используют цементобетонное покрытие.

6.1.5 Асфальтобетонное покрытие дорожной одежды следует предусматривать двухслойным, конструкцию покрытия назначают идентичной конструкции на подходах к тоннелю. Поверхность покрытия должна быть устойчивой против износа и шлифуемости под воздействием движения в соответствии с [СП 34.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=26904).

6.1.6 Для обеспечения адаптации зрения водителей покрытие проезжей части принимают по [ГОСТ Р 56521](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19492).

Облицовку или покрытие стен и перекрытия транспортных зон тоннелей следует предусматривать по [ГОСТ 33153](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19290).

Наружные углы ниш и камер должны быть окрашены флуоресцирующей краской на высоту не менее 0,5 м.

6.2 Эксплуатационные устройства и оборудование

6.2.1 Общие требования

6.2.1.1 Состав эксплуатационно-технического оборудования определяют проектной документацией в соответствии с [ГОСТ 33153](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19290).

6.2.1.2 Размещаемые в тоннелях приборы и оборудование должны быть необходимой степени защиты от воздействия агрессивных факторов воздушной среды тоннелей, повышенной влажности, перепада температур, а также повреждений при механизированной мойке стеновых конструкций или попытках их умышленной порчи.

6.2.1.3 Прокладку инженерных коммуникаций, за исключением распределительных сетей, подходящих к оборудованию, установленному непосредственно в зонах проезжих участков тоннелей, допускается предусматривать в технических проходных коллекторах, для обеспечения высокой степени их защиты в условиях чрезвычайных ситуаций, если данное решение не приводит к существенному увеличению сечения тоннеля.

6.2.1.4 Проектом должен быть предусмотрен технологический резерв основного оборудования, влияющего на жизнеобеспечение тоннеля (силовые трансформаторы, вентиляторы тоннельной вентиляции, насосы противопожарных водоотливных установок). Резервные агрегаты должны быть установлены рядом с рабочими агрегатами так, чтобы ввод их в рабочее состояние был возможен путем оперативных переключений.

Проектом должны быть предусмотрены запасные части к основному эксплуатационному оборудованию тоннелей, предоставляемые эксплуатирующей организации при приемке тоннелей в эксплуатацию.

6.2.1.5 Срок службы основных эксплуатационных устройств, установленных в тоннеле и на подходах к нему, должен быть не менее 10 лет.

Технические средства организации дорожного движения, ограждения, горизонтальная освещенность от искусственного освещения должны соответствовать требованиям безопасности по [ГОСТ Р 56521](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19492).

6.2.1.6 В автодорожных тоннелях должны быть устройства теленаблюдения за движением транспортных средств и средства связи для передачи информации об аварийной обстановке в ДП и подразделение охраны.

6.2.2 Электроснабжение и электроустановки

6.2.2.1 Питание электроустановок тоннелей предусматривают от городских или собственных трансформаторных подстанций.

Для электроснабжения тоннеля от питающих центров, расположенных вблизи тоннеля, необходимо сооружение распределительного пункта (РП - 0,4 кВ).

Необходимое количество трансформаторных подстанций и РП - 0,4 кВ определяют расчетом.

При длине тоннеля более 3000 м необходимо предусматривать внешнее электроснабжение портальных подстанций от разных источников электроснабжения (электростанции или подстанции энергосистемы). При этом, необходимо обеспечивать электроснабжение всех подстанций тоннеля от одного источника, а в случае аварийной ситуации, от другого источника [(6.2.3)](#P2040).

Для обеспечения требуемой категории надежности электроснабжения допускается использовать автономные источники - дизельные электростанции (ДЭС).

В качестве источника электроснабжения (электростанции) допускается применять объекты генерации с использованием возобновляемых источников энергии.

6.2.2.2 Электроснабжение силовых, осветительных и других технологических потребителей предусматривают переменным током напряжением 380/220 В, частотой 50 Гц от общих трансформаторов с глухозаземленной нейтралью по системе TN-C-S. При техническом обосновании в электроустановках применяют другие уровни напряжения.

6.2.2.3 Электроснабжение трансформаторных подстанций следует обеспечивать напряжением 6, 10 или 20 кВ от двух независимых источников, для чего необходимо устанавливать распределительные устройства РУ-20/10/6 кВ, состоящие из двух секций шин.

Каждый трансформатор в аварийном режиме (при отключении одного из них) должен с допустимой перегрузкой обеспечивать расчетную нагрузку обеих секций РУ-380/220 В.

Применение маслонаполненного оборудования на подземных подстанциях не допускается.

6.2.2.4 Электроустановки автодорожных тоннелей должны соответствовать [[18]](#P2576).

6.2.2.5 Электроприемники по степени обеспечения надежности электроснабжения согласно [[18]](#P2576) относят к следующим категориям:

I особая группа электроприемников - установки всех систем обеспечения организации и безопасности движения и эксплуатации тоннеля (диспетчеризации, дистанционного управления электроустановками, электросвязи, теленаблюдения, заградительной и оповестительной сигнализации, контроля доступа, контроля газового состава воздуха), автоматической пожарной сигнализации, громкоговорящего оповещения и управления эвакуацией, аварийного освещения, установок пожаротушения автоматических;

II - системы установок вентиляционных и водоотливных, рабочее освещение тоннеля;

III - сети путейских ящиков, других электроустановок.

Питание нагрузок категории надежности I выполняют по двум взаимно резервируемым линиям от разных секций шин тоннельной подстанции с установкой автомата включения резерва (АВР) у потребителя. Месторасположение АВР определяют при проектировании.

В качестве дополнительного независимого источника используют агрегаты бесперебойного питания и аккумуляторные батареи.

6.2.2.6 Все электроприемники, в том числе работающие в автоматическом режиме, должны быть с местным управлением. Вентиляционные системы, насосные установки, автоматические установки пожаротушения и системы рабочего освещения должны быть с дистанционным управлением из диспетчерского пункта и сигнализацией их состояния.

В насосных установках следует предусматривать автоматическое управление работой насосов в зависимости от уровня воды в водосборниках.

6.2.2.7 Степень защиты электрооборудования, расположенного в транспортных зонах тоннелей, должна быть не менее IP 54, а в других зонах тоннелей и притоннельных сооружениях - не менее IP 43.

Для освещения транспортных зон тоннелей следует применять световые приборы со степенью защиты не менее IP 65.

Степень защиты светильников для аварийного эвакуационного освещения (указатели направлений эвакуации и эвакуационных выходов, освещения путей эвакуации), обозначения мест расположения пожарных гидрантов, средств оповещения, связи от воздействия окружающей среды должна быть не менее IP 66.

6.2.2.8 Электроприемники с автономными источниками питания должны проходить периодическую проверку их работоспособности.

6.2.2.9 Для подключения мобильных механизмов и оборудования для ремонтных работ в тоннеле предусматривают устройство путейских ящиков, рассчитанных на подключение нагрузки суммарной мощностью 10 кВт и имеющих в своем составе силовую розетку 380/220 В (3 фазы, заземление).

Для подключения светильников местного освещения при ремонтных и других работах в тоннеле предусматривают путейские ящики с безопасными разделительными трансформаторами на напряжение 12/36 В.

Путейские ящики размещают: первые - через 100 - 120 м, вторые - через 50 - 60 м на высоте 500 - 700 мм от уровня служебного прохода или верха защитной полосы по одной стороне тоннеля - в однопутных и по обеим сторонам - в двухпутных тоннелях.

Путейские ящики размещают в камерах и нишах тоннеля или устанавливают на боковых стенах тоннеля с соблюдением габарита приближения строений по [ГОСТ 24451](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=12884).

6.2.2.10 В тоннелях следует применять бронированные кабели с медными токоведущими жилами. Небронированные кабели прокладывают в сетях освещения и для подключения электроприемников при соблюдении требований [[18]](#P2576).

Прокладка изолированных проводов без защитной оболочки не допускается.

Кабели систем противопожарной защиты (пожарная сигнализация, СОУЭ, аварийное освещение, установки пожаротушения, дымоудаления и подпора воздуха), прокладываемые в тоннелях и штольнях, должны быть огнестойкими, исполнения нг-FRLS и нг-HR, силовые кабели прочих систем - исполнения нг-LS по [ГОСТ 31996](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=26603). Ответвительные коробки должны быть выполнены из материалов, стойких к воздействию накаленных элементов и пламени.

6.2.2.11 Прокладку основной части кабелей следует выполнять в коллекторах, каналах, силовых кабелей - по одной стороне, контрольных и слаботочных - по другой стороне коллектора или канала.

При отсутствии в тоннеле кабельных каналов кабели прокладывают по боковым стенам на высоте не менее 3000 мм от уровня проезжей части. При этом, кабели должны быть защищены от механических повреждений защитными экранами и изолированы в противопожарном отношении от транспортной зоны тоннеля.

Прокладывают кабели по одной стороне при условии группировки кабельных линий на кронштейнах (силовые кабели выше 1 кВ, силовые кабели до 1 кВ, слаботочные кабели) и выполнения разделительных перегородок из несгораемых материалов между группами силовых и слаботочных кабелей. Прокладку групп кабелей выполняют с соблюдением установленных [[18]](#P2576) расстояний между силовыми и слаботочными кабелями.

Прокладка кабелей под полотном дороги для перехода с одной стороны тоннеля на другую не допускается, за исключением случаев, когда проходные кабельные каналы размещают в кабельном отсеке, расположенном под проезжей частью. При отсутствии кабельных каналов переход кабелей следует выполнять по своду тоннеля.

В подсводовом отсеке тоннеля, используемом в качестве вентиляционного канала, прокладывают только электропроводки групповых сетей освещения вентиляционного канала, а также кабелей к технологическим устройствам, размещаемым в вентиляционном канале.

6.2.2.12 Места прохода кабельных линий сквозь строительные конструкции тоннеля следует выполнять в закладных трубах или проемах с заделкой трубных отверстий и проемов несгораемым материалом с пределом огнестойкости не менее предела огнестойкости строительной конструкции.

6.2.2.13 Прокладка транзитных кабелей городских электрических сетей в тоннеле не допускается.

В горных автодорожных тоннелях прокладывают транзитные магистральные кабели связи.

6.2.2.14 Размещение электрооборудования в трансформаторных подстанциях и других электроустановках, а также заземление электроустановок и защиту людей от поражения электрическим током при повреждении изоляции следует предусматривать в соответствии с [[18]](#P2576).

6.2.2.15 В групповых силовых и осветительных сетях следует обеспечивать их автоматическую защиту по токам утечки с помощью устройства защитного отключения (УЗО).

Установка УЗО в сетях питания противопожарного оборудования, аварийного и эвакуационного освещения не допускается.

6.2.2.16 Пожарная безопасность электрических изделий должна быть подтверждена сертификатами. Выбор огнезащитных составов для элементов электроустановок должен быть технически обоснован.

6.2.3 Электроосвещение

Электроосвещение автодорожных тоннелей, а также притоннельных сооружений выполняют в соответствии с [СП 52.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28577).

6.2.4 Вентиляция

6.2.4.1 Системы вентиляции должны обеспечивать нормируемые параметры воздуха в транспортной и других обслуживаемых зонах по [[19]](#P2577). Системы вентиляции автодорожных тоннелей следует проектировать и оборудовать в соответствии с требованиями с [СП 7.13130](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=25034), [ГОСТ 33153](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19290), [ГОСТ Р 59203](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27142).

6.2.4.2 Параметры системы тоннельной вентиляции и системы дымоудаления следует определять расчетом.

6.2.4.3 Вентиляция должна обеспечивать необходимую чистоту и температуру, давление, влажность и скорость движения воздуха в тоннеле, нормируемое содержание вредных веществ в транспортной зоне и в удаляемом из тоннеля воздухе, в зонах расположения воздуховыпускных устройств (вентиляционных киосков), способствовать быстрой локализации продуктов горения, дымоудалению и эвакуации людей в случае возникновения пожара.

Вентиляция должна быть рассчитана на следующие режимы движения транспорта в тоннелях:

А (нормальный режим) - безостановочное движение транспорта с расчетной скоростью при интенсивности, соответствующей часу "пик";

Б (замедленный режим) - безостановочное движение транспорта со скоростью менее 20 км/ч;

В (транспортная пробка) - остановка транспорта с работающими двигателями;

Г (прерывистый режим для городских тоннелей) - движение транспорта со скоростью менее 10 км/ч, сопровождаемое частыми остановками.

6.2.4.4 Воздухообмен при механической вентиляции следует осуществлять по приточной, вытяжной или приточно-вытяжной схемам с подачей и удалением воздуха через порталы (продольная система вентиляции), вентиляционные стволы и каналы (полупоперечная и поперечная системы вентиляции), а также по комбинированной схеме с использованием продольной вентиляции, в том числе со струйными вентиляторами в соответствии с [ГОСТ Р 59203](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27142).

6.2.4.5 Применяют продольную систему вентиляции с подачей или вытяжкой воздуха через порталы в тоннелях с двусторонним движением длиной до 1,0 км и односторонним движением - до 1,5 км, продольно-поперечную и полупоперечную - до 2,0 и 3,0 км, соответственно.

Для искусственного проветривания тоннелей длиной более 2 - 3 км допускается устройство вентиляционных стволов или штолен для подачи свежего и удаления загрязненного воздуха с использованием поперечной или комбинированной системы вентиляции.

Выбор вентиляционной системы в автодорожных тоннелях уточняют расчетом с учетом обеспечения безопасной эксплуатации.

6.2.4.6 Выполнение нормативных требований по содержанию вредных веществ, ПДК оксида углерода (CO), оксида азота (в пересчете на NO2), в зависимости от времени пребывания в тоннеле, длины тоннеля, скорости движения транспорта, содержания углеводородов, сажи и других вредных веществ обеспечивают в соответствии с [ГОСТ 33153](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19290) и [СП 298.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=24012).

6.2.4.7 Производительность вентиляции тоннелей необходимо проверять на удаление возможных теплоизбытков при расчетной температуре наружного воздуха, равной средней температуре самого жаркого месяца. Расчетная средняя температура воздуха по длине тоннелей должна быть не более 35 °C. Минимальную температуру воздуха в тоннеле не регламентируют.

6.2.4.8 Максимальную допустимую скорость движения воздуха следует принимать:

- в транспортной зоне тоннеля - 6 м/с без учета движения транспортных средств (при обосновании - 10 м/с);

- продольных вентиляционных каналах - 20 м/с (при обосновании - 25 м/с);

- поперечных вентиляционных каналах - 8 м/с.

6.2.4.9 Вентиляционные установки должны иметь резерв производительности системы по разбавлению вредных веществ не менее 50% и по удалению теплоизбытков не менее 30%.

6.2.4.10 Вентиляционные установки следует размещать в отдельных помещениях непосредственно у порталов, в местах расположения эксплуатационно-технических блоков, у вентиляционных стволов или в подземных камерах в зависимости от местных градостроительных условий и объемно-планировочных решений.

Воздухозаборные вентиляционные киоски следует располагать в местах наименьшего загрязнения атмосферного воздуха. Приточные жалюзи должны быть размещены на высоте не менее 2 м от поверхности земли (низ решетки).

Для исключения рециркуляции воздуха между порталами параллельных тоннелей при различном направлении движения транспортных средств необходимо предусматривать разделительную стену между порталами или разнесение входного и выходного портала по длине трассы. Параметры разделительной стены и расстояние разнесения порталов определяют расчетом.

6.2.4.11 В вентиляционных каналах со стороны всасывающих и вытяжных вентиляционных устройств, а при обосновании расчетом и со стороны тоннелей, для снижения шума от работы вентиляторов на прилегающих селитебных территориях необходимо предусматривать установку глушителей шума до значений, указанных в [таблице 6.1](#P2067).

Таблица 6.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Уровни звукового давления, дБ | 97 | 88 | 83 | 76 | 72 | 62 | 54 | 47 |

Необходимость звукоизоляции наружных ограждений вентиляционных камер следует определять расчетом согласно [СП 51.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=31817).

6.2.4.12 Система управления установками тоннельной вентиляции должна включать в себя комплекс средств, обеспечивающих постоянный контроль физических и химических параметров воздушной среды в транспортной зоне, включая припортальные участки, и автоматическое регулирование расхода воздуха в зависимости от показаний датчиков контроля.

Замерные станции устанавливают с шагом, обеспечивающим контроль воздушной среды, на всем протяжении тоннеля с учетом профиля тоннеля и наличия кривых по трассе.

Точность измерений (погрешность) газоанализаторов должна быть достаточной для отслеживания изменений концентрации вредных веществ в воздушной среде тоннеля, но не ниже 10%. Чувствительные сенсоры газоанализаторов должны быть защищены от воздействий влаги, пыли, грязи.

6.2.4.13 При проектировании тоннельной вентиляции проверяют возможность выброса воздуха из тоннеля без очистки, в таком случае используют рассредоточение выбросов или высокие выбросы через вертикальные вентиляционные трубы, высоту которых определяют расчетом. При этом высота трубы должна быть больше высоты ближайшего наиболее высокого здания в радиусе 20 м.

При необходимости очистки выбрасываемого из тоннелей воздуха ее вид следует определять технико-экономическим расчетом. В случае применения мокрой очистки следует предусматривать места временного хранения, средства транспортирования и утилизации шлама.

6.2.4.14 Помещения эксплуатационно-технического блока должны быть оборудованы самостоятельными системами вентиляции и шумоглушения в соответствии с [СП 51.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=31817).

На всех приточных системах вентиляции служебно-технических помещений в холодный период года должен быть обеспечен подогрев подаваемого воздуха до температуры, определяемой назначением помещения, но не менее 5 °C. Приточные системы должны оснащать системой автоматики для поддержания заданной температуры воздуха.

6.2.4.15 Воздухообмен в притоннельных сооружениях обеспечивают забором и выбросом воздуха в транспортную зону тоннеля или штольню.

6.2.5 Водоснабжение и водоотведение

6.2.5.1 Водоснабжение и водоотведение должны обеспечивать противопожарные и технологические нужды тоннелей, обслуживающих тоннели зданий и сооружений, бытовые нужды диспетчерского пункта и служб эксплуатации в соответствии с требованиями [ГОСТ Р 59207](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27043), [СП 10.13130](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=365651&dst=100014), [СП 31.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28650), [СП 32.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33540).

6.2.5.2 Источник водоснабжения - централизованная система водоснабжения населенных пунктов, от которой должно быть не менее двух вводов, по одному на каждом портале, один из которых должен быть в месте расположения эксплуатационно-технического блока.

Для тоннелей вне населенных пунктов в качестве источника водоснабжения допускают использование резервуаров запаса воды.

Резервуары технологического водоснабжения должны соответствовать требованиям [СП 31.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=28650), а противопожарного водоснабжения - [ГОСТ Р 59206](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27042).

6.2.5.3 При проектировании систем противопожарного водоснабжения необходимо руководствоваться требованиями [5.12](#P1590).

6.2.5.4 В тоннелях должна быть предусмотрена система самотечного сбора и отвода в водоприемные устройства воды, поступающей с рамповых участков, при промывке тоннелей, при тушении пожара, а также из грунта в случае нарушения водонепроницаемости обделки.

Вместе с промывочной водой удаляют заносимую транспортными средствами уличную грязь, продукты износа шин и покрытия дорожной одежды, а также масла, бензин и другие нефтепродукты и вещества, остающиеся в тоннеле в случаях аварий и других чрезвычайных ситуаций.

6.2.5.5 Конструктивные решения системы водоотведения тоннелей должны учитывать общие и технические показатели и конструктивные решения тоннелей по [ГОСТ 33152](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19403).

Отвод сточных вод самотеком возможен в тоннелях одно- или двускатного продольного профиля выпуклого очертания, сооружаемых для преодоления высотных препятствий, и в тоннелях, дренажная система которых располагается выше городской водосточной сети на величину, исключающую возможность подтопления тоннеля.

Принудительный отвод сточных вод из городских автодорожных и подводных тоннелей двухскатного вогнутого очертания выполняют водоотливными установками, располагаемыми в камере в наиболее пониженной части тоннеля. В камере должен быть предусмотрен водосборник-зумпф, рассчитанный на прием максимально возможного количества сточных вод, и установлено насосное оборудование, предназначенное для перекачки сточных вод в городской или иной водосток.

В тоннелях кругового очертания с плитой для проезжей части водоотливную установку с водосборником необходимой емкости располагают под плитой проезжей части.

6.2.5.6 Для ограничения поступления воды на подходах к рамповым участкам следует предусматривать устройство искусственных водоразделов с развитыми водоприемной и водоотводящей сетями.

6.2.5.7 Образующийся на рамповых участках ливневый сток перехватывают дождеприемниками. Первые дождеприемники следует устанавливать у начала продольного уклона рамп в месте сопряжения с открытым участком улицы (дороги).

Необходимость устройства местной перекачки в конце рампы следует определять расчетом.

Устройство перехватывающих дренажных лотков, пересекающих проезжую часть, не допускается.

6.2.5.8 Система водоотвода участков тоннелей кругового очертания с проезжей частью на плите в повышенном уровне должна быть по краю пониженной стороны проезжей части в водоприемные приямки-отстойники, перекрытые решетками, перепускные трубы для сброса воды и других жидкостей в коллектор с колодцами и отстойниками и далее самотеком или насосной установкой в городскую водосточную сеть.

Люки смотровых колодцев коллектора в тоннеле необходимо размещать в пределах краевой или разделительной полосы. При невозможности установки люков в пределах обозначенных полос, а также на участках тоннелей, сооружаемых открытым способом, вода и другие жидкости попадают в водоотводный коллектор непосредственно через колодцы с отстойниками, расположенными по краю проезжей части.

6.2.5.9 Водоприемные приямки и смотровые колодцы коллектора следует размещать с шагом не более 40 м. В случае конструктивной или технологической необходимости шаг между водоприемными приямками и смотровыми колодцами увеличивают до 60 м при условии установки двойных водоприемных приямков и, при необходимости, в соответствии с расчетом увеличивают диаметр трубы коллектора между колодцами. Смотровые колодцы должны быть перекрыты люками и быть доступными для периодической очистки.

Вместимость отстойников в колодцах коллектора должна быть не менее 0,04 м3.

6.2.5.10 Для удаления легко воспламеняющихся и горючих жидкостей в тоннеле следует предусматривать смотровые колодцы, оборудованные гидрозатворами с отстойниками объемом не менее 0,2 м3, в том числе:

- для тоннелей протяженностью 300 м и менее - не реже чем через 80 м;

- тоннелей протяженностью более 300 м - не реже чем через 200 м.

6.2.5.11 Расчетные расходы, период и вероятность превышения расчетных расходов уличных водостоков с учетом допускаемого заполнения водоприемной системы тоннеля определяют в соответствии с [СП 32.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33540).

6.2.5.12 Удаляемые из тоннеля сточные воды, в случае сброса их в водоемы или систему дождевой канализации без очистных сооружений, от точки сброса до водоема должны пройти предварительную очистку. Для этого в камерах водоотливных установок перед входом в водосборники-зумпфы должны быть установлены решетки для ручной очистки, грязеотстойники, бензо- и маслоуловители, фильтры-отстойники и другие средства очистки воды от загрязнений.

Степень очистки должна составлять, мг/л:

- по взвешенным веществам - до 3 - 5;

- по нефтепродуктам - до 0,3 - 1,0.

Подключение канализационной трубы к очистному сооружению (приемному резервуару) должны осуществлять через гидрозатвор.

В помещении водоотливной установки должен быть предусмотрен постоянный контроль газовой среды с помощью газоанализаторов.

6.2.5.13 Для откачки воды из водосборников следует использовать однотипные насосы, общая производительность которых должна обеспечивать одновременное удаление максимального расхода от потенциального дождя и расхода воды при тушении пожара. Число резервных агрегатов принимают в соответствии с [СП 32.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33540).

Водоотливные насосы следует устанавливать под заливом. Контроль уровня жидкости в водосборнике и управление работой насосов следует предусматривать в автоматическом, ручном дистанционном и ручном местном режимах.

6.2.5.14 Водоотливная насосная станция должна иметь не менее двух напорных трубопроводов, один из которых - резервный.

Приемный резервуар оснащают устройством для взрыхления осадка. Для удаления илового осадка из водоприемных емкостей (зумпфов) предусматривают люки для доступа в них, а также места технических стоянок специализированной техники.

6.2.5.15 Шлам очистных сооружений, производственный и бытовой мусор, образующийся на проезжей части и в служебных помещениях, следует своевременно вывозить в соответствии с проектом образования отходов и лимитов на их размещение.

6.2.5.16 В зонах возможного воздействия отрицательной температуры, во избежание замерзания воды в водоотводных устройствах, напорных трубопроводах, дренажных системах и водосборниках, следует предусматривать их утепление и обогрев.

6.2.6 Системы, обеспечивающие организацию и безопасность дорожного движения

6.2.6.1 Управление движением транспортных средств, контроль работы технических устройств и другие виды оперативного руководства работой осуществляют из диспетчерского пункта. В ДП должны быть организованы автоматизированные рабочие места диспетчеров, оснащаемые компьютерами и современными средствами оперативной связи и управления.

При проектировании объекта, состоящего из нескольких тоннелей, для управления движением предусматривают единый центральный диспетчерский пункт.

6.2.6.2 Технические средства организации и регулирования дорожного движения должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов, обеспечивать нормальную эксплуатацию тоннелей и возможность управления дорожным движением и технологическими процессами в аварийных ситуациях (поломка или столкновение автомобилей, выход из строя системы вентиляции или освещения, пожар).

6.2.6.3 Проектом должно быть предусмотрено создание автоматизированной системы управления дорожным движением (АСУД) в тоннелях, входящей в общегородскую АСУД (при ее наличии).

Общая система управления движением автотранспорта в тоннелях должна состоять из двух взаимосвязанных частей:

- управления дорожным движением;

- обеспечения безопасности дорожного движения.

6.2.6.4 Автоматизированная система управления дорожным движением тоннелей должна включать подсистемы:

- мониторинга транспортных потоков - сбора и отображения информации об интенсивности и скорости движения транспортных средств;

- телевизионного наблюдения за обстановкой в транспортных зонах;

- управления динамическими информационными табло, отсечными светофорами и шлагбаумами;

- автоматического обнаружения дорожно-транспортных происшествий, заторов и остановки одиночных транспортных средств.

6.2.6.5 На подходах к тоннелям должны быть установлены световые указатели (светофоры), останавливающие въезд транспортных средств на полосы движения, указатели допустимой скорости движения в тоннелях, информационные табло, запрещающие перевозку опасных грузов классов 1 (взрывчатые материалы), 2 (сжатые сжиженные газы) и 3 (легковоспламеняющиеся жидкости), табло для вывода из ДП или ЦДП информационных сообщений ("Гололед", "Пожар" и т.д.), другие дорожные знаки.

В местах отвода транспортных средств должны быть установлены указатели движения в обход тоннеля.

Дорожные знаки с необходимой информацией дублируют перед въездом в тоннель и в тоннеле через каждые 500 м.

Учитывая, что условия движения в тоннелях более затрудненные, чем на открытых участках, не следует допускать размещения в тоннелях и на расстоянии менее 350 м на подходах к ним конструкций, средств рекламы, праздничного оформления и других элементов, не относящихся к организации движения и эксплуатации тоннелей.

6.2.6.6 На подходах к тоннелям в местах отвода транспортных средств с основного направления следует устанавливать устройство для контроля высоты перевозимых грузов (габаритные ворота) и отсечные шлагбаумы.

Ограничение по высоте перевозимых грузов должно составлять 4,3 м.

При проезде транспортного средства с негабаритным грузом должны включаться светофоры, останавливающие движение, а на пульт диспетчера поступать соответствующий сигнал.

6.2.6.7 Обустройство автомобильных дорог техническими средствами и устройствами организации и обеспечения безопасности дорожного движения, в том числе: дорожными знаками, дорожной разметкой, светофорами, дорожными световозвращателями, ограждениями, направляющими устройствами, средствами улучшения видимости, следует проводить с учетом требований [СП 34.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=26904) и [ГОСТ Р 52766](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=25572).

6.2.6.8 В транспортных зонах тоннелей следует устанавливать приборы контроля движения автомобильного транспорта, фиксирующие номерные знаки автомобилей и их скорость в соответствии с [ГОСТ Р 57145](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=20890).

6.2.6.9 Телевизионные камеры для визуального контроля транспортных зон на всем протяжении должны быть установлены на подходах к тоннелям и в тоннелях.

Изображения с телекамер передаются на видеоконтрольные устройства, установленные в помещении ДП и ЦДУ при их наличии у порталов тоннеля.

6.2.6.10 Телевизионные камеры следует устанавливать объективами по ходу движения транспорта на высоте не менее 2 м от уровня пола служебных проходов. В местах их установки на стенах тоннеля следует отмечать пикетаж тоннеля для более точного определения места аварийной остановки или возникновения другой нештатной ситуации.

6.2.7 Системы управления комплексом инженерных систем

6.2.7.1 Управление инженерными системами тоннелей, контроль (мониторинг) функционирования оборудования и технических средств и другие виды оперативного руководства работой осуществляют из ДП или ЦДП тоннелей.

Управление и мониторинг реализует в круглосуточном режиме персонал дежурной смены ЦДП, включающей в свой состав диспетчерские службы и технический персонал основных эксплуатирующих организаций.

6.2.7.2 Для обеспечения оперативного и эффективного управления основными группами инженерных систем тоннелей должно быть предусмотрено создание автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП).

6.2.7.3 В рамках создания АСУ ТП предусматривают оснащение ЦДП тоннелей комплексом средств автоматизации и связи, в том числе:

- станционного оборудования (пультов, рабочих станций, панелей), предназначенного для контроля состояния (мониторинга) и реализации управления техническими средствами и оборудованием инженерных систем тоннелей;

- автоматизированных рабочих мест (АРМ) диспетчеров, оснащаемых высокопроизводительными компьютерами и современными средствами оперативной связи и управления;

- отображения информации индивидуального и коллективного пользования.

В сейсмически опасных районах в состав АСУ ТП тоннеля должна входить подсистема геодинамического контроля (мониторинга) для оценки сейсмических воздействий и других опасных геологических процессов и явлений (оползни, сели, лавины) на прочность и сохранность конструкций тоннеля.

6.2.7.4 При проектировании АСУ предусматривают два основных режима функционирования тоннелей:

- нормальной эксплуатации (эксплуатационный или штатный режим);

- чрезвычайной ситуации (ЧС), режим возникновения и ликвидации последствий ЧС [[22]](#P2580).

6.2.7.5 Управление эксплуатационными устройствами и оборудованием в общем случае следует предусматривать автоматическим, местным и дистанционным из ДП или ЦДП.

Дистанционное управление из ДП или ЦДП предусматривают как с пультов управления без применения АРМ, так и с АРМ диспетчеров эксплуатирующей организации из состава дежурной смены ДП или ЦДП.

6.2.7.6 При проектировании АСУ ТП необходимо предусмотреть отображение на мониторах компьютеров АРМ диспетчеров эксплуатирующей организации (а при необходимости, и на средствах отображения информации коллективного пользования) структурных схем технологических систем тоннелей с выводом данных о состоянии и текущих параметрах функционирования технологического оборудования и выходе значений контролируемых параметров за установленные пределы.

6.2.7.7 При организации управления сложными технологическими системами, включающими параметры, формируемые другими технологическими системами, диспетчер должен получать необходимую информацию о работе всех систем (так, управление установками тоннельной вентиляции осуществляют с учетом физических и химических параметров газовоздушной среды в транспортных зонах тоннелей, а также интенсивности и скорости движения транспортных потоков).

6.2.7.8 При организации управления эксплуатационными устройствами и оборудованием необходимо обеспечивать диспетчеру визуальный контроль текущей обстановки в любой точке транспортной зоны тоннеля по телекамерам подсистемы телевизионного наблюдения.

6.2.8 Системы связи, громкоговорящего оповещения и часификации

6.2.8.1 В тоннелях должна быть предусмотрена производственная телефонная связь, обеспечивающая возможность переговоров обслуживающего персонала, находящегося в транспортных зонах тоннелей, притоннельных сооружениях и служебно-технических помещениях, а также, в экстренных случаях, водителей автомобильного транспорта, сотрудников ГИБДД и пожарной охраны, с диспетчерами.

Организация связи должна соответствовать требованиям [ГОСТ Р 22.1.12](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=14253).

6.2.8.2 Аппаратура средств связи диспетчера должна обеспечивать переадресовку вызова и передачу разговора на другие пульты, а абонентам - связь с диспетчером и между собой.

6.2.8.3 Для телефонной связи используют аппаратуру автоматической оперативной связи, одновременно выполняющую функции диспетчерской связи и учрежденческой АТС. Пульты связи должны быть установлены у диспетчеров ДП или ЦДП и в пожарном депо.

6.2.8.4 Телефонные аппараты устанавливают:

- в транспортных зонах тоннелей у всех пожарных шкафов;

- на припортальных площадках стоянок машин-эвакуаторов;

- у дверей эвакуационных выходов;

- в кабельных коллекторах в каждом противопожарном отсеке;

- притоннельных сооружениях - трансформаторных подстанциях, водоотливных установках, эвакуационных выходах на поверхность;

- технологических и служебных помещениях эксплуатационно-технических комплексов;

- помещениях пожарных депо.

Места расположения аппаратуры связи, установленной в тоннеле, подлежат оснащению знаками безопасности (световыми указателями).

6.2.8.5 Телефонные аппараты, установленные на пожарных постах в транспортных зонах и притоннельных сооружениях, должны обеспечивать прямой выход (без набора номера) к диспетчерам. Телефонные аппараты в транспортных зонах устанавливают в герметичные ящики или корпуса, обеспечивающие защиту от факторов внешней среды (IP 65) и механической мойки стен тоннеля.

6.2.8.6 Телефонные аппараты от городской АТС устанавливают в ДП или ЦДП, помещениях дежурных и начальника службы автодорожного тоннеля, пожарном депо и других помещениях по указанию службы эксплуатации.

6.2.8.7 При проектировании систем связи следует учитывать их совместимость, отсутствие взаимного влияния и помех по каналам связи.

6.2.8.8 В тоннеле предусматривают устойчивую радиосвязь для обеспечения обмена информацией между подразделениями, работающими в тоннеле, автомобилем связи и пожарным депо (на частотах, используемых службой эксплуатации тоннелей).

6.2.8.9 Ретрансляционное оборудование следует размещать в аппаратных эксплуатационно-технических комплексов, а приемные антенны - на крышах этих комплексов.

6.2.8.10 Для связи служб эксплуатации с оперативными подразделениями дорожно-патрульной службы ГИБДД МВД Российской Федерации и УГПН МЧС Российской Федерации, а в пределах самих служб - с эвакуаторами-тягачами, спецмашинами и бригадами обслуживающего персонала, выполняющими работы в транспортных зонах тоннелей и прилегающих участках транспортной сети, следует предусматривать устройство сети мобильной радиосвязи, для чего выполняют прокладку под перекрытием тоннелей излучающих высокочастотных кабелей в негорючей оболочке.

6.2.8.11 Для передачи из ДП или ЦДП в тоннель экстренных сообщений при возникновении пожара и других ЧС, для персонала, находящегося в транспортных зонах или в технологических и служебных помещениях, в тоннелях предусматривают громкоговорящее оповещение, которое должно входить составной частью в систему оповещения и управления эвакуацией.

6.2.8.12 Громкоговорящее оповещение должно обеспечивать речевое вещание с пульта каждого диспетчера, с приоритетом вещания от диспетчера, отвечающего за решение вопросов противопожарной защиты. Оповещение должно обеспечивать передачу информации как с микрофонов диспетчеров, так и автоматически заранее записанных текстов с магнитофонов, включенных в схему автоматизации управлением противопожарной защиты.

6.2.8.13 Системы оповещения должны обеспечивать передачу информации как одновременно по всем трансляционным линиям громкоговорящего оповещения (по всем зонам), так и раздельно по каждой зоне.

В транспортных зонах по одной из сторон тоннеля устанавливают рупорные громкоговорители с направлением рупоров по ходу движения для обеспечения громкости и разборчивости сообщений при движении транспорта в тоннеле. Расстановку громкоговорителей выполняют на основании акустического расчета с шагом не более 60 м.

6.2.8.14 В эксплуатационно-технических комплексах следует устанавливать самостоятельные трансляционные линии, громкоговорители которых должны быть установлены в коридорах служебно-технологических помещений и в самих помещениях.

6.2.8.15 Для информации обслуживающего персонала о текущем времени служебно-технологические помещения должны быть оборудованы первичными и вторичными самоустанавливающимися электрочасами.

Первичные электрочасы должны быть установлены в аппаратной электросвязи, вторичные цифровые - в диспетчерском зале ДП, вторичные стрелочные - в служебных и технологических помещениях эксплуатационно-технических блоков.

Управление вторичными самоустанавливающимися электрочасами должно быть предусмотрено полноформатным кодированным сигналом от первичных электрочасов, с коррекцией по сигналам точного времени, передаваемым по городской радиотрансляционной сети, или устройства радиокоррекции повышенной точности, принимающего радиосигналы.

6.2.9 Система безопасности тоннелей

6.2.9.1 В состав системы безопасности тоннелей ([ГОСТ 33153](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19290), [[2]](#P2560)) включают подсистемы:

- автоматической охранной сигнализации;

- контроля и управления доступом;

- охранного видеонаблюдения;

- вентиляции;

- СОУЭ;

- аварийного освещения.

6.2.9.2 Эвакуационные выходы и все помещения, находящиеся в тоннелях и притоннельных сооружениях, должны быть оснащены автоматической охранной сигнализацией для исключения несанкционированного проникновения в них посторонних лиц.

6.2.9.3 Информация о факте несанкционированного проникновения посторонних лиц в подразделения объекта должна автоматически поступать на схему объекта, выводимую на один из компьютеров АРМ должностных лиц дежурной смены ДП или ЦДП. Сообщение о факте несанкционированного проникновения посторонних лиц в подразделения объекта должен сопровождать звуковой сигнал.

6.2.9.4 Для обеспечения доступа в служебные помещения и притоннельные сооружения диспетчерского персонала и технического персонала объекта необходимо предусматривать устройство системы контроля и управления из ДП.

6.2.9.5 Следует предусматривать возможность автоматического обеспечения доступа персонала объекта и участников дорожного движения в зоны безопасности и эвакуационные выходы при организации эвакуации в случае пожара или другой ЧС [[22]](#P2580).

6.2.9.6 Эвакуационные выходы из транспортных зон, межтоннельные проходы и другие пути эвакуации должны быть оснащены системой охранного видеонаблюдения. Информацию с камер охранного видеонаблюдения передают в ДП или ЦДП на средства отображения информации индивидуального или коллективного пользования в непрерывном режиме, в автоматическом режиме дискретно, по срабатыванию датчика - детектора движения.

6.2.9.7 Необходимо предусматривать ведение архива данных о попытках несанкционированного доступа в помещения тоннеля, видеозаписей с камер охранного видеонаблюдения и всех других фактах срабатывания аппаратуры системы охранной сигнализации.

6.2.9.8 Для обеспечения безопасной эксплуатации тоннелей следует предусматривать:

- площадки для аварийной остановки транспортных средств в соответствии с [5.3.1.10](#P399);

- эвакуационные выходы (сбойки) в тоннелях протяженностью более 600 м в рядом расположенные тоннели или штольни с выходом на поверхность, или в другие безопасные зоны, отделенные от тоннеля противопожарными преградами по [ГОСТ Р 56521](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19492);

- служебные проходы для тоннелей, не имеющих эвакуационных выходов, предназначенные для использования участниками дорожного движения в ходе ЧС;

- межтоннельные проходы (сбойки) в рядом расположенные тоннели для раздельного движения транспорта, предназначенные для прохода пешеходов, проезда машин и механизмов аварийно-спасательных служб по [ГОСТ Р 56521](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19492);

- помещения с санитарно-бытовыми устройствами для служб эксплуатации и охраны у порталов тоннелей длиной более 1500 м, а также внутри тоннеля, оборудованные средствами первой медицинской помощи, экстренной связи, пожаротушения и подачи технической воды в соответствии с [4.13](#P341);

- разрыв в дорожном ограждении перед въездом в тоннель и после выезда из него, а также в разделительной полосе в тоннелях с односторонним движением, для проезда машин и механизмов аварийно-спасательных служб.

Тоннели с высокой интенсивностью движения по [СП 34.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=26904) (14001 ед./сут и более) оборудуют АСУ ДД для предотвращения заторов дорожного движения, в том числе при возникновении дорожно-транспортных происшествий и иных ЧС.

Направление движения к эвакуационным выходам, спасательным пунктам, аппаратам экстренной связи должны быть обозначены видимыми надписями и символами (на знаках безопасности допускается содержание иной информации, необходимой для использования в чрезвычайных ситуациях).

Площадки для аварийной остановки транспортных средств не предусматривают при организации эксплуатационной службы по своевременному удалению аварийных автомобилей за пределы тоннеля.

7 Устройства и системы, обеспечивающие эксплуатацию железнодорожных тоннелей

7.1 Верхнее строение пути

7.1.1 Конструкция верхнего строения пути железнодорожных тоннелей, безбалластная и балластная, должны соответствовать требованиям [СП 119.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33836) и обеспечивать возможность механизированного ремонта и содержания пути.

7.1.2 В железнодорожных тоннелях укладывают безбалластную конструкцию, в том числе с применением демпферных матов, упругих подшпальных прокладок или других виброзащищенных конструкций верхнего строения пути [(СП 441.1325800)](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30238).

Балластную конструкцию пути применяют при технико-экономическом обосновании.

7.1.3 Безбалластную конструкцию верхнего строения пути следует выполнять из железобетонных элементов (с узлами из рельсовых скреплений), передающих нагрузку через упругий полимерный слой расчетной статической и динамической жесткости на плиту из бетона класса не ниже B30 и толщиной не менее 0,20 м. Толщина армированного путевого бетона должна быть не менее 0,10 м. Модуль упругости безбалластного пути определяют в соответствии с [СП 441.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30238).

Балластную конструкцию верхнего строения пути выполняют на балласте из щебня по [ГОСТ 7392](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=19352), толщина слоя которого под шпалой в подрельсовых зонах должна быть не менее 0,35 м.

Применение смешанных конструкций верхнего строения пути в железнодорожных тоннелях не допускается.

7.1.4 В местах сопряжения безбалластной конструкции пути в тоннеле с балластной на подходах к тоннелю предусматривают участки переходного пути переменной жесткости на длине не менее 25 м с каждой стороны тоннеля.

7.1.5 В тоннелях укладывают бесстыковой рельсовый путь. Расположение стыков рельсовых плетей в пределах тоннеля длиной 300 м и менее не допускается.

7.1.6 В тоннелях длиной более 300 м конец плети бесстыкового пути должен быть вынесен за пределы тоннеля не менее чем на 200 м.

7.1.7 Верхнее строение пути и другие постоянные устройства в тоннелях, сооружаемых на электрифицированных участках железных дорог с использованием постоянного тока, должны быть защищены от воздействия блуждающих токов.

7.1.8 В обделке стен железнодорожных тоннелей устанавливают:

- реперы через каждые 20 м на прямых и 10 м на кривых участках тоннеля;

- путевые сигнальные знаки, номера колец (для сборных обделок), указатели прохода к нишам и камерам, пультам заградительной сигнализации и средствам связи.

7.1.9 На прямых участках пути однопутных тоннелей реперы следует располагать с правой (по счету километров) стороны пути, а на кривых участках - со стороны наружного рельса. В двухпутных тоннелях установку реперов необходимо предусматривать по обеим сторонам тоннеля.

7.1.10 К стене тоннеля у каждого репера должна быть прикреплена марка, на которой следует указывать номер репера, расстояние от него до внутренней грани ближнего рельса и возвышение над его головкой.

7.1.11 На каждом портале тоннеля должен быть репер для нивелирования класса III.

7.2 Эксплуатационные устройства и оборудование железнодорожных тоннелей

7.2.1 Электроснабжение и электрооборудование

7.2.1.1 Электроснабжение железнодорожных тоннелей выполняют от собственных трансформаторных подстанций.

7.2.1.2 Для электроснабжения тоннеля от питающих центров [(6.2.2.1)](#P1998) сооружают распределительный пункт на портальной площадке тоннеля.

7.2.1.3 Трансформаторные подстанции железнодорожных тоннелей должны получать электрическую энергию по кабельным или воздушным линиям напряжением 6, 10 или 27,5 кВ от энергетических систем или электрических станций, линий продольного электроснабжения электрифицированных железных дорог.

7.2.1.4 Трансформаторные подстанции оборудуют двумя трансформаторами, оснащенными двухсекционным распределительным устройством РУ - 380/220 В.

7.2.1.5 Трансформаторная подстанция или распределительный пункт должны получать электроснабжение от двух независимых, взаимно резервируемых источников. Каждый трансформатор в аварийном режиме (при отключении одного из них) должен с допустимой перегрузкой обеспечивать расчетную нагрузку обеих секций РУ - 380/220 В.

7.2.1.6 Электроснабжение силовых, осветительных и других технологических потребителей выполняют переменным током напряжением 380/220 В частотой 50 Гц от общих силовых трансформаторов с глухозаземленной нейтралью.

7.2.1.7 Электроприемники в части обеспечения надежности электроснабжения согласно [[18]](#P2576) следует применять по [6.2.2.5](#P2009).

7.2.1.8 Электроснабжение силовых и технологических потребителей должно быть на переменном токе промышленной частоты напряжением 380/220 В по системе TN-C.

7.2.1.9 Питание нагрузок категории надежности I выполняют по двум взаимно резервируемым линиям от разных секций шин тоннельной подстанции с установкой устройства АВР у потребителя.

7.2.1.10 В тоннеле применяют электрооборудование со степенью защиты не ниже IP 54.

7.2.1.11 Металлические корпуса электрооборудования, устройства заземления, размещаемые в тоннеле, должны быть с антикоррозионным покрытием, кабельные конструкции должны быть оцинкованными.

7.2.1.12 Для подключения мобильных механизмов и оборудования для выполнения ремонтных работ в тоннеле и светильников местного освещения предусматривают путейские ящики по [6.2.2.9](#P2021).

Путейские ящики для подключения оборудования [(6.2.2.9)](#P2021) размещают с соблюдением габарита приближения строений [(ГОСТ 9238)](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33560) по длине тоннеля через 100 - 120 м, местного освещения - через 50 - 60 м на высоте 500 - 700 мм от уровня головки рельса по одной стороне в однопутных и по обеим сторонам в двухпутных тоннелях.

7.2.1.13 В тоннелях и штольнях следует применять бронированные кабели с медными токоведущими жилами. Прокладку небронированных кабелей в сетях освещения, а также для подключения электроприемников, выполняют при соблюдении требований [[18]](#P2576).

7.2.1.14 Кабели систем противопожарной защиты, аварийного освещения, прокладываемые в тоннелях и штольнях, должны быть огнестойкими, не распространяющими горение при групповой прокладке с низким дымо- и газовыделением (нг-FRLS и нг-FR).

7.2.1.15 Силовые кабели прочих систем, прокладываемые в тоннелях и штольнях, должны соответствовать [6.2.2.10](#P2025).

7.2.1.16 Кабельные линии в тоннеле и штольне прокладывают по боковым стенам на кабельных конструкциях. Высота прокладки кабелей в тоннеле при обходе ниш и камер должна быть выше свода ниш и камер не менее чем на 200 мм. Переход кабельных линий с одной стороны тоннеля (штольни) на другую выполняют по своду.

7.2.1.17 Силовые и осветительные кабели следует прокладывать по одной стороне тоннеля (штольни), кабели слабого тока - по другой. Прокладка кабелей на одной стороне допускается при условии группировки кабельных линий на кронштейнах (силовые кабели до 1 кВ, слаботочные кабели) и выполнения разделительных перегородок из несгораемых материалов между группами силовых и слаботочных кабелей. Прокладку групп кабелей выполняют с соблюдением установленных [[18]](#P2576) расстояний между силовыми и слаботочными кабелями. Допускается прокладка кабелей напряжением до 10 кВ на рожковых кабельных кронштейнах с расстоянием в свету по вертикали 150 мм.

7.2.1.18 Места прохода кабельных линий сквозь строительные конструкции тоннеля следует выполнять в закладных трубах или проемах с заделкой трубных отверстий и проемов несгораемым материалом с пределом огнестойкости не менее предела огнестойкости строительной конструкции.

7.2.1.19 Допускаются потери напряжения в силовых и осветительных сетях, от шин подстанций до наиболее удаленных электроприемников:

- на портальных площадках - не более 5%;

- в тоннелях для нормального режима работы - не более 8%, аварийного режима - не более 12%.

7.2.1.20 При установке оборудования для железнодорожных тоннелей следует соблюдать габариты приближения строений по [ГОСТ 9238](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=33560) и габариты приближения оборудования, установленные нормами проектирования.

Электрооборудование и металлические конструкции, за исключением корпусов дросселей сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ), оболочки и броня кабелей должны быть заземлены.

7.2.2 Электроосвещение

7.2.2.1 В тоннелях и сервисных штольнях должно быть устроено рабочее и аварийное (резервное и эвакуационное) освещение:

- в тоннелях (штольнях) длиной более 200 м - на прямых участках;

- тоннелях (штольнях) длиной более 100 м - на кривых участках.

7.2.2.2 Горизонтальная освещенность в железнодорожных тоннелях на уровне головки рельсов и в сервисных штольнях на уровне чистого пола должна быть не менее 1 лк.

7.2.2.3 Питание электрической энергией осветительного оборудования должно быть на переменном токе промышленной частоты напряжением 380/220 В по системе TN-C для распределительной сети, по системе TN-C-S - для групповой сети.

7.2.2.4 В тоннеле применяют энергоэкономичные светильники со степенью защиты не ниже IP 54 - газоразрядные лампы, светодиоды. Применение ламп накаливания не допускается, кроме тех случаев, когда невозможно применить другой источник света.

7.2.2.5 Светильники в тоннеле необходимо располагать по одной стороне - в однопутных и по обеим сторонам - в двухпутных тоннелях, сторону размещения светильников в штольнях следует определять светотехническим расчетом, исходя из габаритов штольни.

7.2.2.6 Светильники рабочего и резервного освещения должны быть однотипными, их устанавливают на одной высоте. Для обозначения светильников резервного освещения на корпусе должна быть нанесена буква А красного цвета.

7.2.2.7 Светильники аварийного эвакуационного освещения со знаками безопасности следует устанавливать:

- на путях эвакуации;

- над эвакуационными выходами;

- для обозначения мест размещения средств пожаротушения и устройств экстренной связи и оповещения чрезвычайной ситуации.

7.2.2.8 Высота установки световых указателей над эвакуационными выходами - 2,1 - 2,2 м, на путях эвакуации - 0,5 - 1,5 м.

7.2.2.9 Питание светильников аварийного освещения (резервного и эвакуационного) в нормальном режиме должно быть от сети аварийного освещения, при отсутствии (снижении) питающего напряжения - от третьего независимого источника питания (встроенной или центральной аккумуляторной батареи со сроком работы не менее трех часов).

7.2.2.10 Светильники аварийного эвакуационного освещения должны быть включены постоянно и обеспечивать горизонтальную освещенность не менее 0,5 лк в железнодорожных тоннелях на уровне головки рельсов, в сервисных штольнях - на уровне чистого пола.

7.2.2.11 Управление рабочим освещением предусматривают от щита освещения или кнопочных постов, расположенных в тоннеле (штольне), а также дистанционное - ДП.

7.2.2.12 Подключение светильников местного освещения к источнику электроэнергии выполняют по [7.2.1.11](#P2259) и [7.2.1.12](#P2260).

7.2.3 Автоматика, телемеханика, связь

7.2.3.1 Охраняемые железнодорожные тоннели должны быть обеспечены прямой двухпроводной телефонной связью с ближайшими раздельными пунктами по обе стороны тоннеля, с караульными помещениями и поездным диспетчером.

Телефонные аппараты должны быть установлены:

- в транспортных зонах тоннелей у всех пожарных шкафов;

- у дверей эвакуационных выходов;

- в кабельных коллекторах в каждом пожарном отсеке;

- притоннельных сооружениях: трансформаторных подстанциях, водоотливных установках, эвакуационных выходах на поверхность;

- технологических и служебных помещениях эксплуатационно-технических комплексов.

Места расположения аппаратуры связи, установленной в тоннеле, должны быть оснащены знаками.

Телефонные аппараты, установленные на пожарных постах в транспортных зонах и притоннельных сооружениях, должны обеспечивать прямой выход (без набора номера) к диспетчерам. Телефонные аппараты в транспортных зонах должны быть установлены в герметичные ящики или заключены в корпуса, обеспечивающие защиту от факторов внешней среды (IP 65) и механической мойки стен тоннеля.

7.2.3.2 Для обеспечения поездной радиосвязи в тоннеле прокладывают двухпроводную направляющую линию или излучающий кабель, а в караульных помещениях тоннелей должна быть стационарная установка метрового диапазона.

7.2.3.3 Железнодорожные тоннели оборудуют системой громкоговорящего оповещения, которая входит составной частью в СОУЭ. Динамики в тоннелях следует устанавливать через каждые 60 м. Портальные участки должны иметь независимые зоны вещания. В караульных помещениях тоннелей необходимо предусматривать пульты оповещения с включением зон вещания порталов. Оповещение должно обеспечивать передачу информации как с микрофонных пультов, так и автоматически, заранее записанных текстов с магнитофонов, включенных в схему автоматизации управлением противопожарной защиты.

7.2.3.4 Для обеспечения эффективного и оперативного управления основными группами инженерных систем тоннелей проектом должно быть предусмотрено создание АСУ ТП по [6.2.7.3](#P2162) - [6.2.7.8](#P2174).

7.2.4 Заземление оборудования

7.2.4.1 В тоннелях и штольнях необходимо устраивать сеть заземления электрооборудования.

7.2.4.2 Магистральные заземляющие проводники, выполненные стальной полосой сечением 4 x 40 мм, размещают по обеим сторонам тоннеля (штольни) в местах установки конструкций для прокладки кабелей. К магистральным заземляющим проводникам в тоннеле присоединяют открытые проводящие части электрооборудования, а также сторонние проводящие части, нормально не находящиеся под напряжением. Протяженные по длине тоннеля проводящие части присоединяют к магистрали дополнительными защитными заземляющими проводниками через каждые 60 м.

7.2.4.3 Магистральные заземляющие проводники, устанавливаемые в тоннеле, должны быть присоединены к внешнему заземляющему устройству трансформаторной подстанции, размещаемому на портале.

7.2.4.4 На трансформаторных подстанциях, энергоснабжающих тоннели, необходимо предусматривать мероприятия по компенсации реактивной мощности.

7.2.4.5 Расчет мощности конденсаторных установок на секциях РУ-380/220 В выполняют для рабочего режима с питанием нагрузок тоннеля от двух трансформаторов и разомкнутым секционным выключателем. Предусматривать компенсацию реактивной мощности для аварийного режима не требуется.

7.2.4.6 Учет электроэнергии на трансформаторных подстанциях выполняют по системе, определенной энергосбытовой компанией.

7.2.5 Вентиляция

7.2.5.1 В железнодорожных тоннелях с движением на электровозной локомотивной тяге, без выделения вредных веществ природного характера, при наличии эвакуационных выходов, оборудованных противодымной вентиляцией, и условии обеспечения 1,5-кратного воздухообмена в час за счет естественной тяги и поршневого эффекта, принудительную (механическую) вентиляцию не предусматривают.

Систему механической вентиляции тоннелей проектируют в соответствии с требованиями [ГОСТ Р 59203](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=27142), [СП 7.13130](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=25034), [СП 298.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=24012).

Механическая вентиляция должна обеспечивать аварийные режимы работы.

7.2.5.2 Параметры ПДК в воздухе транспортной зоны тоннеля при проведении плановых, осмотровых и ремонтных работ в каждом случае определяют расчетом, при этом концентрация вредных веществ в воздухе тоннеля и в обслуживаемых зонах не должна превышать ПДК, установленных [[19]](#P2577).

7.2.5.3 В тоннелях с движением на тепловозной тяге расчет механической вентиляции выполняют по условию разбавления ПДК оксидов углерода и азота в воздухе транспортной зоны тоннеля во временной интервал между движениями поездов. При этом, время, в течение которого необходимо удалить загрязненный воздух из тоннеля, должно соответствовать интервалу движения поездов.

При отсутствии стволов (штолен) по трассе тоннеля, необходимый объем воздуха подают струйными вентиляторами через порталы, с установкой их в соответствии с [СП 298.1325800](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=24012).

ПДК вредных веществ в воздухе тоннеля следует принимать в соответствии с [[19]](#P2577).

Устройство механической вентиляции не требуется, независимо от длины тоннеля, при достаточном проветривании за счет естественной тяги и поршневого эффекта от транспортных средств и при наличии эвакуационных выходов, оборудованных приточной противодымной вентиляцией.

7.2.5.4 При расчете воздухообмена концентрацию токсичных веществ в воздухе железнодорожного тоннеля определяют в зависимости от интенсивности выделения токсичных веществ, фоновых значений концентраций различных веществ в приточном воздухе, температуры, влажности и скорости движения воздуха, длины и размеров поперечного сечения тоннеля, выбранной схемы вентиляции, влияния поршневого эффекта.

7.2.5.5 Фоновую концентрацию токсичных веществ в приточном воздухе железнодорожного тоннеля определяют по данным измерений (в объеме аэродинамических предпроектных изысканий) в местах предполагаемого воздухозабора или по результатам расчетов по стандартным методикам. ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе принимают по [[19]](#P2577).

7.2.5.6 Расход приточного воздуха *Q*, м3/ч, необходимого для разбавления загрязнителей на километр тоннеля, принимают не менее 3-кратного воздухообмена в час и определяют по формуле

 (7.1)

где  - суммарное количество газовых вредностей, выделяемых локомотивом на тепловозной тяге, кг/ч;

*C* - предельно допустимая концентрация для загрязняющего вещества, мг/м3;

*C*0 - концентрация загрязняющего вещества в забираемом снаружи тоннеля воздухе, мг/м3.

Примечание - Допускается уменьшение кратности воздухообмена в зимнее время для тоннелей, эксплуатируемых в суровых климатических условиях, при условии обеспечения санитарно-гигиенических требований к воздуху в транспортной зоне тоннеля.

7.2.5.7 Расчетные значения ПДК токсичных веществ в любой точке воздушного пространства железнодорожного тоннеля не должны превышать предельно допустимых значений, установленных в соответствии с санитарно-гигиеническими нормами с учетом продолжительности нахождения пассажиров и обслуживающего персонала в тоннеле.

7.2.5.8 Производительность вентиляции тоннелей должна обеспечивать удаление возможных теплоизбытков по [6.2.4.7](#P2056).

Резерв производительности вентиляции должен соответствовать требованиям [6.2.4.9](#P2061).

7.2.5.9 В железнодорожных тоннелях, сооружаемых в суровых климатических условиях, в случае возможного образования наледей, влияющих на безопасность движения, необходимо предусматривать вентиляционные ворота на порталах тоннеля и искусственный обогрев тоннеля до 4 °C.

7.2.5.10 Дополнительные технологические требования к воздушной среде в железнодорожном тоннеле, заключающиеся в обеспечении видимости, удовлетворяющей требованиям безопасного движения, представлены в таблице 7.1.

Таблица 7.1

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование расчетного параметра, единица измерения | Значение предельно допустимой величины |
| Видимость, м | 133 |
| Коэффициент поглощения света, M-1 | 0,007 |

7.2.5.11 Средняя скорость воздушной струи в транспортной зоне тоннеля, создаваемая устройствами вентиляции, без учета влияния поршневого эффекта от транспортных средств должна быть не более 6 м/с, в вентиляционных выработках и воздуховодах - не более 15 м/с.

7.2.5.12 Расчетное давление воздуха, создаваемое тоннельной вентиляцией, следует определять в соответствии с выбранной схемой вентиляции как сумму всех аэродинамических сопротивлений, создаваемых в транспортной зоне, продольных и поперечных каналах, и естественной тяги воздуха.

При проектировании необходимо учитывать климатические параметры в месте расположения порталов и вентиляционных стволов по [СП 131.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=30822), а также результаты климатического мониторинга местности.

7.2.5.13 Установки струйной тоннельной вентиляции оборудуют глушителями шума, если уровень шума от них в тоннеле превышает значения, установленные [СП 51.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=31817) для условий проведения профилактических ремонтных работ в тоннеле, и уровень шума на прилегающих селитебных территориях.

7.2.5.14 В железнодорожных тоннелях должны быть предприняты меры по предотвращению короткого замыкания потока воздуха между воздухозаборными устройствами и порталами воздухоподающих и вытяжных каналов.

7.2.5.15 Техническое обслуживание или замену вентиляционного оборудования проводят в периоды перерыва движения поездов. Работы по текущему обслуживанию и ремонту одной из главных вентиляционных установок не должны влиять на работу других вентиляционных установок. Конструкцией вентиляционных установок обеспечивают:

- удобство демонтажа основных узлов при ремонте;

- возможность совместной работы нескольких вентиляторов на одну аэродинамическую сеть, переход на резервный вентиляционный агрегат без остановки других вентиляционных агрегатов.

7.2.5.16 В помещениях вентиляционных камер должны быть предусмотрены грузоподъемные и транспортные механизмы для монтажа и демонтажа вентиляционного оборудования при его обслуживании и ремонте.

7.2.5.17 Работы, связанные с содержанием тоннелей и эксплуатационных устройств в транспортной зоне и в вытяжных каналах, следует проводить с соблюдением санитарных требований к воздушной среде рабочей зоны по [[19]](#P2577) или с ограничением времени пребывания обслуживающего персонала в указанных зонах.

7.2.5.18 В составе подпорных установок систем приточной противодымной вентиляции должны быть предусмотрены противопожарные клапаны, оснащенные автоматически и дистанционно управляемыми приводами (без термоэлементов) с пределами огнестойкости не менее EI 90, и вентиляторы (общего сантехнического назначения) без ограничений по температуре перемещаемых газов.

7.2.5.19 Пределы огнестойкости вентиляторов систем подпора, приточной вентиляции, систем удаления газа и дыма из кабельных и коммуникационного коллекторов, трансформаторных подстанций должны соответствовать требованиям [СП 7.13130](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=25034).

7.2.5.20 Воздухообмен в притоннельных сооружениях следует обеспечивать забором и выбросом воздуха в транспортную зону тоннеля.

7.2.5.21 Следует предусматривать автоматическое отключение вентиляционного оборудования местной общеобменной вентиляции притоннельных сооружений и перекрытие технологических воздуховодов противопожарными клапанами в соответствии с требованиями [СП 60.13330](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=34259).

7.2.5.22 Вентиляционные камеры систем удаления дыма и подпора воздуха должны быть раздельными.

7.2.5.23 Управление установками тоннельной вентиляции должно включать в себя комплекс технических средств, обеспечивающих постоянный контроль физических и химических параметров воздушной среды в тоннеле и его припортальных участках. Тоннель необходимо оборудовать датчиками контроля концентрации загрязняющих веществ, измерения скорости и направления движения воздуха.

7.2.5.24 В случае пожара механическая общеобменная вентиляция (МОВ) должна быть реверсивной и обеспечивать:

- устойчивость заданного направления движения вентиляционного потока;

- время переключения системы при реверсировании вентиляционного потока - не более 5 мин.

7.2.5.25 Для обеспечения эксплуатационных нужд по содержанию железнодорожного тоннеля в транспортном отсеке предусматривают прокладку распределительного трубопровода диаметром 76 мм для подачи сжатого воздуха давлением 6 кгс/см2. Трубопровод секционируют на участки длиной не более 300 м посредством установки запорной арматуры. По длине трубопровода с шагом 40 м устанавливают спаренные штуцеры с запорной арматурой диаметрами 25 и 32 мм для подключения пневматического инструмента.

7.2.6 Водоснабжение и водоотведение

7.2.6.1 В тоннелях, сервисных штольнях и штольнях безопасности отвод воды от промывки тоннелей и пожаротушения, случайных водопроявлений через обделку следует выполнять по закрытым лоткам или коллекторам дренажных устройств.

7.2.6.2 При расположении тоннеля в грунтовой среде, подверженной суффозии, дренирование подземных вод не допускается.

7.2.6.3 Водоотводные лотки в тоннелях не должны проходить под рельсовыми путями. В случае конструктивной необходимости водоотведение выполняют по закрытым дренажным коллекторам. Продольный уклон дна лотков или коллекторов, проходящих вдоль трассы тоннеля, устанавливают равным уклону трассы. В зоне вертикальных кривых трассы дно лотков и коллекторов, а также поперечные дренажные сети проектируют с уклоном не менее 0,003.

7.2.6.4 Необходимо обеспечивать отвод воды в сторону от тоннеля из припортальной выемки, расположенной с верховой стороны тоннеля. При невозможности соблюдения этого требования отвод воды выполняют по сервисной штольне, а при ее отсутствии - по водоотводному лотку тоннеля. Расчетное сечение лотка в этих случаях назначают с учетом объема водосбора выемки с вероятностью превышения 1:300 (0,33%).

7.2.6.5 Водоотводные коллекторы и лотки оборудуют смотровыми колодцами, располагаемыми не реже чем через 40 м, с отстойной частью (отстойниками) объемом не менее 0,04 м3, доступными для периодической очистки. Лотки должны быть по всей длине перекрыты съемными крышками.

7.2.6.6 Для исключения распространения горения нефтепродуктов по тоннелю не реже чем через 280 м лотки и коллекторы должны быть оснащены гидрозатворами сифонного типа объемом не менее 0,2 м3. Гидрозатворы необходимо устраивать в местах сброса воды в сервисную штольню или штольню безопасности.

7.2.6.7 Расчетный уровень воды в лотке тоннеля при балластной конструкции верхнего строения пути должен быть ниже основания верхнего строения пути.

При применении безбалластной конструкции верхнего строения пути расчетное наполнение водоотводных лотков тоннеля должно быть не более 0,9 высоты.

Расчетный уровень воды в лотке сервисной штольни должен быть не выше подошвы водоотводного лотка тоннеля.

7.2.6.8 Поверхность припортальных зон горных тоннелей для улучшения стока воды должна быть спланирована с засыпкой ям, шурфов, скважин и других выработок недренирующим грунтом. Поверхностный водоотвод с сетью нагорных канав устраивают с целью исключения застоя воды.

7.2.6.9 Для отвода поверхностных вод с лобового откоса за парапетом должен быть устроен водоотводный лоток, который следует выполнять из недренирующего материала.

7.2.6.10 Подводные тоннели в пониженных местах трассы должны иметь водосборники и водоотливные установки, расположенные в отдельных помещениях. Водоотливные установки должны устраивать также в нижних частях рамповых участков подводных тоннелей.

7.2.6.11 Конструктивные решения дренажных устройств должны исключать замерзание воды в лотках, коллекторах, напорных трубопроводах и водосборниках, при необходимости следует предусматривать их утепление и обогрев.

7.2.6.12 Водоснабжение должно обеспечивать противопожарные и технологические нужды тоннелей, сооружений и зданий, обслуживающих тоннель, бытовые нужды служб эксплуатации.

7.2.6.13 Для водоснабжения строящихся и эксплуатируемых тоннелей используют источники по [6.2.5.2](#P2099).

7.2.6.14 При проектировании систем противопожарного водоснабжения необходимо учитывать требования [5.12](#P1590).

7.2.7 Система безопасности железнодорожного тоннеля

7.2.7.1 Безопасность тоннелей следует обеспечивать системами автоматической охранной сигнализации, контроля и управления доступом, охранного видеонаблюдения, в соответствии с [[2]](#P2560), [[4]](#P2562), [[22]](#P2580).

7.2.7.2 Эвакуационные выходы и все помещения, находящиеся в тоннеле и притоннельных сооружениях, должны быть оснащены автоматической охранной сигнализацией для исключения несанкционированного проникновения в них посторонних лиц.

7.2.7.3 Информация о факте несанкционированного проникновения посторонних лиц в подразделения объекта должна автоматически поступать на схему объекта, выводимую на одно из АРМ должностных лиц дежурной смены ЦДП. Сообщение о факте несанкционированного проникновения посторонних лиц в подразделения объекта должно сопровождаться звуковым сигналом.

Следует предусматривать ведение архива данных о попытках несанкционированного доступа в помещения тоннеля, видеозаписей с камер охранного видеонаблюдения и всех других фактах срабатывания аппаратуры системы охранной сигнализации.

7.2.7.4 Система безопасности тоннелей должна обеспечивать доступ персонала в служебные помещения, а также персонала и участников дорожного движения в зоны безопасности и эвакуационные выходы в соответствии с [6.2.9.3](#P2212), [6.2.9.4](#P2213).

7.2.7.5 Информация с камер охранного видеонаблюдения эвакуационных выходов из транспортных зон, межтоннельных проходов и других путей эвакуации должна поступать в ЦДП на средства отображения информации индивидуального или коллективного пользования непрерывно или в автоматическом режиме дискретно, по срабатыванию датчика - детектора движения.

7.2.7.6 Для обеспечения радиосвязью тоннели оборудуют стационарной установкой УКВ - диапазона для связи с подразделениями и постами, а также переносными радиостанциями УКВ - диапазона для руководителей команды.

**Приложение А**

ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ И МЕТОДЫ ОПЕРАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ

ПАРАМЕТРОВ КОНСТРУКЦИИ, ПРОФИЛЯ ВЫРАБОТКИ И ПРОИЗВОДСТВА

ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Таблица А.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид работ, контролируемый параметр или техническое требование, единица измерения | Величина параметра, предельные отклонения | Контроль (метод, объем, вид регистрации) |
| *Проходческие работы* |  | Измерительный, каждая заходка, журнал маркшейдерских работ |
| 1 Смещение оси тоннеля или притоннельного подземного сооружения в плане и по профилю, мм | +/- 50 |
| 2 Положение оси вентиляционного ствола | 1:20000 глубины ствола |
| 3 Переборы грунта, мм, против проектного поперечного профиля выработки при разработке грунта: |  | Измерительный, каждая заходка, журнал маркшейдерских работ |
| механизированными способами; | +50 |
| буровзрывным способом без применения метода контурного взрывания при проходке тоннеля/ствола и штольни, в грунтах с пределом прочности на одноосное сжатие, МПа |  |
|  | +100/+75 |
|  | +150/+75 |
|  | +200/+100 |
| при выравнивании контура выработки ручным инструментом | +50 |
| Примечание - Переборы при разработке лотковой части профиля в нескальных грунтах не допускаются. |  |
| 4 Величина оставляемых в пределах сечения монолитной бетонной обделки выступов скального грунта (по нормали к поверхности обделки), превышающего по прочности на сжатие прочность бетона в 1,5 раза и более, мм | 100 | Измерительный, в отдельных случаях, журнал горных работ |
| 5 Наличие следа шпуров на части обнажившейся поверхности грунта в выработке при контурном взрывании, %, не менее | 75 | Измерительный, каждая заходка, журнал горных работ |
| 6 Суммарное расхождение осей в плане и профиле при проходке тоннеля или штольни встречными забоями при длине до 3 км, мм | +/- 100 | Измерительный, каждая сбойка, журнал маркшейдерских работ |
| 7 Доля, %, проектной прочности бетона забетонированного свода, при достижении которого следует приступать к дальнейшей разработке средних штросс, ядра и боковых штросс в грунтах с пределом прочности на одноосное сжатие, МПа: |  | Лабораторные испытания, каждая заходка, журнал горных работ |
|  | 100 |
|  | 75 |
| *Устройство котлованов при открытом способе работ* |  | Измерительный, каждая свая, шпунтина, каждый расстрел, анкер, нагель, журнал маркшейдерских работ |
| 8 Положение свай на уровне дна котлована, мм | +/- 150 |
| 9 Положение расстрелов, анкеров и нагелей в плане и по высоте, мм | +/- 100 | Измерительный, каждая захватка, журнал маркшейдерских работ |
| 10 Отклонение ширины берм у стен разрабатываемого котлована, мм | +/- 100 |
| 11 Отметка дна котлована при планировке вручную, мм | +/- 10 |
| 12 Вертикальность стенок траншеи при методе "стена в грунте" | +/- 0,01 глубины траншеи |
| *Устройство монолитной бетонной и железобетонной обделок тоннелей, вентиляционного ствола* |  | Измерительный, каждая секция, журнал маркшейдерских работ |
| 13 Внутренние размеры (в свету) монолитной бетонной и железобетонной обделок тоннелей любого очертания, мм | +/- 50 |
| 14 Несовпадение внутренних поверхностей примыкающих участков бетонирования монолитной обделки (уступы), мм | 20 |
| 15 Местные неровности монолитного бетона при проверке двухметровой рейкой (при криволинейной поверхности - по образующей), мм: |  |
| в пределах секции бетонирования | 5 |
| при набрызг-бетонировании | 15 |
| 16 Отклонение от проектного положения оси и по высоте арки, используемой в качестве элемента постоянной обделки, мм | +/- 20 | Измерительный, каждая арка, журнал маркшейдерских работ |
| 17 Отклонение в расстоянии между арками *L,* используемыми в качестве элементов постоянной обделки | +/- 0,05*L* |
| 18 Отклонение в расстоянии между анкерами *L,* используемыми для постоянного крепления выработки | +/- 0,1*L* | Измерительный, каждый анкер, журнал маркшейдерских работ |
| 19 Отклонение стенок монолитной обделки шахтного ствола по радиусу от центра ствола, мм | +/- 25 | Измерительный, каждая заходка, журнал маркшейдерских работ |
| 20 Величина уступов на контактах смежных заходок вентиляционного ствола с монолитной обделкой, мм | 30 |
| *Монтаж сборных обделок кругового или криволинейного очертания* |  | Измерительный, каждое кольцо, журнал маркшейдерских работ |
| 21 Отклонение по радиусу от оси тоннеля или притоннельного сооружения, мм: |
| металлической обделки при диаметре или линейных размерах: |
| до 6 м | +/- 15 |
| более 6 м | +/- 25 |
| железобетонной обделки при диаметре или линейных размерах: |  |
| до 6 м | +/- 25 |
| более 6 м | +/- 50 |
| 22 Смещение плоскости колец, мм: |  |
| металлической обделки при диаметре или линейных размерах: |
| до 6 м | +/- 15 |
| более 6 м | +/- 25 |
| железобетонной обделки при диаметре или линейных размерах: |  |
| до 6 м | +/- 25 |
| более 6 м | +/- 50 |
| Примечание - Требование не относится к водонепроницаемым тоннельным обделкам, воспринимающим давление воды более 1 атм, для которых степень точности сборки устанавливается проектом производства работ. |  |
| *Монтаж сборных обделок прямоугольного очертания* |  | Измерительный, каждый элемент, журнал маркшейдерских работ |
| 23 Отклонение отметок верха лотковых блоков, мм: |  |
| для тоннелей | -10, +20 |
| для штолен и прочих сооружений | +/- 20 |
| 24 Отклонение положения лотковых блоков в плане, мм | +/- 25 |
| 25 Отклонение отметок нижних поверхностей плит перекрытий, мм: |  |
| над путями или проезжей частью | +20, -10 |
| на прочих участках | +/- 20 |
| 26 Отклонение в расстояниях между осями стеновых блоков, колонн, ригелей, плит перекрытия, мм | +/- 20 |
| 27 Положение оси фундаментного блока в плане, мм | +/- 10 |
| 28 Отметка дна стакана фундаментного блока, мм | -20 |
| 29 Отклонение колонн и стеновых блоков от вертикали | 0,002 высоты элемента, но не более +/- 25 мм |
| 30 Допуски на положение опускной секции подводного тоннеля после окончания опускания (погружения), мм: |  | Измерительный, каждая секция, протоколы по опусканию секций, журнал маркшейдерских работ |
| в плане и профиле для первой и второй секций | +/- 10 |
| в плане и профиле для остальных секций | +/- 50 |
| Примечания1 Арматурные, опалубочные и бетонные работы, защиту тоннельных конструкций от коррозии и вредных воздействий окружающей среды выполняют, руководствуясь соответствующими строительными нормами и правилами.2 Производство неуказанных строительно-монтажных работ, проходку тоннелей и других подземных сооружений с применением специальных способов (замораживание, водопонижение, дренаж, инъекционное укрепление грунтов, опережающие защитные экраны из труб), нагнетание растворов за тоннельную обделку, набрызг-бетонирование, герметизацию стыков и отверстий сборной тоннельной обделки при закрытом способе строительства, гидроизоляцию тоннелей, сооружаемых открытым способом, геодезическо-маркшейдерские работы выполняют в соответствии с действующими нормативными документами. |

БИБЛИОГРАФИЯ

[1] Федеральный [закон](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=471020) от 30 декабря 2009 г. N 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений"

[2] Федеральный [закон](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=465775) от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"

[3] Федеральный [закон](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=477377) от 21 декабря 1994 г. N 68-ФЗ "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера"

[4] Федеральный [закон](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=483120) от 9 февраля 2007 г. N 16-ФЗ "О транспортной безопасности"

[5] Федеральный [закон](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=471026) от 29 декабря 2004 г. N 190-ФЗ "Градостроительный кодекс Российской Федерации"

[6] Федеральный [закон](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=471025) от 3 июня 2006 г. N 74-ФЗ "Водный кодекс Российской Федерации"

[7] Федеральный [закон](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=471223) от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ "Об охране окружающей среды"

[8] Федеральный [закон](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=482687) от 25 июня 2002 г. N 73-ФЗ "Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации"

[9] [Постановление](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=476111) Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. N 87 "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию"

[10] СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства (Части I - VI)

[11] [СН 484-76](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=8946) Инструкция по инженерным изысканиям в горных выработках, предназначаемых для размещения объектов народного хозяйства

[12] [СП 11-102-97](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=1102) Инженерно-экологические изыскания для строительства

[13] [СанПиН 2.6.1.2523-09](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=90936&dst=100015) Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)

[14] СП 11-104-97 Инженерно-геодезические изыскания для строительства

[15] [СП 52-101-2003](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=4645) Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры

[16] [СП 52-102-2004](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=7602) Предварительно напряженные железобетонные конструкции

[17] [ПБ 03-428-02](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=12752) Правила безопасности при строительстве подземных сооружений

[18] ПУЭ Правила устройства электроустановок

[19] [СанПиН 1.2.3685-21](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=441707&dst=100137) Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания

[20] [Приказ](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=222765) Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 6 июня 2017 г. N 273 "Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе"

[21] [Приказ](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=192145) Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 4 декабря 2014 г. N 536 "Об утверждении Критериев отнесения отходов к I - V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду"

[22] [Постановление](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=454814) Правительства Российской Федерации от 8 октября 2020 г. N 1633 "Об утверждении требований по обеспечению транспортной безопасности, в том числе требований к антитеррористической защищенности объектов (территорий), учитывающих уровни безопасности для различных категорий объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств железнодорожного транспорта"

[23] [СанПиН 2.1.3684-21](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=409735&dst=100041) Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению населения, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий

[24] [Приказ](https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=372372) Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 8 декабря 2020 г. N 505 "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых"