



ДЕРЖАВНІ БУДІВЕЛЬНІ НОРМИ УКРАЇНИ

Споруди транспорту

ТУНЕЛІ. НОРМИ ПРОЄКТУВАННЯ

ДБН В.2.3-XX:202X

(проєкт, перша редакція)

**Київ
МІНРЕГІОН УКРАЇНИ 202X**

ПЕРЕДМОВА

- 1 РОЗРОБЛЕНО: Товариство з обмеженою відповідальністю «Український інститут сталевих конструкцій імені В. М. Шимановського»
- РОЗРОБНИКИ: **О. Шимановський**, д-р техн. наук; чл.-кор. НАН України (науковий керівник); **В. Адріанов**; **В. Гаврилова**; **В. Гордєєв** д-р техн. наук; **О. Голоднов**, д-р техн. наук; **О. Кордун**; **Я. Лимар**; **О. Лотоцький**; **В. Холькін**; **В. Шалінський**, канд. техн. наук; **М. Шимановська**, канд. техн. наук;
- За участю: Національний транспортний університет (**М. Гаркуша**, канд. техн. наук; **В. Ковальчук**, д-р техн. наук; **А. Онищенко**, д-р техн. наук)
- 2 ВНЕСЕНО: Державне агентство автомобільних доріг України
- 3 ПОГОДЖЕНО: Міністерство інфраструктури України, лист _____ від _____
Державна служба України з надзвичайних ситуацій, лист _____ від _____
Державна служба України з питань праці, лист _____ від _____
- 4 ЗАТВЕРДЖЕНО: наказ Міністерства розвитку громад та територій України від _____, 202_ р. № _____
- НАДАНО ЧИННОСТІ з _____. _____ 20__ р.
- 5 НА ЗАМІНУ: СНиП II-44-78 «Строительные нормы и правила. Часть II. Нормы проектирования. Глава 44. Тоннели железнодорожные и автодорожные».

ЗМІСТ

1. СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ.....	5
2. НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ.....	5
3. ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ.....	9
4. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ПРОЄКТУВАННЯ АВТОДОРОЖНІХ ТА ЗАЛІЗНИЧНИХ ТУНЕЛІВ	17
4.1 Загальні вимоги	17
4.2 Особливі вимоги до міських автодорожніх тунелів	24
5. ІНЖЕНЕРНІ ВИШУКУВАННЯ. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ	27
6. ПОПЕРЕЧНИЙ ПЕРЕРІЗ. КАМЕРИ ТА НІШІ	32
7. ПОЗДОВЖНІЙ ПРОФІЛЬ І ПЛАН.....	34
8. ТУНЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ	36
8.1 Матеріали тунельних оправ	36
8.2 Гідроізоляція оправ і захист від корозії	41
8.3 Вимоги до конструкцій притунельних споруд	45
8.4 Верхня будова колії у залізничних тунелях	48
8.5 Конструкції дорожнього одягу в автодорожніх тунелях	51
8.6 Водовідвідні і дренажні пристрої.....	52
8.7 Особливості проектування тунелів у сейсмічних районах	54
9. НАВАНТАЖЕННЯ І ВПЛИВИ. ОСНОВНІ РОЗРАХУНКОВІ ПОЛОЖЕННЯ.....	55
9.1 Навантаження і впливи	55
9.2 Навантаження і впливи на тунелі неглибокого закладання	58
9.3 Навантаження для розрахунків тунелів глибокого закладання	61
9.4 Навантаження в умовах, при неможливості утворення склепіння	65
9.5 Основні розрахункові положення.....	68
10. ВЕНТИЛЯЦІЯ.....	73
10.1 Загальні положення.....	73
10.2 Вентиляція у залізничних тунелях	74
10.3 Вентиляція в автодорожніх тунелях	79
11. ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, ОСВІТЛЕННЯ, СИГНАЛІЗАЦІЯ ТА ЗВ'ЯЗОК.....	84

11.1 Електропостачання і електрообладнання в автодорожніх тунелях	84
11.2 Електропостачання і електрообладнання у залізничних тунелях	88
11.3 Електроосвітлення автодорожніх тунелів	92
11.4 Електроосвітлення у залізничних тунелях	98
11.5 Автоматика, сигналізація і зв'язок у залізничних тунелях	101
11.6 Заземлення і занулення у залізничних тунелях	101
11.7 Захист споруд та обладнання від електрокорозії у залізничних тунелях	102
11.8 Системи зв'язку, гучномовного оповіщення і єдиного часу	104
12. СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ТА КЕРУВАННЯ КОМПЛЕКСОМ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ.....	108
12.1 Системи безпеки тунелів	108
12.2 Системи, що забезпечують організацію і безпеку дорожнього руху в автодорожніх тунелях	109
12.3 Системи керування комплексом інженерних систем в автодорожніх тунелях	111
13. ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ	113
13.1 Загальні вимоги	113
13.2 Вогнестійкість конструкцій і технологічного обладнання.....	117
13.3 Система виявлення і повідомлення про пожежу.....	121
13.4 Шляхи евакуації та евакуаційні виходи	123
13.5 Димовидалення при пожежі.....	125
13.6 Засоби пожежогасіння.....	127
Додаток А.....	129
Додаток Б.....	131
Додаток В.....	132
Додаток Г	135

1. СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Ці будівельні норми поширюються на проектування і будівництво нових та реконструкцію діючих тунелів на автомобільних дорогах загального користування і на залізницях колії 1520 мм всіх категорій.

2. НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цих Нормах є посилання на такі нормативні акти та нормативні документи:

ДБН А.2.1-1-2008 Інженерні вишукування для будівництва

ДБН А.2.2-3:2014 Склад та зміст проектної документації на будівництво

ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій

ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги

ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України

ДБН В.1.1-25-2009 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення

ДБН В.1.1-31:2013 Захист територій, будинків і споруд від шуму

ДБН В.1.1-45:2017 Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Загальні положення

ДБН В.1.2-5:2007 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів

ДБН В.1.2-7-2008 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека

ДБН В.1.2-12:2008 Система надійності та безпеки в будівництві.
Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки

ДБН В.1.2-15:2009 Мости та труби. Навантаження і впливи

ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина I. Проектування.
Частина II. Будівництво

ДБН В.2.3-7:2018 Метрополітени. Споруди транспорту

ДБН В.2.3-19:2018 Залізничі колії 1520 мм. Норми проектування

ДБН В.2.3-22:2009 Споруди транспорту. Мости та труби. Основні
вимоги проектування

ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення

ДБН В.2.5-56:2014 Системи протипожежного захисту

ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування

ПУЕ 2017 Правила улаштування електроустановок

ПТЕ. Правила технічної експлуатації залізниць України

ДСТУ 2867-94 Шум. Методи оцінювання виробничого шумового
навантаження. Загальні вимоги

ДСТУ 4499-1:2005 Системи кабельних коробів. Частина 1. Загальні
вимоги і методи випробовувань (IEC 61084-1:1991, NEQ)

ДСТУ 4809:2007 Ізольовані проводи та кабелі. Вимоги пожежної
безпеки та методи випробувань

ДСТУ 8959:2019 Асфальтобетонні суміші та асфальтобетон
дорожні на основі бітумів, модифікованих полімерами. Технічні умови

ДСТУ 8539:2015 Прокат для будівельних сталевих конструкцій.
Загальні технічні умови

ДСТУ Б ГОСТ 24451:2011 Тунелі автодорожні. Габарити
наближення будівель та обладнання (ГОСТ 24451-80, IDT)

ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та
зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою

ДСТУ Б В.2.1-5-96 (ГОСТ 20522-96) Основи та підвалини будинків і
споруд. Ґрунти. Методи статистичної обробки результатів випробувань

ДСТУ Б В.2.1-12:2009 Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Метод лабораторного визначення максимальної щільності

ДСТУ Б В.2.1-13:2009 Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Метод лабораторного визначення ступеня морозної здимальності

ДСТУ Б В.2.1-16:2009 Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи лабораторного визначення вмісту органічних речовин

ДСТУ Б В.2.1-17:2009 Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи лабораторного визначення фізичних властивостей

ДСТУ Б В.2.1-19:2009 Методи лабораторного визначення гранулометричного (зернового) та мікроагрегатного складу

ДСТУ Б В.2.1-22:2009 Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Метод лабораторного визначення властивостей просідання

ДСТУ Б В.2.1-23:2009 Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи лабораторного визначення коефіцієнта фільтрації

ДСТУ Б В.2.3-29:2011 Габарити наближення будівель і рухомого складу залізниць колії 1520 (1524) мм (ГОСТ 9238-83, MOD)

ДСТУ Б В.2.5-29:2006 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Система газопостачання. Газопроводи підземні сталеві. Загальні вимоги до захисту від корозії

ДСТУ Б В.2.5-30:2006 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Трубопроводи сталеві підземні систем холодного і гарячого водопостачання. Загальні вимоги до захисту від корозії

ДСТУ Б В.2.6-145:2010 Конструкції будинків і споруд. Захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії. Загальні технічні вимоги (ГОСТ 31384-2008, NEQ)

ДСТУ Б В.2.7-71-98 Щебінь та гравій із щільних гірських порід та відходів промислового виробництва для будівельних робіт. Методи фізико-механічних випробувань (ГОСТ 8269.0-97). З поправкою

ДСТУ Б В.2.7-119:2011 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови

ДСТУ Б В.2.7-204:2009 Будівельні матеріали. Щебінь із природного каменю для баластного шару залізничної колії. Технічні умови

ДСТУ Б В.2.7-215:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Правила підбору складу

ДСТУ Б В.2.7-312:2016 Арматура неметалева композитна базальтова періодичного профілю. Загальні технічні умови

ДСТУ ГОСТ 16519:2008 Вібрація. Визначення параметрів вібраційної характеристики ручних машин та машин з ручним керуванням. Загальні вимоги (ГОСТ 16519-2006 (ISO 20643:2005), IDT; ISO 20643:2005, NEQ)

ДСТУ EN 61386-1:2017 Системи кабелепроводів. Частина 1. Загальні вимоги (EN 61386-1:2008, IDT; IEC 61386-1:2008, IDT)

ДСТУ EN 61537:2014 Системи кабельних лотоків і драбин. Загальні вимоги (EN 61537:2007, IDT)

ДСТУ-Н Б А 3.2-1:2007 Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використанні в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва

ДСТУ-Н Б В.2.3-34:2016 Настанова з виконання робіт при будівництві мостів та труб

ДСТУ-Н Б В.2.5-37:2008 Настанова з проектування, монтування та експлуатації автоматизованих систем моніторингу та управління будівлями і спорудами

ДСТУ-Н Б В.2.6-185:2012 Настанова з проектування та виготовлення бетонних конструкцій з неметалевою композитною арматурою на основі базальто- і склоровінгу

ДСТУ-Н Б В.2.6-218:2016 Настанова з проектування та виготовлення конструкцій з дисперсноармованого бетону

ДСТУ-Н Б В.2.6-186:2013 Посібник із захисту будівельних конструкцій будівель та споруд від корозії

ДСТУ EN 12101-1:2012 Системи димо- та тепловидалення. Частина 1. Технічні вимоги до протидимових завіс (EN 12101-1:2005, IDT)

ДСТУ EN 12845:2016 (EN 12845:2015, IDT) Стаціонарні системи пожежогасіння. Автоматичні спринклерні системи. Проектування, монтування та технічне обслуговування

ДСТУ ISO 12944-5:2020 Фарби та лаки. Захист від корозії сталевих конструкцій захисними лакофарбовими системами. Частина 5. Захисні лакофарбові системи (ISO 12944-5:2019, IDT)

ДСТУ ISO 3864-1:2005 Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Частина 1. Принципи проектування знаків безпеки для робочих місць та місць громадського призначення (ISO 3864-1:2002, IDT)

ДСТУ EN ISO 7010:2019 Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки (EN ISO 7010:2012; A1:2014; A2:2014; A3:2014; A4:2014; A5:2015; A6:2016; A7:2017, IDT; ISO 7010:2011; Amd 1:2012; Amd 2:2012; Amd 3:2012; Amd 4:2013; Amd 5:2014; Amd 6:2014; Amd 7:2016, IDT)

ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку

ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації

НПАОП 40.1-1.21-98 (ДНАОП 0.00-1.21-98) Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів

НПАОП 40.1-1.32-01 (ДНАОП 0.00-1.32-01) Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок

3. ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

Нижче подано терміни, вжиті у цих нормах, та визначення позначених ними понять.

Визначення термінів «вентиляційна установка», «оправа», «притунельні споруди», «складні умови», «шляхи евакуації» наведено у ДБН В.2.3-7.

Визначення терміну «автоматизована система пожежогасіння» наведено у ДБН В.2.5-56.

3.1 аварійне освітлення тунелю

Освітлення, яке передбачається на випадок порушення або відключення живлення основного (робочого) освітлення і підключається до джерела живлення, незалежного від джерела живлення робочого освітлення, яке в разі аварії почне працювати від незалежного джерела електропостачання, наприклад, вбудованої або централізованої акумуляторної батареї.

3.2 безпека руху

Комплекс інженерно-технічних і організаційних заходів, спрямованих на найкраще використання автомобільним (залізничним) транспортом конструктивних і експлуатаційних особливостей тунелю для забезпечення розрахункової швидкості, зручності руху, зменшення дорожньо-транспортних пригод і виключення нещасних випадків

3.3 вентиляція

Система провітрювання закритого простору тунельних споруд шляхом утворення обміну повітря природним або примусовим способом.

3.4 водовідвід

Комплекс відкритих споруд (лотки, канали) або закритих (труби, канали), призначених для транспортування води від гірничих виробок за межі тунельних споруд

3.5 габарит наближення будов

Граничний поперечний (перпендикулярний осі колії) обрис, у середину якого крім рухомого складу і устаткування не повинні заходити ніякі частини стаціонарних споруд і будівельних конструкцій з урахуванням нормованих допусків на їхнє виготовлення та монтаж

3.6 габарит наближення обладнання

Граничний поперечний (перпендикулярний осі колії) обрис, усередину якого не повинні заходити ніякі частини всіх видів обладнання і устроїв, за винятком частин устроїв, призначених для безпосередньої взаємодії з відповідними частинами рухомого складу

3.7 габарит рухомого складу

Граничний, поперечний (перпендикулярний осі колії) обрис, усередині якого повинен поміщатися рухомий склад (з урахуванням максимальних нормованих допусків і зношень, а також бічного нахилення на ресорах), установлений на прямому горизонтальному шляху та у кривій розрахункового радіуса як у ненавантаженому, так і в навантаженому стані

3.8 довжина тунелю

Відстань між зовнішніми лицьовими порталами тунелю, яка вимірюється по осі споруди на рівні проїзної частини

3.9 дорожній одяг

Багатошарова конструкція в межах проїзної частини, яка сприймає навантаження від транспортних засобів і передає її на ґрунт або на елемент конструкції тунелю

3.10 дорожньо-транспортна пригода в тунелі

Подія, що виникла в процесі руху в тунелі транспортного засобу і з його участю, що створило загрозу життю та здоров'ю людей, що призвела до пошкодження або руйнування транспортних засобів, елементів будівельних конструкцій або обладнання, або іншому матеріальному збитку, а також порушення руху в тунелі

3.11 дренажна штольня тунелю

Штольня, призначена для захисту тунелю від ґрунтових вод або зниження гідростатичного тиску

3.12 евакуаційна штольня (штольня безпеки) тунелю

Штольня, призначена для евакуації людей з експлуатованого тунелю в разі пожежі або іншої надзвичайної ситуації

3.13 захисна смуга

Пристінне піднесення із протилежної щодо службового проходу сторони тунелю, призначене для підвищення безпеки дорожнього руху, у тому числі людей, які перебувають у тунелі, і захисту конструкцій тунелю від зовнішніх механічних впливів

3.14 збійка

Гірська виробка, що з'єднує два близько розташованих тунелі

3.15 зона безпеки тунелю

Відділене протипожежними перешкодами приміщення (відсік) в об'ємі тунелю або притунельні споруди, облаштовані для тимчасового перебування людей під час пожежі або дорожньо-транспортної пригоди в транспортній зоні або іншій частині тунелю

3.16 камера

Заглиблення в оправі залізничного або автодорожнього тунелю, призначене для розміщення робочого інвентарю, матеріалів та обладнання

3.17 майданчик для аварійної зупинки автопоїзду

Майданчик, розташований праворуч від основного напрямку руху, який дає можливість здійснити зупинку автотранспортного засобу при виникненні аварійної ситуації

3.18 ніша

Заглиблення в оправі тунелю, призначене для укриття людей при проході рухомого складу

3.19 оправа

Постійна несуча конструкція, що обгороджує підземну виробку і утворює внутрішню поверхню підземної споруди, яка відповідає габариту наближення будов

3.20 пожежний відсік

Частина тунелю, відділена від інших її частин протипожежними перешкодами

3.21 портал тунелю

Архітектурно оформлений вхід (вихід) тунелю

3.22 притунельна споруда

Підземна, або надземна споруда, призначена для розташування технологічних або експлуатаційних облаштувань, що забезпечують життєдіяльність і обслуговування тунелю.

3.23 проїзна частина тунелю

Складова частина автомобільного тунелю, призначена для руху транспортних засобів

3.24 пропускна спроможність тунелю

Максимальна кількість транспортних засобів, яка може проїхати через поперечний переріз тунелю за одиницю часу

3.25 порогова зона тунелю

Ділянка тунелю довжиною, яка дорівнює відстані безпечного гальмування, що примикає до в'їзного portalу

3.26 рампа

Споруда, яка служить для проїзду транспортних засобів із проїзної частини на поверхні землі в тунель або навпаки

3.27 реконструкція тунелю

Комплекс робіт, при виконанні яких здійснюється зміна основних конструктивних і техніко-економічних показників – форм і розмірів поперечних перерізів тунелів, матеріалів конструкцій, інженерної оснащеності з метою поліпшення умов експлуатації, підвищення пропускної спроможності, максимального поповнення втрати від фізичного і морального зносу, а також наслідків впливу несприятливих природно-кліматичних факторів

3.28 сервісний тунель

Тунель, призначений для обслуговування основного тунелю (призначений для прокладки комунікацій, подачі або видалення повітря, відводу води, улаштування евакуаційних виходів тощо)

3.29 середня яскравість дорожнього покриття у перехідній зоні тунелю

Середня по площі проїзної частини яскравість сухого дорожнього покриття у напрямку ока спостерігача, що знаходиться на осі смуги руху транспорту в перехідній зоні тунелю

3.30 середня яскравість дорожнього покриття в порогової зоні тунелю

Середня по площі проїзної частини яскравість сухого дорожнього покриття в напрямку ока спостерігача, що знаходиться на осі смуги руху транспорту в першій половині порогової зони тунелю

3.31 Сейсмостійкість

Здатність конструкцій тунелю протидіяти сейсмічним впливам без втрати експлуатаційних властивостей

3.32 службовий прохід тунелю

Виділена вздовж стіни тунелю з деяким піднесенням над рівнем проїзної частини смуга, призначена для проходу по тунелю службового персоналу

3.33 смуга безпеки

Пристінне піднесення із протилежного щодо службового проходу боку тунелю, призначене для підвищення безпеки дорожнього руху, в тому числі людей, що знаходяться в тунелі, і захисту конструкцій тунелю від зовнішніх механічних впливів

3.34 смуга перехідно-швидкісна

Додаткова смуга руху, що влаштовується для забезпечення розгону або гальмування автомобілів, які в'їжджають або виїжджають із смуг руху

3.35 тунель

Протяжна підземна (підводна) споруда, що призначена для транспортних цілей, прокладки інженерних комунікацій тощо.

3.36 тунель автодорожній

Лінійна підземна або підводна споруда, призначена для влаштування автомобільної дороги через гірські масиви, під водними перешкодами, забудованими територіями, екологічно цінними місцевостями тощо, яка забезпечує безперервний та безпечний проїзд автомобілів

3.37 тунель залізничний

Лінійна підземна або підводна споруда, призначена для влаштування залізниці через гірські масиви, під водними перешкодами, забудованими територіями, екологічно цінними місцевостями тощо, яка забезпечує безперервний та безпечний проїзд рухомого складу залізниць

3.38 тунель-шляхопровід

Підземна споруда в складі транспортної розв'язки, що призначена для руху транспортних засобів під магістраллю

3.39 тунель глибокого закладання

Тунель або ділянка тунелю, глибина засипки над верхом склепіння більше 20 м

3.40 тунель мілкового закладання

Тунель або ділянка тунелю, глибина засипки над верхом склепіння менше 20 м.

3.41 тунель гірський

Підземна гірська виробка для забезпечення зручного руху транспорту в горах

3.42 тунель міський

Підземна (або підводна) інженерна споруда, призначена для пропуску транспортних засобів у місті з метою розв'язки руху в різних

рівнях (на перетинах, примиканнях або розгалуженнях магістралей), збільшення пропускної здатності магістралей, подолання висотних або контурних перешкод, під'їзду до великих міських центрів та ін.

3.43 транспортна зона

Основна частина об'єму тунелю або частина комплексної підземної споруди з розташованими в ній полотном проїзду, іншими елементами будівельних конструкцій, а також з експлуатаційним устаткуванням, необхідним для використання тунелю в якості транспортної споруди

3.44 транспортний потік

Сукупність транспортних засобів, які рухаються по проїзній частині в даному напрямку

3.45 траса тунелю

Лінія, яка відображає положення осі тунелю в просторі

3.46 транспортна штольня тунелю

Штольня, призначена для транспортування людей, інструменту та інвентарю

3.47 шов деформаційний

Штучно утворений конструктивний елемент споруди для забезпечення можливості переміщення окремих елементів конструкції під впливом їхніх осадок, зміни температури, усадки бетону і для попередження утворення тріщин.

ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ, ЗАСТОСОВАНІ В ЦИХ НОРМАХ

АРМ – автоматизоване робоче місце

АВР – автоматичний ввід резерву

АТС – автоматична телефонна станція

АСУ ТП – автоматизована система управління технологічними процесами.

ВБГ – відстань безпечного гальмування

ГДК – гранично допустима концентрація

ДП – диспетчерське приміщення

ЕОМ – електронно-обчислювальна машина

КВП – контрольно-вимірювальні прилади

МЗВ – механічна загальнообмінна вентиляція

НС – надзвичайна ситуація

ОВНС – оцінка впливу на навколишнє середовище

ПУЕ – правила пристроїв електроустановок

ПЗВ – пристрій захисного підключення

РП – розподільні пристрої

СОКЕ – система оповіщення і керування евакуацією

СО – система оповіщення

ТЕО – техніко-економічне обґрунтування

ЦДП – центральний диспетчерський пункт

4. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ПРОЄКТУВАННЯ АВТОДОРОЖНИХ ТА ЗАЛІЗНИЧНИХ ТУНЕЛІВ

4.1 Загальні вимоги

4.1.1 Тунелі протягом всього терміну служби повинні задовольняти вимогам безперебійності та безпеки руху транспортних засобів, економічності поточного утримання будівельних конструкцій і постійних експлуатаційних устроїв, забезпечення здоров'я і безпечних умов праці обслуговуючого персоналу, а також вимогам охорони навколишнього середовища.

4.1.2 Прийняті технічні рішення, конструкції і матеріали повинні забезпечувати термін служби тунельних оправ не менше 100 років. Міжремонтні терміни експлуатації будівельних конструкцій постійних пристроїв повинні складати не менше 50 років.

4.1.3 Вибір основних рішень із проєктування тунелів повинен ґрунтуватися на таких вихідних даних:

- розташування споруд та їх елементів у плані і профілі в ув'язці з суміжними ділянками доріг;

- визначення доцільності будівництва двоколійного або двох одноколійних залізничних тунелів або кількості автодорожніх тунелів для розміщення необхідної кількості смуг руху;
- визначення типу і форми поперечного перерізу оправи в ув'язці зі способами її спорудження і захисту від ґрунтових вод тощо.

4.1.4 Рішення слід обґрунтовувати за результатами порівняння техніко-економічних показників варіантів з урахуванням приведених витрат на будівництво і експлуатацію споруд.

4.1.5 Проєктування тунелю виконується на основі завдання на проєктування. Разом із завданням замовник надає організації-проєктувальнику необхідні вихідні дані та матеріали.

4.1.6 Будівництво та експлуатацію тунелів слід виконувати з проведенням науково-технічного супроводу відповідно до вимог ДБН В.1.2-5.

4.1.7 Проєктування транспортних тунелів слід проводити на основі даних інженерних вишукувань згідно з ДБН А.2.1-1 та вимогами цих норм.

4.1.8 При будівництві та реконструкції залізничних тунелів повинні виконуватися вимоги Правил технічної експлуатації (ПТЕ).

4.1.9 Залізничні тунельні переходи залежно від потрібної пропускної спроможності дозволяється проєктувати одноколійними або багатокільйними.

4.1.10 У тунельних переходах на автомобільних дорогах І технічної категорії зустрічні проїзди слід розміщувати у окремих тунелях. Дозволяється також розташування двох зустрічних проїздів і роздільної смуги в одному чотирьохсмуттовому тунелі.

4.1.11 У складі тунельних переходів на автомобільних дорогах інших технічних категорій (крім першої) слід споруджувати тунелі із зустрічним рухом транспортних засобів в одному проїзді. Дозволяється також розташування трьох смуг руху в одному тунелі на автомобільних дорогах

інших технічних категорій (крім першої), при цьому одна смуга в одному напрямі руху, а дві у протилежному напрямі руху.

4.1.12 У якості головних (визначальних) проєктних параметрів будь-якого тунельного переходу можуть розглядатися геометричні характеристики його поперечних перерізів і траси.

4.1.13 На вибір форми і розмірів поперечного перерізу транспортного тунельного переходу і самого тунелю сумісно впливають такі основні фактори, як призначення тунелю, гірничогеологічні умови і необхідність розміщення усередині тунелю постійних експлуатаційних устроїв.

4.1.14 Траса тунельного переходу (у плані і поздовжньому профілі) прокладається у залежності від його призначення та місцевих (топографічних, гірничогеологічних, економічних, кліматичних та інших умов згідно з завданням на проектування) умов.

4.1.15 Поперечний переріз і траса тунельного переходу повинні у повній мірі відповідати вимогам до відкритих ділянок залізничної лінії або автомобільної дороги, на якій він споруджується, з обов'язковим урахуванням особливостей умов руху в тунелі.

4.1.16 При виборі варіанту траси тунельного переходу слід уникати розташування тунелів у зонах тектонічних розломів, зсувних ділянок, в карстонебезпечних районах, уникати розташування порталів і припортальних ділянок тунелів у місцях можливого сходу снігових лавин, селевих потоків і каменепадів.

4.1.17 При неможливості уникнення переходу траси тунельного переходу скрізь зони тектонічних розломів слід надавати перевагу варіанту розташування споруди в однорідних за міцністю і сейсмічною жорсткістю ґрунтах, з максимальним заглибленням оправи відносно поверхні землі.

4.1.18 У зонах прояву небезпечних геологічних процесів (зсувів, обвалів, селевих потоків, снігових лавин тощо) слід влаштувати захисні

споруди або передбачити необхідні заходи, які забезпечують захист порталів і припортальних ділянок тунелю від цих процесів.

4.1.19 Тунелі, штольні та інші притунельні споруди, які розташовуються у підземних виробках, повинні мати постійне кріплення – оправу, за винятком притунельних споруд у міцних скельних ґрунтах, які не вивітрюються.

4.1.20 Входи в тунель і штольні, які мають вихід на поверхню, повинні бути укріплені і архітектурно оформлені у вигляді порталів, оголовків або рамп.

4.1.21 Для тунелів довжиною більше ніж 1500 м біля одного з порталів слід розміщувати спеціалізовані приміщення у тому числі приміщення із санітарно-побутовими пристроями для потреб служб експлуатації і охорони. При довжині тунелю більше ніж 3000 м такі приміщення слід розміщувати біля обох порталів.

4.1.22 Тунелі повинні мати камери і ніші, призначені для зберігання запасу ремонтних матеріалів і обладнання для виконання ремонтних робіт. Кількість та розміри камер та ніш для залізничних та автодорожніх тунелів наведено у розділі 6.

4.1.23 У камерах і нішах допускається розташовувати технологічне устаткування для постійної експлуатації тунелю. При цьому устаткування розташовується усередині габариту камери та за межами габариту наближення устаткування тунелю у створі ніші.

4.1.24 Розташовувані в тунелях прилади і устаткування повинні мати необхідний ступінь захисту від впливу агресивних факторів повітряного середовища, підвищеної вологості, перепаду температур, а також від ушкоджень при механізованій мийці стінових конструкцій.

4.1.25 Прокладання інженерних комунікацій, за винятком розподільних мереж, які підходять до обладнання, встановленого безпосередньо в зонах проїзних ділянок тунелів, слід передбачати у технічних прохідних колекторах.

4.1.26 Проєктом слід передбачати технологічний резерв основного обладнання, яке впливає на життєзабезпечення тунелю (силові трансформатори, вентилятори тунельної вентиляції, насоси водовідливних установок). Резервні агрегати повинні бути встановлені поруч із робочими агрегатами таким чином, щоб уведення їх у робочий стан забезпечувалося шляхом оперативних перемикань.

4.1.27 Розрахунковий термін служби основних експлуатаційних пристроїв, установлюваних у тунелі і на підходах до нього повинен бути не менший ніж 10 років.

4.1.28 Автодорожні тунелі повинні мати службові проходи: при русі в одному напрямку – з однієї сторони, а у разі різноспрямованого – з двох сторін. При влаштуванні службового проходу з одного боку тунелю, з іншого боку слід влаштовувати захисну смугу.

4.1.29 Рівень підлоги ніш і камер повинен бути на одному рівні зі службовим проходом.

4.1.30 Пройдені в період будівництва допоміжні штольні, які мають вихід на поверхню, слід переобладнати в штольні для обслуговування тунелів при їх експлуатації (сервісні штольні) з одночасним їх використанням у якості штолень безпеки.

4.1.31 Ширина евакуаційних шляхів проходів у сервісних штольнях, штольнях безпеки і виробках сполучень повинна бути не менше 1.8 м, а висота — не менше 2.2 м, рахуючи від підлоги до низу конструкцій та виступаючих елементів комунікацій і устаткування в місцях проходу людей і на шляхах евакуації.

4.1.32 У тунелях довжиною понад 100 м, для зменшення контрасту світлових умов на відкритій ділянці дороги і в тунелі, із одностороннім рухом слід влаштовувати розтрубну ділянку у в'їзній зоні: при розрахунковій швидкості рухомого складу більше 100 км/год для залізниць та більше 90 км/год для автотранспорту. Довжину розтрубної

ділянки у в'їзній зоні тунелів слід призначати не менше ніж 20 м із збільшенням площі поперечного перерізу тунелю не менше ніж на 50 %.

4.1.33 В автодорожніх тунелях довжиною більше ніж 1000 м слід влаштовувати місцеві розширення для майданчиків аварійної зупинки транспортних засобів. Відстань між майданчиками не повинна перевищувати 750 м, довжина і ширина майданчиків повинна бути не менше ніж 50 м і не менше ніж 2.75 м відповідно.

4.1.34 При двосторонньому русі транспортних засобів майданчики повинні бути з обох боків тунелю.

4.1.35 Автодорожні тунелі повинні мати перед порталами майданчики розвороту транспортних засобів на випадок аварійної ситуації.

4.1.36 Тунелі повинні бути захищені від проникнення у них підземних і поверхневих вод з урахуванням вимог ДБН В.1.1-25. У разі необхідності дозволяється забезпечення їх системою водовідведення і дренажними пристроями. Рівень захисту тунелів від підземних вод повинен забезпечувати відсутність крапель із склепіння (перекриття), стікання води по стінах і виключати утворення льоду.

4.1.37 При розташуванні порталу гірського тунелю або рампової ділянки підводного тунелю біля пойми, яка затоплюється, дно лотка водовідведення біля порталу або відмітка верхньої точки проїжджої частини рампи повинні бути не менше ніж на 1.0 м вище максимально високого рівня паводкових вод (повеней) з вірогідністю перевищення 1:300 (0.33 %) (відповідно до ДБН В.2.3-19) з урахуванням підпору, льодоходу і висоти хвилі. При неможливості виконання цієї вимоги необхідно влаштовувати в тунелі захисні пристрої (затвори).

4.1.38 В автодорожніх тунелях на довжині не менше 100 м від порталу необхідно застосовувати яскраві дорожні покриття відповідно до ДБН В.2.2-28, білу плитку для облицювання або біле забарвлення стін на висоту не менше 1.4 м від рівня службового проходу або інші технічні

рішення, що забезпечують адаптацію зору водіїв. Зовнішні кути ніш і камер повинні мати суцільні світлоповертаючі елементи або фарбування на висоту не менше 0.5 м. Для облицювання лобових поверхонь порталів і підпірних стін повинні застосовуватися матеріали темного кольору.

4.1.39 При проектуванні транспортних тунелів слід визначати технічні зони будівництва, включаючи зони постійного землекористування, на основі даних інженерних вишукувань для будівництва, аналізу існуючої та перспективної містобудівної ситуації в районі проходження траси тунелів.

4.1.40 У технічних зонах до закінчення будівництва транспортних тунелів не допускається зведення будинків та споруд, прокладання інженерних комунікацій та посадка дерев без дозволу експлуатуючої організації.

4.1.41 Зведення житлових будинків, які розташовуються у межах та поблизу технічних зон дозволяється у разі, якщо це підтверджено розрахунком санітарного впливу.

4.1.42 Межі технічної зони наводяться у виконавчій документації, яка передається замовнику.

4.1.43 Споруди і окремі приміщення транспортних тунелів слід захищати автоматичними установками охоронної сигналізації. До складу них входять основні і запасні виходи з тунелів, входи до вентиляційних шахт і кіосків.

4.1.44 В автодорожніх тунелях слід передбачати пристрої телеспостереження за рухом транспортних засобів і засоби зв'язку для передачі інформації про аварійну обстановку в диспетчерський пункт і підрозділ охорони.

4.1.45 При організації керування експлуатаційними пристроями і устаткуванням слід забезпечувати можливість візуального контролю диспетчером експлуатуючої організації поточної обстановки в будь-якій

точці транспортної зони тунелю з використанням телекамер підсистеми телевізійного спостереження.

4.1.46 Верхня будова колії в залізничних тунелях повинна проєктуватися відповідно до вимог ДБН В.2.3-19.

4.1.47 Матеріали і конструкції дорожнього одягу в автодорожніх тунелях і на рампових ділянках повинні відповідати вимогам ДБН В.2.3-4. Конструкції повинні бути довговічними, відповідати необхідній пропускній здатності тунелів і забезпечувати відвід води.

4.2 Особливі вимоги до міських автодорожніх тунелів

4.2.1 Об'ємно-планувальні і конструктивно-технологічні рішення для проєктування міських автодорожніх тунелів повинні прийматися з урахуванням забезпечення максимального збереження розташованих поблизу будинків, споруд і культурно-історичних пам'яток.

4.2.2 Архітектурний вигляд наземних споруд тунелів повинен відповідати естетичним вимогам і його слід вирішувати в єдиній композиції з навколишнім ландшафтом і архітектурними спорудами, розташованими в зоні прилягаючої вулично-дорожньої мережі.

4.2.3 При проєктуванні тунелів під будинками і спорудами, що відносяться до класу наслідків (відповідальності) СС3 слід передбачати влаштування станцій спостереження, які забезпечують безперервний моніторинг стану цих будівель і споруд.

4.2.4 Розміщення автодорожніх тунелів поблизу громадських і торгових центрів, автовокзалів, стадіонів, залізничних об'єктів, об'єктів метрополітену, в тому числі порталів, шахт повітрозабору (загальнообмінній вентиляції і вентиляції для створення підпору повітря) допускається тільки при виконанні заходів щодо забезпечення їхньої пожежної безпеки.

4.2.5 У зоні постійного та тимчасового перебування людей необхідно передбачати на в'їздах і виїздах з тунелів спеціальні планувальні і конструктивні заходи, які забезпечать зменшення шуму від

проїжджаючих транспортних засобів до допустимих рівнів у відповідності до ДСН 3.3.6.037.

4.2.6 При в'їзді в тунель слід передбачати улаштування систем, які можуть зупинити в'їзд транспортних засобів на смуги руху.

4.2.7 Протипожежні розриви від наземних споруд тунелю (у тому числі від порталів і порталних стін) до сусідніх із ними будинків і споруд повинні прийматися відповідно до вимог ДБН В.1.1-7 і ДБН Б.2.2-12.

4.2.8 У роздільній смузі вулиці (дороги) на підходах до тунелю на відстані не більше 500 м від порталів повинні бути передбачені розриви для можливості в'їзду пожежної техніки в тунель у зустрічному напрямку, а також розвороту автомобілів для руху у зворотному напрямку.

4.2.9 На виїздах з рампових ділянок тунелів повинні бути передбачені розширення проїзної частини із правого боку довжиною 50-60 м для тимчасового зупинення несправних автомобілів.

4.2.10 Поблизу порталів тунелів довжиною 500 м і більше за межами рампових ділянок повинні бути передбачені площадки і приміщення для стоянки машин-евакуаторів, спецтехніки міських служб на випадок пожежі або іншої надзвичайної ситуації. Під'їзди і проїзди до них повинні бути із проїзною частиною із твердим покриттям, шириною не менше ніж 4,5 м, які закінчуються площадками площею не менше ніж 150 м² для розвороту спецтехніки. В'їзд на ці площадки слід обладнати шлагбаумом, керованим із диспетчерського пункту.

4.2.11 Площадки, вказані в п. 4.2.10 також слід передбачати поза зонами небезпечного задимлення на випадок пожежі біля евакуаційних виходів для розосередження людей, які евакуюються, а також у пунктах підключення пожежних машин до сухотрубів протипожежного водопостачання.

4.2.12 Мінімальний повздовжній похил у закритій частині тунелю приймається 3 ‰, а максимальний повздовжній похил не повинен перевищувати 40 ‰.

4.2.13 Розміри поперечно перерізу міських тунелів визначаються необхідною шириною проїзної частини транспортної зони, шириною службових проходів і захисних смуг, роздільною полосою (при двосторонньому русі), наявністю зупиночної полоси, необхідністю додаткового простору для розміщення експлуатаційних устроїв і обладнання, а також будівельним допуском на будівництво оправи.

4.2.14 Ширина полоси безпеки для міських тунелів приймається не менше 0.75 м.

4.2.15 При наявності зупиночної смуги в міських тунелях службовий прохід дозволяється не передбачати, ширину полоси безпеки дозволяється зменшити до 0,25 м.

4.2.16 Ширина роздільної полоси для розміщення опор між проїздними частинами одного тунелю для двох напрямів руху повинна бути не меншою 1.3 м.

4.2.17 Висотний габарит транспортної зони міського тунелю, від рівня покриття дорожнього одягу до низу перекриття транспортної зони, виступаючих елементів комунікацій і устаткування, повинен бути не менше ніж 5.25 м.

4.2.18 При викидах вентиляційного повітря з автодорожнього тунелю без очищення слід передбачати розосередження викидів або викиди через вертикальні вентиляційні труби (кіоски). Висоту труб слід визначати розрахунком і вона повинна бути не меншою за висоту найближчого найбільш високого будинку в радіусі 20 м.

4.2.19 Міські будинки і споруди слід захищати від вібрацій і шуму, які виникають при проведенні будівельних робіт у тунелі і прогнозованого шуму від руху транспортних засобів у процесі експлуатації тунелю із врахуванням вимог ДБН В.1.1-31.

Оцінку очікуваних вібрацій і шуму в будинках і спорудах, які перебувають поблизу міських автодорожніх тунелів, слід проводити на основі розрахунків.

Критерії вібраційної безпеки приймаються за ДСН 3.3.6.039 та ДСТУ ГОСТ 16519. При перевищенні допустимих рівнів шуму і вібрації необхідно передбачати шумо- і віброзахисні заходи.

5. ІНЖЕНЕРНІ ВИШУКУВАННЯ. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ

5.1 Інженерно-геологічні вишукування слід проводити відповідно до ДСТУ-Н Б В.2.3-34 та ДБН А.2.1-1.

5.2 На кожний етап вишукувань складається технічне завдання і програма інженерно-геологічних вишукувань.

Технічне завдання на виконання інженерно-геологічних вишукувань повинне містити загальні дані про розташування і довжину траси тунелів, включаючи її варіанти, глибини закладення тунелів, розміщення порталних ділянок та інших споруд, дані про техногенне навантаження на геологічне середовище.

Програма вишукувань повинна містити склад та обсяги інженерно-геологічних вишукувань залежно від особливостей споруди, що проєктується, стадії вишукувань, ступеня вивченості та категорії складності інженерно-геологічних умов. Категорія складності інженерно-геологічних умов установлюється відповідно до ДБН А.2.1-1.

5.3 Програма інженерно-геологічних вишукувань повинна враховувати особливості майданчика будівництва – наявність негативних інженерно-геологічних процесів, підроблюваних територій, просідаючих ґрунтів. Додаткові вимоги до програми вишукувань потрібно виконувати відповідно до ДБН В.1.1-45.

5.4 Інженерно-геологічні вишукування слід проводити в обсязі, достатньому для оцінки інженерно-геологічних умов усіх варіантів проходження транспортних тунелів, які проєктуються та складання прогнозу зміни цих умов у період будівництва і подальшої експлуатації споруди відповідно до положень ДБН А.2.1-1.

5.5 Кількість відібраних зразків ґрунту на лабораторні дослідження для визначення класифікаційних показників (таблиця А1) повинно бути не менше 6 для кожного шару (петрографічного типу ґрунтів) і забезпечувати подальшу статистичну обробку одержаних даних згідно з ДСТУ Б.В.2.1-5.

5.6 Текст звіту з інженерно-геологічних вишукувань повинен містити основні відомості, необхідні для обґрунтування проєктних рішень. Зміст звіту повинен відповідати рекомендованому додатку Н ДБН А.2.1-1.

5.7 Для міських тунелів основним видом робіт з вишукування (поряд із гірничими роботами, геофізичними дослідженнями, польовими дослідженнями, лабораторними, камеральними роботами) є збір матеріалів минулих років. У залежності від повноти отриманої інформації у програму вносяться відповідні корективи щодо обсягів і складу необхідних інженерно-геологічних вишукувань.

5.8 При інженерно-геологічних вишукуваннях з достатньою детальністю повинні бути вивчені інженерно-геологічні умови в зоні залягання підземної споруди. Товща ґрунтів досліджується не менше ніж на 40 м вище і на глибину від 8 м до 40 м нижче лотка споруди, а при відсутності вище склепіння стійких ґрунтів – вся товща ґрунтів від поверхні землі до глибини від 8 м до 40 м нижче лотка споруди.

5.9 При проєктуванні транспортних тунелів на майданчиках, які відносяться до сейсмонебезпечних (гірські райони), необхідно строго дотримуватися вимог ДБН В.1.1-12.

5.10 Для міських тунелів мілкового закладення, порталних ділянок, на території наземних будівель, які входять до складу об'єктів транспортних тунелів, необхідне проведення польових досліджень властивостей ґрунтів (статичне зондування і пресіометрію). У результаті проведення досліджень повинні бути визначені дані про несучу здатність ґрунтів основи кожної споруди.

5.11 Дослідні фільтраційні роботи слід проводити на ділянках розміщення рівня підземних вод вище лотка споруди. Результати цих робіт є основою для визначення водопритоків у гірничі виробки і проєктування штучного водозниження або дренажу.

5.12 У якості основного засобу вишукувань слід застосовувати буріння розвідувальних свердловин із відбором кернів ґрунту непорушеної структури.

У результаті буріння слід одержати детальний комплекс інформації про геологічний розріз, наявність водоносних горизонтів і рівнів підземних вод, а також забезпечити можливість відбору проб ґрунту і води для лабораторних досліджень.

5.13 На порталних ділянках, додатково до пробурених розвідувальних свердловин на етапі передпроєктної та проєктної документації, виконується буріння розвідувальних свердловин – 1–2 для простих і середньої складності інженерно-геологічних умов і 2–3 для складних інженерно-геологічних умов із розташуванням їх по поперечнику.

5.14 На ділянках будівництва шахтних стволів, у залежності від категорії складності інженерно-геологічних умов, обсяг розвідувального буріння, додатково до пробурених на попередніх стадіях проєктування, може складати до 2-х свердловин на один ствол. Одна з свердловин повинна буритися безпосередньо в контурі шахтного ствола.

5.15 Для тунелів, розташованих у гірській місцевості, при неможливості буріння розвідувальних свердловин, допускається заміна цього виду вишукувань проведенням геологічної зйомки, геофізичними дослідженнями та проведенням геофізичних вишукувань зйомкою з космічних супутників.

5.16 У звіті з інженерно-геологічних вишукувань, додатково до рекомендацій складу звіту відповідно до ДБН А.2.1-1 (додаток Ж), повинні бути детально описані геологічні та інженерно-геологічні процеси

та явища, які можуть впливати на будівництво і подальшу експлуатацію тунелю із прогнозуванням можливих змін інженерно-геологічних умов у часі та рекомендаціями щодо типів конструкцій, фундаментів, інженерного захисту території та об'єктів, необхідних заходів із забезпечення надійності тунелю.

5.17 Гідрогеологічні дослідження повинні забезпечувати одержання вихідних даних для визначення водопритоку у виробки, розмірів майбутніх депресійних воронок, визначення способу виконання будівельних робіт, оцінювання можливості появи баражуючого впливу об'єктів, що будуються, напрямків і швидкості руху ґрунтових вод, гідростатичного тиску на оправу, температури, хімічного складу та агресивності підземних вод на матеріал конструкції споруд.

5.18 До складу вишукувальних робіт для визначення коефіцієнта фільтрації та рівнепровідності (пезопровідності), водовіддачі (питомого водопоглинання), напрямку і швидкості руху підземних вод слід включати дослідні кушові і поодинокі відкачування, наливання і нагнітання, витратометрію та резистометрію.

5.19 Обсяг дослідно-фільтраційних робіт на 1 км траси тунелів, включаючи порталні ділянки і ділянки шахтних стволів, визначається категорією складності інженерно-гідрогеологічних умов за ДБН А.2.1-1 (додаток Р) і може складати до 5 кушових відкачок (виконується для кожного водоносного горизонту).

5.20 Для визначення впливу на режим підземних вод водозниження та водовідливу з гірських виробок із числа розвідувальних свердловин повинні влаштовуватися стаціонарні спостережні свердловини (на додаток до обладнаних на стадії проєкту).

Загальну кількість спостережних свердловин на 1 км траси слід приймати від 2 до 5.

5.21 У разі проєктування штучного заморожування ґрунтів для визначення напрямку і швидкості руху підземних вод слід застосовувати

резистометрію, а також по інтервально заміряти температуру підземних вод.

5.22 Кількість визначень кожної характеристики ґрунту для кожного шару (інженерно-геологічного елемента) повинно бути достатнім для обробки методами математичної статистики і обчислення узагальнених і розрахункових показників (згідно з ДСТУ Б.В.2.1-5). Крім регламентованих ДБН А.2.1-1 характеристик фізико-механічних властивостей ґрунтів, слід визначати коефіцієнти Пуассона, коефіцієнт теплопровідності, питому та об'ємну теплоємності, відносне набрякання і тиск набрякання глин, реологічні властивості, коефіцієнти пружного відпору, абразивність і липкість ґрунтів.

5.23 Свердловини, які пробурені в процесі вишукувань, і не використовуються, як спостережні свердловини підлягають обов'язковій ліквідації з тампонуванням ствола свердловини.

Відомості про тампонаж і координати розвідувальних свердловин, що потрапляють у контури проєктованих виробок або перебувають від них на відстані до 10 м, направляються замовнику для передавання у будівельну організацію з метою складання спеціального проєкту виконання робіт у зоні розташування свердловин.

Акти на тампонування свердловин (додаток Б) із вказівкою способу тампонажу оформляються окремим звітом.

5.24 При інженерно-геодезичних вишукуваннях підлягають зйомці всі підземні комунікації (лінії водопостачання й каналізації, тепломережі, електрокабелі і кабелі зв'язку, газо- і продуктопроводи, в зоні залізниць кабелі тощо), які проходять по території у межах зйомки, яка є в програмі вишукувань.

Зйомка раніше побудованих підземних комунікацій і споруд повинна проводитися у випадках:

- відсутності або втрати планів (виконавчих креслень) існуючих підземних комунікацій і споруд;

- недостатньої повноти або точності наявних планів (виконавчих креслень) підземних комунікацій і споруд.

Точність зйомки підземних і надземних споруд повинна відповідати вимогам ДБН А.2.1-1.

5.25 Зйомка підземних комунікацій, яка була виконана при сніжному покриві більше 20 см не може використовуватися для розробки проєкту або робочої документації без перевірки складеного плану після сходу снігу.

5.26 План підземних комунікацій слід узгоджувати з організаціями що експлуатують ці комунікації з метою забезпечення повноти і правильності даних зйомки.

6. ПОПЕРЕЧНИЙ ПЕРЕРІЗ. КАМЕРИ ТА НІШІ

6.1 Форма поперечного перерізу тунелю повинна забезпечувати задану пропускну здатність, безпеку руху та надійну статичну роботу оправи під дією зовнішнього навантаженнями.

6.2 Основні параметри поперечного перерізу автодорожніх тунелів, габарити наближення будов і устаткування необхідно приймати залежно від категорії автомобільної дороги і довжини тунелю відповідно до ДСТУ Б ГОСТ 24451.

6.3 Габарити наближення будівель і устаткування по висоті повинні дотримуватися впродовж усього періоду експлуатації з урахуванням можливої зміни рівня проїжджої частини при укладанні нових шарів дорожніх покриттів замість зношених.

6.4 Поперечні перерізи залізничних тунелів потрібно призначати відповідно до габаритів наближення будівель «С» та рухомого складу залізниць наведених в ДСТУ Б В.2.3-29, ПТЕ і [1] та з урахуванням прийнятих конструкцій колії, систем водовідведення, а також будівельних допусків на будівництво оправи тунелю.

6.5 Автодорожні та залізничні тунелі обладнуються місцевими розширеннями у вигляді камер і ніш. Камери слід розміщувати з кожного боку транспортної зони тунелю не рідше ніж через 300 м, а ніші між камерами слід розміщувати на відстані не більше ніж 60 м одна від одної.

6.6 Камери і ніші з обох боків тунелю розташовуються в розбіг. Тунелі при довжині від 200 м до 400 м повинні мати одну камеру в середині тунелю, а при довжині від 400 до 600 м – дві камери із двох сторін на рівних відстанях між ними й порталами.

6.7 Рівень чистої підлоги ніш і камер у залізничних тунелях повинен бути на одному рівні з підшвою найближчої до них рейки, а в автодорожніх тунелях – на одному рівні верху службового тротуару або верхом захисної смуги.

6.8 Чиста підлога камер та ніш виконується з ухилом 2–3 % у бік проїзної частини.

6.9 Розміри камер і ніш в автодорожніх та залізничних тунелях повинні бути не меншими, що зазначено у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Розміри камер і ніш в автодорожніх та залізничних тунелях

Пристрої	Ширина, м	Висота (по середині камери або ніші), м	Глибина, м
Камери в тунелях:			
-автодорожніх	2,0	2,5	2,0
-залізничних	4,0	2,8	2,5
Ніші в тунелях:			
-автодорожніх	2,0	2,5	0,5
-залізничних	2,0	2,5	1,0

6.10 Для залізничних тунелів довжиною більше ніж 3000 м і автодорожніх тунелів більше ніж 1500 м у місцях сполучення ділянок тунелів, які споруджуються відкритим і закритим способом, слід передбачати камери розвороту для забезпечення можливості руху транспортних засобів у зворотному напрямку.

Камери розвороту повинні передбачатися також при будівництві тунелів відкритим способом, якщо довжина їх перевищує 1000 м.

6.11 У залізничних тунелях довжиною понад 3000 м та в автодорожніх тунелях довжиною понад 1500 м слід передбачати додаткове місцеве розширення поперечного перерізу тунелю камер безпеки, евакуаційних виходів або штолень безпеки.

7. ПОЗДОВЖНІЙ ПРОФІЛЬ І ПЛАН

7.1 Геометричні елементи повздовжнього профілю і плану для відкритих ділянок автомобільних доріг, які є обов'язковими для застосування при проектуванні траси автодорожнього тунелю, слід визначати за нормами ДБН В.2.3-4, а геометричні елементи повздовжнього профілю колії і плану в залізничному тунелі повинні відповідати вимогам ДБН В.2.3-19.

7.2 Значення мінімального радіусу кривої в залізничному тунелі визначається у залежності від розрахункової швидкості руху поїздів, а в автодорожньому – від розрахункової швидкості руху транспортних засобів.

7.3 Радіуси кривих у плані для автодорожніх тунелів, для будь-якої технічної категорії дороги, повинні бути не меншими за 250 м.

7.4 Розташування залізничних тунелів у плані повинне задовольняти вимогам до відкритих ділянок залізничної лінії, за винятком вимог до радіусів кривих, величина яких повинна бути не меншою за 350 м.

7.5 При радіусах кругової кривої у залізничних тунелях більше ніж 2000 м і більше ніж 1000 м в автодорожніх тунелях розширення габариту і міжколійної відстані дозволяється не виконувати.

7.6 Поздовжній профіль проїзної частини автодорожніх тунелів довжиною до 300 м слід приймати односхилим, а для тунелів довжиною більше ніж 300 м – односхилим або двосхилим з ухилом не менше ніж 3 ‰ і не більше ніж 40 ‰.

7.7 Допускається у складних умовах приймати мінімальний поздовжній ухил в автодорожніх тунелях довжиною більше 300 м – 2‰, за винятком ділянок перехідних вертикальних кривих.

7.8 Допускається у складних топографічних і інженерно-геологічних умовах при довжині автодорожнього тунелю до 500 м приймати максимальний ухил до 60 ‰.

7.9 Мінімальний поздовжній ухил у залізничних тунелях слід приймати не менше 3 ‰, за винятком ділянок спряження вертикальних кривих. В особливо складних випадках дозволяється застосовувати ухил 2 ‰.

7.10 При довжині залізничного тунелю до 400 м поздовжній ухил слід призначати одного знаку.

7.11 Коефіцієнти пом'якшення керівного ухилу або ухилу посиленої тяги повинні прийматися за розрахунком відповідно до довжини тунелю.

7.12 Пом'якшення ухилу виконується у тунелю і на підходах до нього на довжині приймально-відправних колій, яка визначається нормами

ДБН В.2.3-19 у залежності від категорії залізничної лінії.

7.13 Суміжні елементи поздовжнього профілю автодорожніх та залізничних тунелів повинні сполучатися у вертикальній площині кривими (вертикальними кривими), величина радіусу яких призначається залежно від категорії дороги.

8. ТУНЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ

8.1 Матеріали тунельних оправ

8.1.1 Матеріали для оправ, облицювання і гідроізоляції тунелів, притунельних підземних споруд, порталів, припортальних підпірних стін, рамп, а також для внутрішніх будівельних конструкцій повинні відповідати вимогам міцності, вогнестійкості, довговічності, стійкості до хімічної агресивності ґрунтових вод і дії мікроорганізмів, не виділяти токсичних сполук в кількостях, що перевищують гранично допустимі значення в умовах будівництва та експлуатації тунелю при нормальних і аварійних температурних режимах і мати встановлені в законодавчому порядку обов'язкові сертифікати.

Крім того ці матеріали повинні, допускати промивання водою при тиску струменя до 1 МПа, і не створювати відблисків.

8.1.2 Проєктні марки бетону за морозостійкістю і водонепроникністю слід призначати залежно від прийнятої системи гідроізоляції і захисту тунельних оправ від корозії, кліматичних, гідрогеологічних та сейсмічних (або інших особливих) умов району розташування тунелю.

8.1.3 Оправи тунелів потрібно проєктувати, як правило, замкнутими з монолітного бетону та залізобетону, набризк-бетону, залізобетонних елементів заводського виготовлення, що застосовуються, як правило, при щитовій проходці, або з чавунних тюбінгів, виходячи з глибини її залягання, інженерно-геологічних умов, очікуваних навантажень та технології виробництва будівельно-монтажних робіт.

8.1.4 Вузли спряжень елементів конструкцій тунелів мілкового закладення повинні бути жорсткими, тобто забезпечувати надійне передавання навантажень від одного елемента до іншого та бути водонепроникними.

8.1.5 Дозволяється будівництво оправ тунелів відкритого способу робіт із металевих гофрованих конструкцій відповідно до вимог ВБН В.2.3-218-198 та [3].

8.1.6 Бетонні і залізобетонні несучі конструкції слід виконувати із важких бетонів відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.7-215.

8.1.7 Мінімальний клас бетону за міцністю на стиск призначається не нижче наведених у таблиці 8.1.

Таблиця 8.1. Мінімальні класи бетону оправ за міцністю на стиск

Вид конструкції	Клас бетону
Високоточні залізобетонні блоки оправ із водонепроникного бетону для тунелів закритого способу робіт	C40/50
Залізобетонні елементи оправ для закритого способу робіт	C30/35
Залізобетонні елементи оправ для відкритого способу робіт (включаючи суцільносекційні), «Стіни у ґрунті», в якості несучих конструкцій	C25/30
Порти, оголовки, набризкбетонні оправ, «Стіни в ґрунті» для тимчасового кріплення котлованів, внутрішні монолітні залізобетонні конструкції, бетонні підготовки під гідроізоляцію	C20/25
Дорожній бетонний шар верхньої будови колії, бетон внутрішніх конструкцій	C16/20
Жорстка основа колії, бетонна основа під підлогою, бетон для водовідвідних і кабельних лотків	C12/15

8.1.8 Проектні марки за морозостійкістю бетону оправ, конструкцій рам, а також конструкцій транспортних зон у зонах знакозмінних температур повинні бути не нижче F300.

При відсутності знакозмінних температур, а також для бетону внутрішніх конструкцій проектні марки бетону оправ за морозостійкістю не нижче ніж F150.

8.1.9 Залізобетонні оправ, які споруджуються в обводнених ґрунтах повинні проектуватися із водонепроникного бетону класу W12 з розробкою спеціального регламенту на виконання бетонних робіт. У всіх інших випадках бетони для оправ повинні мати марку по водонепроникності не нижче W8.

8.1.10 Для армування залізобетонних конструкцій слід застосовувати гарячекатану сталь, нормативні і розрахункові механічні характеристики якої слід приймати згідно з ДСТУ 8539.

Для армування та виготовлення конструкцій тунельного переходу дозволяється використання неметалевої композитної та базальтопластикової арматури відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.7-312, ДСТУ-Н Б В.2.6-185:2012 та ДСТУ-Н Б В.2.6-218:2016 при техніко-економічному обґрунтуванні такого рішення.

8.1.11 Матеріали для гідроізоляції оправ слід приймати відповідно до прийнятої системи водозахисту тунельних споруд, величини гідростатичного тиску ґрунтових вод на оправу, їхньої агресивності, інших особливостей їхнього впливу на оправу, можливого діапазону температурних змін та інших особливостей роботи тунельної оправи в процесі експлуатації споруди.

Гідроізоляція повинна витримувати без розриву деформації оправ, які допускаються проєктом.

Дозволяється використання металевої листової ізоляції при забезпеченні антикорозійного захисту протягом проектного терміну служби тунелю.

8.1.12 Підводні тунелі, а також гірські тунелі, розташовані в обводнених ґрунтах повинні мати оправу з водонепроникних матеріалів. Якщо такі тунелі будуються гірничим методом, то вони також повинні мати суцільну зовнішню гідроізоляцію по всьому контуру.

8.1.13 Матеріали для водовідвідних пристроїв повинні мати високу корозійну стійкість.

Допускається для відведення води від тунелів застосування полімерних або склопластикових труб.

8.1.14 Облицювання стін і стель транспортних зон або їхнього покриття слід передбачати світлими матовими матеріалами з коефіцієнтом відбиття не менш 0,5.

Облицювання або фарбування зовнішніх поверхонь порталів і стін рамп слід передбачати матеріалами чорного матового кольору.

Для поліпшення видимості місць укриття людей слід передбачати фарбування зовнішніх кутів ніш і камер тунелів стійкою флуоресцентною фарбою світлого кольору на висоту 500 мм від рівня головки рейки залізничних тунелів або проїжджої частини автодорожніх тунелів.

8.1.15 Оправа тунелю по всьому контуру повинна мати щільне примикання до оточуючого ґрунтового (в тому числі скельного) масиву. Ця вимога реалізується шляхом виконання нагнітання розчинів за оправу (первинного, контрольного і ущільнюючого) або тампонування (тампонажу) порожнин за оправою.

8.1.16 Товщину елементів оправи, порталів і рамп слід встановлювати розрахунком, але приймати не менше ніж вказано в таблиці 8.2.

Таблиця 8.2 – Мінімально допустимі товщини елементів оправ і порталів

Назва елемента		Мінімальна товщина елемента, мм
Склепіння і стіни тунельної оправи з монолітного бетону і залізобетону		300
Склепіння і стіни тунельної оправи з монолітного бетону в міцних скельних ґрунтах при міцності, яка перевищує міцність бетону не менше ніж в 1.5 рази		200
Несучі оправи з набризкбетону		200
Облицювальні оправи з набризкбетону в міцних скельних ґрунтах		50
Блоки суцільного перерізу збірної залізобетонної оправи		200
Ребра і спинки тюбінгів збірної залізобетонної оправи		100
Портали, оголовки і стіни рамп	залізобетонні	200
	бетонні	300
	бутобетонні	500

8.1.17 Мінімальна товщина захисного шару бетону для збірних і монолітних залізобетонних оправ призначається відповідно до вимог

ДБН В.2.6-98. При цьому товщина зовнішнього захисного шару бетону для робочої арматури при збірних і монолітних оправах повинна бути не меншою ніж 30 мм, а при набризкбетонних оправах – не меншою ніж 20 мм.

8.1.18 Оправа тунелів та інші будівельні конструкції повинні бути захищені від корозії. Захист від корозії тунельних конструкцій, а також металоізоляція оправ, закладних деталей і всіх видів скріплення повинен виконуватися відповідно до вказівок ДСТУ Б В.2.6-145.

8.1.19 Оправи тунелів, які споруджуються відкритим способом, повинні мати деформаційні температурно-осадові шви, відстань між якими слід приймати з розрахунку.

Конструкції швів повинні забезпечити гідроізоляцію від розривів, забезпечуючи водонепроникність оправи.

8.1.20 У місцях різкої зміни конструкції, властивостей ґрунтів в основі тунелю або діючих на оправу навантажень можуть передбачатися додаткові деформаційно-осадові шви.

8.1.21 Водонепроникність антисейсмічних, температурно-осадових і додаткових деформаційних швів повинна відповідати водонепроникності оправи.

8.1.22 При спорудженні тунелів глибокого закладення закритим способом слід застосовувати оправи склепінчатого або кругового обрису. Такі оправи використовуються для тунелів, які передбачені для розміщення в них двох колій або для розміщення двох чи трьох смуг руху. При необхідності чотирьох або більшої кількості смуг, слід розглядати доцільність улаштування двосклепінчатого конструкції із загальною середньою опорою – стіною або системою колон і прогонів.

8.1.23 Оправи склепінчастого обрису слід застосовувати при спорудженні тунелів гірським способом.

8.1.24 Форму стін і лоткової частини оправ склепінчастого обрису слід приймати залежно від величини бічного тиску ґрунту і гідростатичного тиску.

8.1.25 Оправи кругового обрису слід передбачати переважно із залізобетонних блоків суцільного перетину при заводському виготовленні.

8.1.26 Оправи із чавунних тюбінгів допускається застосовувати при високому гідростатичному тиску на оправу та у складних геологічних та гідрологічних умовах.

8.1.27 Пустоти за змонтованими кільцями оправ, слід заповнювати в'язкими матеріалами з подальшим їх твердінням.

8.1.28 Елементи збірних оправ при герметизації стиків між ними швидкотверднучими в'язкими повинні мати по контурі фальці, які утворюють у зібраній оправі чеканочні канавки. При герметизації стиків пружними гумовими прокладками або пружними прокладками з інших матеріалів для кращого їхнього закріплення на бічних поверхнях елементів слід передбачати пази.

8.1.29 Стики між окремими блоками (уздовж осі тунелю) слід розташовувати в розбіжку.

Збіг стиків всіх блоків сусідніх кілець допускається тільки в місцях розміщення деформаційно-осадочних швів та прорізів для примикання притунельних споруд.

8.1.30 Конструкції елементів тунельної оправ повинні забезпечувати можливість закріплення кронштейнів для підвіски експлуатаційного обладнання (кабелів, апаратури освітлення, сигналізації і зв'язку, проводів контактної мережі тощо).

8.2 Гідроізоляція оправ і захист від корозії

8.2.1 Вид гідроізоляції для оправ різних типів визначається інженерно-геологічними умовами будівництва, величиною гідростатичного тиску, наявністю агресивного впливу зовнішнього

середовища, можливостями забезпечення водонепроникності бетону при прийнятій технології ведення будівельних робіт та іншими виробничими умовами.

8.2.2 Конструкції тунелів, що споруджуються у водоносних ґрунтах відкритим способом повинні мати суцільну зовнішню гідроізоляцію по всьому контурі. За відсутності напірних ґрунтових вод та можливості облаштування дренажу з водовідведенням допускається незамкнутий контур зовнішньої гідроізоляції – вище основи лоткової частини тунелів. Суцільність гідроізоляції не повинна порушуватися у випадку пропуску через конструкцію оправи комунікацій.

8.2.3 При наявності природного стоку води під тунелем як додатковий захист його від води може використовуватися пристінний дренаж. У випадку недостатньої фільтраційної здатності ґрунтів основи слід передбачати улаштування під лотковою частиною тунелю пластового дренажу з водовідводом.

8.2.4 Зовнішня гідроізоляція повинна відповідати наступним вимогам:

- лабораторно та практично доведена довговічність;
- стійкість до впливу мікроорганізмів та проростання коренів;
- стійкість до природної агресивності ґрунтів та ґрунтових вод, а за необхідності – до впливу термальних вод та газонепроникність;
- висока надійність та водонепроникність матеріалу та шовних з'єднань;
- простота використання, яка дозволяє в умовах будівельного майданчику гідроізолювати складні поверхні та елементи, без необхідності застосування заводських фасонних деталей;
- безпечність для людей та навколишнього середовища в умовах будівництва та експлуатації;
- наявність встановлених в законодавчому порядку обов'язкових сертифікатів.

8.2.5 Зовнішня гідроізоляція повинна бути спроектована таким чином, щоб у раз її локального пошкодження або відмови вплив води на конструкції тунелів та притунельних споруд був мінімізованим та не розповсюджувався за межі пошкодженої ділянки. Конструкція гідроізоляції має передбачати можливість швидкого виявлення пошкодження або несправності та відновлення гідроізоляційних функцій. Також необхідно передбачати заходи з гідроізоляції деформаційних швів та швів бетонування. Всі матеріали повинні бути розроблені для застосування в якості гідроізоляції та бути сумісними між собою.

8.2.6 При зведенні стін споруди методом «стіна в ґрунті» допускається улаштування додаткової внутрішньої металоізоляції.

8.2.7 При відкритому способі робіт та за умови відповідності зазначеним вище вимогам до зовнішньої гідроізоляції, допускається застосування обклеювальної гідроізоляції і такої, що наплавляється із бітумно-полімерних матеріалів. Таку гідроізоляцію слід передбачати двошаровою або багат шаровою з рулонних біостійких матеріалів.

Даний вид гідроізоляції на рекомендується до застосування при будівництві у водоносних ґрунтах.

8.2.8 При використанні полімерної рулонної гідроізоляції матеріал повинен відповідати наступним вимогам:

- наявність інтегрованого сигнального шару, який полегшує виявлення механічних пошкоджень;
- видовження до розриву не менше ніж 250%;
- товщина не менше ніж 2,0 мм, а у випадку будівництва у водоносних ґрунтах не менше ніж 3,0 мм.

8.2.9 У лотковій частині гідроізоляція повинна укладатися на бетонну підготовку класу не нижче С20/25, товщиною не менше 100 мм.

8.2.10 У місцях улаштування деформаційних швів для зовнішньої гідроізоляції необхідно передбачати компенсатори. В якості обов'язкового заходу підвищення водонепроникності оправи в

деформаційних швах та робочих швах бетонування слід встановлювати зовнішні гідрошпонки. Додатково, особливо при будівництві у водонасичених ґрунтах, рекомендується використовувати такі заходи, окремо або комбіновано:

- зовнішні гідрошпонки з можливістю ущільнення ін'єкційними розчинами після монтажу;
- центральні гідрошпонки, в тому числі з можливістю ущільнення ін'єкційними розчинами після монтажу;
- ін'єкційні шланги для ущільнення робочих швів бетонуванням;
- гідрофільні профілі, що збільшуються в об'ємі при контакті з водою.

8.2.11 При застосуванні гідроізоляції, яка попередньо наноситься на зовнішню поверхню елементів збірної оправи, слід передбачати надійні способи сполучення гідроізоляції окремих елементів у процесі їхнього монтажу і захисту від ушкоджень у процесі будівництва.

8.2.12 Обклеювальна гідроізоляція та гідроізоляція, що наплавляється, повинна бути надійно захищена від можливих механічних пошкоджень. Захисні покриття для захисту гідроізоляції у лотковій частині і перекритті слід передбачати із цементно-піщаного розчину або дрібнозернистого бетону класу не нижче ніж С12/15 товщиною від 40 мм до 100 мм. Захисний шар на перекритті повинен бути армований металевою сіткою з квадратними вічками розміром сторони квадрату від 100 мм до 150 мм включно.

8.2.13 Гідроізоляцію на стінах тунелю слід як правило, захищати полімерними полотнами, які дренують воду.

При використанні для гідроізоляції безосновних мастик адгезія їх до бетону повинна становити не менш ніж 0,5 МПа.

При улаштуванні мембранної ізоляції слід передбачати заходи щодо відводу води і конденсату полотнами нетканого дренувального

матеріалу, який закріплюється на поверхні конструкції перед укладанням гідроізоляції.

8.2.14 При спорудженні тунелів із замкнутих секцій методом продавлювання або проколювання допускається улаштування внутрішньої металоізоляції з товщиною сталевих листів не менше ніж 6 мм.

8.2.15 У збірних залізобетонних оправах із водонепроникних елементів і чавунних оправах тунелів, які споруджуються щитовим способом, повинна бути забезпечена герметизація швів між елементами оправи, болтових отворів і отворів для нагнітання пружних ущільнювачів або чеканкою.

8.2.16 Гідроізоляцію «стін у ґрунті», використовуваних у якості несучих конструкцій в обводнених ґрунтах, допускається здійснювати металевими листами товщиною не менш ніж 10 мм.

8.2.17 Гнучку гідроізоляцію, яка влаштовується, при необхідності, із внутрішнього боку оправи, слід захищати захисним шаром бетону, розрахованою на сприйняття очікуваного гідростатичного тиску. При цьому слід забезпечувати щільне притиснення внутрішньої залізобетонної конструкції до гідроізоляції.

8.2.18 Антикорозійний захист сталевих конструкцій і металоізоляцію слід виконувати з урахуванням вимог ДСТУ-Н Б В.2.6-186 і шляхом фарбування. При цьому слід передбачати підготовку металевої поверхні відповідно до ДСТУ ISO 12944-5.

8.3 Вимоги до конструкцій притунельних споруд

8.3.1 До складу притунельних споруд відносяться:

- портали і припортальні рампи;
- камери і ніші технологічного призначення;
- підземні притунельні споруди (камери для розміщення приміщень електроустановок, вентиляційні камери, камери водовідливних установок тощо), які повинні проектуватися із урахуванням можливості тимчасового

перебування у них обслуговуючого персоналу у випадку пожежі або іншої надзвичайної ситуації в транспортній зоні тунелю;

- сервісні тунелі або штольні транспортного, дренажного, вентиляційного та евакуаційного призначення;

- стволи із приствольними виробками вентиляційного та водовідливного призначення, які на період будівництва можуть бути використані для відкриття додаткових забоїв;

- проходи між тунелями (перехідні камери) – збійки між паралельними транспортними тунелями або між транспортним і сервісним тунелями.

8.3.2 Конструкції горизонтальних притунельних споруд слід виконувати з монолітного бетону (залізобетону). Вимоги до цих конструкцій аналогічні вимогам до конструкцій тунелів.

8.3.3 Несучі конструкції, які обгороджують рампи, слід передбачати у вигляді жорсткої незамкнутої зверху рами прямокутного перетину і змінної висоти з монолітного або збірного залізобетону.

8.3.4 У залежності від глибини закладення кінцевих ділянок тунелю та інженерно- геологічних умов будівництва можуть бути застосовані такі варіанти конструкцій рамп:

- з виступаючими убік ґрунту лотковою частиною і контрфорсами;
- застосуванням ґрунтових анкерів для сприймання бічного тиску;
- з горизонтальними розпірками установлюваними у верхній частині для сприймання бічного тиску.

При розміщенні рампи у слабких водонасичених ґрунтах слід проводити перевірку її стійкості проти спливання. При необхідності слід передбачати обважнення конструкції або закріплення її в корінний ґрунт.

8.3.5 Конструкції рампових стін повинні дозволяти розміщення на них опор зовнішнього освітлення, а конструкції порталів, при необхідності, – установку сонцезахисних екранів.

8.3.6 При провітрюванні тунелю за порталною схемою комплекс конструкції portalу слід проектувати із урахуванням розміщення вентиляційної камери або будівлі для розміщення вентиляційної установки.

8.3.7 Із зовнішньої сторони парапету, який обгороджує портал і рампові ділянки тунелю, слід передбачати пристрій службового проходу шириною не менш ніж 1 м.

8.3.8 У зонах розвитку небезпечних геологічних процесів (зсуви, обвали, селеві потоки, снігових лавин тощо) необхідно проектувати захисні споруди або передбачати заходи, що забезпечують необхідний захист порталів та припортальних ділянок тунелю від цих процесів.

8.3.9 Частина тунелю, яка виступає з лобового укосу, повинна бути оформлена у вигляді горизонтального майданчика довжиною вздовж тунелю не менше 2 м та шириною, рівною горизонтальній ширині тунелю, покрита щільною засипкою товщиною (висотою шару) не менше ніж 1.5 м і захищена від розмиву жорстким покриттям.

Парапет portalу, який підтримує засипку і забезпечує затримку ґрунту, який обсипається із лобового укосу, повинен виступати над засипкою не менше ніж на 1.1 м. Лобові укоси повинні бути укріплені.

8.3.10 Підлога в приміщеннях розподільних пристроїв, електрощитових і інших електроприміщеннях повинна бути покритою матеріалами, які не виділяють пилу і не піддаються горінню.

Підлоги вентиляційних камер і насосних станцій слід виконувати наливною конструкцією або облицьовувати підлоговою плиткою.

Стіни насосних станцій до висоти не менш 1,5 м слід облицьовувати настінною керамічною плиткою.

8.3.11 Для тунелів довжиною понад 1500 м у їх порталах, а також всередині тунелю повинні споруджуватися спеціалізовані приміщення з санітарно побутовими пристроями для потреб служб експлуатації та охорони, обладнані засобами першої медичної допомоги,

екстреної зв'язку і пожежогасіння та подачі технічної води; для тунелів меншої довжини влаштовуються пункти обігріву, в кожному конкретному випадку будівництво цих приміщень визначається техніко-економічним обґрунтуванням та розрахунковим контингентом експлуатації.

8.3.12 При розміщенні між тунелями трансформаторних підстанцій і інших експлуатаційно-технологічних пристроїв місця розташування міжтунельних проходів (збійок) слід поєднувати з необхідними для цих пристроїв притунельними спорудами.

8.3.13 При проектуванні тунелю, що споруджується закритим способом, слід розглядати доцільність спорудження у безпосередній близькості від нього сервісної штольні для обслуговування тунелю при його експлуатації для розміщення у ній комунікацій систем життєзабезпечення і використання її в якості штольні безпеки (для евакуації людей) і дренажних цілей.

Пройдені в період будівництва допоміжні штольні, які мають вихід на поверхню, слід переобладнати в сервісні штольні для обслуговування основних тунелів при їх експлуатації.

8.3.14 Для проходу обслуговуючого персоналу між паралельними одноколійними тунелями протяжністю понад 1 км необхідно передбачати будівництво сполучних виробок (збійок), що розташовуються через 500–700 м.

8.3.15 За умовами водовідведення всі притунельні споруди, крім камер водовідливних установок, повинні розташовуватися вище лоткової частини тунелю.

8.4 Верхня будова колії у залізничних тунелях

8.4.1 Верхня будова колії в залізничних тунелях повинна проектуватися відповідно до вимог ДБН В.2.3-19.

8.4.2 До верхньої будови колії у тунелях поширюються всі вимоги, які висуваються до верхньої будови колії на відкритих ділянках залізничних ліній відповідних категорій.

8.4.3 Конструкція верхньої будови колії повинна забезпечувати можливість механізованого ремонту і утримання колії, а також огляду рейок (скріплень), шпал, плит та інших елементів конструкції колії, додатково також можливість утримання і ремонту водовідвідних пристроїв і механізованого прибирання сміття із колії.

8.4.4 Конструкція верхньої будови колії повинна бути виконана на щебеневому баласті, або на бетонній безбаластній підрейковій основі.

8.4.5 При застосуванні баластної колії верхній площині монолітної бетонної основи надається односкатний чи двоскатний похил від 2 до 5‰ у бік водовідвідних лотків. Жорстку основу слід виконувати із бетону класу за міцністю не нижче С12/15.

8.4.6 При улаштуванні верхньої будови колії на щебеневому баласті, шар його під шпалою у підрейкових зонах повинен мати товщину не менш ніж 400 мм.

8.4.7 Для баластування колії в тунелях застосовується очищений щебінь із крупністю зерен в межах від 25 до 70 мм. Забороняється застосування для верхньої будови колії в тунелях азбестового баласту.

8.4.8 Щебінь для баластного шару повинен відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-71-98, ДСТУ Б В.2.7-204.

8.4.9 У місцях сполучення безбаластної конструкції колії в тунелі з конструкцією колії на земляному полотні, у разі необхідності, укладаються ділянки спеціальної перехідної колії перемінної жорсткості за окремими проєктами.

8.4.10 Рекомендується для більш плавного переходу рухомого складу з безбаластної колії в тунелі на більш піддатливу баластну на підходах до тунелю у місцях спряження цих типів колії проєктувати ділянки перехідної колії змінної жорсткості довжиною не меншою за 25 м з кожного боку тунелю.

8.4.11 Залізнична колія у тунелі укладається з нових рейок того типу, що використовується на прилеглих ділянках залізничної лінії, термозміцнених.

8.4.12 У тунелях довжиною більше ніж 300 м незалежно від категорії залізничної лінії повинні застосовуватися виключно важкі типи рейок Р65, або Р75. Застосування старопридатних рейок [2] у тунелях не допускається.

8.4.13 У залізничних тунелях верхня будова колії повинна відповідати вимогам ДБН В.2.3-19.

8.4.14 Верхня будова колії та інші постійні пристрої в тунелях, які споруджуються на електрифікованих ділянках залізниць із використанням постійного струму, повинні бути захищені від впливу блукаючих струмів.

8.4.15 У залізничних тунелях необхідно встановлювати реperi, встановлені в оправу стін через кожні 20 м на прямих і через кожні 10 м на кривих ділянках траси, а також колійні сигнальні знаки, номери кілець (для збірних оправ) і покажчики проходу до ніш і камер, пультів охоронної сигналізації та засобам зв'язку.

8.4.16 На прямих ділянках колії одноколійних тунелів реperi слід розташовувати з правої (по рахунку кілометрів) сторони колії, а на кривих ділянках – з боку внутрішньої рейки. У двоколійних тунелях установку реперів необхідно передбачати по обидва боки колії.

8.4.17 До стіни тунелю у кожного репера повинна прикріплюватися марка, на якій повинен бути вказано номер репера, відстань від нього до внутрішньої грані ближньої рейки і підвищення над його головою, а на кривих ділянках колії – підвищення над головою зовнішньої рейки і перевищення її над внутрішньою рейкою.

8.4.18 На кожному порталі залізничних тунелів слід встановлювати реperi для нівелювання III класу.

8.4.19 Для швидкісних залізниць дозволяється використання перспективних конструкцій тунельного полотна на віброзахисній безбаластовій підрейковій основі. Дозволяється застосовувати віброізоляційні мати, еластичні віброізоляційні матеріали для підливки кріплень рейок, спеціальні віброізоляційні кріплення – окремо або в комбінації.

8.5 Конструкції дорожнього одягу в автодорожніх тунелях

8.5.1 Проїзна частина в автодорожньому тунелі може розміщуватись на підшві тунельної виробки, на лоткових елементах оправи тунелю, а також на внутрішньому перекритті під його транспортною зоною, яке відділяє цю зону від магістральних вентиляційних каналів, комунікаційних колекторних відсіків або будь-яких інших експлуатаційних приміщень всередині тунелю.

8.5.2 Дорожній одяг на лотковій частині оправи (для ділянок тунелів, які споруджуються відкритим способом) або для доріг над проїзної частиною (для ділянок тунелів, які споруджуються щитовим способом) слід захищати гідроізоляцією на всю ширину проїзної частини із заведенням її на банкетки або на стіни на висоту не меншу 15 см.

8.5.3 Вид покриття дорожнього одягу (асфальтобетонне або цементобетонне) слід приймати, виходячи із транспортно-експлуатаційних вимог і довжини тунелю з урахуванням перспективної інтенсивності руху, складу транспортних засобів, а також виду можливої аварії.

8.5.4 Для коротких тунелів (залізничні менші 3000 м і автодорожні менші 1500 м) з умови ідентичності видів робіт з технічного обслуговування на закритих і відкритих ділянках траси дозволяється застосування покриття того ж типу, що і на відкритих ділянках траси.

8.5.5 При протяжних тунелях (залізничні більші 3000 м і автодорожні більші 1500 м) за умовами пожежної безпеки дозволяється застосування цементобетонного покриття (яке забезпечує зменшення

димоутворення у випадку загоряння розлитої легкозаймистої рідини в порівнянні з асфальтобетонним покриттям).

8.5.6 Асфальтобетонне покриття дорожнього одягу слід передбачати двошаровим (6+6 см) з світлоповертаючими властивостями. Нижній шар – із щільного асфальтобетону за ДСТУ Б В.2.7-119 на гранітному щебні фракції від 5мм до 20 мм. Верхній шар – з високощільного асфальтобетону за ДСТУ 8959:2019 на фракціонованих (фракції 5–10 мм і 10–15 мм) щебнях. Поверхня покриття повинна бути стійкою проти зношування під впливом руху.

8.5.7 Для тунелів довжиною більше ніж 200 м рекомендується на ділянці дороги перед в'їзним порталом на довжині близько 100 м використовувати темне дорожнє покриття, а на початковій ділянці тунелю довжиною не менше 150 м – освітлене дорожнє покриття.

8.5.8 На рамповій ділянці коефіцієнт зчеплення шин автомобілів з поверхнею покриття слід забезпечити покриття коефіцієнтом з величиною не менше 0,6.

8.5.9 На проїзній частині тунелів повинна бути виконана розмітка з використанням світлоповертаючих маркувальних матеріалів.

8.6 Водовідвідні і дренажні пристрої

8.6.1 У тунелях, сервісних штольнях і штольнях безпеки водовідведення від дренажних пристроїв, випадкових протікань через оправу, а також від промивки тунелів і гасіння пожеж слід здійснювати по закритих лотках або колекторах.

8.6.2 При розташуванні тунелю в ґрунтовому середовищі, схильному до суфозії, дренажування підземних вод не допускається.

8.6.3 Водовідвідні лотки в тунелях не повинні проходити під рейковими шляхами або під проїзною частиною. У випадку конструктивної необхідності водовідведення повинне здійснюватися за допомогою закритих дренажних колекторів. Поздовжній ухил дна лотків або колекторів, які проходять уздовж траси тунелю як правило

приймається рівним ухилу траси. Дренажні мережі у зоні вертикальних кривих траси, а також поперечні дренажні мережі повинні мати ухил не менше 3 ‰.

8.6.4 Лотки або колектори повинні мати оглядові колодязі з відстійниками об'ємом не менше 0.04 м^3 , які розташовуються на відстані не менше 40.0 м. Відстійники повинні бути доступні для періодичного очищення. Лотки повинні бути по всій довжині перекриті знімними кришками.

8.6.5 Слід забезпечувати відведення води вбік від тунелю з припортальної виїмки, розташованої із верхової сторони. При неможливості виконання цієї вимоги відведення води слід здійснювати у сервісну штольню, а при її відсутності – по лотку водовідведення тунелю.

Розрахунковий переріз лотка у таких випадках повинен призначатися із урахуванням об'єму водозбору виїмки з вірогідністю перевищення 1:300 (0.33 %).

8.6.6 До системи водовідведення підводних тунелів не повинні поступати стоки від рампових ділянок.

8.6.7 Розрахунковий рівень води в лотку тунелю повинен бути не вище основи верхньої будови колії, а в лотку сервісної штольні – не вище підшви лотка тунелю.

8.6.8 Поверхня припортальних зон гірських тунелів для поліпшення стоку води повинна бути спланована із засипкою ям, шурфів, свердловин та інших виробок не дренуючим ґрунтом. У необхідних випадках влаштовується поверхневе водовідведення із мережею нагірних каналів.

8.6.9 Для відведення поверхневих вод із лобового укосу повинен бути влаштований лоток водовідведення за парапетом.

8.6.10 Тунелі в понижених місцях траси повинні мати водозбірники і водовідливні установки, розташовані в окремих приміщеннях. Водовідливні установки повинні влаштовуватися також у нижніх частинах рампових ділянок тунелів.

8.6.11 Конструктивними рішеннями дренажних пристроїв не повинне допускатися замерзання води у водовідвідних пристроях, напірних трубопроводах і водозбірниках. При необхідності варто передбачати їхнє утеплення та обігрів.

8.7 Особливості проектування тунелів у сейсмічних районах

8.7.1 Конструкції оправ тунелів і порталів, які споруджуються на територіях з сейсмічністю 7 балів і більше, повинні задовольняти вимогам ДБН В.1.1-12.

Для ділянок перетину тунелем зон тектонічних розломів, по яких можливі зміщення масиву гірських порід, при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні слід передбачати збільшення поперечного перерізу тунелю.

8.7.2 На припортальній ділянці тунелю на довжині 6 м від portalу рекомендується влаштовувати оправу з монолітного залізобетону, далі – дозволяється застосовувати оправу із монолітного бетону, якщо це підтверджується розрахунком. По всій довжині тунелю між секціями оправи, а також у місцях примикання до основного тунелю допоміжних (вентиляційних, дренажних тощо) тунелів необхідно влаштовувати антисейсмічні та деформаційні шви, конструкція яких повинна допускати зміщення елементів оправи та збереження гідроізоляції.

Відстань між антисейсмічними деформаційними швами тунельної оправи належить встановлювати розрахунком і поєднувати їх із температурно-осадочними деформаційними швами, відстань між якими в оправі з монолітного бетону і набризг-бетону повинна бути не більше 20 м, а в разі використання оправ із монолітного залізобетону – не більше 40 м.

При бетонуванні оправ за допомогою пересувних опалубок відстань між деформаційними швами рекомендується призначати кратним довжині опалубки.

Для загально сейсмічних районувань довжина секцій несучих підпірних стін, під'їзної і виїзний зон тунелю повинна становити не більше ніж 15 м.

8.7.3 При розрахунковій сейсмічності 8 і 9 балів оправу тунелів належить приймати замкнутого перерізу. Для тунелів, які споруджуються відкритим способом, дозволяється застосовувати суцільносекційні збірні елементи зі зв'язками між секціям оправи.

При розрахунковій сейсмічності 7 балів для оправ гірських тунелів дозволяється застосовувати набризгбетон у сполученні з анкерним кріпленням.

8.7.4 При перетині тунелем тектонічних тріщин або контакту між ґрунтами різної міцності слід влаштовувати додаткові деформаційні шви, що відтинають приконтатну ділянку тунелю.

Конструкції антисейсмічних, температурно-осадочних і додаткових деформаційних швів повинні забезпечувати герметичність в місцях стиків елементів оправи.

9. НАВАНТАЖЕННЯ І ВПЛИВИ. ОСНОВНІ РОЗРАХУНКОВІ ПОЛОЖЕННЯ

9.1 Навантаження і впливи

9.1.1 Навантаження і впливи, що діють на оправу тунелів і на ґрунтовий масив, при розрахунках підрозділяються на постійні і тимчасові (тривалі, короткочасні і особливі).

До постійних навантажень відносяться:

- тиск ґрунту (гірничий тиск);
- гідростатичний тиск;
- власна вага конструкції;
- вага будівель і споруд, які перебувають у зонах впливу на оправу тунелю;
- зусилля, від попереднього напруження конструкцій.

До тривалих навантажень і впливів відносяться:

- сили морозного здимання ґрунту;
- вага стаціонарного устаткування;
- сезонні температурні впливи, впливи усадки і повзучості бетону;
- зусилля від попереднього обтиснення оправи.

До короткочасних навантажень відносяться:

- навантаження і впливи від внутрішньотунельного і наземного транспорту;

- навантаження і впливи, які виникають у процесі спорудження тунелю: від тиску щитових домкратів, від нагнітання розчину за оправу, від зусиль, що виникають при подачі й монтажі елементів збірних конструкцій, від впливу ваги прохідницького та іншого устаткування.

9.1.2 До особливих впливів і навантажень слід відносити впливи від деформацій ґрунтового масиву, сейсмічні навантаження, вплив високої температури, вибухові та ударні, які можуть мати відношення до запроєктованого тунелю, що повинне бути вказане в завданні на проєктування.

9.1.3 Навантаження і впливи, що діють на оправу тунелів і на ґрунтовий масив слід приймати в таких комбінаціях:

– основних, які складаються із постійних, тимчасових тривалих і короткочасних навантажень і впливів;

– особливих, які складаються із постійних, тимчасових тривалих, деяких короткочасних і одного із особливих навантажень і впливів.

9.1.4 Розрахункові навантаження слід визначати як добуток нормативних навантажень на коефіцієнти надійності, значення яких наведено в таблиці 9.1.

Таблиця 9.1 – Коефіцієнти надійності для різних видів навантаження

Види навантажень	Коефіцієнт надійності
Постійні навантаження	
Вертикальне від ваги всієї товщі ґрунтів над тунелем:	
-у природному заляганні	1,1
-насипних	1,15
Вертикальне від гірничого тиску при утворенні склепіння для ґрунтів:	
- скельних	1,7
- глинистих	1,5
- пісків і крупноуламкових ґрунтів	1,4
Вертикальне від тиску ґрунту при вивалюваннях	1,8
Горизонтальне від тиску ґрунту	1,2 (0,7)
Гідростатичний тиск	1,1 (0,9)
Власна вага конструкцій:	
- збірних залізобетонних	1,1 (0,9)
- монолітних бетонних	1,2 (0,8)
- металевих	1,05
- ізоляційних, вирівнюючих, оправних шарів	1,3
Тривалі навантаження	
Вага стаціонарного устаткування	1,05
Температурні кліматичні впливи	1,1
Сили морозного здимання в ґрунтах	1,5
Вертикальне навантаження від мостових і підвісних кранів	1,1
Вплив усадки і повзучості бетону	1,1 (0,9)
Короткочасні навантаження	
Від нагнітання розчину за оправу	1,3
Від зусиль, що виникають при подачі і монтажі елементів збірних тунельних оправ	1,1
Від ваги і дії прохідницького і іншого будівельного устаткування	1,3
Вертикальне навантаження від мостових і підвісних кранів	1,1
Вплив усадки і повзучості бетону	1,1 (0,9)
Особливі навантаження	
Сейсмічні	1,1
Вибухові та ударні	1,1
Примітка: Значення коефіцієнта надійності за навантаженням, які наведені у дужках, приймають, якщо зменшення навантаження призводить до більш не вигідного завантаження оправи тунелю.	

9.1.5 При реконструкції тунелю із повною заміною оправи нормативне навантаження від гірничого тиску на тунель необхідно збільшити у 1.3 рази.

9.2 Навантаження і впливи на тунелі неглибокого закладання

9.2.1 Для тунелів, які споруджуються відкритим способом, величину нормативного вертикального навантаження від насипного ґрунту слід приймати відповідно до тиску всієї його товщі над спорудою з урахуванням ваги наземних будівель та інших споруд, будівництво яких передбачено над даним об'єктом або в межах призми обвалення ґрунту.

9.2.2 Постійне вертикальне навантаження від засипки над спорудою відкритого або опускного способів робіт слід розглядати як навантаження, що безпосередньо прикладене на перекриття підземної споруди.

Постійне горизонтальне навантаження від засипки в боках оправи, яка будується відкритим способом, слід прикладати безпосередньо до оправи. Горизонтальне навантаження від тиску розчину при відкритому траншейному або опускному способах робіт слід розглядати як навантаження, що прикладене одночасно до ґрунтового масиву і оправи тунелю.

9.2.3 Постійне навантаження від власної ваги ґрунтового масиву з урахуванням реального стану масиву до моменту утворення виробки прикладається до нього у вигляді об'ємних сил, які створюють силове гравітаційне поле, рівень напруженості якого зростає прямо пропорційно глибині від поверхні землі.

9.2.4 Навантаження від ваги будівель, розташованих над тунельною спорудою, слід приймати залежно від їхньої поверховості, розмірів у плані та конструктивних особливостей будівлі.

При відсутності проєктних рішень цих будівель характеристичне навантаження від їхньої ваги допускається приймати залежно від передбачуваної поверховості в розмірі 15 кН/м^2 на 1 поверх.

9.2.5 Значення характеристичного вертикального навантаження від власної ваги конструкцій слід визначати, виходячи із проєктних розмірів конструкцій і питомої ваги матеріалів.

Якщо власна вага оправи становить менше 5 % вертикального тиску, її можна не враховувати.

9.2.6 Характеристичне тимчасове вертикальне і горизонтальне навантаження на оправу від наземного транспорту, коефіцієнти надійності і коефіцієнти динамічності слід приймати за ДБН В.1.2-15.

Нормативні тимчасові навантаження від рухомого складу автомобільних доріг, залізниць, наземних ліній метрополітену і трамваїв слід визначати відповідно до положень відповідних відомчих документів та ДБН В.1.2-15.

Вплив тимчасових навантажень від транспортних засобів, які проїжджають по тунелю слід враховувати у випадку об'єднання лоткової частини тунелю з іншими його елементами в єдину рамну конструкцію або при розташуванні проїзної частини на підвищеному рівні з обпиранням опорної плити на стіни тунелю.

9.2.7 Тимчасові навантаження від автомобільних транспортних засобів, які рухаються над тунелем мілкого закладення, слід розглядати у залежності від планувальної схеми і умов руху на поверхні:

- безпосередньо над перекриттям;
- на призмах обвалення;
- над перекриттям і на призмах обвалення.

Слід також враховувати можливість однобічного (несиметричного) завантаження тунелю (на частині перекриття або на одній призмі обвалення) з урахуванням характеру бічного тиску ґрунту.

9.2.8 Тимчасове навантаження від рухомого складу залізниць слід приймати у вигляді максимальних еквівалентних навантажень.

Навантаження від залізничних поїздів слід враховувати при завантаженні тунельної конструкції у відповідності зі схемою розташування навантаження над перекриттям і призмами обвалення та з урахуванням розподілу її в ґрунті під кутом 26° до вертикалі, відраховуючи від кінців шпал.

9.2.9 При розташуванні над тунелем трамвайних колій на відокремленому полотні, заїзд на яке автомобілів виключений, слід враховувати навантаження від трамваю.

Якщо трамвайні колії розташовуються на невідокремленому полотні, то в якості рухомого навантаження слід приймати автомобільне навантаження, сполучаючи осі смуг навантаження з осями трамвайних колій.

9.2.10 При розрахунку конструкцій тунелів мілкового закладення, при величині засипки над ними менше 0,7 м, поряд з вертикальним тимчасовим навантаженням слід враховувати горизонтальні навантаження від ударів рухомого складу, від дії відцентрової сили (якщо вулиця або дорога над тунелем розташовані на кривій у плані), а також від гальмування та сили тяги транспортних засобів.

9.2.11 Для тунелів, закладених під вулицями і дорогами на глибині 1,0 м і більше, а також під рейковими коліями при товщині баласту і засипки (рахуючи від підшви рейки) 1 м і більше динамічний коефіцієнт слід приймати рівним 1,0.

9.2.12 Вплив сил морозного здимання ґрунтів на оправу в зонах знакозмінних температур рекомендується враховувати при закладенні тунелю у зволожених дрібних і пилюватих пісках, у глинистих або великоуламкових ґрунтах із глинистим заповнювачем, у ґрунтах з показником консистенції $J_L > 0$ залежно від ступеня морозного здимання при сезонному промерзанні приконтурного шару ґрунту за оправою на глибину понад 0,5 м.

Консистенцію глинистих ґрунтів слід приймати із урахуванням прогнозу її зміни в стадії експлуатації тунелю.

Навантаження від сил морозного здимання ґрунтів, q_{Π} МПа, що виникають на контакті тунельної оправи із ґрунтом, який промерзає, слід визначати за формулою:

$$q_{II} = q_0 \left(1 + \frac{l}{4F} h_m \right), \quad (9.1)$$

де: q_0 – рівномірно розподілене навантаження від нормальних сил морозного здимання, МПа, визначене експериментально і відповідає навантаженню, яке слід прикласти до поверхні ґрунту, що здимається, для повної ліквідації деформацій здимання цього ґрунту;

l – периметр оправи по зовнішній поверхні, м;

F – площа поперечного перерізу виробки, м²;

h_m – розрахункова глибина сезонного промерзання ґрунту за оправою тунелю, м.

Коефіцієнт надійності за навантаженням при визначенні навантаження від сил морозного здимання слід приймати так, як для навантаження від гірського тиску при утворенні склепіння за таблицею 9.1.

9.2.13 Коефіцієнти надійності до тимчасового навантаження для інших тимчасових навантажень або впливів, які слід враховувати при проєктуванні будівельних конструкцій або за умовами виконання робіт (вага стаціонарного устаткування, навантаження від підвісного кранового устаткування, вплив усадки й повзучості бетону тощо) слід приймати за таблицею 9.1.

9.3 Навантаження для розрахунків тунелів глибокого закладання

9.3.1 На попередніх стадіях проєктування тунелів дозволяється виконувати розрахунки тунельних оправ із визначенням навантажень по методу проф. Протодьяконова, з урахуванням можливості утворення в ґрунтах самонесного склепіння обвалення (рисунок 9.1).

Стійкість ґрунтів визначається коефіцієнтом міцності f .

Цей метод допускається для використання при розміщенні тунелів у ґрунтових масивах, що складаються з сипких ґрунтів та для оцінювання стану стійкості забоїв на стадії будівництва.

9.3.2 При розрахунку тунельних оправ цим способом вертикальні і горизонтальні навантаження від тиску ґрунту при закритому способі робіт або від інших постійних навантажень, які діють у межах усього прольоту або всієї висоти споруди допускається приймати рівномірно розподіленими.

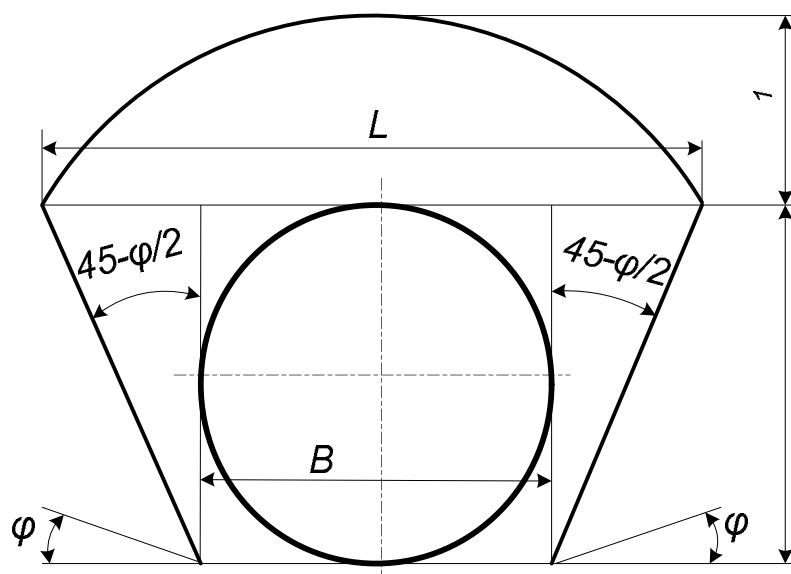


Рисунок 9.1 – Схема до розрахунку висоти склепіння обвалення

9.3.3 Характеристичні рівномірно розподілені навантаження: вертикальне q^H і горизонтальне p^H , кН/м², в умовах утворення склепіння слід визначати за формулами:

$$q^H = \gamma h_1 \quad (9.2)$$

$$p^H = \gamma (h_1 + 0.5h) \operatorname{tg}^2 (45^\circ - \varphi / 2) \quad (9.3)$$

де: h_1 – висота склепіння обвалення над верхньою точкою оправи, м (рисунок 9.1);

γ – питома вага ґрунту, кН/м³;

h – висота виробки, м;

φ – кут внутрішнього тертя ґрунтового масиву в межах перетину тунельної оправи, приймається за довідниковими даними або визначається за формулою:

$$\varphi = \operatorname{arctg} f \quad (9.4)$$

де: f – коефіцієнт міцності породи (таблиця В.1).

9.3.4 Висоту склепіння обвалення над верхньою точкою оправи в умовах утворення склепіння (рисунок 9.1) для нескельних необводнених ґрунтів рекомендується визначати за формулою:

$$h_1 = \frac{L}{2f}, \quad (9.5)$$

де: L – величина прольоту склепіння обвалення, що розраховується за формулою:

$$L = b + 2h \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right), \quad (9.6)$$

де f – коефіцієнт міцності, що приймається на підставі геологічних вишукувань (таблиця В.1);

b – величина прольоту виробки, м.

а) висоту склепіння обвалення h_1 над верхньою точкою оправи для тунелів, які споруджуються у глинистих ґрунтах на глибині більше 45 м, слід приймати з коефіцієнтом $K=H/45$, де: H – глибина закладення тунелю від поверхні землі до низу тунельної оправи, м.

б) при закладенні тунелів у глинистих ґрунтах, міцність яких зменшується від надходження підземних вод, висоту склепіння обвалення h_1 слід збільшувати до 30 %.

Коефіцієнти, які визначені за варіантами (а) і (б), одночасно не враховуються. У розрахунках приймається більше із двох значень висоти склепіння обвалення h_1 .

9.3.5 Висоту склепіння обвалення h_1 над верхньою точкою оправи в умовах утворення склепіння для скельних ґрунтів слід визначати за формулами:

а) для скельних ґрунтів, від яких виникають вертикальний і горизонтальний тиски

$$h_1 = \frac{L}{0,2R\alpha}, \quad (9.7)$$

б) для скельних ґрунтів, в яких виникає тільки вертикальний тиск

$$h_1 = \frac{b}{0,2R\alpha}, \quad (9.8)$$

де: R – межа міцності ґрунту на стиск у зразку, МПа;

α – коефіцієнт, що враховує вплив тріщинуватості масиву (приймається за таблицею В.2), залежить від межі міцності ґрунту на стиск у зразку і категорії масиву за ступенем тріщинуватості, яка визначається залежно від тріщинної пустотності і густоти тріщин (середньої відстані між тріщинами найбільш розвинутої їхньої системи) і приймається за таблицею В.3.

9.3.6 Наявність горизонтального тиску скельного ґрунту встановлюється на базі досвіду будівництва в аналогічних умовах. При відсутності аналогів розрахунок оправи слід виконувати у двох варіантах: при наявності горизонтального тиску та без нього.

9.3.7 Отриману висоту склепіння обвалення скельних ґрунтів слід коригувати множенням її на коефіцієнти, які враховують вплив наступних факторів:

- а) приплив води у виробки для випадків, коли тріщини заповнені пухким або глиноподібним матеріалом, який розмокає – 1,2;
- б) розташування тріщин найрозвинутішої системи під кутом до осі тунелю меншим 45° – 1,1;
- в) проходка виробок без застосування буровибухових робіт – 0,8.

9.3.8 При висоті склепіння обвалення скельного ґрунту менше $1/6$ його прольоту розрахунок підземних конструкцій слід виконувати на вплив вивалів. Інтенсивність вертикального навантаження, яка отримана з умови утворення склепіння, розподіляється по площі, що відповідає $1/4$ прольоту виробки в найбільш не вигідному для роботи оправи положенні.

9.3.9 Характеристичний вертикальний гірський тиск у ґрунтах з $f \leq 4$ при відстані від покрівлі виробки до денної поверхні більшої ніж подвоєна висота склепіння обвалення, слід приймати рівним вазі ґрунтів в об'ємі,

обмеженому склепінням обвалення. При меншому заглибленні тунелю гірський тиск приймається рівним вазі всієї товщі ґрунту над ним.

9.3.10 Деформаційні характеристики ґрунтового масиву (модуль деформації, коефіцієнт поперечної деформації, коефіцієнт пружного відсіку) слід визначати на підставі даних інженерно-геологічних вишукувань, натурних і лабораторних досліджень, а також даних, отриманих при будівництві тунелів в аналогічних інженерно-геологічних умовах. При відсутності досвідних даних коефіцієнт відсіку допускається приймати, не менші ніж подані в таблиці 9.2.

Таблиця 9.2 – Орієнтовні значення коефіцієнтів пружного відсіку

Ґрунти в перерізі виробки	Коефіцієнт пружного відсіку, Н/см ³ (кгс/см ³)	
	при питомому тиску на ґрунт до 0,4 МПа (4 кгс/см ²)	при питомому тиску на ґрунт понад 0,4 МПа (4 кгс/см ²)
Скельні середньої міцності (тимчасовий опір одноосьовому стиску у водонасиченому стані 25–40 МПа (250–400 кгс/см ²):		
-слабо тріщинуваті	1000–1500 (100–150)	1000–1500 (100–150)
-сильно тріщинуваті	400–600 (40–60)	400–600 (40–60)
Скельні середньої міцності і маломіцні (тимчасовий опір одноосьовому стиску у водонасиченому стані 8-25 МПа (80-250 кгс/см ²):		
слабо тріщинуваті	700–1000 (70–100)	700-1000 (70–100)
сильно тріщинуваті	200–400 (20–40)	200–400 (20–40)
Глини тверді непорушені	150–250 (15–25)	80–150 (8–15)
Глини напівтверді або тверді порушені	100–200 (10–20)	50–100 (5–10)
Великоуламкові, піски щільні	70–100 (7–10)	50–70 (5–7)

9.4 Навантаження в умовах, при неможливості утворення склепіння

9.4.1 У нестійких ґрунтах, в яких утворення склепіння неможливо (водонасичені незв'язні та слабкі глинисті ґрунти), навантаження слід

приймати із урахуванням тиску всієї товщі ґрунтів над тунельною спорудою.

Характеристичне вертикальне і горизонтальне навантаження q^H та p^H , кН/м², слід визначати за формулами:

$$q^H = \sum_{i=1}^n \gamma_i H_i; \quad (9.9)$$

$$p^H = \sum_{i=1}^n \gamma_i H_i \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right), \quad (9.10)$$

де: γ_i – питома вага ґрунту відповідного шару, кН/м³;

H_i – товщина відповідного шару, м;

n – число шарів;

ϕ – кут внутрішнього тертя ґрунтового масиву в межах перерізу тунельної оправи в градусах, приймається за досвідними даними або визначається за формулою

$$\phi = \operatorname{arctg} f \quad (9.11)$$

де: f – коефіцієнт міцності породи.

Теж саме навантаження слід приймати і при наявності утворення склепіння у випадку, якщо відстань від вершини склепіння обвалення до земної поверхні або до контакту з нестійкими ґрунтами менша висоти склепіння обвалення.

9.4.2 Для тунелів та інших підземних об'єктів, що споруджуються відкритим способом, величину характеристичного вертикального навантаження від насипного ґрунту слід приймати відповідно до тиску всієї його товщі над спорудою із урахуванням ваги наземних будівель та інших споруд, будівництво яких передбачено над даним об'єктом або в межах призми обвалення ґрунту.

9.4.3 В особливо складних умовах будівництва проектом повинне бути передбачено проведення спостережень за зміною напружено-деформованого стану оправи тунелю (моніторинг) у процесі будівництва, а при необхідності, також у початковий період її експлуатації.

9.4.4 У випадках, коли в ґрунтовому масиві можливий розвиток несприятливих для оправи процесів (здимання ґрунтів, повзучість ґрунтів, карстово-суфозійні явища, прояви тектонічної напруженості тощо) або коли передбачається значна зміна властивостей або стану ґрунтів у результаті застосування спеціальних способів виконання робіт, величини навантажень на оправу слід встановлювати на підставі спеціальних досліджень.

9.4.5 Величину вертикального навантаження від гірського тиску на оправи тунелів, які розташовані паралельно, близько один до одного при можливості утворення склепіння, слід визначати залежно від розмірів виробок, розмірів і несучої здатності відстані у просвіті між ними, а також технології виконання робіт, а саме:

а) за умови утворення самотійного склепіння обвалення над кожною виробкою – для кожної виробки окремо;

б) за умови утворення загального склепіння обвалення над виробками – як для виробки, проліт якої дорівнює сумі прольотів всіх виробок і ширини відстані у просвіті між тунелями.

9.4.6 Значення нормативного навантаження на оправу тунелю у незв'язних ґрунтах, які містять вільну воду, слід приймати у вигляді спільної дії гідростатичного тиску води та тиску ґрунту у зваженому стані. При цьому нормативну об'ємну вагу зваженого у воді ґрунту $\gamma_{\text{взв}}$, кН/м³, слід визначати за формулою:

$$\gamma_{\text{взв}} = \frac{1}{1 + \varepsilon} (\gamma_s - \gamma_w), \quad (9.12)$$

де: γ_s – питома вага часток ґрунту, що визначається за даними лабораторних досліджень, кН/м³;

γ_w – об'ємна вага води, приймається рівної 10 кН/м³;

ε – коефіцієнт пористості ґрунту, визначений за довідниковими даними.

Величину гідростатичного тиску слід приймати із урахуванням максимального та мінімального рівня, які встановлюються після закінчення будівництва.

9.4.7 Величину характеристичного горизонтального навантаження слід приймати на оправу кругового обрису в глинистих ґрунтах текучої і пластичної консистенції, водонасичених ґрунтах, а також у ґрунтах, що переходять в умовах експлуатації в розріджений стан, слід приймати не більше ніж 75 % від величини характеристичного вертикального навантаження, визначеного відповідно до ваги вище лежачої товщі ґрунтів.

9.5 Основні розрахункові положення

9.5.1 Підземні несучі конструкції тунелю підлягають розрахунку за граничними станами I і II груп.

9.5.2 Розрахунок конструкцій тунелів, розміщених у сейсмічних районах, повинен виконуватися на основні і особливі сполучення навантажень із врахуванням сейсмічних впливів відповідно до ДБН В.1.1-12.

9.5.3 Розрахунки за граничними станами першої групи обов'язкові для всіх конструкцій, їх слід виконувати на основні та особливі сполучення навантажень із використанням розрахункових значень характеристик матеріалів, ґрунтів, навантажень та із урахуванням коефіцієнтів надійності і коефіцієнтів умов роботи конструкцій.

9.5.4 Розрахунки за граничними станами другої групи слід проводити на основні сполучення навантажень, нормативних значень характеристик матеріалів і ґрунтів та коефіцієнтів умов роботи конструкцій, які передбачаються відповідними нормами проєктування.

9.5.5 Розрахункові моделі тунельних оправ і внутрішніх підземних конструкцій повинні відповідати умовам роботи споруд, технологій їх зведення, враховувати характер взаємодії елементів конструкцій між собою і навколишнім ґрунтом, відповідати різним розрахунковим

ситуаціям, що включаються для окремих елементів або всієї споруди, можливі найбільш несприятливі сполучення навантажень і впливів, які можуть виникнути при будівництві та експлуатації тунелю.

9.5.6 У загальному випадку оправу підземної споруди, яка споруджується закритим способом та ґрунтовий масив слід розглядати як єдину систему «оправа-масив», яка працює у режимі спільних деформацій.

При розрахунку слід використовувати моделі, які засновані на положеннях механіки суцільного середовища, з їх реалізацією числовими методами (метод скінченних елементів, метод граничних елементів, метод кінцевих різниць тощо).

9.5.7 Для підземних споруд, які будуються відкритим способом будівництва та методом «стіна в ґрунті» оправа розглядається як така, що працює у режимі заданого навантаження.

9.5.8 Розрахункові схеми системи «оправа-масив» повинні враховувати умови роботи споруд і особливості взаємодії елементів конструкцій між собою і ґрунтом.

9.5.9 Розрахунки тунельних оправ закритого способу робіт на витривалість дозволяється не виконувати, а оправ відкритого способу – проводяться тільки при висоті засипки над перекриттям менш ніж 0,8 м або при наявності прольотів більше ніж 20 м.

9.5.10 Розрахунок тунелів за першою групою граничних станів полягає у визначенні зусиль та напружень в основних елементах споруди при двох основних сполученнях навантажень:

а) основне – враховуються постійні, тривалі та короточасні навантаження;

б) особливе – складається з постійних, тривалих, деяких короточасних і одного з особливих навантажень.

9.5.11 Розрахунки конструкцій за граничними станами першої групи слід виконувати з урахуванням таких особливостей їхньої роботи:

-для монолітних бетонних і залізобетонних оправ у необводнених ґрунтах або при наявності гідроізоляції – можливості не пружних деформацій бетону й арматур та наявності тріщин, які допускаються нормами;

-для чавунних і збірних залізобетонних оправ зі зв'язками розтягання – розташування і величини початкових зазорів у стиках і піддатливості стиків;

-для збірних залізобетонних оправ із перев'язкою швів – взаємодії між суміжними кільцями.

9.5.12 При розрахунках бетонних і залізобетонних оправ необхідно застосовувати додаткові коефіцієнти умов роботи конструкцій: 0,9 для монолітних оправ, що враховує неточність у призначенні розрахункової схеми та 0,8 для збірних оправ, що враховує деформативність стиків за умови застосування гідроізоляції.

9.5.13 Перевірку міцності перерізів бетонних і залізобетонних елементів слід проводити із введенням додаткового коефіцієнту умов роботи $\gamma_{ум}=0,9$, який враховує:

- відхилення прийнятої розрахункової моделі від реальних умов роботи монолітної бетонної оправ;

- відхилення фактичної роботи стиків збірної оправ від передбачених проєктом;

- пониження міцності бетону в оправах без зовнішньої гідроізоляції на обводнених ділянках.

9.5.14 Розрахунки оправ за граничними станами другої групи слід виконувати на основні сполучення навантажень, приймаючи коефіцієнти надійності та умов роботи конструкції рівними 1,0 і використовуючи нормативні значення навантажень і характеристик міцності матеріалів.

9.5.15 Нормативні і розрахункові значення характеристик матеріалів слід приймати згідно з нормами проектування конструкцій із відповідних матеріалів.

9.5.16 Міцнісні і деформаційні характеристики ґрунтового масиву належить визначати на основі даних інженерно-геологічних досліджень, натурних і лабораторних досліджень.

9.5.17 Величини прогинів залізобетонних елементів споруд, які споруджуються відкритим способом, і рамп від дії постійного і тимчасового навантажень не повинні перевищувати:

- в елементах перекриття – $1/400$ розрахункової довжини прогону або $1/250$ розрахункової довжини консолі;
- в елементах стін – $1/300$ розрахункової висоти;
- в елементах рамп – $1/200$ розрахункової висоти.

Величина тривалого розкриття тріщин має не перевищувати для елементів перекриття 0,2 мм, для стін – 0,3 мм.

9.5.18 Елементи залізобетонних оправ тунелів, які не захищені зовнішньою гідроізоляцією і споруджені закритим способом, в обводнених ґрунтах, розраховуються за тріщиностійкістю на найбільш несприятливу комбінацію розрахункових навантажень.

У бетонних і залізобетонних оправах, які споруджуються в обводнених ґрунтах без влаштування гідроізоляції, утворення тріщин не допускається.

В оправах тунелів, які споруджуються у необводнених ґрунтах, а також в оправах із гідроізоляцією по всьому контурі, допускається величина тривалого розкриття тріщини не більше ніж 0,2 мм.

9.5.19 Розрахунок збірних оправ тунелів, які обтискуються у ґрунт, проводиться:

– на стадії монтажу і обтискання – як системи елементів (блоків) на пружній основі на повне розрахункове зусилля обтискання і розрахункові навантаження, що прикладаються до оправи у цій стадії;

– на стадії експлуатації – як конструкції, що працюють у режимі суміщених деформацій із ґрунтовим масивом на найневигідніші комбінації всіх навантажень, що прикладаються до оправи і ґрунтового масиву, за винятком зусилля обтискання.

9.5.20 Ребра елементів збірної оправи, які стягаються болтами, необхідно розраховувати на міцність і тріщиностійкість при граничних зусиллях у болтах. Ці зусилля слід обчислювати по нормативному опорі болтової сталі помноженому на коефіцієнтом 1,25.

9.5.21 Стики бетонних і залізобетонних блоків й тюбінгів потрібно розраховувати на міцність і тріщиностійкість при найбільш несприятливому можливому розподілі контактних зусиль у стикі.

9.5.22 Граничну нормальну силу в циліндричному стикі (несучу здатність стикі) N_H , МПа, слід визначати за формулою:

$$N_H = 0,75 f_b b h_e \left(1 - \frac{2e}{h_e} \right), \quad (9.13)$$

def_b – розрахунковий опір бетону осьовому стиску, МПа;

b – ширина блоку або тюбінга, м;

h_e – висота поперечного перерізу елемента, м;

e – можливий ексцентриситет у стикі (при відсутності даних приймається рівним $h_e/30$), м.

9.5.23 При реконструкції тунелю із повною заміною оправи нормативне навантаження від гірського тиску на тунель слід збільшувати в 1,3 рази.

9.5.24 Сили тертя і зчеплення між тунельною оправою і ґрунтом слід враховувати, крім випадків закладення тунелю у слабких ґрунтах. При цьому величини переданих на ґрунт дотичних напружень не повинні перевищувати величин граничних напружень, які є зсувними для ґрунту.

9.5.25 Конструкції плит проїзної частини та інші конструкції, які безпосередньо сприймають навантаження від транспортних засобів, слід проєктувати відповідно до ДБН В.2.3-22 та ДБН В.1.2-15.

9.5.26 Фізико-механічні характеристики ґрунтів, модуль деформації (модуль зсуву), коефіцієнт поперечної деформації, реологічні константи і коефіцієнт пружного стиску приймаються на основі результатів інженерно-геологічних вишукувань і експериментальних досліджень.

10. ВЕНТИЛЯЦІЯ

10.1 Загальні положення

10.1.1 Вентиляція повинна забезпечувати експлуатацію залізничного, або автодорожнього тунелю в наступних режимах:

- «нормальний» – «А», при якому здійснюється безупинний рух транспорту з максимальною дозволеною швидкістю при інтенсивності, відповідній «часу пік»;

- «сповільнений» – «Б» при якому здійснюється безупинний рух транспорту зі швидкістю менше ніж 20,0 км/год;

- «транспортна пробка» – «В», при якому має місце зупинка транспорту з працюючими двигунами тривалістю до 15 хвилин.

10.1.2 Вентиляція повинна забезпечувати необхідну чистоту, температуру, тиск, вологість і швидкість руху повітря в тунелі, нормоване утримування шкідливих речовин у транспортній зоні та у повітрі, яке видаляється з тунелю, у зонах розташування повітровипускних устроїв (кіосків), сприяти швидкій локалізації продуктів горіння, димовидаленню і евакуації людей у разі виникнення пожежі.

10.1.3 Установки тунельної вентиляції повинні мати необхідний резерв продуктивності вентиляційних систем: по розведенню шкідливих речовин не менше 50 % і по видаленню теплонадлишків не менше 30 %.

10.1.4 При проведенні в тунелі ремонтних і інших робіт концентрація шкідливих речовин у повітрі тунелю і в зонах, які обслуговуються, не повинна перевищувати гранично допустимих концентрацій (ГДК), установлених ДСТУ-Н Б А.3.2-1.

10.1.5 Система вентиляцію повинна бути запроєктована таким чином, щоб при поточному обслуговуванні і ремонті однієї з головних вентиляторних установок робота інших вентиляторних установок не порушувалась.

10.1.6 Конструкція вентиляторних установок повинна забезпечувати:

- зручність демонтажу основних вузлів для ремонту й відповідати вимогам експлуатації;

- можливість спільної роботи декількох вентиляторів на одну аеродинамічну мережу, перехід на резервний вентагрегат без зупинки інших вентагрегатів.

10.1.7 У приміщеннях для обігрів обслуговуючого персоналу слід передбачати обладнання, що забезпечує температуру повітря у зимовий час не нижче +18°C.

10.2 Вентиляція у залізничних тунелях

10.2.1 У залізничних тунелях із рухом на електровозній тязі улаштування механічної загальнообмінної вентиляції (МЗВ) не потрібно за умови забезпечення необхідного провітрювання за рахунок природної вентиляції і поршневого ефекту та при наявності евакуаційних виходів, обладнаних припливною протидимною вентиляцією.

При технічному обґрунтуванні, тунелі довжиною більше 3000 м можуть обладнатися МЗВ, із застосуванням, як правило, поздовжньої схеми повітрообміну. При пожежі така система використовується для видавлювання диму через один із порталів.

10.2.2 У залізничних тунелях із рухом на тепловозній локомотивній тязі розрахунок необхідності у механічній вентиляції слід

виконувати з урахуванням необхідності розведення до ГДК оксиду вуглецю у повітрі транспортної зони тунелю за часовий інтервал у русі поїздів.

Для нормального режиму експлуатації тунелю (режим «А») гранично допустима концентрація оксиду вуглецю як індикатора всього набору вихлопних газів у повітрі транспортної зони тунелю повинна бути не вище приведеної в таблиці 10.1, а для режимів «Б» і «В» – не вище значень ГДК згідно з ДСТУ-Н Б А.3.2-1.

Гранично припустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі тунелю слід приймати за таблицею 10.1.

Таблиця 10.1 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин

Найменування інгредієнта, позначення	Гранично допустима концентрація, г/м ³
Оксид вуглецю CO	0.200
Оксиди азоту	0.005
Сажа	0.004

10.2.3 Розрахункові значення гранично припустимої концентрації токсичних речовин у будь-якій точці повітряного простору залізничного тунелю не повинні перевищувати гранично-припустимих значень установлених відповідно до санітарно-гігієнічних норм із урахуванням тривалості знаходження машиністів, пасажирів і обслуговуючого персоналу в тунелі (таблиця 10.1).

10.2.4 При розрахунку повітрообміну концентрація токсичних речовин у повітрі залізничного тунелю визначається залежно від:

- інтенсивності виділення токсичних речовин;
- фонових значень концентрацій різних речовин у припливному повітрі;
- температури, вологості й швидкості руху повітря;
- довжини і розмірів поперечного перерізу тунелю;
- обраної схеми вентиляції, впливу поршневого ефекту.

10.2.5 Фонову концентрацію токсичних речовин у припливному повітрі залізничного тунелю слід визначати за даними вимірів (в об'ємі аеродинамічних передпроектних вишукувань) у місцях передбачуваного повітрязабору або за результатами розрахунків у відповідності зі стандартними методиками. Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі слід приймати відповідно до ДСТУ-Н Б А.3.2-1.

10.2.6 Додаткові технологічні вимоги до повітряного середовища в залізничних тунелях, що полягають у забезпеченні видимості, яка задовольняє вимогам забезпечення безпеки руху, наведено в таблиці 10.2.

Таблиця 10.2 – Вимоги до повітряного середовища в залізничних тунелях

Найменування розрахункового параметра, позначення	Гранично допустима величина	
	Одиниці виміру	Значення
Видимість	м	133
Коефіцієнт поглинання світла	Lm^{-1}	0,007

10.2.7 Виникнення туману в залізничних тунелях при роботі систем вентиляції у всіх режимах експлуатації і на випадок пожежі не допускається.

10.2.8 В одноколійних залізничних тунелях при визначеному напрямку руху поїздів поздовжня схема вентиляції повинна передбачати, щоб напрям вентиляційного потоку співпадав з напрямом руху поїздів.

Середня по переїзду швидкість руху повітря у транспортній зоні залізничного тунелю, яка створюється пристроями вентиляції без урахування впливу поршневого ефекту від транспортних засобів повинна, бути не вище 6 м/с, у зоні повітровикидаючих або повітрозбірник споруд допускається місцеве збільшення швидкості руху повітря. Швидкість повітряного струменя у вентиляційних виробках і повітроводах не повинна перевищувати 15 м/с.

10.2.9 Розрахунковий тиск повітря в тунелі варто визначати відповідно до обраної схеми повітрообміну і повітророзподілу як алгебраїчну суму всіх аеродинамічних опорів, створюваних у транспортній зоні, поздовжніх і поперечних каналах, із урахуванням природної тяги повітря. Додатковими даними, які обов'язково повинні прийматися до уваги при аеродинамічному проєктуванні є метеорологічні параметри: перепад барометричних тисків і вітер.

Слід врахувати результати спостережень щільності повітря, перепадів тиску повітря і швидкості вітру в місці розташування порталів і шахтного стволу протягом декількох років. При цьому ураховується швидкість вітру, яка досягалася 30 днів у році і діяла протягом 30 хвилин. Якщо результати такого моніторингу відсутні, слід приймати щільність повітря – $1,2 \text{ кг/м}^3$. Силу поривів вітру слід приймати по даних метеорологічного моніторингу місцевості.

10.2.10 У залізничних тунелях двері притунельних споруд, вентиляційні заслінки, кріплення технологічного устаткування до оправи тунелю повинні бути запроєктовані так, щоб витримати ударну хвилю тиску розміром до 2000 Па для випадку руху поїздів зі швидкістю до 100 км/год і до 4000 Па для випадку руху поїздів із більш високими швидкостями.

10.2.11 Вентиляційні установки струминної тунельної вентиляції повинні обладнуватися гасіями шуму, якщо рівень шуму від них у тунелі перевищує санітарні норми.

10.2.12 У залізничних тунелях повинні бути вжиті заходи по запобіганню затримання потоку повітря між повітрозабірними і повітровикидними пристроями.

10.2.13 Електропостачання вентустановок слід проєктувати, дотримуючи умов у частині електроприймачів I категорії по надійності електропостачання.

10.2.14 У приміщеннях вентиляційних камер повинні бути передбачені вантажопідйомні і транспортні механізми для монтажу та демонтажу вентиляційного устаткування при його обслуговуванні і ремонті.

Вентиляційні камери систем видалення диму і підпору повітря повинні бути роздільними.

10.2.15 Керування установками тунельної вентиляції повинне містити в собі комплекс технічних засобів, які забезпечують постійний контроль фізичних і хімічних параметрів повітряного середовища в тунелі, включаючи припортальні ділянки. Тунель слід обладнати датчиками контролю концентрації забруднюючих речовин, виміру швидкості повітря, і напрямку руху повітря.

10.2.16 У залізничних тунелях, які передбачені виключно для пропуску поїздів на електричній тязі, та у яких відсутнє виділення шкідливих речовин природного походження із навколишнього гірського масиву, при довжинах менше 10 км допускається передбачати створення тільки аварійної системи вентиляції.

У залізничних тунелях, які передбачені для пропуску поїздів на тепловозній тязі, штатна вентиляція повинна передбачати повне очищення транспортного відсіку тунелю від повітря, забрудненого в період руху поїздів. При цьому інтервал часу, протягом якого необхідно здійснити видалення забрудненого повітря з тунелю повинен відповідати періоду часу між поїздами.

10.2.17 При відсутності можливості або економічної недоцільності спорудження вентиляційних стволів (штолень), які споруджуються по трасі тунелів, подачу в тунель потрібної кількості свіжого повітря слід забезпечувати за допомогою струминних вентиляторів, розташовуваних по довжині тунелів у їхньому перерізі в межах габариту наближення будов. При неможливості розміщення

вентиляторів у перерізі тунелю їх слід встановлювати в спеціальних галереях, що споруджуються біля порталів тунелів.

10.2.18 У протяжних залізничних тунелях, призначених для пропуску поїздів на дизельній тязі, допускається застосування вентиляційних затворів, які розділяють тунель під час його очищення від забруднюючих речовин на відособлені відсіки.

10.2.19 Розрахункова температура повітря в тунелі не повинна перевищувати температуру зовнішнього повітря, прийняту відповідно до ДБН В.2.5-67 та ДБН В.2.5-56 за параметром режиму «Б».

10.2.20 При довжині залізничних тунелів менше 1000 м значення температур і відносної вологості зовнішнього повітря слід приймати за даними найближчих метеостанцій, а при більшій довжині та в залізничних тунелях з електричною тягою, де створюється спеціальний тепловий режим, – за результатами натурних спостережень у місцях розташування порталів або стволів тунелів тривалістю не менше трьох років.

У складних кліматичних умовах допускається споруджувати вентиляційні ворота або інші пристрої для обмеження надходження зовнішнього повітря в тунель.

10.3 Вентиляція в автодорожніх тунелях

10.3.1 Необхідність улаштування примусової вентиляції в автодорожньому тунелю визначається розрахунком. При довжині тунелю більше 300 м улаштування примусової вентиляції є обов'язковим.

Повітрообмін при примусовій механічній вентиляції може здійснюватися по припливній, витяжній або припливно-витяжній схемам з подачею і видаленням повітря через портали, шахтні стволи або свердловини, а також по комбінованій портально-шахтній схемі з використанням поздовжньої вентиляції, у тому числі зі струминними вентиляторам, поперечній або комбінованій системі вентиляції.

10.3.2 Поздовжню систему вентиляції з подачею або витяжкою повітря тільки через портали рекомендується застосовувати в тунелях довжиною до 1,0 (1,5) км, поздовжньо-поперечну й напівпоперечну – в тунелях довжиною до 2,0 (3,0) км (цифри в дужках відносяться до тунелів з односмуговим рухом).

Можливе використання змішаної вентиляції, передбачаючи провітрювання тунелю у години пік по більш ефективній системі, поперечній, а при незначній інтенсивності руху – по більш простій системі, поздовжній).

Для примусового провітрювання тунелів довжиною більше 3 км слід передбачати устрої вентиляційних шахтних стволів або свердловин для подачі свіжого і видалення забрудненого повітря.

10.3.3 Витрати повітря слід визначати по розведенню шкідливих речовин по всій довжині тунелю до середніх значень гранично допустимих концентрацій оксиду вуглецю (CO) і діоксиду азоту (NO₂).

10.3.4 В автодорожніх тунелях у режимі «А» середнє значення ГДК CO не повинне перевищувати 0.070 г/м³. Середнє значення ГДК оксиду азоту NO₂ відповідно – 0.005 г/м³ при тривалості знаходження транспорту у тунелі з розрахунковою швидкістю руху 15 км/год, а при більш тривалому перебування – 0,0005 г/м³.

У режимах «Б», «В» середнє значення ГДК CO не повинне перевищувати 0.200 г/м³, середнє значення ГДК NO₂ – 0.005 г/м³ та сажі – 0.004 г/м³.

Тривалість кожного режиму або сумарний час транспорту з працюючими двигунами, при зазначених ГДК, не повинні перевищувати 15 хвилин.

У випадку більше тривалої дії режимів «Б», «В», або перевищення граничних значень ГДК слід передбачати організаційно-технічні заходи щодо вимикання двигунів транспортних засобів, які перебувають у

тунелі, гарантованому запобіганню в'їздів додаткових автомобілів у тунель і контролю виконання відповідних команд.

10.3.5 Гарантоване запобігання в'їзду в автодорожній тунель повинне забезпечуватися автоматичним включенням, за середнім значенням ГДК СО (NO₂) або швидкості руху в тунелі, червоного сигналу світлофора, закриттям шлагбаума, підйомом автоматичних бар'єрів із затримкою часу на 30 с для оцінки диспетчером ситуації і видачі дозволу на заїзд.

10.3.6 Система вентиляції в автодорожніх тунелях повинна забезпечувати необхідну за умовами видимості в тунелі прозорість повітря, при якій показник ослаблення світла не перевищує 0,0075 м⁻¹.

10.3.7 Продуктивність вентиляції автодорожніх тунелів необхідно перевірити на видалення можливих теплонадлишків при розрахунковій температурі зовнішнього повітря, рівній середній температурі самого теплого місяця. Розрахункова середня температура повітря по довжині тунелів не повинна перевищувати +35° С. Мінімальна температура повітря в тунелі не регламентується.

10.3.8 Максимальну допустиму швидкість руху повітря у автодорожньому тунелю слід приймати:

- у транспортній зоні тунелю – 6 м/с без врахування руху транспортних засобів;
- у поздовжніх вентиляційних каналах – 20 м/с;
- у поперечних вентиляційних каналах – 8 м/с.

10.3.9 Керування вентиляторами повинне бути місцеве, автоматичне і дистанційне.

10.3.10 Вентиляційні установки слід розміщати в окремих приміщеннях безпосередньо біля порталів, у місцях розташування експлуатаційно-технічних блоків, у шахтних стволах або в підземних камерах, залежно від місцевих містобудівних умов і об'ємно-планувальних рішень.

Повітрозабірні вентиляційні кіоски слід розташовувати у місцях найменшого забруднення атмосферного повітря. Припливні жалюзі повинні бути розміщені на висоті не менше 2,5 м від поверхні землі.

10.3.11 Необхідність звукоізоляції зовнішніх огорожень вентиляційних камер повинна визначатися розрахунком згідно з ДБН В.1.1-31.

10.3.12 Для контролю за газовим середовищем у приміщеннях водовідливних установок у витяжних камерах слід передбачити установки газоаналізаторів, які реагують на підвищення концентрації шкідливих речовин, а також на утворення вибухонебезпечного газопароповітряного середовища.

10.3.13 Газоаналізатори повинні встановлюватися із кроком, що забезпечує контроль повітряного середовища по всьому тунелю.

Точність вимірів (похибка) газоаналізаторів повинна бути достатньою для відстеження динаміки змін концентрації шкідливих речовин у повітряному середовищі тунелю. Чутливі сенсори газоаналізаторів повинні бути захищені від впливів вологи, пилу, бруду.

Слід також передбачати автоматичний контроль за робочими параметрами устаткування вентиляційних систем.

10.3.14 При проєктуванні тунельної вентиляції повинна бути перевірена можливість викиду повітря із тунелю без очищення. При необхідності очищення повітря, яке викидається з тунелів, її вид слід визначати з урахуванням техніко-економічних показників. У випадку застосування мокрого очищення слід передбачити місця тимчасового зберігання, засоби транспортування і утилізації шламу.

При викидах без очищення може використовуватися розосередження викидів або високі викиди через вертикальні вентиляційні труби (шахти). Висота труб повинна визначатися розрахунком і бути не меншою за висоту найближчої найвищої будівлі в радіусі 20 м.

10.3.15 У приміщеннях вентиляційних камер повинні бути передбачені прорізи (шахти) з вантажопідйомними й транспортними механізмами для монтажу і демонтажу вентиляційного устаткування при його обслуговуванні і ремонті.

10.3.16 Колектори кабельних комунікацій і приміщення витяжних вентиляційних камер повинні мати самостійні системи вентиляції.

У технічних приміщеннях з устаткуванням, яке виділяє у процесі роботи шкідливі компоненти, повинні передбачатися, при необхідності, місцеві відсмоктування. Повітроводи систем вентиляції повинні дозволяти їхнє очищення і мийку без демонтажу.

10.3.17 Приміщення експлуатаційно-технічного блоку повинні бути обладнані самостійними системами вентиляції. Для цих системах вентиляції слід передбачати шумозниження у відповідності до ДБН В.1.1-31.

10.3.18 Рівень шуму в тунелях, який створюється роботою вентиляційного устаткування в тунелях, не повинен перевищувати значень, вказаних в таблиці 10.3, а в технологічних, допоміжних і службових приміщеннях – встановлених норм ДСТУ 2867-94.

У каналах, розміщених з боку всмоктувальних і витяжних вентиляційних пристроїв, а при обґрунтуванні розрахунком також з боку тунелів, слід передбачати установку глушителів шуму, які забезпечують зниження шуму від роботи вентиляторів до значень, зазначених у таблиці 10.3.

Шум на поверхні землі в заселених територіях не повинен перевищувати значень, встановлених нормами ДСН 3.3.6.037.

Таблиця 10.3 – Допустимий рівень шуму в тунелі, який створюється роботою вентиляційного обладнання

Середньгеометричні частоти октавних смуг, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Рівні звукового тиску, дБ	97	88	83	76	72	62	54	47

10.3.19 На всіх припливних системах вентиляції службово-технічних приміщень у холодний період року повинен бути забезпечений підігрів повітря, що подається до температури, обумовленої призначенням приміщення, але не менше $+5^{\circ}\text{C}$. Припливні системи повинні оснащуватися системою автоматики для підтримки заданої температури повітря.

10.3.20 Витяжні вентилятори систем протидимового захисту автодорожніх тунелів повинні зберігати працездатність при поширенні високотемпературних продуктів горіння протягом часу, необхідного для евакуації людей назовні.

11. ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, ОСВІТЛЕННЯ, СИГНАЛІЗАЦІЯ ТА ЗВ'ЯЗОК

11.1 Електропостачання і електрообладнання в автодорожніх тунелях

11.1.1 Живлення електроустановок автодорожніх тунелів слід передбачати від власних трансформаторних підстанцій.

Потужність трансформаторних підстанцій повинна визначатися розрахунком на суму навантажень з урахуванням коефіцієнту одночасності навантажень.

11.1.2 При довжині автодорожнього тунелю більше 3000 м слід передбачати зовнішнє джерело електропостачання (електростанції і підстанції енергосистеми) необхідної потужності на випадок виникнення надзвичайної ситуації на живильних центрах.

11.1.3 Електропостачання силових, освітлювальних та інших технологічних споживачів слід передбачати напругою 380/220 В змінного струму частотою 50 Гц, як правило, від загальних трансформаторів із глухозаземленою нейтраллю по системі TN-C-S. При технічному обґрунтуванні в електроустановках можливе застосування інших рівнів напруги.

11.1.4 Електропостачання трансформаторних підстанцій слід забезпечувати напругою не менше 10 кВ від двох незалежних джерел енергосистеми.

На трансформаторних підстанціях слід передбачати розподільні пристрої (РП) – 10 кВ, які складаються із двох секцій шин.

Кількість і потужність трансформаторів на підстанціях визначається розрахунком.

11.1.5 Застосування маслонаповненого устаткування на підземних підстанціях не допускається.

11.1.6 Електроустановки автодорожніх тунелів повинні відповідати вимогам Правил пристроїв електроустановок (ПУЕ).

11.1.7 Електроприймачі автодорожніх тунелів у частині забезпечення надійності електропостачання згідно ПУЕ слід відносити до наступних категорій:

- особлива група електроприймачів I категорії – установки всіх систем забезпечення організації і безпеки руху і експлуатації тунелю (систем диспетчеризації, дистанційного керування електроустановками, електрозв'язку, телеспостереження загороджувальної та сповіщувальної сигналізацій, контролю газового складу повітря), систем автоматичної пожежної сигналізації, гучномовного оповіщення та керування евакуацією, системи евакуаційного освітлення;

- електроприймачі I категорії – вентиляційні установки димовидалення з евакуаційних шляхів, водовідливні установки, установки пожежогасіння;

- електроприймачі II категорії – системи робочого освітлення і освітлення безпеки тунелю;

- електроприймачі III категорії – інші електроустановки.

Електроприймачі I категорії і особливої групи I категорії повинні мати живлення від двох секцій РП 380/220 В трансформаторної підстанції, які представляють собою два незалежних взаємно резервних

джерела живлення, із пристроєм автоматичного вводу резерву (ABP) у споживачів електроенергії.

Особлива група електроприймачів I категорії повинна додатково одержувати живлення від третього незалежного джерела, в якості якого можуть використовуватися агрегати безперебійного живлення і акумуляторні батареї.

11.1.8 Електроприймачі II категорії повинні забезпечуватися електроенергією від двох секцій РП 380/220 В трансформаторної підстанції, які представляють собою два незалежних взаємно резервних джерела живлення. При порушенні живлення від одного із джерел, припустимі перерви на час, необхідний для включення резервного живлення діями чергового (оперативного) персоналу. Для підвищення надійності електропостачання електроприймачів II категорії вони можуть бути розділені на дві частини, кожна з яких одержує живлення від різних секцій РП 380/220 В.

11.1.9 Електроприймачі III категорії підключаються до однієї із секцій РП 380/220 В за умови, що термін перерви електропостачання, необхідний для ремонту або заміни пошкодженого елемента системи електропостачання, як правило, не перевищує однієї доби.

11.1.10 Всі електроприймачі повинні мати місцеве керування. Вентиляційні системи, насосні установки, автоматичні установки пожежогасіння і системи робочого освітлення повинні мати також дистанційне керування з диспетчерського пункту та сигналізацію щодо їхнього стану.

11.1.11 У насосних установках слід передбачати автоматичне керування роботою насосів залежно від рівня води у водозбірниках.

11.1.12 Ступінь захисту електроустаткування, розташованого в транспортних зонах тунелів повинна бути не менше IP 54, а в інших зонах тунелів і притунельних спорудах не менше IP 43.

Для освітлення транспортних зон тунелів слід застосовувати світлові прилади зі ступенем захисту не менше IP 65.

11.1.13 Для забезпечення ремонтних робіт у транспортній зоні слід передбачати електричну мережу напругою 380/220В і ремонтні ящики.

У ремонтних ящиках, розташовуваних у транспортних зонах, слід передбачати напругу 380 В, 50 Гц (3 фази) і 220 В, 50 Гц. Для живлення низьковольтних (12 В або 36 В), споживачів слід передбачити кілька переносних трансформаторів безпеки.

11.1.14 Ремонтні ящики для виконання робіт у транспортних зонах рекомендується розміщати через 120 м по стороні, по якій прокладається кабель їхнього живлення. Для запобігання ушкодження ящиків вони повинні міститися в нішах, а при наявності міжтунельних проходів також у частині останніх поряд з тунелем.

11.1.15 Установку ящиків слід передбачати на висоті 0,5–0,7 м від рівня службових проходів або захисних смуг.

11.1.16 Прокладку основної частини кабелів внутрішніх електричних мереж слід передбачати в кабельному колекторі або відсіку:

- силових кабелів – по одній стороні;
- контрольних і електрозв'язку – по іншій стороні колектора або відсіку.

11.1.17 По стінах тунелю допускається прокладка розподільних мереж тільки для установок, розташовуваних безпосередньо в тунелі.

11.1.18 Прокладка кабелів міських електричних мереж у кабельному відсіку тунелю не допускається.

11.1.19 Розміщення електрообладнання у трансформаторних підстанціях і в інших електроустановках, а також заземлення електроустановок і захист людей від ураження електричним струмом при ушкодженні ізоляції слід передбачати відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.21 та НПАОП 40.1-1.32.

11.1.20 У силових і освітлювальних мережах повинен бути забезпечено їхній автоматичний захист по струмах витоку за допомогою пристрою захисного відключення (ПЗВ).

Установка ПЗВ у мережах живлення протипожежного обладнання, евакуаційного освітлення не допускається.

11.1.21 Пожежна безпека електричних виробів повинна бути підтверджена сертифікатами, протоколами випробувань, розрахунками. Вибір вогнезахисних складових для елементів електроустановок повинен бути технічно обґрунтований.

11.1.22 Прокладка в приміщеннях розподільних пристроїв і електрощитових трубопроводів опалення допускається за умови застосування суцільних зварених труб без фланців, вентилів і іншої арматур, а вентиляційних зварених коробів – без люків, засувки та інших подібних пристроїв.

11.1.23 При транзитній прокладці трубопроводів вони повинні укладатися у суцільні водонепроникні кожухи.

11.2 Електропостачання і електрообладнання у залізничних тунелях

11.2.1 Електропостачання залізничних тунелів повинне виконуватися від власних трансформаторних підстанцій із загальними трансформаторами для живлення силових і освітлювальних навантажень.

Потужність трансформаторних підстанцій повинна визначатися розрахунком на суму навантажень із урахуванням коефіцієнту одночасності навантажень.

11.2.2 При наявності живильних центрів, розташованих поблизу тунелю, допускається можливість електропостачання тунелю від цих центрів; при цьому для електропостачання споживачів тунелю повинен бути споруджений розподільний пункт, розташований на порталній площадці тунелю.

11.2.3 Трансформаторні підстанції залізничних тунелів повинні одержувати електричну енергію по кабельних або повітряних лініях напругою 6, 10 або 27,5 кВ від енергетичних систем або електричних станцій, ліній поздовжнього електропостачання електрифікованих залізниць.

11.2.4 Трансформаторні підстанції тунелів повинні бути двохтрансформаторними і мати в своєму складі двосекційний розподільний пристрій РП – 380/220В.

11.2.5 Кожна трансформаторна підстанція або розподільний пункт повинні одержувати електропостачання від двох незалежних джерел, які взаємно резервуються. При допустимому перевантаженні трансформаторна підстанція або розподільчий пункт повинні забезпечувати повну робочу потужність всіх одночасно працюючих споживачів. При цьому кожний трансформатор двохтрансформаторної підстанції повинен бути розрахований на повну робочу потужність всіх одночасно працюючих споживачів, які живляться від даної підстанції.

До головних споживачів відносяться:

- вентиляційні установки;
- сповіщальна і охоронна сигналізація;
- устаткування водовідливу;
- електроосвітлення тунелів, ніш, камер, проходів, сервісної штольні;
- обігрів лотків тунелю;
- устаткування протипожежної автоматики.

11.2.6 Електроустаткування на підземних підстанціях не повинно вміщати мастильні наповнювачі.

11.2.7 Електропостачання силових, освітлювальних і інших технологічних споживачів повинне виконуватися на напругу 380/220 В змінного струму частотою 50 Гц від загальних силових трансформаторів з глухозаземленою нейтраллю.

11.2.8 Електроприймачі в частині забезпечення надійності електропостачання слід відносити до таких категорій:

- особлива група електроприймачів I категорії – системи диспетчеризації, дистанційного керування електроустановками, зв'язку, відеоспостереження загороджувальної і сповіщальної сигналізації, контролю доступу, контролю газового складу повітря, автоматичної пожежної сигналізації, гучномовного оповіщення і керування евакуацією, аварійне освітлення транспортного і сервісного тунелю (штольні);

- електроприймачі I категорії – системи протипожежного захисту, вентиляційні установки, водовідливні установки, робоче освітлення транспортного і сервісного тунелю (штольні); електрообігрів водовідвідних лотків тунелю;

- електроприймачі III категорії – мережа колійних ящиків та інші споживачі.

11.2.9 Живлення електричною енергією силових і технологічних споживачів повинне бути на змінному струмі промислової частоти напругою 380/220 В по системі TN-C-S.

11.2.10 Живлення навантажень I категорії надійності повинне виконуватися по двох взаємно резервних лініях від різних секцій шин тунельної підстанції з установкою пристрою АВР у споживача.

11.2.11 У тунелі повинне застосовуватися електроустаткування зі ступенем захисту не нижче IP 54.

11.2.12 Металеві корпуси електроустаткування, пристрою заземлення, розташовувані в тунелі повинні мати антикорозійні покриття, кабельні конструкції повинні бути оцинковані.

11.2.13 Для підключення ремонтних та інших механізмів у тунелі слід передбачати шафи (колійні ящики), які встановлюються через кожні 120 м по довжині тунелю на висоті 500–700 мм від рівня головки рейки: по одній стороні тунелів одноколійних і по обидва боки двоколійних тунелів. Розміщення колійних ящиків слід виконувати, як правило, у

камерах і нішах тунелю. Допускається установка устаткування на бічних стінах тунелю з дотриманням габариту наближення будов «С» ДСТУ Б В.2.3-29.

Колійні ящики повинні мати у своєму складі трифазне штепсельне з'єднання на напругу 380/220 В і бути розраховані на підключення навантаження сумарною потужністю 10 кВт. Колійні ящики в сервісних тунелях (штольнях) слід встановлювати через кожні 120 м по одній зі сторін штольні на висоті 500–700 мм від рівня чистої підлоги.

11.2.14 У тунелях і штольнях слід застосовувати броньовані кабелі з мідними струмопровідними жилами. Прокладання неброньованих кабелів у мережах освітлення, а також для підключення електроприймачів допускається за дотримання вимог ПУЕ та НПАОП 40.1-1.21.

11.2.15 Кабельні лінії в тунелі й штольні повинні прокладатися по бічних стінах на кабельних конструкціях. Висота прокладки кабелів у тунелі при обході ніш і камер повинна бути вище склепіння ніш і камер не менше на 200 мм. Перехід кабельних ліній з однієї сторони тунелю (штольні) на іншу повинен виконуватися по склепінню.

11.2.16 Висоту прокладки освітлювальних кабелів слід назначати вище рівня головки рейки або службового проходу на величину не менше 2800 мм.

11.2.17 Силові і освітлювальні кабелі слід прокладати з однієї сторони тунелю, кабелі слабкого струму – з іншої. Прокладка кабелів на одній стороні допускається в тунелях довжиною до 300 м з дотриманням встановлених ПУЕ відстаней між силовими і слабкострумовими кабелями.

11.2.18 Втрати напруги в силових і освітлювальних мережах, від шин підстанцій до найбільш віддалених електроприймачів повинні становити не більше ніж: на порталних площадках – 5 %; у тунелях при нормальному режимі – 8 % та в аварійному режимі – 12 %.

11.3 Електроосвітлення автодорожніх тунелів

11.3.1 Транспортна зона, службово-технічні і допоміжні приміщення тунелю, а також притунельні споруди повинні мати штучне стаціонарне робоче і аварійне освітлення, яке включає освітлення безпеки і евакуаційне освітлення відповідно до вимог ДБН В.2.5-28.

11.3.2 Робоче освітлення у транспортній зоні тунелю повинне створювати в денний і нічний час такі умови видимості навколишнього оточення, при яких забезпечується необхідний ступінь безпеки і зорової комфортності водія при проїзді по тунелю із установленою швидкістю.

Робоче освітлення транспортної зони повинне передбачати денний і нічний режими.

Для визначення необхідності денного режиму і необхідного рівня освітлення у коротких тунелях (довжиною не більше 125 м) слід керуватися даними вимог ДБН В.2.5-28.

11.3.3 За особливостями освітлення тунелі підрозділяються на довгі й короткі. За відсутності на стадії проектування можливості визначити видимість рамки вихідного portalу рекомендується користуватися даними про довжину тунелю і радіусом кривої у плані відповідно до вимог ДБН В.2.5-28, за якими установлюється необхідність освітлення короткого тунелю у денному режимі і його рівень стосовно рівня освітлення довгого тунелю. Усі основні вимоги, викладені нижче, стосуються довгих тунелів.

11.3.4 У денному режимі варто виділяти чотири яскраві зони тунелю: граничну, перехідну, внутрішню і виїзну.

11.3.5 Довжину граничної зони слід приймати рівною відстані безпечного гальмування (ВБГ), обумовленому дистанцією зупинки відповідно до таблиці 11.1.

Таблиця 11.1 – Відстань безпечного гальмування

Показник	Проектна швидкість руху, км/год				
	40	60	80	100	120
Відстань безпечного гальмування, м	25	55	100	155	220

11.3.6 У тунелях, які мають при в'їзді ділянки з відкритими прорізами в стінах або перед в'їзним порталом сонцезахисні екрани, гранична зона відраховується від початку цих ділянок. У цьому випадку розподіл яскравості в граничній зоні визначається з урахуванням дії денного світла і повинне мати характер такої ж, як і при штучному освітленні.

11.3.7 Відношення середньої яскравості дорожнього покриття L_{th} у першій половині граничної зони до яскравості адаптації L_{20} , повинне бути не менше величин, зазначених у вимогах ДБН В.2.5-28. Середня яскравість дорожнього покриття L_{th} , на першій половині граничної зони повинна залишатися постійною, а потім лінійно спадати до 40 % від початкового значення до кінця цієї зони.

11.3.8 У перехідній зоні поздовжній розподіл яскравості дорожнього покриття L_{tr} при віддалені від граничної зони повинен носити плавно спадаючий характер, при цьому відношення яскравості L_{tr} до середньої яскравості L_{th} у першій половині граничної зони не повинне бути нижчим значень, описуваних кривій спаду відносної яскравості перехідної зони.

Допускається ступеневий спад яскравості L_{tr} , але при цьому кожна ступінь повинна бути не нижчою за криву спаду яскравості перехідної зони, а перепади яскравості при переході від ступені до ступеня не повинні перевищувати відношення 3:1.

Кінець перехідної зони визначається місцем, де яскравість перехідної зони L_{tr} спадає до трикратної величини середньої яскравості внутрішньої зони L_{in} .

11.3.9 Рекомендується передбачати автоматичне регулювання денного режиму освітлення граничної і перехідної зон залежно від рівня яскравості адаптації L_{20} у цей момент часу, забезпечуючи при цьому нормоване значення відношення L_{th} / L_{20} відповідно до вимог ДБН В.2.5-28.

11.3.10 У тунелях із двостороннім рухом граничну і перехідну зони слід влаштовувати з боку кожного порталу.

11.3.11 У внутрішній зоні мінімально припустимі величини середньої яскравості дорожнього покриття L_{in} повинні відповідати вимогам ДБН В.2.5-28.

11.3.12 Для тунелів класу 3 рекомендується, починаючи з відстані безпечного гальмування перед виїзним порталом, влаштовувати виїзну зону, у якій середня по поперечному перерізу яскравість дорожнього покриття L_{ex} лінійно зростає, досягаючи за 20 м до виїзного порталу п'ятикратного значення середньої яскравості внутрішньої зони L_{in} .

Для тунелів класів 1 та 2 виїзна зона може не створюватися.

11.3.13 Нічний режим освітлення слід передбачати незалежно від довжини тунелю. При цьому середня яскравість дорожнього покриття по всій довжині тунелю повинна бути постійна і не бути нижчою за середню яскравість ділянок вулиці або дороги, які примикають до в'їзного і виїзного порталів. Рекомендується, щоб середня яскравість дорожнього покриття тунелів класу 3 була не менше 2 кд/м^2 , а класу 2 – не менше 1 кд/м^2 .

На довжині відстані безпечного гальмування ВБГ перед в'їзним порталом слід забезпечити підвищений не менше на 30 % рівень середньої яскравості дорожнього покриття у порівнянні з відповідним рівнем яскравості дороги або вулиці, яка веде до тунелю.

При наявності ділянки, яка примикає до в'їзного порталу, перекритого сонцезахисним екраном, нічний режим освітлення цієї ділянки повинен бути аналогічний режиму, прийнятому для всього тунелю.

11.3.14 Слід передбачати можливість перемикання освітлення з нічного режиму на денний і назад при підвищенні або спаді природної горизонтальної освітленості поблизу в'їзного порталу до 100 лк.

11.3.15 У всіх яскравих зонах відношення середньої яскравості нижньої частини стін тунелю до рівня 2 м над полотном дороги відносно середньої яскравості дорожнього покриття найближчої до стіни смуги руху повинне бути не менше 0,6 для класів тунелів 3 і 2. Для тунелів класу 1 рекомендується, щоб аналогічне відношення освітленості було не менше 0,25.

11.3.16 На ділянках із постійним рівнем середньої яскравості дорожнього покриття (перша половина граничної і вся внутрішня зона в денному режимі, а також весь тунель у нічному режимі) повинні бути забезпечені показники рівномірності яскравості дорожнього покриття не нижче значень, наведених у таблиці 11.2.

Таблиця 11.2 – Нормовані значення показників рівномірності яскравості дорожнього покриття

Клас тунелю	Відношення мінімальної яскравості до:	
	середньої по всій ширині проїзної частини	максимальної по осі кожної смуги руху*
3	0,4	0,6
2	0,4	0,5
1	0,35	0,4
*Нормативне значення повинне бути забезпечене для кожної смуги руху		

11.3.17 Для нижньої частини стін (до 2 м над дорожнім покриттям) тих же ділянок відношення мінімальної яскравості до середнього повинне бути не нижче 0,35.

11.3.18 Збільшення граничної різниці яскравості за рахунок сліпучої дії світильників, для граничної і внутрішньої зони в денному режимі та усього тунелю в нічному режимі не повинне перевищувати 15 %.

11.3.19 Для запобігання дратівного монотонного миготіння яскравих частин світильників (флікер-ефекту) крок між світильниками в ряді повинен бути не менших значень, наведених у таблиці 11.3.

Ця вимога повинна виконуватися у внутрішній зоні в денному режимі та по всій довжині тунелю у нічному режимі при тривалості проїзду по таких ділянках більше 20 с.

Таблиця 11.3 – Мінімально допустимий крок між світильниками для запобігання флікер-ефекту

Швидкість руху, км/год.	60	80	100	120
Крок, м	6,7	8,9	11,1	13,3

11.3.20 У тунелях, що мають при в'їзді ділянки з відкритими прорізами в стінах або перед в'їзним порталом сонцезахисні екрани, із проникненням прямого сонячного світла або жалюзі, частота миготіння сонячних відблисків повинна бути не менше 50 Гц незалежно від тривалості миготіння.

11.3.21 Для зниження візуальної монотонності руху в тунелях довжиною більше 2 км рекомендується через кожні 1,5 хв їзди із установленою швидкістю обладнати ділянки, освітлення яких має помітні відмінності від основного освітлення: у кольоровості застосовуваних джерел світла, у кроці між світильниками, підвищеному рівні яскравості полотна проїзної частини та стін.

11.3.22 При використанні натрієвих ламп високого або низького тиску відстань між світильниками із цими лампами й жовтими сигнальними вогнями (світлофорами) повинен бути або не менше одного метра по горизонталі в площині, перпендикулярній напрямку руху, або не менше одного градуса при спостереженні з відстані, рівної половині ВБГ.

11.3.23 Для робочого освітлення транспортної зони слід застосовувати спеціальні тунельні світильники зі світлорозподілом, що відповідає обраній системі висвітлення з 84 розрядними лампами, головним чином, натрієвими лампами високого тиску, і зі світлорозподілом, яке відповідає обраній системі висвітлення. Для внутрішньої і виїзної зон рекомендується застосовувати симетричну систему освітлення, для граничної і перехідної зон – зустрічну систему.

11.3.24 Світильники найбільше доцільно розташовувати на стелі над проїзною частиною в один або кілька рядів залежно від ширини і рівня нормованої середньої яскравості дорожнього полотна й стін, при цьому габарити світильників по висоті не повинні виходити за встановлені для даного тунелю межі. Для тунелів із числом смуг не більше двох допускається бічне розміщення світильників (на стінах або в кутах між стіною і стелею), при цьому висота установки світильників повинна бути не нижче 4,0 м від дорожнього полотна.

11.3.25 Коефіцієнт запасу освітлювальної установки в транспортній зоні тунелю слід приймати рівним 1,7 при двох очищеннях світильників на рік.

11.3.26 У транспортній зоні тунелів довжиною більше 125 м повинне бути передбачене освітлення безпеки, призначене для забезпечення необхідних умов видимості для виїзду транспорту з тунелю при аварійному відключенні робочого освітлення. Освітлення безпеки забезпечується шляхом живлення частини світильників робочого освітлення (або по одній з ламп у багатолампових світильниках) від незалежного джерела і повинне створювати середню освітленість на дорожнім покритті транспортної зони не менше 15 лк, а освітленість у будь-якій його точці – не менш ніж 2 лк.

11.3.27 Для тунелів довжиною 350 м і більше на додаток до освітлення безпеки повинне бути передбачене евакуаційне освітлення транспортної зони, призначене для евакуації людей з тунелю в аварійній ситуації шляхом створення необхідних умов видимості шляхів евакуації за допомогою спеціальних світлових покажчиків і евакуаційних світильників. Світлові покажчики з позначенням напрямку шляхів евакуації встановлюються на стінах тунелю на висоті від 0,5 м до 1,5 м над рівнем евакуаційного тротуару із кроком не більше ніж 25 м. Над евакуаційними виходами з тунелю на висоті 2,1–2,2 м від рівня підлоги повинні бути встановлені світлові покажчики з відповідним написом або

знаком і евакуаційні світильники, які повинні забезпечити освітленість не менш ніж 0,5 лк на рівні підлоги перед дверима евакуаційного виходу.

11.3.28 Вимоги до світлових показчиків та евакуаційних світильників повинні відповідати ДСТУ ISO 6309, ДСТУ EN 12101-1, ДСТУ EN 12845, ДСТУ ISO 3864-1, ДСТУ EN ISO 7010.

11.3.29 Живлення світлових показчиків і світильників евакуаційного освітлення у нормальному режимі здійснюється від джерела, незалежного від мережі робочого освітлення, а в аварійному режимі – від третього незалежного джерела, для чого повинне бути передбачене автоматичне перемикання на живлення від акумуляторних батарей або іншого призначеного для цієї мети джерела. Тривалість роботи евакуаційного освітлення в аварійному режимі повинне бути достатнім для евакуації людей з тунелю, але не менш ніж три години.

11.3.30 При проєктуванні робочого і аварійного освітлення притунельних споруд, службово-технічних і допоміжних приміщень тунелю слід керуватися вимогами ДБН В.2.5-28.

11.4 Електроосвітлення у залізничних тунелях

11.4.1 У тунелях і сервісних штольнях повинне влаштовуватися робоче і аварійне (резервне та евакуаційне) освітлення згідно з вимогами таблиці 11.4.

Таблиця 11.4 – Режими штучного робочого освітлення залізничних тунелів

Характер ділянки траси	Довжина тунелю, м	Середня горизонтальна освітленість, $E_{гр}$, лк	
		Денний режим	Вечірній і нічний режими
прямолінійна	більше 200	10	30
криволінійна незалежно від радіусу	більше 100	10	30

11.4.2 Горизонтальна освітленість у залізничних тунелях на рівні головки рейок і в сервісних тунелях (штольнях) на рівні чистої підлоги повинна бути не менше 1 лк.

11.4.3 Живлення електричною енергією освітлювальних навантажень повинне здійснюватися на змінному струмі промислової частоти на напругу 380/220 В по системі TN-C – для розподільної мережі, по системі TN-C-S – для групової мережі.

11.4.4 У тунелі повинні застосовуватися світильники зі ступенем захисту не нижче IP54 з енергоекономічними джерелами світла: газорозрядними лампами, світлодіодами тощо. Застосування ламп накаливання не допускається.

11.4.5 Світильники в тунелі слід розташовувати:

- по одній стороні – в одноколійному тунелю;
- по обидва боки – у двоколійних тунелях.

Сторонність розміщення світильників в сервісних тунелях (штольнях) слід визначати світлотехнічним розрахунком з урахуванням габаритів тунелю (штольні).

11.4.6 Світильники робочого і резервного освітлення повинні бути однотипними та встановлюватися на однаковій висоті. Для візуального розрізнення на корпусі світильників резервного освітлення повинна бути нанесена буква «А» червоного кольору. У місцях розміщення світильників резервного освітлення встановлювати світильник робочого освітлення не потрібно.

11.4.7 У якості світильників евакуаційного освітлення слід застосовувати світлові покажчики. Світлові покажчики евакуаційного освітлення слід встановлюватися в таких місцях:

- на шляхах евакуації;
- над евакуаційними виходами;
- для позначення місць розміщення засобів пожежогасіння;

- для позначення місць розміщення пристроїв екстреного зв'язку і сповіщення про надзвичайну ситуацію.

11.4.8 Висоту установки світлових показчиків слід приймати над евакуаційними виходами – 2,1–2,2 м, а на шляхах евакуації – 0,5–2,0 м.

11.4.9 Живлення світильників аварійного освітлення (резервного і евакуаційного) у нормальному режимі повинне виконуватися від мережі аварійного освітлення, у випадку зникнення напруги живлення – від вбудованої акумуляторної батареї. Тривалість роботи від батареї повинна бути забезпечена на термін не менше однієї години.

11.4.10 Світильники аварійного освітлення (резервного і евакуаційного) повинні забезпечувати горизонтальну освітленість не менше 0,5 лк в транспортних тунелях – на рівні головки рейок, а у сервісних тунелях (штольнях) – на рівні чистої підлоги.

Освітлювальні прилади аварійного освітлення слід передбачати постійної дії. Світильники повинні бути включені постійно.

11.4.11 Керування режимом загального освітлення тунелів слід передбачати автоматичним залежно від природної освітленості зовні тунелю, а також дистанційним – з пультом управління у приміщенні чергового. Включення вечірнього і нічного режимів освітлення проводиться при зниженні природної освітленості до 100 лк.

11.4.12 Для підключення світильників місцевого освітлення при виконанні технічного обслуговування та ремонтних робіт у тунелі слід передбачати спеціальні ящики із безпечними розподільними трансформаторами 220/36 В на напругу 36 В. Ці ящики слід розташовувати через кожні 60 м по одній стороні тунелю – в одноколійних і по обидва боки – у двоколійних тунелях на висоті 500 мм.

Розміщення ящиків слід виконувати, як правило, у камерах і нішах тунелю. Допускається установка цих ящиків на бічних стінах тунелю з дотриманням габариту наближення споруд «С».

11.4.13 Живлення переносних світильників місцевого освітлення слід передбачити напругою 12 В від трансформаторів 220/12 В.

11.5 Автоматика, сигналізація і зв'язок у залізничних тунелях

11.5.1 Залізничні тунелі, які охороняються, повинні мати прямий двопровідний телефонний зв'язок з найближчими роздільними пунктами із обох сторін тунелю, з приміщеннями охорони, а також із поїзним диспетчером.

11.5.2 Для забезпечення поїзного радіозв'язку тунелі повинні мати двопровідну напрямну лінію або випромінюючий кабель, а у вартових приміщеннях тунелів – стаціонарну установку метрового діапазону.

11.5.3 Залізничні тунелі повинні обладнатися системою гучномовного оповіщення, що входить складовою частиною у систему оповіщення й керування евакуацією (СОКЕ) при пожежі. Динаміки в тунелях слід установлювати через кожні 60 м. Портальні ділянки повинні мати незалежні зони мовлення. У чергових приміщеннях тунелів слід передбачити пульти оповіщення із включенням зон мовлення порталів.

11.6 Заземлення і занулення у залізничних тунелях

11.6.1 У тунелях і штольнях слід влаштовувати мережу заземлення (занулення).

Магістральні заземлюючі провідники, виконані сталеву смугою перерізом 4x40 мм повинні розміщатися по обидва боки тунелю (штольні) у місцях установки конструкцій для прокладки кабелів. До магістральних заземлюючих провідників у тунелі повинні бути приєднані відкриті провідні частини електроустаткування, а також сторонні провідні частини, які нормально не перебувають під напругою. Провідні частини

протяжні по довжині тунелю повинні приєднуватися до магістралі повторними захисними заземлюючими провідниками через кожні 60 м.

11.6.2 Магістральні заземлюючі провідники, установлені в тунелі, повинні бути приєднані до зовнішнього заземлюючого пристрою трансформаторної підстанції, розташованого на порталі.

11.7 Захист споруд та обладнання від електрокорозії у залізничних тунелях

11.7.11 Залізничні тунелі які будуються заново або реконструюються повинні бути надійно захищені від корозії блукаючими струмами (електрокорозії), яка викликана власними пристроями та іншими джерелами постійного струму.

11.7.12 Захист споруд, конструкцій і обладнання залізничних тунелів від ґрунтової корозії не виконується у випадках, коли при здійсненні захисту від електрокорозії є можливим одними і тими ж засобами забезпечити захист від ґрунтової корозії.

11.7.13 У проєктах залізничних тунелів до цього розділу слід включати:

- перелік і характеристику заходів обмеження витоків тягових струмів;
- пасивний захист металевих конструкцій і металевих елементів залізобетонних конструкцій;
- способи прокладання кабелів і трубопроводів у тунелях, на наземних та надземних ділянках, які виключають або обмежують електрокорозію;
- розміщення контрольно-вимірювальних пунктів;
- аналіз взаємного розташування залізничних тунелів та можливих джерел корозійного впливу.

11.7.14 Захисту від корозії блукаючих струмів (електрокорозії) підлягають такі споруди, конструкції і обладнання залізничних тунелів:

- конструкції підземних споруд – чавунні і залізобетонні тунельні оправи, внутрішні сталеві оболонки та залізобетонні сорочки;

- рейки і рейкові скріплення;
- кабелі – силові, зв'язку, контрольні і сигнально-блокувальні;
- кабельні конструкції;
- сталеві і чавунні трубопроводи;
- обладнання тягового електропостачання у частині вимог з обмеження витоку тягових струмів;
- обладнання рейкових ланцюгів автоблокування у частині вимог каналізації тягових струмів, підключення відсмоктувальних ліній;
- обладнання зливання, наливання та зберігання легкозаймистих матеріалів у частині вимог із усунення іскроутворення, яке викликане блукаючими струмами.

11.7.15 Оцінку ступеня небезпеки від електрокорозії споруд, конструкцій та обладнання тунелів, які мають контакт з електричним середовищем (ґрунт, водяні розчини, бетон), слід визначати комплексом електричних вимірювань.

11.7.16 Оцінку небезпеки ґрунтової корозії для споруд, конструкцій і обладнання тунелів слід проводити за показниками відповідно до ДСТУ Б В.2.5-29 та ДСТУ Б В.2.5-30.

11.7.17 Захист споруд, конструкцій і обладнання залізничних тунелів від електрокорозії повинен здійснюватися методами пасивного захисту згідно з ДСТУ Б В.2.5-30 та ДСТУ Б В.2.5-29.

11.7.18 Активний (електричний) захист у тунелях дозволяється застосовувати у виключних випадках при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні.

При цьому, застосування електричних методів захисту споруд, конструкцій і обладнання тунелів від електрокорозії не повинно приводити до збільшення витоку тягових струмів з контактної мережі.

Електричні вимірювання по контролю електрокорозійного стану споруд, конструкцій і обладнання тунелів, а також контроль за роботою обладнання захисту слід виконувати на контрольно-вимірювальних

приладах (КВП), обладнаних для вимірювань потенціалів чавунної оправи або арматури залізобетонної оправи до зовнішнього (по відношенню до тіла тунелю) середовища – ґрунту.

КВП слід розміщувати:

а) біля кожного порталу;

б) у тунелях із чавунною оправою та із залізобетонною оправою (якщо арматура оправи має металеве з'єднання із кабельними кронштейнами і конструкціями кріплення труб безпосередньо або через шину заземлення) через 500 м;

в) на вводах в тунелі трубопроводів і кабелів;

г) у місцях перехрещення або зближення залізничного тунелю з лініями трамваю або лініями метрополітену.

11.7.19 На ділянках пересічення тунелю з лінією метрополітену або трамваю КВП слід встановлювати в одному із тунелів безпосередньо поблизу пересічення і по обидва боки від нього на відстані 200 м.

Якщо в зоні проходження тунелю розташовується тягова підстанція трамваю встановлення одного із КВП слід передбачати у тунелі поблизу пункту відсмоктування цієї підстанції.

КВП слід також розміщувати в кожному тунелі, який споруджуються в агресивному середовищі через 500 м .

11.7.20 Обладнання КВП слід розміщувати у спеціальних ящиках.

Усі електричні вимірювання слід виконувати дистанційно. Виконання електричних вимірювань всередині тунелю при русі поїздів дозволяється у виняткових випадках із дотриманням вимог безпеки праці при виконанні електричного вимірювання та експлуатації захисного обладнання.

11.8 Системи зв'язку, гучномовного оповіщення і єдиного часу

11.8.1 У тунелях повинен бути передбачений виробничий телефонний зв'язок, який забезпечує можливість переговорів

обслуговуючого персоналу, що перебуває у транспортних зонах тунелів, притунельних спорудах і службово-технічних приміщеннях, а також, в екстрених випадках водіїв автотранспорту, співробітників національної поліції і пожежної охорони з диспетчерами.

Організація зв'язку повинна відповідати вимогам ДСТУ-Н Б В.2.5-37. Апаратура засобів зв'язку повинна забезпечувати диспетчерам можливість переадресування виклику і передачі розмови на інші пульти, а абонентам, в тому числі зв'язок з диспетчерами і зв'язок поміж собою.

11.8.2 Організацію телефонного зв'язку рекомендується передбачити із використанням апаратури автоматичного оперативного зв'язку, в якій реалізуються одночасно функції диспетчерського зв'язку та основні функції автоматичної телефонної станції (АТС) для установ. Пульти зв'язку повинні бути встановлені у диспетчерів в диспетчерському приміщенні (ДП) або у центральному диспетчерському пункті (ЦДП) і в пожежному депо, яке обслуговує тунелі.

11.8.3 Телефонні апарати повинні бути встановлені:

- у транспортних зонах тунелів біля всіх пожежних шаф;
- на припортальних площадках стоянок машин-евакуаторів;
- біля дверей евакуаційних виходів;
- у кабельних колекторах у кожному протипожежному відсіку;
- у притунельних спорудах, трансформаторних підстанціях, водовідливних установках, аварійних виходах на поверхню;
- у технологічних і службових приміщеннях експлуатаційно-технічних комплексів;
- у приміщеннях пожежних депо.

Місця розташування апаратури зв'язку, установлені в тунелі, підлягають оснащенню показчиками і освітлені світильниками, які приєднані до мережі аварійного освітлення.

11.8.4 Телефонні апарати, встановлені на пожежних постах у транспортних зонах і в притунельних спорудах, повинні забезпечувати прямий вихід (без набору номера) до диспетчерів. Телефонні апарати в транспортних зонах повинні встановлюватися у герметичні ящики або мати корпуси, що забезпечують захист від факторів зовнішнього середовища (IP-65) і механічної мийки стін тунелю.

11.8.5 При проєктуванні систем зв'язку слід враховувати їхню сумісність, відсутність взаємного впливу і перешкод по каналах зв'язку.

11.8.6 У тунелях необхідно передбачити організацію стійкого радіозв'язку з відповідним устаткуванням для забезпечення обміну інформацією між підрозділами, які працюють у тунелі, автомобілем зв'язку і пожежним депо (на частотах, використовуваних службою експлуатації тунелів).

11.8.7 Ретрансляційне устаткування слід розміщати в апаратних експлуатаційно-технічних комплексах, а приймальні антени – на дахах цих комплексів.

11.8.8 У транспортних зонах тунелів повинна бути передбачена прокладка під перекриттям тунелів випромінюючих височастотних кабелів у негорючій оболонці для забезпечення мобільного радіозв'язку.

11.8.9 Для передачі із ДП або ЦДП у тунель екстрених повідомлень при виникненні пожежі та інших позаштатних ситуацій, а також інших повідомлень дня персоналу, який перебуває у транспортних зонах або в технологічних і службових приміщеннях, у тунелях слід передбачати гучномовне оповіщення, яке повинне входити складовою частиною в систему оповіщення і керування евакуацією (СОКЕ).

11.8.10 Гучномовне оповіщення слід виконати на апаратурі станції гучномовного оповіщення, яка дозволяє проводити мовне оповіщення з пульта кожного диспетчера із пріоритетом оповіщення від диспетчера, відповідального за рішення питань протипожежного захисту. Оповіщення повинне забезпечувати передачу інформації як з мікрофонів

диспетчерів, так і автоматично заздалегідь записаних спеціальних текстів з магнітофонів, включених у схему автоматизації керуванням протипожежного захисту.

11.8.11 Системи оповіщення повинні забезпечувати можливість передачі інформації як одночасно по всіх трансляційних лініях гучномовного оповіщення (по всіх зонах), так і роздільно по кожній зоні.

11.8.12 У транспортних зонах по кожній їхній стороні в шаховому порядку із кроком, обумовленому розрахунком, повинні встановлюватися рупорні гучномовці з напрямком рупорів по ходу руху, що забезпечують гучність і розбірливість повідомлень при русі транспорту в тунелі.

11.8.13 В експлуатаційно-технічних комплексах слід організувати самостійні трансляційні лінії, гучномовці яких повинні бути встановлені в коридорах службово-технологічних приміщень і в самих приміщеннях.

11.8.14 Для інформації обслуговуючого персоналу про поточний час службово-технологічні приміщення повинні бути обладнані первинними й вторинними електрогодинниками.

11.8.15 Первинні електрогодинники повинні бути встановлені в апаратну електрозв'язку, вторинні цифрові – у диспетчерському залі диспетчерського пункту, вторинні стрілочні – у службових і технологічних приміщеннях експлуатаційно-технічних блоків.

11.8.16 Керування вторинними електрогодинниками повинне бути передбачене від первинних електрогодинників, які перевіряються по сигналах точного часу, переданих по міській радіотрансляційній мережі.

12.СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ТА КЕРУВАННЯ КОМПЛЕКСОМ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ

12.1 Системи безпеки тунелів

12.1.1 До складу систем безпеки тунелів входять: система автоматичної охоронної сигналізації; система контролю і керування доступом та система охоронного відеоспостереження.

12.1.2 Аварійні виходи і всі приміщення, які перебувають в об'ємі тунелів і притунельних споруд, повинні бути оснащені автоматичною охоронною сигналізацією для виключення несанкціонованого проникнення у них сторонніх осіб.

12.1.3 Інформація про факт несанкціонованого проникнення сторонніх осіб у споруди об'єкта повинна автоматично видаватися на схему об'єкта, виведену на одну з АРМ посадових осіб чергової зміни ДП або ЦДП. Повідомлення про факт несанкціонованого проникнення сторонніх осіб у споруди об'єкта повинне супроводжуватися звуковим сигналом.

12.1.4 Для забезпечення доступу в службові приміщення і притунельні споруди диспетчерського персоналу зі складу чергових змін і технічного персоналу об'єкта необхідно передбачити улаштування системи контролю і керування доступом із диспетчерського пункту.

12.1.5 Слід передбачити можливість автоматичного забезпечення доступу персоналу до об'єкту і учасників дорожнього руху в зони безпеки та аварійні виходи при організації евакуації у випадку пожежі або інший надзвичайних ситуацій.

12.1.6 Евакуаційні виходи із транспортних зон, міжтунельні проходи та інші шляхи евакуації повинні бути оснащені системою охоронного відеоспостереження. Інформація з камер охоронного відеоспостереження передається в ДП або ЦДП на засобі відображення інформації індивідуального або колективного користування у

безперервному режимі, або в автоматичному режимі дискретно, по спрацюванні датчика-детектора руху.

12.2 Системи, що забезпечують організацію і безпеку дорожнього руху в автодорожніх тунелях

12.2.1 Керування рухом транспортних засобів, контроль за роботою технічних пристроїв та інші види оперативного керівництва роботою дорожнього руху слід передбачати із диспетчерського пункту. У ДП слід передбачати організовані автоматизовані робочі місця диспетчерів, що оснащуються ЕОМ і сучасними засобами оперативного зв'язку і керування.

Допускається передбачати єдиний (центральний) диспетчерський пункт (ЦДП) для керування рухом у декількох тунелях одного транспортного напрямку.

Склад пристроїв і організаційно-технічних заходів, які забезпечують комплексну безпеку руху транспортних засобів повинен бути визначений на стадії розроблення ТЕО.

12.2.2 Технічні засоби організації і регулювання дорожнього руху повинні відповідати вимогам інших діючих нормативних документів та забезпечувати функціонування тунелів в умовах нормальної експлуатації і забезпечувати управління дорожнім рухом та технологічними процесами у випадку виникнення аварійних ситуацій (поломка або зіткнення автомобілів, вихід з ладу системи вентиляції або освітлення, пожежа тощо).

12.2.3 На підходах до тунелів повинні бути встановлені світлові показники (світлофори), що зупиняють в'їзд транспортних засобів по смугах руху, показники допустимої швидкості руху в тунелях, інформаційні табло, що забороняють перевезення небезпечних вантажів та інші дорожні знаки, що забезпечують безпеку дорожнього руху в тунелях. Повинні бути встановлені також динамічні інформаційні табло для виводу із ДП або ЦДП спеціальних інформаційних повідомлень («ожеледь», «пожежа» тощо)

12.2.4 Дорожні знаки з необхідною інформацією повинні дублюватися перед в'їздом в тунель і в тунелі через кожні 500 м.

12.2.5 Не допускається розміщення від початку до кінця тунельного переходу конструкцій, які не відносяться до організації руху та експлуатації тунелів.

12.2.6 На підходах до тунелів у місцях можливого відведення транспортних засобів з основного напрямку слід встановлювати засоби для контролю висоти перевезених вантажів (габаритні ворота) і шлагбауми.

12.2.7 На торцях парапетів перед в'їздами в тунелі та у місцях розгалуження транспортних потоків повинні бути встановлені ударопоглинальні елементи, оснащені світловідбивальною вертикальною розміткою і позначені на під'їзді до них на відстані не менше 150 м горизонтальною розміткою зі світловідбивальними наповнювачами.

12.2.8 На покриття проїзної частини повинні бути нанесені зображення дорожніх знаків із холодного пластику, які забороняють зупинку автотранспорту в тунелі, рух вантажного транспорту в лівій смузі та обмежуючому висотному габариті.

12.2.9 У складі комплексу міських автодорожніх тунелів повинне бути передбачене створення автоматизованої системи керування дорожнім рухом (АСКДР), яка повинна входити в загальноміську АСКДР (за наявності).

Загальна система керування рухом автотранспорту в тунелях повинна складатися із двох взаємозалежних частин: керування дорожнім рухом та забезпечення безпеки дорожнього руху.

АСКДР тунелів повинна включати такі підсистеми:

- підсистему моніторингу транспортних потоків – збору і відображення інформації про інтенсивність і швидкість руху транспортних засобів;

- підсистему телевізійного спостереження за обстановкою в транспортних зонах;
- підсистему керування динамічними інформаційними табло, світлофорами і шлагбаумами;
- підсистему автоматичного виявлення дорожньо-транспортних пригод (ДТП), заторів і зупинки одиночних транспортних засобів.

12.3 Системи керування комплексом інженерних систем в автодорожніх тунелях

12.3.1 Керування інженерними системами тунелів, контроль (моніторинг) функціонування устаткування і технічних засобів та інші види оперативного керування роботою здійснюються із ДП або ЦДП тунелів.

12.3.2 Керування і моніторинг реалізується персоналом чергової зміни ЦДП, який функціонує в цілодобовому режимі і включає у свій склад диспетчерські служби і технічний персонал основних експлуатуючих організацій.

12.3.3 Для забезпечення ефективного і оперативного керування основними групами інженерних систем тунелів повинне бути передбачене створення автоматизованої системи керування технологічними процесами (АСК ТП).

12.3.4 ЦДП тунелів повинен бути оснащений комплексом засобів автоматизації і зв'язку, в тому числі:

- станційного устаткування (пультів, робочих станцій, панелей тощо), призначеного для моніторингу стану і реалізації керування технічними засобами і устаткуванням інженерних систем тунелів;
- автоматизованих робочих місць (АРМ) диспетчерів, які повинні бути оснащені високопродуктивними ЕОМ і сучасними засобами оперативного зв'язку і керування;
- комплексом засобів відображення інформації індивідуального і колективного користування тощо.

12.3.5 АСК ТП повинне забезпечувати два основних режими функціонування експлуатації тунелів:

- режим нормальної експлуатації (експлуатаційний або штатний режим);
- режим надзвичайної ситуації (НС), режим виникнення і ліквідації наслідків НС.

12.3.6 Керування експлуатаційними пристроями і устаткуванням, у загальному випадку, слід передбачати автоматичним, місцевим і дистанційним із ДП або ЦДП.

12.3.7 Дистанційне керування із ДП або ЦДП повинне бути реалізоване як із традиційних пультів дистанційного керування, так і з АРМ диспетчерів експлуатуючої організації із складу чергової зміни ДП або ЦДП.

12.3.8 При проектуванні АСК ТП повинна бути передбачена можливість відображення на моніторах ЕОМ АРМ диспетчерів експлуатуючої організації (а при необхідності, і на засобах відображення інформації колективного користування) структурних схем технологічних систем тунелів із висновком даних про стан і поточні параметри функціонування технологічного устаткування. При цьому повинен бути передбачений безперервний контроль за робочими параметрами устаткування технологічних систем із автоматичним виведенням інформації про вихід значень контрольованих параметрів за встановлені межі.

12.3.9 Програмою функціонування АСК ТП повинна бути передбачена розробка і реалізація алгоритмів автоматизованого керування технічними засобами інженерних систем тунелів у штатному (експлуатаційному) режимі.

12.3.10 Програма функціонування АСК ТП при виникненні та у процесі ліквідації наслідків НС розробляється за окремим завданням експлуатуючої організації.

12.3.11 При одержанні сигналу про вихід значень контрольованих параметрів за встановлені межі або про несправність устаткування і пристроїв у транспортній зоні тунелів (перевищення рівня загазованості в одному з відсіків транспортної зони тунелів, переповнення зумпфа водовідливної установки, вихід з ладу устаткування системи робочого освітлення тощо) повинна бути передбачена можливість автоматичного виведення на засоби відображення колективного користування і/або на монітор ЕОМ АРМ диспетчера експлуатуючої організації зображення з відповідної телекамери підсистеми телевізійного спостереження.

12.3.12 При довжині тунелю більше 3000 м слід передбачати власне резервне джерело електропостачання необхідної потужності на випадок виникнення надзвичайної ситуації.

12.3.13 Телефонні апарати від міський АТС слід встановлювати в ДП або ЦДП, у пожежному депо, а також інших приміщеннях визначених завданням на проєктування.

Вводи міської телефонної мережі повинні бути передбачені відповідно до завдання замовника і виконані відповідно до технічних умов відповідних служб міста.

13. ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ

13.1 Загальні вимоги

13.1.1 Передбачена цим розділом система протипожежного захисту включає як профілактичні міри, що запобігають можливості виникнення пожежі в тунелі, так і заходам для якнайшвидшої локалізації і гасіння пожежі, ефективному димовидаленню і безпечної евакуації людей з тунелю або їх захисту на час пожежі при неможливості евакуації. Всі рішення протипожежного захисту тунелів повинні відповідати вимогам ДБН В.1.1-7 та ДБН В.2.5-56.

13.1.2 Проектні рішення протипожежного захисту слід розробляти з урахуванням довжини і глибини закладення тунелю, конструктивних його особливостей, характеру забудови території у місці розташування тунелю, інтенсивності руху, наявності обмежень на проїзд по тунелю окремих видів транспорту.

13.1.3 Протипожежні заходи повинні розроблятися виходячи з можливості аварії з розрахунковою тепловою потужністю пожежі, приймаючи одну умовну пожежу (при наявності двох або більше суміжних тунелів – в одному з них).

Проектні рішення повинні передбачати можливість локалізації і гасіння пожежі підрозділами Державної служби України з надзвичайних ситуацій із використанням пересувної пожежної техніки при наявності внутрішнього протипожежного водопроводу та пожежних гідрантів мережі міського водопроводу біля порталів та шахтних стволів.

13.1.4 Тунелі довжиною 300 м і більше повинні обладнатися такими системами:

- автоматичного виявлення і повідомлення про пожежу (пожежною сигналізацією);
- телефонного зв'язку в транспортній зоні для повідомлення про пожежу;
- оповіщення і керування евакуацією людей при пожежі (гучномовне оповіщення);
- комплексного протидимового захисту у складі вентиляційної системи;
- внутрішнього протипожежного водопроводу з пожежними кранами і сухотрубами для живлення пожежних кранів і насосної станції від пересувної техніки;
- автоматичного пожежогасіння кабельних колекторів (при їх наявності).

Для тунелів, довжиною 500 м і більше, слід виконувати додаткові вимоги:

- наявність виходів на поверхню або в зони безпеки (суміжний тунель, сервісну штольню, інші притунельні споруди, які є зонами безпеки), а також забезпечення шляхами доступу аварійно-рятувальних служб до порталів тунелів і сервісних штолень та стволів, які пов'язані з тунелями.

13.1.5 Керування системами протипожежного захисту тунелів повинне здійснюватися дистанційно з диспетчерського приміщення або пункту керування системою протипожежного захисту, який входить до складу центрального диспетчерського пункту (ЦДП).

У ДП або ЦДП повинні знаходитися на видному місці схеми систем протипожежного захисту тунелю.

13.1.6 При наявності по довжині тунелів кабельних колекторів, вони через кожні 150 м повинні розділятися на відсіки протипожежними перегородками.

13.1.7 Протипожежні розриви від наземних споруд тунелю (у тому числі від порталів і порталних стін) до сусідніх із ними будівель і споруд повинні прийматися відповідно до вимог ДБН Б.2.2-12, але бути не менші 10 м.

13.1.8 При комплексному використанні підземного простору і розміщення поряд з автодорожнім тунелем підземних об'єктів іншого призначення (комунікаційні тунелі, гаражі, паркінги, складські приміщення тощо) система протипожежного захисту розробляється незалежно для кожного об'єкта і взаємне розташування транспортних тунелів і підземних об'єктів іншого призначення не повинне збільшувати пожежної небезпеки кожного з них.

13.1.9 Шахти димовидалення слід розміщувати на відстані не меншій 25 м від евакуаційних виходів, повітрозбірних пристроїв,

порталів, площадок розосередження людей, які евакуюються та місць розміщення спеціальної техніки аварійно-рятувальних служб.

13.1.10 Площадки для розміщення спеціальної техніки аварійно-рятувальних служб повинні проєктуватися біля евакуаційних виходів, пунктів підключення пожежних машин до сухотрубів. Під'їзди і проїзди до них слід передбачати по дорогах із твердим покриттям, шириною не менше 3,5 м, які слід закінчувати площадками розміром не меншим 15х15 м призначеними для розвороту техніки.

Площадки для розосередження людей, які евакуюються, повинні розташовуватися біля евакуаційних виходів.

Евакуаційні виходи, місця доступу аварійно-рятувальних служб, пункти підключення пожежних машин до сухотрубів, площадки для розміщення спеціальної техніки аварійно-рятувальних служб повинні обладнуватися світловими покажчиками і табло.

13.1.11 Перед порталами залізничного тунелю необхідне улаштування світлових інформаційних табло «ПОЖЕЖА». Керування світловими інформаційними табло повинне здійснюватися у ручному та автоматичному режимах.

13.1.12 Розміщення пожежних гідрантів для цілей зовнішнього пожежогасіння повинне відповідати таким вимогам:

- максимальна відстань від порталів тунелю, евакуаційних виходів, виведених назовні патрубків (для живлення систем протипожежного захисту тунелю від пересувної спецтехніки) до пожежних гідрантів або ємностей із водою не повинна перевищувати 150 м;

- витрата води для цілей пожежогасіння повинна бути забезпечена не менше ніж 10 л/с.

13.1.13 Категорії підземних споруд і окремих приміщень у підземних спорудах транспортних тунелів слід приймати відповідно до класифікації ДСТУ Б В.1.1-36.

13.1.14 Для виключення поширення нафтопродуктів, які горять, по автодорожньому тунелі у водовідвідних лотках оглядові колодязі не рідше, ніж через 80 м повинні мати гідрозатвори (перепуски сифонного типу).

13.1.15 Для залізничного тунелю, вказані в п. 13.14, гідрозатвори сифонного типу обсягом не менше $0,2 \text{ м}^3$ повинні влаштовуватися не рідше ніж через 280 м.

Крім того, подібні гідрозатвори слід влаштовувати в місцях скидання води в сервісну штольню або штольню безпеки.

13.2 Вогнестійкість конструкцій і технологічного обладнання

13.2.1 Вогнестійкість будівельних конструкцій тунелів повинна відповідати вимогам ДБН В.1.1-7.

Мінімальний клас вогнестійкості будівельних конструкцій наземних споруд, які входять до комплексів транспортних тунелів, слід приймати II ступеня вогнестійкості згідно з ДБН В.1.1-7.

13.2.2 Межа вогнестійкості повітропроводів, які прокладаються у межах службово-побутових, технологічних і складських приміщень, а також у вентиляційних камерах, нормується відповідно до ДБН В.2.5-56 та ДБН В.2.5-67.

13.2.3 Межу вогнестійкості несучих та інших конструкцій тунелів і притунельних споруд слід приймати не менше:

- оправи транспортного тунелю REI 120;
- оправи сервісних тунелів, міжтунельних проходів, інших притунельних споруд REI 90;
- конструкцій, які обгороджують тамбур-шлюзи REI 90;
- марші сходових виходів і сходові площадки (за їх наявності) R60;
- протипожежні перешкоди кабельних колекторів REI 60;
- стіни (перегородки) службових і побутових приміщень категорії В – EI45;

- стіни (перегородки) службових і побутових приміщень категорії Г і Д – EI 15;

- перегородки між суміжними приміщеннями категорій В, Г і Д – EI 45.

- перекриття для улаштування проїзної частини, поздовжня стіна, що поділяє тунель на дві транспортні зони, інші внутрішні несучі конструкції або протипожежні перешкоди в об'ємі тунелю REI 120.

Межа вогнестійкості герметичних клапанів, які розташовуються в протипожежних перешкодах, повинна бути не менше EI 60.

13.2.4 Конструкції, які відокремлюють транспортні зони тунелів від інших об'ємів у середині тунельного простору, повинні проєктуватися у димогазонепроникливому виконанні.

13.2.5 Межі вогнестійкості перекриттів, які відокремлюють тунель від об'єктів, розташованих над тунелем або під тунелем, слід приймати не менше REI 180 для перекриттів, що відокремлюють тунель від вище розташованих об'єктів і не менше REI 150 для перекриттів, які відокремлюють тунель від нижче розташованих об'єктів.

13.2.6 Для забезпечення необхідного вогнезахисту будівельних конструкцій тунелів, повітроводів і кабельних колекторів слід використовувати переважно плитні матеріали, які мають підвищену механічну міцність, вологостійкість і стійкість до вихлопних газів.

13.2.7 Прорізи в конструкціях із нормованими межами вогнестійкості, що призначені для пропуску інженерних комунікацій (кабельних ліній, повітроводів, трубопроводів тощо), не повинні знижувати встановлені межі вогнестійкості, для них потрібно передбачати улаштування відповідних закладень (проходок) на товщину конструкцій, що перетинаються.

При проєктуванні перетинів протипожежних перешкод повітропроводам слід дотримуватись вимог ДБН В.2.5-56 та ДБН В.2.5-67.

13.2.8 Протипожежні двері, люки і ворота підземних приміщень в тунелях повинні мати пристрої для самозакривання та ущільнення.

Мінімальні значення класу вогнестійкості протипожежних дверей, воріт, люків слід приймати відповідно до вимог ДБН В.1.1-7.

Для дверей приміщень категорії «Д» клас вогнестійкості не нормується.

13.2.9 Мінімальні межі вогнестійкості повітропроводів повинні забезпечуватися сертифікованими вогнезахисними покриттями, які задовольняють межі вогнестійкості повітропроводів не менше EI30, а тих, що перетинають протипожежні перекриття не менше EI60.

У межах службово-побутових приміщень одного протипожежного відсіку, загальною площею не більше 80 м², розміщених в одному рівні, вогнезатримуючі клапани на повітропроводах допускається не встановлювати.

13.2.10 Конструкції кабельних трубопроводів, коробів, лотків і драбин повинні відповідати класу стійких до поширювання полум'я згідно з ДСТУ EN 61386-1, ДСТУ 4499-1 та ДСТУ EN 61537.

Конструкції кабельних трубопроводів, коробів, лотків і драбин мають належати до класів стійких утворення корозійно-активних продуктів згоряння згідно з ДСТУ EN 61386-1, ДСТУ 4499-1 та ДСТУ EN 61537.

13.2.11 У спорудах тунелів слід застосовувати кабелі, що відповідають межам вогнестійкості відповідно до ДБН В.1.2-7 для кабельних ліній, призначених для живлення систем протипожежного захисту від АВР до приймально-контрольних та виконавчих пристроїв:

а) R 90 на лініях, які забезпечують функціонування:

- автоматичних систем пожежогасіння, у тому числі пожежних насосів автоматичного пожежогасіння;

- насосів – підвищувачів внутрішнього протипожежного водопроводу;

- систем підпору повітря та систем примусового димо- та тепловидалення, за виключенням електропостачання вентиляційних вузлів тунельної вентиляції;

б) R60 на лініях, які забезпечують електропостачання вентиляційних вузлів тунельної вентиляції;

в) R 30 на лініях, які забезпечують функціонування системи пожежної сигналізації з адресними пожежними сповіщувачами, які контролюють більше одного приміщення;

г) R 15 на лініях, які забезпечують функціонування:

- системи оповіщення про пожежу, управління гучномовним оповіщенням та установками аварійного освітлення, за винятком ліній, розміщених на одному поверсі всередині одного протипожежного відсіку із загальною площею не більше ніж 1600 м^2 або всередині одної сходової клітки;

- системи природного димо- та тепловиділення за винятком тих, що відкриваються вручну.

13.2.12 Кабелі і проводи, які прокладаються на кабельних кронштейнах по різних бокам транспортного тунелю, вважаються окремими пучками.

Ізольовані проводи та кабелі, які прокладаються у тунелях, просторі, відкрито в службових приміщеннях мають належати за димоутворювальною здатністю і токсичністю продуктів згорання до класів Тк3, ДТк1 і ДПк2 згідно з п.4.3-4.5 ДСТУ 4809.

13.2.13 Ізольовані проводи та кабелі, які прокладаються у технологічних приміщеннях, в яких розміщено електротехнічне устаткування мають належати за корозійною активністю продуктів згорання до класів Кк2 згідно п.4.6 ДСТУ 4809.

13.3 Система виявлення і повідомлення про пожежу

13.3.1 Для транспортних зон тунелів слід передбачати дубльовані засоби виявлення і повідомлення про пожежу: дистанційні, візуальні і автоматичні.

13.3.2 Системою автоматичного виявлення і оповіщення про пожежу, крім транспортних зон, повинні бути обладнані також всі відсіки кабельних колекторів, інші притунельні споруди, службово-технічні і допоміжні приміщення. У цих приміщеннях слід передбачати адресну систему виявлення і повідомлення про пожежу з тепловими і димовими пожежними сповіщувачами.

13.3.3 Загальний сигнал про пожежу в тунелях або в притунельних спорудах, які прилягають до тунелів про спрацювання систем автоматичної пожежної сигналізації передається в ДП (ЦДП).

Крім того, для міських автодорожніх тунелів слід забезпечувати вивід сигналу про пожежу з адресною вказівкою місця пожежі на пульт цілодобового пожежного нагляду.

13.3.4 Автоматичні установки пожежної сигналізації повинні формувати командний імпульс на виключення систем вентиляції та включення систем пожежогасіння, димовидалення, підпору повітря і пожежного оповіщення згідно з ДБН В.2.5-56.

Система автоматичного виявлення і повідомлення про пожежу повинна передбачати програмні і апаратні засоби захисту від помилкових спрацювань.

Крім автоматичних систем пожежної сигналізації у тунелях слід передбачати використання ручних пожежних сповіщувачів (пожежних кнопок), які повинні бути встановлені біля шаф пожежних кранів і заблоковані зі світловою або звуковою сигналізацією у приміщенні ДП (ЦДП).

Ручні пожежні сповіщувачі повинні бути встановлені також при входах у зони безпеки, в притунельних спорудах, службово-технічних

приміщеннях, а також у кожному пожежному відсіку кабельних колекторів.

Місця установки кнопок ручних пожежних сповіщувачів повинні бути позначені світловими покажчиками.

13.3.5 При спрацьовуванні одного автоматичного пожежного сповіщувача або включенні ручного пожежного сповіщувача в ДП або ЦДП повинен видаватися сигнал «Тривога» і включатися система відеозапису обстановки в зоні, де спрацював сповіщувач.

13.3.6 При спрацьовуванні двох пожежних сповіщувачів в одній зоні у ДП або ЦДП повинні надходити сигнал «Пожежа» і формуватися імпульси (команди) на автоматичне включення таких систем відповідно до алгоритму і програмному забезпеченню:

- системи оповіщення людей про пожежу і керування евакуацією людей;
- евакуаційного освітлення;
- загороджувальної сигналізації при в'їзді в аварійний тунель (світлофора перерозподілу автотранспортних потоків, опускання шлагбаума, включення табло «Пожежа»;
- системи комплексного протидимового захисту.

13.3.7 Пожежні пости, вбудовані шафи для пересувних вогнегасників і шафи пожежних кран-комплектів повинні обладнуватись охоронною сигналізацією.

13.3.8 Приймально-контрольні прилади слід встановлювати в приміщеннях ДП (ЦДП), а дублюючий сигнал передавати в приміщення охорони тунелів.

13.3.9 У якості візуальних засобів виявлення пожежі слід використовувати телевізійні камери, призначені для загального контролю обстановки в тунелі.

13.3.10 Мовне оповіщення повинне включатися з диспетчерського пункту після перевірки отриманого повідомлення про пожежу і підтвердження необхідності евакуації людей з тунелю.

13.3.11 Система оповіщення про пожежу та управління евакуацією пасажирів і експлуатаційного персоналу повинна забезпечувати:

- а) передачу звукових сигналів у приміщення та споруди, в яких може заходитися персонал;
- б) трансляцію мовних повідомлень у разі виникнення пожежі;
- в) передачу в окремі зони споруд та приміщень повідомлень про місце виникнення загорання, шляхах евакуації та діях, які забезпечують особисту безпеку;
- г) двосторонній зв'язок з усіма приміщеннями, в яких знаходиться персонал, який є відповідальним за забезпечення безпечної евакуації людей;
- д) функціонування системи оповіщення (СО) протягом усього часу евакуації;
- е) включення світлових показників «Вихід»;
- ж) включення світлових показників напрямку руху евакуації пасажирів і експлуатаційного персоналу.

13.3.12 Кількість мовних оповіщувачів, їх розташування та потужність повинні забезпечувати необхідну гучність в усіх місцях знаходження людей. Оповіщувачі не повинні мати регуляторів гучності та повинні підключатися до мережі без роз'єднувальних пристроїв.

13.3.13 Кабелі пожежної сигналізації у всіх зонах слід прокладати в трубах.

13.4 Шляхи евакуації та евакуаційні виходи

13.4.1 В якості шляхів евакуації людей повинні використовуватися власно транспортні тунелі, суміжні тунелі (при

наявності двох або більше тунелів), сервісні тунелі, стволи, які ведуть безпосередньо назовні.

13.4.2 Міжтунельні переходи, сервісні тунелі, евакуаційні галереї і галереї доступу аварійно-рятувальних служб – слід також вважати зонами безпеки і місцями колективного захисту і рятування людей.

13.4.3 На шляхах евакуації із транспортного тунелю слід забезпечувати використання пішохідних доріжок в тунелі. В залізничному і автодорожньому тунелях слід передбачати не менше одного евакуаційного проходу уздовж усього тунелю, шириною не менше 1,0 м.

13.4.4 Евакуаційні виходи з транспортної зони тунелю повинні передбачатися по всій його довжині на відстані не більше 300 м один від другого.

13.4.5 На евакуаційних виходах із транспортного тунелю у сервісному або суміжному тунелю повинен бути передбачений тамбур-шлюз із підпором повітря.

13.4.6 Евакуаційними виходами з тунелю вважаються виходи, які ведуть:

- а) безпосередньо назовні,
- б) у сервісну штольню (сервісний тунель) через збійку і далі назовні,
- в) у сусідній тунель через збійку і далі назовні,
- г) для міських тунелів мілкого закладення на сходи 1-го типу, які ведуть назовні,
- д) у суміжний транспортний відсік двоповерхового тунелю, який має вихід назовні.

13.4.7 Ширину евакуаційних виходів із тунелів для всіх видів шляхів евакуації, входів у сходові клітки, сходових маршів слід приймати не менше 1,5 м, а їхню висоту – не менше 2,1 м.

13.4.8 При довжині міських автодорожніх тунелів мілкого закладення більше ніж 1000 м евакуаційні галереї, виділені в обсязі транспортного або сервісного тунелю, повинні бути обладнані евакуаційними сходами, що мають виходи безпосередньо назовні.

Відстань між евакуаційними сходами в цьому разі повинна бути не більшою за 500 м.

13.4.9 Двері евакуаційних виходів із тунелю повинні відкриватися в напрямку руху людей при евакуації, повинні бути обладнані автоматичними пристроями закривання при пожежі, ущільненнями в притворах і замками «антипаніка». Двері повинні бути виконані з корозійностійких матеріалів і покриттів, які забезпечують надійне функціонування в умовах агресивного середовища тунелів і механічної мийки протягом терміну служби не менше 10 років.

13.4.10 Притунельні технічні споруди (електропідстанції, щитові, венткамери, насосні) повинні мати виходи назовні через транспортні тунелі, або сервісні штольні, евакуаційні збійки.

13.4.11 Евакуаційні виходи і напрямок руху повинні позначатися світловими покажчиками.

13.4.12 Покажчики напрямку руху на шляхах евакуації повинні встановлюватися на висоті 1,3 м від рівня підлоги і на відстані не більше ніж 25 м один від другого.

13.4.13 Протягом усього шляху евакуації людей повинне бути передбачене аварійне освітлення.

Світильники аварійного (евакуаційного) освітлення, світлові покажчики напрямку руху і покажчики «Вихід» повинні бути підключені до мережі евакуаційного освітлення, та розрахованими на режим роботи не менше 3 годин.

13.5 Димовидалення при пожежі

13.5.1 Системи припливної протидимової вентиляції в тамбур-шлюзах повинні бути автономними і забезпечувати створення

надлишкового тиску повітря при пожежі не менше 20 Па та не більше 150 Па, а швидкість витікання через один відкритий проріз тамбур-шлюзу повинна бути не більшою 1,3 м/с.

13.5.2 У складі підпірних установок систем припливної протидимової вентиляції повинні бути передбачені:

- протипожежні клапани, оснащені автоматичними і дистанційними керованими приводами (без термоелементів) з межами вогнестійкості не менше EI 90;

- вентилятори без обмежень по температурі переміщуваних газів (загального санітарно-технічного призначення).

13.5.3 Межі вогнестійкості вентиляторів систем підпору, припливної вентиляції, а також систем видалення газу і диму з кабельних і комунікаційних колекторів, трансформаторних підстанцій, не нормуються.

13.5.4 Для систем вентиляції водовідливної установки, розташованої в тунелі, допускається виконувати повітрязбір з об'єму транспортного відсіку або викид в його об'єм.

13.5.5 Системи керування евакуацією повинні забезпечувати автоматичне відключення вентиляційного устаткування місцевої загальнообмінної вентиляції притунельних споруд і перекривання технологічних повітроводів протипожежними клапанами.

13.5.6 Система тунельної вентиляції повинна бути реверсивною і забезпечувати у випадку пожежі:

- стійкість заданого напрямку руху вентиляційного потоку;
- перемикання системи при реверсуванні вентиляційного потоку в термін не більше 5 хв.

13.5.7 Двигуни вентиляторів, призначених для вилучення продуктів горіння, які виникли при пожежі, повинні бути винесені із газового потоку або мати систему примусового охолодження.

13.6 Засоби пожежогасіння

13.6.1 Мережа об'єднаного господарсько-питного, протипожежного і технологічного водопроводу повинна бути перевірена на пропускання розрахункової витрати води на внутрішнє пожежогасіння.

13.6.2 Витрату води на внутрішнє пожежогасіння у транспортних тунелях слід визначати виходячи із наступного:

а) кількість пожеж	1
б) кількість струменів	1
в) витрачання води на один струмінь (л/с)	3,4
г) довжина компактної частини струменя, не менше (м)	10
д) діаметр пожежного крана (вентиля і з'єднувальної головки) і пожежного рукава (мм)	50.

13.6.3 Гідравлічний розрахунок внутрішніх мереж водопроводів необхідно виконувати по максимальній секундній витраті води.

13.6.4 У випадку недостатчі гідростатичного напору від зовнішнього (в тому числі міського) водопроводу слід передбачати підвищувальну насосну установку з двома насосами, один з яких є резервним і вмикається автоматично у випадку зупинки основного.

13.6.5 Вмикання підвищувальних насосів та відкривання електрозасувки на обвідній лінії вводу міського водопроводу повинно здійснюватися від кнопок, які розташовані в шафах внутрішніх пожежних кран-комплектів і ДП (ЦДП).

13.6.6 Гідравлічний напір в об'єднаній системі водопроводу на відмітці найбільш низько розташованого пожежного крану (сухотрубу) не повинен бути більшим за 60 м. При перевищенні цього гідравлічного напору і за відсутності регулюючих вузлів, при напорах у пожежних кранах і сухотрубах більше 40 м, між пожежним краном і з'єднувальною головкою слід передбачати установку діафрагм, які знижують надлишковий напір.

13.6.7 Кран-комплекти пожежні (вентилі і з'єднувальні головки) слід розміщувати в тунелях на сухотрубках відкрито без рукавів:

а) в одноколійному залізничному та одно або двохсмуговому автодорожньому (з одним напрямком руху) – через 90 м;

б) в двоколійному залізничному або автодорожньому з різним напрямком руху – через 90 м по кожній стороні.

13.6.8 Типи та кількість вогнегасників слід приймати згідно з технічними вимогами органів пожежного нагляду.

13.6.9 Пристрої пожежної автоматики повинні бути захищені, захисне заземлення пристроїв повинно відповідати ПУЕ.

13.6.10 Пожежні крани, які установлені в тунелях, повинні бути позначені покажчиками ПК згідно з ДСТУ ISO 6309 та освітлені світильниками, які приєднані до мережі аварійного освітлення.

13.6.11 У транспортних тунелях слід передбачати прокладання сухотрубів умовним діаметром 80 мм, з'єданого засувками з електроприводами з трубопроводами примикаючої водопровідної мережі.

13.6.12 Вода, яка надходить при гасінні пожежі у тунелях повинна відводитися у загальну систему водовідведення або повинна перекачуватися насосними установками в міську систему зливної каналізації.

Додаток А
(довідковий)
ВИДИ ЛАБОРАТОРНИХ ВИЗНАЧЕНЬ
ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТУ

Таблиця А. 1 – Види лабораторних визначень властивостей ґрунту

Лабораторне визначення	Ґрунти					Державний стандарт
	піщані	велико - уламкові	глинисті	заторфовані	скельні	
Гранулометричний склад	+	+ ґрунту и заповнювача	С			ДСТУ Б В.2.1-19:2009
Петрографічний склад		+			С	-
Мінеральний склад	С	С заповнювача				-
Природна вологість		+ заповнювача	+	+		ДСТУ Б В.2.1-17:2009
Щільність ґрунту	+ у пухкому і щільному стані		+	+	+	ДСТУ Б В.2.1-12:2009
Коефіцієнт фільтрації	+		+			ДСТУ Б В.2.1-23:2009
Кути природного укосу	+ в сухому стані і під водою					
Межі пластичності		+ заповнювача	+			
Кут внутрішнього тертя*			+	+		-
Зчеплення*			+	+		-

Лабораторне визначення	Ґрунти					Державний стандарт
	піщані	велико - уламкові	глинисті	заторфовані	скельні	
Тимчасовий опір при одноосовому стиску			+ для ґрунтів твердої консолідації		+ у сухому і водонасиченому стані та при природній вологості**	
Водопоглинання					С	-
Водорозчинність					+ сульфатних ґрунтів та ін.	-
Карбонатність					С	-
Здійманність			+			ДСТУ Б. В.2.1-13
Просадочність				+		ДСТУ Б. В.2.1-22:2009
Зміст органічних речовин				+		ДСТУ Б. В.2.1-16:2009

Примітки:

1. *Схема випробування ґрунтів на стисність і опір зрізу вибирається виходячи з умови роботи ґрунтів під основою споруди.
2. **Для ґрунтів, які постійно перебувають під водою, допускається визначати тимчасовий опір стисканню тільки у водонасиченому стані.
3. «+» – визначення виконується, «С» – визначення виконується за рішенням проектувальника.

Додаток Б
(довідковий)
АКТ

НА ТАМПОНАЖ РОЗВІДУВАЛЬНОЇ СВЕРДЛОВИНИ

Свердловина № _____, виконаної на _____
(найменування об'єкта)

« _____ » _____ 20__ р.

Комісія в складі:
бурового майстра _____
(найменування організації, Прізвище І.Б.)

геолога _____
(найменування організації, Прізвище, І.Б.)

керівника інженерно-геологічних вишукувань

(найменування організації, Прізвище І.Б.).

оглянула роботи, виконані змінним буровим майстром

(найменування організації Прізвище І.Б.)

і склала акт про нижче наведене:

Початок тампонування _____ Закінчення тампонування _____
(дата) (дата)

Інтервали глибин свердловини, м	Діаметр свердловини, мм	Теоретичний об'єм ствола свердловини, м ³	Найменування ґрунтів	Матеріал для тампонування	Фактична витрата матеріалу, м ³	Спосіб ущільнення

Марка цементу по паспорту _____, термін тужавіння при контрольній перевірці на місці буріння свердловини _____ (год). Розчин сполуки (цемент/пісок) _____ на воді _____ з _____ (джерело води) у кількості _____ (л).

Спосіб завантаження розчину в свердловину _____

Глибина верху стовпа цементно-піщаного розчину до тужавіння _____ (м).

Час тужавіння цементно-піщаного розчину (год): від _____ (год) до _____ (год) _____ 20__ р.

Глибина верху стовпа цементно-піщаного розчину після тужавіння _____ м.

Величина усадки цементно-піщаного розчину _____ м.

Додаткові відомості по тампонуванню свердловин:

Рішення комісії:

Підписи:

Додаток В (довідковий)

ХАРАКТЕРИСТИКИ ГІРСЬКИХ ПОРІД

В.1 Стійкість гірських порід у забої в процесі проходки виробок оцінюється коефіцієнтом міцності f (по шкалі проф. Протодьяконова).

Орієнтовані значення коефіцієнту міцності нескельних ґрунтів (за дослідними даними) наведено в таблиці В.1.

Таблиця В.1 – Значення коефіцієнту міцності нескельних ґрунтів

Вид нескельних ґрунтів в перерізі та в покрівлі виробки	Коефіцієнт міцності (f) ґрунту	
	необводненого	обводненого
Глина тверда сланцювата, аргелітоподібна, мергелиста тощо	1	1
Глина тверда з рідкими прошарками і лінзами пісків	0,9	0,9
Великоуламковий ґрунт з супіщано-піщаним заповнювачем, щільний, глина твердої і напівтвердої консистенції, місцями тріщинувата, суглинок твердий	0,8	0,7
Глина і суглинок напівтвердої і тугопластичної консистенції з частими прошарками і пісками	0,7	0,6
Пісок щільний і середньої щільності, супіщано-суглинистий ґрунт	0,6	0,4

В.2 Коефіцієнт міцності f скельних ґрунтів слід визначати за формулою:

$$f = 0,1 R_c \alpha, \quad (B.1)$$

де R_c – тимчасовий опір стисненого ґрунту у зразку, МПа;

α – коефіцієнт, що ураховує вплив тріщинуватості масиву залежно від тимчасового опору ґрунту в зразку на одноосьовий тиск (таблиця В.2).

Таблиця В.2 – Коефіцієнт урахування міцності ґрунтів масиву

Категорія масиву скельних ґрунтів по ступені тріщинуватості	Коефіцієнт α , що ураховує вплив тріщинуватості масиву при тимчасовому опорі одноосьовому стисненню у зразку, Мпа:				
	10	20	40	80	160
I – практично нетріщинуваті	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0
II – малотріщинуваті	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8
III – тріщинуваті	1,2	0,9	0,7	0,6	0,5
IV – сильнотріщинуваті	0,9	0,7	0,5	0,4	0,3
V – роздроблені (розбірна скеля)	0,7	0,4	0,3	0,2	0,1

В.3 Категорію масиву скельних ґрунтів по ступеню тріщинуватості (таблиця В.3) слід визначати залежно від тріщинної пустотності і густоти тріщин (середньої відстані між тріщинами найбільш розвиненої їх системи) з урахуванням додаткових характеристик (факторів) тріщинуватості.

Одержану за формулою величину коефіцієнта міцності скельних ґрунтів необхідно коригувати множенням його на додаткові знижуючі або підвищуючі коефіцієнти, що враховують вплив таких факторів:

- а) припливу води у виробку для випадків, коли тріщини заповнені пухким або розмоклим глиноподібним матеріалом – 0,8;
- б) розташування тріщин найбільш розвиненої їх системи під кутом до осі тунелю меншим 45° – 0,9;
- в) проходка виробок без буропідбивних робіт – 1,2.

Таблиця В.3 – Коефіцієнт урахування тріщинуватості масиву

Тріщинна порожнистість, %	Категорія ґрунтів при густоті тріщин, м			
	дуже рідка (більше 1,0)	рідка (1,0-0,3)	густа (0,3-0,1)	дуже густа (менше 0,1)
Мала – менше 0,3	I	II	III	IV
Середня – 0,3–1,0	II	III	IV	–
Велика – 1,0–3,0	III	IV	V	V
Дуже велика – (більше 3,0)	IV	V	V	V

Примітки:

1. При визначенні тріщинної пустотності пухкий або глиноподібний матеріал заповнення тріщин не враховується.
2. При великій і дуже великій тріщинуватій пустотності і одночасно дуже вираженої розчленованості масиву на блоки по ступені тріщинуватості його відносити до V категорії (роздробленим) поза залежністю від густоти тріщин.
3. В умовах очікуваного повного порушення суцільності скельних ґрунтів у результаті інтенсивного їхнього розшарування (кліваж) ґрунти слід відносити до V категорії.
4. При наявності поверхонь ковзання категорію ґрунту за ступенем тріщинуватості слід підвищувати на одну категорію.
5. При тріщинах, залікованих частково твердим (кристалічним) матеріалом, категорію ґрунту за ступенем тріщинуватості можливо знижувати на одну категорію, а при повністю залікованих тріщинах – приймати по I категорії.

Додаток Г
(довідковий)

БІБЛІОГРАФІЯ

1. ЦП-0269 – Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України Затверджена наказом Укрзалізниці від «1» березня 2012 р. №072-Ц. Київ 2012 р.
2. ЦП-0150 Технічні вказівки з використанням старопридатних матеріалів верхньої будови колії на залізницях України. Наказ від 24.03.2006 № 112-Ц.
3. Посібник до ВБН В.2.3-218-198:2007. Споруди транспорту. Проектування та будівництво споруд із металевих гофрованих конструкцій на автомобільних дорогах загального користування. Київ 2007 – 122 с.

УДК 624.195: 624.19.035.2/4

Ключові слова: автодорожній тунель, агрегат безперебійного живлення, залізничний тунель, збійка, камера, ніша, оправа, портал тунелю, тунель-шляхопровід.

Науковий керівник розробки
Генеральний директор
д.т.н., проф.

О.В. Шимановський

Відповідальний виконавець

О.І. Кордун