



**ДЕРЖАВНІ БУДІВЕЛЬНІ НОРМИ УКРАЇНИ**

**ТУНЕЛІ  
НОРМИ ПРОЄКТУВАННЯ**

**ДБН В.2.3-27:2023**

*Видання офіційне*

Київ  
Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України  
2023



**ДЕРЖАВНІ БУДІВЕЛЬНІ НОРМИ УКРАЇНИ**

**ТУНЕЛІ  
НОРМИ ПРОЄКТУВАННЯ**

**ДБН В.2.3-27:2023**

*Видання офіційне*

Київ  
Мінінфраструктури  
2023

## 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 (**С. Аксьонов**, канд. техн. наук; **М. Гаркуша**, канд. техн. наук; **В. Ковальчук**, д-р техн. наук; **Д. Кот**; **А. Онищенко**, д-р техн. наук, **І. Карнаков**)  
Український державний університет науки і технологій (**О. Тютькін**, д-р техн. наук; **В. Купрій**, канд. техн. наук)  
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту (ІДУ НД ЦЗ) (**В. Ніжник**, д-р техн. наук; **Я. Балло**, канд.техн.наук; **С. Поздєєв**, д-р техн. наук; **О. Сізіков**, канд. техн. наук; **Ю. Фещук**, канд. техн. наук);  
Товариство з обмеженою відповідальністю «Київметропроект» (**О. Хавін**)  
Київський національний університет будівництва і архітектури (КНУБА) (**В. Балло**; **О. Ковальчук**, канд. техн. наук; **О. Приймаченко**, канд. техн. наук );  
Товариство з обмеженою відповідальністю «ОМЕГА-ЕНЕРГО» (**С. Облакевич**)
- 2 ВНЕСЕНО: Державне агентство відновлення та розвитку інфраструктури України
- 3 ПОГОДЖЕНО: Державна служба України з надзвичайних ситуацій, лист №01-13851/261-4 від 16.12.2022  
Державна служба України з питань праці, лист №4414/1/5.2-22а від 06.12.2022
- 4 ЗАТВЕРДЖЕНО: наказ Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України від 18.08.2023 р. № 729
- НАБРАННЯ ЧИННОСТІ: з першого числа місяця, що настає через 90 днів з дня їх реєстрації та оприлюднення на порталі Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва (з 2024-01-01)
- 5 НА ЗАМІНУ: СНиП II-44-78

## ЗМІСТ

	С.
1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ.....	1
2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ.....	1
3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ.....	5
4 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ПРОЄКТУВАННЯ ТУНЕЛІВ АВТОДОРОЖНІХ ТА ЗАЛІЗНИЧНИХ.....	7
4.1 Загальні вимоги .....	7
4.2 Вимоги до тунелів в населених пунктах.....	9
4.3 Основні вимоги до інклюзивності тунелів .....	10
5 ІНЖЕНЕРНІ ВИШУКУВАННЯ.....	11
6 ПОПЕРЕЧНИЙ ПЕРЕРІЗ .....	13
7 ПОЗДОВЖНІЙ ПРОФІЛЬ І ПЛАН.....	14
8 КОНСТРУЮВАННЯ ТУНЕЛЮ .....	14
8.1 Матеріали тунельних оправ .....	14
8.2 Гідроізоляція оправ і захист від корозії .....	17
8.3 Вимоги до конструкцій притунельних споруд .....	18
8.4 Верхня будова колії у тунелях залізничних .....	19
8.5 Конструкції дорожнього одягу в тунелях автодорожніх.....	20
8.6 Водовідведення та дренаж.....	21
8.7 Особливості проєктування тунелів у сейсмічних районах .....	22
9 НАВАНТАЖЕННЯ І ВПЛИВИ. ОСНОВНІ РОЗРАХУНКОВІ ПОЛОЖЕННЯ.....	23
9.1 Навантаження і впливи.....	23
9.2 Основні розрахункові положення.....	25
10 ВЕНТИЛЯЦІЯ.....	27
10.1 Загальні положення.....	27
10.2 Вентиляція в тунелях залізничних .....	27
10.3 Вентиляція в тунелях автодорожніх .....	29
11 ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, ОСВІТЛЕННЯ, СИГНАЛІЗАЦІЯ ТА ЗВ'ЯЗОК .....	32
11.1 Електропостачання і електрообладнання в тунелях автодорожніх .....	32
11.2 Автоматика, сигналізація і зв'язок у тунелях залізничних .....	34
11.3 Захист споруд та обладнання від електрокорозії у тунелях залізничних .....	35
11.4 Системи зв'язку, гучномовного оповіщення і єдиного часу .....	36
12 СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕКИ ТУНЕЛІВ, ДОРОЖНЬОГО РУХУ ТА КЕРУВАННЯ КОМПЛЕКСОМ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ .....	37
12.1 Системи безпеки тунелів .....	37
12.2 Системи, що забезпечують організацію і безпеку дорожнього руху в тунелях автодорожніх.....	37
12.3 Системи керування комплексом інженерних систем в тунелях автодорожніх.....	38
13 ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ .....	39
13.1 Загальні вимоги .....	39
13.2 Вогнестійкість конструкцій і технологічного обладнання.....	41
13.3 Система оповіщення про пожежу .....	42
13.4 Шляхи евакуації та евакуаційні виходи .....	43
13.5 Димовидалення під час пожежі.....	44
13.6 Засоби пожежогасіння .....	45
Додаток А (довідковий). Види визначень властивостей ґрунту.....	47
Додаток Б (довідковий). Характеристики гірських порід.....	49
Додаток В (довідковий). Бібліографія .....	51

## ДЕРЖАВНІ БУДІВЕЛЬНІ НОРМИ УКРАЇНИ

## ТУНЕЛІ

## Норми проєктування

## Tunnels. Design requirements

Чинні від **2024-01-01****1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ**

**1.1** Ці державні будівельні норми (далі – норми) поширюються на проєктування будівництва тунелів на автомобільних дорогах загального користування та вулицях і дорогах міст та інших населених пунктів всіх категорій, на залізницях загальної мережі колії 1520 мм.

**1.2** Ці державні будівельні норми не поширюються на тунелі високошвидкісних (більше ніж 200 км/год) залізничних ліній та на тунелі автодорожні з розрахунковою швидкістю руху понад 150 км/год.

**2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ**

У цих нормах є посилання на такі документи:

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

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.1.1-24:2009 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проєктування

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.1.1-46:2017 Інженерний захист територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення

ДБН В.1.2-4:2019 Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (ДСК)

ДБН В.1.2-7:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека

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

ДБН В.2.2-40:2018 Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення

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

ДБН В.2.3-5:2018 Вулиці та дороги населених пунктів

ДБН В.2.3-7:2018 Метрополітени. Основні положення

ДБН В.2.3-19:2018 Залізничні колії 1520 мм. Норми проєктування

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

ДБН В.2.5-23:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Проєктування електрообладнання об'єктів цивільного призначення.

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

ДБН В.2.5-56:2014 Системи протипожежного захисту

ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проєктування.

Частина II. Будівництво

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

ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проєктування

ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проєктування

ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення.

ГБН В.2.3-37472062-3:2015 Захист конструкцій будівель і споруд залізничного транспорту від корозійного руйнування

ГБН В.2.3-37641918-557:2016 Автомобільні дороги. Дорожній одяг жорсткий. Проектування

ГБН В.2.3-37641918-559:2019 Автомобільні дороги. Дорожній одяг нежорсткий. Проектування

ГБН В.2.3-37641918-544:2014 Автомобільні дороги. Застосування геосинтетичних матеріалів у дорожніх конструкціях. Основні вимоги

ВБН В.2.3-218-198:2007 Проектування та будівництво споруд із металевих гофрованих конструкцій на автомобільних дорогах загального користування

ПУЕ 2017 Правила улаштування електроустановок (Наказ Міністерства енергетики України від 21.07.2017 № 476)

ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку  
ДСТУ 2587:2021 Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні умови  
ДСТУ 2867-94 Шум. Методи оцінювання виробничого шумового навантаження. Загальні вимоги

ДСТУ 3463-96 (ГОСТ 14209-97); (ІЕС 60354:1991) Керівництво з навантаження силових масляних трансформаторів

ДСТУ 4100:2021 Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування

ДСТУ 7372:2013 Геотекстиль та віднесені до геотекстилю вироби. Необхідні характеристики для використання у дренажних системах (EN 13252:2000, MOD)

ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення

ДСТУ 9057:2020 Настанова з проектування та влаштування споруд поверхневого водовідведення на автомобільних дорогах загального користування

ДСТУ 9058:2020 Пожежна безпека. Визначення протипожежних відстаней між об'єктами розрахунковими методами. Основні положення

ДСТУ 9208:2022 Бетони важкі. Технічні умови

ДСТУ 9214:2023 Автомобільні дороги. Терміни та визначення понять

ДСТУ 9154:2021 Настанова з виконання геодезичних робіт у дорожньому будівництві

ДСТУ Б ГОСТ 24451:2011 Тунелі автодорожні. Габарити наближення будівель і устаткування (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 Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти.

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.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом
- 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 (ГОСТ 8269.0-97) Щебінь та гравій із щільних гірських порід та відходів промислового виробництва для будівельних робіт. Методи фізико-механічних випробувань.
- 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.2.7-230:2010 Будівельні матеріали. Методи випробування природного каменю. Петрографічний аналіз (EN 12407:2007, MOD)
- ДСТУ Б В.2.7-312:2016 Арматура неметалева композитна базальтова періодичного профілю. Загальні технічні умови
- ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 Система стандартів безпеки праці. 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.1.1-37:2016 Настанова щодо інженерного захисту територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів
- 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.2.5-40:2009 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Проектування та монтаж мереж водопостачання та каналізації з пластикових труб
- ДСТУ-Н Б В.2.5-61:2012 Настанова з улаштування систем поверхневого водовідведення
- ДСТУ-Н Б В.2.5-80:2015 Настанова з проектування систем електропостачання промислових підприємств
- 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 CEN/TS 54-14:2021 (CEN/TS 54-14:2018, IDT) Системи пожежної сигналізації та оповіщення. Частина 14. Настанови щодо побудови, проектування, монтування, пусконаладжування, введення в експлуатацію, експлуатування та технічного обслуговування
- ДСТУ Б EN 1433:2016 Лотки водовідвідні для транспортних і пішохідних зон. Класифікація, вимоги до виготовлення, методи випробувань, маркування та оцінка відповідності (EN 1433:2002, IDT+EN 1433:2002/A1:2005, IDT+EN 1433:2002/AC:2004, IDT)
- ДСТУ EN 1838:2019 Світлотехніка. Освітлення аварійне (EN 1838:2013, IDT)
- ДСТУ EN 12101-1:2012 Системи димо- та тепловидалення. Частина 1. Технічні вимоги до протидимових завіс (EN 12101-1:2005, EN 12101-1:2005/A1:2006, IDT)

ДСТУ EN 12101-2:2012 Системи димо- та тепловидалення. Частина 2. Технічні вимоги до вентиляційних пристроїв систем природного димо- та тепловидалення (EN 12101-2:2003, IDT)

ДСТУ EN 12101-3:2017 (EN 12101-3:2015, IDT) Системи протидимного захисту. Частина 3. Вентилятори димовидалення

ДСТУ CEN/TR 12101-4:2016 (CEN/TR 12101-4:2009, IDT) Системи протидимного захисту. Частина 4. Побудова систем димо- та тепловидалення

ДСТУ CEN/TR 12101-5:2016 (CEN/TR 12101-5:2005, IDT) Системи протидимного захисту. Частина 5. Настанови на базі функціональних рекомендацій та методи розрахування систем димо-та тепловидалення

ДСТУ EN 12101-6:2016 (EN 12101-6:2005, IDT; EN 12101-6:2005/AC:2006, IDT) Системи протидимного захисту. Частина 6. Технічні вимоги до систем зі створення різниці тисків

ДСТУ EN 12101-7:2014 Системи протидимного захисту. Частина 7. Повітроводи систем димовидалення (EN 12101-7:2011, IDT)

ДСТУ EN 12101-8:2014 Системи протидимного захисту. Частина 8. Димові клапани (EN 12101-8:2011, IDT)

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

ДСТУ EN 13256:2017 (EN 13256:2016, IDT) Геотекстиль та вироби, що належать до геотекстилю. Характеристики, потрібні для використання під час будівництва тунелів та підземних конструкцій

ДСТУ EN 13491:2017 (EN 13491:2013, IDT) Геосинтетичні бар'єри. Характеристики, потрібні для використання як бар'єру рідини під час будівництва тунелів та пов'язаних з ними підземних споруд

ДСТУ EN 50172:2019 Системи евакуаційного освітлення (EN 50172:2004, IDT)

ДСТУ EN 50174-2:2019 (EN 50174-2:2018, IDT) Інформаційні технології. Кабельні установки. Частина 2. Планування та практика встановлення в будівлях

ДСТУ EN 62305-1:2012 Захист від блискавки. Частина 1. Загальні принципи (EN 62305-1:2011, IDT)

ДСТУ EN 81-72:2017 (EN 81-72:2015, IDT) Норми безпеки щодо конструкції та експлуатації ліфтів. Специфічне використання пасажирських та вантажопасажирських ліфтів. Частина 72. Ліфти пожежні

ДСТУ EN ISO 7010:2019 (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) Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки

ДСТУ HD 60364-5-52:2021 (HD 60364-5-52:2011, IDT; IEC 60364-5-52:2009 modified + corrigendum Feb. 2011) Низьковольтні електричні установки. Частина 5-52. Вибірання та монтування електричного устаткування. Системи електропроводки

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 ISO 6309:2007 Протипожежний захист. Знаки безпеки. Форма та колір

ДСТУ IEC 60076-12:2016 Трансформатори силові. Частина 12. Настанова щодо навантаження для трансформаторів сухого типу (IEC 60076-12:2008, IDT)

Кодекс 3-1:2022 Метрополітени. Частина 1. Проектування

Кодекс 3-3:2022 Метрополітени. Частина 3. Інженерні вишукування.



### **3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ**

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

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

Визначення терміну «дорожній одяг», «перехідно-швидкісна смуга», «тунель автодорожній» наведено у ДСТУ 9214.

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

#### **3.1 аварійне освітлення**

Освітлення у транспортній зоні тунелю довжиною понад 125 м, призначене для забезпечення необхідних безпечних умов виїзду транспортних засобів з тунелю у разі аварійного відключення робочого освітлення

#### **3.2 вентиляція тунелю**

Система провітрювання закритого простору тунельних споруд утворенням обміну повітря природним або примусовим способом

#### **3.3 водовідвід в тунелі**

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

#### **3.4 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

#### **3.5 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

#### **3.6 довжина тунелю**

Відстань між зовнішніми лицьовими порталами тунелю, яка вимірюється по осі споруди на рівні проїзної частини автомобільної дороги, чи рівні головки рейки залізничної колії

#### **3.7 дренажна штольня тунелю**

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

#### **3.8 евакуаційна штольня (штольня безпеки) тунелю**

Штольня, призначена для евакуювання людей з тунелю, що експлуатується в разі пожежі або іншої надзвичайної ситуації

#### **3.9 захисна смуга**

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

#### **3.10 збійка**

Гірська виробка, що з'єднує два близько розташованих тунелі

#### **3.11 зона безпеки тунелю**

Виділене протипожежними перешкодами приміщення в об'ємі тунелю або в притунельних спорудах, спеціально облаштовані для захисту людей від небезпечних чинників пожежі протягом визначеного часу або для тимчасового перебування людей в разі дорожньо-транспортної пригоди в транспортній зоні або іншій частині тунелю

#### **3.12 камера**

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

### **3.13 майданчик для аварійної зупинки**

Майданчик, розташований праворуч від основного напрямку руху, який дає можливість здійснити зупинку автотранспортного засобу у разі виникнення аварійної ситуації

### **3.14 ніша**

Заглиблення в оправі тунелю залізничного, призначене для укриття людей під час проходу рухомого складу

### **3.15 оправа**

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

### **3.16 протипожежний відсік тунелю**

Частина тунелю, відокремлена від інших його частин протипожежними стінами 1-го типу та/або протипожежними перекриттями 1-го типу

### **3.17 портал тунелю**

Архітектурно оформлений вхід (вихід) тунелю

### **3.18 припортальна ділянка**

Ділянка дороги перед порталом тунелю довжиною 200 м

### **3.19 проїзна частина тунелю**

Складова частина тунелю автодорожнього, призначена для руху транспортних засобів

### **3.20 перепускна здатність тунелю**

Максимальна кількість транспортних засобів, які можуть проїхати через поперечний переріз тунелю автодорожнього за одиницю часу

### **3.21 рампа**

Споруда, яка служить для проїзду транспортних засобів із проїзної частини (вулиці, дороги) за межами тунелю в тунель або навпаки

### **3.22 сервісний тунель**

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

### **3.23 службовий прохід тунелю**

Смуга вздовж стіни тунелю з піднесенням над рівнем проїзної частини або огороженням, призначена для проходу по тунелю службового персоналу

### **3.24 смуга безпеки**

Крайова смуга проїзної частини, яка обмежує наближення транспортних засобів до службового проходу або захисної смуги

### **3.25 тунель**

Підземна (підводна) споруда, що призначена для пропуску транспорту і пішоходів

### **3.26 тунель залізничний**

Підземна (підводна) споруда, що призначена для влаштування залізниці через гірські масиви, під водними перешкодами, забудованими територіями, заповідниками, заказниками, національними парками, яка забезпечує безперебійний та безпечний проїзд рухомого складу залізниць

### **3.27 тунель глибокого закладення**

Тунель або ділянка тунелю, глибина закладення склепіння яких перевищує 10 м

### **3.28 тунель неглибокого закладення**

Тунель або ділянка тунелю, глибина закладення склепіння яких не перевищує 10 м

### **3.29 тунель гірський**

Підземна гірська виробка призначена для подолання перешкоди рухомим складом залізниць, або автотранспортними засобами в гірській місцевості

### **3.30 тунель в населеному пункті**

Підземна (підводна) інженерна споруда, що призначена для пропуску транспортних засобів у населеному пункті з метою розв'язки руху в різних рівнях (на перехрещеннях, примиканнях або розгалуженнях вулиць та доріг, під залізницею), збільшення пропускної здатності вулиць та доріг, подолання висотних або контурних перешкод, під'їзду до великих міських центрів.

#### **3.31 тунельний перехід**

Сукупність тунелю (тунелів) та підхідних споруд (рамп, або передпортальних виїмок)

#### **3.32 транспортна зона**

Основна частина об'єму тунелю призначена для використання тунелю в якості транспортної споруди

#### **3.33 траса тунелю**

Лінія, яка відображає положення осі тунелю в просторі (плані і поздовжньому профілі)

#### **3.34 траса тунельного переходу**

Лінія, яка відображає положення осі тунелю та передпортальних виїмок (рамп) в просторі

#### **3.35 транспортна штольня тунелю**

Штольня, призначена для евакуювання людей, транспортування інструменту та інвентарю

#### **3.36 шов деформаційний**

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

## **4 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ПРОЄКТУВАННЯ АВТОДОРОЖНИХ ТА ЗАЛІЗНИЧНИХ ТУНЕЛІВ**

### **4.1 Загальні вимоги**

**4.1.1** Прийняті технічні рішення, конструкції і матеріали повинні забезпечувати строк служби тунельних оправ не менше ніж 100 років. Міжремонтні строки експлуатування будівельних конструкцій у тунелі повинні складати не менше ніж 50 років.

**4.1.2** 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 (примикаючими) ділянками залізничних колій, вулиць та доріг;
- визначення доцільності будівництва двоколійного або двох одноколійних тунелів залізничних або кількості тунелів автодорожніх для розміщення необхідної кількості смуг руху;
- визначення типу і форми поперечного перерізу оправ в ув'язці зі способами її спорудження і захисту від ґрунтових вод.

**4.1.3** Проєктування транспортних тунелів слід проводити на основі даних інженерних вишукувань згідно з ДБН А.2.1-1, ДСТУ 9154 та вимогами цих норм.

**4.1.4** Під час проєктування і будівництва тунелів залізничних повинні виконуватися вимоги ДБН В.2.3-19.

**4.1.5** Тунелі залізничні залежно від потрібної пропускної спроможності дозволяється проєктувати одноколійними або багатокілійними.

**4.1.6** У тунелях на автомобільних дорогах I (першої) категорії зустрічні проїзні частини слід розміщувати в окремих тунелях. Допускається розташування двох зустрічних проїзних частин і розділювальної смуги в одному тунелі з не більше ніж чотирма смугами руху.

**4.1.7** У складі тунельних переходів на автомобільних дорогах інших категорій (крім першої) доцільно споруджувати тунелі із зустрічним рухом транспортних засобів в одній проїзній частині. Дозволяється також розташування трьох смуг руху в одному тунелі на автомобільних

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

**4.1.8** Під час вибору варіанту траси в тунелях 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.

**4.1.9** У разі неможливості уникнення переходу траси тунельного переходу крізь зони тектонічних розломів слід надавати перевагу варіанту розташування споруди в однорідних за міцністю і сейсмічною жорсткістю ґрунтах, з максимальним заглибленням оправи відносно поверхні землі.

**4.1.10** У зонах прояву небезпечних геологічних процесів (зсувів, обвалів, селевих потоків, снігових лавин) слід влаштувати захисні споруди або передбачити необхідні заходи, які забезпечують захист порталів і припортальних ділянок тунелю від цих процесів.

**4.1.11** 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.

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

**4.1.13** Тунелі залізничні 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 тунелів наведено у розділі 6.

**4.1.14** 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.

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

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

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

**4.1.18** Розрахунковий строк служби основних експлуатаційних пристроїв, які встановлюються у тунелі і на підходах до нього повинен бути не менший ніж 10 років.

**4.1.19** Тунелі автодорожні повинні мати: для руху в одному напрямку – службовий прохід з одного боку та смугу безпеки з іншого, для різноспрямованого руху – службовий прохід з двох боків. Дозволяється замість захисної смуги влаштувати службовий прохід.

**4.1.20** Поздовжній та поперечний профіль тунелів в населених пунктах повинен відповідати вимогам ДБН В.2.3-5.

**4.1.21** Проїдені в період будівництва допоміжні штольні, які мають вихід на поверхню, слід переобладнати в штольні для обслуговування тунелів під час експлуатування (сервісні штольні) з одночасним їх використанням у якості штолень безпеки.

**4.1.22** Ширина евакуаційних шляхів проходів у сервісних штольнях, штольнях безпеки і виробках сполучень повинна бути не менше ніж 1,8 м, а висота — не менше ніж 2,2 м, рахуючи від відмітки рівня чистої підлоги до відмітки рівня розташування низу конструкцій та виступаючих елементів комунікацій і устаткування у місцях проходу людей і на шляхах евакуації.

**4.1.23** У тунелях довжиною понад 100 м і у тунелях з одностороннім рухом, для зменшення контрасту світлових умов на відкритій ділянці дороги у випадку неможливості забезпечення світлового переходу іншими методами, слід виконувати влаштування розтрубної ділянки.

**4.1.24** В тунелях автодорожніх довжиною більше ніж 1000 м слід влаштовувати майданчики, які розміщуються у розширеннях тунелю, для 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 ширина смуги руху відповідно.

**4.1.25** У разі двостороннього руху транспортних засобів майданчики повинні бути з обох боків тунелю.

**4.1.26** Тунелі автодорожні повинні мати перед порталами місця розвороту транспортних засобів або альтернативні шляхи обходу тунелів на випадок аварійної ситуації. В огороженні на розділювальній смузі вулиці (дороги) на підходах до тунелю на відстані не більше ніж 500 м від порталів повинні бути передбачені розриви шириною не менше ніж 8 м для можливості в'їзду пожежної техніки в тунель у зустрічному напрямку, а також розвороту автомобілів для руху у зворотному напрямку.

**4.1.27** 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.

**4.1.28** У разі розташування порталу гірського тунелю або рампової ділянки підводного тунелю біля пойми, яка затоплюється, дно лотка водовідведення біля порталу або відмітка верхньої точки проїзної 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. У разі неможливості виконання цієї вимоги потрібно влаштовувати в тунелі захисні пристрої (затвори).

**4.1.29** В тунелях автодорожніх на довжині не менше ніж 100 м від порталу потрібно застосовувати дорожній покрив відповідно до ДБН В.2.5-28, білу плитку для облицювання або біле забарвлення стін на висоту не менше ніж 1,4 м від рівня службового проходу або інші технічні рішення, що забезпечують адаптацію зору водіїв. Зовнішні кути евакуаційних виходів повинні мати суцільні світлоповертальні елементи або фарбування на висоту не менше ніж 2,0 м. Для облицювання лобових поверхонь порталів і підпірних стін повинні застосовуватися матеріали темного кольору.

**4.1.30** Основні і запасні виходи з тунелів, входи до вентиляційних шахт і вентиляційних кіосків, диспетчерських пунктів слід обладнувати автоматичними установками охоронної сигналізації.

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

**4.1.32** Матеріали і конструкції дорожнього одягу в тунелях автодорожніх і на рампових ділянках повинні відповідати вимогам ДБН В.2.3-4.

## **4.2 Вимоги до тунелів в населених пунктах**

**4.2.1** Під час проектування 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.

**4.2.2** У тунелях в населених пунктах довжиною не більше ніж 200 м дозволяється:

- влаштування трамвайних колій у тунелях, як суміщених з рухом автотранспорту, так і відокремлених;

- влаштування тролейбусних ліній.

У тунелях в населених пунктах довжиною не більше ніж 50 м дозволяється влаштовувати пішохідні тротуари та велосипедні доріжки з метою уникнення розриву пішохідних зв'язків. Пішохідні тротуари та велосипедні доріжки слід додатково відділяти від проїзної частини огорожею висотою не менше ніж 1,2 м. Така огорожа повинна передбачати відкривання не рідше ніж через 15 м для можливості евакуювання.

**4.2.3** У зоні постійного та тимчасового перебування людей потрібно 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.

**4.2.4** На в'їзді в тунель слід передбачати улаштування систем, що можуть, за необхідності, перекивати в'їзд транспортних засобів до тунелю.

**4.2.5** Протипожежні відстані 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, ДБН Б.2.2-12, ДСТУ 9058.

**4.2.6** Ширина смуги безпеки для тунелів в населених пунктах приймається не менше ніж 0,75 м.

**4.2.7** Ширина розділювальної смуги для розміщення опор склепіння між проїзними частинами одного тунелю з двома напрямками руху, повинна бути не меншою ніж ширина поперечного перерізу опори збільшена на 0,5 м з кожного боку.

**4.2.8** Висотний габарит транспортної зони тунелю в населених пунктах, від поверхні дорожнього покриття до низу перекриття транспортної зони, виступаючих елементів комунікацій і устаткування, повинен визначатись складом транспортного потоку і відповідати вимогам ДБН В.2.3-4.

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

**4.2.10** Будинки в населених пунктах слід захищати від вібрацій і шуму, які виникають під час будівельних робіт у тунелі і прогнозованого шуму від руху транспортних засобів у процесі експлуатації тунелю із врахуванням вимог ДБН В.1.1-31.

#### **4.3 Основні вимоги до інклюзивності тунелів**

**4.3.1** Всі пішохідні доріжки транспортних тунелів, суміжних тунелів, сервісних тунелів, стволів, які ведуть безпосередньо назовні, міжтунельні переходи, сервісні тунелі, евакуаційні галереї і галереї доступу аварійно-рятувальних служб, евакуаційні штольні (штольні безпеки), зони безпеки тунелю, майданчики для аварійної зупинки транспортних засобів, а також всі шляхи евакуації та евакуаційні виходи повинні відповідати вимогам ДБН В.2.2-40, в тому числі бути облаштовані засобами безпеки орієнтування отримання інформації, без бордюрів (або мати похилі з'їзди в місцях перехрещення дороги) і порогів, та мати входи і виходи, в тому числі дверні пройоми, у просвіті шириною не менше ніж 1,0 м і позначені міжнародним знаком доступності (рис. 4.1).



**Рисунок 4.1** – Міжнародний знак доступності

**4.3.2** Усі двері повинні бути обладнані системою автоматичного відкривання дверей (кнопкою відкриття дверей), яка спрацьовує після сигналу тривоги.

**4.3.3** Усі марші сходових виходів і сходові майданчики, до яких ведуть шляхи евакуації та евакуаційні виходи, повинні дублюватися пожежними ліфтами, ліфти мають відповідати вимогам ДСТУ EN 81-72 та працювати в режимах «фаза 1» та «фаза 2», пандусами, підйомники та платформи для зручності користування ними особами з інвалідністю та іншими маломобільними групами населення і можливості їх самостійного пересування за межі тунелю, а також позначені міжнародним знаком доступності (рис. 4.1).

**4.3.4** Розрахунок кількості, розмірів та параметрів зон безпеки тунелю, майданчиків для аварійної зупинки потрібно виконувати з урахуванням того, що щонайменше 15 % людей, які водночас можуть опинитися в тунелі, будуть особами з інвалідністю та іншими маломобільними групами населення, урахувавши при цьому, що особам, які користуються кріслами колісними в середовищі необхідна площа розміром не менше ніж 0,76 м×1,22 м для розміщення однієї людини на кріслі колісному.

**4.3.5** Якщо довжина тунелів автомобільних 50 м і більше, потрібно передбачити систему оповіщення, спеціальні світлові (звукові) покажчики і евакуаційні світильники в доступних форматах для різних категорій людей з інвалідністю, у тому числі для осіб із порушеннями зору, слуху, когнітивними порушеннями, інших категорій маломобільних груп населення, та/або передбачити позначення наявних покажчиків та світильників міжнародним знаком доступності (рис. 4.1).

## **5 ІНЖЕНЕРНІ ВИШУКУВАННЯ**

**5.1** Інженерно-геологічні вишукування слід проводити відповідно до ДСТУ-Н Б В.2.3-34 та ДБН А.2.1-1. Додаткові вимоги до програми вишукувань потрібно виконувати відповідно до ДБН В.1.1-45.

**5.2** Інженерно-геологічні вишукування слід проводити в обсязі достатньому для оцінки інженерно-геологічних умов усіх варіантів проходження тунелів, які проєктуються, та складання прогнозу зміни цих умов у період будування і подальшого експлуатування споруди відповідно до положень ДБН А.2.1-1.

**5.3** Кількість відібраних зразків ґрунту для визначення класифікаційних показників (додаток А) повинна бути не менше ніж 6 для кожного шару (петрографічного типу ґрунтів) з метою статистичної обробки одержаних даних згідно з ДСТУ Б В.2.1-5.

**5.4** Для тунелів в населених пунктах 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.

**5.5** Під час інженерно-геологічних вишукувань повинні бути враховані 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, за відсутності вище склепіння стійких ґрунтів – вся товща ґрунтів від поверхні землі до глибини від 8 м до 40 м нижче лотка споруди.

**5.6** Проєктування тунелів на ділянках, які відносяться до сейсмонебезпечних (гірські райони), слід виконувати з урахуванням вимог інженерно-технічних заходів цивільного захисту згідно з ДБН В.1.2-4 та інженерного захисту територій, будівель і споруд згідно з ДБН В.1.1-12, ДБН В.1.1-24, ДБН В.1.1-25, ДБН В.1.1-45, ДБН В.1.1-46.

**5.7** Для тунелів в населених пунктах неглибокого закладення, порталних ділянок, на території наземних будівель, які входять до складу об'єктів тунелів, необхідне проведення польових досліджень властивостей ґрунтів (статичне зондування і пресіометрія). У результаті проведення досліджень повинні бути визначені дані про несну здатність ґрунтів основи кожної споруди.

**5.8** На ділянках розміщення рівня підземних вод вище лотка споруди, слід проводити фільтраційні роботи. Результати цих робіт потрібно враховувати при визначенні водопритоків у гірничі виробки і проектування штучного водозниження або дренажу.

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

**5.10** На порталних ділянках, додатково до пробурених розвідувальних свердловин на етапі передпроектної та проектної 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.

**5.11** На ділянках будівництва шахтних стволів, у залежності від категорії складності інженерно-геологічних умов (Кодекс 3-3), обсяг розвідувального буріння, додатково до пробурених на попередніх стадіях проектування, може складати до 2 свердловин на один ствол. Одна з свердловин повинна буритися безпосередньо в контурі шахтного ствола.

**5.12** Для тунелів, розташованих у гірській місцевості, допускається заміна розвідувального буріння проведенням геологічної зйомки, геофізичними дослідженнями та проведенням геофізичних вишукувань зйомкою з космічних супутників.

**5.13** Гідрогеологічні дослідження повинні забезпечувати одержання вихідних даних для визначення водопритоку у виробки, розмірів майбутніх депресійних вирв, визначення способу виконання будівельних робіт, оцінювання можливості появи баражируючого 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.

**5.14** До складу вишукувальних робіт для визначення коефіцієнта фільтрації та рівнепровідності (п'єзопровідності), водовіддачі (питомого водопоглинання), напрямку і швидкості руху підземних вод слід включати дослідні куцові і поодинокі відкачування, наливання і нагнітання, витратометрію та резистометрію (Кодекс 3-3).

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

**5.16** Для визначення впливу на режим підземних вод водопониження та водовідливу з гірських виробок із числа розвідувальних свердловин повинні влаштовуватися стаціонарні спостережні свердловини (на додаток до влаштованих на стадії проекту).

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

**5.17** У разі проектування штучного заморожування ґрунтів для визначення напрямку і швидкості руху підземних вод слід застосовувати резистометрію, а також по інтервально заміряти температуру підземних вод.

**5.18** Кількість визначень кожної характеристики ґрунту для кожного шару (інженерно-геологічного елемента) повинна бути достатньою 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.

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

**5.20** Під час інженерно-геодезичних вишукувань 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.

**5.21** Зйомка підземних комунікацій, яка була виконана під час сніжного покриву більше ніж 20 см не може використовуватися для розробки проєкту або робочої документації без перевірки складеного плану після сходу снігу.

## 6 ПОПЕРЕЧНИЙ ПЕРЕРІЗ

**6.1** Форма поперечного перерізу тунелю повинна забезпечувати задану перепускальну здатність (пропускну спроможність), безпеку руху та надійну статичну роботу оправи під дією зовнішнього навантаження.

**6.2** Основні параметри поперечного перерізу тунелів автодорожніх, габарити наближення будов і устаткування слід приймати відповідно до ДСТУ Б ГОСТ 24451.

**6.3** Поперечні перерізи тунелів залізничних потрібно призначати відповідно до габаритів наближення будівель «С» та рухомого складу залізниць згідно з ДСТУ Б В.2.3-29 та з урахуванням прийнятих конструкцій контактної мережі, колії, систем водовідведення, розміщення всіх необхідних технічних пристроїв, а також встановлених будівельних допусків на будівництво оправи тунелю.

**6.4** Тунелі залізничні 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.

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

**6.6** Рівень чистої підлоги ніш і камер у тунелях залізничних повинен бути на одному рівні з підшовою найближчої до них рейки.

**6.7** Чиста підлога камер та ніш виконується з похилом від 2 ‰ до 3 ‰ у бік колії.

**6.8** Розміри камер і ніш в тунелях залізничних повинні бути не меншими ніж зазначених у таблиці 6.1.

**Таблиця 6.1 – Розміри камер і ніш в тунелях залізничних**

Пристрої	Ширина, м	Висота (по середині камери або ніші), м	Глибина, м
Камери	4,0	2,8	2,5
Ніші	2,0	2,5	1,0

**6.9** Для тунелів автодорожніх довжиною 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 потрібно передбачати також при будівництві тунелів відкритим способом, якщо довжина їх перевищує 1 000 м.

**6.10** У тунелях залізничних довжиною понад 3 000 м та в тунелях автодорожніх довжиною понад 1 500 м доцільно передбачати, на відстані, не меншій ширині призми обвалення ґрунтів, сервісний тунель (або штольню безпеки) та евакуаційні виходи. Відстань між евакуаційними виходами у безпечну зону тунелю має бути не більше ніж 300 м.

## **7 ПОЗДОВЖНІЙ ПРОФІЛЬ І ПЛАН**

**7.1** Проектування поздовжнього профілю тунелю автодорожнього вулиць і доріг в населених пунктах виконується відповідно до вимог ДБН В.2.3-5, доріг загального користування відповідно до ДБН В.2.3-4, у відповідності з категоріями доріг. Мінімальний поздовжній похил у закритій частині тунелю слід приймати не менше ніж 3 ‰.

Геометричні елементи поздовжнього профілю колії і плану в тунелі залізничному повинні відповідати вимогам ДБН В.2.3-19.

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

**7.3** Радіуси кривих у плані для тунелів автодорожніх, для будь-якої категорії дороги, повинні бути не менше ніж 250 м.

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

**7.5** При радіусах кругової кривої у тунелях залізничних більше ніж 2000 м і більше ніж 750 м в тунелях автодорожніх розширення габариту і міжколійної відстані дозволяється не виконувати.

**7.6** Мінімальний поздовжній похил у тунелях залізничних слід приймати не менше ніж 3 ‰, за винятком ділянок спряження вертикальних кривих. У складних інженерно-геологічних умовах допускається приймати похил 2 ‰.

**7.7** Якщо довжина тунелю залізничного менша ніж 400 м поздовжній похил слід призначати одного знаку.

**7.8** Коефіцієнти пом'якшення керівного похилу або похилу посиленої тяги повинні прийматися за розрахунком відповідно до довжини тунелю.

**7.9** Пом'якшення похилу виконується у тунелі і на підходах до нього на довжині приймально-відправних колій, яка визначається відповідно до ДБН В.2.3-19 у залежності від категорії залізничної лінії.

**7.10** Суміжні елементи поздовжнього профілю тунелів залізничних повинні сполучатися у вертикальній площині вертикальними кривими, величина радіусу яких призначається за більшим значенням мінімально допустимого радіусу залежно від категорії залізниці.

## **8 КОНСТРУЮВАННЯ ТУНЕЛЮ**

### **8.1 Матеріали тунельних оправ**

**8.1.1** Проектні марки бетону за морозостійкістю і водонепроникністю слід призначати залежно від прийнятої системи гідроізоляції і захисту тунельних оправ від корозії, а також з врахуванням кліматичних та гідрогеологічних умов району розташування тунелю.

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

**8.1.3** Дозволяється будівництво оправ тунелів відкритого способу робіт із металевих гофрованих конструкцій відповідно до вимог ВБН В.2.3-218-198 з урахуванням [2].

**8.1.4** Бетонні і залізобетонні несні конструкції слід виконувати із важких бетонів відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.7-215.

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

**8.1.6** Проектні марки за морозостійкістю бетону оправ, конструкцій рамп, а також конструкцій транспортних зон у зонах знакозмінних температур повинні бути не нижче ніж F300.

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

**8.1.7** Залізобетонні оправы, які споруджуються в обводнених ґрунтах повинні проектуватися із водонепроникного бетону марки не нижче W12. У всіх інших випадках бетони для оправ повинні мати клас по водонепроникності не нижче ніж W8.

**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 несних конструкцій	C25/30
Портали, оголовки, набризкбетонні оправы, «Стіни в ґрунті» для тимчасового кріплення котлованів, внутрішні монолітні залізобетонні конструкції, бетонні підготовки під гідроізоляцію	C20/25
Бетонний шар верхньої будови колії, бетон внутрішніх конструкцій	C16/20
Жорстка основа колії, бетонна основа під підлогою ніш, камер та притунельних споруд, бетон для водовідвідних і кабельних лотків	C12/15

**8.1.8** Для армування залізобетонних конструкцій слід застосовувати сталеву арматуру згідно з ДБН В.2.6-98. 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 та ДСТУ-Н Б В.2.6-218.

**8.1.9** Матеріали для гідроізоляції оправ слід приймати відповідно до ДСТУ EN 13491 з урахуванням величини гідростатичного тиску ґрунтових вод на оправу, їхньої агресивності, можливого діапазону температурних змін. Гідроізоляція повинна зберігати суцільність при деформаціях та переміщеннях конструкцій, які допускаються проектом.

**8.1.10** Підводні тунелі, а також гірські тунелі, розташовані в обводнених ґрунтах повинні мати суцільну зовнішню гідроізоляцію по всьому контуру і оправу з водонепроникних матеріалів.

**8.1.11** Матеріали для водовідвідних пристроїв повинні мати високу корозійну стійкість.

Допускається для відведення води від тунелів застосування полімерних або склопластикових труб за умови забезпечення протипожежних вимог.

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

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

**8.1.13** 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 оправу.

**8.1.14** Товщину елементів оправы, порталів і рамп слід встановлювати розрахунком, але приймати не менше ніж вказано в таблиці 8.2.

**8.1.15** 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.

**8.1.16** 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.

**Таблиця 8.2 – Мінімально допустимі товщини елементів оправ і порталів**

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

**8.1.17** Оправ тунелів, які споруджуються відкритим способом, повинні мати замкнутий контур гідроізоляції, зовнішню дренажну систему з геосинтетичних матеріалів, деформаційні температурно-осадкові шви, відстань між якими слід приймати з розрахунку.

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

Дренажну систему слід передбачати з дренажного геокомпозиту (термічно скріплений геотекстиль з поліпропілену в комбінації з шиповидною мембраною або геокомпозит, який складається з полімерного дренажного ядра, захищеного по обидві сторони геотекстилем). Геотекстиль підбирається з урахуванням його водопроникності, розмірів пор та міцності відповідно до ДСТУ 7372. Шиповидна мембрана має бути виготовлена з поліетилену високої щільності з шипами не менше ніж 8 мм. Міцність на стиск мембрани підбираються за розрахунком, але має прийматися не менше ніж 0,3 МПа.

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

**8.1.19** Водонепроникність антисейсмічних, температурно-осадочних і додаткових деформаційних швів повинна відповідати водонепроникності оправ.

**8.1.20** Під час спорудження тунелів глибокого закладення закритим способом слід застосовувати оправ склепінчатого або кругового обрису. Такі оправ використовуються для тунелів, які передбачені для розміщення в них двох колій або для розміщення двох чи трьох смуг руху. За необхідності чотирьох або більшої кількості смуг, слід розглядати доцільність улаштування двосклепінчатої конструкції із загальною середньою опорою – стіною або системою колон і прогонів.

**8.1.21** Оправ склепінчастого обрису слід застосовувати при спорудженні тунелів гірським способом.

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

**8.1.23** Оправ із чавунних тюбінгів допускається застосовувати при високому гідростатичному тиску на оправу та у складних геологічних та гідрологічних умовах.

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

**8.1.25** 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.

**8.1.26** Конструкції елементів тунельної оправи повинні забезпечувати можливість закріплення кронштейнів для підвіски експлуатаційного обладнання.

## **8.2 Гідроізоляція оправ і захист від корозії**

**8.2.1** Типові схеми влаштування гідроізоляції слід приймати відповідно до ДСТУ EN 13491.

**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** За 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. Застосування геосинтетичних матеріалів виконувати з урахуванням 8.1.17.

**8.2.4** Під час зведення стін споруди методом «стіна в ґрунті» допускається улаштування додаткової внутрішньої металоізоляції.

**8.2.5** При відкритому способі робіт та за умови відповідності зазначеним вище вимогам 8.2.1-8.2.5 до зовнішньої гідроізоляції, допускається застосування обклеювальної гідроізоляції і такої, що наплавляється із бітумно-полімерних матеріалів. Таку гідроізоляцію слід передбачати двошаровою або багатошаровою з рулонних біостійких матеріалів на поліефірній основі (загальна товщина рулонної гідроізоляції повинна складати не менше ніж 8 мм). Даний вид гідроізоляції не рекомендується до застосування при будівництві у водоносних ґрунтах.

**8.2.6** У разі використання полімерної рулонної гідроізоляції матеріал повинен відповідати наступним вимогам:

- наявність інтегрованого сигнального шару, який полегшує виявлення механічних пошкоджень;
- межа міцності на розрив не менше ніж 14 Н/мм<sup>2</sup>;
- водонепроникність не більше ніж 10<sup>-6</sup> м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>/день;
- статичний опір проколу не менше ніж 2 500 Н;
- 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.

**8.2.7** У лотковій частині гідроізоляція повинна укладатися на бетонну підготовку класу не нижче ніж С20/25 відповідно до ДСТУ 9208, товщиною не менше ніж 100 мм.

**8.2.8** У місцях улаштування деформаційних швів для зовнішньої гідроізоляції потрібно передбачати компенсатори. В якості обов'язкового заходу підвищення водонепроникності оправи в деформаційних швах та робочих швах бетонування слід встановлювати зовнішні гідрошпонки.

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

**8.2.10** Захисні покриття для захисту обклеювальної гідроізоляції та гідроізоляції, що наплавляється, 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.

**8.2.11** Гідроізоляцію на стінах тунелю слід, як правило, захищати полотнами з геотекстилю. 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 геотекстилю, який закріплюється на поверхні конструкції перед укладанням гідроізоляції.

При проектуванні шару з геотекстилю згідно з ДСТУ EN 13256 потрібно передбачити матеріал з поліпропілену, поверхневою щільністю не менше ніж 500 г/м<sup>2</sup>, статичним проколюванням CBR не менше ніж 7 кН та показником ефективності захисту не більше ніж 2 %.

**8.2.12** Під час спорудження тунелів із замкнених секцій методом продавлювання або проколювання допускається улаштування внутрішньої металоізоляції з товщиною сталевих листів не менше ніж 6 мм.

**8.2.13** 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.

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

**8.2.15** 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.

### **8.3 Вимоги до конструкцій притунельних споруд**

**8.3.1** До складу притунельних споруд належить:

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

У разі розміщення рампи у слабких водонасичених ґрунтах слід проводити перевірку її стійкості проти спливання. За 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, за необхідності, – установку сонцезахисних екранів.

**8.3.6** У разі провітрювання 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 менше ніж 1 м.

**8.3.8** Частина тунелю, яка виступає з лобового укосу, повинна бути оформлена у вигляді горизонтального майданчика довжиною вздовж тунелю не менше ніж 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.

**8.3.9** Підлога в приміщеннях розподільних пристроїв, електрощитових і інших електроприміщеннях повинна бути покритою матеріалами, які не виділяють пилу та не є горючими.

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

Стіни насосних станцій до висоти не менш ніж 1,5 м від рівня підлоги слід облицьовувати керамічною плиткою для стін.

Насосні станції, насосні установки та приміщення станцій пожежогасіння слід проектувати відповідно до вимог ДБН В.2.5-74, ДБН В.2.5-64 та ДБН В.2.5-56.

**8.3.10** Для тунелів автодорожніх довжиною понад 1 500 м у їх порталах, а також всередині тунелю повинні споруджуватися спеціалізовані приміщення з санітарно-технічними приладами для потреб служб експлуатації та охорони, обладнані засобами першої медичної допомоги, екстреного зв'язку і первинними засобами пожежогасіння та подачі технічної води.

**8.3.11** У разі розміщення між тунелями трансформаторних підстанцій і інших експлуатаційно-технологічних пристроїв місця розташування міжтунельних проходів (збійок) слід поєднувати з необхідними для цих пристроїв притунельними спорудами.

**8.3.12** Для проходу обслуговуючого персоналу між паралельними тунелями протяжністю понад 1 000 м потрібно передбачати будівництво сполучних виробок (збійок), що розташовуються через 500 м –700 м.

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

#### **8.4 Верхня будова колії у тунелях залізничних**

**8.4.1** Верхня будова колії в тунелях залізничних 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** У разі застосування баластної колії верхній площині монолітної бетонної основи надається односкатний чи двускатний похил від 2 ‰ до 5 ‰ у бік водовідвідних лотків. Жорстку основу слід виконувати із бетону класу за міцністю не нижче ніж С12/15 відповідно до ДСТУ 9208.

**8.4.6** Під час улаштування верхньої будови колії на щебеневому баласті, шар його під шпалою у підрейкових зонах повинен мати товщину не менше ніж 400 мм.

**8.4.7** Для баластування колії в тунелях застосовується очищений щебінь із крупністю зерен в межах від 25 мм до 60 мм. Щебінь для баластного шару повинен відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-204.

**8.4.8** 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.

**8.4.9** 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 менше ніж 25 м з кожного боку тунелю.

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

**8.4.11** У тунелях довжиною понад 300 м незалежно від категорії залізничної лінії повинні застосовуватися виключно важкі типи рейок Р65, або Р75. Застосування староприсадатних рейок [1] у тунелях не допускається.

**8.4.12** 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.

**8.4.13** У тунелях залізничних потрібно встановлювати репери, 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.

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

**8.4.15** 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.

**8.4.16** На кожному порталі тунелів залізничних слід встановлювати репери для нівелювання III класу.

**8.4.17** 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.

Для зменшення вібрації між попередньо виготовленими бетонними плитами залізничних шляхів та іншими конструкціями тунелю рекомендовано передбачати влаштування дренажного віброізоляційного мату з тривимірною поліамідною структурою.

## **8.5 Конструкції дорожнього одягу в тунелях автодорожніх**

**8.5.1** Проїзна частина в тунелі автодорожньому може розміщуватись на підшві тунельної виробки, на лоткових елементах оправу 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 оправу (для ділянок тунелів, які споруджуються відкритим способом) або для автомобільних доріг над проїзною 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 менше ніж 15 см.



**8.5.3** Тип дорожнього одягу та матеріали дорожнього покриття (асфальтобетонне або цементобетонне) слід приймати, виходячи із транспортно-експлуатаційних вимог і довжини тунелю з урахуванням перспективної інтенсивності руху, складу транспортних засобів в потоці, кліматичних, санітарно-гігієнічних вимог, вимог безпеки та комфортності руху, а також з врахуванням пожежного навантаження.

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

**8.5.5** У тунелях автодорожніх довжиною більше ніж 1500 м рекомендується застосовувати цементобетонний дорожній покриття, який забезпечує зменшення димоутворення у випадку загоряння розлитої легкозаймистої рідини в порівнянні з асфальтобетонним покритвом.

**8.5.6** Коефіцієнт зчеплення дорожнього покриття у тунелі повинен становити не менше ніж 0,45.

**8.5.7** Для тунелів довжиною більше ніж 200 м рекомендується на ділянці дороги перед в'їзним порталом на довжині близько 100 м використовувати темний дорожній покриття (рекомендоване застосування заповнювача з темних порід), а на початковій ділянці тунелю довжиною не менше ніж 150 м – світлий дорожній покриття (рекомендоване застосування заповнювача зі світлих порід).

**8.5.8** На рамповій ділянці коефіцієнт поздовжнього зчеплення повинен становити не нижче ніж на суміжних (примикаючих) ділянках доріг.

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

**8.5.10** У випадку, якщо за проектом передбачене влаштування нежорсткого дорожнього одягу, то підбір конструкції та розрахунки виконуються згідно ГБН В.2.3-37641918-559.

## **8.6 Водовідведення та дренаж**

**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 водовідвідних лотках або колекторах.

**8.6.2** Закриті водовідвідні лотки мають відповідати вимогам ДСТУ Б EN 1433. Водовідвідні лотки, за винятком решіток і кришок, можуть виготовлятися з наступних матеріалів: армованого бетону, полімербетону, фібробетону, полімерів.

**8.6.3** Під час проєктування систем водовідведення слід керуватися вимогами ДБН В.2.5-74, ДБН В.2.5-75, ДСТУ-Н Б В.2.5-61, ДСТУ-Н Б В.2.5-40 та ДСТУ 9057.

**8.6.4** Під час влаштування дренажних систем для захисту їх дренажного ядра від забивання слід призначати геотекстильний фільтр, який підбирається з урахуванням його водопроникності, розмірів пор та міцності (відповідно до ДСТУ 7372) та розраховується за ГБН В.2.3-37641918-544. Геокомпозити та геотекстилі не мають змінювати свої властивості від прикладення експлуатаційних навантажень.

**8.6.5** При розташуванні тунелю в ґрунтовому середовищі, схильному до суфозії, дренажу підземних вод не допускається.

**8.6.6** Слід забезпечувати відведення води вбік від тунелю з припортальної виїмки, розташованої із верхньої сторони. За неможливості виконання цієї вимоги відведення води слід здійснювати у сервісну штольню, а за 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 %).

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

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

**8.6.9** 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 поверхнєве водовідведення із мережею нагірних канав.

**8.6.10** Для відведення поверхневих вод із лобового укосу повинен бути влаштований лоток водовідведення за парашетом.

**8.6.11** 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.

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

**8.6.13** На лінії закритих водовідвідних лотків встановлюються піскоуловлювачі, відстань між якими визначається гідравлічним розрахунком, але не має перевищувати 40 м. Пропускна здатність піскоуловлювачів допускається визначати відповідно до 5.4.12 ДСТУ-Н Б В.2.5-61 або приймати відповідно до значень, наведених у документації виробника.

**8.6.14** Колектори повинні мати оглядові колодязі з відстійниками об'ємом не менше ніж 0,04 м<sup>3</sup>, які розташовуються на відстані не менше ніж 40 м один від одного. Відстійники повинні бути доступні для періодичного очищення.

**8.6.15** Для закритих водовідвідних лотків з незнімними решітками (моноблоки, щілинні лотки, бортові лотки) слід передбачати ревізійні елементи на лінії лотків для їх обслуговування.

**8.6.16** У випадку конструктивної необхідності, коли закриті водовідвідні лотки розташовуються поперек проїзної частини тунелю автомобільного, для забезпечення безпеки руху транспортних засобів рекомендується використовувати лотки з незнімною решіткою (моноблоки, щілинні лотки).

**8.6.17** 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.

**8.6.18** Поздовжній похил дна водовідвідних лотків або колекторів, які проходять уздовж траси тунелю як правило приймається рівним похилу траси. Мінімальний похил дна закритих водовідвідних лотків приймається відповідно до вимог 5.4.6 ДСТУ-Н Б В.2.5-61. Дренажні мережі у зоні вертикальних кривих траси, а також поперечні дренажні мережі повинні мати похил не менше ніж 3 ‰.

## **8.7 Особливості проєктування тунелів у сейсмічних районах**

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

Для ділянок перехрещення 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** По всій довжині тунелю між секціями оправ, а також у місцях примикання до основного тунелю допоміжних (вентиляційних, дренажних тощо) тунелів потрібно влаштовувати антисейсмічні та деформаційні шви, конструкція яких повинна допускати зміщення елементів оправ та збереження гідроізоляції.

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

Для територій із сейсмічністю 7 балів і більше довжина секцій несних підпірних стін, під'їзної і виїзної 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.

У разі розрахункової сейсмічності 7 балів для оправ гірських тунелів дозволяється застосовувати набризкбетон у сполученні з анкерним кріпленням.

**8.7.4** У разі перехрещення тунелем тектонічних тріщин або контакту між ґрунтами різної міцності слід влаштовувати додаткові деформаційні шви, що відтинають приконтатну ділянку тунелю.

Конструкції антисейсмічних, температурно-усадкових і додаткових деформаційних швів повинні забезпечувати герметичність у 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, під час розрахунків підрозділяються на постійні і тимчасові (тривалі, короткочасні і особливі).

До постійних навантажень належать:

- 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 належать впливи від деформацій ґрунтового масиву, сейсмічні навантаження, вплив високої температури, вибухові та ударні навантаження і впливи.

**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 та коефіцієнтів надійності, значення яких наведено в таблиці 9.1.

**9.1.5** Визначення навантажень і впливів на тунелі неглибокого та глибокого закладення, а також за неможливості утворення склепіння обвалення слід виконувати відповідно до Кодексу З-1.

**Таблиця 9.1 – Коефіцієнти надійності для різних видів навантаження**

Види навантажень	Коефіцієнт надійності
<b>Постійні навантаження</b>	
Вертикальне від ваги всієї товщі ґрунтів над тунелем:	
-у природному заляганні	1,1 (0,9)
-насипних	1,15 (0,9)
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
Зусилля від попереднього напруження чи стиску	1,3
Тиск від ваги проїзної частини:	
-залізничної колії	1,3 (0,9)
-дорожній покритв	1,5 (0,9)
<b>Тривалі навантаження</b>	
Вага стаціонарного устаткування	1,05
Температурні кліматичні впливи	1,1
Сили морозного здимання в ґрунтах	1,5
Вплив усадки і повзучості бетону	1,1 (0,9)
Вплив усадки ґрунту	1,5 (0,5)
<b>Короточасні навантаження</b>	
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
Автомобільне вертикальне навантаження АК:	
-візок	1,5
-рівномірно-розподілена частина	1,25
Автомобільне вертикальне навантаження НК	1,1
Автомобільне горизонтальне навантаження	1,2
Залізничне навантаження СК:	
-вертикальне	1,3
-горизонтальне	1,2
Навантаження від трамваю	1,1-1,3
<b>Епізодичні навантаження</b>	
Сейсмічні	1,1
Вибухові та ударні	1,1
<b>Примітка:</b> Значення коефіцієнта надійності за навантаженням, які наведені у дужках, приймають, якщо зменшення навантаження призводить до більш невідгідного завантаження оправ тунелю.	

**9.1.6** Для тунелів у водонасичених ґрунтах слід виконувати перевірку на дію підйомної сили води (спливання).

## **9.2 Основні розрахункові положення**

**9.2.1** Підземні несні конструкції тунелю підлягають розрахунку за граничними станами I і II груп.

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

**9.2.3** Розрахункові моделі тунельних опор 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.

**9.2.4** Оправу підземної споруди, яка споруджується закритим способом та ґрунтовий масив слід розглядати як єдину систему «оправа-масив», яка працює у режимі спільних деформацій.

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

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

**9.2.7** Розрахунки тунельних опор закритого способу робіт на витривалість дозволяється не виконувати, а опор відкритого способу – проводяться за висоти засипки над перекриттям менш ніж 0,8 м або за наявності прольотів більше ніж 20 м.

**9.2.8** 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.

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

- для монолітних бетонних і залізобетонних опор 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 опор зі зв'язками розтягання – розташування і величини початкових зазорів у стиках і піддатливості стиків;
- для збірних залізобетонних опор із перев'язкою швів – взаємодії між суміжними кільцями.

**9.2.10** Під час розрахунків бетонних і залізобетонних опор потрібно застосовувати додаткові коефіцієнти умов роботи конструкцій: 0,9 для монолітних опор, що враховує неточність у призначенні розрахункової схеми та 0,8 для збірних опор, що враховує деформативність стиків за умови застосування гідроізоляції.

**9.2.11** 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 оправи;
- відхилення фактичної роботи стиків збірної оправи від передбачених проектом;
- пониження міцності бетону в оправах без зовнішньої гідроізоляції на обводнених ділянках.

**9.2.12** 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.

**9.2.13** 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.

**9.2.14** 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 найневигодніші комбінації всіх навантажень, що прикладаються до оправи і ґрунтового масиву, за винятком зусилля обтискання.

**9.2.15** Ребра елементів збірної оправи, які стягаються болтами, потрібно розраховувати на міцність і тріщиностійкість при граничних зусиллях у болтах. Ці зусилля слід обчислювати за розрахунковим опором болтів, помноженому на коефіцієнт 1,25.

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

**9.2.17** Граничну нормальну силу в циліндричному стику (несну здатність стику)  $N_H$ , МПа, слід визначати за формулою:

$$N_H = 0,75f_b b h_e \left( 1 - \frac{2e}{h_e} \right), \quad (9.1)$$

де

$f_b$  – розрахунковий опір бетону осьовому стиску, МПа;

$b$  – ширина блоку або тюбінга, м;

$h_e$  – висота поперечного перерізу елемента, м;

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

**9.2.18** 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.

**9.2.19** 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.

**9.2.20** 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 експлуатування 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 пристроїв (кіосків), сприяти швидкій локалізації продуктів горіння, димовидаленню і евакуування людей у разі виникнення пожежі.

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

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

**10.1.5** Конструкція вентиляторних установок повинна забезпечувати можливість спільної роботи декількох вентиляторів на одну аеродинамічну мережу, перехід на резервний вентагрегат без зупинки інших вентагрегатів.

**10.1.6** У приміщеннях для обігріву обслуговуючого персоналу слід передбачати обладнання, що забезпечує температуру повітря у зимовий час не нижче ніж +18°C.

**10.1.7** Для систем вентиляції водовідливної установки, розташованої в тунелі, допускається виконувати повітрязабір з об'єму транспортного відсіку або викид в його об'єм.

### 10.2 Вентиляція в тунелях залізничних

**10.2.1** У тунелях залізничних 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 протидимовою вентиляцією.

При технічному обґрунтуванні, тунелі довжиною більше ніж 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 тунелях залізничних 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 допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі тунелю слід приймати за таблицею 10.1.

**Таблиця 10.1** – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин

Назва показника	Гранично допустима концентрація, мг/м <sup>3</sup>
Вуглецю оксид	200
Азоту оксид	5
Вуглецю оксид (сажа)	4

**10.2.3** Розрахункові значення гранично допустимої концентрації токсичних речовин у будь-якій точці повітряного простору тунелю залізничного 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** Під час розрахунків повітрообміну концентрація токсичних речовин у повітрі тунелю залізничного 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 тунелю залізничного слід визначати за даними вимірів (в об'ємі аеродинамічних передпроектних вишукувань) у місцях передбачуваного повітрозабору або за результатами розрахунків. 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 тунелях залізничних, що полягають у забезпеченні видимості, яка задовольняє вимогам забезпечення безпеки руху, наведено в таблиці 10.2.

**Таблиця 10.2 – Вимоги до повітряного середовища в тунелях залізничних**

Назва показника	Гранично допустима величина	
	Одиниці виміру	Значення
Видимість	м	133
Коефіцієнт поглинання світла	Лм <sup>-1</sup>	0,007

**10.2.7** Виникнення туману в тунелях залізничних під час роботи систем вентиляції у всіх режимах експлуатування і на випадок пожежі не допускається.

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

Середня по переїзду швидкість руху повітря у транспортній зоні тунелю залізничного, яка створюється пристроями вентиляції без урахування впливу поршневого ефекту від транспортних засобів повинна, бути не вище ніж 6 м/с, у зоні повітровикидаючих або повітрозбірних 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 братися до уваги при аеродинамічному проектуванні є метеорологічні параметри: перепад барометричних тисків і швидкості вітру.

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 упродовж 30 хв. Якщо результати такого моніторингу відсутні, слід приймати щільність повітря – 1,2 кг/м<sup>3</sup>. Силу поривів вітру слід приймати по даних метеорологічного моніторингу місцевості.

**10.2.10** У тунелях залізничних 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 тунелях залізничних повинні бути вжиті заходи щодо запобіганню затримання потоку повітря між повітрозабірними і повітровикидними пристроями.

**10.2.13** Електропостачання вентустановок слід проектувати, дотримуючись 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.

Вентилятори систем механічного димо- та тепловидалення слід встановлювати в окремих від вентиляторів іншого призначення приміщеннях, відгороджених протипожежними перегородками 1 типу та протипожежними перекриттями 3 типу.

**10.2.15** Система тунельної вентиляції повинна 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 тунелях залізничних, які передбачені виключно для пропуску поїздів на електричній тязі, та у яких відсутнє виділення шкідливих речовин природного походження із навколишнього гірського масиву, якщо довжина менше ніж 10 км допускається передбачати створення тільки аварійної системи вентиляції.

У тунелях залізничних, 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 тунелях залізничних, 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».

Допускається споруджувати вентиляційні ворота або інші пристрої для обмеження надходження зовнішнього повітря в тунель.

### **10.3 Вентиляція в тунелях автодорожніх**

**10.3.1** Необхідність улаштування примусової вентиляції в тунелі автодорожньому визначається розрахунком. Якщо довжина тунелю більше ніж 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 портално-шахтній схемі з використанням поздовжньої вентиляції, у тому числі зі струминними вентиляторамі, поперечною або комбінованою системою вентиляції.

**10.3.2** Поздовжню систему вентиляції з подачею або витяжкою повітря тільки через портали рекомендується застосовувати в тунелях довжиною до 1 000 м (1 500 м), поздовжньо-поперечну й напівпоперечну – в тунелях довжиною до 2 000 м (3 000 м). Цифри в дужках стосуються 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 3 000 м 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 (СО) і діоксиду азоту (NO<sub>2</sub>).

**10.3.4** В тунелях автодорожніх у режимі «А» середнє значення ГДК СО не повинне перевищувати 0,070 г/м<sup>3</sup>. Середнє значення ГДК оксиду азоту NO<sub>2</sub> відповідно – 0,005 г/м<sup>3</sup> при тривалості знаходження транспорту у тунелі з розрахунковою швидкістю руху 15 км/год, а при більш тривалому перебуванні – 0,0005 г/м<sup>3</sup>.

У режимах «Б», «В» середнє значення ГДК СО не повинне перевищувати 0,200 г/м<sup>3</sup>, середнє значення ГДК NO<sub>2</sub> – 0,005 г/м<sup>3</sup> та сажі – 0,004 г/м<sup>3</sup>.

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 обладнання для інформування про вимикання двигунів транспортних засобів, які перебувають у тунелі, та про заборону в'їзду додаткових автомобілів у тунель.

**10.3.5** Слід передбачати автоматичні заходи (увімкнення червоного сигналу світлофора, закриття шлагбаума, підйом автоматичних бар'єрів) для випадків перевищення значення ГДК СО (NO<sub>2</sub>) або досягнення мінімального значення швидкості руху в тунелі. Спрацювання заходів зупинки в'їзду автомобілів до тунелю слід передбачати із затримкою на 30 с для оцінки ситуації.

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

**10.3.7** Продуктивність вентиляції тунелів автодорожніх потрібно 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 тунелю автодорожньому 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.

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

**10.3.11** Необхідність звукоізоляції зовнішніх огорож 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 газоаналізатори, які реагують на підвищення концентрації шкідливих речовин, а також на утворення вибухонебезпечного газопароповітряного середовища.

**10.3.13** Газоаналізатори слід передбачати із кроком, що забезпечує контроль повітряного середовища по всьому тунелю. Слід також передбачати автоматичний контроль за робочими параметрами устаткування вентиляційних систем.

**10.3.14** Під час проєктування 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.

У разі викидів 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 систем 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 згідно з ДСТУ 2867-94.

У каналах, розміщених з боку всмоктувальних і витяжних вентиляційних пристроїв, а при обґрунтуванні розрахунком також з боку тунелів, слід передбачати установку глушителей 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 ніж 5° С. Припливні системи повинні оснащуватися системою автоматики для підтримки заданої температури повітря.

**10.3.20** Витяжні вентилятори систем протидимного захисту тунелів автодорожніх повинні забезпечувати видалення високотемпературних продуктів горіння протягом часу, необхідного для евакуування людей назовні.

**11 ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, ОСВІТЛЕННЯ, СИГНАЛІЗАЦІЯ ТА ЗВ'ЯЗОК****11.1 Електропостачання і електрообладнання в тунелях автодорожніх**

**11.1.1** При проектуванні електроустановок тунелів крім положень цих норм слід також керуватись вимогами ПУЕ та ДБН В.2.5-23.

**11.1.2** Живлення електроустановок тунелів слід передбачати від підстанцій оператора електричної мережі або власних трансформаторних підстанцій.

**Примітка.** Вибір кількості, потужності, місця розташування, типу і схеми підстанцій вирішуються комплексно за результатами техніко-економічних розрахунків (ТЕР) з порівнянням можливих варіантів.

**11.1.3** Улаштування та розміщення ТП потрібно виконувати відповідно до вимог глави 4.2 ПУЕ та ДБН В.2.5-23.

**11.1.4** Під час вибору потужності силових трансформаторів потрібно враховувати здатність трансформаторів до перевантаження: оливних – згідно з ДСТУ 3463, сухих – згідно з ДСТУ ІЕС 60076-12, з урахуванням наявності чи відсутності у сухих трансформаторів пристроїв примусової вентиляції.

Застосування олійних трансформаторів і оливнонаповненого устаткування на вбудованих та підземних підстанціях не допускається.

**11.1.5** Електропостачання силових, освітлювальних та інших технологічних споживачів слід передбачати напругою 400/230 В змінного струму частотою 50 Гц із системою заземлення TN-S. Дозволяється використання системи TN-C-S.

**Примітка.** У тунелях з вбудованими або прибудованими власними ТП слід застосовувати систему TN-S.

**11.1.6** За ступенем надійності електропостачання електроприймачі тунелів належать до категорій, вказаних в таблиці 11.1.

**Таблиця 11.1** - Категорія надійності електропостачання електроприймачів тунелів

Назва електроприймачів	Категорія надійності
Системи забезпечення організації, безпеки руху та експлуатації тунелю (системи диспетчеризації, дистанційного керування, електрозв'язку, телеспостереження, сигналізації та контролю газового складу повітря), гучномовного оповіщення та керування евакуюванням, системи протипожежного захисту та аварійного освітлення	особлива група I категорії
Системи робочої вентиляції, електрообігріву водовідвідних лотків тунелю, насосне обладнання та робоче освітлення	I категорія
Інші електроспоживачі	II категорія

**11.1.7** Електропостачання приймачів II категорії надійності електропостачання потрібно забезпечувати від двох незалежних взаєморезервованих джерел. Допускається перерва в електропостачанні на час, необхідний для вмикання резервного живлення черговим персоналом чи виїзною оперативною бригадою.

**11.1.8** Електропостачання приймачів I категорії надійності електропостачання треба забезпечувати електроенергією від двох незалежних взаєморезервуючих джерел живлення, і перерву їх електропостачання в разі порушення електропостачання від одного з джерел живлення можна допускати лише на час автоматичного відновлення живлення за допомогою АВР. При цьому трансформатори ТП повинні жити по високій стороні взаєморезервованими лініями, які підключені до різних незалежних джерел живлення та мають необхідний резерв пропускну здатності елементів системи залежно від навантаження електроприймачів і категорії надійності електропостачання.

**11.1.9** Для електроприймачів особливої групи I категорії надійності електропостачання потрібно передбачати додаткове живлення від третього незалежного джерела живлення, що забезпечує електропостачання визначеної тривалості.

В якості третього незалежного джерела живлення допускається використання генераторних установок (зокрема, дизельних електричних станцій (ДЕС)), агрегатів безперебійного живлення (АБЖ), акумуляторних батарей тощо.

**11.1.10** Розрахунок електричних навантажень силових електроприймачів виконується згідно ДСТУ-Н Б В.2.5-80, при цьому коефіцієнт попиту освітлювальних установок тунелю приймається рівним одиниці.

**Примітка.** У разі, коли підстанція живить, крім тунелю, громадські будівлі, при визначенні розрахункового навантаження ТП слід додатково враховувати розбіжності розрахункових максимумів навантажень цих електроприймачів з використанням коефіцієнта участі в максимумі навантаження згідно з ДБН В.2.5-23.

**11.1.11** Визначення втрат напруги в елементах електричної мережі тунелю здійснюється на підставі розрахунків, виходячи із допустимого відхилення напруги у приймачів відповідно до ДСТУ HD 60364-5-52. При цьому втрати напруги від ввідного пристрою до споживачів не повинні перевищувати 3 % для освітлювальних приладів та 5 % для інших електроприймачів.

**Примітка.** Вищезазначені вимоги допустимих значень коливань напруги не відносяться до ліній живлення аварійного освітлення та світлодіодних світильників (для яких рівень відхилення напруги визначається згідно технічних паспортів виробника).

Також може бути прийнято більше падіння напруги для двигунів в період запуску (але не більше за 15 %) і для іншого обладнання з високими пусковими струмами, за умови, що в цих випадках зміни напруги залишаються в межах, що забезпечують пуск цих пристроїв.

**11.1.12** Вентиляційні системи, насосні установки, автоматичні установки пожежогасіння і системи робочого освітлення, окрім місцевого керування, також повинні мати дистанційне керування з диспетчерського пункту та сигналізацію щодо їхнього стану.

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

**11.1.13** 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.

**11.1.14** Для забезпечення ремонтних робіт у транспортній зоні тунелів довжиною 150 м і більше слід передбачати ремонтні ящики з напругою 400/230 В, 50 Гц розраховані на сумарне навантаження 10 кВт.

**Примітка.**

1. Ремонтні ящики слід розміщати з кроком не менше ніж 120 м в нішах тунелів, а при наявності міжтунельних проходів в них, на висоті від 0,5 м до 0,7 м від рівня службових проходів або захисних смуг.

2. Для залізничних тунелів допускається установка ремонтних (колійних) ящиків на бічних стінах тунелю з дотриманням габариту наближення будов «С» за ДСТУ Б В.2.3-29.

**11.1.15** Слід надавати перевагу прокладанню кабельних ліній в кабельних спорудах (колекторі або відсіку тунелю).

Також допускається прокладання кабелів по боковим стінам тунелю по кабельним конструкціям на висоті не менше ніж 3 м від рівня проїзної частини. В цьому випадку кабелі повинні бути захищені від механічних пошкоджень (або бути броньованими).

**11.1.16** Прокладання груп кабелів повинно виконуватися з дотриманням встановлених у ДСТУ EN 50174-2 відстаней між силовими та слабкострумними кабелями (контрольних, електрозв'язку тощо).

**11.1.17** Улаштування внутрішніх електричних мереж тунелів, кабелепроводів, кабельних лотків, захист електричних мереж та вибір перерізу провідників, улаштування ввідно-розподільчих пристроїв та розподільних щитів виконується згідно вимог ДБН В.2.5-23.

**11.1.18** Кабелі системи електропроводки внутрішніх електричних мереж тунелів повинні не поширювати полум'я за класом відповідно до ДБН В.2.5-23.

**11.1.19** Кабелі системи електропроводки, що забезпечують в умовах пожежі функціонування систем безпеки, зокрема систем протипожежного захисту, повинні не поширювати полум'я та забезпечувати вогнестійкість за класом відповідно до ДБН В.2.5-23.

**11.1.20** Системи кабельних коробів, кабелепроводів, кабельних лотків та драбин мають бути стійкими до поширення полум'я з групою показника токсичності відповідно до ДБН В.2.5-23.

**11.1.21** Штучне освітлення тунелів виконується у відповідності до вимог ДБН В.2.5-28. Норми освітлення тунелів автодорожніх приймається згідно з ДБН В.2.5-28, та залізничних відповідно до таблиці 11.2.

**Таблиця 11.2** – Норми робочого освітлення тунелів залізничних

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

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

**11.1.22** Заземлення електроустановок тунелів та виконання захисних заходів від ураження електричним струмом виконується у відповідності до ПУЕ та ДСТУ Б В.2.5-82.

**11.1.23** Системи захисту від блискавки та перенапруги, внаслідок її дії, виконуються згідно з вимогами серії стандартів ДСТУ EN 62305.

**Примітка.** Входи в тунель визначаються як зона LPZ 0<sub>v</sub>, внутрішні зони тунелів як зона LPZ 1.

**11.1.24** Для запобігання монотонного мерехтіння яскравих частин світильників та їх відблисків (флікер-ефекту) крок між світильниками в ряді повинен бути не менше за значення, наведені 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

**11.1.25** Аварійне освітлення тунелів та зон безпеки тунелів виконується у відповідності до ДБН В.2.5-28, ДСТУ EN 1838 та ДСТУ EN 50172. Аварійне освітлення приміщень та зон безпеки тунелю для захисту людей від небезпечних чинників пожежі або для тимчасового перебування людей в разі дорожньо-транспортної пригоди, повинні мати тривалість роботи не менше ніж 3 год. Вимоги до світлових показників та евакуаційних світильників повинні відповідати ДСТУ ISO 6309, ДСТУ EN 12101-1, ДСТУ EN 12845, ДСТУ ISO 3864-1, ДСТУ EN ISO 7010.

## 11.2 Автоматика, сигналізація і зв'язок у тунелях залізничних

**11.2.1** Тунелі залізничні, 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.

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

**11.2.3** Тунелі залізничні повинні обладнатися системою гучномовного оповіщення, що входить складовою частиною у систему пожежної сигналізації і керування евакуаванням при

пожежі. Динаміки в тунелях слід установлювати через кожні 60 м  $\pm$  0,5 м. Портальні ділянки повинні мати незалежні зони мовлення. У чергових приміщеннях тунелів слід передбачити пульти оповіщення із включенням зон мовлення порталів.

### **11.3 Захист споруд та обладнання від електрокорозії у тунелях залізничних**

**11.3.1** Тунелі залізничні повинні бути надійно захищені від корозії блукаючими струмами (електрокорозії), яка викликана власними пристроями та іншими джерелами постійного струму.

**11.3.2** Захист споруд, конструкцій і обладнання тунелів залізничних 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.

**11.3.3** У проектах тунелів залізничних 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 тунелів залізничних та можливих джерел корозійного впливу.

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

- 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 витоків 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.

**11.3.5** 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.

**11.3.6** 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.

**11.3.7** Захист споруд, конструкцій і обладнання залізничних тунелів від електрокорозії повинен здійснюватися методами пасивного захисту згідно з ДСТУ Б В.2.6-145, ГБН В.2.3-37472062-3, ДСТУ Б.В.2.5-30 та ДСТУ Б В.2.5-29.

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 portalу;
- 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) не більше ніж через 500 м;

в) на вводах в тунелі трубопроводів і кабелів;  
г) у місцях перехрещення або зближення тунелю залізничного з лініями трамваю або лініями метрополітену.

**11.3.8** 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  $200 \pm 1,0$  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 не більше ніж через 500 м.

**11.3.9** Обладнання КВП слід розміщувати у спеціальних ящиках.

#### **11.4 Системи зв'язку, гучномовного оповіщення і єдиного часу**

**11.4.1** 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.

#### **Примітка.**

Точки підключення телефонних апаратів слід передбачати:

- у транспортних зонах тунелів біля всіх пожежних шаф;
- приміщеннях зон безпеки тунелю;
- 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, установленої в тунелі, слід оснащувати покажчиками і світильниками, які приєднані до мережі аварійного освітлення.

**11.4.2** У тунелях потрібно 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).

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

**11.4.4** У транспортних зонах тунелів повинна бути передбачене прокладання під перекриттям тунелів випромінюючих височастотних кабелів у негорючій оболонці для забезпечення мобільного радіозв'язку.

**11.4.5** 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 передбачити системи керування евакуюванням (системи оповіщення про пожежу і покажчики напрямку евакуювання) не нижче типу СО<sub>4</sub> згідно з ДБН В.2.5-56.

**11.4.6** 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 оголошень, включених у схему автоматизації керуванням протипожежного захисту.

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

**11.4.8** 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.

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

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

**11.4.11** 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.

**Примітка.** Керування вторинними електрогодинниками слід передбачати від первинних електрогодинників.

## **12 СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕКИ ТУНЕЛІВ, ДОРОЖНЬОГО РУХУ ТА КЕРУВАННЯ КОМПЛЕКСОМ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ**

### **12.1 Системи безпеки тунелів**

**12.1.1** До складу систем безпеки автодорожніх та залізничних 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, виведена 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 потрібно передбачити улаштування системи контролю і керування доступом із диспетчерського пункту.

**12.1.5** Слід передбачити можливість автоматичного забезпечення доступу персоналу до об'єкта і учасників дорожнього руху в зони безпеки та аварійні виходи при організації евакуування у випадку пожежі або інших 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 тунелях автодорожніх**

**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 (ДП). У ДП слід передбачати організовані автоматизовані робочі місця диспетчерів, що оснащуються персональним комп'ютером і засобами оперативного зв'язку і керування.

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

Для забезпечення комплексної безпеки руху транспортних засобів слід визначати склад пристроїв і організаційно-технічних заходів.

**12.2.2** На підходах до тунелів слід передбачати світлові покажчики (світлофори), що зупиняють в'їзд транспортних засобів по смугах руху, покажчики допустимої швидкості руху в тунелях, динамічні інформаційні табло, дорожні знаки, що забезпечують безпеку дорожнього руху в тунелях відповідно до ДСТУ 4100. Динамічні інформаційні табло повинні мати можливість виводу із ДП або ЦДП спеціальних інформаційних повідомлень («ожеледь», «пожежа» тощо).

**12.2.3** У тунелі слід передбачати дублювання встановлених перед тунелем дорожніх знаків з необхідною інформацією не рідше ніж через 500 м.

**12.2.4** У тунельних переходах не допускається розміщення конструкцій, які не відносяться до організування руху та експлуатування тунелів.

**12.2.5** На підходах до тунелів слід передбачати засоби для контролю габаритних розмірів (габаритні ворота) і шлагбауми.

**12.2.6** Початкові елементи дорожніх огорож перед в'їздами в тунелі та у місцях розгалуження транспортних потоків слід передбачати із амортизаційних пристроїв («демпферних систем») та оснащувати вертикальною розміткою згідно з ДСТУ 2587.

**12.2.7** Для дорожніх знаків заборонних у тунелях та на під'їздах до них слід передбачати дублювання розміткою на дорожньому покритті відповідно до ДСТУ 2587.

**12.2.8** У випадку створення автоматизованої системи керування дорожнім рухом (АСКДР), слід передбачати наступні підсистеми:

- моніторингу транспортних потоків – збору і відображення інформації про інтенсивність і швидкість руху транспортних засобів;
- відеоспостереження за обстановкою у транспортних зонах;
- керування динамічними інформаційними табло, світлофорами і шлагбаумами;
- автоматичного виявлення дорожньо-транспортних пригод (ДТП), заторів і зупинки одиночних транспортних засобів.

**12.2.9** В тунелях автодорожніх потрібно передбачати пристрої відеоспостереження за рухом транспортних засобів і засоби зв'язку для передачі інформації про аварійну обстановку в диспетчерський пункт і підрозділ охорони.

### **12.3 Системи керування комплексом інженерних систем в тунелях автодорожніх**

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

**12.3.2** Для забезпечення керування основними групами інженерних систем тунелів слід передбачати створення автоматизованої системи керування технологічними процесами (АСК ТП).

**12.3.3** Під час проєктування АСК ТП слід передбачати два основних режими функціонування експлуатації тунелів:

- режим нормальної експлуатації (експлуатаційний або штатний режим);
- режим надзвичайної ситуації (НС), режим виникнення і ліквідації наслідків НС.

**Примітка.** Систему АСК ТП слід проєктувати таким чином, щоб у випадку виходу контрольованих параметрів за встановлені межі, зображення з відповідної телекамери (за наявності) підсистеми телевізійного спостереження автоматично передавалося на монітор диспетчера.

**12.3.4** Під час проєктування АСК ТП слід передбачати можливість відображення на моніторах ЕОМ АРМ диспетчерів експлуатуючої організації (а, за необхідності, і на засобах відображення інформації колективного користування) структурних схем технологічних систем тунелів із висновком даних про стан і поточні параметри функціонування технологічного устаткування. Повинен бути передбачений безперервний контроль за робочими параметрами

устаткування технологічних систем із автоматичним виведенням інформації про вихід значень контрольованих параметрів за встановлені межі.

**12.3.5** Якщо довжина тунелю більше ніж 3000 м слід передбачати власне резервне джерело електропостачання необхідної потужності на випадок виникнення надзвичайної ситуації.

### **13 ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ**

#### **13.1 Загальні вимоги**

**13.1.1** Під час проектування тунелів на автомобільних дорогах загального користування та дорогах і вулицях міст всіх категорій, на залізницях загальної мережі колії 1520 мм слід дотримуватися вимог ДБН В.1.1-7, ДБН В.1.2-7, ДБН В.2.5-56, ДБН В.2.5-64, ДБН В.2.5-74, ДБН В.2.5-67.

**13.1.2** В тунелях слід передбачати протидимний захист для забезпечення безпечного евакуювання людей, а також їх захисту у зонах безпеки тунелю під час виникнення пожежі при відсутності доступу до евакуаційних виходів. Протидимний захист повинен також забезпечувати необхідні умови для роботи пожежно-рятувальних підрозділів під час рятування людей, виявлення та гасіння пожежі.

**13.1.3** Проектування та розрахунок основних параметрів систем протидимного захисту слід здійснювати згідно з ДБН В.2.5-56 та ДСТУ EN 12101-1, ДСТУ EN 12101-2, ДСТУ EN 12101-3, ДСТУ CEN/TR 12101-4, ДСТУ CEN/TR 12101-5, ДСТУ EN 12101-6, ДСТУ EN 12101-7, ДСТУ EN 12101-8.

**13.1.4** У місцях перетинання повітроводами систем загальнообмінної вентиляції огорожувальних конструкцій технічних приміщень тунелю для вентиляційного обладнання, що обслуговують різні протипожежні відсіки, слід встановлювати протипожежні клапани з межею вогнестійкості відповідно до ДБН В.1.1-7.

**13.1.5** Перелік систем протидимного захисту, які спільно працюють під час пожежі, повинен визначатися з урахуванням різноманітних сценаріїв пожежі, що залежать від місця виникнення пожежі в тунелі. В усіх варіантах пожеж потрібно передбачати обов'язкове відключення систем загальнообмінної вентиляції та кондиціонування, які не використовуються у системі протидимного захисту та випередження моменту вмикання систем димовидалення відносно моменту запуску систем підпору повітря.

**13.1.6** 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.

**13.1.7** Під час розроблення протипожежних заходів, кількість одночасних пожеж або аварійних ситуацій при наявності двох або більше суміжних тунелів слід приймати в одному з них (в найбільшому або потенційно найбільш небезпечному).

Проектні рішення повинні передбачати заходи для можливості локалізації та гасіння пожежі пожежно-рятувальними підрозділами із використанням пересувної пожежної техніки з врахуванням наявності внутрішнього протипожежного водопроводу та сухотрубів, а також пожежних гідрантів мережі водопроводу населеного пункту біля порталів та шахтних стволів.

**13.1.8** Тунелі слід обладнувати системою пожежної сигналізації і системою керування евакуюванням (в частині оповіщення про пожежу і покажчики напрямку евакуювання), а тунелі довжиною 300 м і більше додатково слід обладнувати такими системами:

- системою телефонного зв'язку в транспортній зоні для повідомлення про пожежу;
- системою протидимного захисту;
- системою внутрішнього протипожежного водопроводу з пожежними кран-комплектами і сухотрубками із з'єднувальними головками діаметром 80 мм для приєднання рукавів та подачі води від пересувної протипожежної техніки;

- автоматичного пожежогасіння кабельних колекторів та електрощитових (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.

**13.1.9** Диспетчеризація протипожежного захисту тунелів повинна 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.

**13.1.10** При наявності по довжині тунелів кабельних колекторів, вони через кожні не більше ніж 150 м повинні розділятися на відсіки протипожежними перегородками.

**13.1.11** Протипожежні відстані 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, ДСТУ 9058.

**13.1.12** 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.

**13.1.13** Шахти димовидалення слід розміщувати на відстані не менше ніж 25 м від евакуаційних виходів, повітрозбірних пристроїв, порталів, площадок розосередження людей, які евакуюються та місць розміщення спеціальної техніки аварійно-рятувальних служб.

**13.1.14** Майданчики для розміщення спеціальної техніки аварійно-рятувальних служб слід передбачати біля евакуаційних виходів, пунктів підключення пожежних машин до сухотрубів протипожежного водопроводу на відстані не більше ніж 10 м. Під'їзди і проїзні частини до них слід передбачати по дорогах із твердим покриттям, шириною не менше ніж 3,5 м, які слід закінчувати майданчиками розміром не меншим 15 м × 15 м, призначеними для розвороту техніки.

Майданчики для розосередження людей, які евакуюються, повинні розташовуватися безпосередньо біля евакуаційних виходів.

Евакуаційні виходи, місця доступу аварійно-рятувальних служб, пункти підключення пожежних машин до сухотрубів, майданчики для розміщення техніки аварійно-рятувальних служб повинні обладнуватися світловими покажчиками і табло.

**13.1.15** Перед порталами тунелю залізничного потрібно улаштовувати світлові інформаційні табло «ПОЖЕЖА».

**13.1.16** Розміщення пожежних гідрантів для цілей зовнішнього пожежогасіння повинне відповідати таким вимогам:

- максимальна відстань від порталів тунелю, евакуаційних виходів, введених 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.

**13.1.17** Категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою підземних споруд і окремих приміщень у підземних спорудах транспортних тунелів слід приймати відповідно до класифікації ДСТУ Б В.1.1-36.

**13.1.18** Для уникнення поширення нафтопродуктів, які горять, по тунелі автодорожньому у водовідвідних лотках оглядові колодязі не рідше, ніж через 80 м повинні мати гідрозатвори (перепуски сифонного типу).

**13.1.19** Для тунелю залізничного гідрозатвори сифонного типу обсягом не менше ніж 0,2 м<sup>3</sup> 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** Мінімальний клас вогнестійкості будівельних конструкцій наземних споруд, які входять до комплексів транспортних тунелів, слід приймати як для будівель II ступеня вогнестійкості згідно з ДБН В.1.1-7.

**13.2.2** Клас 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** Клас вогнестійкості несних 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 EI 60;
- стіни (перегородки) службових і побутових приміщень категорії В – REI45;
- стіни (перегородки) службових і побутових приміщень категорії Г і Д – REI 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 несні конструкції або протипожежні перешкоди в об'ємі тунелю REI 120.

Межа вогнестійкості герметизаційних клапанів, які розташовуються в протипожежних перешкодах, повинна бути не менше ніж у протипожежних перешкод, де вони встановлені, за ознаками втрати цілісності (E) та теплоізолювальної здатності (I).

**13.2.4** Конструкції, які відокремлюють транспортні зони тунелів від інших об'ємів у середині тунельного простору, повинні проектуватися 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** 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).

При проектуванні перехрещень протипожежних перешкод повітропроводам слід дотримуватись вимог ДБН В.2.5-56 та ДБН В.2.5-67.

**13.2.7** 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 за пожежною небезпекою «Д» клас вогнестійкості не нормується.

**13.2.8** У межах службово-побутових приміщень одного протипожежного відсіку, загальною площею не більше ніж 80 м<sup>2</sup>, розміщених в одному рівні, вогнезатримуючі клапани на повітропроводах допускається не встановлювати.

**13.2.9** Вимоги до кабельних конструкцій та кабелів системи електропроводки, що забезпечують в умовах пожежі функціонування систем безпеки зазначені в 11.1.18, 11.1.19.

### **13.3 Система оповіщення 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 керування евакуюванням (в частині системи оповіщення про пожежу і показників напрямів евакуювання), 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 пожежної сигналізації з тепловими і димовими пожежними сповіщувачами.

**13.3.3** Слід передбачати передавання сигналу про пожежу в тунелях або в приміщеннях притунельних споруд, які прилягають до тунелів, до ДП (ЦДП).

Крім того, для тунелів в населених пунктах слід забезпечувати вивід сигналу про пожежу з адресною вказівкою місця пожежі на пульт цілодобового пожежного нагляду.

**13.3.4** Автоматичні системи пожежної сигналізації повинні формувати командний імпульс на виключення систем вентиляції та включення систем пожежогасіння, протидимного захисту, підпору повітря і пожежного оповіщення згідно з ДБН В.2.5-56.

Система пожежної сигналізації повинна передбачати програмні і апаратні засоби захисту від помилкових спрацьовувань.

Крім автоматичних систем керування евакуюванням (в частині системи оповіщення про пожежу і показників напрямів евакуювання) 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 показниками.

**13.3.5** Систему АСК ТП слід проектувати таким чином, щоб 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 керування евакуюванням (в частині системи оповіщення про пожежу і показників напрямів евакуювання);
- евакуаційного освітлення;
- загороджувальної сигналізації при в'їзді в аварійний тунель (світлофора перерозподілу автотранспортних потоків, опускання шлагбаума, включення табло «Пожежа»);
- системи комплексного протидимного 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** Мовне оповіщення повинне включатися з диспетчерського пункту після перевірки отриманого повідомлення про пожежу і підтвердження необхідності евакуювання людей з тунелю.

**13.3.10** Система керування евакуюванням (в частині системи оповіщення про пожежу і показників напрямів евакуювання) для евакуювання 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 безпечного евакуювання людей;
- д) функціонування системи керування евакуюванням (в частині систем оповіщення про пожежу і покажчиків напрямку евакуювання) протягом усього часу евакуювання;
- е) включення світлових покажчиків «Вихід»;
- ж) включення світлових покажчиків напрямку руху евакуювання пасажирів і експлуатаційного персоналу.

**13.3.11** Кількість мовних оповіщувачів, їх розташування та потужність повинні забезпечувати необхідну гучність в усіх місцях знаходження людей відповідно до ДБН В.2.5-56. Оповіщувачі не повинні мати регуляторів гучності та повинні підключатися до мережі без роз'єднувальних пристроїв.

**13.3.12** Кабелі пожежної сигналізації у всіх зонах тунелю та притунельних спорудах слід проектувати згідно з ДБН В.2.5-56 та ДСТУ CEN/TS 54-14.

#### **13.4 Шляхи евакуації та евакуаційні виходи**

**13.4.1** В якості шляхів евакуації людей слід передбачати транспортні тунелі, суміжні тунелі (при наявності двох або більше тунелів), сервісні тунелі, стволи, які ведуть безпосередньо назовні.

**13.4.2** Слід передбачати 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** В тунелях залізничних і автодорожніх потрібно влаштовувати уздовж усього тунелю із шириною проходу не менше ніж 1,35 м, не менше однієї евакуаційної штольні, смуги безпеки, службового проходу тунелю, які передбачені як основний шлях евакуації. На шляхах евакуації слід застосовувати виключно негорючі будівельні матеріали конструкцій та їх облицювання.

**13.4.4** Входи на піднесену або відділену відгородженням частину шляхів евакуації відносно проїзної частини тунелю слід передбачати по всій його довжині на відстані не більше ніж 50 м один від одного із шириною проходу не менше ніж 1,35 м та висотою не менше ніж 2,1 м.

**13.4.5** На входах у зони безпеки тунелю слід передбачати протипожежні тамбур-шлюзи з підпором повітря під час пожежі або передбачати підпір повітря безпосередньо в саме приміщення зони. На евакуаційних виходах із транспортного тунелю у евакуаційні штольні, сервісні тунелі або в суміжний тунель слід передбачати протипожежний тамбур-шлюз з підпором повітря в разі пожежі.

**13.4.6** Виходи з тунелю відносяться до евакуаційних, якщо вони ведуть із приміщень тунелю та притунельних споруд:

- а) безпосередньо назовні;
- б) назовні через сервісний тунель вхід до якого влаштовано через протипожежний тамбур-шлюз з підпором повітря в разі пожежі;
- в) у сусідній тунель через збірку вхід до якого влаштовано через протипожежний тамбур-шлюз з підпором повітря в разі пожежі і далі назовні;
- г) назовні безпосередньо через сходи або сходову клітку відокремлені від приміщення тунелю суцільною протипожежною перегородкою 1-го типу через протипожежний тамбур шлюз.
- д) у суміжний протипожежний відсік тунелю, який забезпечений виходами згідно з підпунктами а) б) в) г) 13.4.6.

Ширина таких виходів повинна бути не менше ніж 1,35 м, а висота не менше ніж 2,1 м.

**13.4.7** Якщо довжина тунелів автодорожніх мілкого закладення більше ніж 1000 м слід передбачати сходи або сходову клітку, відокремлені від приміщення тунелю суцільною протипожежною перегородкою 1-го типу через протипожежний тамбур шлюз, які мають безпосередній вихід назовні. Місця розміщення таких евакуаційних сходів або сходових кліток визначаються за результатом розрахунку тривалості евакуювання людей із тунелю та притунельних споруд згідно з ДСТУ 8828, проте відстань між такими виходами не повинна перевищувати 200 м.

**13.4.8** Слід передбачати двері евакуаційних виходів із тунелю з відкриванням 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 строку служби не менше ніж 10 років.

**13.4.9** Кожен протипожежний відсік тунелів потрібно проєктувати з окремими інженерними системами та системами протипожежного захисту, в тому числі протипожежним водопостачанням, загальнообмінною вентиляцією, аварійним освітленням, електропостачанням, освітленням та інженерними системами, які не входять до складу систем протипожежного захисту, але з ними функціонально пов'язані, окрім водовідливних систем, внутрішніх водостоків для відведення ґрунтових, дощових, талих вод, каналізації та блискавкозахисту. Приміщення окремих інженерних систем повинні бути відокремлені від інших приміщень протипожежними перегородками 1-го типу та протипожежними перекриттями 3-го типу та мати евакуаційні виходи згідно з 13.4.6.

**13.4.10** Евакуаційні виходи і напрямок руху повинні позначатися світловими покажчиками.

**13.4.11** 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.

**13.4.12** Для тунелів та притунельних споруд потрібно передбачати систему аварійного освітлення згідно з ДБН В.2.5-28 із світловими покажчиками, розташованими на шляхах евакуації людей. Ці світлові покажчики приєднують до мережі автоматичного вводу резерву електроживлення, які при зникненні електроживлення мають працювати в автономному режимі не менше ніж 3 год.

### **13.5 Димовидалення під час пожежі**

**13.5.1** Системи протидимного захисту за рахунок створення різниці тисків під час пожежі, якими обладнано протипожежні тамбур-шлюзи повинні бути автономними. В разі пожежі у протипожежних тамбур-шлюзах слід забезпечувати підпір зовнішнього повітря (від 20 Па до 30 Па), а швидкість витікання повітря через один відкритий проріз тамбур-шлюзу повинна бути не більше ніж 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, що зберігають працездатність протягом 180 хв при розрахунковій температурі газів, що переміщуються, не менше ніж 600 °С.

**13.5.3** Система керування вентиляцією повинна забезпечувати автоматичне відключення вентиляційного устаткування загальнообмінної вентиляції притунельних споруд і перекривання технологічних повітроводів протипожежними клапанами при спрацюванні системи пожежної сигналізації.

**13.5.4** У шафах пожежних кран-комплектів слід передбачати можливість дистанційного відкривання клапанів димовидалення та підпору повітря і включення систем протидимного захисту.



### 13.6 Засоби пожежогасіння

**13.6.1** Систему протипожежного водопроводу тунелів допускається об'єднувати з господарсько питним та/або технологічним водопроводом, при цьому його гідравлічний розрахунок слід проводити по максимальній секундній витраті води.

**13.6.2** Витрату води на внутрішнє пожежогасіння у тунелях автодорожніх та залізничних слід визначати виходячи із однієї розрахункової пожежі в тунелі відповідно до таблиці 13.1.

**Таблиця 13.1** – Витрату води на внутрішнє пожежогасіння у тунелях

Назва показника	Об'єм тунелю, тис м <sup>3</sup>			
	від 1 - 200	від 200-400	від 400-500	від 500 та більше
Кількість струменів і мінімальна витрата води, л/с в кожному приміщенні тунелю	2×5	3×5	4×5	За індивідуальним розрахунком

Витрату води на пожежогасіння в залежності від висоти компактного струменя і діаметра насадки треба уточнювати згідно з ДБН В.2.5-64.

Внутрішній протипожежний водопровід допускається не передбачати для тунелів об'ємом до 1000 м<sup>3</sup>.

**13.6.3** Під час проєктування споруд та елементів систем протипожежного водопроводу (внутрішнього та зовнішнього) слід керуватися вимогами ДБН В.2.5-64 та ДБН В.2.5-74.

**13.6.4** Пожежні кран-комплекти та запірну арматуру на сухотрубах протипожежного водопроводу слід розміщувати в тунелях:

- а) в одноколіїному залізничному та одно або двохсмуговому автодорожньому (з одним напрямком руху) – через 90 м;
- б) в двоколіїному залізничному або автодорожньому з різним напрямком руху – через 90 м по кожній стороні.

**13.6.5** Системи протипожежного захисту повинні бути захищені, захисне заземлення пристроїв повинно відповідати ПУЕ.

**13.6.6** Пожежні кран-комплекти, які установлені в тунелях, повинні бути позначені показниками ПК згідно з ДСТУ ISO 6309 та освітлені світильниками, які приєднані до мережі аварійного освітлення.

**13.6.7** У транспортних тунелях слід передбачати прокладання сухотрубів умовним діаметром 80 мм, з'єднаного засувками з електроприводами з трубопроводами примикаючої водопровідної мережі.

**13.6.8** Відведення води, яка надходить при гасінні пожежі у тунелях слід передбачати у загальну систему водовідведення або передбачати перекачування насосними установками в систему централізованого водовідведення.

**13.6.9** Під час проєктування елементів систем протипожежного водопроводу (внутрішнього та зовнішнього) слід передбачати заходи для унеможливлення замерзання води в системі, запобігання пошкодження запірної арматури внаслідок замерзання води та утворення недопустимих залишкових температурних напружень, а також передбачати заходи щодо недопущення зниження пропускної здатності трубопроводу в результаті утворення крижаних пробок.

**13.6.10** Планування місць розміщення зон безпеки у тунелях слід виконувати виходячи із розрахунку необхідного часу евакуації людей із тунелю з урахуванням того, що люди які не

мають можливість вчасно евакуюватися з тунелю досягли пожежобезпечних зон за необхідний час для їх подальшого рятування. Площу пожежобезпечних зон визначають виходячи із кількості людей, які можуть досягти пожежобезпечну зону при найгіршому сценарію пожежі із розрахунку  $0,3 \text{ м}^2/\text{люд}$ . Кожна пожежобезпечна зона повинна передбачати не менше одного місця розмірами  $0,76 \text{ м} \times 1,22 \text{ м}$  для розміщення людини на інвалідному візку на кожному групі до 200 людей.

Додаток А  
(довідковий)

**ВИДИ ВИЗНАЧЕНЬ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТУ**

**Таблиця А. 1 – Види лабораторних визначень властивостей ґрунту**

Лабораторне визначення	Ґрунти					Національний стандарт
	піщані	велико - уламкові	глинисті	заторфовані	скельні	
Гранулометричний склад	+	+ ґрунту и заповнювача	С			ДСТУ Б В.2.1-19
Петрографічний склад		+			С	ДСТУ Б В.2.7-230
Мінеральний склад	С	С заповнювача				-
Природна вологість		+ заповнювача	+	+		ДСТУ Б В.2.1-17
Щільність ґрунту	+ у пухкому і щільному стані		+	+	+	ДСТУ Б В.2.1-12
Коефіцієнт фільтрації	+		+			ДСТУ Б В.2.1-23
Кути природного укусу	+ в сухому стані і під водою					
Межі пластичності		+ заповнювача	+			
Кут внутрішнього тертя*			+	+		ДСТУ-Н Б В.1.1-37
Зчеплення*			+	+		ДСТУ-Н Б В.1.1-37
Тимчасовий опір при одноосьовому стиску			+ для ґрунтів твердої консолідації		+ у сухому і водонасиченому стані та при природній вологості**	
Водопоглинання					С	ДСТУ Б.В.2.7-71

## Кінець таблиці А.1

Лабораторне визначення	Ґрунти					Національний стандарт
	піщані	велико - уламкові	глинисті	заторфовані	скельні	
Водорозчинність					+ сульфатних ґрунтів тощо.	-
Карбонатність					С	-
Здійманність			+			ДСТУ Б В.2.1-13
Просадочність				+		ДСТУ Б В.2.1-22
Вміст органічних речовин				+		ДСТУ Б В.2.1-16
<p>*Схема випробування ґрунтів на стисність і опір зрізу вибирається виходячи з умови роботи ґрунтів під основою споруди.</p> <p>**Для ґрунтів, які постійно перебувають під водою, допускається визначати тимчасовий опір стисканню тільки у водонасиченому стані.</p> <p><b>Примітка:</b> «+» – визначення виконується, «С» – визначення виконується за рішенням проектувальника.</p>						

Додаток Б  
(довідковий)

**ХАРАКТЕРИСТИКИ ГІРСЬКИХ ПОРІД**

**Б.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 Б.1.

**Таблиця Б.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 прошаркам і пісками	0,7	0,6
Пісок щільний і середньої щільності, супіщано-суглинистий ґрунт	0,6	0,4

**Б.2** Коефіцієнт міцності  $f$  скельних ґрунтів слід визначати за формулою:

$$f = 0,1 R_c \alpha, \quad (\text{Б.1})$$

де  $R_c$  – тимчасовий опір стисненого ґрунту у зразку, МПа;

$\alpha$  – коефіцієнт, що ураховує вплив тріщинуватості масиву залежно від тимчасового опору ґрунту в зразку на одноосьовий тиск (таблиця Б.2).

**Таблиця Б.2** – Коефіцієнт урахування міцності ґрунтів масиву

Категорія масиву скельних ґрунтів по ступені тріщинуватості	Коефіцієнт $\alpha$ , 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

**Б.3** Категорію масиву скельних ґрунтів по ступеню тріщинуватості (таблиця Б.3) слід визначати залежно від тріщинної пустотності і густоти тріщин (середньої відстані між тріщинами найбільш розвинутої їх системи) з урахуванням додаткових характеристик (чинників) тріщинуватості.

Одержану за формулою величину коефіцієнта міцності скельних ґрунтів потрібно коригувати множенням його на додаткові знижуючі або підвищуючі коефіцієнти, що враховують вплив таких чинників:

- а) припливу води у виробку для випадків, коли тріщини заповнені пухким або розмоклим глиноподібним матеріалом – 0,8;
- б) розташування тріщин найбільш розвинутої їх системи під кутом до осі тунелю меншим ніж  $45^\circ$  – 0,9;
- в) проходка виробок без буропідривних робіт – 1,2.

**Таблиця Б.3** – Коефіцієнт урахування тріщинуватості масиву

Тріщинна порожнистість, %	Категорія ґрунтів при густоті тріщин, м			
	дуже рідка (більше ніж 1,0)	рідка (1,0-0,3)	густа (0,3-0,1)	дуже густа (менше ніж 0,1)
Мала – ніж 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 ніж 3,0)	IV	V	V	V

**Примітки:**

- У разі визначення тріщинної пустотності пухкий або глиноподібний матеріал заповнення тріщин не враховується.
- За великої 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.
- В умовах очікуваного повного порушення суцільності скельних ґрунтів у результаті інтенсивного їхнього розшарування (кліваж) ґрунти слід відносити до V категорії.
- За наявності поверхонь ковзання категорію ґрунту за ступенем тріщинуватості слід підвищувати на одну категорію.
- Якщо тріщини заліковані частково твердим (кристалічним) матеріалом, категорію ґрунту за ступенем тріщинуватості можливо знижувати на одну категорію, а при повністю залікованих тріщинах – приймати по I категорії.

Додаток В  
(довідковий)

**БІБЛІОГРАФІЯ**

1. СТП 06-011:2021 Верхня будова колії. Старопридатні матеріали. Загальні технічні вимоги та порядок використання (прийнято рішенням правління АТ «Укрзалізниця» – протокол від 16.12.2021 № Ц-56/142 Ком.т.)
2. 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.

**Ключові слова:** агрегат безперебійного живлення, збійка, камера, ніша, оправа, портал тунелю, тунель автодорожній, тунель залізничний.

\*\*\*\*\*

Коректор – І.С.Гузєєва

Комп'ютерна верстка – В.Б.Чукашкіна

Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Папір офсетний. Гарнітура "Arial"

Друк офсетний.

Державне підприємство "Укрархбудінформ".

вул. М. Кривоноса, 2А, м. Київ-37, 03037, Україна.

Тел. +38(067)8848879

E-mail: uabi90@ukr.net

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців

ДК № 690 від 27.11.2001 р.