МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ

КАФЕДРА МІСЬКОГО БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра

на тему: **«ЗАХОДИ З УТРИМАННЯ СИСТЕМ ПОВЕРХНЕВОГО ВОДОВІДВЕДЕННЯ В УМОВАХ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ»**

Виконав: студент 2 курсу, група 8.1923-мбг
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
освітньо-професійної програми «Міське будівництво та господарство»
Куляк Руслан Юрійович

Керівник: доцент кафедри міського будівництва і архітектури, канд. техн. наук **О.М. Фостащенко**

Рецензент: доцент кафедри міського будівництва і архітектури, канд. техн. наук **А.В. Банах**

Запоріжжя
2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Кафедра Міського будівництва і архітектури
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
(другий (магістерський) рівень)
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(шифр і назва)
Освітня програма «Міське будівництво та господарство»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:
завідувач кафедри *міського будівництва і архітектури*
доцент А.В. Банах
"02" 09 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Куляк Руслану Юрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Заходи з утримання систем поверхневого водовідведення в умовах міської забудови

Науковий керівник роботи доц., к.т.н., Фостащенко Олена Миколаївна,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ЗНУ від "30" 09 2024 року № 1486-с

2. Термін подання студентом кваліфікаційної роботи *грудень 2024 р.*

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи *Актуальність обраного напрямку досліджень, перспективи впровадження майбутніх теоретичних та практичних досягнень, мета роботи, завдання до виконання обраних досліджень, об'єкт досліджень, предмет досліджень, передбачувані методи виконання досліджень, значимість у сучасному житті, можливості розвинення проблематики досліджень.*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) *Проаналізувати існуючі системи водовідведення в міських умовах та оцінка їхнього технічного стану; проаналізувати вплив урбанізації та кліматичних змін на роботу систем водовідведення; розробити комплекс заходів з утримання систем водовідведення, включаючи технічне обслуговування, модернізацію та впровадження інноваційних рішень.*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) *Від восьми графічних аркушів із результатами аналітичних обґрунтувань наукового напряму досліджень, результатами практичних досліджень, навести комплекс ефективних заходів з утримання систем водовідведення, які можуть бути впроваджені у практику муніципальних служб для забезпечення безперебійної роботи інфраструктури у міських умовах.*

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи магістра

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Фостащенко О.М., к.т.н., доц.		
Розділ 2	Фостащенко О.М., к.т.н., доц.		
Розділ 3	Фостащенко О.М., к.т.н., доц.		

7. Дата видачі завдання 02.09.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Особливості систем поверхневого водовідведення	1 жовтня	Виконано
2	Способи організації влаштування систем поверхневого водовідведення в умовах міської забудови	1 листопада	Виконано
3	Заходи з утримання та вдосконалення систем поверхневого водовідведення	1 грудня	Виконано
4	Попередній захист	10 грудня	Виконано

Студент _____ (підпис) Куляк Р.Ю. (прізвище та ініціали)

Керівник роботи (проєкту) _____ (підпис) Фостащенко О.М. (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ (підпис) Гребенюк О.В. (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Куляк Р. Заходи з утримання систем поверхневого водовідведення в умовах міської забудови.

Кваліфікаційна робота для здобуття другого ступеня вищої освіти за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник Фостащенко О.М. Інженерний науково-навчальний інститут ім. Ю.М. Потебні Запорізького національного університету, кафедра міського будівництва і архітектури, 2024.

У роботі розроблені заходи щодо утримання систем поверхневого водовідведення в умовах міської забудови. Акцентовано увагу на проблемах, пов’язаних із неефективним функціонуванням таких систем, що спричиняють підтоплення, деградацію дорожньої інфраструктури та погіршення екологічного стану міського середовища.

Проаналізовано сучасні технології та методи обслуговування систем водовідведення, включаючи очищення зливових стоків, регулярний моніторинг стану елементів системи та впровадження інноваційних рішень, таких як системи збирання дощової води.

Запропонований комплексний підхід до планування й експлуатації водовідвідних мереж з урахуванням кліматичних змін та урбанізаційних процесів.

Ключові слова: системи поверхневого водовідведення, дренаж, міська забудова, лотки, організації відведення поверхневих вод, міське середовище

ABSTRACT

Kuliak R. Measures for the Maintenance of Surface Drainage Systems in the Conditions of Urban Development.

Qualifying final work for obtaining a higher education master's degree in specialty 192 Construction and civil engineering, scientific supervisor O.Fostashchenko, Zaporizhzhya National University, Y.M Potebnya Engineering Educational and Scientific Institute, Department of Urban Construction and Architecture, 2024.

Measures for maintaining surface drainage systems in the conditions of urban development are developed in the work. Attention is focused on problems related to the inefficient functioning of such systems, which cause flooding, degradation of road infrastructure and deterioration of the ecological state of the urban environment.

Modern technologies and methods of maintenance of drainage systems are analyzed, including cleaning of storm drains, regular monitoring of the condition of system elements and implementation of innovative solutions, such as rainwater harvesting systems.

A comprehensive approach to the planning and operation of drainage networks is proposed, taking into account climatic changes and urbanization processes.

Key words: surface water drainage systems, drainage, urban development, trays, surface water drainage organizations, urban environment

ЗМІСТ

ВСТУП ……. 6
1 ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМ ПОВЕРХНЕВОГО ВОДОВІДВЕДЕННЯ. …… 9
1.1 Особливості систем поверхневого водовідведення у міському середовищі ……..9
1.2 Основні принципи функціонування водовідведення з доріг ……..16
1.3 Проблеми, що виникають при утриманні систем поверхневого водовідведення ……... 22
2 СПОСОБИ ОРГАНІЗАЦІЇ ВЛАШТУВАННЯ СИСТЕМ ПОВЕРХНЕВОГО ВОДОВІДВЕДЕННЯ В УМОВАХ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ …….25
2.1 Типи зливових мереж та елементів водовідведення ……... 25
2.2 Інноваційні технології систем поверхневого водовідведення……..... 42
3 ЗАХОДИ З УТРИМАННЯ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ ПОВЕРХНЕВОГО ВОДОВІДВЕДЕННЯ ……. 49
3.1 Методи покращення водовідведення на дорогах …….49
3.2 Проєктування дренажних систем …….. 67
3.3 Проєктування систем поверхневого водовідведення як частини комплексу очисних споруд в умовах міської забудови…… 80
ВИСНОВКИ ……89
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ……. 90

ВСТУП

Актуальність проблеми. У сучасних умовах урбанізації та змін клімату проблема ефективного функціонування систем поверхневого водовідведення в міських територіях набуває особливої актуальності. Розвиток міської інфраструктури призводить до збільшення площі водонепроникних поверхонь, що ускладнює природне вбирання дощової води в ґрунт. Це сприяє підвищенню ризику затоплень, ерозії ґрунту та забруднення водойм. Додатковим викликом є зміна клімату, що супроводжується збільшенням інтенсивності й частоти опадів. Такі явища вимагають удосконалення існуючих систем водовідведення, їхнього регулярного утримання та адаптації до нових умов.

Для міських територій питання утримання систем водовідведення є не лише технічною, а й екологічною та соціальною проблемою. Некоректне управління поверхневими стоками може призвести до погіршення якості води у водних об’єктах, збільшення витрат на ремонт доріг і будівель, а також до виникнення конфліктів між мешканцями та місцевою владою.

Актуальність дослідження зумовлена також необхідністю застосування сучасних підходів, таких як зелена інфраструктура, біоінженерні методи та системи утримання дощових стоків, які дозволяють не лише покращити ефективність водовідведення, але й забезпечити екологічну рівновагу в міському середовищі.

Таким чином, дослідження і розробка заходів з утримання систем поверхневого водовідведення є важливим кроком для забезпечення стійкого розвитку міст, мінімізації негативних наслідків урбанізації та зміцнення екологічної безпеки.

Метою роботи є розробка ефективних підходів, методів та рекомендацій щодо утримання систем поверхневого водовідведення для забезпечення їх безперебійної роботи, мінімізації ризиків затоплення, зменшення

негативного впливу на довкілля та покращення умов проживання населення в умовах зростаючої урбанізації та зміни клімату.

Для досягнення поставленої мети в роботі передбачене рішення наступних задач:

- аналіз існуючих систем водовідведення в міських умовах та оцінка їхнього технічного стану;

- дослідження аналізі впливу урбанізації та кліматичних змін на роботу систем водовідведення;

- розробка комплексу заходів з утримання систем водовідведення, включаючи технічне обслуговування, модернізацію та впровадження інноваційних рішень.

Об'єкт дослідження є системи поверхневого водовідведення в межах міських територій, включаючи їхні елементи (дощоприймачі, дренажні канали, водостоки, накопичувальні резервуари, очисні споруди тощо) та фактори, що впливають на їхнє функціонування, технічний стан і ефективність в умовах урбанізації та кліматичних змін.

Предметом дослідження є підходи, методи та технології утримання, обслуговування і модернізації систем поверхневого водовідведення, спрямовані на забезпечення їх ефективного функціонування, адаптацію до умов урбанізації та змін клімату, а також мінімізацію екологічних і техногенних ризиків у міських територіях.

Методи дослідження. У процесі виконання роботи використано методи аналізу та узагальнення, а також теоретичні дослідження, що базуються на сучасних досягненнях у сфері теорії та практики підвищення надійності конструкцій автомобільних доріг відповідно до актуальних нормативних документів. Для порівняння розрахункових параметрів, отриманих за допомогою різних методів, застосовано статистичні методи обробки експериментальних даних.

Джерела дослідження. Під час дослідження теми були використані наукові статті в періодичних виданнях, монографії, дисертаційні рукописи,

збірки тез доповідей науково-практичних конференцій, інтернет-ресурси наукових електронних бібліотек.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

- розробці підходів до утримання систем поверхневого водовідведення, які враховують особливості урбанізованих територій, сучасні кліматичні тенденції та екологічні вимоги;

- визначенні оптимальних методів обслуговування елементів систем водовідведення - дощоприймачів, дренажних каналів, накопичувальних резервуарів тощо для забезпечення їхньої безперебійної роботи та довговічності;

- розробці пропозицій щодо адаптації існуючих систем поверхневого водовідведення до умов збільшення інтенсивності опадів і зростання водонепроникних поверхонь у міській забудові;

Отримані результати сприяють вдосконаленню управління системами водовідведення, забезпечуючи їхню стійкість і адаптивність в умовах урбанізації.

Практичне значення одержаних результатів. Практичне значення одержаних результатів полягає у: розробці ефективних заходів з утримання систем водовідведення, які можуть бути впроваджені у практику муніципальних служб для забезпечення безперебійної роботи інфраструктури у міських умовах.

Особистий внесок автора. Наведені підходи щодо проєктування систем поверхневого водовідведення як частини комплексу очисних споруд в умовах міської забудови

Структура та обсяг магістерської роботи. Робота складається з вступу, трьох основних розділів, висновків, списку використаних джерел. Робота викладена на 93 сторінках, 3 таблиці, 34 рисунка. Для написання даної роботи використано 33 літературних джерела.

1 ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМ ПОВЕРХНЕВОГО ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Системи поверхневого водовідведення є важливим елементом інфраструктури міських територій. Вони забезпечують відведення дощових, талих та інших поверхневих вод з міських вулиць, площ, тротуарів та інших об'єктів, запобігаючи підтопленням, ерозії ґрунтів, погіршенню санітарно-екологічного стану та забезпечують нормальні умови для життєдіяльності населення. У умовах інтенсивної урбанізації та змін клімату, управління поверхневим водовідведенням набуває особливої важливості. Тому належне утримання систем водовідведення стає одним з ключових завдань для міських адміністрацій [1].

1.1 Особливості систем поверхневого водовідведення у міському середовищі

У містах, де велика частина території покрита асфальтними, бетонними та іншими непроникними покриттями, поверхневе водовідведення має свої специфічні проблеми. Однією з головних є необхідність швидкого відведення великої кількості води після інтенсивних дощів або танення снігу, оскільки в умовах обмеженого простору води не має куди стікати. Для цього в містах зазвичай використовуються:

– каналізаційні системи дощових стоків, які включають відкриті та закриті канали, колектори, решітки й зливові лотки;

– спеціальні басейни-накопичувачі та резервуари для тимчасового зберігання дощових вод;

– дренажні системи для зниження рівня ґрунтових вод. Важливу роль у підтриманні ефективності цих систем відіграє їх правильне проєктування,

адже в умовах високої щільності забудови необхідно оптимально поєднувати архітектурні та інженерні рішення [2].

Системи лінійного поверхневого водовідведення створені для збору і перенаправлення поверхневих вод до дощових каналізацій з великих урбанізованих територій. Вони складаються з зливових лотків, оснащених дощоприймальними решітками, та пісковловлювачів [3].

Системи поверхневого водовідведення проектуються з метою забезпечення сприятливих умов для життя населення, нормального функціонування інфраструктури населених пунктів та промислових об’єктів [4]. Вони є невід'ємною частиною інженерного забезпечення вулиць, доріг та інших територій міських і селищних забудов [5, 6]. Ці системи забезпечують інженерний захист від затоплень, спричинених поверхневим стоком, на територіях міської забудови, кварталах, а також окремих будівлях і спорудах. Крім того, вони є важливим засобом попередження підтоплень, викликаних підйомом ґрунтових вод відповідно до вимог [7].

Призначення систем поверхневого водовідведення полягає у зборі та відведенні дощових, талих, поливо-мийних та інших поверхневих стічних вод з територій міської та промислової забудови, а також з окремих об'єктів. Це допомагає запобігти негативному впливу надлишкової води на будівлі, інфраструктуру та навколишнє середовище.

Конструкційні характеристики систем поверхневого водовідведення визначаються на основі обсягу та режиму надходження поверхневих стічних вод, а також пропускної здатності лінійного водовідведення. Пропускна здатність характеризує максимальний обсяг води, який система здатна прийняти та відвести за певний період часу. Крім того, важливим параметром є клас навантаження, який враховує можливі впливи на конструкцію, такі як тиск води, навантаження від ґрунту, а також механічні навантаження від руху транспортних засобів, пішоходів чи інших навантажень, що можуть діяти на систему.

Мережі систем поверхневого водовідведення проектуються та влаштовуються відповідно до вимог [4] з урахуванням мінімальної відстані між місцем утворення поверхневих стічних вод і точкою їх випуску. Це дозволяє забезпечити ефективне осушення території, запобігти потраплянню води в ґрунт, а також гарантувати належний розрахунковий режим роботи системи. При проектуванні враховуються фактори, що забезпечують швидке відведення води, оптимізацію потоків і довговічність конструкцій, а також мінімізацію впливу на навколишнє середовище.

При проєктуванні та влаштуванні систем водовідведення необхідно передбачити ряд заходів для зменшення поверхневого стоку. Це може включати такі методи, як збільшення часу концентрації стоку, наприклад, шляхом підвищення шорсткості поверхні та створення буферних водосховищ, перехоплення частини стоку за допомогою спеціальних водовідвідних споруд та накопичувальних резервуарів, а також зменшення водоутворення на поверхні, що досягається через використання водопроникних покриттів, будівництво басейнів фільтрації або застосування агротехнічних заходів, таких як оранка водозборів. Всі ці заходи сприяють ефективному управлінню поверхневими водами, знижують ризики підтоплення і поліпшують екологічну ситуацію в зоні водозбору.

Регулювання витрат поверхневих стічних вод повинно передбачати заходи, спрямовані на стабілізацію їх надходження до очисних споруд або насосних станцій, зокрема для зменшення «пікових» значень притоку. Це забезпечує більш рівномірне навантаження на систему. Заходи з регулювання притоку води часто застосовуються перед водовідвідними колекторами великої протяжності з метою зменшення діаметра трубопроводів. Для ефективного регулювання потоку можуть бути влаштовані спеціальні ставки, резервуари, а також використовуються природні рельєфні форми та елементи гідрографічної мережі, такі як балками, заплави, ставки тощо. Це дозволяє зменшити ризик перевантаження системи та покращити її ефективність, а

також оптимізувати управління водними ресурсами в умовах змінних кліматичних умов.

Конструктивні рішення для систем поверхневого водовідведення обираються з урахуванням типу споруд, місця їх розташування та розрахункового навантаження. Вибір конструкційних елементів визначається також вимогами до ефективності відведення води та місцевими умовами експлуатації.

Згідно з [4] системи поверхневого водовідведення можуть бути побудовані з мереж відкритого, закритого або змішаного типу. Мережі відкритого типу використовуються для водовідведення з автомобільних доріг, а також на територіях сільських поселень та в населених пунктах міського типу, зокрема в межах паркових і зелених зон, а також на площинних спортивних спорудах.

Водночас у зонах інтенсивної забудови міських населених пунктів, де важливе збереження естетичних та екологічних характеристик, застосовуються мережі закритого типу [8]. Такі системи дозволяють ефективно відводити воду без шкоди для навколишнього середовища, зменшуючи ризик затоплень та забезпечуючи безпеку міського середовища. Змішані типи мереж можуть використовуватись у випадках, коли поєднання відкритих і закритих елементів дозволяє оптимізувати процес водовідведення в умовах складної забудови або ландшафту.

Закриті конструкції мереж поверхневого водовідведення вважаються найбільш прогресивними та ефективними, оскільки вони повністю відповідають вимогам благоустрою міської території, забезпечуючи естетичний вигляд і зручність експлуатації. Такі системи мінімізують вплив води на навколишнє середовище та сприяють збереженню архітектурних та ландшафтних характеристик міста.

Мережі змішаного типу складаються з поєднання ділянок відкритого та закритого типів в одну єдину систему. Це дозволяє оптимально

використовувати переваги обох типів конструкцій, забезпечуючи ефективне водовідведення в різних умовах.

Згідно [9] для каналізації населених пунктів рекомендується застосовувати різні схеми, зокрема роздільну – повну чи неповну, напівроздільну, а також комбіновану. В усіх цих схемах, окрім роздільної, мережі поверхневого водовідведення є частиною системи каналізації, що дозволяє інтегрувати водовідведення з іншими інженерними мережами для забезпечення більш ефективного управління водними ресурсами та покращення екологічної ситуації в населених пунктах.

У мережах відкритого типу використовуються такі конструкції та споруди для поверхневого водовідведення:

– лотки на проїжджій частині доріг;

– нагірні канави, канали, штучні лотки, кювети та водостічні камери;

– містки або труби для перетину кюветів та канав з дорогами або іншими об'єктами;

– спеціальні пристрої та споруди, такі як регулюючі споруди, швидкотоки, перепуски та випуски води у водойми.

У мережах закритого типу застосовуються такі конструкції та споруди для водовідведення:

– лотки на проїжджій частині міських вулиць та доріг;

– штучні лотки, обладнані решітками, кришками та захисними кантами для запобігання засміченню;

– дощоприймальні колодязі дощоприймачі, в які збирається вода з лотків;

– підземні з'єднувальні труби, що з'єднують лотки та дощоприймальні колодязі з водовідвідними трубопроводами;

– закриті вуличні трубопроводи для водостоку та колектори;

– оглядові колодязі та спеціальні пристрої для обслуговування мережі, включаючи камери різного призначення, перетини з підземними комунікаціями, швидкотоки, перепуски, оголовки та водовипуски;

– розподільчі камери, зливоспуски та очисні споруди, що забезпечують належне очищення води перед її відведенням.

Ці конструкції та споруди забезпечують ефективне та безпечне водовідведення з різних типів територій, від доріг до міських вулиць, і допомагають уникнути підтоплення та покращити екологічну ситуацію в населених пунктах.

Дощоприймачі призначені для прийому дощових стоків і їх подальшого напрямку в мережу поверхневого водовідведення. Вони являють собою спеціальні камери, які перекриваються металевими або пластиковими решітками, що розташовуються на рівні дорожнього покриття або дещо нижче нього.

Дощоприймачі слід встановлювати в таких місцях:

– знижених ділянках, де спостерігається значна зміна профілю рельєфу шляху, а також на кінцевих відрізках вулиць із затяжними спусками, щоб запобігти накопиченню води;

– у середині кварталів, на дворових та паркових територіях, а також на майданчиках для паркування автотранспорту, де відсутні інші засоби для відведення дощових вод;

– на перехрестях доріг і шляхів, де вода може накопичуватися через зміни напрямку або концентрацію стоків.

Правильне розташування та проєктування дощоприймачів є важливим елементом системи водовідведення, оскільки вони допомагають уникати утворення калюж і затоплення на вулицях та інших територіях, покращуючи комфорт і безпеку пересування.

Довжина ділянки вулиці від точки водорозподілу до першого дощоприймача зазвичай становить від 150 до 300 м, в залежності від ухилу вулиці, інтенсивності опадів та щільності забудови. Відстань між колодязями на з'єднаннях дощоприймачів зазвичай не перевищує 20 м на основних мережах, і на внутрішньоквартальних мережах вона не повинна бути більшою за 10 м.

Відстань між дощоприймачами залежить від кількох факторів, зокрема від уклону дороги, висоти бордюрного каменю, площі стоку на території кварталу та типу забудови. У випадку закритих дощових мереж в межах кварталів дощоприймачі повинні бути розташовані на відстані, визначеній відповідно до таблиці 1.1, що враховує оптимальні відстані для ефективного збору та транспортування дощових вод. Це дозволяє забезпечити правильне функціонування системи водовідведення, уникнути затоплень та забезпечити належний рівень комфорту для мешканців.

Таблиця 1.1 – Зв'язок між відстанями між дощоприймачами та уклоном дороги [4]

Уклон шляху	**Відстань між дощоприймачами, м**
до 0,0004	50
від 0,004 до 0,006	60
від 0,006 до 0,01	70
від 0,01 до 0,03	80

Відстань між дощоприймачами на ділянках з поздовжнім ухилом одного напрямку розраховується таким чином, щоб ширина потоку в лотку перед решіткою дощоприймача не перевищувала 2,0 м. Це дозволяє забезпечити ефективне збирання дощових вод та запобігти затопленню. Відстань між дощоприймачем та оглядовим колодязем на мережі поверхневого водовідведення не повинна перевищувати 40 м, щоб забезпечити належний контроль за станом мережі та її обслуговуванням.

Діаметр колектора визначається розрахунками, які враховують обсяг води, що підлягає відведенню, інтенсивність дощів, характеристики мережі та місцеві умови. Це дає змогу оптимізувати проектування та забезпечити ефективну роботу системи водовідведення.

Розподільчі камери призначені для відведення найбільш забруднених частин поверхневих стічних вод до очисних споруд, що надходять до камери в умовах напівроздільної системи каналізації. Ці камери можуть бути оснащені водозливами, розподільчими пластинами або механічним обладнанням для більш ефективного процесу відбору та направлення вод. Вибір конструктивних елементів для розподільчих камер залежить від типу каналізаційної системи та конкретних умов будівництва, що дозволяє забезпечити оптимальну ефективність їх роботи.

Зливоспуски застосовуються для скидання надлишкових, відносно чистих поверхневих стічних вод у водойми, при використанні загальносплавної системи каналізації. Вони повинні відповідати низці вимог: забезпечувати надійність будівельних конструкцій, бути стійкими до паводків та льодоставів, а також забезпечувати ефективне змішування відведених поверхневих вод з водою в receiving водоймі. Це допомагає запобігти забрудненню водойм та підтримувати екологічну рівновагу в місцях скиду води.

1.2 Основні принципи функціонування водовідведення з доріг

Правильне функціонування водовідведення з доріг є критично важливим для забезпечення безпеки та комфортних умов на автомобільних дорогах. Воно включає в себе сукупність заходів і технічних рішень, спрямованих на відведення дощових, талих та поверхневих вод з дорожнього полотна і прилеглих територій. Вода, яка не відводиться або збирається на поверхні дороги, може спричиняти небезпеку для водіїв, пішоходів та призводити до руйнування інфраструктури. Тому проектування та організація водовідведення мають бути невід'ємною частиною будь-якого дорожнього будівництва.

Основною метою системи водовідведення на дорогах є запобігання накопиченню води на проїжджій частині та прилеглих ділянках. Це дозволяє забезпечити:

– безпеку дорожнього руху: вода, що накопичується на дорозі, може спричиняти аквапланування, погіршувати зчеплення шин з покриттям і призводити до аварій;

– збереження дорожнього покриття: якщо вода не відводиться вчасно, вона може проникати в структуру дорожнього покриття, викликаючи руйнування асфальту або бетонного покриття;

– захист навколишнього середовища: водовідведення знижує ризик ерозії ґрунтів та забруднення навколишніх водойм від стоків, що містять шкідливі речовини;

– покращення комфорту водіїв та пішоходів: відведення дощових вод з проїжджої частини знижує утворення калюж, що покращує комфорт водіїв і пішоходів.

Найголовнішу роль у забезпеченні ефективного функціонування систем водовідведення автомобільних доріг відіграють правильне проектування, своєчасне виявлення відхилень від технологічного процесу під час будівництва водовідвідних споруд та вжиття заходів для їх усунення, а також належне утримання конструкцій дорожнього водовідведення в процесі експлуатації. Всі ці фактори сприяють підтриманню стабільної роботи системи водовідведення на всіх етапах – від проєктування до постійної експлуатації.

Система водовідведення з доріг тісно пов'язана як з конструкцією, так і з стабільністю земляного полотна та дорожніх покриттів, а також із системою перетинів, примикань, водопропускних споруд, укосами виїмок, схилами, водоймами і водотоками, розташованими поблизу дороги. Всі ці елементи взаємодіють між собою, і порушення в одному з них може призвести до негативних наслідків для роботи всієї водовідвідної системи.

Система водовідведення на дорогах складається з кількох основних елементів:

– кювети та канави: це відкриті канали, які збирають і транспортують дощові води з дороги. Вони використовуються на дорогах з низьким рівнем інтенсивності руху та в місцях, де неможливо використовувати закриті системи водовідведення;

– дощоприймачі та лотки: улаштовуються для прийому дощових вод, що стікають з дорожнього покриття. Дощоприймачі зазвичай розташовуються на краю проїжджої частини, а лотки використовуються для організації водовідведення по всій ширині дороги;

– закриті трубопроводи та колектори – це основні елементи для відведення води з дощоприймачів до обробних споруд або водойм. Вони забезпечують транспортування води без загрози затоплення території.

– оглядові колодязі та регулюючі споруди: використовуються для контролю за станом системи водовідведення, для обслуговування трубопроводів і збереження їх належного функціонування.

– зливоспуски та випуски в водойми – ці елементи дозволяють відводити очищені або відносно чисті води в природні водойми, зберігаючи екологічний баланс.

На стан автомобільної дороги впливають не лише природні фактори, такі як клімат, рельєф, гідрологічні та геологічні умови, але й результати будівництва дороги та її штучних споруд, які взаємно впливають один на одного. Саме тому на етапі проектування дороги важливо детально оцінити кліматичні, гідрологічні та геологічні умови району будівництва, а також вибрати оптимальну схему збору та відведення поверхневих вод. Прогнозування роботи водовідвідних конструкцій під час експлуатації дозволяє зменшити ризики змін природних умов внаслідок людської діяльності, забезпечуючи ефективність та надійність системи в довгостроковій перспективі.

Для відведення поверхневих вод на дорогах використовуються бічні та водовідвідні канави, які збирають воду, що стікає як з проїжджої частини, так і з прилеглих територій, та спрямовують її у низинні ділянки місцевості. Також застосовуються нагірні канави для перехоплення води, що стікає по схилу до дороги. Канави можуть бути трапецієвидними або трикутними, залежно від обсягу води, яку вони повинні відвести відповідно до розрахунків.

Підземне водовідведення здійснюється через водоносні шари ґрунту, які мають високу водопроникність. Якщо водоносний шар розташований близько до поверхні, це може призвести до підвищення рівня ґрунтових вод, що загрожує перезволоженням земляного полотна дороги. У таких випадках необхідно вжити заходів для зниження рівня ґрунтових вод, щоб запобігти їх впливу на стабільність дороги.

Для цього застосовуються системи підземного водовідведення – дренажі, які складаються з мереж труб або кам'яних конструкцій з великими порожнечами, що дозволяють воді швидше стікати по них, ніж через пори навколишнього ґрунту. Дренажні системи ефективно перехоплюють і знижують рівень ґрунтових вод, відводячи їх на безпечну відстань від земляного полотна, що забезпечує стабільність та довговічність дорожнього покриття.

Основні принципи функціонування системи дорожнього водовідведення базуються на забезпеченні ефективного та своєчасного збору, транспортування та очищення поверхневих стоків.

Система повинна бути спроєктована таким чином, щоб вода постійно рухалась, а не затримувалась на ділянках дороги. Це забезпечується ухилом дорожнього полотна, наявністю лотків і дощоприймачів, а також правильно організованою мережею трубопроводів.

Важливим аспектом є ухил дорожнього покриття та розмір площі, з якої стікає вода. Чим більша площа, тим більшою має бути пропускна здатність

системи водовідведення. Також ухил допомагає воді безперешкодно стікати в лотки та канави.

Система водовідведення повинна бути гнучкою і дозволяти додавання нових елементів або модифікацію існуючих в разі зміни умов експлуатації або розширення дорожньої мережі.

Водовідведення повинно включати механізми для очищення стічних вод від сміття та забруднень перед скиданням у водойми, щоб не завдати шкоди екосистемам.

Сучасні системи водовідведення можуть оснащуватися датчиками для моніторингу рівня води, тиску в трубах та стану елементів системи, що дозволяє швидко реагувати на будь-які проблеми і здійснювати обслуговування.

Стійкість земляного полотна забезпечується не лише правильно спроєктованими конструкціями, характеристиками ґрунтів та умовами їх укладання, але й ефективною організацією збору та відведення води, а також використанням належних водовідвідних конструкцій та сучасними технологіями будівництва. Руйнування, які виникають в земляному полотні через недостатній відвід води з поверхні покриття, можуть бути усунені лише в процесі реконструкції автомобільної дороги, коли буде проведено комплекс заходів щодо відновлення та зміцнення конструкції.

Опір зсуву ґрунтів земляного полотна значно змінюється в залежності від коливань вологості ґрунтів та їх ступеня ущільнення. Тому необхідно підтримувати сталий водний режим земляного полотна протягом всього року. Перенасичення ґрунту водою під час дощів або паводків є основною причиною спливів і зсувів укосів земляного полотна, що в подальшому призводить до зниження міцності всіх елементів дорожньої конструкції. Регулярне забезпечення належного водовідведення та контролю за рівнем вологості ґрунту є запорукою довговічності та стабільності автомобільних доріг. Проєктування та підтримка ефективності систем водовідведення на дорогах стикається з кількома труднощами:

– зміна кліматичних умов, когда відбувається збільшення інтенсивності дощів та непередбачуваність погодних умов вимагають проектування більш потужних систем водовідведення;

– навантаження на інфраструктуру – зростає обсяг транспорту та щільність забудови в міських зонах збільшує навантаження на існуючі водовідвідні мережі;

– забруднення води коли багато стічних вод, які надходять на дороги, містять шкідливі речовини, що потребують додаткових заходів для очищення та нейтралізації.

– екологічні вимоги – сучасні вимоги до екології вимагають проєктування систем водовідведення таким чином, щоб мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище.

Інтенсивні короткочасні літні дощі зазвичай не мають значного впливу на підвищення вологості ґрунту земляного полотна, оскільки випаровування води та недостатня вологість повітря не дозволяють ґрунту насичуватись вологістю. Однак, зі зниженням температури повітря, на поверхні покриття може відбуватися міграція зв'язаної води, що міститься на різних глибинах промерзаючого ґрунту земляного полотна.

Практика експлуатації дорожного покриття показала, що основним агресивним фактором, що впливає на їх стійкість, є вода яка потрапляє з проїзної частини та тротуарів. Особливо інтенсивно це відбувається в осінньо-зимовий період, коли на дорожне покриття додатково впливають соляні розчини, протиожеледні матеріали, мастила та інші агресивні речовини, що переносяться водою. Згідно з нормативними вимогами [6], на проїжджих частинах доріг повинні бути передбачені поперечні та поздовжні ухили, які спрямовують воду до водовідвідних воронок.

Крім того, водяна плівка, що утворюється на поверхні дорожнього покриття, значно погіршує умови для руху транспорту, знижуючи зчіпні властивості покриття та обмежуючи видимість для водіїв. Багато дорожньо-транспортних пригод, які мають серйозні наслідки, спричинені саме

незадовільними дорожніми умовами. Дощові опади в літній період прямо впливають на стан дорожнього покриття та безпеку руху. Вода, що затримується на покритті, створює водяний клин у зоні контакту шини з дорогою, що збільшується з ростом швидкості руху. Це призводить до ефекту аквапланування, коли колесо автомобіля втрачає як поздовжнє, так і поперечне зчеплення з дорогою. Найбільша кількість дорожньо-транспортних пригод через погані зчіпні властивості покриття трапляється саме на мокрих дорогах, коли водовідведення не забезпечено належним чином. Тому правильне проектування та підтримка водовідвідних систем на дорогах є критичними для безпеки дорожнього руху.

Система дорожнього водовідведення є важливим елементом інфраструктури, який забезпечує безпеку та комфорт на дорогах, знижує ризик руйнування дорожнього покриття та допомагає захистити навколишнє середовище. Для ефективного функціонування такої системи важливо правильно розрахувати її компоненти, враховуючи специфіку місцевих умов, кліматичні фактори та інтенсивність дорожнього руху. Технічні рішення, що використовуються для організації водовідведення, мають бути надійними, довговічними та відповідати сучасним вимогам щодо екологічної безпеки та комфорту користувачів доріг.

1.3 Проблеми, що виникають при утриманні систем поверхневого водовідведення

Однією з основних проблем, з якою стикаються міста, є забруднення систем водовідведення. Листя, сміття, будівельні відходи, залишки масла та інших хімічних речовин можуть забивати лотки і канали, що призводить до зниження їх ефективності та появи затоплень на вулицях. Також через

засмічення часто виникають неприємні запахи та навіть небезпека зараження хворобами.

Інші проблеми включають:

– зношення елементів системи, таких як труби, колектори та решітки;

– підвищення рівня поверхневих вод через застарілі або недостатньо потужні зливові мережі;

– відсутність належної очистки дощових вод, що може призвести до забруднення водних об'єктів.

Короткочасні, але найбільш активні джерела зволоження дорожніх конструкцій – це атмосферні опади. Вони можуть проникати в шари дорожнього покриття через тріщини, які утворюються внаслідок недостатнього утримання доріг, впливу надмірних навантажень від транспортного потоку, а також через наявність водопроникних покриттів. Якщо ж цілісність труб або колодязів зливової каналізації порушується, утворюються локальні зони зволоження біля кромки проїзної частини. В умовах належного утримання доріг і використання сучасних водонепроникних покриттів, атмосферні опади майже не проникають в шари дорожньої конструкції, що значно знижує ризик зволоження.

Під час інтенсивних дощів, сніготанення або під час поверхневого стоку вода може просочувати ґрунт на зелених зонах. Зона максимальної інфільтрації води в ґрунт може досягати глибини 50-100 см. Це може створювати певну небезпеку для бокового капілярного та плівкового зволоження, що в умовах неякісного ущільнення ґрунту земляного полотна може призвести до його ослаблення.

Залучення спеціалізованих бригад для очищення зливових лотків, колекторів, решіток та інших елементів від сміття і бруду. Це запобігає утворенню засмічень та сприяє нормальному функціонуванню системи.

Протягом часу елементи водовідведення зношуються, тому їх необхідно регулярно оглядати, ремонтувати або замінювати. Це дозволить уникнути аварій та підвищить надійність системи.

Встановлення системи автоматичного моніторингу та управління водовідведенням дозволяє швидко виявляти проблеми, наприклад, засмічення чи перевищення рівня води, і оперативно їх усувати.

Встановлення систем для збирання дощових вод з дахів будівель і їх подальше використання для технічних потреб може значно зменшити навантаження на систему водовідведення.

У містах все більше застосовуються «зелені дахи», водопроникні покриття тротуарів і доріг, що дозволяють дощовій воді більш ефективно фільтруватися в ґрунт, зменшуючи навантаження на системи водовідведення.

Для ефективного функціонування систем водовідведення важливою є законодавча підтримка та чітка організація управління. Розробка нормативно-правових актів, що регулюють використання та утримання систем водовідведення, є важливою складовою загальної політики збереження водних ресурсів у містах. Також необхідно проводити інформаційно-просвітницьку роботу серед мешканців міст про важливість збереження чистоти зливових каналів, щоб зменшити кількість сміття, яке потрапляє в систему.

Утримання систем поверхневого водовідведення в умовах міської забудови є складним, але надзвичайно важливим завданням для забезпечення нормальних життєвих умов міського населення. Для цього необхідно впроваджувати заходи, які забезпечать своєчасне очищення, ремонт та модернізацію цих систем. Важливо також застосовувати інноваційні технології і стимулювати використання екологічно чистих рішень, що дозволяють знизити навантаження на водовідведення і поліпшити стан навколишнього середовища в містах.

Тільки комплексний підхід до проблеми водовідведення, що включає ефективне управління, технічне обслуговування, інновації та правове регулювання, дозволить досягти стійкого розвитку міських територій і забезпечити безпеку і комфорт для їх мешканців.

2 СПОСОБИ ОРГАНІЗАЦІЇ ВЛАШТУВАННЯ СИСТЕМ ПОВЕРХНЕВОГО ВОДОВІДВЕДЕННЯ В УМОВАХ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ

2.1 Типи зливових мереж та елементів водовідведення

Поверхневе водовідведення є поширеним методом для відведення дощових, талої води та інших надмірних водних потоків в умовах міської забудови. Ця система має на меті ефективне збори та відведення поверхневих стічних вод, з урахуванням необхідності встановлення відповідних споруд для їх транспортування. Нормативно, система поверхневого водовідведення визначається як комплекс конструкцій і заходів, спрямованих на збирання, транспортування та відведення дощових та інших поверхневих вод з території, що враховує місцеві кліматичні, гідрологічні умови та рельєф місцевості.

Поверхневий дренаж є ключовим елементом для захисту фундаментів будівель, підвальних та цокольних приміщень, а також прилеглих територій від надмірного зволоження. Для його влаштування розробляється спеціальний проєкт, який визначає розташування дренажних труб, глибину їх закладання, конструктивні особливості, ухили, укоси каналів, а також вибір відповідних матеріалів і комплектуючих виробів. Важливим аспектом є забезпечення можливості з'єднання окремих елементів дренажної системи для ефективного відведення води.

Найбільш ефективним є поєднання поверхневого та глибинного дренажу, що дозволяє забезпечити комплексний захист від вологи. Поверхневе водовідведення особливо необхідне в районах з високим рівнем ґрунтових вод, де є ризик перезволоження земельної ділянки, що може негативно вплинути на стан будівель та конструкцій. Комбінація обох типів дренажу дозволяє ефективно управляти водними потоками, забезпечуючи

довгострокову стабільність і безпеку як самих споруд, так і прилеглих територій.

Існують два основні типи поверхневого дренажу: точковий і лінійний. Точковий дренаж призначений для збору води з локальних джерел, в той час як лінійний дренаж використовується для збору надлишкової води з великих площ. Найбільш ефективним є комбіноване використання обох систем, що дозволяє скоротити довжину каналів зливової каналізації і зменшити обсяг земляних робіт.

Точковий дренаж використовується для збору води з конкретних точок, таких як місця скупчення дощових і талих вод. Зазвичай точкові дренажні елементи встановлюються під водостоками, в придверних приямках, біля поливальних кранів і в інших зонах, де потрібно ефективно зібрати воду. Крім того, точковий дренаж може бути доповненням до лінійної системи в тих місцях, де потрібно оперативно і ефективно відвести воду з поверхні, наприклад, на в'їздах, майданчиках, доріжках перед будівлею чи на терасах.

Для організації точкового дренажу використовуються такі пристрої, як дощоприймачі, зливові водовідводи, трапи, які забезпечують збір води без її накопичення на поверхні. Ці елементи можуть бути інтегровані в загальну систему водовідведення, що дозволяє забезпечити ефективний контроль над водними потоками та запобігти затопленню території в умовах інтенсивних опадів.

Лінійний дренаж – це система заглиблених дренажних каналів, бетонних водовідводів і дощоприймачів, у тому числі пісковловлювачів, призначена для затримання піску, дрібного сміття та інших часток, які потрапляють з водою. Ця система служить для підключення до основної мережі дощової каналізації, сприяючи ефективному відведенню води з території. Лінійний дренаж зазвичай закривається знімними решітками, які мають захисно-декоративну функцію. Такі решітки не лише запобігають потраплянню сміття, листя та інших сторонніх предметів у систему, але й забезпечують

безпеку для пішоходів і транспорту, перешкоджаючи їхньому застряганню або пошкодженню.

Лінійне водовідведення використовується для збору дощових та талих вод з великих територій. Лотки лінійного водовідведення ефективно збирають воду з широких, протяжних площ, направляючи її в систему відведення і таким чином забезпечуючи збереження цілісності дорожнього покриття, фундаментів та інших конструкцій. Лінійне водоведведення наведене на рис. 2.1.

Точкове водовідведення призначене для локального збору талих і дощових вод. Цей метод використовується в тих випадках, коли вертикальне планування території не дозволяє організувати відведення води за допомогою лінійних лотків. Точкове водовідведення ефективно працює там, де необхідно швидко і локально зібрати воду, що скапує, наприклад, з дорожнього покриття, майданчиків чи дворових територій. Точкове водоведведення наведене на рис. 2.2.

Система точкового водовідведення активно використовується для збору дощової води, що надходить через водостічні труби до дощоприймачів. Цей метод допомагає ефективно відводити воду з обмежених площ, запобігаючи її накопиченню і зволоженню прилеглих територій, а також захищає від можливих пошкоджень конструкцій, зокрема підвальних приміщень і фундаментів будівель.

На сьогодні лінійне водовідведення в поєднанні з точковим водовідведенням є важливою складовою частиною системи зливової каналізації, де обидва методи доповнюють один одного, виконуючи різні функції. Лінійне водовідведення охоплює великі ділянки та ефективно збирає воду з великих площ, тоді як точкове водовідведення зосереджене на локальних джерелах води, таких як дощоприймачі, що дозволяє забезпечити більш детальне і точне відведення води в специфічних зонах.

Дренажні канали для цієї системи виготовляються з різних матеріалів, таких як бетон, полімербетон, пластик (ПВХ, ПНД, поліпропілен, АБС).

Вибір матеріалу залежить від умов експлуатації, навантажень та вимог до довговічності конструкції. Всі ці елементи системи лінійного дренажу забезпечують стабільний і ефективний відвід води, запобігаючи її скупченню на поверхні та утворенню калюж чи затоплень на території.

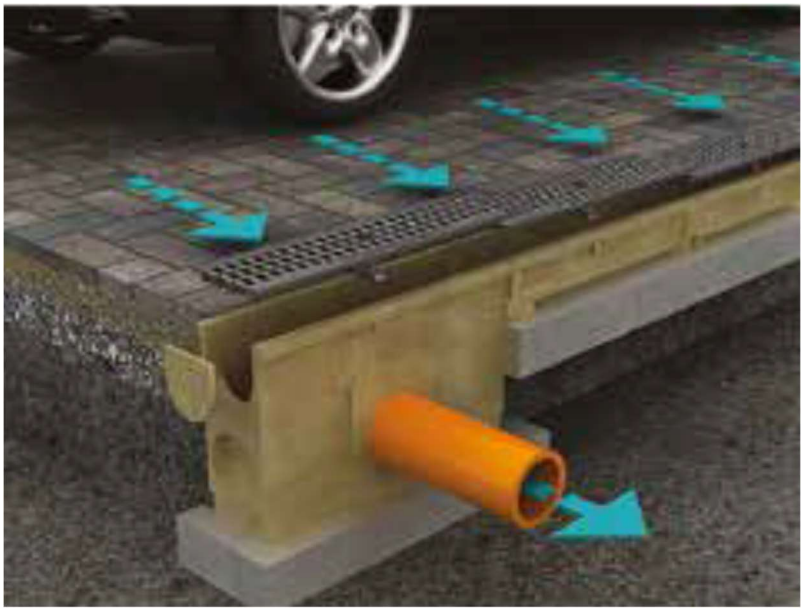


Рисунок 2.1 – Тип поверхневого водовідведення – лінійне водовідведення



Рисунок 2.2 – Тип поверхневого водовідведення – точкове водовідведення

Класифікація навантажень відповідно до стандарту EN 1433 визначає різні категорії навантаження, на які розраховані лотки та решітки для водовідведення. Кожен виріб має свій відповідний клас навантаження, що допомагає вибрати правильні компоненти для конкретного об'єкта, з урахуванням його експлуатаційних умов. Знання класів навантажень дозволяє забезпечити надійність і довговічність системи водовідведення, а також запобігти потенційним проблемам під час її використання. Таким чином, правильний вибір лотків і решіток згідно з їхнім класом навантаження є ключовим для безпеки та ефективності експлуатації об'єкта.

У таблиці 2.1 наведена класифікація навантажень на які розраховані лотки та решітки для водовідведення.

Таблиця 2.1 – Класифікація навантажень

	**A 15 (15 kN)**	→ Пішохідні зони → Велосипедні доріжки → Благоустрій дворів
	**B 125 (125 kN)**	→ Парковки для легкових автомобілів → Гаражі для легкових автомобілів
	**C 250 (250 kN)**	→ Підприємства автосервісу → Тротуари
	**D 400 (400 kN)**	→ Узбіччя доріг → АЗС → Об'єкти транспортної та міської інфраструктури з неінтенсивним рухом
	**E 600 (600 kN)**	→ Автомагістралі → Об'єкти транспортної і міської інфраструктури з інтенсивним рухом → Транспортні термінали і склади
	**F 900 (900 kN)**	→ Злітні смуги аеропортів → Об'єкти з особливо важкими навантаженнями на дорожнє покриття

Лінійне водовідведення – це система поверхневого водовідведення, яка призначена для ефективного збору та відведення дощових і талих вод з території. Вона сприяє збереженню дорожнього покриття та фундаментів будівель, запобігаючи їх передчасному руйнуванню через надмірне зволоження. Крім того, така система захищає від затоплення підвалів та цокольних поверхів, зменшує утворення калюж на проїзних частинах і пішохідних зонах, а також мінімізує ризик утворення льодових покриттів на поверхнях в холодну пору року. Лінійне водовідведення допомагає підтримувати комфортні і безпечні умови для руху транспорту та пішоходів, знижує ризик корозії конструкцій та сприяє більш ефективному управлінню водними ресурсами на ділянці.

Основні компоненти лінійного водовідведення включають лотки, дощоприймачі, пісковловлювачі та захисні решітки. Лотки мають різний гідравлічний переріз і можуть виготовлятися з різних матеріалів, таких як бетон, полімербетон або пластик. Система може бути спроектована як для точкового водовідведення (для збору води з окремих точок), так і для лінійного водовідведення, яке збирає воду з великих площ.

Система лінійного водовідведення – це комплекс споруд, призначений для ефективного відведення дощових і талих вод із великих поверхонь, таких як дороги, тротуари, майданчики та інші території. Ця система допомагає запобігти затопленню, збереженню цілісності дорожнього покриття та фундаментів будівель, а також знижує ризик утворення калюж і зледеніння
Вибір матеріалу лотків та решіток залежить від класу навантаження та умов експлуатації системи. Лінійне водовідведення часто поєднується з точковим водовідведенням для досягнення максимальної ефективності у зборі та відведенні води.

Система лінійного водовідведення це комплектні вироби з гідравлічним перерізом від 100 до 500 мм, що дозволяють вибір матеріалу лотків та пісковловлювачів, таких як бетон, полімербетон або пластик. Матеріал, з якого виготовляються канали та захисні решітки, визначається класом

навантаження і передбаченою областю їх застосування. Вона, у поєднанні з точковим водовідведенням, створює ефективну систему поверхневого водовідведення, що захищає від зайвого зволоження та затоплення.

Система лінійного водовідведення наведена на рисунке 2.3.



Рисунок 2.3 – Система лінійного водовідведення

Таблиця 2.2 – Класифікація водоприймальних решіток і насадок

кл. навантаж.	Комплектуючі серії Basic DN 100 - водоприймальні решітки і насадки					
	Пластик арт. 20801	Сталь оц. арт. 2010/ 20101	Нерж. сталь арт. 2090/ 20901	Мідь арт. 2060/ 20601	Сталь арт. 202026	Сталь арт. 2020
	Пластик арт. 208019	Сталь кришка арт.2019/ 20191	Нерж. сталь арт.544.10.01.2	Сталь оц. арт. 2017-1T-100	Сталь оц. арт. 2017-1T-25	Сталь оц. арт. 2017-1L-100
	Чавун арт. 20402					
	Чавун арт. 20303	Чавун арт. 203032	Чавун арт. 203031	Чавун арт. 20403-ADA	Чавун арт. 2030351	

Особливістю цієї серії є посилена конструкція, що забезпечує високий рівень міцності та довговічності виробів. Завдяки своїм характеристикам та

універсальності, лінійне водовідведення серії Basic є однією з найбільш популярних і широко застосовуваних систем для приватного будівництва.

Підсилюючі насадки є додатковими елементами конструкції, які забезпечують підтримку водоприймальних решіток на стінках лотка. Лотки можуть використовуватися без насадок, але підсилюючі насадки додаються для підвищення міцності конструкції. Лотки серії Basic виготовляються з трьох різних матеріалів: бетону, полімербетону та пластика.

Водовідвідний лоток має велику кількість ребер жорсткості в своїй конструкції, що дозволяє йому зберігати свою форму під час заливки бетонного каблука під час монтажу. Це забезпечує стабільність форми лотка та запобігає його деформації під час транспортування і подальшого використання, що важливо для довговічності і ефективності системи водовідведення. Лотки водовідвідні з решіткою є ефективним рішенням для організації системи поверхневого водовідведення. Вони оснащені знімними решітками, які дозволяють легко обслуговувати і очищати систему від сміття, листя та інших забруднень. Завдяки міцній конструкції та наявності ребер жорсткості, лотки з решітками витримують значні навантаження і забезпечують довготривалу експлуатацію. Така система ідеально підходить для використання на дорогах, тротуарах, стоянках та в інших зонах, де необхідно забезпечити ефективне відведення води та зберегти безпеку транспортних засобів і пішоходів. Приклад водовідвідного лотка наведений на рис. 2.4.

Підсилюючі насадки є важливими конструктивними елементами, що служать для підтримки водоприймальних решіток на стінках лотків та рівномірного розподілу навантаження при наїзді транспортних засобів. Вони забезпечують додаткову міцність і стабільність системи водовідведення. Насадки в комплекті з лотками встановлюються безпосередньо на виробництві за попереднім замовленням, що дозволяє забезпечити максимальну адаптацію до специфікацій конкретного об'єкта.

Конструктивні елементи водовідвідних лотків наведені на рис. 2.6.



Рисунок 2.4 – Водовідвідний лоток



Рисунок 2.5 – Водовідвідний лоток – клас навантаження А15 - С 250

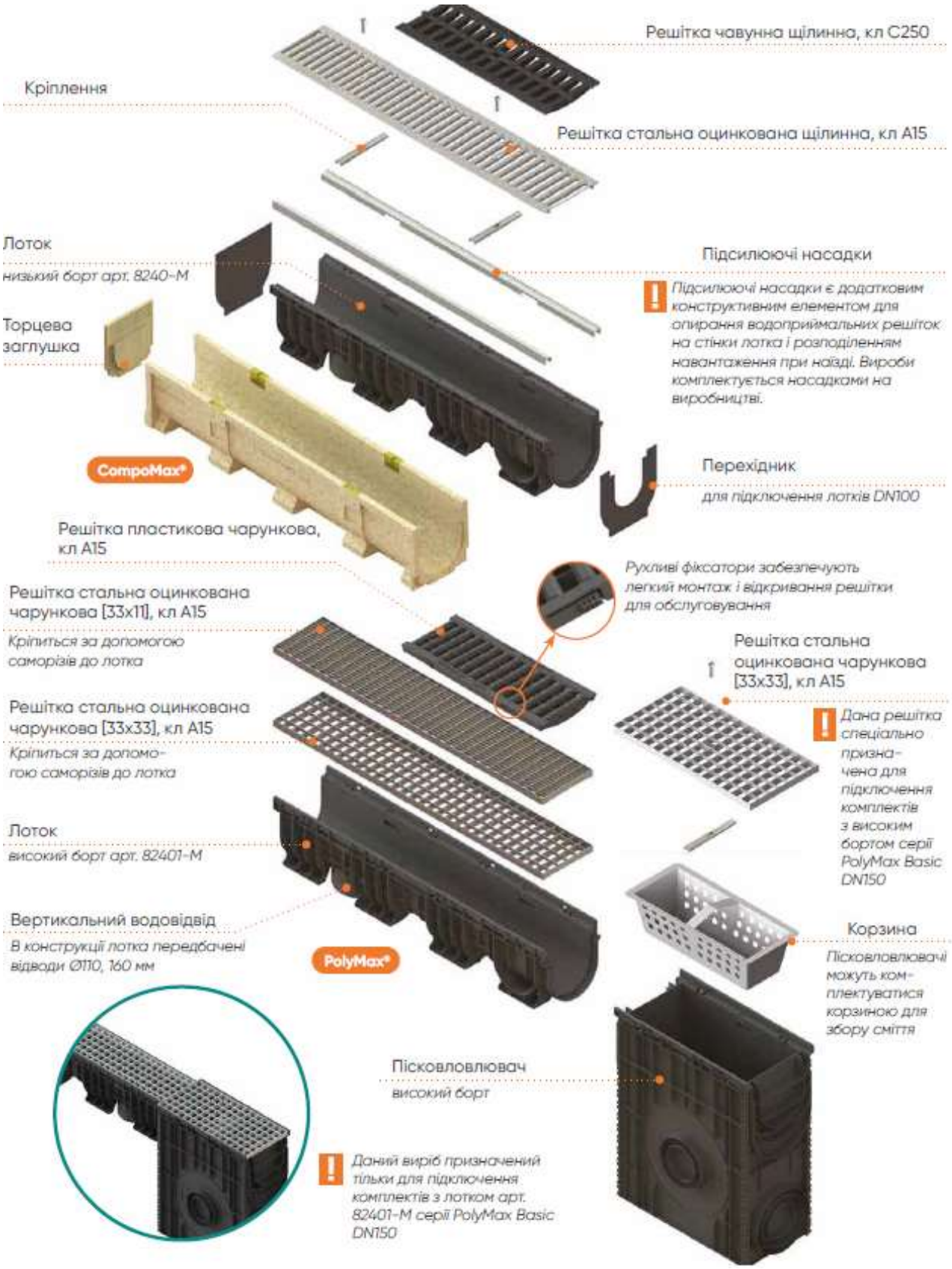


Рисунок 2.6 – Конструктивні елементи водовідвідних лотків

Водоприймальні решітки є важливим елементом систем водовідведення, забезпечуючи ефективний збір і транспортування поверхневих стічних вод з різних територій, таких як дороги, тротуари, майданчики та інші об'єкти. Вони виконують функцію фільтрації води від великих часток сміття та захищають системи каналізації від засмічення. Водоприймальні решітки є частиною лінійних водовідвідних систем і використовуються в комплектах з лотками та іншими компонентами для забезпечення надійного і ефективного водовідведення.

Водоприймальні решітки забезпечують кілька важливих функцій в системах водовідведення. Основна функція решіток полягає в зборі дощових, талих вод і інших зливових стоків з поверхні дорожніх покриттів, тротуарів, парковок та інших об'єктів. Вони дозволяють зібрати воду та направити її в дренажну або зливову каналізацію.

Водоприймальні решітки перешкоджають потраплянню великих часток сміття, листя та інших забруднень у водовідвідні канали. Це зменшує ризик забруднення і засмічення системи водовідведення. Вони також виконують важливу роль у забезпеченні безпеки пішоходів і транспорту. Решітки можуть бути оснащені антипідсмиковими конструкціями, що запобігають випадковому травмуванню людей або пошкодженню транспортних засобів.

Використання водоприймальних решіток дозволяє ефективно контролювати рівень води на території, що запобігає утворенню калюж та затопленню підвалів і цокольних приміщень будівель.

Водоприймальні решітки класифікуються за кількома основними ознаками:

– за матеріалом виготовлення: водоприймальні решітки можуть бути виготовлені з різних матеріалів, таких як:

– чавун – традиційний матеріал, що використовується для виготовлення решіток, особливо в умовах високих навантажень. Чавунні решітки мають високу міцність, довговічність і стійкість до агресивних хімічних речовин.

– нержавіюча сталь – використовується для виготовлення решіток у місцях, де важлива стійкість до корозії;

– полімерні матеріали (пластик, полімербетон) – застосовуються в умовах, де потрібна легкість у транспортуванні та монтажі, а також корозійна стійкість.

В залежності від типу водоприймальної системи, решітки можуть бути:

– односекційні – складаються з одного єдиного елемента, що встановлюється в лоток або канал;

– модульні – виготовлені у вигляді окремих модулів, що дозволяють легко змінювати їх розміри та форму в залежності від потреб.

Водоприймальні решітки класифікуються за здатністю витримувати різні типи навантажень, що можуть бути механічними (від транспорту) або статичними, наведені в табл. 2.1.

Матеріали для виготовлення водоприймальних решіток повинні відповідати високим вимогам щодо міцності, довговічності, стійкості до корозії та зносу, а також забезпечувати надійне виконання своїх функцій у різних кліматичних умовах.



Рисунок 2.7 – Водоприймальні решітки

Правильний монтаж водоприймальних решіток важливий для забезпечення їх ефективної роботи. Процес монтажу включає кілька етапів:

– підготовка лотка або каналу для установки решітки;

– установка решітки на спеціальні кріплення або насадки, що забезпечують її стійкість;

– перевірка правильності встановлення для забезпечення надійності водовідведення.

Експлуатація водоприймальних решіток включає регулярне очищення від сміття, листя та інших забруднень, щоб запобігти засміченню та порушенню нормальної роботи водовідвідної системи.

Водоприймальні решітки є незамінним елементом сучасних систем водовідведення в умовах міської забудови, який забезпечує ефективний збір і транспортування поверхневих стічних вод, захищає інфраструктуру від руйнування і покращує безпеку на дорогах та тротуарах. Вибір правильного типу і матеріалу решітки залежить від умов експлуатації, класу навантаження та специфікацій проекту. Забезпечення ефективного водовідведення — це важливий аспект для підтримки інфраструктури у належному стані, і водоприймальні решітки відіграють у цьому ключову роль.

Точкове водовідведення є важливою складовою частиною сучасних систем водовідведення, що забезпечують ефективне управління зливовими водами на обмежених ділянках. Цей метод особливо актуальний для місць з локальними джерелами води, таких як дощові і талий води, які можуть скупчуватися в певних точках на поверхні. Точкове водовідведення включає використання спеціальних водоприймальних пристроїв, таких як дощоприймачі, зливові канали і трапи, для збору та транспортування води в підземні дренажні системи або зливові канали.

На рис. 2.8 наведені приклади точкового водовідведення.

Основна функція точкового водовідведення полягає в локальному зборі та відведенні дощових, талих і зливових вод, що накопичуються на поверхні в певних точках. Точкове водовідведення застосовується в таких випадках:

– збір локальних вод – це може бути вода, що накопичується біля водостоків, на майданчиках, тротуарах, в'їздах, перед входом до будівель або на ділянках з природним схилом;

– запобігання затоплення – точкові системи водовідведення ефективно запобігають утворенню калюж і затопленню території, що особливо важливо для підтримки безпеки пішоходів і транспорту;

– захист підземних конструкцій – точкове водовідведення часто застосовується для захисту підвальних приміщень і цокольних поверхів від проникнення води.

– зменшення навантаження на основну систему водовідведення – точкові системи можуть розвантажувати основні зливові канали, знижуючи ризик їх переповнення під час інтенсивних дощів.



Рисунок 2.8 – Точкове водовідведення

Точкове водовідведення використовує різноманітні пристрої, які можуть бути встановлені в різних точках території. Найпоширеніші з них:

– дощоприймачі – це спеціальні конструкції, призначені для збору дощових вод з поверхні і направлення їх до дренажних систем. Дощоприймачі часто використовуються в поєднанні з водостічними трубами для перенаправлення води у зливові канали;

– зливові канали використовуються для транспортування води до місця зливу або в дренажні системи. Зливові канали можуть бути частиною більших лінійних водовідвідних систем або окремими елементами точкових систем водовідведення;

– трапи – це невеликі водовідвідні пристрої, що встановлюються в місцях скупчення води, таких як підлоги в приміщеннях, пішохідні доріжки або в'їзди до гаражів;

– пісковловлювачі – це спеціальні елементи, які служать для відфільтровування піску та іншого сміття з потоку води перед її подальшим відведенням до зливової каналізації. Вони використовуються для захисту основних дренажних систем від забруднень.

Точкове водовідведення працює за принципом збору води з конкретних ділянок і її направлення в зливову або дренажну систему. Вода, що накопичується в точках, таких як прилеглі до дорожнього покриття території або майданчики, збирається в спеціальних дощоприймачах, з яких її потік направляється в більш складні підземні дренажні системи або в зливову каналізацію. Процес водовідведення включає такі етапи:

– збір води – точкові водоприймальні пристрої, встановлені на ділянці, збирають воду, що падає на землю в результаті дощу або танення снігу;

– перенаправлення води – зібрана вода передається через трубопроводи або канали до місця зливу або подальшої обробки;

– фільтрація – часто точкове водовідведення доповнюється фільтруючими елементами, які очищають воду від великих часток сміття перед її відведенням.

Конструктивні елементи точкового водовідведення наведені на рис. 2.9. Приклади точкового водовідведення наведені на рис. 2.10.



Рисунок 2.9 – Конструктивні елементи точкового водовідведення

Переваги точкового водовідведення. Точкове водовідведення має кілька переваг, які роблять його важливим елементом в комплексних системах водовідведення:

– локальність – точкове водовідведення є ефективним методом збору води з окремих точок, що дозволяє знизити необхідність у великомасштабних водовідвідних системах;

– економія простору. Це водовідведення дозволяє зберігати природний ландшафт, оскільки не вимагає прокладання широких водовідвідних каналів;

– ефективність. Завдяки точковому збору води, система працює швидко і ефективно навіть під час великих дощів.

– простота в установці та обслуговуванні. Точкові водоприймальні пристрої легко встановлюються в різних місцях і не потребують складного технічного обслуговування.

Точкове водовідведення є важливою складовою частиною сучасних водовідвідних систем, забезпечуючи ефективне та економічне управління зливовими водами. Це особливо важливо для збереження інфраструктури, запобігання затопленню територій, а також захисту підземних приміщень від проникнення води. Використання точкових водовідвідних пристроїв дозволяє зберігати екологічний баланс і запобігати утворенню калюж, що негативно впливають на комфорт і безпеку людей.



Рисунок 2.10 – Приклади точкового водовідведення

2.2 Інноваційні технології систем поверхневого водовідведення

Один з напрямків інновацій у системах водовідведення – це розробка нових матеріалів і конструкцій для лінійних водовідвідних систем. Традиційні бетонні лотки поступово замінюються новітніми полімерними і композитними матеріалами, що мають ряд переваг.

Сучасні лотки з полімербетону або пластика (ПВХ, ПНД, поліпропілен) мають високу корозійну стійкість, здатність витримувати значні навантаження та стійкість до хімічного впливу. Вони також мають меншу вагу порівняно з бетонними лотками, що спрощує процес транспортування та монтажу.

Завдяки модульним конструкціям, лінійне водовідведення можна швидко і легко адаптувати до будь-яких умов, замінюючи лише окремі компоненти, що знижує витрати на ремонт і обслуговування.

Розробка нових матеріалів на основі біополімерів і композитів, що здатні розкладатися в природі, дозволяє зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

Точкове водовідведення, як і лінійне, також зазнає значних інновацій. Найпоширенішими інноваціями є:

– дощоприймачі з інтегрованими фільтрами. Для ефективного очищення дощових вод від піску, бруду та інших забруднень були розроблені дощоприймачі, які оснащені вбудованими фільтруючими елементами. Це дозволяє знизити забруднення основних дренажних мереж та зберегти їх довговічність;

– системи зливових решіток з регулюванням потоку води. Відкриті решітки із спеціальними регуляторами водного потоку дозволяють збирати і відводити воду без ризику засмічення, при цьому в умовах інтенсивних дощів ефективно справляються із збільшенням об'єму води.

– автоматизовані системи управління. Інтеграція сенсорних технологій і систем автоматичного управління дозволяє динамічно коригувати роботу точкового водовідведення в залежності від інтенсивності опадів або стану водопостачання в мережах.

Інноваційні технології у системах поверхневого водовідведення також включають концепцію «зеленої інфраструктури», що передбачає використання природних процесів для управління водними потоками. Водопоглинання дощових вод через покриття на дахах будівель, яке забезпечує природне очищення води і знижує навантаження на каналізаційні системи.

Створення ландшафтних зон з водоємними властивостями, таких як біополи, водоакумулюючі зони, які допомагають відводити воду, а також знижувати температуру навколишнього середовища в жаркі місяці.

Встановлення фільтруючих шарів з піску, гравію, вугілля або біологічних матеріалів для очищення води від забруднень перед її відведенням у зливову каналізацію.

Інтеграція технологій інтернету речей (IoT) та систем штучного інтелекту (AI) дозволяє створити «розумні» системи водовідведення. Завдяки таким технологіям можна:

– моніторити стан мережі в реальному часі – сенсори в системах водовідведення здатні виявляти засмічення, витоки та переповнення, повідомляючи про ці проблеми в автоматичному режимі;

– прогнозувати потоки води. Використання алгоритмів для прогнозування інтенсивності дощів дозволяє оптимізувати роботу водовідвідних систем і зменшити ризик затоплень;

– автоматичне керування відведенням води. Тобто вода може направлятися в найбільш ефективні канали за допомогою автоматичних клапанів, що дозволяє покращити використання існуючих мереж і знизити ризик їх перевантаження.

Інноваційний дизайн решіток забезпечує ефективне водовідведення на території, роблячи систему водовідведення майже невидимою. Такі рішення гармонійно вписуються в будь-яке оформлення земельної ділянки та можуть стати її елементом декору завдяки можливості використання насадок з індивідуальним дизайном. Решітки комплектуються лотками серії Basic DN100-200 і відповідають класу навантаження А15. Для виготовлення використовуються матеріали, такі як нержавіюча та оцинкована сталь. Доступні варіанти висоти: 25 мм і 100 мм.

Застосування:

– пішохідні та паркові території;

– навколишні території будинків;

– відкриті простори навколо будівель;

– пристінні зони.

Переваги:

– естетичність – лінія водовідведення практично непомітна, що дозволяє органічно інтегрувати її в будь-яке дизайнерське рішення;

– оригінальність – наявність насадок різних стилів, що можуть стати акцентом в загальному оформленні. Можливість виготовлення насадок за індивідуальним дизайном;

– надійність – конструктивні елементи лінії приховані, що захищає їх від пошкоджень через зовнішні динамічні навантаження;

– травмобезпека – безпечні для використання пішоходами та індивідуальними транспортними засобами, такими як велосипеди;

– зручність в експлуатації – система легко очищається за допомогою мийки високого тиску. Ревізійні люки і пісковловлювачі доступні для обслуговування;

– універсальність – можливість використання з різними типами покриттів завдяки варіативним висотам елементів.

Інноваційними щілинними насадками можуть комплектуватися пластикові, полімербетонні та бетонні лотки, рис. 2.11, рис. 2.12.



Рисунок 2.11 – Конструктивні елементи щилинних насадок



Рисунок 2.12 – Інноваційні щілинні насадки

Лінійний водовідвід серії «Drive» призначений для організації водовідведення на таких об'єктах, як міські вулиці, автозаправні станції (АЗС), а також підземні та наземні паркінги. Серія включає лотки та пісковловлювачі, виготовлені з бетону, полімербетону та пластику, з гідравлічним перерізом від 100 до 300 мм (DN100-300). Усі лотки оснащені підсилюючими насадками та анкерами, а також комплектуються чавунними решітками, що мають високу міцність і забезпечують додаткову надійність і довговічність, рис. 2.13.

Надійне та функціональне кріплення решітки за допомогою болтів ефективно забезпечує її фіксацію, запобігаючи розкручуванню під впливом динамічних навантажень завдяки спеціальній гайці та глибині посадки. Конструкція кріплення відзначається простотою в обслуговуванні, а в разі потреби вона може бути легко замінена, що забезпечує довговічність і зручність експлуатації.

Болтове кріплення решітки забезпечує її надійну фіксацію, запобігаючи розкручуванню під впливом динамічних навантажень завдяки використанню спеціальної гайки та глибині посадки. Ця конструкція проста в обслуговуванні і може бути легко замінена при необхідності, що гарантує тривалу експлуатацію та зручність в обслуговуванні.

Такі решітки розраховані на навантаження від 40 до 60 тонн. Для зручності вибору є два варіанти з класами навантаження: D400, що підходить для об’єктів з помірною інтенсивністю руху транспорту, та E600, який використовується на автомагістралях, вантажних терміналах, у промислових зонах і інших об’єктах з високим транспортним навантаженням.

Комплекти лотків і пісковловлювачів із пластику мають вдосконалену конструкцію та надійне болтове кріплення решіток. На краях лотків встановлені металеві підсилюючі насадки з анкерами для додаткової міцності.



Рисунок 2.13 – Лінійний водовідвід серії «Drive»

Полімербетонні жолоби (лотки, канали) активно використовуються в капітальному будівництві, зокрема в сучасних системах ефективного водовідведення, рис. 2.14. Завдяки використанню полімерних компонентів, внутрішня поверхня жолоба має високу гладкість, подібну до пластика, що сприяє зменшенню тертя води і забезпечує стабільну функціональність. При цьому полімери не впливають на міцність конструкції, що дозволяє досягти оптимального поєднання легкості, довговічності та надійності в експлуатації.



Рисунок 2.14 – Приклади застосування ефективного водовідведення

Інноваційні технології в системах поверхневого водовідведення значно покращують ефективність та надійність цих систем, забезпечуючи сталий розвиток урбаністичних територій та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Впровадження новітніх матеріалів, «зеленої» інфраструктури, автоматизованих управлінських систем і технологій моніторингу дозволяє забезпечити більш ефективне використання природних ресурсів та знизити ризик негативних наслідків від інтенсивних дощів та зливових вод. Розвиток таких інноваційних технологій має велике значення в умовах міської забудови, де проблема водовідведення набуває особливої актуальності в умовах зміни клімату та урбанізації.

3 ЗАХОДИ З УТРИМАННЯ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ ПОВЕРХНЕВОГО ВОДОВІДВЕДЕННЯ

3.1 Методи покращення водовідведення на дорогах

Одним із ключових аспектів експлуатації дорожніх покриттів є ефективне водовідведення. Вода, що накопичується на дорозі в результаті дощів, сніготанення або інших природних явищ, може значно впливати на стан покриттів. Невчасне або неналежне водовідведення часто стає основною причиною руйнування асфальтобетонних і інших видів дорожніх покриттів. Це питання є актуальним, оскільки неправильне водовідведення може скоротити термін служби доріг, збільшити витрати на їх ремонт та підвищити аварійність на дорогах.

Основні принципи проєктування водовідвідних систем та споруд наведені у будівельних нормах [3, 4] , які призначені для збору та транспортування поверхневого стоку з прилеглих територій та вулично-дорожньої мережі. Це включає відведення дощових і талих вод, а також води, що утворюється під час поливу вулиць, прийом та видалення води зі скидних систем водопропускних комунікацій і споруд, міських дренажних систем мілкого закладення, а також виробничих вод, які допускаються до скидання без спеціального очищення або після очищення через відповідні очисні споруди. Також ці норми передбачають видалення води після мийки автомобілів з необхідним очищенням. Проте слід зазначити, що ці норми не враховують новітніх досягнень і технологій у сфері будівельного виробництва та водовідведення, що можуть значно покращити ефективність таких систем.

Система водовідведення повинна бути ретельно спроєктована та реалізована, з урахуванням специфіки кожної конкретної ділянки. Особливо важливим є водовідведення на автомобільних дорогах і вулицях. Надмірна

волога на цих транспортних шляхах створює значну небезпеку для водіїв, пасажирів і пішоходів, збільшуючи ризик аварійних ситуацій. Крім того, незадовільне водовідведення може призвести до затруднень у транспортному русі, викликаючи затори і збої в регулярному транспортному сполученні, що має негативний вплив на ефективність транспортної інфраструктури в цілому. Тому важливо забезпечити належне проєктування водовідвідних систем, що гарантуватиме безпеку і безперебійний рух на дорогах.

Для забезпечення довговічності дорожніх покриттів необхідно ефективно відводити воду з поверхні доріг. Водонепроникність і безперешкодне відведення води забезпечують нормальну експлуатацію дорожнього покриття, оскільки вода, що проникає в структуру дорожнього полотна, може призвести до серйозних пошкоджень.

Одним із основних факторів, що впливає на стан доріг, є своєчасне збирання та відведення дощової води. Вода, що накопичується на дорозі, може проникати в структуру покриття, спричиняючи його руйнування. Через води може знижуватися міцність покриття, що призводить до утворення тріщин, ям, вибоїн і навіть глибших пошкоджень. Надлишок вологи сприяє розвитку циклів замерзання і відтавання, що погіршує стан асфальту.

Водовідведення доріг здійснюється за допомогою різних систем: лотків, каналів, водовідвідних труб, дренажних систем. Вони повинні забезпечувати ефективний збір води з поверхні дороги та її відведення в найближчі водосховища або водні канали. Необхідно також забезпечити належну якість матеріалів для цих систем, щоб вони витримували навантаження, а також не забивалися сміттям і брудом.

Недостатнє або погане водовідведення має серйозні наслідки для стану дорожніх покриттів. Постійне перебування води на дорозі може призвести до підвищення вологості в грунті, що сприяє його ослабленню та просіданню. Це може викликати деформацію дорожнього покриття, появу вибоїн і тріщин, які, у свою чергу, збільшують знос асфальту та вимагають більш частих ремонтів.

Взимку, коли вода замерзає, вона може розширюватися в тріщинах асфальту, що призводить до погіршення стану покриття. Навіть незначні зміни температури можуть викликати мікротріщини, через які волога проникає в асфальт. Літом, під дією високих температур, вода, що накопичується в підстилаючих шарах покриття, може випаровуватися, що також призводить до утворення дефектів.

Методи покращення водовідведення на дорогах. Щоб мінімізувати ризик руйнування дорожніх покриттів через погане водовідведення, потрібно враховувати ряд факторів при проєктуванні та будівництві доріг.

По-перше, вибір матеріалів для дорожнього покриття, що мають високу водостійкість, допомагає зменшити проникнення води в структуру покриття. Полімербетонні та інші спеціалізовані матеріали мають властивості, що зменшують поглинання води.

Важливо передбачити проєктування дренажних систем, які ефективно відводять воду. Розташування лотків, канав, водовідвідних труб має бути таким, щоб вода не застоювалася на поверхні дороги, а безперешкодно відводилась в найближчі водні джерела або колектори.

Для збереження ефективності водовідведення необхідно регулярно перевіряти стан систем. Засмічення каналів і труб призводить до їх непрацездатності, що значно погіршує водовідведення. Сучасні методи водовідведення включають використання перфорованих труб, спеціальних дренажних систем, що дозволяють ефективно управляти водними потоками.

Одним з основних факторів, що визначають якість дорожнього покриття, є стан та підготовка першого шару – натуральної підкладки, тобто ґрунту, який розташований безпосередньо під дорожнім покриттям. У деяких регіонах України спостерігається значне зміщення ґрунту, що може впливати на стабільність дороги. У таких випадках важливо заглибитися на необхідну глибину, поки ґрунт не стане достатньо стійким і міцним для підтримки дорожнього покриття. В окремих ситуаціях, коли ґрунтові умови надто складні, вдаються до створення додаткового насипного шару, який

забезпечує надійність і стабільність основи дороги, запобігаючи її руйнуванню під впливом навантажень і погодних умов.

Іншим важливим аспектом є створення одно- або двосторонніх дренажних систем для дорожнього покриття, що дозволяє своєчасно відводити дощові та талу воду з поверхні дороги. Це необхідно, оскільки затримка вологи на дорозі призводить до її руйнування, особливо асфальту та асфальтобетону. Особливо критичним це стає в зимовий період, коли вода, що проникає в пори покриття, замерзає і розширюється, що спричиняє деформацію покриття і, як наслідок, утворення ям.

Дорога може сама виконувати функцію системи водовідведення, що збільшує навантаження на дорожнє покриття. Існують різні типи водовідведення для різних категорій доріг, кожен з яких має свої особливості:

– для проїжджої частини I-III категорії водовідведення забезпечується спеціальними лотками, що розташовані уздовж дороги;

– для автомобільних доріг II-III категорії можуть використовуватися узбіччя, які покриваються щебенем для ефективного відведення води;

– для доріг IV-V категорії водовідведення організовується шляхом рівномірного стікання води, що дозволяє уникнути накопичення вологи на поверхні;

– для доріг з розділовою смугою необхідно використовувати додаткові споруди, що забезпечують ефективний відвід води з цієї частини дороги;

– бічні канави є універсальним рішенням для водовідведення і можуть бути використані для всіх категорій доріг, забезпечуючи своєчасне видалення води і збереження стабільності дорожнього покриття.

Такий підхід дозволяє зменшити негативний вплив води на дороги та значно збільшити їх експлуатаційний термін.

За станом міських вулиць необхідно ретельно стежити, своєчасно очищати від снігу та ефективно відводити талу і дощову воду. Для цього важливо створити добре спроектовану зливову каналізацію, яка буде

накопичувати та вчасно виводити воду. Зливова каналізація є складною інженерною системою, розташованою під землею. У більшості сільських населених пунктів центральні дороги обладнані кюветами, через які вода відводиться до найближчих водойм. Проте інші вулиці та провулки часто залишаються без належного покриття: асфальт, асфальтобетон, бетон, бруківка тощо або мають лише часткове покриття з в'яжучих матеріалів (щебінь, шлак тощо) та природне поверхневе водовідведення, що залежить від рельєфу місцевості. Це створює труднощі в управлінні водними потоками на таких територіях, що призводить до утворення важкопрохідних або важкопроїздних перешкод під час відведення води з прибудинкових територій. Належне проектування водовідведення і покриття таких вулиць допоможе уникнути цих проблем, покращуючи прохідність і знижуючи ризик підтоплення.

Для ефективного відведення талих та дощових вод необхідно розробити оптимальну систему водовідведення, що відповідає особливостям конкретної ділянки дороги, і реалізувати її на практиці. Дорожнє водовідведення відрізняється від звичайного поверхневого тим, що включає спеціалізовані споруди та рішення, які ефективно збирають і відводять воду з усіх частин автодороги. Основною метою цієї системи є запобігання накопиченню зайвої води на проїжджій частині дороги, що може створювати небезпеку для транспорту і пішоходів.

Вибір схеми водовідведення та очищення поверхневого стоку залежить від якості та кількості водяного потоку, вимог до рівня очищення, а також до граничних концентрацій забруднюючих речовин в очищених стоках. Проектування системи здійснюється на основі техніко-економічного аналізу, що включає порівняння різних варіантів та оцінку технічних можливостей їх реалізації. Це дозволяє вибрати найбільш ефективне рішення з урахуванням екологічних вимог і економічної доцільності.

Кожне велике місто має різноманітний рельєф, що включає схили, западини та інші нерівності (водозбори). У таких місцях вода може

відводитися природним шляхом, без жодних затримок. Однак на інших ділянках для ефективного відведення води необхідно встановлювати дощоприймачі, які забезпечать її подальше направлення в систему водовідведення.

Тип дорожнього поверхневого водовідведення визначається рядом факторів: обсягом дощового стоку, гідрологічними, геологічними та кліматичними умовами, біологічними характеристиками прилеглої території, а також геометричними параметрами самої дороги. Кожен з цих аспектів має важливе значення для проєктування ефективної системи водовідведення [10].

Особливо важливим є вибір системи організації водовідведення для мостів, де необхідно враховувати конструктивні особливості кожної споруди. Для мостів проектування водовідведення здійснюється індивідуально, з урахуванням специфічних вимог і технічних характеристик конструкції, щоб забезпечити належний відвід води та зберегти безпеку руху.

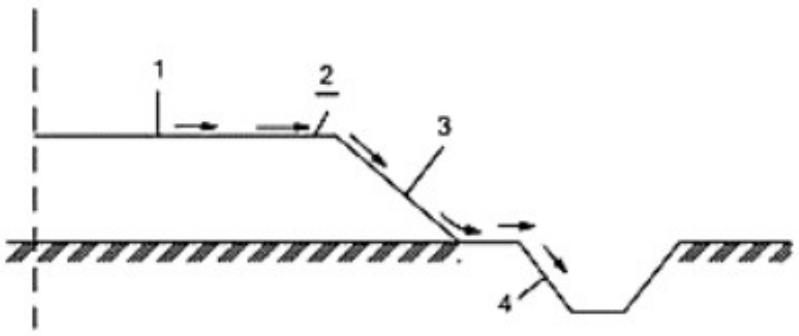
Матеріали для створення систем поверхневого водовідведення вибираються залежно від складу стічних вод, гідрогеологічних умов, а також від характеру перетину з підземними комунікаціями та інших факторів. Основні матеріали, які використовуються для виготовлення систем водовідведення, включають бетон, фібробетон, полімербетон, морозостійкий пластик і нержавіючу сталь. У деяких випадках, особливо для жолобів, що використовуються за межами населених пунктів, застосовують вироби з залізобетону.

Згідно з вимогами замовника, допускається використання виробів з хімічно стійкого бетону, які повинні відповідати експлуатаційним характеристикам згідно з [11]. Це забезпечує підвищену стійкість матеріалів до агресивних впливів навколишнього середовища.

Відведення поверхневого стоку з проїжджої частини автомобільних доріг здійснюється по узбіччях і укосах земляного полотна, далі вода потрапляє в водовідвідні канави і резервуари, відповідно до різних схем організації водовідведення. Однією з таких схем є вільне стікання води по

поверхні дороги на узбіччя, після чого вона стікає на укоси та потрапляє у водовідвідні канави, як показано на рис. 3.1 [10]. Це дозволяє ефективно управляти поверхневими водами та забезпечувати безпеку дорожнього руху.

Схема організації відведення поверхневих вод з проїжджої частини автомобільної дороги на узбіччя наведена на рис. 3.1.



1 – автомобільна дорога; 2 – узбіччя; 3 – укоси; 4 – водовідвідні канави

Рисунок 3.1 – Схема організації відведення поверхневих вод з проїжджої частини автомобільної дороги на узбіччя

Де швидкість стікання поверхневого стоку, згідно [10], повинна визначатися залежно від параметрів поздовжніх і поперечних похилів проїжджої частини та узбіч, відповідно до вимог [6], стану покриття дороги, а також його типу. Таку схему водовідведення рекомендується використовувати на автомобільних дорогах III-IV категорій, які мають низьку концентрацію забруднюючих речовин [10].

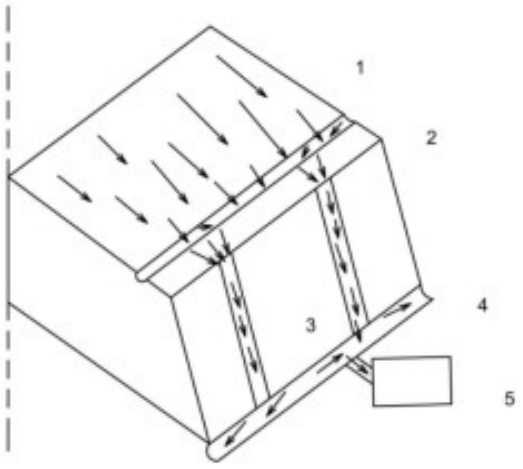
У відкритих дощових мережах мінімальні похили лотків проїжджої частини, кюветів і водовідвідних канав повинні відповідати вимогам [6] та [10].

Для запобігання проникненню води в конструктивні шари дорожнього покриття необхідно забезпечити своєчасне відведення води з поверхні узбіч.

Це можна досягти створенням поперечного похилу узбіч, як зазначено в п. 7.1 [6].

Обсяг фільтрації води в шари дорожнього покриття залежить не лише від ширини і похилу узбіччя, але й від кількості зливових опадів в районі прокладання дороги та від фільтраційної здатності матеріалів, що використовуються для укріплення узбіч. Врахування цих факторів дозволяє забезпечити ефективне водовідведення та зберегти довговічність дорожнього покриття [5, 6].

Для відведення поверхневих стоків від підошви насипів використовують поздовжні та поперечні водовідвідні канави. Система водовідведення наведена на рис. 3.2, передбачає вільне стікання води з поверхні проїжджої частини автомобільної дороги до лотків, розташованих по обидва боки дороги, за винятком ділянок з віражами.



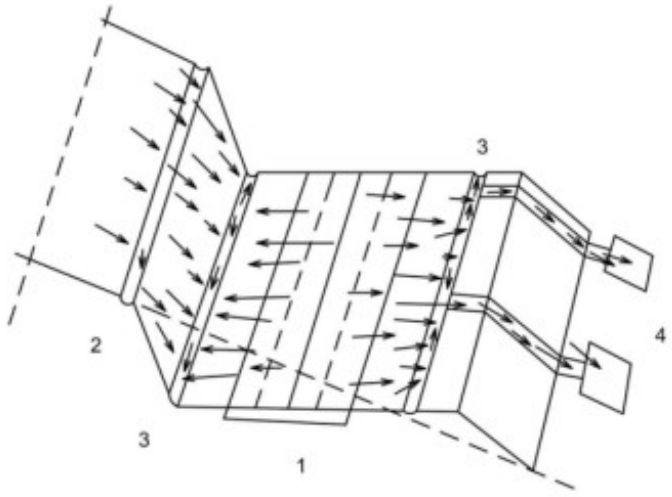
1 – проїжджа частина автомобільної дороги; 2 – водовідвідний лоток, розташований по краю дороги; 3 – відкриті укісні водовідвідні (водоскидні) лотки; 4 – укріплені водовідвідні канави; 5 – очисна споруда

Рисунок 3.2 – Схема організації відведення поверхневих вод з поверхні автомобільної дороги до водовідних лотків

Для захисту укосів від руйнування їх укріплюють за допомогою засіву трав, застосування мінеральних і органічних в’яжучих матеріалів, а також за допомогою збірних бетонних конструкцій, габіонів та елементів з геосинтетичних матеріалів. Такі заходи дозволяють зберегти стабільність укосів і запобігти їх ерозії.

Далі вода відводиться у відкриті укісні водовідвідні лотки, які встановлюються через певні проміжки, а потім спрямовується до укріплених канав і очищених споруд для подальшого очищення та контролю за якістю води. Це дозволяє забезпечити ефективне управління водними потоками та збереження довговічності дорожніх конструкцій.

Схема відведення поверхневих стоків з укосів виїмок і напіввиїмок, що розташовані поруч з напівнасипами, передбачає організацію ефективних водовідвідних систем для запобігання накопиченню води на цих ділянках, рис. 3.3. Це включає використання дренажних каналів, лотків, колодязів та інших інженерних споруд, які забезпечують належний контроль за напрямком і швидкістю відведення води, мінімізуючи ризик ерозії, руйнування укосів та негативний вплив на стабільність земляного полотна.



1 – дорожнє полотно автомобільної дороги; 2 – канава на підвищеній ділянці; 3 – лотки для відведення води; 4 – споруда для очищення води

Рисунок 3.3 – Схема відведення поверхневих стоків з укосів виїмок і напіввиїмок, що розташовані поруч з напівнасипами

Важливо також передбачити систему очищення стоків для запобігання забрудненню навколишнього середовища.

Відведення поверхневих стоків з укосів виїмок та напіввиїмок, які прилягають до напівнасипів, здійснюється за допомогою спеціальних систем, що направляють стоки до очисних споруд, таких як випарні басейни, дощоприймальні колодязі та інші подібні конструкції. Ці системи забезпечують ефективне збирання та очищення поверхневих вод, запобігаючи їх негативному впливу на навколишнє середовище та інфраструктуру.

Випуск води з водовідвідних канав і лотків у понижені ділянки рельєфу дозволяється лише за умови, що це не призведе до заболочування місцевості або застою води біля земляного полотна. Якщо водовідвідні споруди перетинають території, де інфільтрація поверхневих стоків може загрожувати стабільності укосів виїмок або основи земляного полотна, рекомендується обладнувати канави, лотки та резервуари відповідною гідроізоляцією. Крім того, поверхня шару гідроізоляції повинна бути укріплена для запобігання розмиву та руйнуванню, з урахуванням гідравлічних характеристик потоку води.

Укріплення дна водовідвідних канав зазвичай рекомендується виконувати за допомогою щебеню, а укріплення укосів — за допомогою трав’яного покриття, збірних бетонних плит, лотків, торкретбетону, монолітного бетону, бетонних сегментів, асфальтобетонних плит або піщаного асфальтобетону. У районах з помірним і вологим кліматом, де швидкість течії води в канаві не перевищує 1 м/с, доцільно застосовувати укріплення дна щебенем шаром 8-10 см з подальшим засівом багаторічних трав на укосах. Якщо швидкість течії води в канаві менша за 0,5 м/с, найкраще використовувати укріплення дна засівом трав, що забезпечить стабільність і запобіжить ерозії в таких умовах.

Рекомендується застосовувати для укріплення укосів та водовідвідних канав збірні бетонні плити, коли швидкість течії води не перевищує 3,5 м/с.

Такі плити виготовляються на заводах і мають прямокутну форму з наступними розмірами: для укріплення укосів крутизною 1:1,5 – 0,69м х 1,05м х 0,08 м, для укріплення укосів крутизною 1:1 – 0,49м х 0,85м х 0,08м. Якщо швидкість течії води менше 2 м/с, укоси та водовідвідні канави можуть укріплюватися торкретбетоном. Однак укріплення торкретбетоном не рекомендується в районах з пилуватими та лесоподібними суглинками, засоленими ґрунтами або на зсувних ділянках, оскільки цей матеріал має низьку несучу здатність і вимагає попереднього ретельного вирівнювання поверхні перед застосуванням.

Також рекомендується використовувати лотки-жолоби, залізобетонні прямокутні та рамні лотки, довгомірні телескопічні лотки для укріплення водовідвідних і нагірних канав у таких випадках [10]:

– на територіях з переважанням слабких, водонасичених ґрунтів у зоні будівництва автомобільної дороги;

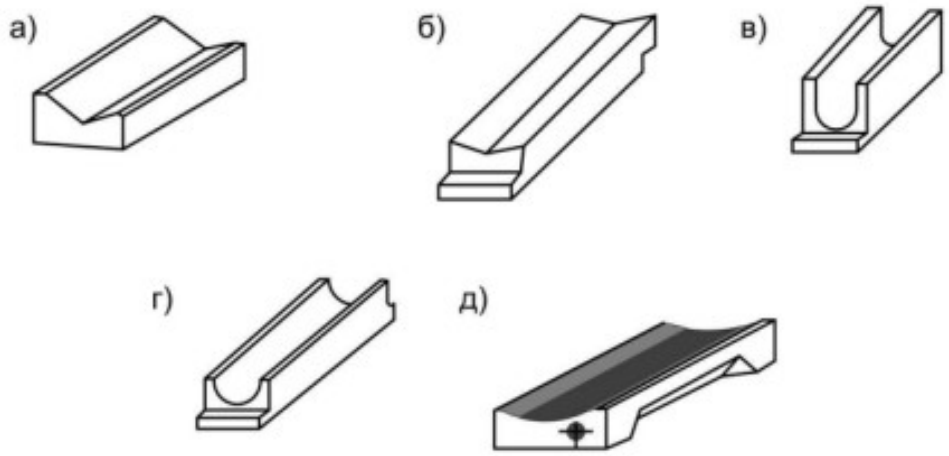
– коли автомобільна дорога I-II категорій проходить через насип висотою більше 4 м з великим поздовжнім ухилом (понад 30 ‰) або через пониження у вигнутих ділянках поздовжнього профілю;

– у випадку, коли автомобільна дорога проходить через населені пункти;

– для забезпечення перехвату та зниження рівня ґрунтових вод на певних ділянках.

Прикрайкові лотки можуть бути виконані як монолітними, так і зі збірних елементів різного поперечного перерізу. Зазначається, що доцільно використовувати збірні прикрайкові лотки з трикутним поперечним перерізом, рис. 3.4а. Для зручності монтажу під час будівництва рекомендується встановлювати лотки трикутної форми з виступами рис. 3.4б, а також водозбірні лотки з еліптичним рис. 3.4в, круглим рис. 3.4г, 3.4д, трапецієподібним або прямокутним поперечними перерізами, залежно від рельєфу місцевості та особливостей установки. Водовідвідні лотки повинні бути спроектовані так, щоб витримувати зовнішні навантаження, такі як

транспортні навантаження та температурні деформації, відповідно до вимог [12].



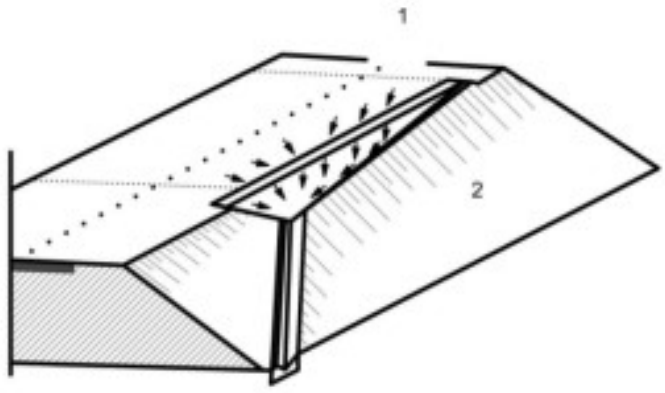
а – стандартні водозбірні прикрайкові лотки з трикутним поперечним перерізом та їхні розміри; б – водозбірні прикрайкові лотки трикутної форми з виступами; в – водозбірні прикрайкові лотки з еліптичним поперечним перерізом; г, д – водозбірні прикрайкові лотки з круглим поперечним перерізом

Рисунок 3.4 – Збірні прикрайкові лотки з трикутним поперечним перерізом

На рис. 3.5 наведена схема з влаштуванням укісних лотків для автомобільних доріг I категорії , що передбачає створення цементобетонних берм і водозливів змінного поперечного перерізу. Для затяжних ділянок з постійним поздовжнім ухилом рекомендується встановлення водозливу з розширеним поперечним перерізом, а також відкритого лотка трикутної форми, який розміщується на укосі під певним кутом. У таких випадках укоси насипу слід укріплювати засівом трав для запобігання ерозії та забезпечення стабільності структури.

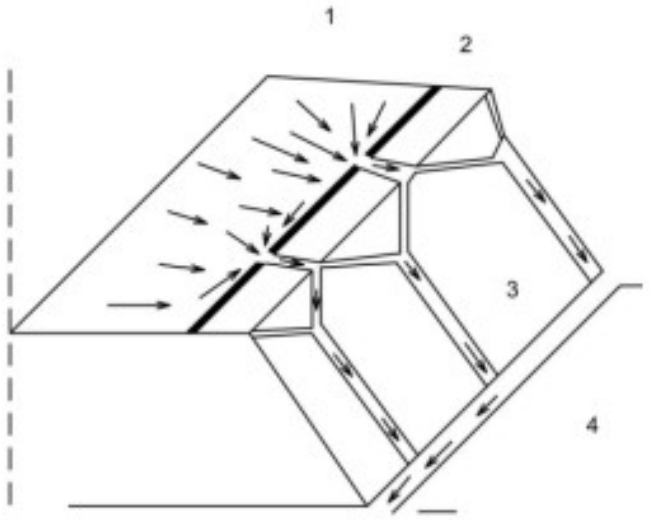
Відповідно зі схемою рис. 3.6, поверхневі стоки з дорожнього покриття збираються в передбордюрному просторі, який утворюється на межі між

краєм проїзної частини та бордюрним каменем, що розташовані по обидва боки дороги.



1 – дорожнє полотно автомобільної дороги; 2 – водозлив з розширеним поперечним перерізом та відкритим лотком трикутної форми

Рисунок 3.5 – Схема з влаштуванням укісних лотків для автомобільних доріг I категорії



1 – дорожнє полотно автомобільної дороги; 2 – бордюрний камінь; 4 – відкриті укісні водовідвідні (водозбірні) лотки; 4 – водовідвідні канали

Рисунок 3.6 – Схема організації відведення поверхневих стоків з покриття автомобільної дороги в простір перед бордюром.

Далі ці стоки потрапляють у відкриті укісні водовідвідні (водозбірні) лотки, рис. 3.7, а потім направляються в водовідвідні русла, очисні споруди, закриту каналізацію або на інші очисні системи. Ця схема водовідведення рекомендується для використання на автомобільних дорогах I-II категорії, а також на мостах і шляхопроводах.



Рисунок 3.7 – Відкриті укісні водовідвідні (водозбірні) лотки

Блок монолітний водовідвідний навантаження Е 600 наведений на рис. 3.8.

Бордюр водовідвідний під навантаження D 400 наведений на рис. 3.9.

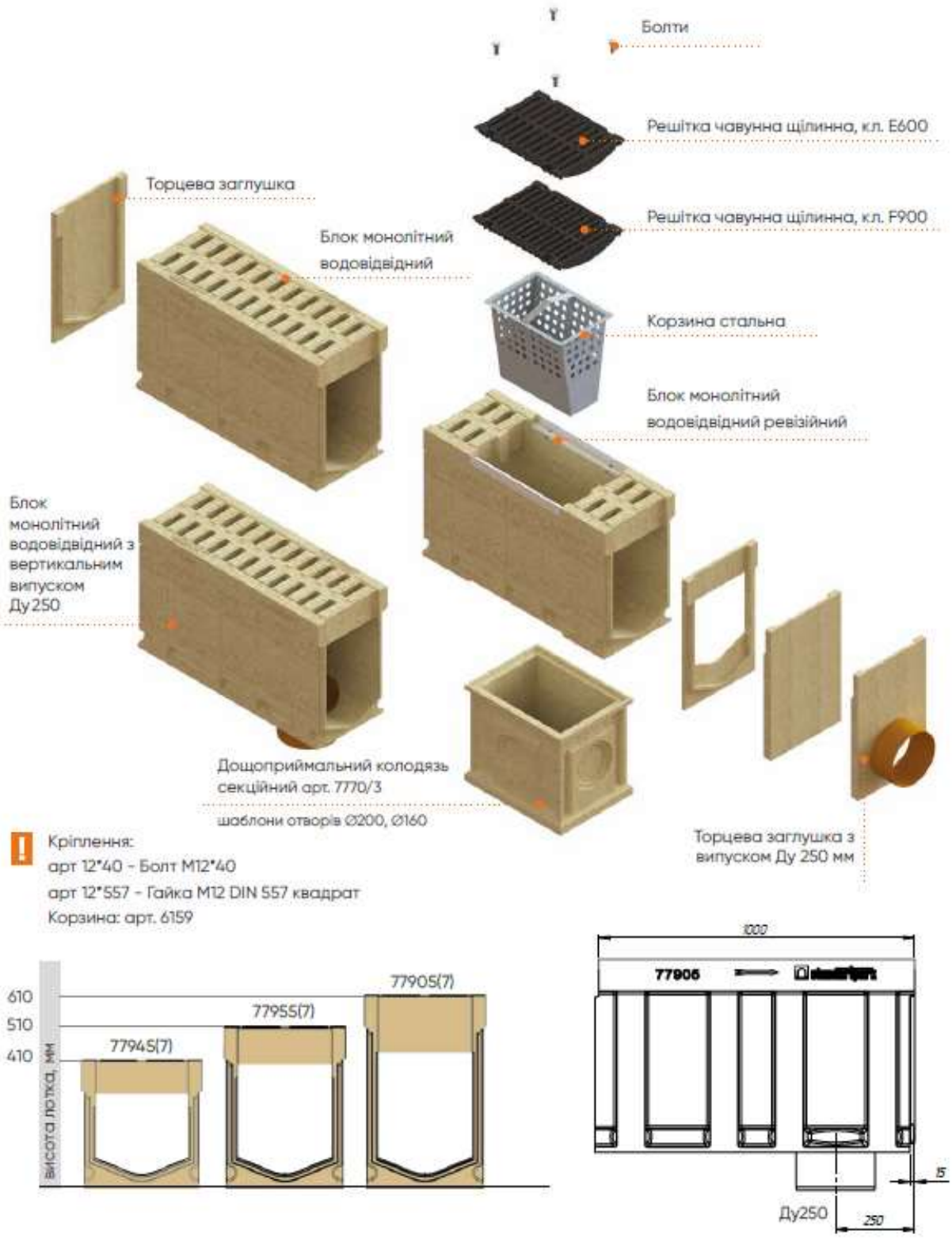


Рисунок 3.8 – Блок монолітний водовідвідний під навантаження E 600

У місцях з'єднання суміжних водовідвідних лотків слід забезпечити плавний перехід, щоб уникнути зменшення перерізу стоку. Згідно з відповідним стандартом [10], максимальна висота сходинки на дні лотка не повинна перевищувати 6 мм. Для досягнення цього значення рекомендується використовувати інструкції виробника.

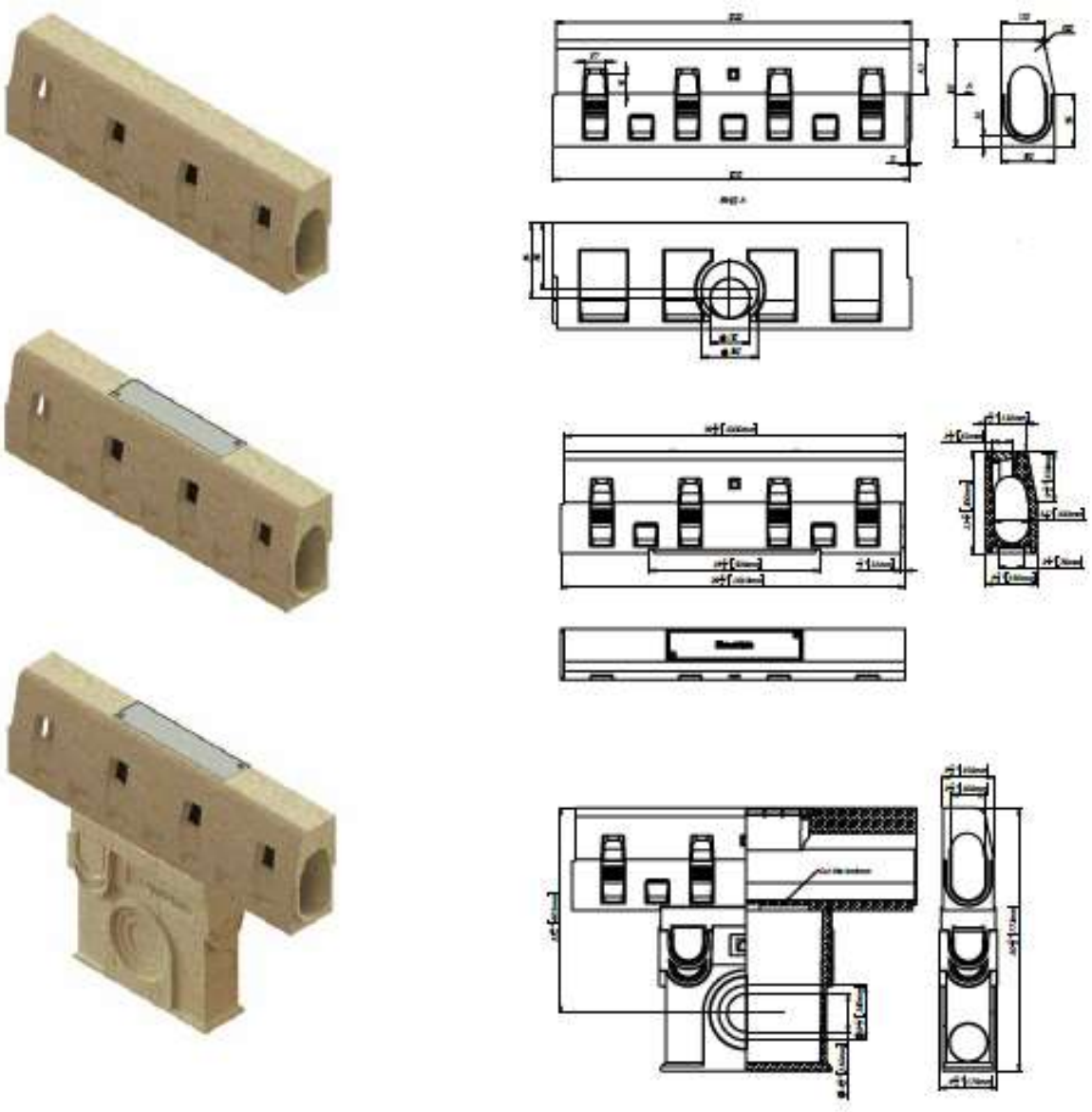


Рисунок 3.9 – Бордюр водовідвідний під навантаження D 400

Для забезпечення стабільного відведення дощових і талих вод необхідно додатково зміцнювати узбіччя та надавати їм випуклу форму, що сприятиме

кращому відведенню води щодо профілю ґрунтових полотен і дорожнього покриття. Щоб уникнути накопичення зайвої вологи уздовж дороги, створюються спеціальні бічні канави для відведення води. У міських зонах цю функцію можуть виконувати бордюри або прикрайкові лотки. Крім того, ефективним методом запобігання накопиченню води є створення резервів у дорожніх насипах, які будуть перехоплювати воду, що стікає по нахилах, і забезпечувати її правильне відведення.

Чим рівніший поверх дорожнього покриття, тим більший повинен бути поперечний нахил автомобільної дороги, щоб уникнути затримки води в западинах і забезпечити її своєчасне стікання. Крім того, поперечний ухил може бути збільшений на етапі проектування з урахуванням майбутніх змін в якості проїзної частини, адже з часом покриття може змінювати свої характеристики.

Відведення стічних вод з розділювальної смуги дороги I категорії здійснюється завдяки поперечним і поздовжнім ухилам відповідно до вимог [6]. Організоване відведення поверхневих стоків з розділювальної смуги забезпечується через дощоприймальні колодязі та водостічні труби, розташовані під насипом дороги. Якщо ширина розділювальної смуги перевищує 5 м, поверхневі стоки можуть відводитися через дощоприймальні колодязі за допомогою бетонних лотків, що розміщуються посередині смуги, або через бетонну крайову плиту, з'єднану з бордюром.

На ділянках віражів з розділювальною смугою стоки з прилеглих прикрайкових лотків скидаються в дощоприймальні колодязі та відводяться до очисних споруд для подальшої очистки.

Схема водовідведення, рекомендована для мостів і шляхопроводів з кількістю смуг руху менше ніж 6, передбачає збір поверхневих стоків вздовж тротуарів з подальшим направленням води в лотки на мостових конусах або до закритої зливової каналізації. Для мостів та шляхопроводів з кількістю смуг руху більше ніж 6, схема водовідведення передбачає використання поперечних випусків через водовідвідні трубки та тротуарні блоки під

мостом або шляхопроводом, а також через дощоприймальні колодязі, з подальшим відведенням води до очисних споруд. Такий підхід забезпечує ефективне управління водними стоками, знижує ризик затоплення та забезпечує належну очистку води перед її скиданням в навколишнє середовище.

На мостах, що перетинають великі водойми, збирання води з покриття відбувається через типові лотки, які примикають до бордюрних блоків з зовнішнього боку.

Процес розробки проєкту системи водовідведення для автомобільних доріг включає кілька етапів:

– розробка схеми організації водовідведення для конкретної ділянки дороги;

– підбір необхідних матеріалів та обладнання для монтажу системи водовідведення;

– визначення меж водозбору;

– розрахунок припливу поверхневих вод;

– визначення відстані між спорудами для збору та прийому води;

– вибір способів зміцнення водовідвідних споруд;

– розробка плану будівництва водовідвідної системи з проїзної частини та визначення термінів її реалізації.

Згідно з нормами [6], ймовірність перевищення розрахункової повені при проектуванні водовідвідних канав для доріг повинна становити: для доріг ІІІ категорії – 2 %, для доріг ІІІ категорії – 3 %, для доріг IV та V категорій – 4 %. При проектуванні водовідвідних споруд на поверхні мостів і доріг ці показники наступні: для доріг І-ІІ категорій – 1 %, для доріг ІІІ категорії – 2 %, для доріг IV та V категорій – 3 % [10].

Таким чином, ефективне відведення води з автомобільної дороги є одним з основних аспектів при проектуванні та будівництві доріг. Надійна система водовідведення не лише перешкоджає пошкодженню дорожнього покриття,

але й продовжує термін експлуатації доріг, знижуючи ризик руйнувань від впливу води.

3.2 Проєктування дренажних систем

Дренажні системи є важливою частиною інфраструктури, призначеною для ефективного відведення надлишкової вологи з різних об'єктів і територій. Вони складаються з комплексів трубопроводів, лотків, канав, насипів та інших конструкцій, що дозволяють контролювати рівень ґрунтових вод і забезпечують належну експлуатацію земельних ділянок та будівель. Основна мета таких систем – попередження підтоплень і зниження ризиків пошкодження будівель і доріг, а також запобігання ерозії ґрунту.

Основні елементи дренажних систем включають:

– дренажні канали і лотки – використовуються для збору та перенаправлення поверхневих вод. Вони можуть бути відкритими – канави, канали або закритими – трубопроводи, в залежності від специфіки місцевості та потреб проєкту;

– дренажні труби – спеціальні труби, що використовуються для відведення ґрунтових вод з підземних шарів. Вони можуть бути перфорованими або пористими для забезпечення ефективного проникнення води;

– фільтруючі матеріали – використовуються для покращення якості води, що потрапляє в дренажну систему. Це можуть бути геотекстильні тканини, фільтраційні шари з гравію, щебеню або інших матеріалів, що забезпечують належне очищення води від часток ґрунту;

– системи водозбірних колодязів – застосовуються для збору води з різних дренажних труб, що дозволяє зручніше обслуговувати систему і регулювати відведення води;

– регулятори рівня води та фільтри – використовуються для контролю за рівнем ґрунтових вод та запобігання їх підняттю до небезпечних рівнів, що може привести до підтоплень;

– дренажні колектори – труби або канали великого діаметра, які збирають воду з різних частин дренажної мережі і спрямовують її до основних випусків або очищувальних споруд;

– водовідвідні системи для дорожніх покриттів – включають бордюри, лотки, канави та інші елементи для організованого відведення води з проїзної частини доріг та тротуарів, що дозволяє забезпечити безпеку дорожнього руху та запобігти руйнуванню дорожнього покриття.

Важливою частиною проєктування дренажних систем є ретельне планування, яке включає аналіз гідрологічних та геологічних умов, а також вибір правильних матеріалів і технологій для забезпечення надійності та довговічності системи.

Система регулювання підземного стоку за допомогою дренажних конструкцій має на меті ефективне управління водами, що потрапляють у ґрунт, і передбачає наступні дії:

– перехоплення підземних вод на ранніх етапах, до того як вони потраплять у зсувний масив схилу чи укоси виїмок;

– зниження рівня або напору ґрунтових вод у приукісних ділянках зсувних схилів, укосах виїмок або в основах насипів на нестійких косогорах, що дозволяє зменшити ризик руйнування конструкцій;

– перехоплення та відведення води, що потрапляє в дорожню конструкцію, запобігаючи її накопиченню в середині конструкцій, що може призвести до ослаблення їх стабільності;

– відведення всіх підземних вод із зсувного масиву до водопропускних споруд, що дозволяє зберегти стабільність схилів і запобігти можливим зсувам або ерозії.

Конструкцію дренажних водовідвідних споруд вибирають на основі інженерно-геологічних і гідрологічних обстежень, а також гідравлічних розрахунків для визначення обсягу води, що поступає до дренажної системи. Дренажі поділяються на поперечні, поздовжні та врізні укісні, рис. 3.10 залежно від їхнього розташування відносно осі дороги. Крім того, дренажі класифікуються за глибиною закладання на мілкого та глибокого типу.

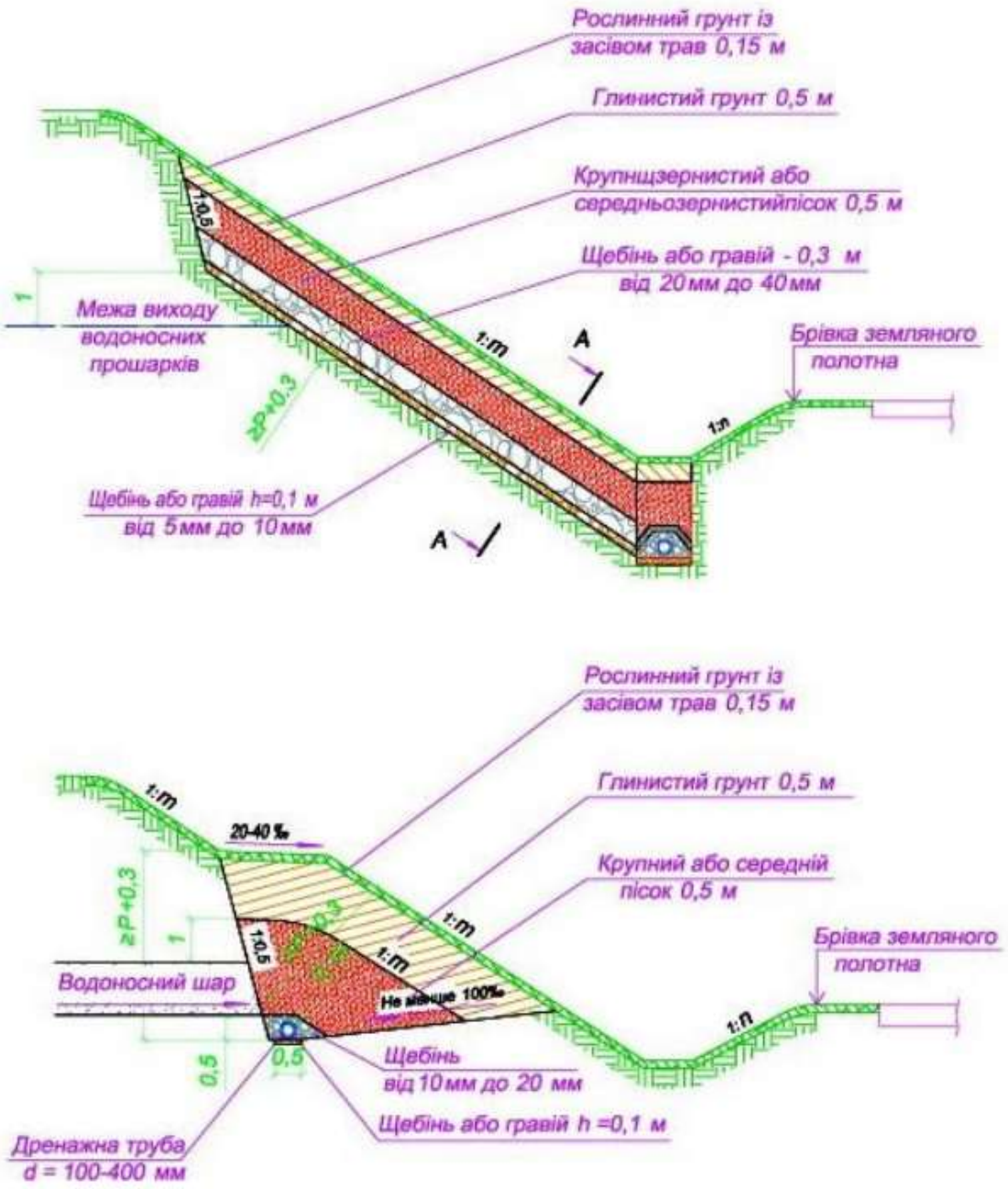


Рисунок 3.10 – Врізні укісні дренажі

Конструкції врізних укісних дренажів передбачають встановлення водовідвідних систем, які інтегруються в укоси земляного полотна дороги або насипу. Вони забезпечують ефективне відведення підземних вод, запобігаючи їх накопиченню в критичних зонах, що можуть спричинити зсуви або інші негативні наслідки для дорожнього покриття.

Врізні укісні дренажі проєктують з урахуванням гідрологічних та геологічних умов місцевості, особливостей рельєфу та типу ґрунтів. Їх зазвичай розташовують під певним кутом до осі дороги для забезпечення максимального ефекту водовідведення. Такі системи дозволяють збирати і направляти підземні води, що надходять з верхніх шарів ґрунту, до водопропускних споруд або спеціальних відвідних каналів.

Врізні укісні дренажі застосовуються в таких випадках:

– на ділянках з високим рівнем ґрунтових вод, де існує ризик їхнього накопичення, що може погіршити стійкість укосів;

– у місцях, де існує потреба в посиленому водовідведенні для зменшення водного навантаження на дорожнє полотно;

– в об'єктах з підвищеними вимогами до стабільності та міцності конструкцій, таких як мости, естакади або великі насипи.

Типові конструкції врізних укісних дренажів включають трубопроводи, встановлені в ґрунті під укосами, або спеціальні канали, оброблені для запобігання ерозії та засмічення. Для підвищення ефективності дренажу можуть використовуватися геотекстильні матеріали для фільтрації води і запобігання проникненню піску та дрібних часток у систему.

Такі дренажі необхідно проектувати з урахуванням гідравлічних розрахунків для забезпечення безперешкодного відведення води, що дозволить зберегти стабільність дорожнього покриття і запобігти ерозійним процесам на укосах.

Відведення води з додаткових шарів основи дорожнього одягу здійснюється шляхом укладання дренуючого шару, що охоплює всю ширину земляного полотна. Така система сприяє ефективному зниженню рівня

ґрунтових вод, що можуть негативно впливати на стійкість і довговічність дорожнього покриття.

У разі наявності пористого шару в основі дорожнього одягу, при зв'язних ґрунтах, необхідно влаштувати поперечний дренаж. Поперечний дренаж застосовується в таких випадках:

– при наявності водонасичених ґрунтів і поздовжніх ухилах, що перевищують поперечний;

– на ділянках з увігнутими вертикальними кривими та при переходах від виїмок до насипів;

– у понижених точках, де змінити поздовжній профіль дороги неможливо;

– на ділянках з переломом поздовжнього профілю, де потрібно покращити водовідведення;

– на ділянках з типом зволоження І, згідно з нормативами, із поздовжнім ухилом більше 20 ‰, якщо поздовжні дренажі відсутні, а також на ділянках з ухилом більше 40 ‰, незалежно від наявності поздовжніх дренажів.

Похил для дренажу встановлюється на рівні понад 5 ‰, відповідно до рельєфу місцевості, але він не повинен бути меншим ніж 3 ‰, згідно з нормативними вимогами [4]. Найбільший ухил дренажу визначається, виходячи з максимально допустимої швидкості води в трубах, що не повинна перевищувати 1,0 м/с.

Дренажний блок мостового полотна (ДБМП) застосовується для ефективного водовідведення з товщі проїжджої частини штучних споруд. Його основною функцією є прискорення відведення води в місцях її скупчення та запобігання забиванню дренажних каналів елементами водовідведення, зокрема асфальтобетоном. ДБМП виготовляються за допомогою вібропресового методу, використовуючи дрібнозернистий гранітний щебінь, епоксидну або поліефірну смолу, а також спеціальні затверджувачі, що тверднуть при природних умовах. Ці блоки є важливими

елементами для забезпечення довговічності та ефективності водовідведення в конструкціях мостів і шляхопроводів.

Перевага застосування:

– висока якість виробництва;
– гарантована надійність;
– швидкий та зручний процес монтажу;
– ефективне техніко-економічне обґрунтування.

Використання дренажних елементів регулюється [14], зокрема пунктом «6.4», який зазначає, що дренажна система прогонової будови повинна включати поздовжні та поперечні дренажні канали, дренажні трубки, водовідвідні лотки та/або дренажні смуги. Детальне пояснення надається в пунктах 6.4.1, 6.4.2, 6.4.3 та 6.4.4. [14]. Дренажні блоки мостового полотна виробництва Standartpark встановлені та успішно функціонують на численних мостах по всій території України, рис. 3.11.



Рисунок 3.11 – Використання дренажних елементів

Дренаж мілкого закладання – це конструктивний елемент автомобільної дороги, який влаштовується в зоні промерзання ґрунту і служить для відведення води з робочого шару земляного полотна або для осушення шарів

дорожнього одягу. Мілкі дренажі необхідно застосовувати на затяжних поздовжніх похилах, коли величина поздовжнього ухилу більша за поперечний ухил дорожнього одягу.

Дренажі глибокого закладання влаштовуються нижче рівня промерзання ґрунту і використовуються для захисту земляного полотна від негативного впливу ґрунтових вод.

– поперечні дренажі встановлені під кутом до осі дороги глибокого закладання необхідно встановлювати в місцях переходу дороги з виїмки до насипу, перед верховими конусами мостів та естакад, а також у нижніх точках увігнутих вертикальних кривих, де зустрічаються похили;

– поздовжні дренажі встановлені паралельно осі дороги глибокого закладання найчастіше застосовуються в виїмках. В залежності від глибини виїмки, геологічних характеристик та рівня ґрунтових вод, поздовжні дренажі можуть бути одноярусними, двоярусними або багатоярусними.

Дренажна система мілкого закладення, рис. 3.12, може включати різні конструктивні елементи, які класифікуються залежно від їх орієнтації відносно осі дороги на три основні групи:

– площинні елементи дренажу мілкого закладення;

– поздовжні елементи дренажу мілкого закладення;

– поперечні елементи дренажу мілкого закладення.

Поздовжній дренаж являє собою дренажну траншею, заповнену фільтруючим матеріалом, в якому розміщені спеціальні дренажні елементи. Як дренажні елементи можуть бути використані різноманітні труби – бетонні, перфоровані перхлорвінілові, полівінілхлоридні, поліетиленові, поліпропіленові та інші або дренуюче ядро, яке забезпечує ефективне відведення води з ґрунту.

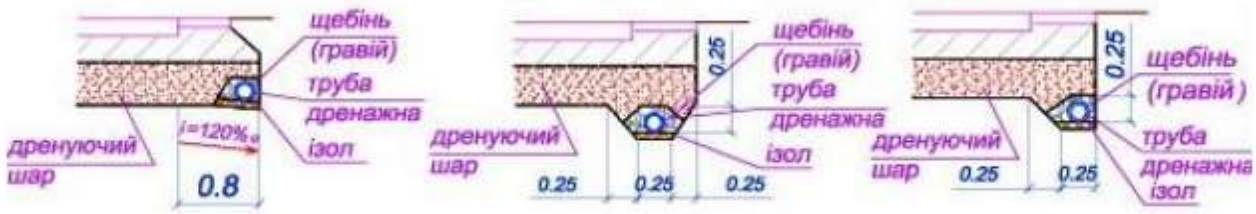


Рисунок 3.12 – Дренажна система мілкого закладення

Площинними елементами є піщані дренуючі шари в основі дорожнього покриття, що розраховуються за методами поглинання або осушення води.

Площинний дренаж мілкого закладення, розрахований за методом поглинання, може застосовуватись самостійно, без комбінування з іншими елементами системи.

Площинний дренаж мілкого закладення, розрахований за методом осушення, може використовуватися як самостійно з виходом на укоси земляного полотна, так і в поєднанні з поперечними й поздовжніми елементами для відведення води.

Для забезпечення ефективної роботи площинного дренажу мілкого закладення, розрахованого за методом осушення, проводиться також перевірка його здатності до поглинання води, особливо в період розтавання, коли потрібна перевірка функціональності поперечних випусків і їх здатності до ефективного відведення води.

Поздовжнім елементом дренажної системи мілкого закладення є поздовжня дрена або крупнопористе ядро, яке використовується для відведення води з піщаного дренуючого шару основи дорожнього покриття.

До поперечних елементів цієї системи відносяться поперечні випуски з поздовжнього дренажу та поперечні дренажні прорізи.

Вода з поздовжніх дренажів відводиться через поперечні випуски або направляється до мережі оглядових колодязів. Внутрішній діаметр дренажної труби визначається на основі гідравлічного розрахунку, але його мінімальне значення має бути не менше 50 мм. Труби укладаються безпосередньо на дно траншеї.

Поздовжні дрени проектуються з мінімальним ухилом 3 ‰ для труб діаметром більше 80 мм та 5 ‰ для труб діаметром понад 50 мм. Якщо ухил менший, то застосовують пилкоподібний профіль по осі дренажу з мінімальним ухилом. Відстань між поперечними випусками визначається залежно від величини поздовжнього похилу.

Залежно від матеріалів, що використовуються для влаштування ядра для відведення води в поперечних та поздовжніх елементах, дренаж поділяється на такі види:

– з перфорованими трубами або трубофільтрами;

– з ядром із крупнопористого матеріалу.

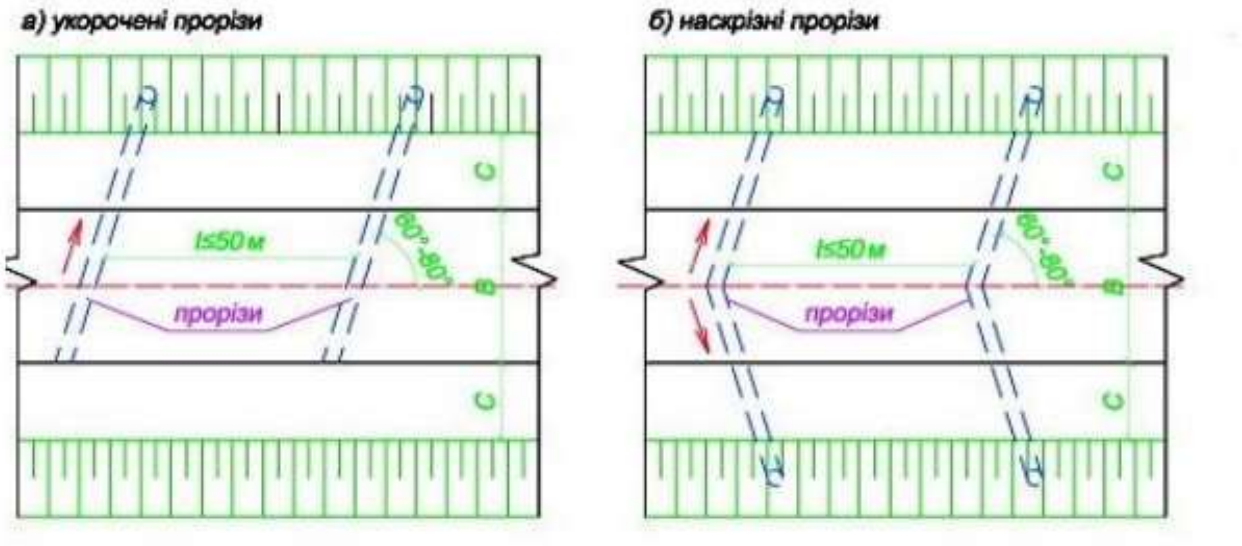
Поперечні дренажні прорізи, у свою чергу, поділяються на:

– наскрізні двосторонні – спрямовані в обидві сторони від осі дороги;

– наскрізні односторонні – спрямовані в одну сторону, на проїзну частину або узбіччя;

– укорочені – розміщуються в межах узбіч.

При проєктуванні використовують два типи поперечних прорізів: з трубчастими елементами та з дренуючим ядром. Прорізи, розраховані на витрату води понад 0,72 м³ на добу, повинні бути влаштовані виключно з трубчастими дренажними системами. Схема розташування наведена на рис. 3.13.



а) укорочені прорізи б) наскрізні прорізи

Рисунок 3.13 – Схема розташування поперечних прорізів

Поперечні дренажні прорізи з ядром виконують з крупнопористого кам'яного матеріалу, який засипають на листи руберойду, толю або гідроізолу. Зверху прорізи покривають геотекстильним матеріалом для запобігання вимиванню піску з дренуючого прошарку або земляного полотна. Якщо ізоляційні матеріали відсутні, то для фільтрації використовують щебінь фракцією від 5 мм до 10 мм для обсипки. Ядро прорізу проектують із морозостійкого щебеню або гравію з фракцією від 20 мм до 40 мм.

У плані поперечні прорізи влаштовують на всю ширину земляного полотна при новому будівництві, а при реконструкції та капітальному ремонті – на ширину нового дорожнього покриття та узбіч. На ділянках з поздовжнім похилом понад 20 ‰ дозволяється застосовувати скорочені прорізи з відведенням води в один бік, які, якщо можливо, орієнтують на південний бік.

Розглянемо коротко кожен з видів дренажних систем мілкого закладення та їх елементи.

Поздовжні дренажі мілкого закладення, рис. 3.14, зазвичай використовуються у виїмках, на ділянках малих насипів або в місцях, де є потік води в дренуючий шар. Вони також застосовуються для осушення дренажного прошарку, що дозволяє здійснювати фільтрацію води в капілярному вигляді.

Поздовжній дренаж мілкого закладення включає:

– дренажну траншею, заповнену піском;

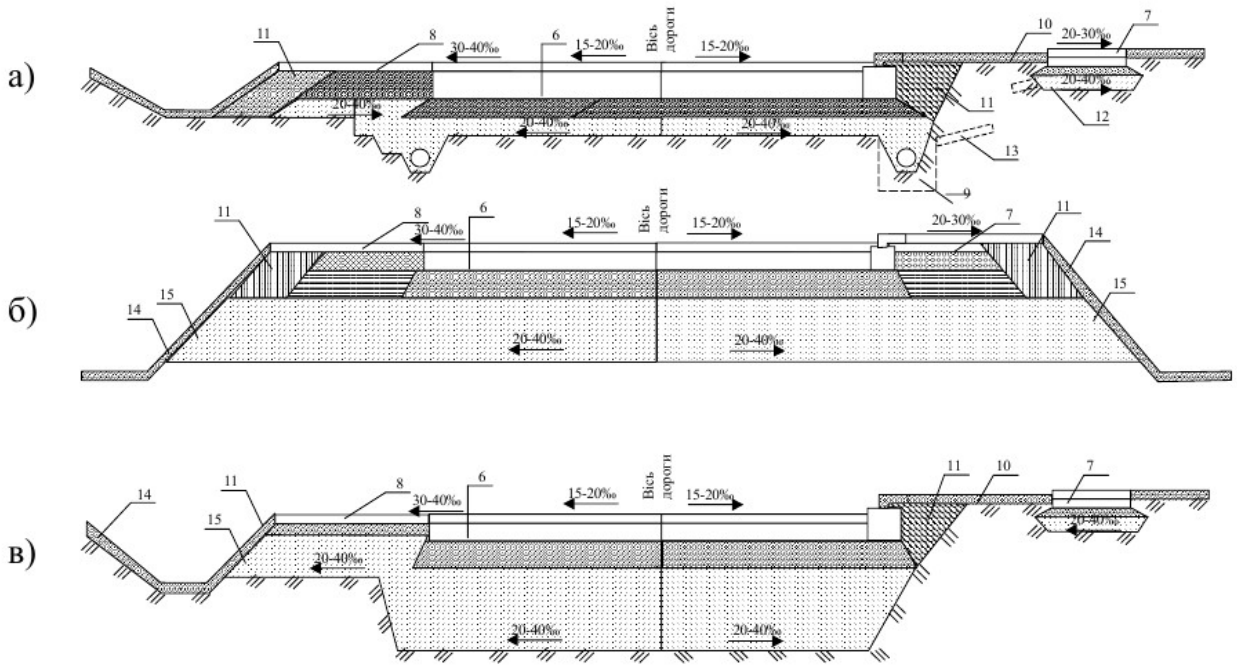
– дренажний трубопровід із фільтровою обсипкою або крупнозернистим ядром;

– залізобетонні колодязі для приймання води або поперечні випуски води.

Дренажна система мілкого закладення, спроектована за методом осушення, включає поздовжній дренаж та поперечні випуски, що утворюють дренажну конструкцію з поглибленими поздовжніми рівчаками, рис.3.14 а.

Влаштування піщаного дренажного шару на всю ширину земляного полотна основи дорожнього одягу, що передбачає площинний дренаж, розрахований за методом осушення, рис. 3.14 б.

Дренажний шар основи дорожнього одягу, спроектований за методом поглинання, для забезпечення ефективного відведення води та поліпшення стабільності дорожньої конструкції, рис. 3.14 в.



1 – проїжджа частина; 2 – тротуари; 3 – узбіччя; 4 – озеленювальні смуги; 5 – центральна розділювальна смуга; 6 – конструкція дорожнього покриття проїжджої частини; 7 – конструкція тротуарів; 8 – зміцнення узбіч; 9 – поздовжній дренаж мілкого закладення; 10 – газон; 11 – ущільнений ґрунт; 12 – трубчаста воронка; 13 – труба діаметром 80–100 мм; 14 – закріплення схилів бічних канав; 15 – зворотний фільтр.

Рисунок 3.14 – Конструкції дренажних систем мілкого закладення [18]

Для трубопроводів використовуються азбоцементні, перфоровані перхлорвінілові або пластикові труби, а також трубофільтри. Внутрішній діаметр трубопроводу визначається за допомогою гідравлічного розрахунку, але мінімальний діаметр повинен бути не меншим за 50 мм. Трубопровід укладають безпосередньо на дно траншеї, а в місцях з плавунами – на піщану подушку заввишки 7 см. Мінімальний поздовжній похил поздовжніх дренажів становить 0,004 для труб діаметром більше 80 мм та 0,005 для труб з діаметром 50 мм і більше.

Для перехоплення води зазвичай влаштовують глибокі прорізи з відміткою дна, що знаходиться нижче максимальної глибини промерзання земляного полотна. Однак у зимовий період це може значно погіршувати рівність покриття. Прорізі заповнюються крупнопористим матеріалом на всю їх глибину, рис. 3.15 схема поперечного перетину дренажних прорізів.

Зважаючи на те, що товщина дорожнього покриття в 3-4 рази менша за товщину кам’яної засипки прорізей, рівень покриття на їхній ширині в зимовий період завжди виявляється нижчим за рівень проїзної частини, яка піднімається внаслідок морозного здимання. Для забезпечення безпеки руху на таких ділянках влаштовують шлак.

Отже, прорізи здійснюються в таких випадках:

– на ділянках з мокрим або сирим покриттям, коли поздовжній нахил перевищує поперечний;

– на увігнутих вертикальних кривих та в зонах переходу від виїмок до насипів;

– на ділянках, де відбувається зміна поздовжнього профілю, тобто в місцях переломів профілю дороги [18].

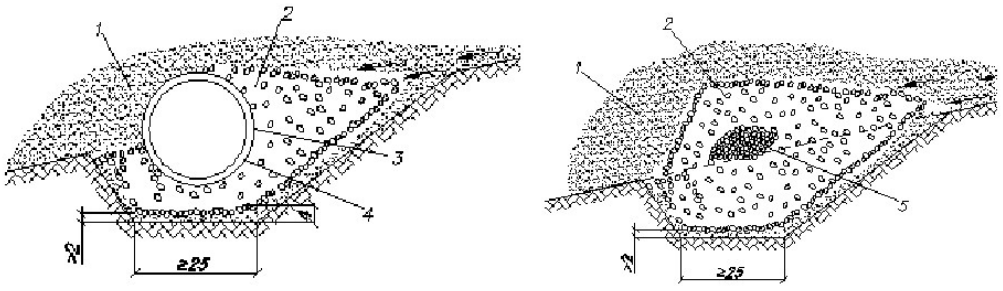


Рисунок 3.15 – Схема поперечного перетину дренажних прорізів на узбіччях

Такий підхід забезпечує ефективне відведення води, захищаючи дорожні конструкції від руйнувань і підтримуючи стабільність ґрунтів, що оточують дорогу.

На рис. 3.16 наведено стандартний поперечний профіль автомобільної дороги II категорії. На рис. 3.17 наведена схема поперечного профілю автомобільної дороги II категорії з використанням водовідвідних канав.

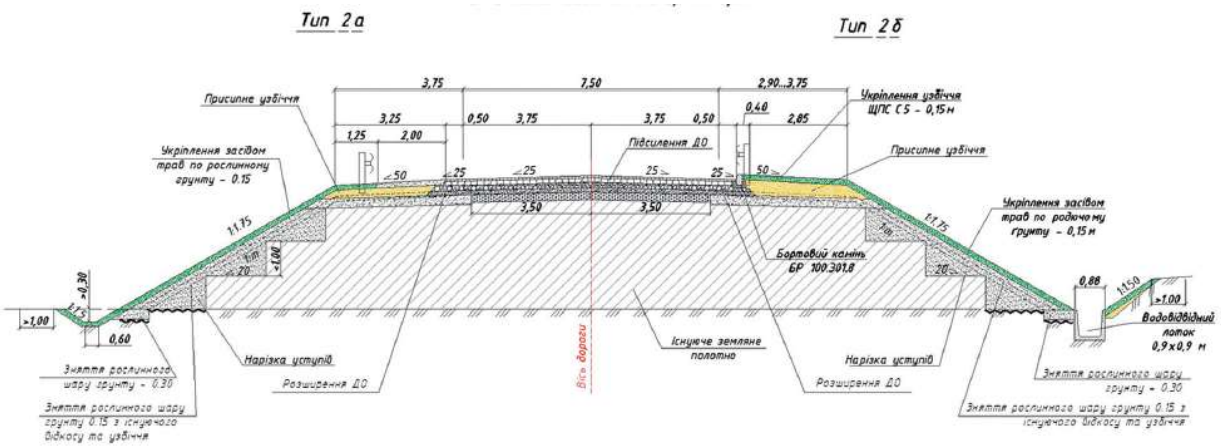


Рисунок 3.16 – Стандартний поперечний профіль автомобільної дороги II категорії [17]

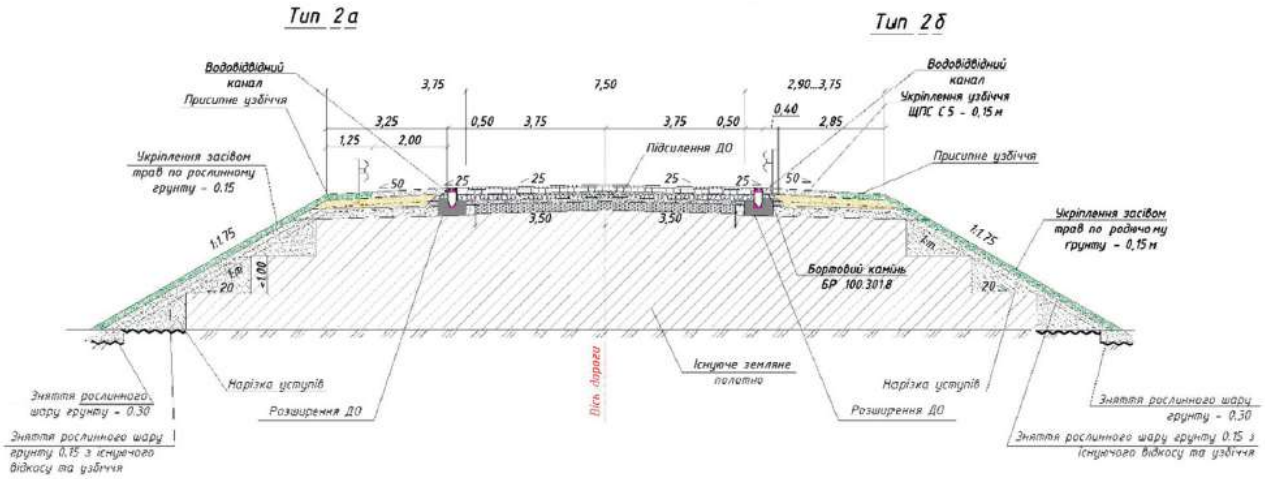


Рисунок 3.17 – Схема поперечного профілю автомобільної дороги II категорії з використанням водовідвідних канав [17]

Під час будівництва автомобільної дороги в насипі використання лінійного водовідведення у вигляді каналів з решітками дозволяє зменшити ширину поперечного профілю дороги. Це досягається завдяки відсутності необхідності влаштування традиційних канав, що, в свою чергу, зменшує витрати на будівництво та оптимізує використання території. Таким чином, застосування лінійного водовідведення сприяє більш ефективному використанню простору, а також забезпечує належний рівень відведення води, зменшуючи ризик затоплень та ерозії.

Зокрема, використання водовідвідних каналів має такі переваги [17]:

– відсутність необхідності в установці бордюрного каменю;

– скорочення часу перебування води на дорожньому покритті, що, в свою чергу, знижує ймовірність утворення аквапланування.

Ці фактори сприяють покращенню безпеки дорожнього руху, зменшуючи ризик аварійних ситуацій, викликаних накопиченням води на дорозі, а також забезпечують більш ефективне водовідведення в умовах інтенсивного руху транспорту.

3.3 Проєктування систем поверхневого водовідведення як частини комплексу очисних споруд в умовах міської забудови

Забезпечення екологічної безпеки в умовах швидкого розвитку міського транспорту є важливим завданням для будь-якої сучасної громади. Одним із аспектів цієї проблеми є управління водними ресурсами та системами водовідведення, які не лише забезпечують комфорт життя в містах, але й є важливими для зменшення негативного впливу автомобільного транспорту на навколишнє середовище. Водовідведення, як частина інженерно-санітарних заходів, сприяє збереженню водних ресурсів, очищенню води від забруднень і запобіганню забрудненню ґрунтів і підземних вод.

Автомобільний транспорт є основним джерелом забруднення навколишнього середовища в умовах міської забудови. Його діяльність супроводжується викидами шкідливих речовин у атмосферу, а також утворенням великої кількості забрудненої води, що містить нафтові продукти, важкі метали, пісок та інші шкідливі елементи. У зв’язку з цим водовідведення відіграє важливу роль у мінімізації негативних наслідків діяльності транспорту.

Основним джерелом забруднення води внаслідок автомобільного транспорту є дощова вода, яка змиває з поверхні доріг різноманітні забруднювачі. Це можуть бути нафтопродукти, важкі метали, пісок, пил та інші токсичні речовини. Вони потрапляють в систему водовідведення, де можуть накопичуватись і негативно впливати на екологічний стан водних ресурсів.

Системи водовідведення створюються для того, щоб ефективно збирати, транспортувати і очищати забруднену дощову воду. Вони включають в себе мережі каналізаційних труб, насосні станції, очисні споруди, які мають на меті зменшити рівень забруднення, що потрапляє в річки, озера або інші водойми.

Ефективне відведення дощового стоку можливе лише за умови, що система має достатню пропускну здатність. Ця характеристика безпосередньо залежить від шорохуватості матеріалу, форми, розмірів елементів системи та поздовжнього похилу. Ще у 80-х роках минулого століття були розроблені конструктивні рішення, спрямовані на покращення водовідведення де основною їхньою проблемою залишалась обмежена пропускна здатність, що значно обмежувало сферу застосування таких систем і не дозволяло вирішити проблему водовідведення в комплексі. Крім того, водовідвідні лотки, які використовуються в дорожніх конструкціях, повинні відповідати вимогам надійності, безпеки, довговічності та ефективності. Технологічні можливості 80-х років не дозволяли створити систему водовідведення, яка б відповіла всім сучасним вимогам та забезпечила надійну роботу цієї системи протягом тривалого часу. З розвитком технологій та нових матеріалів з'явились нові рішення, що дозволили значно покращити характеристики водовідведення, зокрема підвищити пропускну здатність та знизити експлуатаційні витрати.

Інженерно-санітарні заходи, які реалізуються в системах водовідведення, включають ряд технологій і методів, спрямованих на зменшення забруднення води та підвищення якості водних ресурсів [4].

Система дощової каналізації дозволяє зібрати поверхневі води, що утворюються після дощу або танення снігу, і транспортувати їх до очисних споруд. Одним із важливих елементів цієї системи є спеціальні фільтри та інші технологічні рішення, які зменшують кількість забруднень у воді. Це може включати пісколовки для відділення піску, нафтовловлювачі для відведення нафтопродуктів та фільтри для важких металів.

Очисні споруди використовуються для очищення стоків від забруднюючих речовин перед їх скиданням у природні водойми. У випадку з водою, забрудненою автомобільними викидами, процес очищення включає механічне, хімічне та біологічне очищення. Механічне очищення знижує кількість великих часток, таких як пісок і сміття, хімічне очищення дозволяє

видалити токсичні речовини, а біологічне очищення здатне знизити концентрацію органічних забруднювачів.

Система водовідведення, якщо вона правильно спроєктована та функціонує, допомагає значно знизити негативний вплив автомобільного транспорту на навколишнє середовище.

Завдяки очищенню дощових і талих вод від шкідливих речовин, вода, що потрапляє у річки та озера, має менший рівень забруднення. Це сприяє збереженню екосистем водних об'єктів і покращенню якості води, що використовується для побутових потреб.

Очищення дощових вод може також знизити рівень запиленості та поширення шкідливих речовин, які у великій кількості накопичуються на дорогах і потрапляють у атмосферу разом з пилом. Очищені води не лише запобігають забрудненню водойм, а й зменшують рівень шкідливих викидів в атмосферу.

Більшість країн світу визнають значний вплив автомобільних доріг на навколишнє середовище. Це не лише забруднення ґрунтових, водних та повітряних ресурсів, але й зміни в рельєфі, що призводять до порушення природного руху поверхневих вод. До того ж, дороги сприяють відведенню надлишкових поверхневих стоків з водонепроникних покриттів, викликаючи ерозію ґрунтів, замулення водойм і ряд інших екологічних проблем. Це лише частина впливів, які автомобільні дороги можуть мати на природу. Традиційно, водні ресурси вважаються однією з основних проблем, пов'язаних з дорожнім будівництвом. Окрім поверхневих, важливе значення мають і ґрунтові води. У європейській практиці оцінка впливу води на дорожнє покриття, зокрема на дорогу, включає різні фактори, що відображені на рис. 3.18. Так, навіть для доріг з низькою інтенсивністю руху, як, наприклад, для доріг категорії V-IV, визначається вплив зволоження дорожньої основи на рівність покриття. Це дозволяє ефективно планувати заходи щодо мінімізації негативних наслідків для інфраструктури та навколишнього середовища [15].

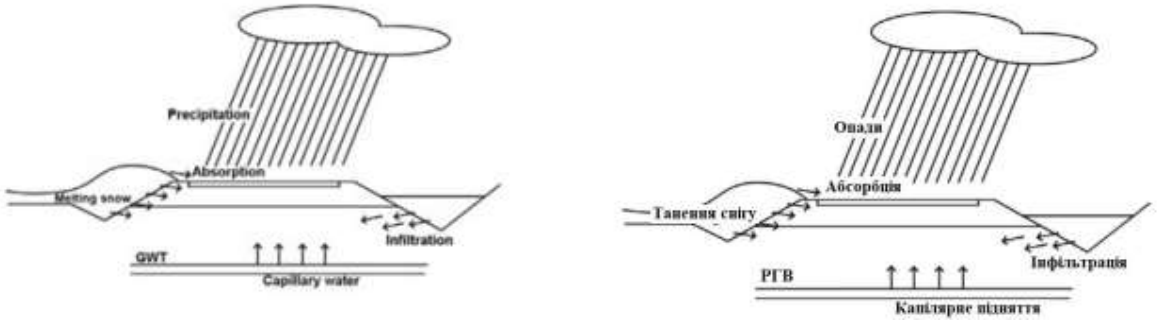


Рисунок 3.18 – Джерела зволоження дороги

Як було зазначено раніше у [16], європейські автомобільні дороги низьких категорій втрачають рівність покриття через надмірне водонасичення ґрунту основи, навіть за відсутності циклів замерзання та розмерзання. Однак цю залежність між рівністю дорожнього покриття, строком експлуатації та водонасиченням не можна безпосередньо застосовувати до місцевих доріг України. Це пояснюється різними кліматичними умовами в країні та перевантаженням доріг понаднормовими навантаженнями від транспортних засобів. В Україні дороги часто зазнають більш інтенсивного механічного впливу, що прискорює зношення покриття, особливо в умовах високих навантажень, які не враховані в європейських моделях. На рис. 3.19 наведено як вода впливає на механічні руйнування дороги, рис. 3.20.

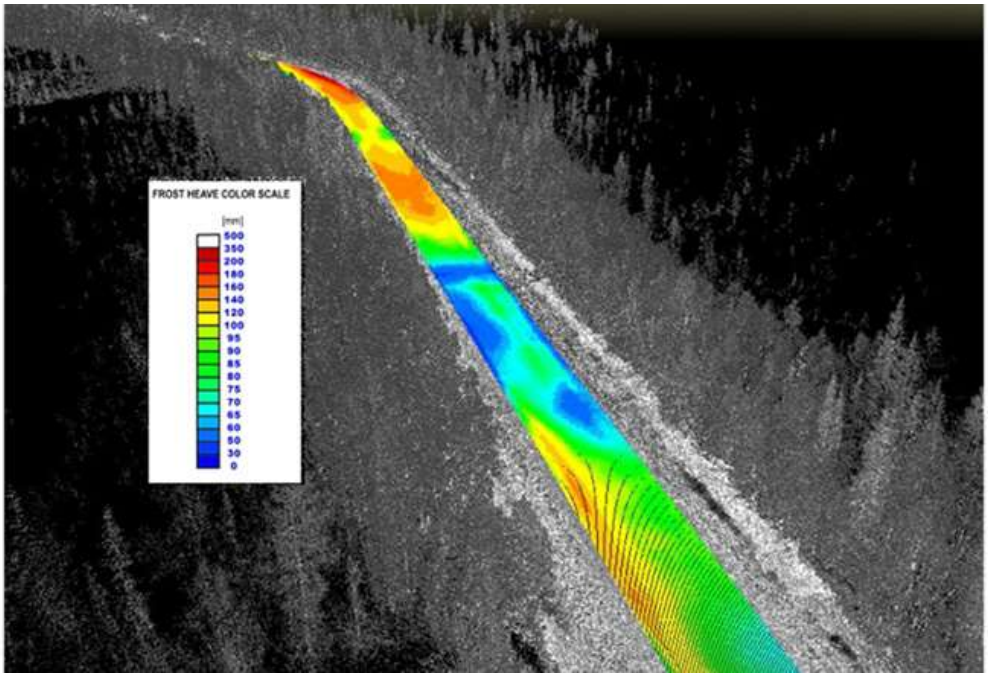


Рисунок 3.19 – Дані тепловізійного обстеження дороги



Рисунок 3.20 – Вплив вологи на стан дороги

Тому для місцевих доріг необхідно розробляти специфічні рекомендації, що враховують локальні умови, такі як клімат, типи транспорту, що рухається, та технічний стан інфраструктури.

У контексті збереження дорожніх конструкцій від негативного впливу води, міжнародна спільнота також активно звертає увагу на захист

навколишнього середовища. Враховуючи посилення проблеми зміни клімату, кілька країн оголосили про розробку програм з управління поверхневими стоками. Рішення для організації водовідведення, які вже імплементовані в Україні, базуються на принципах ефективного відведення стоків з дорожніх покриттів при збереженні основних експлуатаційних характеристик, таких як міцність, морозостійкість, герметичність та хімічна стійкість. Ці розробки сприяють не лише покращенню технічних характеристик інфраструктури, а й зменшенню екологічного навантаження, що важливо в умовах глобальних кліматичних змін.

Стандартна схема проєктування дороги у виїмці значно впливає на ефективність функціонування очисних споруд. Поверхневі стоки з автомобільних доріг, забруднені нафтопродуктами та важкими металами, після відведення з проїзної частини потрапляють у лоток. Цей лоток, крім того, приймає стоки з укосу виїмки, які містять переважно завислі речовини та сміття. Таке поєднання забруднень створює додаткові труднощі для систем очищення, адже потребує комплексного підходу до очищення як органічних, так і неорганічних забруднювачів. У зв'язку з цим важливим є удосконалення конструкцій лотків та систем водовідведення для досягнення більш ефективного очищення і мінімізації екологічного впливу на навколишнє середовище.

Очисні споруди, що призначені для очищення найбільш забруднених частин стоку, зокрема від завислих речовин та нафтопродуктів. В результаті з укосів виїмки утворюються органічні рештки, які не можуть бути очищені традиційними методами, що застосовуються для дощової каналізації. У зв'язку з цим, для ефективного очищення необхідно розділяти ці стоки: поверхневий стік з проїзної частини має надходити на очисні споруди дощового стоку, тоді як стоки з укосів виїмки повинні відводитися через дорожню канаву. Це дозволяє знизити навантаження на очисні споруди та покращити ефективність очищення, а також мінімізувати екологічний вплив на навколишнє середовище.

Для доріг II категорії, а також при висоті насипу або глибині виїмки до 3 м, економія на землевідведенні може становити від 8 до 17 %. Це дозволяє знизити витрати на придбання та використання земельних ділянок, що є важливим аспектом у процесі проектування дорожньої інфраструктури, особливо в умовах обмежених ресурсів та необхідності раціонального використання земель. Крім того, економія на землевідведенні може сприяти зменшенню загальної вартості будівництва, що робить такі проекти більш економічно ефективними. Поперечний профіль автомобільної дороги II категорія з використанням водовідвідних канав наведений на рис. 3.21.

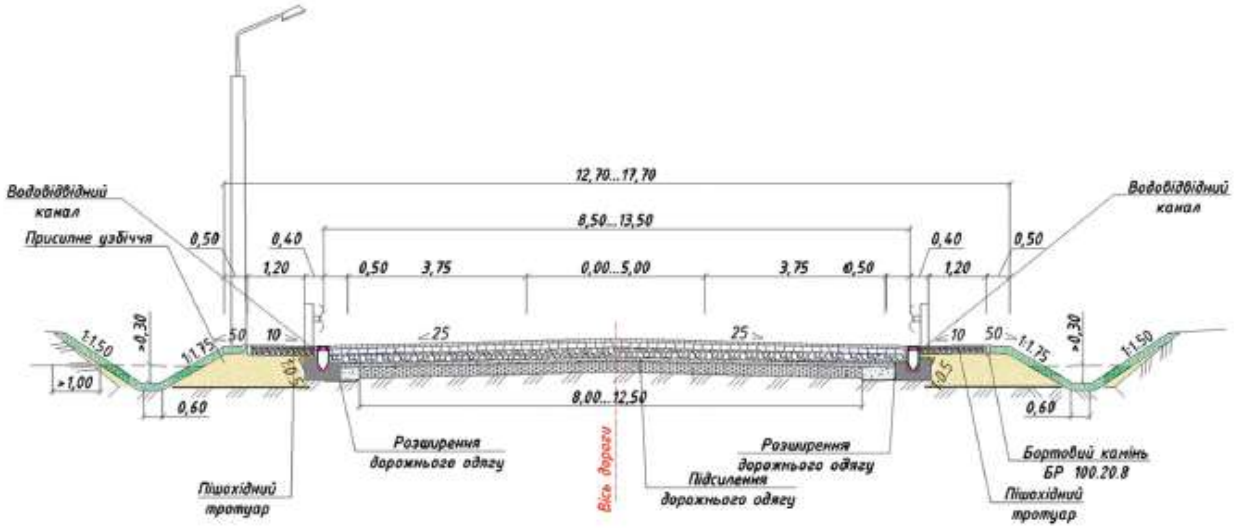


Рисунок 3.21 – Схема поперечного профілю автомобільної дороги II категорія з використанням водовідвідних канав [17]

Окрім таких важливих характеристик, як міцність та довговічність, значну увагу необхідно приділяти морозостійкості матеріалів, особливо під дією дорожніх реагентів. Завдяки оптимальному поєднанню компонентів, системи водовідведення з полімербетону не лише стійкі до впливу кліматичних умов, а й зберігають свою функціональність у умовах застосування дорожніх реагентів та при низьких температурах. Це робить їх більш надійними порівняно з традиційними бетонними рішеннями.

Герметичність систем водовідведення є ключовою не лише для забезпечення довговічності та цілісності конструкцій, але й для запобігання потраплянню забруднених стоків у ґрунт. Таким чином, правильно спроектовані системи водовідведення з полімербетону сприяють збереженню екології та підвищенню ефективності інфраструктури в довгостроковій перспективі.

Завдяки впровадженню сучасних будівельних матеріалів, таких як полімербетон, вдалося досягти необхідної швидкості відведення стоків навіть при мінімальних похилах поверхні. Завдяки унікальним технологічним властивостям цього матеріалу, забезпечується повна герметичність та висока надійність роботи водовідвідних систем протягом усього терміну експлуатації дорожнього покриття. Крім того, використання полімербетону дозволяє зменшити технічне обслуговування та підвищити довговічність інфраструктури, що є важливим аспектом в умовах змін клімату та зростаючих вимог до екологічної стійкості будівельних рішень.

Експлуатація систем поверхневого водовідведення полягає в забезпеченні ефективного та безперебійного видалення дощових і талих вод з дорожнього покриття. Служба експлуатації повинна підтримувати споруди системи в належному стані, проводити регулярний моніторинг, своєчасно очищати їх від забруднень та вживати заходів, спрямованих на мінімізацію аварійних ситуацій. Експлуатація пошкоджених елементів системи, таких як розбиті краї лотків або зруйновані решітки, заборонена, оскільки це може призвести до подальших ушкоджень та зниження ефективності роботи.

Служба експлуатації також повинна регулярно проводити моніторинг стану споруд, виконувати поточні ремонти, а також визначати необхідність проведення ремонтних робіт на колодязях, дощоприймачах та оголовках. Навесні необхідно очищати оголовки та дощоприймачі, а у разі потреби – розморожувати з’єднувальні труби на ділянках між дощоприймачами і колекторами.

Для запобігання промерзанню та засміченню решіток дощоприймачів снігом в умовах несприятливих кліматичних умов передбачають їх прикриття, наприклад, листами покрівельної сталі. Труби малого діаметру промиваються через шланг, підключений до пожежного гідранту або за допомогою поливо-мийних машин. Труби середнього діаметра прочищають високонапірними струменями за допомогою гідродинамічного методу. Осад з каналізаційних труб вивозиться на звалище за допомогою спеціалізованої техніки.

Очищення дощоприймачів здійснюється за допомогою автомобілів-мулососів. Під час догляду за відкритими водостоками проводиться очищення всіх типів канав та окремих лотків. Перед початком весняного сніготанення обов’язково розчищають канави від снігу: основні канали очищають на всю глибину, а другорядні – не менше ніж на половину глибини. Очищення проводиться вручну або за допомогою канавокопачів.

Після дощових періодів необхідно прочищати перепускні труби та отвори. Перед зимовим періодом отвори закривають для захисту від снігових заметів та потрапляння сміття. Регулярно потрібно оглядати випуски канав, що ведуть до закритої водостічної мережі, забезпечені решітками або відстійниками: решітки очищають, а осад з відстійників видаляють по мірі накопичення.

Для оптимізації контролю служба експлуатації повинна мати актуальні креслення з вказівкою довжин, перерізів, ухилів і матеріалів трубопроводів, відміток колодязів та місць випуску стоків у мережу, а також здійснювати маркування колодязів та дощоприймачів. За результатами моніторингу стану споруд системи відведення поверхневих стічних вод, служба експлуатації визначає ступінь зношення труб та колодязів і планує необхідні заходи для їх ремонту або заміни.

ВИСНОВКИ

1. Система дорожнього водовідведення є важливим елементом інфраструктури, який забезпечує безпеку та комфорт на дорогах, знижує ризик руйнування дорожнього покриття та допомагає захистити навколишнє середовище. Для ефективного функціонування такої системи важливо правильно розрахувати її компоненти, враховуючи специфіку місцевих умов, кліматичні фактори та інтенсивність дорожнього руху. Технічні рішення, що використовуються для організації водовідведення, мають бути надійними, довговічними та відповідати сучасним вимогам щодо екологічної безпеки та комфорту користувачів доріг.

2. Водовідведення є важливим інженерно-санітарним заходом, який відіграє значну роль у зменшенні негативного впливу автомобільного транспорту на навколишнє середовище. Системи водовідведення дозволяють не лише знизити забруднення водних ресурсів, а й покращити якість повітря і зберегти екологічну рівновагу в міських умовах. Правильне проєктування та ефективне функціонування цих систем є важливим кроком на шляху до сталого розвитку міст і забезпечення екологічної безпеки.

3. Водоприймальні лотки різної форми, такі як трапецієподібні, еліпсоїдні та круглі, що дозволяє вибрати оптимальне рішення залежно від умов місцевості. Водоприймальні решітки є незамінним елементом сучасних систем водовідведення, який забезпечує ефективний збір і транспортування поверхневих стічних вод, захищає інфраструктуру від руйнування і покращує безпеку на дорогах та тротуарах. Вибір правильного типу і матеріалу решітки залежить від умов експлуатації, класу навантаження та специфікацій проєкту.

4. Доведено, що в процесі експлуатації систем поверхневого водовідведення необхідно здійснювати лабораторний моніторинг якості виробничих стічних вод, які скидаються в мережу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Іванов В.М. Системи водовідведення: теорія та практика. Київ, 2018. URL:https://nubip.edu.ua/sites/default/files/ekologichni_biotexnologii_31-07-15.pdf

2. Петрова О.І. Екологічні проблеми міст та шляхи їх вирішення. Львів, 2020.
URL: http://www.niiep.kharkov.ua/sites/default/files/konfer2021.pdf

3. Заходи по утриманню та ремонту систем водовідведення в умовах урбанізації / Водогін і водовідведення: Науковий журнал. 2023. URL: https://mon.gov.ua/staticobjects/mon/sites/1/news/%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B8/2020/04/28/1vodovidvedennya.pdf

4. ДСТУ-Н Б В.2.5-61:2012 Настанова з улаштування систем поверхневого водовідведення Мінрегіон України, 2012, 30 с. URL: http://ptb.org.ua/wp-content/uploads/2013/02/%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3-%D0%9D-%D0%91-%D0%92.2.5-612012.pdf

5. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. Київ: Мінрегіонбуд України, 2019. 177 с. URL: https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2019/07/DBN-B22-12-2019.pdf

6. ДБН В.2.3-5:2018 Вулиці та дороги населених пунктів. Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. 55 с. URL: https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2018/08/DBN-V23-5-2018.pdf

7. ДБН В.1.1-25-2009 Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 52 с. URL: https://document.vobu.ua/wp-content/uploads/DBN/35.1.-DBN-V.1.1-25-2009.-Zahist-vid-nebezpechnih-geologich.pdf

8. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 35 с. . URL:
https://dbn.co.ua/load/normativy/sanpin/dsanpin_2_2_4_171_10/25-1-0-1180.

9. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Київ: Мінрегіонбуд України, 2014. 196 с. URL: http://surl.li/drvmze

10. ДСТУ 9167:2021 Автомобільні дороги. Очищення поверхневих стічних вод. Технічний комітет стандартизації ТК 307 «Автомобільні дороги і транспортні споруди». URL: https://dorndi.org.ua/files/upload/%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3%20%D0%BE%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BD%D1%96%20%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B8%20%D0%86%20%D1%80%D0%B5%D0%B4.pdf

11. ДСТУ Б В.2.7-288:2011 Бетони хімічно стійкі. Технічні умови. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=28130

12. 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) URL: https://www.scribd.com/document/678617704/EN1433-2016%D1%80

13. Водовідведення як один із основних факторів, що впливає на руйнування дорожніх покриттів. Містобудування та територіальне планування, (77), 253 – 265. URL: https://doi.org/10.32347/2076-815x.2021.77.253-265B

14. ДСТУ 8850:2019 Настанова з улаштування систем поверхневого водовідведення на автодорожніх мостах. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=82762

15. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. Київ : Мінрегіон України, 2015. 91 с. URL: https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2022/08/DBN-V_2_3-4_2015.pdf

16. Berntsen G. Saarenketo T. Drainage on low traffic volume roads. 2005. 123p. URL: phttp://publications.ntu.edu.ua/avtodorogi_i_stroitelstvo/104/94.pdf

17. Обгрунтування доцільності проєктування систем поверхневого водовідведення, як складової комплексу очисних споруд на автомобільних дорогах / Гаврищук В. В., Каськів В. І. / Збірник наукових праць «ДОРОГИ І МОСТИ», 2020. Issue 21. С. 95 –109 . URL: www.dorogimosti.org.ua

18. ГБН В.2.3-37641918-559:2019 Автомобільні дороги. Дорожній одяг нежорсткий. Проектування. URL: https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2022/08/Zmina1_DBN_V_2_3-4_2015.pdf

19. МР В.2.3-37641918-905:2019 Методичні рекомендації з проектування нежорсткого дорожнього одягу під розрахункове навантаження групи А1 URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=87075

20. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація зовнішні мережі та споруди. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2014. 196 с URL : http://surl.li/drvmze

21. ДСТУ 7525:2014 Національний стандарт України. Вода питна. Вимоги та контролювання якості. Київ: Міністерство економічного розвитку України, 2014. 26 с. URL: www. http://iccwc.org.ua/docs/dstu_7525_2014.pdf

22. РВ.2.3-218-03450778-783:2011 Рекомендації з вибору та застосування технологічних схем відведення та очищення стоків з поверхні автомобільнихдоріг і штучних споруд. Київ, 2011, 37 с.

22. Використання інфільтраційних методів регулювання дощового стоку на міських територіях в сучасних умовах. / Ткачук О.А. Ярута А.В. // Містобудування та територіальне планування. Київ: КНУБА, N 67, 2018. С. 539-542. URL : https://ep3.nuwm.edu.ua/22288/1/Vt942%20%281%29.pdf

23. Методика визначення пропускної здатності дренажної конструкції мілкого залягання з урахуванням річного циклу роботи : М 218-02070915-684:2011. Київ: Укравтодор, 2011. 35 с. (Нормативний документ Укравтодору).

24. ДСТУ Б А.2.4-2:2009 Умовні графічні зображення та умовні познаки елементів генеральних планів та споруд транспорту. Система проектної

документації для будівництва. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 28 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=25078

25. ДСТУ Б А.2.4-29:2008. Система проектної документації для будівництва. Автомобільні дороги. Земляне полотно і дорожній одяг. Робочі креслення. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 30 с. URL: https://www.ksv.biz.ua/GOST/DSTY_ALL/DSTY4/dsty_b_a.2.4-29-2008.pdf

26. Рекомендації щодо оптимізації заходів з сезонного утримання доріг та підвищення якості їх виконання : Р В.3.1-21476215-816:2013. Київ : Укравтодор, 2013. 26 с. (Нормативний документ Укравтодору). https://issuu.com/riley9963/docs/r_v_3_1-21476215-816_2013__rekomend

27. Технічні правила ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування України : П-Г. 1-218-113:2009. Київ : Укравтодор, 2009. 269 с. (Нормативний документ Укравтодору). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=24838

28. ДСТУ 8894:2019 Безпека дорожнього руху. Лінійний аналіз аварійності та оцінювання умов безпеки руху на автомобільних дорогах URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=84294

29. ДСТУ 9243.7:2023 Система проєктної документації для будівництва. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=103964

31. ДСТУ Б А.2.4-32:2008 Система проектної документації для будівництва. Водопровід і каналізація. Робочі креслення. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=25072

32. ДСТУ 9243.5:2023 Система проєктної документації для будівництва. Загальні положення. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=103962

33. ДСТУ Б А.2.4-13:2009 Умовні графічні зображення та умовні познаки в документації з інженерно-геологічних вишукувань. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=25397