

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет

(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет архітектури, будівництва та дизайну

(повне найменування факультету)

Кафедра будівництва та цивільної інженерії

(повне найменування кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «МАГІСТР»

**Капітальний ремонт автомобільної дороги М-19 на ділянці від
села Городниця до села Зоряне в Рівненській області**

спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Будівництво та цивільна інженерія»
(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи БЦІМ-22

ПУНЬКО Владислав Станіславович

(підпис)

Керівник:

к.т.н., доцент

ПРОЦЮК Віталій Олексійович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 2025 р.

к.т.н., доцент

Гарант освітньої програми:

КИСЛЮК Дмитро Ярославович

(підпис)

Луцьк – 2025 року

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): План ділянки дороги; план ділянки дороги; позовжній профіль дороги; поперечні профілі земляного полотна; конструкції дорожнього одягу; схема організації дорожнього руху; штучна споруда; схема улаштування двошарового покриття, опоряджувальних та укріплювальних робіт; графічний матеріал до наукової частини

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Проектні рішення	ПРОЦЮК В.О., доцент		
2. Конструктивні рішення	ПРОЦЮК В.О., доцент		
3. Технологія та організація будівництва	ШИМЧУК О.П., доцент		
4. Організація дорожнього руху	ДРОБИШИНЕЦЬ С.Я., доцент		
5. Охорона праці	ПРОЦЮК В.О., доцент		
6. Економічна частина	ПРОЦЮК В.О., доцент		
7. Наукова частина	ПРОЦЮК В.О., доцент		

7. Дата видачі завдання "19" лютого 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Перша контрольна перевірка. Проектні рішення. Конструктивні рішення.	14.10.2025	
2	Друга контрольна перевірка. Технологія та організація будівництва. Організація дорожнього руху	25.10.2025	
3	Третя контрольна перевірка. Економічна частина. Охорона праці. Наукова частина	29.11.2025	
4	Подання виконаної кваліфікаційної роботи на інструментальну перевірку щодо академічного плагіату	06.12.2025	
5	Подання виконаної роботи з відгуком керівника на підпис завідувачу кафедри, направлення на рецензію	14.12.2025	
6	Подання виконаної роботи на підпис декану та відповідальному секретарю екзаменаційної комісії	14.12.2025	
7	Захист кваліфікаційної роботи	20.12.2025, 26.12.2025	

Здобувач вищої освіти _____
(підпис)

Владислав ПУНЬКО _____
(ім'я та прізвище)

Науковий керівник _____
(підпис)

Віталій ПРОЦЮК _____
(ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

ПУНЬКО В.С. «Капітальний ремонт автомобільної дороги М-19 на ділянці від села Городниця до села Зоряне в Рівненській області». (на матеріалах інженерних вишукувань по об'єкту; кліматичних умовах регіону, даних по будівельно-матеріальних ресурсах регіону; характеристиках транспортних потоків, плану місцевості з даними по землеволодінню, комунікаціях; ґрунтово-геологічних характеристиках; гідрологічних даних по місцевості). Рукопис.

Кваліфікаційна робота магістра ОП «Будівництво та цивільна інженерія» спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2025.

Кваліфікаційна робота магістра складається з вступу, семи розділів, списку використаних джерел, додатків.

У роботі досліджено кліматологічні особливості району будівництва, стан автомобільної дороги та запропоновано виконання капітального ремонту автомобільної дороги з конкретним земляним полотном та дорожнім одягом.

Ключові слова: автомобільна дорога, ґрунт, земляне полотно, дорожній одяг, штучна споруда, металева горфрована труба.

ANNOTATION

PUNKO V.S. «Overhaul of the M-19 highway on the section from the village of Horodnytsia to the village of Zoryane in the Rivne Oblast». (on the materials of engineering surveys on the object; climatic conditions of the region, data on construction and material resources region, characteristics of traffic flows, area plan with data on land tenure, communications, soil and geological characteristics, hydrological data on the area). Manuscript.

Qualification work of the master of OP «Construction and Civil Engineering» specialty 192 Construction and Civil Engineering. LutskNationalTechnicalUniversity. Lutsk, 2025.

The master's thesis consists of an introduction, seven sections, conclusions, a list of sources used, applications.

The climatological features of the construction area, the condition of the highway are investigated in the work and the overhaul of the highway with a concrete ground and road clothes is offered.

Key words: highway, soil, earthen bed, road clothes, artificial construction, metal corrugated pipe.

ЗМІСТ

ВСТУП	9
Розділ 1. ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ	11
1.1 Техніко-економічна характеристика району капітального ремонту....	11
1.1.1 Загальні відомості.....	11
1.1.2 Народно-господарська ефективність капітального ремонту.....	12
1.2 Аналіз природно-кліматичних умов району капітального ремонту автомобільної дороги	13
1.3 Особливості проекту капітального ремонту автомобільної дороги	19
1.4 План траси.....	19
1.5 Оцінка впливів на навколишнє середовище (ОВНС).....	20
1.6 Висновок по розділу 1.....	21
Розділ 2. КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ	22
2.1 Штучні споруди.....	22
2.2 Пересічення та примикання.....	22
2.3 Тротуари та пішохідні доріжки	23
2.4 Дорожній одяг	23
2.5 Доступність об'єкта будівництва для маломобільних груп населення..	26
2.6 Висновок по розділу 2.....	27
Розділ 3. ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ РОБІТ	28
3.1 Дорожньо-будівельні матеріали.....	28
3.2 Підготовчі роботи.....	29
3.3 Земляне полотно та дорожній одяг.....	31
3.3.1 Поздовжній профіль.....	31
3.3.2 Земляне полотно.....	32
3.3.3 Дорожній одяг.....	33
3.4 Організація будівництва.....	36
3.4.1 Основні положення з організації будівництва.....	36
3.4.2 Розрахунок тривалості будівництва.	37

3.4.3 Умови забезпечення будівництва основними матеріалами і конструкціями.....	39
3.5 Висновок по розділу 3.....	39
Розділ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ	40
4.1 Дорожні знаки.	40
4.2 Дорожня розмітка.....	41
4.3 Бар'єрне огородження.....	43
4.4 Освітлення дороги.....	43
4.5 Озеленення дороги.....	43
4.6 Безпека руху.....	43
4.7 Висновок по розділу 4.....	44
Розділ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	46
5.1 Загальні положення	46
5.2 Пожежна профілактика.....	48
5.3 Техніка безпеки.....	48
5.4 Висновок по розділу 5.....	50
Розділ 6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	51
Розділ 7. НАУКОВА ЧАСТИНА	52
7.1. Аналіз досвіду використання металевих гофрованих труб за кордоном.....	53
7.2 Аналіз досвіду використання металевих гофрованих труб в Україні...	56
7.3 Порівняння та вибір розрахункових схем для металевих гофрованих труб.....	61
7.4 Перспективи та проблеми експлуатації транспортних споруд із металевих гофрованих труб на автомобільних дорогах України.....	65
7.5 Розрахунок та проектування штучної споруди на км 171+204 автомобільної дороги М-19.....	66
7.5.1 Основні характеристики існуючого стану споруди.....	66
7.5.2 Гідрологічні розрахунки в створі мосту.....	67

7.5.3 Варіантне проектування.....	68
7.5.4 Основні положення проектного рішення.....	69
7.6 Висновок по розділу 7.....	70
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	71
ДОДАТОК А. Розрахунок дорожнього одягу.....	75
ДОДАТОК Б. Зведений кошторисний розрахунок.....	87

ВСТУП

Сучасний дорожній комплекс України перебуває у стані глибокої кризи: спостерігається зменшення обсягів перевезень, погіршення фінансових показників, застарівання матеріально-технічної бази, низька інвестиційна привабливість галузі та невідповідність послуг очікуванням споживачів. У таких умовах інтеграція української транспортної системи у світову стає проблематичною, тому запровадження платних автомобільних доріг у майбутньому є практично неминучим.

Окремої уваги потребує питання будівництва об'їзних шляхів з метою зменшення транзитного потоку в межах населених пунктів, а також проведення капітальних ремонтів наявних вулиць і доріг. Це сприятиме підвищенню безпеки дорожнього руху, поліпшенню екологічної ситуації завдяки зниженню рівня викидів від автотранспорту та покращенню умов проживання населення.

Однією з доріг, що гостро потребує капітального ремонту, є проектна ділянка автомобільної дороги загального користування державного значення М-19 Доманове (на м. Брест) – Ковель – Чернівці – Теремблече (на м. Бухарест) на відрізьку від села Городниця до села Зоряне, що пролягає територією Рівненської області. У даній магістерській роботі розглянуто один із можливих варіантів капітального ремонту цієї ділянки, який передбачає улаштування нового дорожнього одягу на проїжджій частині, облаштування парковок, встановлення освітлення, будівництво водопропускної споруди та влаштування нового покриття пішохідних доріжок.

Виконання капітального ремонту дозволить розширити проїзну частину та привести ширину смуг руху у відповідність до вимог категорії дороги. Це забезпечить кращі умови для маневрування як великогабаритного транспорту, так і легкових автомобілів та підвищить пропускну спроможність ділянки.

Автомобільні дороги України є невід'ємною складовою загальної транспортної системи держави, без якої неможливе ефективне функціонування жодної галузі економіки. Дорога – це комплекс інженерних споруд, призначених забезпечувати безпечне, зручне та продуктивне перевезення

пасажирів і вантажів. Технічний стан дороги безпосередньо впливає на ефективність роботи транспорту: погіршення стану покриття знижує безпеку руху, підвищує витрати на перевезення та зменшує загальну продуктивність транспортної системи.

Сучасні дороги повинні гарантувати безпеку як водіїв, так і пішоходів, враховуючи психофізіологічні особливості сприйняття дорожньої обстановки. Зростання інтенсивності руху та підвищення вимог суспільства вимагають розвитку дорожньої інфраструктури – створення мережі станцій технічного обслуговування, автозаправних станцій, мийних комплексів, мотелів, автостанцій, кемпінгів, зон відпочинку, парковок та інших об'єктів, що забезпечують комфорт та безперебійне обслуговування транзитного та місцевого транспорту.

Розділ 1. ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ

1.1 Техніко-економічна характеристика району капітального ремонту

1.1.1 Загальні відомості

Тема моєї кваліфікаційної роботи «Капітальний ремонт автомобільної дороги М-19 на ділянці від села Городниця до села Зоряне в Рівненській області» на пряму пов'язана у швидкому та комфортному пересуванні безпосередньо підсилює значення автомобільних доріг. Траса М-19 Доманове (на м.Брест) – Ковель – Чернівці –Тереблече(на м.Бухарест) є важливою міжнародною автомагістраллю протяжністю 509,1 км у межах України та входить до складу європейського транспортного коридору Е85. Маршрут проходить через такі міста, як Луцьк, Ковель, Дубно, Тернопіль, Чернівці, Чортків, Кременець, Теремовля, Копичинці, Заліщики та Кіцмань.

Відповідно до статті 8 постанови [1], автомобільна дорога Доманове (на м. Брест) – Ковель – Чернівці – Тереблече (на м. Бухарест) належить до міжнародних доріг загального користування державного значення.

Необхідність у проведенні капітального ремонту зумовлена значним погіршенням стану покриття, наявністю деформацій та численних дефектів, а також потребою підвищення рівня організації та безпеки дорожнього руху.

На сьогодні середньодобова інтенсивність руху становить 4110 транспортних засобів або 6995 у перерахунку на легковий автомобіль. За прогнозами, після виконання ремонтних робіт до 2041 року очікується зростання інтенсивності до 8675 транспортних засобів, що відповідає 15261 у перерахунку на легковий автомобіль на добу.

Відповідно до чинних нормативних документів [2, 3], дана ділянка дороги потребує капітального ремонту та приведення геометричних параметрів у відповідність до вимог технічної категорії.

Згідно з додатком Г до [2], розглядувана ділянка, що проходить територією Рівненської області, розташована в межах І північно-дорожньої кліматичної

зони України та належить до району А-1 за умовами роботи асфальтобетонного покриття.

1.1.2 Народно-господарська ефективність капітального ремонту

Рівненська область – це адміністративно-територіальна одиниця на північному заході України з обласним центром у місті Рівне. Вона межує з Житомирською областю на сході, Тернопільською – на півдні, Волинською – на заході та Республікою Білорусь – на півночі.

Завдяки вигідному географічному положенню регіон має значний транзитний потенціал. Північна частина області проходить уздовж державного кордону протяжністю 234 км, а на її території розташовано п'ять міжнародних пунктів пропуску.

Станом на 01.01.2025 року мережа автомобільних доріг загального користування у Рівненській області становить 5147,1 км, з них:

- 2004,8 км – дороги державного значення;
- 3142,3 км – дороги місцевого значення.

Площа області – 20,1 тис. км², її протяжність із заходу на схід становить близько 130 км, а з півночі на південь – 210 км. Рівненщина поділяється на 4 райони, має 4 міста обласного значення, 7 – районного значення, 16 селищ міського типу та 999 сіл. Обласний центр – місто Рівне з населенням 246,5 тис. осіб.

На 1 січня 2025 року чисельність населення області становила 1 201,5 тис. осіб, з яких 47,5 % – міські жителі, а 52,5 % – сільські. Середня щільність населення – 58 осіб на 1 км². Усього в різних сферах економіки зайнято 460,2 тис. осіб: у сільському господарстві – 80,9 тис., в промисловості – 62,1 тис., в інших галузях – 317,2 тис. осіб.

Провідними секторами економіки області є промисловість та сільське господарство. На території регіону працюють 893 промислові підприємства (включаючи малі), які забезпечують випуск основних видів продукції. До

основних галузей промисловості належать: виробництво електроенергії, будівельних матеріалів і скловиробів, харчова, хімічна, деревообробна, текстильна, добувна промисловість, машинобудування і виробництво меблів. Рівненська область формує близько 1,5 % загального обсягу промислової продукції України.

Економіка регіону значною мірою орієнтована на випуск електроенергії, мінеральних добрив, будматеріалів, електротехнічної продукції, деревних плит, харчової продукції та меблів. На території Рівненщини функціонують Рівненська АЕС, а також дві гідроелектростанції – у смт Млинів та с. Хрінники.

У сільському господарстві домінують виробництво зернових і бобових культур, вирощування картоплі, овочів, технічних культур та тваринництво. Загальна площа сільськогосподарських угідь становить 929,7 тис. га, з них орні землі – 658 тис. га (70,8 %).

Транспортне забезпечення населення здійснюється автомобільним, залізничним та авіаційним транспортом. Вузлові залізничні станції – Рівне, Сарни та Здолбунів – обслуговують основні магістралі, що проходять через область. Довжина автомобільних доріг місцевого значення – 3142,3 км. Міжнародний аеропорт «Рівне» здатен приймати літаки всіх типів.

Коефіцієнт економічної ефективності становить 0,15.

1.2 Аналіз природно-кліматичних умов району капітального ремонту автомобільної дороги

Рельєф

Рівненська область загалом має рівнинний рельєф, із абсолютними висотами, що змінюються від 372 м на південному заході до 134 м на півночі. Геологічна будова регіону зумовила чітку ярусність рівнинних поверхонь, яка простягається з півночі на південь і включає такі морфоструктурні елементи: низовину Рівненського Полісся, Волинську височину, рівнину Малого Полісся

та відгалуження північного уступу Подільського плато. Кожен із цих ярусів має характерні форми рельєфу та відмінності за висотами.

Поліська низовина на території області охоплює частини двох різних геоморфологічних підобластей – Житомирського та Волинського Полісся. Волинське Полісся займає більшу частину цієї території, а його рельєф представлений еоловими, денудаційними, льодовиковими та флювіальними формами.

Значну площу Рівненщини займає Волинська височина, рельєф і геологічна структура якої помітно контрастують з поліськими рівнинами. Визначальною особливістю височини є широке поширення лесовидних порід. У південній частині області переважає яружно-балковий тип рельєфу, що надає місцевості виразно горбистого характеру.

Рівнина Малого Полісся відмежовує Волинську височину від північного Поділля. Її формування пов'язують переважно з тектонічними процесами та діяльністю талих льодовикових вод. Західна частина рівнини відрізняється рівною поверхнею з ділянками піщаних відкладів та характерними еоловими формами рельєфу.

Подільська височина в межах Рівненщини виражена фрагментарно – на крайньому півдні Радивилівського району та в межиріччі Вілії та Свитеньки.

Ділянка автомобільної дороги проходить у південній частині Рівненської області, в межах геоморфологічної підобласті Малого Полісся –Кременецько-Дубнівськоїзандрової рівнини. Ця рівнина займає значні площі південного заходу області, з абсолютними висотами 210–250 м, які в долинах річок знижуються до 190–200 м. Рельєф характеризується переважно рівнинною поверхнею з широким розвитком піщаних відкладів. У межах долин річок Пляшківка та Іква рельєф стає більш різноманітним. Уздовж річки Іква простежуються два терасові рівні, на яких раніше були значні болотні масиви (переважно вже осушені). Характерні риси місцевості – болота, рівна поверхня та піщані ґрунти – надають ландшафтам подібності до поліських.

Геологічна будова району

Проектна ділянка в геоморфологічному плані розташована в межах Бродівської денудаційної рівнини. Рельєф уздовж траси має хвилястий характер. На км 171+389 автомобільна дорога перетинає річку Зборів, долина якої сформувалася на заболочених ґрунтах. За умовами зволоження територія належить переважно до I типу, проте в межах долини річки Зборів спостерігається підвищена вологість, що відповідає II типу.

Ґрунтові води на цій території залягають на невеликій глибині – близько 0,2–0,4 м. За показниками морозної здимальності в межах ділянки поширені слабоздимальні та надмірноздимальні ґрунти. Згідно з ДБН В.1.1-12:2014, сейсмічність району становить 5 балів. Проектна ділянка характеризується ґрунтами II та III категорій за їхніми сейсмічними властивостями.

Клімат

Рівненська область належить до атлантико-континентальної області помірно-континентального клімату помірного поясу. Переважно рівнинний рельєф сприяє вільному переміщенню різних повітряних мас. Помірно континентальне повітря, що надходить із внутрішніх районів Євразії, зумовлює підвищену сухість клімату. Зими тут зазвичай морозні, малохмарні та малосніжні, а літо характеризується спекотною та сухою погодою.

Глибина сезонного промерзання ґрунтів становить близько 0,80 м.

Територію України умовно поділено на 16 дорожніх районів, схема яких наведена на рисунку 1.1. Система позначень районів включає три елементи: перша римська цифра визначає дорожню зону, літера (Г або Р) — дорожню область (гірську чи рівнинну відповідно), а третя арабська цифра — номер конкретного дорожнього району.



Рисунок 1.1 – Дорожнє районування України

Рівненська область належить до II дорожнього району, тому для проєктування слід застосовувати такі кліматичні показники, установлені для цієї зони згідно з дорожніми нормами.

Таблиця 1.1 - Дати температурних переходів навесні

Температура повітря січня, °C	Температура повітря липня, °C	Дата переходу у весняний період середньодобової температури повітря через			
		0°	5°	10°	15°
-4,9	+18,4	9.III-13.III	5.III-7.III	26.IV	21.V

Таблиця 1.2 - Дати температурних переходів восени

Дати переходу в осінній період середньодобової температури повітря через				Число днів і році із середньодобовою температурою повітря вище			
0°	5°	10°	15°	0°	5°	10°	15°
26.XI-25.X	30.X-27.X	7.X-4.X	4.IX	259	205	161	107

Таблиця 1.3 - Температура ґрунту, вологість повітря

Температура ґрунту на висоті 40см			Сонячна радіація, ккал/см тепле півріччя	Відносна вологість повітря, %		
Березень-квітень	Червень-липень	Вересень-жовтень	Холодне півріччя	весна	літо	осінь
2,1	16,8	11,6	22-23	62	58	69

Таблиця 1.4 - Кількість опадів для умов України

Сума опадів за рік, мм	Сума опадів за літній період	Кількість днів з опадами 5 мм						Колівання (чисельник) і середньо максимальна вологість за зиму декада, %
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	
600	400-500	2,7	3,5	5,0	5,0	4,3	3,4	$\frac{15 - 22}{17}$

Таблиця 1.5 - Характеристика ґрунтів України

Кількість днів з сніговим покривом	К-ть днів у році з ожеледдю	Типові ґрунти	Типові ґрунти	Межа текучості	
				від - до	середня
60-90	20-30	<u>Підзольні та дерново-підзольні ґрунти з торф'яно-болотними</u>	Суглинок	31,9-28,5	30,2

Таблиця 1.6 - Показники вологості ґрунтів

Середньо відносна вологість ґрунту у верхній частині поля						Оптимальна вологість ґрунту %	Оптимальна щільність ґрунту г/см
весна		літо		осінь			
%	відносна	%	відносна	%	відносна		
22.4	0.74	19.1	0.63	18.6	0.62	18.1	1.75

Середньомісячна температура повітря в липні становить приблизно 18–18,5 °С, тоді як у червні та серпні вона в середньому на один градус нижча. Найхолодніший зимовий період зазвичай розпочинається в другій половині грудня й триває близько двох місяців. У січні фіксується найбільша кількість днів із від'ємними температурами, тому середньомісячні значення становлять –

4,5...–5,5 °С.

Середньорічна температура повітря в межах Рівненської області коливається незначно: найнижчі показники спостерігають на сході та північному сході (6,6–6,8 °С), а дещо вищі – на південному заході (7–7,5 °С).

Середня багаторічна річна сума опадів становить 550–600 мм. Їх кількість зростає у напрямку до більш підвищених територій півдня області.

У зимовий сезон переважають вітри південного, південно-східного, південно-західного та західного напрямків. Навесні частіше спостерігаються південно-східні й північно-західні вітри. Влітку, під впливом атмосферних фронтів, домінують західні та північно-західні напрямки.

У середньому протягом року в області буває: 58 днів із туманами, 18 – із хуртовинами, 16 – з ожеледицею, 6 – із градом та близько 25 – із грозами.

Гідрографія

Грунтові води в районі мосту через річку Зборів залягають на глибині від 0,20 до 0,40 м, при відмітці 190,80 м н.р.м., що відповідає рівню води в річці. Високий паводковий рівень очікується на позначці 192,50 м. Проектна ділянка поблизу мосту знаходиться в межах підтопленої території, і під час паводків заплава може затоплюватися.

Інженерно – геологічна будова ділянки

На основі виконаних інженерно-геологічних робіт і лабораторних досліджень виділені такі різновиди ґрунтів (ІГЕ):

«ІГЕ-1 - насипний пісок, супісок, жорства, щєбінь, бита цегла;

ІГЕ-2 - суглинок замулений з домішками органічних речовин;

ІГЕ-3 - суглинок слабозаторфований з прошарками замуленого піску;

ІГЕ-4 – суглинок середньозаторфований з прошарками замуленого піску;

ІГЕ-5 - суглинок замулений;

ІГЕ-6 – супісок пластичний;

ІГЕ-7 – супісок твердий макропористий [4]».

Напластування та потужності виділених ПГЕ на ділянці км 170+200 –км 173+200 наведені на поздовжньому профілі.

1.3 Особливості проекту капітального ремонту автомобільної дороги

Проектна ділянка капітального ремонту має загальну довжину 3000 м. Дорога відноситься до II технічної категорії. Початок ділянки розташований на км 170+200 автомобільної дороги М-19 за межами села Городниця, а кінець – на км 173+200. Загальна протяжність дороги становить 3000 м, з яких 1150 м проходить через щільно забудовану частину села Городниця.

Штучні споруди представлені водопропускними трубами та малим мостом довжиною 18,90 м і шириною 7,40 м. Водопропускні труби потребують подовження, а міст – капітального ремонту.

Зупинки громадського транспорту не відповідають сучасним вимогам, а на ділянці відсутні необхідні засоби організації дорожнього руху. Існуючі примикання та перехрестя не обладнані повністю перехідно-швидкісними смугами.

1.4 План траси

Траса прокладена по існуючій осі дороги. Початок траси відповідає ПК 1702+00 (км 170+20 автомобільної дороги М-19), а кінець – ПК 1732+00 (км 132+200). Загальний напрямок ділянки – південно-східний.

На ділянках від ПК 1713+50 до ПК 1732+00 траса проходить поза межами населених пунктів і запроєктована для розрахункової швидкості 90 км/год. У межах села Городниця (від ПК 1702+00 до ПК 1713+50) проектна швидкість складає 50 км/год. Загальна довжина траси – 3 000 м, з яких 1150 м проходять через щільно забудовану територію.

План траси виконаний відповідно до параметрів II технічної категорії.

Траса включає три зміни напрямку: два повороти вліво та один вправо. Радіуси кривих у плані становлять 500 м, 750 м, 1 100 м, 7 000 та 18 000 м.

Капітальний ремонт здійснюється в межах існуючої смуги відведення без додаткового вилучення земель. Ширина смуги відведення дороги коливається від 18 до 65 м, а в межах населеного пункту обмежена червоними лініями забудови.

1.5 Оцінка впливів на навколишнє середовище (ОВНС)

Оцінка впливу на навколишнє середовище для проекту «Капітальний ремонт автомобільної дороги М-19 на ділянці від села Городниця до села Зоряне в Рівненській області» виконана з метою визначення доцільності та прийнятності планової діяльності, а також обґрунтування заходів для збереження екологічної безпеки.

За результатами оцінки впливи планової діяльності на компоненти навколишнього середовища характеризуються так:

- **клімат і мікроклімат**– негативних впливів не передбачається;
- **геологічне середовище**– вплив локальний, обмежений будівельними роботами, після завершення робіт відновлюється;
- **земельні ресурси**– додаткових земельних ділянок не використовується, капітальний ремонт проводиться на існуючих тротуарах;
- **грунти, атмосферне повітря, водні ресурси, рослинний і тваринний світ, заповідні об’єкти**– негативних впливів не передбачається;
- **техногенне середовище**– вплив відсутній;
- **соціальне середовище**– позитивний вплив завдяки благоустрою прилеглої території.

Робочим проектом передбачено проведення робіт в межах існуючого проспекту, що забезпечує мінімальний вплив на навколишнє середовище.

1.6 Висновки до розділу 1

У розділі 1 магістерської роботи проведено комплексний аналіз району, у межах якого виконуватиметься реконструкція автомобільної дороги. Визначено природні, кліматичні та інженерно-геологічні умови території, що впливають на вибір конструктивних і технологічних рішень. Подано техніко-економічну характеристику району реконструкції, яка дозволяє оцінити соціальну значущість та економічну доцільність виконання робіт.

У межах розділу наведено план автомобільної дороги, визначено потребу в дорожньо-будівельних матеріалах та узагальнено основні технічні показники дороги. Представлена інформація формує базу для подальшого проектування та обґрунтовує прийняті інженерні рішення у наступних розділах роботи.

Розділ 2. КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ

2.1 Штучні споруди

Черговість будівництва та пускові комплекси

Випускна кваліфікаційна роботи на тему «Капітальний ремонт автомобільної дороги М-19 на ділянці від села Городниця до села Зоряне в Рівненській області» передбачає капітальний ремонт в одну чергу без поділу на окремі пускові комплекси. Розробку ґрунту здійснюють екскаватором у траншеї з кріпленням поза межами охоронних зон газо- та водопроводів. При ручній розробці ґрунту кріплення може бути відсутнє або застосовуватися для вертикальних стінок траншеї. У цьому проєкті передбачено встановлення інвентарних щитів вище брівки траншеї на 0,15 м.

Якщо під час розробки траншеї порушується природна міцність ґрунтової основи, пошкоджений шар видаляють і замінюють на пісок, який ущільнюють до необхідної щільності по всій ширині траншеї з організацією водовідведення.

Ущільнення ґрунту між стіною траншеї та трубопроводом виконують вручну або механізовано до досягнення коефіцієнта ущільнення не менше 0,95. Нижній шар товщиною 0,1 м, розташований безпосередньо над трубою, ущільнюють тільки ручними інструментами. Засипку пазух із подальшим ущільненням здійснюють механічним трамбуванням.

2.2 Пересічення та примикання

Конструкцію дорожнього одягу на примиканнях та перехрестях передбачено відповідно до радіусів заокруглень, а за межами цих радіусів – за типовими параметрами основної дороги (Тип 1 або Тип 2).

2.3 Тротуари та пішохідні доріжки

Конструкція дорожнього одягу на пішохідних доріжках, тротуарах, посадкових майданчиках та на острівцях безпеки в кваліфікаційній роботі прийнята наступною:

- щебенево- піщана суміш оптимального складу ЩПС.С-7, товщиною 0,12 м;
- шар асфальтобетону АСГ.Пщ.Г.НП.І на бітумі марки БНД70/100, товщиною 0,04 м.

2.4 Дорожній одяг

Конструкція дорожнього одягу розроблена з урахуванням стану існуючого покриття та порівняння варіантів за техніко-економічними показниками, з дотриманням вимог «ГБН В.2.3-37641918-559:2019 Автомобільні дороги. Дорожнійодягнежорсткий. Проектування» [5], та «ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. Зміна 1. Зміна 2» [2].

Тип конструкції обрано відповідно до категорії дороги, очікуваної перспективної інтенсивності руху та транспортно-експлуатаційних вимог.

Проектом капітального ремонту передбачено два типи дорожнього одягу:

Тип - 1 (Підсилення):

- «- холодне фрезерування існуючого асфальтобетонного покриття на глибину 0,13м;
- оптимальна щебенево- піщана суміш С5, товщиною 0,25м;
- вирівнюючий шар з ЩПС- С7 середньою товщиною 0,12м;
- щебенево- піщана суміш ЩПС- 40 укріплена цементом марки М20, товщиною 0,15м;
- розлив бітумної емульсії ЕКШ-50 в кількості 1,2 л/м²;
- асфальтобетон АСГ.Кр.Щ.А1.НП. БНД 70/100, товщиною 0,05м;
- розлив бітумної емульсії ЕКШМ-50 в кількості 0,6 л/м²;

-асфальтобетон типу ЩМА-20 на бітумі марки БМКП 60/90-65 товщиною 0,05 м;

Тип - 2 (розширення, новий дорожній одяг):

- дренажний шар основи із піску товщиною 0,20 м;

- основа із щебенево-піщаної суміші С5 товщиною 0,25 м;

- вирівнюючий шар- оптимальна щебенево- піщана суміш С7 товщиною 0,12м;

- щебенево- піщана суміш ЩПС-40 укріплена цементом марки М20, товщиною 0,15 м;

- розлив бітумної емульсії марки ЕКШ-50 в кількості 0,5 л/м²;

- влаштування асфальтобетонного шару з асфальту АСГ.Кр.Щ.А1.НП. БНД 70/100 товщиною 0,10 м;

- розлив бітумної емульсії ЕКШМ-50 в кількості 0,6 л/м² ;

- влаштування шару з асфальтобетону ЩМА-20 на бітумі марки БМКП 60/90-65 в кількості 0,05 л/м²» [5]

Поперечний профіль проїзної частини проектної ділянки виконаний двоскатним з ухилом 25 %.

Прорахунок варіантів конструкцій дорожнього одягу здійснювався за допомогою програмного комплексу РАДОН-УКРАЇНА, який призначений для проектування нежорстких дорожніх одягів відповідно до чинних галузевих нормативів України. Програма дозволяє обирати найбільш раціональні рішення для конкретної ділянки дороги, враховуючи місцеві геологічні, кліматичні та конструктивні умови.

Принципи роботи РАДОН-УКРАЇНА базуються на методах теорії пружності, що дозволяє моделювати поведінку конструкцій дорожнього одягу під впливом транспортних навантажень. Користувач має можливість:

- обирати оптимальну товщину кожного шару дорожнього одягу;
- додавати додаткові шари з бюджетних місцевих матеріалів або синтетичних прошарків;
- адаптувати конструкцію під очікувану інтенсивність руху та тип

транспортних засобів;

- розробляти рішення як для нових, так і для реконструйованих ділянок, включно з посиленням існуючого покриття.

Для виконання розрахунків у програмі необхідно ввести такі вихідні дані:

- тип клімату в районі будівництва, рельєф місцевості, глибину промерзання ґрунтів, гідрологічні та ґрунтово-геологічні умови;
- термін служби дороги та рівень надійності конструкції;
- за потреби – характеристики додаткових шарів (дренуючого, теплоізоляційного, морозозахисного);
- стан та інтенсивність руху на існуючому покритті;
- фізико-механічні властивості конструктивних шарів та параметри розрахункових типів автомобілів.

На ділянках, де передбачене повторне використання матеріалів старого дорожнього одягу, проектування ведеться на основі детального обстеження конструкції існуючих шарів, їх товщини, стану та здатності виконувати свої функції. Це забезпечує обґрунтованість застосування повторно використаних матеріалів.

Розрахункова схема навантаження приймає колесо автомобіля як гнучкий круговий штамп діаметром D , що рівномірно розподіляє навантаження величиною P . В якості розрахункового типу навантаження обирають найбільш важкі транспортні засоби, що постійно рухаються по дорозі та складають не менше 10% загального потоку[5].

Характер впливу рухливого навантаження на конструкцію оцінюють за такими показниками:

- N – перспективна середньодобова інтенсивність руху на ділянці;
- N_p – приведенне число проїздів коліс по одній смузі дороги;
- ΣN_p – сумарне приведенне розрахункове навантаження на поверхню дорожнього одягу протягом терміну служби.

Загальну перспективну середньодобову інтенсивність визначають на

основі аналізу динаміки обсягів перевезень, економічних обстежень та прогнозованого зростання транспортного потоку до кінця терміну служби. При відсутності точних даних про інтенсивність руху, застосовуються розрахунки за мінімальним модулем пружності шарів або прийнятими нормативними значеннями.

Також у програмі враховуються коефіцієнти динамічності навантаження, що дозволяють більш точно визначати вплив рухливих транспортних засобів на конструкцію дорожнього одягу, забезпечуючи довговічність та безпеку дороги.

2.5 Доступність об'єкта будівництва для маломобільних груп населення

В моїй кваліфікаційній роботі на тему «Капітальний ремонт автомобільної дороги М-19 на ділянці від села Городниця до села Зоряне в Рівненській області» прийняті рішення, які забезпечують доступність для маломобільних груп населення (МГН) відповідно до ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд» [6], та ДСТУ-Н Б В.2.2-31:2011 «Настанова з облаштування будинків і споруд елементами доступності для осіб з вадами зору та слуху» [7].

У кваліфікаційній роботі передбачено такі інженерні рішення:

- у місцях перетину пішохідних і транспортних потоків – безбар'єрне сполучення поверхонь із пониженим бортовим каменем до 0,025 м;
- на підходах до пішохідних переходів – покриття з тактильних дорожніх покажчиків шириною 0,5 м, розташованих за 0,8 м від небезпечної ділянки;
- дорожні знаки встановлюються на висоті не менше 2 м від рівня покриття.

Ці заходи у комплексі забезпечують зручний і безпечний рух для маломобільних груп населення на зазначеній ділянці дороги.

2.6 Висновок по розділу 2

Конструкція дорожнього одягу розроблена з урахуванням категорії дороги, перспективної інтенсивності руху, геологічних, гідрогеологічних та кліматичних умов регіону, що забезпечує довговічність та надійність експлуатації. В основу проекту покладено як посилення існуючого покриття, так і влаштування нових шарів дорожнього одягу, включаючи дренажні та вирівнювальні шари, асфальтобетонні покриття різного типу та цементно-щобенові основи, із застосуванням сучасних матеріалів і технологій ущільнення.

Поздовжній і поперечний профілі дороги адаптовані до рельєфу місцевості та забезпечують комфортну і безпечну швидкість руху в межах населених пунктів і поза ними. Земляне полотно враховує природні умови, зволоження ґрунтів і рівень ґрунтових вод, застосовуються методи укріплення укосів, дренажу та використання місцевих матеріалів для насипів і розширень.

Особлива увага приділена забезпеченню ефективного підґрунтування та укладання асфальтобетонних шарів, підтриманню необхідного температурного режиму і досягненню оптимальної щільності покриття. Технологічні процеси включають контроль якості матеріалів, правильне співвідношення товщини шарів та розміру зерен, що забезпечує однорідну структуру дорожнього покриття та довговічність експлуатації.

Таким чином, проект конструктивних рішень автомобільної дороги забезпечує надійну роботу транспортної системи, комфорт і безпеку учасників руху, а також економічну ефективність капітального ремонту з урахуванням місцевих умов і сучасних технологій дорожнього будівництва.

Розділ 3. ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ РОБІТ

3.1 Дорожньо-будівельні матеріали

Для забезпечення належної якості та довговічності дорожнього одягу використані матеріали повинні відповідати вимогам нормативних документів України:

1. Щебінь для основи покриття

- Використовується для влаштування шарів основи та підоснови дорожнього одягу.

- Має відповідати вимогам ДСТУ Б.В.2.7-30:2013 «Матеріали нерудні для щебених і гравійних основ та покриттів автодоріг» [8].

- Основні характеристики: розмір зерен, міцність, стійкість до стирання, морозостійкість, вологовбирність.

- Використання щебеню, що відповідає цим вимогам, забезпечує високу несучу здатність і стабільність дорожнього покриття під впливом інтенсивного руху.

2. Бітумна емульсія

- Використовується для зв'язування шарів основи та асфальтобетону, для обробки поверхні перед укладанням асфальтобетону.

- Має відповідати вимогам ДСТУ 4044:2019 «Бітуми нафтові дорожні в'язкі» [9].

- Основні параметри: в'язкість, стійкість до розшарування, вміст води та активність емульгатора.

- Забезпечує міцне зчеплення між шарами дорожнього одягу, підвищує водостійкість покриття та продовжує термін служби.

3. Асфальтобетон

- Використовується для формування верхнього та вирівнюючого шару покриття.

- Має відповідати вимогам ДСТУ Б.В.2.7-119:2011 «Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний» [10].

- Основні характеристики: марка бітуму, щільність, крупність заповнювача, термостійкість, стійкість до деформацій під навантаженням.

- Використання асфальтобетону, що відповідає нормативу, забезпечує високу міцність покриття, рівність і комфорт руху, а також стійкість до деформацій під впливом важких транспортних засобів.

4. ФЕМ (фігурні елементи мощення)

- Використовуються для влаштування тротуарних та пішохідних ділянок.

- Повинні відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-145:2008 «Вироби бетонні тротуарні неармовані» [11].

- Основні характеристики: міцність на стиск, морозостійкість, водопоглинання, розміри та форма елементів.

- Забезпечують довговічність та безпеку пішохідних зон, стійкість до впливу атмосферних опадів та механічних навантажень.

Дотримання нормативних вимог до матеріалів гарантує високу якість дорожнього одягу, довговічність покриття та безпеку руху. Застосування сертифікованих матеріалів дозволяє забезпечити відповідність проектних рішень до ДБН і міжнародних стандартів експлуатації автомобільних доріг.

3.2 Підготовчі роботи

Підготовчий етап будівництва дороги включає комплекс організаційно-технічних заходів, спрямованих на забезпечення безпечного, якісного та своєчасного виконання робіт. Основні етапи підготовки передбачають:

1.

знайомлення з проектною документацією:

- Вивчення та детальний аналіз проектно-кошторисної документації, специфікацій та креслень.

- Ознайомлення з існуючими умовами роботи на ділянці, включаючи рельєф, наявність інженерних мереж та природних об'єктів.

2. Створення технологічної документації:

- Розробка плану виробництва робіт (ПВР) та інших необхідних технологічних документів.

- Визначення послідовності виконання робіт, розподіл ресурсів, матеріалів та техніки.

3. Виконання першочергових підготовчих заходів

- Перевірка дотримання правил техніки безпеки, вимог пожежної безпеки, норм природоохоронного законодавства та промислової санітарії.

- Узгодження обсягів та термінів виконання підготовчих робіт із загальним графіком будівництва.

4. Основні підготовчі роботи на ділянці

- Проведення геодезичних розмічувальних робіт для точного визначення осі дороги та розташування інженерних споруд.

- Розчищення смуги відведення від рослинності, будівельних залишків та сторонніх предметів.

- Фіксація меж земельних ділянок, відведених під елементи дороги, кар'єри та тимчасові резерви.

- Облаштування будівельного майданчика з використанням тимчасових засобів організації дорожнього руху.

- Демонтаж існуючих дорожніх знаків, огороження та стояків.

- Розбирання старого дорожнього одягу та підготовка його матеріалів до утилізації або повторного використання.

5. Утилізація та переробка матеріалів

- Металевий брухт, отриманий від демонтажу огороження та конструкцій, реалізується організацією, що експлуатує ділянку дороги.

- Щебеневий матеріал, який підлягає вилученню з дорожнього одягу, також реалізується відповідною організацією.

- Будівельне сміття та інші відходи транспортуються до визначених місць зберігання та утилізації, відповідно до норм екологічної безпеки.

3.3 Земляне полотно та дорожній одяг

3.3.1 Поздовжній профіль

Поздовжній профіль запроектовано з урахуванням місцевого рельєфу, кліматичних та гідрогеологічних умов, а також пересічення існуючих інженерних комунікацій. Проектування профілю також передбачало максимальне використання матеріалів, отриманих від демонтажу існуючого дорожнього одягу, для підсилення нової конструкції, що дозволяє знизити витрати на будівництво та підвищити ефективність використання ресурсів.

Геометричні параметри поздовжнього профілю визначені відповідно до вимог ДБН [2] для розрахункових швидкостей руху:

- 60 км/год – на ділянках у межах населених пунктів;
- 90 км/год – поза межами населених пунктів.

Проектування виконано за допомогою програмного комплексу «Кредо», який забезпечує точний розрахунок кривих та ухилів з урахуванням нормативних вимог і фактичних умов місцевості.

Робоча відмітка по осі дорожнього одягу становить +55 см.

Основні технічні характеристики поздовжнього профілю:

- Максимальний поздовжній ухил: 18 ‰;
- Мінімальний радіус вертикальних кривих:

-

для швидкості 60 км/год: увігнута – 2100 м, опукла – 3500 м;

-

для швидкості 90 км/год: увігнута – 2100 м, опукла – 9000 м.

Проектний поздовжній профіль забезпечує комфортний та безпечний рух

транспортних засобів, оптимальне відведення поверхневих вод і мінімізацію витрат матеріалів при будівництві та експлуатації дороги.

3.3.2 Земляне полотно

Земляне полотно проектується з урахуванням рельєфу місцевості, профілю існуючої дороги, а також погодно-кліматичних та ґрунтово-геологічних умов північної дорожньо-кліматичної зони. Проект виконано відповідно до ДБН В.2.3-4:2015 [2] та «АД А.2.4-37641918-006:2018 Альбом типових проектних рішень конструкцій земляного полотна автомобільних доріг загального користування» [12].

Ділянка автомобільної дороги, що підлягає капітальному ремонту, переважно розташована в насипі та напіввиїмці, при цьому висота насипу варіюється від 0,5 до 2,0 м. Існуюче земляне полотно, враховуючи дренажні властивості ґрунтів, дозволяє його використання при капітальному ремонті без необхідності значного відновлення основи.

Склад насипу: переважно місцеві ґрунти – піски пилюваті, супіски піщані. Товщина насипу відповідно до інженерно-геологічних колонок коливається від 1,0 м до 2,2 м. Тип місцевості за зволоженням – I, у районі річки Людомирка – II, при цьому ґрунтові води залягають на глибині 0,2–0,4 м.

Всі технічні параметри ділянки капітального ремонту, включаючи поздовжні ухили та висоту насипу, дозволяють ефективно використовувати існуюче полотно та надати йому характеристики II категорії дороги при мінімальних витратах.

Коефіцієнти ущільнення ґрунту:

- Коефіцієнт ущільнення – 0,98;
- Відносне ущільнення – 1,08.

Для будівництва земляного полотна на ділянках розширення смуги та поворотів застосовують ґрунти з позатрасового резерву.

Укріплення укосів: здійснюється методом засіву багаторічних трав. Кювети: ширина – 0,4 м, з відкосами 1:3 та 1:1,5, укріплені засівом багаторічних трав, що забезпечує стабільність схилів і ефективне відведення поверхневих вод.

3.3.3 Дорожній одяг

Асфальтобетонне покриття укладають із гарячої асфальтобетонної суміші у сприятливих погодних умовах. Температурні умови виконання робіт повинні бути наступними:

- весною – не нижче +5 °С;
- літом – не нижче +10 °С;
- за сухої погоди без опадів та сильного вітру.

Технологічний процес влаштування асфальтобетонного покриття включає такі основні етапи:

1. Приготування асфальтобетонної суміші

- Суміш виготовляється на спеціалізованих заводах відповідно до проектної рецептури;

- Контроль якості матеріалів та температури суміші проводиться до вивантаження на дорожню техніку.

2. Підготовка основи під вкладання шару

- Поверхня основи очищається від пилу, бруду та залишків попереднього покриття;

- При необхідності здійснюється нанесення бітумної емульсії для забезпечення адгезії між шарами.

3. Укладання асфальтобетонної суміші

- Асфальтобетон укладають спеціальними асфальтоукладачами із забезпеченням рівномірного розподілу по ширині смуги;

- Висота шару контролюється відповідно до проектних параметрів.

4. Ущільнення асфальтобетонного шару

- Ущільнення виконується за допомогою дорожніх котків (легких, середніх та важких) у кілька проходів;

- Метою ущільнення є досягнення необхідного коефіцієнту ущільнення та щільності шару, що гарантує тривалу експлуатацію покриття та стійкість до навантажень.

Дотримання технології укладання та температурного режиму забезпечує однорідність, міцність і довговічність асфальтобетонного покриття, а також підвищує його стійкість до деформацій і руйнувань під час експлуатації.

Підготовка основи

Перед укладанням нового шару асфальтобетонного покриття особлива увага приділяється підготовці основи, оскільки саме від її стану залежить надійність і довговічність дорожнього полотна. Для забезпечення міцного зчеплення поверхню основи попередньо обробляють бітумом або бітумною емульсією, а в разі потреби застосовують розріджений в'язкий бітум, прогрітий до необхідної температури. Важливо, щоб основа була сухою, рівною та очищеною від сміття та дефектів, що дозволяє рівномірно розподілити в'язучий матеріал і забезпечити повне з'єднання з майбутнім шаром асфальтобетону. Для цього використовують спеціалізовану техніку, наприклад, автогудронатори, висота розподільної труби та кут розпилу форсунок яких підбираються так, щоб смуги обробленої поверхні щільно поєднувалися, без пропусків чи надлишків матеріалу. Такий підхід гарантує надійне зчеплення між шарами дорожнього одягу, зменшує ризик відшарувань і руйнувань, а також створює основу для тривалої та безпечної експлуатації дорожнього покриття.

Укладання асфальтобетонної суміші

Транспортна операція асфальтобетонної суміші включає завантаження, перевезення та вивантаження, при цьому обов'язково контролюють її

властивості.

Температура суміші під час укладання повинна забезпечувати нормальне функціонування робочих органів асфальтоукладальника та можливість подальшого якісного ущільнення до необхідної щільності.

Під час транспортування суміш поступово охолоджується і на поверхні утворюється кірка, під якою температура практично залишається стабільною. Якщо погодні умови – температура повітря, швидкість вітру, стан основи або опади – не дозволяють забезпечити належну якість робіт, будівництво дорожнього покриття слід тимчасово призупинити.

Ущільнення асфальтобетонного покриття

Досягнення необхідного рівня ущільнення асфальтобетонної суміші залежить від точного дотримання технології укладання, яка передбачає не лише оптимальну кількість проходів котка, а й підтримання відповідної температури суміші протягом всього процесу. Якщо суміш укладається надто гарячою, коток «занурюється» в покриття, що може призвести до утворення хвиль, тріщин та локальних деформацій. Водночас спроба ущільнити охолоджену суміш є неефективною і навіть шкідливою, оскільки під дією механічного впливу можуть руйнуватися окремі зерна щебеню, що негативно впливає на міцність і довговічність покриття.

Ключовим фактором ефективного ущільнення є співвідношення товщини шару та максимального розміру зерен заповнювача. Якщо шар укладається тонше, ніж подвоєна найбільша фракція зерен, неможливо досягти потрібної щільності, і поверхня буде неоднорідною. Великі зерна прилипатимуть до вигладжувальної плити асфальтоукладальника, утворюючи поздовжні борозни та локальні нерівності, що потребуватиме додаткового фрезерування або переробки шару.

Щільність і однорідність шару прямо впливають на експлуатаційні характеристики дороги: правильне ущільнення забезпечує рівномірний

розподіл навантажень від коліс автомобілів, запобігає передчасному виникненню тріщин та деформацій, підвищує водостійкість і морозостійкість покриття. Крім того, контроль температурного режиму під час укладання та ущільнення дозволяє забезпечити надійне зчеплення між шарами основи та верхнім асфальтобетонним шаром, що особливо важливо для ділянок дороги з інтенсивним рухом важких транспортних засобів.

Таким чином, якість дорожнього покриття прямо залежить не лише від характеристик матеріалів, а й від ретельного дотримання технології, включаючи підготовку основи, правильне транспортування суміші та контроль за умовами її укладання й ущільнення.

3.4 Організація будівництва

3.4.1 Основні положення з організації будівництва

Організація «Капітального ремонту автомобільної дороги М-19 Доманове на ділянці села Городниця до села Зоряне в Рівненській області» розроблено опираючись на нормативний документ «ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва» [13].

Організація руху транспорту під час проведення капітального ремонту передбачає почергове використання проїздів. На ділянках, де виконуються роботи на одному проїзді, другий смуга залишається відкритою для проїзду транзитного транспорту. Місця виконання робіт обладнуються відповідними запобіжними засобами, а об'їзди організовуються за допомогою тимчасових дорожніх знаків та розмітки відповідно до вимог нормативного документа «СОУ 45.2-00018112-006:2006. Схеми тимчасової організації руху відображені на відповідних кресленнях проекту» [14].

Усі монтажні та будівельні роботи повинні виконуватись з дотриманням вимог безпеки праці, передбачених «ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека в будівництві» [15], а

також іншими нормативними документами, що регламентують порядок проведення робіт. Особливу увагу слід приділяти дотриманню правил охорони праці під час будівництва, ремонту та утримання автомобільних доріг згідно з «НПАОП 63.21-1.01-09Правила охорони праці під час будівництва, ремонту та утримання автомобільних доріг»[16].

Вихідними даними для розділу «Організація будівництва» є обсяги будівельних робіт, а також схема забезпечення будівельними матеріалами та виробами. Генеральна підрядна організація визначається шляхом проведення відкритого тендеру, що забезпечує прозорість вибору виконавця та гарантію якості робіт.

У процесі реалізації капітального ремонту особлива увага приділяється безпеці як працівників, так і учасників дорожнього руху. Всі заходи щодо організації руху та техніки безпеки передбачають мінімізацію ризиків та забезпечення безперервності транспортного сполучення на ділянці.

3.4.2 Розрахунок тривалості будівництва.

Тривалість виконання робіт з капітального ремонту визначається на основі обсягів запланованих будівельних робіт, умов проведення будівництва та аналізу ефективності використання сучасних будівельних матеріалів, техніки та продуктивності машин. Для розрахунку термінів робіт враховуються нормативні дані, зокрема норми часу, наведені у «СОУ 42.1-37641918-098:2017Автомобільні дороги. Норми часу на ремонтно-будівельні роботи. Зміна № 1» [17].

Згідно з кошторисним розрахунком, загальна трудомісткість робіт на ділянці капітального ремонту становить 42 135,86 люд.-годин при середньому розряді виконуваних робіт 3,8. Найбільш трудомісткими операціями є укладання покриття тротуарів, влаштування мережі зливової каналізації, прокладання водопровідних мереж та ремонт тепломережі.

Тривалість робіт (T_{\max} , у днях) визначається з урахуванням продуктивності провідної будівельної машини та обчислюється за відповідною розрахунковою формулою, яка враховує трудомісткість та обсяги виконаних робіт.

$$T_{\max} = M / n \times t$$

де M - машиномісткість, маш.змін;

n - кількість змін на добу, змін/добу;

t - кількість будівельних машин, механізмів.

Виконання вище згаданих робіт триватиме 42135,86 люд.год.,
(42135,86/8=7023)

$$T_{\max} = M / n \times t = 7022 / (1 \times 40) = 176 \text{ днів.}$$

Загальна тривалість робіт з капітального ремонту становить 176 восьмигодинних робочих днів. При визначенні цього терміну також враховуються технологічні перерви, необхідні для набрання міцності елементів конструкцій з монолітного бетону, що складають 28 днів.

Виходячи з наведених даних, при організації будівельних робіт паралельним методом загальна тривалість будівництва становить 176 днів. Виконання робіт планується підрядним способом, що передбачає залучення генерального підрядника для організації всіх етапів будівництва та контролю за якістю виконання робіт.

Замовник робіт – Служба відновлення та розвитку інфраструктури у Рівненській області.

3.4.3 Умови забезпечення будівництва основними матеріалами і конструкціями.

Забезпечення будівництва основними матеріалами, напівфабрикатами та конструкціями здійснюється відповідно до положень проекту, що передбачає джерела постачання та способи транспортування будівельних матеріалів, надані замовником.

3.5 Висновок до розділу 3

Організація будівництва на ділянці капітального ремонту автомобільної дороги передбачає чітке планування та координацію всіх етапів робіт із забезпеченням ефективного використання ресурсів і матеріалів. Забезпечення основними будівельними матеріалами, напівфабрикатами та конструкціями здійснюється згідно з проектними відомостями, які визначають джерела постачання та способи транспортування матеріалів, надані замовником. Будівельні роботи виконуються підрядним методом із дотриманням встановлених норм охорони праці, промислової безпеки та санітарних вимог. Тривалість робіт розрахована з урахуванням обсягів робіт, технологічних особливостей, продуктивності будівельних машин та необхідності технологічних перерв для набрання міцності конструктивних елементів, що дозволяє визначити загальний термін будівництва та оптимізувати використання трудових та матеріальних ресурсів. Завдяки комплексному підходу до планування, логістики та контролю якості забезпечується своєчасне виконання робіт та досягнення необхідних технічних параметрів дороги.

Розділ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

4.1 Дорожні знаки.

Проект капітального ремонту передбачає встановлення дорожніх знаків для забезпечення безпеки руху та орієнтування водіїв. Знаки виготовляються відповідно до вимог «ДСТУ 4100-2021 Дорожні знаки» [18]. із декапірованої листової сталі з покриттям із світлоповертальної плівки, що забезпечує їхню високу видимість у будь-яких умовах освітлення. Загалом планується встановити 169 дорожніх знаків, які будуть розміщені на ключових ділянках дороги з урахуванням технічних і експлуатаційних вимог, а також особливостей організації руху на ремонтованій трасі.

Кількість та типи знаків визначені проектом для забезпечення комплексної інформаційної, попереджувальної та регулювальної функції, що підвищує безпеку учасників дорожнього руху та сприяє ефективній організації руху на всій ділянці капітального ремонту.

Проектом передбачено встановити 169 дорожніх знаків, в тому числі:

- попереджувальні - 9 шт;
- пріоритету - 20 шт.;
- заборонних - 7 шт.;
- наказові - 16 шт;
- інформаційно-вказівних типових - 98 шт.;
- знаки сервісу - 9 шт;
- таблички до дорожніх знаків - 10 шт.

Дорожні знаки встановлюються на оцинкованих металевих опорах відповідно до вимог нормативних документів «СОУ 45.2-00018112-011:2006 Опори дорожніх знаків» [19]. Цей документ гарантує їхню надійність і довговічність у експлуатації. Використання оцинкованих опор забезпечує захист від корозії та механічних пошкоджень, що особливо важливо для доріг із

високим рівнем атмосферного впливу та інтенсивним рухом. Опори підбираються з урахуванням типу знака, місця його встановлення та умов експлуатації, щоб забезпечити оптимальну видимість для водіїв і ефективність інформаційного та регулювального призначення дорожніх знаків. Монтаж опор проводиться відповідно до встановлених технічних стандартів, з дотриманням вертикальності, стійкості та правильного розташування відносно проїзної частини. Це сприяє підвищенню безпеки дорожнього руху на ділянці капітального ремонту та забезпечує довготривалу експлуатацію встановлених знаків.

4.2 Дорожня розмітка

Проектом передбачено влаштування дорожньої розмітки проїзної частини відповідно до «ДСТУ 2587:2021 Дорожня розмітка» [20], яка виконується з використанням структурного пластику холодного вкладання. Основне призначення розмітки полягає у забезпеченні надійної візуальної орієнтації для всіх учасників дорожнього руху незалежно від вибору траєкторії, напрямку та режимів руху транспортних засобів за різних дорожніх умов. Розмітка повинна залишатися чітко видимою як у світлу, так і в темну пору доби на достатній відстані, що дозволяє підвищити безпеку руху.

Функціональна та експлуатаційна довговічність постійної розмітки передбачена не менше шести місяців, тоді як тимчасова – від одного до двох місяців. Горизонтальна розмітка виконана переважно білим кольором, за винятком окремих ліній: поєднання білого та червоного для номерів 1.14.3 і синього для 1.1. Тимчасова розмітка наноситься оранжевим кольором і має пріоритет над постійною, регламентуючи порядок організації дорожнього руху.

Відповідно до ДБН В.2.3-4[2], показник білизни розмітки повинен становити не менше 0,6 на покриттях із чорними в'язучими та не менше 0,7 на цементобетонних поверхнях, що забезпечує достатню контрастність та

довговічність експлуатації. Таким чином, розмітка забезпечує безпечне та ефективне керування рухом на ділянці капітального ремонту.

В проєкті випускної кваліфікаційної роботи передбачено нанесення як горизонтальної та вертикальної розмітки, а саме:

- 1.1 (товщиною 0,15 м)	- 2766 м;
- 1.1 (товщиною 0,10 м)	- 96 м;
- 1.2 (товщиною 0,15 м)	- 6194 м;
- 1.2 (товщиною 0,10 м)	- 127 м;
- 1.3 (товщиною 0,15 м)	- 392 м;
- 1.5 (товщиною 0,15 м)	- 811 м;
- 1.6 (товщиною 0,15 м)	- 100 м;
- 1.7 (товщиною 0,15 м)	- 237 м;
- 1.7 (товщиною 0,10 м)	- 10 м;
- 1.8 (товщиною 0,30 м)	- 2002 м;
- 1.13	- 80/19 м/м ² ;
- 1.14.1	- 126,14 м ² ;
- 1.16.1	- 345,19 м ²
- 1.16.2	- 45,12 м ² ;
- 1.16.3	- 13,18 м ² ;
- 1.17.1	- 2,8 м ² ;
- 1.18	- 66,03 м ² ;
- 1.19	- 26,08 м ² ;
- 1.20	- 42 м ² ;
- 1.31	- 16,6 м ² ;
- 1.34	- 25,46 м ² ;
- 1.35	- 0,54 м ² ;
- 2.1.1- 2.1.3	- 57,50 м ² ;
- 2.3.1-2.3.3	- 1,7 м ² ;
- 2.6	- 73,3 м ² ;

4.3 Бар'єрне огороження

Проектом передбачено встановлення металевого бар'єрного огороження відповідно до «ДСТУ Б В.2.3-28:2011 Огороджування дорожні металеві бар'єрного типу. Технічні умови» [21], а також пішохідного перильного огороження марки ПОА-РМ-2.0 згідно з «ДСТУ Б.В.2.3-11 Споруди транспорту. Огородження дорожнє перильного типу. Загальні технічні умови» [22], висотою 1,20 м біля пішохідних переходів для безпечного каналізування руху пішоходів на тротуарах. На ділянках з бордюрним каменем лицьова сторона пішохідного огороження повинна розташовуватися на рівні лицьової грані бордюра, що забезпечує гармонійне поєднання з елементами дорожнього облаштування та підвищує безпеку руху.

4.4 Освітлення дороги

В моїй викускній кваліфікаційній роботі магістра було передбачено заміну наявного освітлення, зокрема ламп розжарення, на більш сучасні енергоефективні LED-світильники. Оскільки тротуар наразі не освітлюється, для забезпечення зручного пересування пішоходів та велосипедистів у темний час доби планується встановити нові світильники на оцинковані опори.

4.5 Озеленення дороги

Кваліфікаційною роботою додаткове озеленення мною не заплановане, оскільки наявне архітектурне рішення вже формує завершену композицію.

4.6 Безпека руху

Для підвищення рівня безпеки дорожнього руху проектом передбачено такі заходи:

- приведення параметрів існуючої дороги у відповідність до нормативів для населених пунктів (дорога II категорії);
- улаштування верхнього шару покриття з щебенево-мастикового асфальтобетону з полімерними та адгезійними добавками, що забезпечують необхідне зчеплення шин із дорожнім покриттям;
- укріплення узбіч щебенем;
- забезпечення безпеки руху в темний час доби шляхом улаштування освітлення, нанесення розмітки текстурним холодним пластиком і встановлення дорожніх знаків зі світлоповертальними елементами;
- облаштування тротуарів зі стримувальним огородженням для безпечного пересування пішоходів;
- створення зручних умов для осіб з обмеженими фізичними можливостями шляхом улаштування пандусів на пішохідних переходах через пониження бордюру та тротуарів із поздовжнім ухилом 80%.

Коефіцієнт зчеплення шин із покриттям прийнято на рівні 0,5, що відповідає умовам ускладненого руху.

4.7 Висновки по розділу 4

У межах розділу з організації дорожнього руху передбачено комплекс заходів, спрямованих на підвищення безпеки та комфорту всіх учасників руху. Параметри дороги приведено до вимог, установлених для вулично-дорожньої мережі населених пунктів, що забезпечує відповідність нормативам для дороги II категорії. Застосування щебенево-мастикового асфальтобетону з полімерними та адгезійними добавками сприятиме покращенню експлуатаційних характеристик покриття та підвищить рівень зчеплення шин, що є важливим за умов інтенсивного та ускладненого руху.

Укріплення узбіч, улаштування сучасного зовнішнього освітлення, нанесення довговічної розмітки холодним пластиком та встановлення дорожніх

знаків зі світлоповертальними поверхнями створюють умови для безпечного пересування в темний час доби та за несприятливої погоди. Запроектвані тротуари зі стримувальним огороженням гарантують захист пішоходів, а облаштування пандусів забезпечує доступність інфраструктури для осіб з обмеженими фізичними можливостями.

Загалом запропоновані рішення комплексно підвищують рівень безпеки, удосконалюють організацію дорожнього руху та забезпечують комфортне і безпечне пересування як водіїв, так і пішоходів.

Розділ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Загальні положення

Фізичні та юридичні особи, що виконуватимуть роботи з капітального ремонту, зобов'язані дотримуватися вимог:

- Закону України «Про охорону праці»[23];
- ДБН А.3.2-2-2009 [15];
- ДСТУ Б А.3.2-8:2009 «Система стандартів безпеки праці. Ремонт міських доріг і тротуарів. Вимоги безпеки» [24].

Посадові особи перед початком виконання службових обов'язків та періодично (раз на три роки) проходять навчання та перевірку знань з охорони праці в органах галузевого або регіонального управління охороною праці за участю представників державного нагляду.

До виконання робіт не допускаються особи, які не пройшли необхідного навчання, інструктажу та перевірки знань. У разі незадовільних результатів працівник повинен пройти повторне навчання; за потреби може проводитись додатковий інструктаж.

Адміністрація на основі вимог техніки безпеки розробляє відповідні інструкції, які розміщуються на стаціонарних робочих місцях та видаються працівникам. На всіх небезпечних ділянках встановлюються попереджувальні написи та плакати. Робочі місця повинні бути підготовлені з урахуванням усіх вимог безпеки, що стосуються конкретних видів робіт.

Згідно із Законом України «Про охорону праці» всі працівники при прийомі на роботу та в процесі трудової діяльності зобов'язані проходити інструктаж з охорони праці, навчання з надання першої домедичної допомоги, а також інструктаж щодо дій у разі аварійних ситуацій відповідно до чинного положення, затвердженого Державним комітетом України з нагляду за охороною праці.

Для мінімізації небезпечних факторів підрядна організація повинна забезпечити працівників:

- спеціальним одягом;
- засобами індивідуального захисту від шкідливих хімічних речовин;
- достатнім освітленням робочих зон;
- захисним огороженням місць проведення робіт.

Працівники, задіяні у дорожньому будівництві, забезпечуються такими засобами індивідуального захисту:

- захисні окуляри для захисту очей від твердих частинок, пилу та бризок неагресивних рідин;
- протишумові навушники для захисту слуху від високочастотного шуму (110–120 дБ);
- захисні рукавиці для зменшення впливу локальної вібрації під час роботи з пневмоінструментом.

Під час виконання робіт у зоні руху транспорту працівникам видаються сигнальні куртки.

З метою запобігання пожежам під час заправки машин паливом забороняється палити та використовувати відкритий вогонь. У разі займання палива його потрібно гасити піском, землею або накривати брезентом; застосування води заборонене.

Організація будівельного майданчика, робочих ділянок і робочих місць повинна гарантувати безпечні умови праці на всіх етапах будівництва. Місця виконання робіт мають бути огорожені згідно з чинними нормативами [11–13].

Виконання робіт у межах охоронних зон комунікацій дозволяється лише за умови отримання необхідних погоджень від відповідних організацій та власників інженерних мереж.

На будівельному майданчику повинні бути облаштовані санітарно-побутові приміщення. Біля в'їзду на територію обов'язково розміщується схема руху транспортних засобів та пішоходів.

5.2 Пожежна профілактика

Випускна кваліфікаційна робота на тему «Капітальний ремонт автомобільної дороги М-19 на ділянці від села Городниця до села Зоряне в Рівненській області» розроблено відповідно до вимог «Правил пожежної безпеки» [25], затверджених та введених у дію Наказом Міністерства внутрішніх справ України від 30 грудня 2014 року.

Дорожньо-будівельні роботи загалом не становлять підвищеної пожежної небезпеки для працівників. Проте під час виконання операцій із використанням бітумів та бітумних емульсій необхідно дотримуватися підвищеної обережності, оскільки ці матеріали є нафтовими продуктами й легко загоряються при впливі високих температур.

У разі виникнення пожежі або появи перших ознак загоряння кожен працівник зобов'язаний:

- негайно зателефонувати до аварійно-рятувальної служби (101), повідомивши адресу об'єкта, кількість поверхів будівлі (за потреби), місце виникнення пожежі, обстановку, можливу наявність людей та свої прізвище;
- за можливості організувати евакуацію людей, здійснити первинні заходи з гасіння (локалізації) пожежі та збереження матеріальних цінностей;
- у разі виникнення пожежі на підприємстві — повідомити керівника, відповідальну посадову особу або чергового об'єкта;
- у разі потреби викликати інші аварійні служби (медичну, газорятувальну та інші).

5.3 Техніка безпеки

Перед початком обстежень усі працівники підрозділів, які виконуватимуть роботи на автомобільних дорогах, повинні пройти додатковий інструктаж щодо використання умовних сигналів, що подаються жестами або за допомогою

прапорців.

Під час виконання робіт на автомобільних дорогах необхідно дотримуватися таких вимог:

- максимально скорочувати час перебування працівників на проїзній частині;
- усі поперечні проміри виконувати від базису, прокладеного по узбіччю на відстані не більше 1,0 м від бровки земляного полотна;
- розміщувати регулювальників із числа робітників на відстані 50–100 м з обох боків від ділянки проведення робіт.

Приступати до виконання робіт дозволено лише після повного облаштування ділянки необхідними тимчасовими переносними дорожніми знаками та огорожувальними пристроями встановленого зразка.

Усі огорожувальні пристрої повинні встановлюватися лише після розміщення дорожніх знаків. Знаки та огороження необхідно розташовувати таким чином, щоб вони добре сприймалися водіями на відстані не менше 100 м, а також були захищені від можливих пошкоджень транспортними засобами.

Під час короткочасних робіт допускається встановлення знака 1.37 «Дорожні роботи» у поєднанні з одним із наказових знаків: 4.1 «Рух прямо», 4.2 «Рух праворуч», 4.3 «Рух ліворуч», 4.7 «Об'їзд перешкоди з правого боку» або 4.8 «Об'їзд перешкоди з лівого боку». Такі знаки слід розміщувати на відстані 10–15 м від місця проведення робіт. Якщо існуючі дорожні знаки суперечать тимчасовій схемі організації дорожнього руху, їх необхідно зняти або тимчасово накрити чохлами.

Машини й механізми повинні встановлюватися фронтально – у напрямку руху транспорту.

Після завершення робочої зміни всі машини, обладнання, інструменти, тимчасові дорожні знаки та огороження мають бути прибрані з проїзної частини, а з раніше зачохлених знаків слід зняти чохли.

5.4 Висновки по розділу 5

У межах випускної кваліфікаційної роботи магістра передбачено заходи, спрямовані на забезпечення безпечних умов праці відповідно до Закону України «Про охорону праці», чинних ДБН, ДСТУ та Правил пожежної безпеки. До виконання робіт допускаються лише працівники, які пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань. Робочі місця обладнуються необхідними попереджувальними знаками, інструкціями та огороженнями.

Працівники забезпечуються засобами індивідуального захисту – спецодягом, окулярами, навушниками, рукавицями та сигнальними куртками при роботі поблизу руху транспорту. Робочі зони мають бути повністю облаштовані тимчасовими дорожніми знаками та огорожувальними пристроями, що гарантують видимість не менше 100 м. Під час обстежень працівники зобов'язані користуватися умовною сигналізацією.

При роботі з бітумами дотримуються вимог пожежної безпеки. У разі загоряння працівники повинні негайно повідомити службу порятунку, організувати евакуацію та почати первинне гасіння. Передбачені заходи забезпечують безпечне виконання дорожньо-будівельних робіт.

Розділ 6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Загальні положення

Під час розроблення проекту капітального ремонту необхідно визначити кошторисну вартість виконання будівельних робіт.

Для цього здійснюється розрахунок обсягів основних будівельних і монтажних робіт, визначається потреба в трудових ресурсах, будівельних машинах та механізмах.

Значний вплив на загальну вартість капітального ремонту має ціна будівельних матеріалів, а також транспортні витрати. З метою оптимізації вартості проекту доцільно передбачати використання місцевих матеріалів, що дозволяє зменшити відстань їх транспортування до об'єкта будівництва. До кошторисної вартості включаються також показники інфляційних процесів у країні та тривалість будівництва. Зі збільшенням строків виконання робіт зростає кінцева вартість матеріальних ресурсів унаслідок інфляції. Крім того, враховуються кількість працівників, задіяних на будівельному майданчику, та їхній кваліфікаційний розряд, оскільки від цих показників залежить рівень заробітної плати, встановлений у будівельній галузі України.

Кошторисна вартість капітального ремонту складена в цінах станом на 14.11.2025 року і становить:

Всього за зведеним кошторисним розрахунком з ПДВ 858330,649тис.грн.

Інші витрати: всього- 186749,408тис.грн

Будівельно-монтажні роботи: всього- 659256,529 тис.грн.

6.2 Висновки по розділу 6.

В даному розділі «Економічна частина» наведено вартісні показники виконання будівельних робіт по капітальному ремонту автомобільної між селами Городниця і Зоряне. Зведений кошторисний розрахунок наведено у додатку Б.

Розділ 7. НАУКОВА ЧАСТИНА

Щорічне зростання навантаження на автомобільні дороги через збільшення інтенсивності руху та частки важких транспортних засобів призводить до прискореного зношування дорожніх конструкцій і штучних споруд. Темпи відновлення мостів та водопропускних труб значно нижчі, ніж ремонту дорожнього покриття, тому для забезпечення безпеки й довговічності дорожньої інфраструктури необхідно застосовувати сучасні матеріали та технології.

До перспективних рішень належать металеві гофровані конструкції, що можуть використовуватися як водопропускні труби або малі мости. Основні переваги таких конструкцій — скорочення часу монтажу, зниження вартості будівництва та витрат матеріалів.

За даними Укравтодору, із понад 16 тисяч мостів на дорогах державного значення лише 46% відповідають нормам, а 12% потребують термінового ремонту. Серед водопропускних труб близько 29% (понад 37 тис. із 129 тис.) потребують негайного відновлення.

Водопропускні труби поділяються на жорсткі (бетонні та залізобетонні) та гнучкі (металеві гофровані). Жорсткі труби погано сприймають поперечні навантаження, тоді як гнучкі конструкції під вертикальним тиском деформуються, збільшуючи горизонтальний розмір і забезпечуючи потрібний прохід. При цьому значну частину навантаження сприймає ґрунт засипки, що дозволяє зменшити масу самої конструкції.

Впровадження сучасних технологій ремонту та будівництва металевих гофрованих конструкцій для аварійних водопропускних труб і малих мостів дозволяє знизити витрати, відновлювати ділянки без переривання руху і забезпечити безперебійну роботу транспортних потоків, особливо на прикордонних шляхах до країн ЄС.

7.1. Аналіз досвіду використання металевих гофрованих труб за кордоном

Металеві гофровані труби вперше застосовані за кордоном у 1875 році та згодом набули широкого поширення у США, Канаді, Франції, Німеччині, Італії, Швеції, Фінляндії та Японії. Вони відзначаються різноманітністю форм і розмірів і дозволяють знизити вартість будівництва водопропускних споруд на 30–36%.

У Північній Америці масове використання сприяє діяльність національних асоціацій (NCSPA у США, інститут сталевих гофрованих труб у Канаді), які стандартизують проектування, виробництво та будівництво. Подібні практики ведуть і інші західні країни, зокрема Японія, де контроль за якістю труб здійснюють численні державні та приватні установи.

Для виробництва застосовується сталь з підвищеною корозійною стійкістю з межою текучості 200–240 МПа, тимчасовим опором 280–440 МПа та відносним подовженням 17–32%. Діаметр труб варіюється від 0,15 до 8 м (іноді до 21 м), товщина металу – від 1,6 до 12 мм, гофри – різних профілів.

Труби бувають круглі, еліптичні, арочні та арки, найпоширеніші – круглі через простоту монтажу та статичну надійність. Елементи збирають внахлестку на болтах, підготовка ґрунту та ущільнення засипки мають ключове значення для довговічності.

Проектування включає розрахунок міцності стінок, поздовжніх швів, деформацій поперечного перерізу, жорсткості при монтажі. Використовуються методи кінцевих елементів, перевірка поздовжніх стиків здійснюється на стискаючі зусилля і згинальні моменти.

Комбіновані труби з отвором від 1,5 м застосовують там, де потрібна велика водопропускна здатність або висока стійкість до впливу ґрунту та каменів. Конструкції різняться за формою та призначенням і забезпечують надійність у різних умовах.

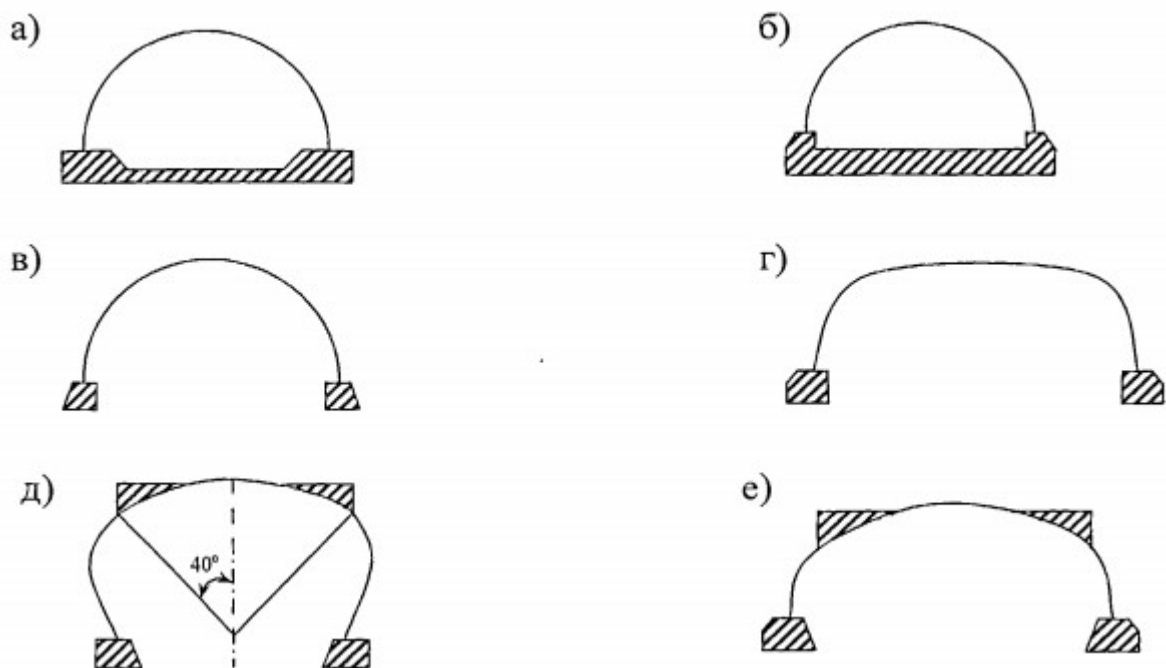


Рисунок 7.1 – Приклади схем поперечних перерізів комбінованих труб: а – арка з суцільною жорсткою плитою; б – арка із суцільним жорстким лотком; в – арка на окремих жорстких опорах; г – арка коробчатого перерізу на роздільних опорах; д, е – арки з поздовжніми жорсткими балками на роздільних опорах (д – підвищеної, е – зниженої висоти)

Склепіння металевих гофрованих труб виконуються з елементів товщиною 2,7–7,0 мм із гофрами розміром не менше 150x50 мм, що з'єднуються внахлестку на болтах. Обрис склепіння зазвичай дугоподібний, із відношенням стріли підйому f до прольоту $S = 0,3–0,5$; для прольотів до 4 м $f/S \approx 0,5$.

Товщина металу склепінь залежить від висоти засипки та прольоту: для прольотів 1,5–3 м при засипці 1–1,5 м товщина становить 4,0 мм, при 2–3,5 м – 3,2 мм. Для прольотів понад 3 м товщина склепінь часто дорівнює товщині стінок круглих труб. При висоті засипки понад 3–4 м товщина склепінь збільшується до 4,5–7,0 мм, тоді як у круглих труб – 2,7–4,5 мм. Гранична висота засипки для склепінь менша, ніж для круглих труб аналогічних діаметрів: 6 м проти понад 8 м.

Нижня частина труби виконується з бетону або залізобетону, суцільна або роздільна під кожну п'яту, висота опор – 0,5–1,5 м. Передня стінка вертикальна

або нахилена 1:0,2, задня – 1:0,4. Ширина опор: верх – 0,35 м, низ – 0,67–1,33 м; при недостатній несучій здатності основи збільшують глибину закладання чи ширину підосви.

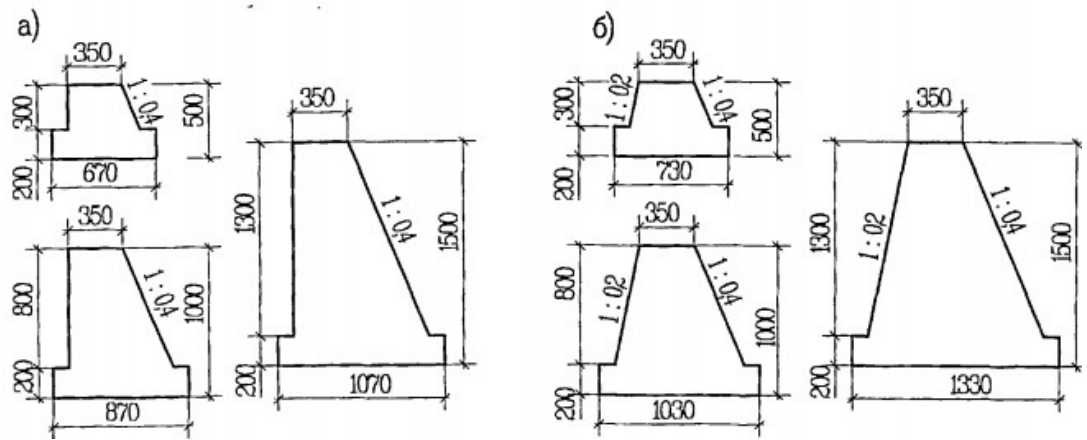


Рисунок 7.2 – Приклади поперечних перерізів конструкцій роздільних опор: а – при $f/S = 0,3$; б – при $f/S = 0,4-0,5$

У вузлі з'єднання склепіння з жорсткою нижньою частиною труби застосовують дві схеми: плоску або з заглибленням у верхній частині опори. Плоска схема потребує додаткових елементів для сприйняття розпору, тоді як заглиблена дозволяє передавати розпір від склепіння без додаткових деталей. Кріплення склепіння здійснюється по всій його довжині.

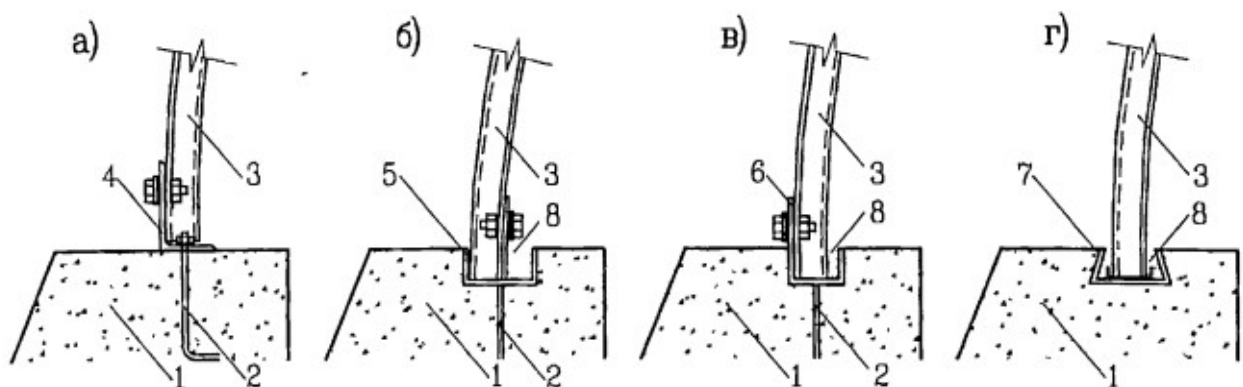


Рисунок 7.3 – Приклади конструкції вузлів з'єднання склепінь з опорами: а – за допомогою куточка; б – те саме, швелера; в – те саме, фасонного профілю; г – анкерування п'яти склепіння в трапецоїдальному жолобі; 1 –

опора; 2 – анкерний болт; 3 – елемент склепіння; 4 – куточок 125x75x7; 5 – швеллер 100x50x3,2; 6 – фасонний профіль; 7 – профільна сталь; 8 – розчин

Розрахунок товщини стінок гофрованих арок здійснюється аналогічно трубам круглого перерізу, з урахуванням ширини прольоту арки. Виконуються розрахунки жорсткості перерізу під час монтажу, міцності поздовжніх стиків, міцності гофрованих секцій на вигин та деформацій поперечного перерізу. Через вплив осідання опор та нерівномірного навантаження єдиної теорії розрахунку арок немає, тому товщину металу визначають за таблицями на основі розрахунків, експериментів та досвіду будівництва. Роздільні опори розраховують на стійкість проти перекидання, зсуву та нерівномірного осідання під дією вертикальної сили, розпору, згинального моменту та тиску ґрунту. Під час монтажу використовують тимчасові розпірки для стабільності опор, а засипку труб виконують шарами з якісного піщаного або крупнофракційного ґрунту з ретельним ущільненням, щоб забезпечити рівномірне сприйняття навантаження.

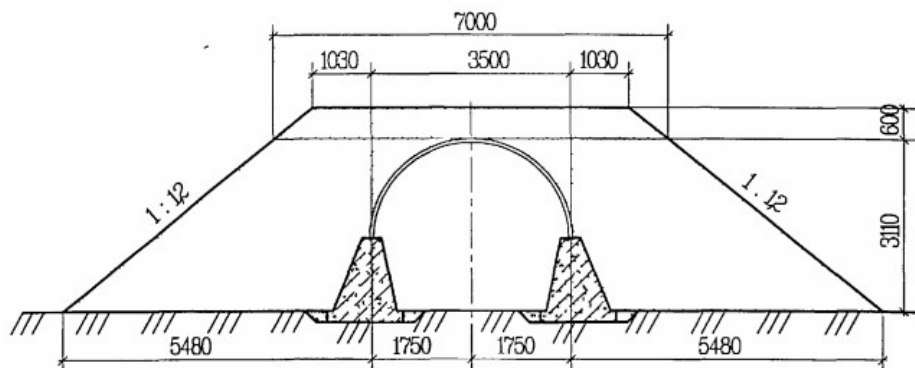


Рисунок 7.4 – Приклад схеми поперечного перерізу ґрунтової прийоми засипки стандартної комбінованої труби

7.2 Аналіз досвіду використання металевих гофрованих труб в Україні

В Україні застосування металевих гофрованих труб розпочалося з 2000 року з виходом на ринок компанії «ViaCon». З того часу на автомобільних дорогах зведено низку штучних споруд [26], зокрема:

1. Транспортний тунель на дорозі Київ – Харків – Довжанський (2015 р., км 228+160) довжиною 42 м, шириною 13,12 м і висотою 8,83 м. Для металевої конструкції використовували листи розміром 140Ч380 мм зі сталі товщиною 7 мм, вертикальні зрізи, порталні стінки та укуси виконані у вигляді габіонних конструкцій. Тунель розрахований на автомобільне навантаження НК-100.



Рисунок 7.5 – Транспортний тунель на автомобільній дорозі Київ – Харків – Довжанський на км 228+160

2. Скотопрогін на дорозі Київ – Харків – Довжанський (2014 р., км 133+000) має довжину 46 м, ширину 5,88 м і висоту 3,76 м. Конструкція виготовлена з гофрованої сталі товщиною 6 мм, що забезпечує міцність, довговічність і швидкий монтаж споруди.



Рисунок 7.6 – Скотопрогін на автомобільній дорозі Київ – Харків – Довжанський на км 133+000

3. Футляр для магістрального водопроводу (аеропорт м. Донецьк, 2008 р., рисунок 7.7) має загальну довжину 270 м, ширину 5,29 м і висоту 3,82 м. Конструкція виконана з гофрованої сталі товщиною 5 мм, що забезпечує надійність та довговічність споруди.



Рисунок 7.7 – Футляр для магістрального водопроводу (аеропорт м.Донецьк)

4. Транспортний тунель на обході м. Одеса (2007 р., рисунок 7.8) має протяжність 75,5 м, ширину 13,12 м, що дозволяє організувати двосмуговий рух із крайовими смугами, огороженням і двостороннім тротуаром. Висота тунелю 8,86 м забезпечує проїзд будь-якого транспорту. Стіни тунелю змонтовані з металевих листів товщиною 7,0 мм.



Рисунок 7.8 – Транспортний тунель на обході м. Одеса

5. Водопрпускні труби на автомобільній дорозі Н-14 Олександрівка – Кропивницький – Миколаїв (2007 р., рисунок 7.9) у Кіровоградській області:

1. На обході м. Бобринець через річку Сутокля – двоочкова труба довжиною 78,5 м, шириною 8,65 м, висотою 4,24 м. Ланки труби виконані з металу товщиною 7,0 мм. Висота насипу над трубою перевищує дві її висоти.

2. У с. Кетрисонівка через річку Громокля – двоочкова труба довжиною 44,5 м, шириною 6,17 м, висотою 5,16 м. Ланки труби виконані з металу товщиною 5,0 мм. Висота насипу над трубою також перевищує дві висоти труби.



Рисунок 7.9 – Водопрпускні труби на автомобільній дорозі Н-14 Олександрівка – Кропивницький – Миколаїв

6. Реконструкція мостового переходу на автомобільній дорозі Київ – Луганськ – Ізварине (рисунок 7.10) виконана методом гільзування. Для зменшення вартості капітального ремонту під автомобільним мостом змонтована металегофрована труба довжиною 26,19 м, висотою 3,53 м та шириною 5,89 м. Конструкція виконана з листів гофрованої сталі розміром 200×55 мм та товщиною 6,25 мм.



Рисунок 7.10 – Реконструкція (гільзування) мостового переходу на автомобільній дорозі Київ – Луганськ – Ізварине

7. Транспортний тунель на обході м. Донецьк (2011 р., рисунок 7.11) має довжину понад 68 м, висоту 8,86 м і ширину 12,86 м. Для його конструкції використано метал товщиною 7,0 мм.

Конструкції металевих гофрованих труб застосовуються не лише на автомобільних дорогах: їх використовують і на залізницях, а гофровані труби малого діаметру виконують функцію захисних футлярів для комунікацій, високовольтних ліній та газопроводів.



Рисунок 7.11 – Транспортний тунель на обході м. Донецьк

7.3 Порівняння та вибір розрахункових схем для металевих гофрованих труб

Експлуатація металевих гофрованих конструкцій у агресивних умовах виявила низку проблем, з якими стикаються дорожні організації. Під час обстеження таких споруд було виявлено:

- замулення та заростання рослинністю;
- просідання склепіння конструкцій;
- відшарування бетону у фундаменті арок споруд;
- надмірні деформації горизонтального та вертикального діаметрів труби;
- втрата стійкості форми поперечного перерізу або повна деформація споруди;
- викришування металу біля болтових з'єднань;
- деформації укріплення укосів насипу та провисання склепіння труби;
- вимивання ґрунту з пазух через незадовільне укріплення ґрунтового конверта.

Такі дефекти негативно впливають як на експлуатаційні властивості дорожньої ділянки, так і на довговічність споруди. Через це металеві гофровані труби поки що не отримали широкого використання в Україні, що стимулює проведення науково-дослідних робіт для підвищення їх несучої здатності та надійності.

Історично перші методи розрахунку споруд із металевих гофрованих труб виникли одночасно з їх будівництвом. Сьогодні існує безліч методик оцінки напружено-деформованого стану, проте кожна має свої недоліки. Методи розрахунку залізобетонних та бетонних труб не придатні для гофрованих металевих труб, оскільки останні є гнучкими конструкціями і працюють у тісній взаємодії з ґрунтом засипки.

Перші розрахунки несучої здатності металевих гофрованих труб базуються на методі Фельдта, який передбачає перевірку допустимих напружень у стінках конструкцій під дією згинальних моментів та стискаючих сил.

$$\sigma = \frac{N}{F} + \frac{M}{W} \leq \sigma_{sp}, \quad (7.1)$$

Модель Ясевіча є розвитком підходів до розрахунку гофрованих металевих труб і враховує рівномірний розподіл тисків на трубу з усіх боків, на відміну від методу Фельдта, який застосовується лише для труб із малим діаметром (до 1,5 м) і не враховує вплив ґрунтової засипки.

За цією моделлю розрахунок критичного руйнівного тиску металеві гофрованої труби проводиться за формулою:

$$p = c \sqrt{\frac{W}{dl}}, \quad (7.2)$$

де: c – емпіричний коефіцієнт, рівний 6; r – діаметр труби; l – довжина труби.

Цей підхід дозволяє враховувати взаємодію металу труби з ґрунтом і більш реалістично оцінювати несучу здатність конструкції.

Згідно з чинними нормативними документами в Україні, розрахунок металевих гофрованих труб за міцністю виконується за стандартами ДБН В.1.2-15:2009 та ВБН В.2.3-218-198:2007. Основна формула має вигляд:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} + \frac{N}{A} \leq |\sigma|, \quad (7.3)$$

де:

σ_{\max} – максимальне напруження в стінці труби;

M_{\max} – максимальний згинальний момент у перерізі;

W – момент опору перерізу труби;

N – осьова сила (поздовжнє стискання або розтяг);

A – площа поперечного перерізу елемента труби;

$[\sigma]$ – допустиме напруження матеріалу труби (сталі), що враховує міцність на розтяг, стиснення і місцеве згинання.

Особливості застосування:

1. Розрахунок виконується з урахуванням впливу ґрунтової засипки, її модуля деформації та ступеня ущільнення.
2. Для труб великих діаметрів ($R > 1,5$ м) необхідно враховувати зміну поперечного перерізу під навантаженням та можливість локальної втрати стійкості гофр.
3. Допустимі напруження беруться з нормативів для сталі, з урахуванням корозійного середовища та тривалості експлуатації.

Цей метод є більш універсальним і фізично обґрунтованим, ніж емпіричні формули типу Ясевіча, і застосовується для всіх типів металевих гофрованих труб, включно з арками та комбінованими конструкціями.

Згідно з методикою AASHTO для металевих гофрованих труб із великим радіусом ($R > 4$ м) та еліптичним перерізом, вплив згинальних моментів у конструкції не враховується, а розрахунок виконується лише за осьовими силами.

Сила тиску у стінці конструкції визначається за формулою:

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq [\sigma] \quad (7.3)$$

де:

σ – осьове напруження у стінці труби;

N – осьова сила (поздовжнє стискання або розтяг у трубі);

A – площа поперечного перерізу стінки конструкції;

$[\sigma]$ – допустиме напруження для матеріалу труби, з урахуванням міцності сталі та експлуатаційних умов.

Особливості методики AASHTO:

1. Дає можливість оцінити міцність поздовжніх швів.

2. Використовується для розрахунку стійкості стінок труби, особливо при великих прольотах.

3. Дозволяє визначати монтажну жорсткість, необхідну для складання конструкції на місці.

4. Методика зручна для конструкцій великих розмірів і еліптичного перерізу, де локальні згинальні моменти менш критичні.

Отже, для оцінки несучої здатності металевих гофрованих конструкцій на сьогодні застосовують декілька підходів:

1. Аналітичні методики (AASHTO та канадська CHBDC)

- Розрахунок базується на впливі осьових сил у конструкції, при цьому не враховуються згинальні моменти.

- Дозволяє визначати: міцність поздовжніх швів; стійкість стінок труби; монтажну жорсткість конструкцій; ефективність арочного поперечного перерізу.

- Перевага: простота і швидкість розрахунків.

- Недолік: не враховує складні локальні навантаження та деформації, особливо при нерівномірній засипці або нестандартних формах перерізу.

2. Метод скінчених елементів (МСЕ)

- Найбільш універсальний і точний метод на сьогоднішній день.

- Дозволяє комп'ютерне моделювання, що враховує широкий спектр параметрів: нерівномірний тиск ґрунту; взаємодію окремих елементів конструкції; складні форми поперечного перерізу; комбіновані навантаження (осьові, згинальні, горизонтальні).

- Результати МСЕ більш точно відображають напружено-деформований стан, що підтверджується численними науковими дослідженнями.

- Недолік: вимагає спеціалізованого програмного забезпечення та досвідченого інженера для інтерпретації результатів.

Висновок: аналітичні методики доцільні для швидкої перевірки та первинного розрахунку, тоді як МСЕ є ключовим інструментом для точного

моделювання та проєктування металевих гофрованих труб та арочних конструкцій, особливо у складних умовах експлуатації.

7.4. Перспективи та проблеми експлуатації транспортних споруд із металевих гофрованих труб на автомобільних дорогах України

Металеві гофровані труби у дорожньому будівництві мають значні переваги, що роблять їх ефективними для зведення малих мостів та водопропускних споруд. Основними позитивними аспектами є швидкість та простота монтажу, яка не залежить від погодних умов і не потребує технологічних перерв, що характерні для залізобетонних конструкцій. Легкість металевих елементів зменшує витрати на доставку та підйом, дозволяючи здійснювати монтаж без використання спеціальної техніки, що також знижує трудомісткість робіт. Завдяки високій гнучкості та міцності конструкції можуть застосовуватися навіть у сейсмічно активних районах. Додатково слід відзначити тривалий термін служби до 100 років та економічну вигідність: вартість будівництва таких споруд на 15% нижча за залізобетонні, а витрати на утримання протягом експлуатації значно менші.

Водночас експлуатація металевих гофрованих труб має певні обмеження та ризики. Найпоширенішими проблемами є просідання склепіння, що призводить до надлишкових деформацій вертикального діаметру та втрати стійкості форми поперечного перерізу, що негативно впливає на стан дорожнього полотна. Для арочних конструкцій характерне відшарування бетону у фундаменті, що може спричиняти розмиви ґрунту та пошкодження споруд. Іншими дефектами є викришування металу біля болтових з'єднань, утворення пластичного шарніру, провисання труби, абразивний знос та корозія металу, а також деформації укосів насипу через незадовільне укріплення ґрунту.

Таким чином, металеві гофровані труби демонструють високий потенціал у дорожньому будівництві завдяки швидкості та економічності, але для

забезпечення їхньої надійності та довговічності необхідне ретельне проектування, правильний монтаж та контроль за укріпленням ґрунту, а також використання сучасних методів розрахунку напружено-деформованого стану конструкцій.

7.5 Розрахунок та проектування штучної споруди на км 171+204 автомобільної дороги М-19

7.5.1 Основні характеристики існуючого стану споруди

7.5.1.1 Загальні дані

Міст через р. Зборів на км 171+204 автомобільної дороги загального користування державного значення М-19 у Рівненській області. Проектна та виконавча документація на міст відсутня, а інформація про будівельні та проектні організації не встановлена. Міст споруджено в 1960 році з розрахунком на проектне навантаження Н-13 та НГ-18.

Технічні параметри моста включають:

- Рік побудови: 1960
- Проектне навантаження: Н-13, НГ-18
- Відомості про документацію: відсутні
- Інформація про будівельні та проектні організації: невідома

Технічний опис мосту

Дані про навантаження: Інформації щодо пропуску понаднормативних навантажень немає.

Прогонова будова: Міст має збірно-балочну розрізну конструкцію. Прогонові балки – таврові залізобетонні з діафрагмами, виготовлені за індивідуальним проектом. У поперечному перерізі мосту налічується 5 балок, поверх яких влаштований захисний шар товщиною 15–18 см. Статична схема мосту – балочна розрізна.

Опори та опорні частини: Опори масивні, з оберненими стінками, виконані із залізобетону. Ймовірно, спираються на фундамент на природній

основі. Висота опор від рівня землі – 2,0 м, розмір масивної частини – 7,13x2,0 м. Опорні частини відсутні. Глибина залягання фундаменту не визначена.

Мостове полотно: Складається з проїзної частини та бар'єрного огороження з обох боків. Покриття проїзної частини – асфальтобетон товщиною 15–18 см. Тротуари монолітні, покриття на них відсутнє. Перильне огороження на мосту відсутнє. Водовідвід здійснюється за рахунок поздовжніх і поперечних похилів. Деформаційні шви відсутні. Укоси насипу підходів укріплені засівом трави.

Підходи та зона під мостом: Насипи підходів мають висоту 0,5–2,0 м. Міст розташований на прямій ділянці в плані. Укоси насипу зарослі чагарником. Ширина проїзної частини на підходах відповідає ширині мосту (7,0 м). Узбіччя укріплене засівом трави, металеве бар'єрне огороження встановлено з обох боків, розмітка відсутня.

Оцінка технічного стану мосту:

- Мостове полотно – стан 4 (обмежено працездатний).
- Прогонові будови – стан 5 (непрацездатний).
- Опори та опорні частини – стан 4 (обмежено працездатний).
- Підходи – стан 3 (працездатний).
- Споруда в цілому – стан 5 (непрацездатний).
- Залишковий ресурс моста вичерпано.

7.5.2 Гідрологічні розрахунки в створі мосту

Автодорожний міст розташований на автомобільній дороги М-19 Доманове (на м. Брест) – Ковель – Чернівці – Теремблече (на м. Бухарест) на км 171+204 у Рівненській області.

Характеристики водозбірної басейну та пропускна здатність споруди

Площа басейну складає 40,46 км², довжина – 12,13 км, похил – 1,15%. На основі цих характеристик розраховано максимальні витрати води в створі мосту. Розрахунки стоку зливної та талої повені виконані за допомогою

програмного комплексу ГРИС-Т Версія 2.11.36.0 «КРЕДО-ДИАЛОГ», результати наведені в додатках А та Б.

Згідно з таблицею 6.2 «ДБН В.2.3-22:2009 Мости та труби. Основні вимоги проектування для проектування» [27] прийнято розрахункову витрату води 31,14 м³/с. На основі цих даних визначено пропускну здатність споруди за допомогою того ж програмного комплексу.

Таблиця 7.1 – Розрахункові характеристики труби

Назва	Вірогідність перевищення, %			
	1	2	5	10
Максимальні витрати води від снігової повені, м ³ /с	19,16	16,09	12,45	9,36
Максимальні витрати води від дощових паводків, м ³ /с	37,52	31,14	21,76	15,01

7.5.3 Варіантне проектування

Конструктивні варіанти розв'язання проблеми мосту

Варіант I (рекомендований):

Передбачає заміну мосту на трубу з металевих гофрованих конструкцій пониженого перерізу. Отвір труби: 2 Ч (3,87 Ч 2,57 м). Габарит проїзду відповідає II технічній категорії з додатковою перехідно-швидкісною смугою (ПШС).

Переваги:

- скорочення термінів будівельно-монтажних робіт;
- зниження кошторисної вартості;
- покриття сумісне з дорожнім одягом на підходах;
- передбачено тимчасову об'їзну дорогу.

Варіант II:

Передбачає однопрогоновий арковий міст.

- Переріз арки: ширина – 9,35 м, висота (стріла) – 2,85 м;
 - Опори на низьких ростверках; арка монтується на існуючі фундаменти з розширенням та застосуванням залізобетонних забивних палей;
 - Фундаменти та палі об'єднуються монолітними залізобетонними ростверками;
 - Габарит проїзду відповідає II технічній категорії з ПШС;
 - Для робіт передбачена тимчасова об'їзна дорога.
- Варіант III:

Передбачає демонтаж існуючого мосту та будівництво нового у вигляді залізобетонної прямокутної труби.

- Отвір труби: 2 Ч (2,5 Ч 2,0 м);
- Габарит проїзду – II технічна категорія з ПШС;
- Для забезпечення мінімальної засипки труби потрібно підняти профіль земляного полотна на 0,31 м, що впливає на вартість;
- Передбачена тимчасова об'їзна дорога.

За техніко-економічними показниками, термінами виконання робіт та прогнозованим строком служби споруди, для подальшого проектування обрано варіант I.

7.5.4 Основні положення проектного рішення

Робочим проектом капітального ремонту передбачено демонтаж існуючого мосту та будівництво на його місці двовіркової водопропускної споруди з металевих гофрованих конструкцій замкнутого перерізу пониженої висоти, з габаритами отворів $2 \times (3,87 \times 2,57)$ м і довжиною 18,08 м, при відстані між трубами 1 м. Споруда розрахована на пропуск весняних повеней і дощових паводків безнапірним режимом із розрахунковими витратами 16,09 м³/с та 31,14 м³/с відповідно, що забезпечує II технічну категорію проїзду з двома смугами руху по 3,5 м, перехідно-швидкісною смугою 3,5 м та узбіччями шириною 3,75

м і 1,25 м, включно з укріпленою смугою 0,5 м. Фундаменти споруди виконані у вигляді щебенево-піщаної подушки товщиною 0,8 м з геокомпозитним шаром та двошаровою бітумною гідроізоляцією, поверх яких передбачено засипку МГК піском з ущільненням $K=0,98$, а укоси насипу та зони порталів укріплені матрацами «Рено». На вході та виході споруди запроектовані монолітні порталні стінки з бетону класу C16/20 та укріплення русла з поєднанням монолітного бетону та щебеню. Видимі залізобетонні поверхні покриваються двошаровим захисним покриттям MasterProtect® 330 EL на попередньо нанесений шар шпаклівки MasterEmaco N900. Дорожнє полотно над спорудою відповідає конструкції підходів, а водовідведення здійснюється за рахунок поперечного та поздовжнього профілів.

7.6 Висновок по розділу 7

Робочим проектом капітального ремонту передбачено комплексне відновлення існуючого мосту шляхом заміни його на двовічкову водопропускну споруду з металевих гофрованих конструкцій, що забезпечує необхідну пропускну здатність під час весняних повеней та дощових паводків. Конструктивні рішення передбачають використання міцних та довговічних матеріалів, надійне укріплення фундаментів і укосів, захисне покриття залізобетонних елементів та відповідність дорожнього полотна і водовідведення сучасним технічним вимогам. Такий підхід дозволяє підвищити експлуатаційну надійність споруди, знизити трудомісткість і строки виконання робіт, а також забезпечити безпечний проїзд транспортних засобів II технічної категорії з двома смугами руху. Загалом, реалізація проекту сприятиме підвищенню довговічності та безпеки штучної споруди при оптимальних витратах на будівництво та подальшу експлуатацію.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Постанови Кабінету Міністрів України №865 від 24 червня 2006 року «Про затвердження переліку автомобільних доріг загального користування державного значення»
2. ДБН В.2.3.-4:2015 Споруди транспорту. Автомобільні дороги. – К.: Мінрегіонбуд України, 2015. – 112с.
3. ДБН В.2.3-5:2018 Вулиці та дороги населених пунктів. – К.: Мінрегіонбуд України, 2018. – 55 с.
4. ДСТУ Б В.2.1-2-96 Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Класифікація. – К.: Мінрегіонбуд України, 1995. – 47с.
5. ГБН В.2.3-37641918-559:2019 Автомобільні дороги. Дорожній одяг нежорсткий. Проектування. К.: Міністерство інфраструктури України, 2018. – 58с.
6. ДБН В.2.2-40:2018 Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2022. – 67с.
7. ДСТУ-Н Б В.2.2-31:2011 Настанова з облаштування будинків і споруд елементами доступності для осіб з вадами зору та слуху. – К.: Мінрегіонбуд України, 2012. – 67с.
8. ДСТУ Б В.2.7-30:2013 Матеріали нерудні для щебених і гравійних основ та покриттів автомобільних доріг. Загальні технічні умови. – К.: Мінрегіонбуд України, 2013. – 32с.
9. ДСТУ 4044:2019 Бітуми нафтові дорожні в'язкі. Технічні умови. – К.: Мінрегіонбуд України, 2020. – 45с.
10. ДСТУ Б В.2.7-119:2011 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови. К.: Мінрегіонбуд України, 2012. – 63с.
11. ДСТУ Б В.2.7-145:2008 Вироби бетонні тротуарні неармовані. Технічні умови. К.: Мінрегіонбуд України, 2012. – 26с.
12. АД А.2.4-37641918-006:2018 Альбом типових проектних рішень конструкцій земляного полотна автомобільних доріг загального користування.

13. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016. – 46с.
14. СОУ 45.2-00018112-006:2006 Безпека дорожнього руху. Порядок огороження та організація дорожнього руху в місцях проведення дорожніх робіт з будівництва, реконструкції, ремонту та утримання автомобільних доріг. – К.: «Укравтодор», 2017. – 22 с.
15. ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009 – 48 с.
16. НПАОП 63.21-1.03-96 Правила охорони праці при будівництві, ремонті та утриманні автомобільних доріг і на інших об'єктах дорожнього господарства. – К.: «Укравтодор», 1996. – 54 с.
17. СОУ 42.1-37641918-098:2017 Автомобільні дороги. Норми часу на ремонтно-будівельні роботи. Зміна № 1. – К.: «Укравтодор», 2017. – 255 с.
18. ДСТУ 4100:2021 Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування. К.: Мінрегіонбуд України, 2021. – 140с.
19. СОУ 45.2-00018112-011:2006 Опори дорожніх знаків. К.: Укравтодор, 2006. – 36 с.
20. ДСТУ 2587:2021 Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні умови. – К.: Мінрегіонбуд України, 2021. – 102 с.
21. ДСТУ Б В.2.3-28:2011 Огороджування дорожні металеві бар'єрного типу. Технічні умови. – К.: Мінрегіонбуд України, 2012. – 35 с.
22. ДСТУ Б В.2.3-11-2004 Споруди транспорту. Огородження дорожнє перильного типу. Загальні технічні умови. – К.: Мінрегіонбуд України, 2012. – 35 с.
23. Закону України «Про охорону праці»
24. ДСТУ Б А.3.2-8:2009 Система стандартів безпеки праці. Ремонт міських доріг і тротуарів. Вимоги безпеки. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 55 с.
25. ДБН В.1.1.7–2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – К.: Держпожбезпека. – 22 с.

26. Компанія viacon. Наші роботи [Електронний ресурс] режим доступу: vicon.ua/gallery.html.

27. ДБН В.2.3-22:2009 Мости та труби. Основні вимоги проектування для проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2020. – 45с.

