

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

(повна найменування кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «МАГІСТР»

ПРОЕКТ РЕКОНСТРУКЦІЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ М-06 НА ДІЛЯНЦІ КМ 469+020...471+350, ЛЬВІВСЬКА ОБЛАСТЬ

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

ЧЕРВЮК Іван Сергійович

(підпис)

Керівник:

к.т.н., доцент

ШИМЧУК Олександр Петрович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу

допущено до захисту

«___» _____ 2025 р.

к.т.н., доцент

Гарант освітньої програми:

КИСЛЮК Дмитро Ярославович

(підпис)

Луцьк – 2025 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет архітектури, будівництва та дизайну

Кафедра будівництва та цивільної інженерії

Ступінь вищої освіти магістр

Галузь знань 19 Архітектура та будівництво

Спеціальність 192 – Будівництво та цивільна інженерія

Освітня програма «Будівництво та цивільна інженерія»

Індивідуальна освітня траєкторія здобувача «Автомобільні дороги та аеродроми»

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Завідувач кафедри будівництва та
цивільної інженерії**

О. УЖЕГОВА

" 19 " лютого 2025 року

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

ЧЕРВЮКУ Івану Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Проект реконструкції автомобільної дороги М-06 на ділянці
км 469+020 ... км 471+350, Львівська область

Керівник кваліфікаційної роботи Олександр ШИМЧУК, к.т.н., доцент

(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від "05 " лютого 2025 року №68/01-02 та змінами
до цього наказу №439/01-02 від "23 " жовтня 2025 року

2. Строк подання здобувачем кваліфікаційної роботи 01 грудня 2025р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи магістра Матеріали інженерних вищуквань по об'єкту:
кліматичні умови регіону; дані по будівельно-матеріальним ресурсам регіону; характеристики
транспортних потоків; план місцевості з даними по землеволодінню, інфраструктурі,
комунікаціях; ґрунтово-геологічні характеристики; гідрологічні дані по місцевості.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Розділ 1. Проектні рішення, Розділ 2. Конструктивні рішення; Розділ 3. Технологія та
організація будівництва, Розділ 4. Організація дорожнього руху, Розділ 5. Охорона праці,
Розділ 6. Економічна частина. Розділ 7. Наукова частина

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): План дороги; поперечний профіль дороги; поперечні профілі конструкції земляного полотна; конструкції дорожнього одягу; штучна споруда; будівельний генеральний план; технологічна карта на влаштування дорожнього одягу; схема розташування технічних засобів організації дорожнього руху; лінійний календарний графік; 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	ЯСЮК І.М., доцент		
4. Організація дорожнього руху	ЯСЮК І.М., доцент		
5. Охорона праці	ШИМЧУК О.П., доцент		
6. Економічна частина	ШИМЧУК О.П., доцент		
7. Наукова частина	ШИМЧУК О.П., 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)

_____ Іван ЧЕРВЮК
(підпис та прізвище)

Науковий керівник _____
(підпис)

_____ Олександр ШИМЧУК
(підпис та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Червюк І.С. Проект реконструкції автомобільної дороги М-06 на ділянці км 469+020...471+350, Львівська область (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 освітньої програми «Будівництво та цивільна інженерія» спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2025.

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

У роботі розроблено проект реконструкції автомобільної дороги державного значення М-06 на ділянці км 469+020...471+350 у Львівській області та запропоновано заходи щодо покращення транспортно-експлуатаційних показників, збільшення строку служби даної автомобільної дороги, проведено аналіз стану безпеки дорожнього руху на автомобільній дорозі М-06 на відрізку км 469+020...471+350 у межах Львівської області з використанням методів оцінювання за коефіцієнтами аварійності та безпеки швидкості руху автомобільного потоку.

Ключові слова: автомобільна дорога, тротуар, земляне полотно, дорожній одяг, асфальтобетонна суміш, організація дорожнього руху, безпека руху, коефіцієнти аварійності.

ABSTRACT

Chervyuk I.S. Project for the reconstruction of the M-06 highway on the section km 469+020...471+350, Lviv region (based on materials from engineering surveys of the object; climatic conditions of the region, data on construction and material resources of the region; characteristics of transport flows, a plan of the area with data on land tenure, communications; soil and geological characteristics; hydrological data on the area). Manuscript.

Master's qualification work of the educational program "Construction and Civil Engineering" specialty 192 Construction and Civil Engineering. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2025.

Master's qualification work consists of an introduction, seven chapters, conclusions, a list of used sources, appendices.

The work developed a project for the reconstruction of the M-06 national highway on the section km 469+020...471+350 in the Lviv region and proposed measures to improve transport and operational indicators, increase the service life of this highway, and analyzed the state of road safety on the M-06 highway on the section km 469+020...471+350 within the Lviv region using methods for assessing accident rates and safety of the speed of the vehicle flow.

Keywords: highway, pavement, earthen surface, road surface, asphalt concrete mixture, road traffic organization, traffic safety, accident rates.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ

ЗМІСТ

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ.....	10
1.1. Загальні відомості.....	10
1.2. Характеристика району проходження траси.....	11
1.3. Техніко-економічна характеристика району проектування	12
1.4. Кліматичні умови.....	14
1.5. Рельєф місцевості	16
1.6. Гідрогеологічні умови	17
1.7. Обґрунтування необхідності реконструкції дороги.....	18
1.8. Оцінка впливу на навколишнє середовище від проектованої діяльності.....	21
РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ.....	22
2.1. План траси.....	22
2.2. Поздовжній профіль.....	24
2.3. Поперечні профілі земляного полотна	26
2.4. Штучні споруди	28
2.5. Гідравлічний розрахунок труби	28
2.6. Дорожній одяг	34
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ РОБІТ.....	36
3.1. Загальні дані.....	36
3.2. Основи організації будівництва	36
3.3. Тривалість будівництва.....	38
3.4. Влаштування водоперепускної труби	40
3.5. Влаштування підстиляючого шару з піску.....	41
3.6. Технологія влаштування щебеневої основи методом заклинювання.....	41

3.7. Технологія влаштування покриття з асфальтобетонної суміші	42
РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ	44
4.1. Технічні засоби організації дорожнього руху	44
4.1.1. Дорожні знаки.....	45
4.1.2. Розмітка дорожня.....	47
4.1.3. Дорожні огороження.....	50
4.2. Облаштування дороги.....	51
4.3. Нові технології, сучасні матеріали та конструкції.....	51
4.4. Забезпечення доступності об'єкту для маломобільних груп населення..	52
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	53
РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА.....	53
РОЗДІЛ 7. НАУКОВА ЧАСТИНА.....	54
7.1 Актуальність дослідження	54
7.2 Аналіз стану безпеки дорожнього руху на ділянці, що підлягає реконструкції.....	56

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Вступ

Транспортна система України охоплює всі основні види перевезень – залізничний, автомобільний, авіаційний, водний та трубопровідний транспорт, які разом формують єдину інфраструктурну мережу держави. Серед них провідне місце за обсягами вантажних та пасажирських перевезень посідає автомобільний транспорт, ефективне функціонування якого безпосередньо залежить від стану та розвитку автомобільних доріг.

Розширення сфер застосування автотранспорту – від міських перевезень та обслуговування станцій та портів до міжміських та міжрегіональних доставок – вимагає використання техніки великої вантажопідйомності та підвищених швидкісних характеристик. Це, в свою чергу, потребує відповідної якості дорожньої мережі. Недостатнє фінансування шляхово-експлуатаційних служб та несвоєчасне виконання ремонтних робіт призводять до погіршення стану покриття, зниження середньої технічної швидкості руху, збільшення витрат пального та мастильних матеріалів, інтенсивного зношення шин, а також підвищення витрат на обслуговування автопарку.

Погана якість дорожнього полотна скорочує строк служби автомобілів та призводить до збільшення кількості дорожньо-транспортних пригод, а це, в свою чергу, не допустимо, оскільки одним з основних завдань при проектуванні автомобільних доріг та міських вулиць є забезпечення безпеки дорожнього руху для всіх його учасників. Водночас зростання автопарку, підвищення вантажопідйомності та швидкості сучасних автомобілів сприяють зниженню вартості перевезень та скороченню часу на транспортування вантажів та пасажирів. Розширюються і відстані перевезень, що дозволяє частково розвантажувати залізничний та водний транспорт, зменшуючи витрати на перевалку вантажів, їх часове зберігання та пакетування.

Зростання інтенсивності руху створює потребу у впровадженні додаткових організаційних та інфраструктурних заходів. Для комфортних та безпечних подорожей необхідно обладнувати мережу об'єктів сервісу – місць відпочинку, харчування, готелів. Розвиток автомобільної промисловості, що стимулює збільшення кількості легкових авто приватного користування, додатково підвищує попит на туристичні поїздки, що потребує якісної навігаційної інфраструктури: дорожніх покажчиків, інформаційних знаків, кілометрових стовпчиків.

Під час проектування автомобільних доріг необхідно враховувати склад транспортних потоків, прогнозоване зростання інтенсивності руху та впроваджувати технічні та організаційні рішення, спрямовані на підвищення безпеки та покращення умов руху. Саме це визначає актуальність сучасного проектування, реконструкції та модернізації дорожньої мережі.

РОЗДІЛ 1 ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ

1.1 Загальні відомості

Основою для підготовки даного магістерського проекту на тему: «Проект реконструкції автомобільної дороги М-06 на ділянці км 469+020...471+350, Львівська область» стало завдання на проектування, офіційно оформлене та погоджене завідувачем кафедри будівництва та цивільної інженерії Луцького національного технічного університету.

Розроблення проекту здійснювалося з урахуванням результатів інженерно-геодезичних та інженерно-геологічних досліджень, проведених у 2025 році, а також даних, отриманих під час детального огляду нинішнього стану дороги.

Комплекс робіт виконували із застосуванням сучасних технологічних рішень, актуальних методик вимірювань та високоточного обладнання. Контрольні заміри підтвердили достовірність та точність зібраної інформації.

Топографічна зйомка проведена тахеометричним способом із використанням закладеної висотної основи. Рельєф місцевості відображено з вертикальним інтервалом 0,5 м у масштабі 1:500.

Під час інженерно-геологічного обстеження свердловини бурили за допомогою ручного інструменту. Отримані дані щодо складу ґрунтових шарів відображені на поздовжньому профілі дороги.

Фактична ширина проїзної частини становить близько 7,50 м. Загальна протяжність ділянки, передбаченої проектуванням, відповідно до завдання становить 2330 м .

Проект реконструкції дороги розроблено згідно з вимогами чинної нормативної документації:

- ДБН В.2.3-4:2015 «Споруди транспорту. Автомобільні дороги» [1];
- ДБН В.2.3-5:2018 «Вулиці та дороги населених пунктів» [2];
- ДБН Б.2.2-12:2018 «Планування та забудова територій» [3].

1.2 Характеристика району проходження траси

Запроектована частина автомобільної дороги розташована в межах Ожидівської сільської та Олеської селищної ради Буського району Львівської області.

Проектом передбачено формування земельних ділянок для постійного користування (під основне полотно дороги) та тимчасового користування (для розміщення резерву ґрунту).

Відповідно до завдання та прогнозованої інтенсивності транспортного потоку на 2045 рік - 13680 автомобілів/добу або 23830 авто/добу у перерахунку на легкові – реалізація будівництва запланована у дві черги :

Перша черга – зведення дороги за параметрами II категорії, у тому числі земляного полотна та штучних споруд, які приймаються за нормами I категорії.

Друга черга – доведення всіх елементів дороги до нормативів I категорії.

У межах цього проекту виконано рішення для першої черги будівництва об'їзної дороги навколо смт. Олесько. Прийняті технічні параметри:

- кількість смуг руху - 2 (з можливістю подальшого перетворення у лівий проїзд I категорії);

- ширина земляного полотна - 28,50 м;

- ширина проїзної частини - 7,50 м;

- укріплення кромки проїзної частини – $2 \times 0,75$ м;

- ширина узбіч:

лівої – 3,75 м,

правої – 3,50 м.

Усі параметри прийнято у відповідності до вимог ДБН В.2.3-4:2015 [1].
Дорожній одяг запроектований як двошарове асфальтобетонне покриття.

1.3 Техніко-економічна характеристика району проєктування

Проєкт з реконструкції автомобільної дороги М-06 на ділянці км 469+020 – 471+350 виконується в межах Буського району Львівської області, що розташований у центрально-східній частині області.

Львівська область знаходиться на заході України та межує з Польщею на заході, Волинською та Рівненською областями на півночі та північному сході, Тернопільською – на сході, Закарпатською та Івано-Франківською – на півдні. Така географія формує стратегічне значення регіону як ключового транспортного вузла між Україною та Європейським Союзом.

Площа Львівської області становить 21,8 тис. км², а адміністративним центром є м. Львів – один із найбільших культурних, освітніх та промислових центрів країни.

Буський район характеризується переважно рівнинним та горбистим рельєфом, що створює сприятливі умови для будівництва та експлуатації транспортної інфраструктури. Район розташований біля зони помірно-континентального клімату з теплим літом та відносно м'якою зимою. Середньорічна температура становить близько +8°C, що позитивно впливає на умови проведення дорожніх робіт.

Територія району має розгалужену річкову мережу – найбільшою річкою є Західний Буг, також присутні його чисельні притоки. Наявність водних ресурсів формує умови для сільського господарства та водогосподарських заходів.

У структурі природних ресурсів переважають піски, глини, торф, а також родовища будівельних матеріалів, які можуть використовуватися у дорожньому та промисловому будівництві.

Економічна база Буського району має агропромисловий характер. Основні напрямки діяльності:

- рослинництво: вирощування зернових культур, ріпаку, кукурудзи, кормових трав;

- тваринництво: скотарство, свинарство, птахівництво;
- переробна промисловість: виробництво харчових продуктів, деревообробка, виготовлення будівельних матеріалів.

Наближення до великих транспортних коридорів (включно з міжнародною трасою М-06 Київ-Чоп), а також до Львова створює для району умови для розвитку логістики та промислових підприємств.

На 2025 рік на території колишнього Буського району проживає близько 50 тис. мешканців. Значна частина населення проживає в сільських громадах, де основними видами зайнятості є сільське господарство, дрібне виробництво та сфера обслуговування.

У регіоні функціонують загальноосвітні заклади, професійно-технічні установи, культурні та медичні об'єкти локального рівня. Також район має історично-культурний потенціал: пам'ятки архітектури, природні заповідні зони та туристичні маршрути.

Через Буський район проходить одна з ключових автомагістралей державного значення – М-06 (Е40), яка забезпечує транспортний зв'язок між центральною Україною та країнами ЄС. Дорога має високе навантаження, зокрема для транзитних та вантажних потоків.

Загальна мережа автомобільних доріг в районі є достатньою, проте значна частина покриттів потребує модернізації. Реконструкція ділянки М-06 є важливим елементом та забезпечить:

- підвищення пропускної здатності магістралі;
- покращення безпеки руху;
- забезпечення відповідності сучасним нормам навантажень;
- стимулювання економічного розвитку територій, розташованих вздовж коридору.

Тому, Буський район Львівської області має сприятливе географічне положення, природні ресурси та аграрний потенціал, що створює добрі передумови для соціально-економічного розвитку. Наявність важливих

транспортних артерій робить його стратегічно значущим для міжнародних перевезень.

Реконструкція автомобільної дороги М-06 на даній ділянці є обґрунтованою та необхідною, оскільки покращення транспортної інфраструктури безпосередньо впливає на: економічну активність регіону; інтеграцію з європейськими транспортними мережами; безпеку та комфорт пересування; привабливість району для інвестицій та бізнесу.

1.4 Кліматичні умови

Територія, на якій розташована проектована ділянка реконструкції автомобільної дороги, належить до дорожньо-кліматичної зони У-1, що характеризується підвищеним рівнем зволоження протягом окремих сезонів року.

Відповідно до вимог «ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія» [4] для цього району визначено такі кліматичні параметри:

- середньорічна температура повітря становить приблизно $+7^{\circ}\text{C}$;
- найнижча зафіксована температура сягає -35°C ;
- максимальна температура може підніматися до $+37^{\circ}\text{C}$;
- липень є найбільш теплим місяцем із середньою температурою близько $+18^{\circ}\text{C}$;
- січень – найхолодніший місяць, середня температура становить близько -5°C ;
- тривалість періоду, коли середньодобова температура опускається нижче 0°C , становить орієнтовно 100 діб.

Середньорічна кількість атмосферних опадів становить близько 750 мм, з яких:

- у теплий сезон припадає приблизно 470 мм;
- у холодний – близько 280 мм.

Висота снігового покриву при розрахунковій імовірності 5% досягає 46см.

Нормативна глибина промерзання ґрунтів становить 80 см.

Для району характерні переважаючі напрямки вітру:

- західний – близько 19%,
- південно-західний – приблизно 15%,
- північно-західний – орієнтовно 17%.

На рисунку 1.1. представлено районування України (дорожнє)

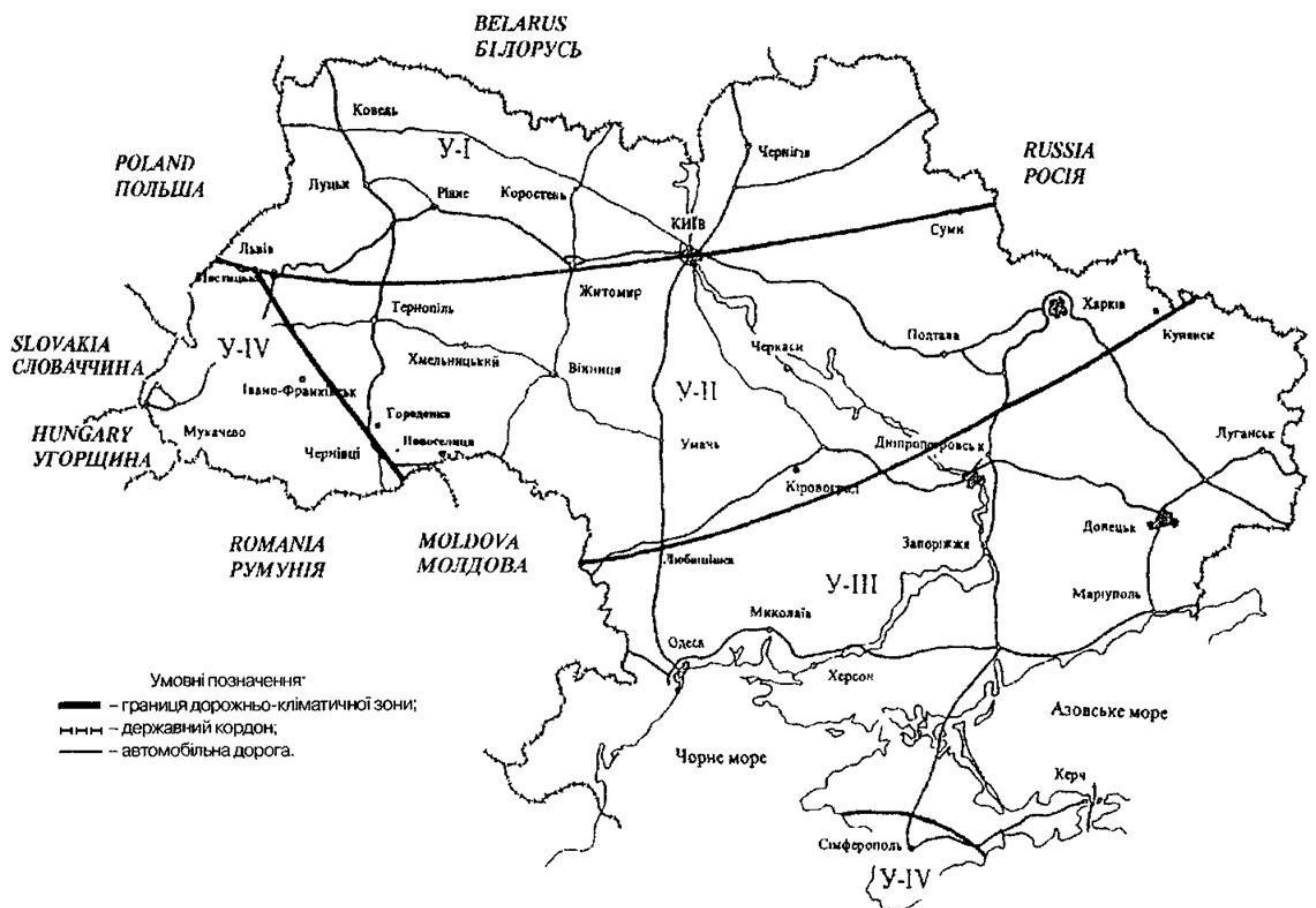


Рисунок 1.1 – Дорожнє районування України

1.5 Рельєф місцевості

Територія Львівської області вирізняється значною різноманітністю форм рельєфу, що формує складну та контрастну природну структуру краєвиду. У межах регіону виокремлюють кілька рельєфних комплексів, що належать до трьох основних географічних зон: Розточчя, Побужжя та Львівська височина.

Розточчя є підвищеною грядою, що слугує природним продовженням Поділля і переходить у Люблінську височину. На території області цей масив виявляється у вигляді лісистих гір, порізаних глибокими ярами та долинами. Висоти тут сягають близько 400 м, а напрямок переважного простягання – південний захід – південний схід. До характерних висот належать:

- Брюховичі-Голосько (382 м),
- Кортумівка (374 м),
- Високий Замок,
- Піскова гора (389 м),
- Личаківські холми,
- Міські Пасіки,
- Чортова скеля (414 м).

Побужжя, що лежить на схід від Розточчя, в межах Львова відоме під назвою Грядове Побужжя. Цей рельєфний комплекс характеризується хвилястими, продовженими грядами, які ніби «протягуються» з боку Розточчя на схід. Між окремими підвищеннями простягаються заболочені чи підтоплені долини.

Львівська височина представлена вирівняним плато з абсолютними висотами 330-350 м. Вона розміщена між південною частиною Побужжя (басейн річки Водники), Опіллям, Львівсько-Люблінською улоговиною та південними відрогами Розточчя. До цієї високої системи належать такі райони, як: Снопків, Персенківка, територія Східних Ярмарків, Кадетська гора, Богданівка та Кульпарків.

Важливою особливістю є те, що саме через Львівську височину проходить Європейський вододіл, що розмежовує басейни Чорного та Балтійського морів.

Крім того, в межах області розташована Верхньодністровська улоговина, що відіграє важливу роль у формуванні місцевих гідрологічних та геоморфологічних умов.

1.6 Гідрогеологічні умови

Гідрографічна мережа району представлена переважно великими водотоками, серед яких основними є Дністер разом із його чисельними притоками, а також Західний Буг із притоками Вишнею та Шклом. Територіальний центр області – місто Львів – розміщується на річці Полтва .

У західній частині регіону водозбір формує річка Західний Буг, що належить до басейну Балтійського моря. Таким чином, через Львівську область проходить природний водорозділ, що розмежовує системи стоку Чорного та Балтійського морів. Загальна сумарна протяжність річкової мережі перевищує 3000 км, що підкреслює високий рівень зволоженості території.

Геологічна структура місцевості сформована переважно відкладами верхньо-крейдяними, представленими крейдяними породами; третинні (неогенові) утворення в межах ділянки практично відсутні. Поверхневі четвертинні покривні відклади включають алювіально-флювіогляціальні, озерно-болотні та техногенні формації.

У межах геологічного розрізу виділяють три генетично різні комплекси порід, кожен із яких поділяється на окремі інженерно-геологічні елементи (ІГЕ). Загалом у структурі ділянки налічується дев'ять ІГЕ.

А. Техногенні ґрунти (t)

Основу насипного ґрунтового масиву дорожнього полотна формують піски різної крупності та суглинки. Серед них виділяють такі елементи:

ПЕ-1 – темно-сірі піски середньої крупності, що утворюють морозостійкий та дренальний шар під цементобетонними плитами. Потужність: 10-30 см.

ПЕ-2 – дрібні піски темнуватого відтінку, які становлять основний об'єм насипу автодороги. Товщина шару: 0,4-1,5 м.

ПЕ-3 – жовтувато-сірі піщаністі суглинки тугопластичної консистенції. Фіксуються на ділянці ПК 55+26 – ПК 56+27, де їхня потужність досягає до 2 м.

Б. Озерно-болотні формації (lvQIII–IV) та ґрунтово-рослинний шар (Soł):

ПЕ-4 – поверхневий гумусовий шар товщиною 10-30 см, поширений на початковій частині ділянки, а також у середній та завершальній її частинах. Ґрунти сірі, місцями опідзолені.

В. Алювіально-флювіогляціальні ґрунти сформувалися внаслідок діяльності талих вод та руслових потоків після відступу льодовика.

ПЕ-7 – супіски жовто-сірого кольору, пластичні, з піщаними включеннями. Виявлені на ПК 55+10 – ПК 56+15. Потужність: 1,2-1,8 м.

ПЕ-8 – середньозернисті жовтувато-сірі піски, які утворюють нижню частину четвертинного покриву. У зоні до ПК 55+10 залягають у вологому стані.

Г. Морські відклади верхньо-крейдянні (K₂):

ПЕ-9 – світло-сіра крейда низької міцності, тріщинувата, частково вивітріла. Глибина залягання змінюється від 0,1 до 3,4 м, місцями заглиблюється до 5 м і більше. За характеристиками одновісного стискування належить до групи напівскельних карбонатних порід .

1.7 Обґрунтування необхідності реконструкції дороги

Відповідно до чинної класифікації автомобільних шляхів загального користування державного значення траса Київ-Чоп належить до категорії

магістральних доріг. Вона проходить територією Київської, Житомирської, Рівненської, Львівської та Закарпатської областей та відіграє ключову роль у транспортній системі України та суміжних держав. Дорогу прокладено вздовж міжнародних транспортних коридорів №3 (Критський) Берлін (Дрезден-Вроцлав)-Львів-Київ та №5 (Критський) Трієст-Любляна-Братислава-Ужгород-Львів.

Ця автомагістраль забезпечує зв'язок між великими промисловими, торговими та адміністративними центрами, перетинає мережу регіональних та місцевих шляхів та виконує важливу функцію транспортного сполучення зі країнами Західної Європи.

На ділянці в межах Львівської області від км 433+000 до км 530+000 дорога має параметри II та III категорій, а на окремих ділянках – I категорії. Протяжність проблемної ділянки км 466 – км 471 проходить через селище міського типу Олесько, що значно ускладнює організацію дорожнього руху. Поточна інтенсивність становить близько 4480 авт/добу, ширина земляного полотна коливається в межах 10-15 м, а проїзної частини – 7-9 м. У центральній частині селища будинки розташовані всього за 12-15 м від проїзду.

Максимальна швидкість транспортного потоку тут не перевищує 40км/год, а на окремих небезпечних ділянках знижується до 20 км/год. Невідповідність габаритів дороги сучасним вимогам пропускної здатності (зокрема, малі радіуси кривих у плані 15-30 м та проблемний роз'їзд габаритного транспорту) призводить до частих ДТП. Крім того, концентрація вихлопних газів істотно погіршує екологічний стан та санітарні умови в Олеську.

Зміна структури автопарку – збільшення кількості великовантажних машин (близько 50% потоку) та зростання кількості приватного легкового транспорту – спричиняє подальше підвищення інтенсивності руху, що лише посилить існуючі проблеми.

Через щільну забудову селища та неможливість ефективного розширення дороги пропускну здатність може бути покращено лише шляхом спорудження обхідної дороги смт. Олесько. Розрахунки прогнозують, що у 2045 році інтенсивність руху на об'їзді досягне 13680 авт/добу, або 23830 одиниць, приведених до легкового автомобіля.

Прогнозна структура вантажного транспорту, його тоннажність та загальна маса визначені на основі результатів обліку руху. Аналогічно, оцінку майбутньої кількості легкових автомобілів виконано з урахуванням демографічної мобільності населення.

На підставі прогнозованої інтенсивності руху об'їзду дорогу необхідно проектувати відповідно до параметрів I категорії.

З метою оптимізації капіталовкладень для виконання будівельних робіт розглянуто два конструкторно-економічні варіанти:

Варіант 1.

Будівництво дороги по всій довжині відразу за нормами II категорії.

Варіант 2.

Зведення об'їзної дороги на два етапи:

перша черга – будівництво траси параметрів II категорії;

інша черга – доведення дороги до норм I категорії (приблизний термін – 2035 рік, коли інтенсивність перевищить 8000 авт/добу).

Економічні розрахунки варіантів виконані на основі показників народногосподарської ефективності, з приведенням капіталовкладень другої черги до моменту завершення першої.

Будівництво об'їзної дороги дозволить досягти суттєвих переваг:

- покращення транспортно-експлуатаційних показників;
- зниження собівартості перевезень та скорочення часу поїздок;
- підвищення рівня безпеки руху.

Загальна ефективність реконструкції дороги Київ-Чоп в межах км 469+020 – км 471+350 оцінюється за такими основними критеріями:

- а) зростання прибутковості автотранспорту внаслідок покращення дорожніх умов;
- б) економія інвестицій в автопарк завдяки підвищенню продуктивності роботи транспортних засобів;
- в) виграш часу пасажирів, що має безпосередній економічний еквівалент.

1.8 Оцінка впливу на навколишнє середовище від проектованої діяльності

Оцінювання впливу реконструкції автомобільної дороги М-06 на ділянці км 469+020 – км 471+350 (Львівська область) на природне середовище виконувалося з метою визначення допустимості запланованих робіт та обґрунтування технічних, економічних, організаційних та інших заходів, спрямованих на забезпечення екологічної безпеки.

Відповідно до Додатку Е «Перелік видів діяльності та об'єктів підвищеної екологічної безпеки; згідно з ДБН А.2.2-1-2003 Склад і зміст матеріалів оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд» [5], автомобільні дороги не належать до об'єктів підвищеної екологічної безпеки.

У відповідності до розділу 1.7 ДБН А.2.2-1-2003 для цього об'єкта матеріали ОВНС готувалися в скороченому обсязі.

Запроектований капітальний ремонт автомобільної дороги не передбачає суттєвих негативних впливів на довкілля ані під час виконання будівельних робіт, ані під час подальшої експлуатації дороги.

РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ

2.1 План траси

Автомобільна магістраль Київ-Чоп на відрізку між Бродами та Львовом сформувалася ще за період Київської Русі, коли через цей напрямок проходили основні торговельно-транспортні комунікації, що поєднували східні землі із державами Західної Європи.

Наприкінці XIX та в перші десятиліття XX століття тут облаштували щебеневе шосе, яке забезпечувало рух гужового та раннього автомобільного транспорту.

Під час Другої світової війни ця дорога зазнала значних руйнувань, проте вже в повоєнні роки було проведено її масштабне відновлення: обладнано чорне щебеневе покриття, зведено основні штучні споруди та встановлено дорожнє оснащення.

У наступні періоди дорога неодноразово капітально ремонтувалася. Згодом вона отримала асфальтобетонне покриття, земляне полотно розширили до 12-15м, а проїзну частину – до 8-9м.

Особливістю проходження існуючого маршруту через смт. Олесько є те, що й сьогодні рух транзитного транспорту здійснюється центральною вулицею селища.

Планувальні елементи мають кілька крутих поворотів під кутом 90°, де влаштовано криві радіусом 30-40м; відстань між забудовою на окремих відрізках становить лише 12-15м, а ширина проїзної частини – 8-9 м. Рух транспортного потоку в межах селища обмежена швидкістю, середнє значення якої не перевищує 40 км/год, а на складних ділянках знижується до 20 км/год.

Такі особливості, разом із погіршеною видимістю через малі радіуси заокруглень та щільною забудовою, а також труднощами у роз'їзді великогабаритних транспортних засобів, спричиняють значну кількість

дорожньо-транспортних пригод, у тому числі з наїздами на будинки та пішоходів.

У 1970-1990-х роках неодноразово розроблялися проекти обходу смт. Олесько, однак їх реалізацію з різних причин так і не було розпочато.

На прилеглих відрізках вже виконано реконструкцію за нормативами II категорії – зокрема, обхід села Ожидів. Також заплановано модернізацію дороги від Бродів до Олеська відповідно до вимог категорії I-Б. Незважаючи на це, досі невпорядкованою залишається найскладніша в плані та профілі частина траси – відрізок у межах селища Олесько та на підходах до нього.

Початок проектної траси - ПК 55+00 - відповідає км 469+020 дороги Київ-Чоп. Таке розташування вибрано з урахуванням під'єднання нового відрізка до існуючої дороги з робочою відміткою 0,05 м, що дає змогу уникнути лишніх робіт під час подальшої реконструкції суміжних ділянок. Вибір точки початку також обумовлений введенням в експлуатацію першої черги об'їзної дороги смт. Олесько та необхідністю облаштування транспортної розв'язки в одному рівні на перетині з дорогою Олесько-Кути.

Основні технічні характеристики запроєктованої траси:

загальна протяжність – 2,330 км;

радіуси кривих у плані – 800 м та 1000 м .

Усі проектні параметри відповідають нормам ДБН В.2.3-4:2015.

Проектом передбачено максимально можливе використання існуючої смуги відведення. Однак для забезпечення повного розміщення запроєктованих елементів дороги необхідно додатково вилучити 14,1534 га земель у постійному користуванні, зокрема:

існуюча смуга відведення – 1,285 га;

родючі землі – 0,0024 га;

сіножаті – 4,098 га;

рілля – 2,4584 га;

пасовища – 4,125 га;

малопродуктивні ґрунти (торфовища) – 2,185 га.

У тимчасове користування необхідно надати 8,638 га , в тому числі:

під будівельний майданчик – 0,3 га;

під резерв ґрунту (сіножаті) – 8,0 га.

З них за категоріями земель:

існуюча смуга відведення – 0,231 га;

рілля – 0,069 га;

території під інженерні комунікації – 0,338 га,

зокрема:

сіножаті – 0,055 га,

рілля – 0,233 га,

пасовища – 0,05 га.

Відведення земель виконано на весь маршрут об'їзної дороги смт. Олесько – від км 464+593 до км 471+350, загальною протяжністю 7,737 км , що включає дві черги будівництва.

2.2 Поздовжній профіль

Поздовжній розріз дороги є одним із ключових елементів проектної документації. У даній роботі його виконано у таких масштабах: вертикальний – 1:100, горизонтальний – 1:1000, ґрунтовий – 1:50. Поздовжній профіль автомобільної дороги є графічним відображенням зміни відміток по трасі та демонструє вертикальне положення дороги – підйоми, спуски та взаємне розташування елементів рельєфу.

Цей вид проектної документації є необхідним, оскільки дає можливість визначити:

- основні геометричні показники – величини ухилів, параметри вертикальних кривих та інші елементи, що впливають на рівень безпеки та комфортність руху;

- характер водовідведення, що дозволяє своєчасно виявити потенційні проблеми із дренажем на ділянках із різними відмітками;

- вплив дороги на ландшафт і природне середовище, включаючи зміни рельєфу, рослинності та локальних екосистем;

- технічні вимоги до конструкції дорожнього одягу, а також параметри штучних споруд – мостів, труб та можливих тунельних об'єктів.

Зазвичай поздовжній профіль подається у вигляді графіка, на якому горизонтальною осею відкладається протяжність дороги, а вертикальною – висотні позначки. Такий формат дозволяє наочно оцінити конфігурацію рельєфу вздовж траси.

До основних складових поздовжнього профілю належать:

- висотні відмітки, подані в метрах над рівнем моря;
- лінійні відстані, відображені у метрах або кілометрах;
- поздовжні ухили, що визначають крутість підйомів та спусків;
- особливі елементи дороги – місця розташування інженерних споруд, зупинок, перехрестя тощо.

Поздовжній профіль є одним з основних інструментів для оцінки впливу рельєфу на конструктивне рішення дороги, вибір матеріалів та забезпечення безпеки руху.

Існуюча дорога на ділянці проектування має мінімальні радіуси вертикальних випуклих та увігнутих кривих. Проектна лінія поздовжнього профілю розроблена з урахуванням необхідного підняття брівки насипу над нормативною висотою снігового покриву.

Відповідно до інженерно-геологічних даних, розрахункова висота снігового покриву становить 0,46м.

Для доріг I категорії прийняте нормативне підняття $h = 1,0$ м.

Відповідно керівна робоча відмітка на осі дороги складає:

$$H = 0,46 + 1,0 + 0,22 = 1,68 \text{ м.}$$

Максимальний поздовжній ухил на проектній ділянці становить 19 % .
Мінімальні радіуси вертикальних кривих дорівнюють:

Опуклої – 15100 м ,

Увігнутої – 16500 м .

Усі вимоги щодо забезпечення видимості у продовжньому профілі на ділянці проектування дотримані.

Поздовжній профіль в даному проєкті повністю відповідає нормативним вимогам [1].

2.3 Поперечні профілі земляного полотна

Відповідно до завдання на проектування, на розглянутій ділянці передбачається улаштування земляного полотна для автомобільної дороги I категорії завширшки 28,5м. При цьому праву частину полотна запроектовано на 0,8м нижче від проектних відміток з урахуванням подальшого формування конструкції дорожнього одягу при переведенні дороги до параметрів I категорії.

Проєктом передбачено зняття родючого шару ґрунту в межах усієї основи земляного полотна. На ділянках, де траса проходить через торф'яники, заплановано повне виборфування.

Частина родючого шару, що придатна для укріплювальних робіт, складається в межах смуги постійного відведення існуючої дороги. Надлишковий ґрунт використовується для покращення малопродуктивних земель, розташованих на відстані 5 км від траси згідно з вимогами технічних умов.

Торф, викопаний з-під земляного полотна, буде вивезений для рекультивації відпрацьованого кар'єру та резерву ґрунту. Крутизна укосів насипу висотою до 3 м прийнята 1:4. Для насипів більшої висоти, а також на заболочених ділянках та вздовж меліоративних каналів, де передбачено встановлення бар'єрного огородження відповідно до вимог «ДСТУ 8751:2017. Безпека дорожнього руху. Огороження дорожні і напрямні пристрої. Правила використання. Загальні технічні вимоги» [6],

крутизну укосів прийнято 1:1,75.

У виїмці внутрішній укос запроектований із крутістю 1:4, зовнішній – 1:1,75, з облаштуванням закюветної полиці шириною 1,0 м.

Для забезпечення збереження під'їзду до монумента, встановленого на честь подій громадянської війни в Україні, передбачено використання земляного полотна типу 3. Замість відкритих кюветів улаштовуються залізобетонні лотки з перерізом 0,5×0,5 м.

Для будівництва насипів заплановано використання ґрунтів резерву, розташованого на відстані 3 км від траси. Оскільки значна частина проектної ділянки проходить через заболочену територію та вимагає заміни торфу дренажними матеріалами, земляне полотно запроектовано з піску (ґрунт 29а).

Піщані шари в резерві залягають нижче за перезволожені ґрунти, тому для отримання необхідного об'єму піску – 335 247 м³ – передбачено розробку верхніх перезвожених шарів:

ґрунт 36а – 48 400 м³;

ґрунт 35в – 81 600 м³;

ґрунт 35б – 12 400 м³.

Матеріал транспортується на відстань до 1 км для природного просушування, після чого використовується для формування присипних узбіч та частини земляного полотна на суміжних ділянках.

Параметри верху земляного полотна першої черги прийняті для дороги II категорії:

ширина земляного полотна – 14,75 м;

ширина узбіч:

- лівого – 3,75 м,

- правого – 3,50 м;

ширина проїзної частини – 2×3,75 м;

укріплювальні смуги вздовж кромки проїзної частини – 0,75 м.

Укоси насипів, виїмок, бокових канав, а також частина узбіч шириною 0,75 м укріплюються засіванням трав із підсипкою рослинного шару товщиною 15 см.

2.4 Штучні споруди

Розміри водоперепускних труб, діаметри їх отворів, місце розміщення, приймаються на основі прийнятих проектних рішень по відновленню меліоративної мережі та гідравлічних розрахунків.

В нашому проекті передбачається влаштування залізобетонної водоперепускної труби на ПК60+22 діаметром 1,4м.

Конструктивні рішення для труб приймали згідно з «ДСТУ-Н Б В.2.3-34:2016. Настанова з виконання робіт при будівництві мостів та труб» [7], «ДСТУ 9057:2020. Настанова з проектування та влаштування споруд поверхневого водовідведення на автомобільних дорогах загального користування» [8].

2.5 Гідравлічний розрахунок труби

На проєктованій ділянці дороги, в межах ПК 60+22, розташована залізобетонна водопропускна труба з діаметром 1,40 м та загальною протяжністю 31,71 м. Конструктивні рішення щодо влаштування труби прийнято відповідно до вимог ДСТУ-Н Б В.2.3-34:2016 «Настанова з виконання робіт при будівництві мостів та труб» та ДСТУ 9057:2020 «Настанова з проектування та влаштування споруд поверхневого водовідведення на автомобільних дорогах загального користування» .

Труба виконана з використанням типових залізобетонних кілець, а її оголовки запроектовано порталного типу з монолітного залізобетону. Робочі креслення споруди наведені в графічній частині проекту.

Вихідні дані для гідрологічних розрахунків.

1. Зливовий район для Львівської області – 5.
2. Імовірність перевищення паводкового стоку для труб II технічної категорії: $W_p = 2 \%$.
3. Інтенсивність дощу протягом години: $a_4 = 0,82$ [9].
4. Площа водозбору: $F = 0,17$ км².
5. Довжина головного лога: $h_L = 2000$ м.
6. Ухил середній лога: $i_L = 9,5 \%$.
7. Коефіцієнт, що враховує перехід від інтенсивності зливи на протязі години до інтенсивності розрахункового дощу: $K_T = 1,7$ [9].
8. Коефіцієнт, що враховує втрати стоку: $\alpha = 0,75$.
9. Коефіцієнт редукції: $\varphi = 0,89$.
10. Максимальні витрати від зливи:

$$Q_{зл} = 16,7 \cdot a_4 \cdot K_T \cdot F \cdot \alpha \cdot \varphi = 16,7 \cdot 0,82 \cdot 1,71 \cdot 0,17 \cdot 0,75 \cdot 0,89 = 2,8 \text{ м}^3/\text{с}.$$

11. Весь об'єм стоку зливових вод

$$W = 60000 \cdot \frac{a_4 \cdot F \cdot \alpha \cdot \varphi}{\sqrt{K_t}} = 60000 \cdot \frac{0,82 \cdot 0,17 \cdot 0,75 \cdot 0,89}{\sqrt{1,71}} = 4302 \text{ м}^3$$

12. Коефіцієнт дружності повені та показник ступеню: $K_0 = 0,02$,
 $n = 0,25$.

13. Середній, на основі багаторічних спостережень, шар стоку:

$$h = 40 \cdot 1,1 = 44 \text{ мм}.$$

14. Коефіцієнт варіації: $C_v = 0,8 \cdot 1,25 = 1,00$.

15. Модульний коефіцієнт: $K_p = 4,65$.

16. Коефіцієнт асиметрії: $C_s = 2C_v = 2,00$.

17. Товщина сумарного стоку розрахункова:

$$h_p = h \cdot K_p = 44 \cdot 4,65 = 205 \text{ мм}.$$

18. Коефіцієнти заозерення: $\delta_1 = \delta_2 = 1$.

19. Найбільший перехід води від танення снігу:

$$Q_{\Gamma} = \frac{K_0 \cdot h_p \cdot F}{(F+1)^n} \cdot \delta = \frac{0,02 \times 205 \times 0,17}{(0,17+1)^{0,25}} = 0,64 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Підбір діаметра труби.

Відповідно до розрахунків витрата води буде 2,8 м³/с. Таке значення об'єму може пройти через трубу з довгомірних кілець діаметром 1,40 м, яка має безнапірний режим із глибиною 1,32 м, швидкість на виході з такої труби становитиме 2,9 м/с.

Найменша висота насипу.

$$H_{\min} = h_{\text{тр}} + \delta + \Delta, \text{ в цій формулі}$$

$\Delta = 33 \text{ см}$ – товщина дорожнього одягу,

$\delta = 14 \text{ см}$ – товщина ланки;

$d_{\text{тр}} = 140 \text{ см}$ – діаметр труби.

$$H_{\min} = 140 + 33 + 14 = 187 \text{ см}.$$

Визначимо довжину труби, за умови що висота насипу над трубою становить 93 см по поздовжньому профілю:

$$L = \left(\frac{0,5B + m(H_{\text{нас}} - h_{\text{мп}})}{1 + m_{\text{мп}}} + \frac{0,5B + m(H_{\text{нас}} - h_{\text{мп}})}{1 - m_{\text{мп}}} + \Pi \right) \cdot \frac{1}{\sin \alpha} =$$
$$\left[\frac{0,5 \times 15,0 + 4,0(4,03 - 1,50)}{1 + 4,0 \times 0,0095} + \frac{0,5 \times 15,0 + 4,0 \times (1,50 - 1,5)}{1 - 4,0 \times 0,0095} + 0,35 \right] \cdot \frac{1}{\sin 90^\circ} = 32,03 \text{ м}.$$

Розрахунок залізобетонного кільця водопропускної труби $\varnothing 1,40 \text{ м}$ на ПК 60+22.

Розрахунок залізобетонного кільця труби виконується відповідно до вимог двох груп граничних станів, враховуючи дію постійних та тимчасових навантажень. Нормативне вертикальне навантаження від власної ваги конструкції визначається за проектними об'ємами.

Нормативний тиск ґрунту на конструкцію труби спричинений вагою насипу:

$$P_v = C_v \gamma_n h,$$

тиск ґрунту горизонтальний:

$$P_n = \gamma_n h_x \tau_n,$$

$h = 3,98$ – товщина, на яку проводиться засипка, м; $h_x = 4,87$ – товщина засипки, виміряна від середини труби, м; $\gamma_n = 18$ – об'ємна вага (нормативна) ґрунту для засипки, кН/м³; C_v – коефіцієнт, що враховує вертикальний тиск; τ_n – коефіцієнт, що враховує нормативний боковий тиск ґрунту засипки, який визначають за формулою:

$$\tau_n = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi_n}{2} \right) = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{30^\circ}{2} \right) = 0,32;$$

$\varphi_n = 30^\circ$ – це кут внутрішнього тертя.

Коефіцієнт вертикального тиску ґрунту для залізобетонних секцій труб:

$$C_v = 1 + B \left(2 - B \frac{d}{h} \right) \tau_n \operatorname{tg} \varphi_n = 1 + 1,04 \left(2 - 2,26 \frac{1,78}{4,03} \right) \cdot 0,32 \operatorname{tg} 30^\circ = 1,36;$$

$$B = \frac{3}{\tau_n \operatorname{tg} \varphi_n} \cdot \frac{sa}{h} = \frac{3}{0,32 \operatorname{tg} 30^\circ} \cdot \frac{0,62 \times 1,0}{3,98} = 2,83.$$

d – діаметр труби по зовнішньому контуру; $s = 1,0$ – коефіцієнт основи щебеневої під трубу;

$$\text{Якщо } B > \frac{h}{d}, 2,83 > 3,98/1,78 = 2,24; \text{ то } B = \frac{h}{d} = 2,24$$

Постійні розрахункові навантаження на труби для власної ваги конструкції $\gamma_f = 1,1$, та для ваги насипу $\gamma_f = 1,3$.

$$P_v = C_v \cdot \gamma_n \cdot h = 1,36 \cdot 18 \cdot 3,98 = 97,43 \text{ кН/м}^2;$$

$$P_n = \gamma_n \cdot h_x \cdot \tau_n = 18 \cdot 3,98 \cdot 0,32 = 22,93 \text{ кН/м}^2;$$

Нормативний тиск ґрунту, який створюють транспортні засоби, на одну секцію труби, в кПа:

а) вертикальний тиск:

$$p_v = \frac{\Psi}{a_0 + h};$$

б) горизонтальний тиск $p_h = p_v \tau_n$;

$a_0 = 3$ - довжина ділянки розподілу навантаження, м;

$\Psi = 19$ - лінійне навантаження, кН/м;

$$p_v = \frac{\Psi}{a_0 + h} = \frac{19}{3 + 3,98} = 2,72 \text{ кН/м}^2;$$

$$p_h = p_v \tau_n = 2,72 \cdot 0,32 = 0,87 \text{ кН/м}^2;$$

Розрахунок залізобетонної труби виконуємо на дію згинального моменту:

$$M = r_d^2 p (1 - \mu) \delta;$$

тут $r_d = 0,88$ - середній радіус ділянки труби; μ - динамічний коефіцієнт; p - розрахунковий тиск на ділянку труби для труб під насипами автомобільних доріг:

$$p = 1,3 p_{vp} + 1,2 p_{vk} = 1,3 \cdot 97,43 + 1,2 \cdot 2,72 = 129,92 \text{ кН/м}^2;$$

$$\mu = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi_n}{2} \right) = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{30^\circ}{2} \right) = 0,33;$$

$\delta = 0,25$ - коефіцієнт обпирання ділянки труби; p_{vp} - нормативний вертикальний тиск ґрунту від насипу; p_{vk} - номативний вертикальний тиск від тимчасового навантаження; $\varphi_n = 30^\circ$ - нормативний кут внутрішнього кута ґрунту засипки.

$$M = r_d^2 p (1 - \mu) \delta = 0,88^2 \cdot 129,92 \cdot (1 - 0,33) \cdot 0,25 = 16,85 \text{ кН/м.}$$

Визначаємо орієнтовну площу арматури в перерізі кільця труби:

$$A_s = 1,1 \frac{M}{R_a(h-z)} = 1,1 \cdot \frac{16,85}{225(0,08-0,024)} = 1,471 \text{ см}^2;$$

$R_a=225$ – розрухковий опір арматури А-І, МПа; h – висота перерізу;
 $z=0,024$ – плече внутрішньої пари сил ($z=0,3h$), м.

Відповідно до сортаменту приймаємо 16Ø18 А-І (площа поперечного перерізу арматури A_s рівна 3618 см² на 1 м.п. площі труби.

Площа зони стиснутої:

$$\alpha = \frac{R_s A_s}{R_b A + 2,7 R_s A_s} = \frac{225 \cdot 3618}{11,5 \cdot 2880 + 2,7 \cdot 225 \cdot 3618} = 0,37;$$

При $0,15 < \alpha < 0,6$ повинна виконуватися умова:

$$M \leq (R_b A r_m + R_s A_s r_s) \frac{\sin \pi \alpha}{\pi} + R_s A_s r_s (1 - 1,7 \alpha) (0,2 + 1,3 \alpha) = (11,5 \cdot 0,28 \cdot 0,88 + 225 \cdot 0,3618 \cdot 0,88) \cdot 0,0063 + 225 \cdot 0,3618 \cdot 0,88 \cdot 0,388 \cdot 0,688 = 19,98 \text{ кН} / \text{м}.$$

r_m - середнє значення внутрішнього та зовнішнього радіусів перерізу,

$$r_m = 0,5(r_1 + r_2);$$

A – площа поперечного перерізу кільця, рівна $A = \pi(r_1^2 - r_2^2)$; r_s - радіус кола, яке проходить через центр ваги усієї арматури площею A_s , $r_s = r_1 - a$ ($a=20$ мм – товщина захисного шару арматури); M – згинальний момент в розрахунковому перерізі.

$$M=16,85 \text{ кН} / \text{м} < M_{np.} = 19,98 \text{ кН} / \text{м}.$$

Таким чином, умова міцності виконується, і переріз труби відповідає вимогам надійності.

2.6 Дорожній одяг

Дорожній одяг є одним із найвартісніших елементів автомобільної дороги та повинен забезпечувати сприйняття транспортних навантажень з урахуванням їх величини, тривалості та повторюваності. Вибір конструкції дорожнього одягу здійснюється шляхом порівняння можливих технічно реалістичних варіантів та аналізу їх економічної доцільності.

На проєктованій ділянці передбачено влаштування дорожнього одягу капітального типу.

Існуючий дорожній одяг на початку траси включає:

- асфальтобетонне покриття – 0,04 м;
- шар чорного щебеню – до 0,23 м;
- шар фракціонованого щебеню – 0,14 м;
- вапняковий щебінь – 0,14 м;
- піщану основу – 0,20 м.

Для забезпечення належної взаємодії шарів конструкції передбачено:

- розлив бітумної емульсії (0,6 л/м²) за [10] на межі між верхнім шаром чорного щебеню та шаром фракціонованого щебеню, просоченого піскоцементною сумішшю;

- нанесення бітуму МГ 25/40 (0,3 л/м²) на контактні нижнього шару покриття з основою та між шарами покриття;

- при влаштуванні вирівнюючого шару поверх існуючого покриття – розлив бітуму 0,5 л/м².

Вибрана конструкція дорожнього одягу базується на результатах розрахунків та аналізі фактичного транспортного потоку. Інтенсивність руху та склад транспортного потоку представлено в додатку А.

Проєктом передбачено:

- улаштування укріплювальних смуг шириною 0,75 м як продовження конструкції основного дорожнього одягу;
- зміцнення узбіч щебенем товщиною 0,10 м.

Конструкція дорожнього одягу на з'їздах в межах кривих проектується за типом основної дороги. На решті ділянки з'їзду (ПК 65+34) передбачено таку конструкцію:

- пісок, укріплений цементом – 0,15 м [11];
- фракціонований щебінь за [12], просочений піскоцементною сумішшю – 0,16 м;
- гарячий чорний щебінь – 0,08 м;
- гарячий дрібнозернистий щільний асфальтобетон типу Б, марки І – 0,05 м [13].

Верхній шар земляного полотна виконується з піску товщиною 0,38 м.

Геометричні параметри з'їздів:

- ширина проїзної частини – 6 м;
- укріплення кромки проїзної частини – 0,5 м;
- ширина узбіч – 2,0 м, з яких 1,0 м укріплюється щебенем завтовшки 0,1 м.

Укоси насипу та виїмки, а також неукріплена частина узбіччя засіваються травою з улаштуванням рослинного шару завтовшки 15 см.

Відповідно до техніко-економічного обґрунтування, існуючу автомобільну дорогу необхідно реконструювати відповідно до вимог І категорії, передбачивши влаштування капітального удосконаленого покриття. На основі прогнозованого складу та інтенсивності транспортного потоку визначено, що мінімально необхідний модуль пружності дорожнього одягу становить 332 МПа. З урахуванням коефіцієнта запасу міцності прийнято розрахунковий модуль пружності 428 МПа.

Розрахунок дорожнього одягу виконано у відповідності до [14] та представлено в додатку Б.

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ РОБІТ

3.1 Загальні дані

Організація робіт під час реконструкції автомобільної дороги М-06 на ділянці км 469+020...471+350 у Львівській області виконується із дотриманням вимог «ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва» [15].

Тривалість виконання робіт визначається із дотриманням вимог «ДСТУ Б А.3.1-22:2013 Визначення тривалості будівництва» [16], надаючи перевагу при цьому використанню новітніх будівельних матеріалів, проаналізувавши продуктивність машин та механізмів, врахувавши при цьому об'єми будівельних робіт і умови будівництва.

Під час визначення часу будівельного періоду, основним нормативним документом для визначення виконання робіт по реконструкції автомобільної дороги являється «СОУ 42.1-37641918-098:2017 Автомобільні дороги. Норми витрат часу на ремонтно-будівельні роботи» [17].

Всі будівельні роботи під час проведення реконструкції виконуються механізованим та ручним способами.

3.2 Основи організації будівництва

Підготовчі роботи.

Підготовчий етап виконують перед початком основних будівельних процесів, пов'язаних зі зведенням штучних споруд, формуванням земляного полотна та улаштуванням дорожнього одягу. До цього етапу належать роботи, що здійснюються безпосередньо в межах смуги відведення, а також заходи організаційного характеру, необхідні для старту будівництва.

Комплекс підготовчих робіт включає:

- очищення території (видалення дерев, зрізання чагарників, прибирання каміння, демонтаж будівель та перенесення комунікацій, зняття родючого шару ґрунту);

- заходи з осушення території та організації відведення поверхневих та ґрунтових вод;

- геодезичне забезпечення (відновлення опорної геодезичної мережі, створення розбивочної основи, винесення осей споруд та закріплення висотних реперів);

- улаштування тимчасових під'їзних доріг;

- підготовку кар'єрів для розробки матеріалів;

- облаштування необхідних інженерних мереж для потреб будівництва;

- організацію тимчасових будівель, складів та виробничих баз.

Роботи з підготовки території проводяться в межах смуги відведення, ширина якої встановлюється нормативною документацією. Земельні ділянки для розміщення постійних елементів дороги відводяться у безстрокове користування, а території під тимчасові споруди, техніку, склади та інші об'єкти – у тимчасове користування на період виконання робіт.

Зосереджені роботи.

Для виконання зосереджених робіт застосовують два основні підходи:

1. Метод роздільної організації, коли кожен окремий процес виконується самостійно. Такий спосіб доцільний для невеликих, незначно розосереджених об'єктів із малим обсягом робіт (наприклад, будівництво або реконструкція окремих труб чи відрізків дороги).

2. Циклово-потоківий метод, який використовують на об'єктах із низкою однотипних конструкцій або на таких, що можуть бути розділені на однакові захватки (наприклад: великі мости, масивні насипи значної довжини, укріплювальні роботи у гірській місцевості).

Лінійні роботи.

Організація лінійних робіт також може здійснюватися двома способами:

1. Метод роздільної організації використовують на лінійних об'єктах малої протяжності, де час на розгортання та згорання робіт переважає тривалість ефективного виконання потоку.

2. Поточний метод, який застосовується на протяжних лінійних об'єктах та передбачає безперервність і стабільність виробничого процесу.

Поточний метод забезпечує:

- безперервність, що досягається за рахунок стабільного постачання матеріалів, ритмічного виконання технологічних операцій та своєчасного отримання готової продукції;

- рівномірність, тобто підтримання сталого обсягу робіт протягом запланованого проміжку часу.

3.3 Тривалість будівництва

Терміни тривалості будівництва визначаються по формулі:

$$T_c = T_k - T_v - T_m - T_{p.m.} - T_p$$

в цій формулі T_k - календарна тривалість будівельного періоду - 252;

T_v - кількість святкових плюс вихідних днів - 76;

T_m - число неробочих днів, які залежать від метеорологічних умов.

$$T_m = \frac{(T_k - T_v)n}{365}$$

n - число днів з дощами - 3;

T_p - число днів, які потрібні, щоб розгорнути та згорнути будівництво (0,06 - 0,08) T_k ;

Тр.м. - кількість днів для профілактики та ремонту машин $\approx 0,04$ Тк.

Крім того до загальної кількості робочих днів включаються періоди бездоріжжя.

Початок і закінчення весняного бездоріжжя:

$$Z_{II} = T + \frac{5}{a}$$

$$Z_K = Z_{II} + \frac{0,7h_{np}}{a}$$

T - дата переходу середньодобової температури через 0°C ;

h_{np} - середньомаксимальна глибина промерзання, в см;

a - кліматичний коефіцієнт, який характеризує швидкість відтавання ґрунту.

Визначаємо T_m :

$$T_m = \frac{(252 - 76) \cdot 3}{365} = 1,45$$

Визначаємо Тр.м.:

$$T_{p.m.} = 0,04 \cdot 252 = 10,08$$

Визначаємо початок і закінчення весняного бездоріжжя:

$$Z_{II} = 16 + \frac{5}{2,0} = 19,03$$

$$Z_K = 19 + \frac{0,7 \times 80}{2,0} = 16,04$$

Визначимо Тр:

$$T_p = 0,07 \cdot 252 = 17,64$$

Визначаємо T_c :

$$T_c = 252 - 76 - 1,45 - 10,08 - 17,64 = 147$$

3.4 Влаштування водоперепускної труби

Перед початком будівництва виконують підготовчі роботи: розчищають та планують майданчик, здійснюють розбивку осей, завозять матеріали та обладнання. Розташування труби визначається за проектом дороги. Вісь труби переносять на місцевість теодолітом та закріплюють стовпами, встановленими за межами котловану. Для винесення контурів котловану влаштовують обноску, що дозволяє точно передати габарити фундаменту та оголовків.

Перед розробкою котловану викопують водовідвідну каналу. Викопувати котлован без кріплень можна лише в сухих ґрунтах; у слабких або при надходженні води укоси укріплюють шпунтом. Котлован розробляють механізовано: бульдозерами, екскаваторами із прямою чи зворотною лопатою або драглайнами залежно від глибини та умов роботи. Завершальний шар ґрунту завтовшки 10-20 см зачищають вручну. У разі наявності перезволожених ґрунтів влаштовують щебеневу підготовку.

Фундаменти труб зазвичай виконують зі збірних блоків, які укладають на розчині М150 з дотриманням перев'язки швів. При монолітному варіанті бетонування ведуть секціями з улаштуванням деформаційних швів. Поверхні блоків, що контактують із ґрунтом, покривають гідроізоляцією.

Монтаж починають із вихідного оголовка. Ланки труби обробляють гарячим бітумом та встановлюють на цементний розчин. Стики між елементами ущільнюють клоччям, просоченим бітумом, ззовні наклеюють шар рубероїду, а з внутрішнього боку шви розшивають цементним розчином. Після завершення монтажу трубу покривають обмазувальною та обклеювальною гідроізоляцією.

Перед засипанням пазухи між фундаментом та укосами заповнюють ґрунтом, переконавшись у відсутності води. Подальша засипка виконується пошарово (до 20 см), на ширину не менше 4 м від осі труби та висоту до 2 м

над перекриттям або до проектної відмітки насипу. Рух техніки над трубою можна після досягнення шару засипки не менше 1 м.

3.5 Влаштування підстиляючого шару з піску

Піщаний підстиляючий шар укладається безпосередньо на попередньо ущільнений ґрунт. Він передбачений як під розширення проїзної частини завтовшки 15 см, так і під установку бордюрів, де його товщина становить 10 см.

Першим етапом є доставка піску з кар'єру до місця виконання робіт. Транспортування здійснюється автосамоскидами. Після прибуття матеріалу його необхідно розподілити в кориті відповідно до проектної товщини. Для цієї операції застосовують автогрейдери, що забезпечують рівномірне розподілення та планування піщаного шару.

Після розподілення шару проводиться його зволоження. Поливання виконується поливомийною машиною об'ємом 6000 л, яка здатна швидко та рівномірно звожити пісок, забезпечуючи умови для якісного ущільнення.

Завершальною операцією є ущільнення піску. Після формування щільного підстиляючого шару приступають до влаштування нижнього шару основи під проїзну частину та підготовки місць для встановлення бордюрів.

3.6 Технологія влаштування щебеневої основи методом заклинювання

Влаштування щебеневої основи методом заклинювання здійснюють у визначеній технологічній послідовності. Щебінь фракції 40-70 мм доставляють автосамоскидами безпосередньо на проїзну частину. Розподіл матеріалу у нижньому шарі основи завтовшки 15 см виконується автогрейдером потужністю 99 кВт. Для запобігання забрудненню щебеню пилом операції з ущільнення та заклинювання мають виконуватися у максимально стислі строки – не довше 1-3 діб.

Спершу щебінь підкочують самохідними гладкими котками масою 8 т із одночасним зволоженням. Після цього проводять основне ущільнення важкими котками масою 13 т також із поливом водою.

Перший період ущільнення передбачає підкатку щебеню до стійкого положення окремих зерен у шарі. Для цього застосовують котки масою 8-13т. Кількість проходів одного сліду становить до 7 проходів для щебеню з м'яких порід та від 8 до 15 проходів – для матеріалу з твердих порід.

Швидкість руху котків не повинна перевищувати 1,5-2,0 км/год. На цьому етапі зволоження проводять лише для щебеню зі зниженою міцністю – із розрахунку 40 л води на 1 м².

В іншому періоді формується верхня частина основи. На поверхню розсипають дрібний щебінь фракції 10-20 мм у кількості 1,5-2,0 м³ на покриття. Після внесення кожної фракції здійснюють розлив води (4-5 л/м²) та проводять ущільнення котками масою 10-13 т, а при використанні щебеню зниженої міцності – котками масою 6-10 т.

Ущільнення дрібного щебеню виконують від узбіч до осі дороги, забезпечуючи 10-15 проходів по одному сліду при швидкості руху $\approx 5,5$ км/год.

Ознаками досягнення залишкового ущільнення в другому та третьому періодах є:

- повна відсутність зсуву або переміщення щебеню;
- припинення утворення хвилі перед катком;
- відсутність сліду від проходу котка масою 12 т;
- стабільна робота двигуна котка на максимальній швидкості без зміни подачі палива.

3.7 Технологія влаштування покриття з асфальтобетонної суміші

Технологічна карта передбачає влаштування асфальтобетонного покриття товщиною 5 см. Верхній шар формується з дрібнозернистої

асфальтобетонної суміші типу Б, марки І (АБ.Др.Щ.Б.НП.І) згідно з ДСТУ Б В.2.7-119:2011, проектна товщина шару – 5 см.

До комплексу робіт належать:

- підготовка основи;
- розливання бітуму;
- укладання асфальтобетонної суміші;
- ущільнення (укочування) покриття.

За 2-3 години до початку укладання асфальтобетону на підготовлену основу автогудронатором наносять бітум із витратою 0,3 л/м².

Процес укладання асфальтобетонної суміші проводять двома асфальтоукладальниками. Товщина шару в пухкому стані приймається на 15-20% більшою за проектну величину. Висока якість укладання забезпечується за малих швидкостей руху укладальників. Роботи допускається виконувати у сухих погодних умовах за температури повітря не нижче +5 °С.

Асфальтобетонну суміш доставляють автомобілями-самоскидами КрАЗ-256Б.

Після укладання смуги завдовжки 8-10 м розпочинають процес ущільнення. Для цього застосовують самохідні котки:

- двовісні двовальцеві масою 8 т;
- тривальцеві двовісні масою 13 т.

Спершу ущільнення виконують легкими котками, проходячи 4-6 разів по одному сліду. Далі застосовують важкі котки, виконуючи приблизно 20 проходів.

Ущільнення вважається достатнім, коли після проходження важкого котка поверхня не залишає видимих слідів.

РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

4.1 Технічні засоби організації дорожнього руху

Технічні засоби організації дорожнього руху (ТЗОДР) є комплексом спеціальних елементів і пристроїв, призначених для забезпечення безпеки, впорядкування та підвищення ефективності руху транспортних засобів і пішоходів. Вони виконують інформаційну, попереджувальну, регулюючу та обмежувальну функції, а також сприяють оптимальному розподілу транспортних потоків.

До основних технічних засобів організації дорожнього руху належать: дорожні знаки, які інформують учасників руху про умови, обмеження та напрямки руху; дорожня розмітка, що наноситься на покриття проїзної частини та використовується для орієнтації водіїв і регулювання руху; світлофорні об'єкти, призначені для керування транспортними та пішохідними потоками; дорожні огороження, які забезпечують розмежування смуг руху, запобігають виїзду на зустрічну смугу та підвищують рівень безпеки; засоби заспокоєння та контролю швидкості руху, зокрема штучні нерівності, автоматизовані системи контролю та фіксації порушень; інформаційні табло та навігаційні системи, що надають водіям оперативну інформацію про дорожню обстановку, погодні умови та можливі затримки руху; системи сигналізації та паркувальні засоби, що застосовуються на потенційно небезпечних ділянках, пішохідних переходах та місцях зупинки транспортних засобів.

Застосування зазначених засобів у комплексі дозволяє підвищити пропускну здатність автомобільної дороги, зменшити ймовірність виникнення дорожньо-транспортних пригод та забезпечити комфортні умови руху. Сучасний розвиток транспортної інфраструктури також передбачає впровадження інтелектуальних систем управління рухом, які здійснюють аналіз транспортної ситуації в режимі реальної години.

З урахуванням наведеного, на проєктованій ділянці автомобільної дороги М-06 Київ-Чоп на ділянці км 469+020...471+350 у Львівській області передбачено виконання таких заходів з організації дорожнього руху:

- встановлення дорожніх знаків відповідно до вимог [18];
- нанесення дорожньої розмітки згідно з [19];
- улаштування дорожніх огорожень відповідно до [6].

Проєкт організації дорожнього руху розроблено згідно з вимогами «ДСТУ 8752:2017 Безпека дорожнього руху. Проєкт організації дорожнього руху. Правила розроблення, побудови, оформлення. Вимоги до змісту» [20].

4.1.1 Дорожні знаки

Система дорожніх знаків є базовим інструментом регулювання та впорядкування дорожнього руху. Вона забезпечує своєчасне доведення до учасників руху інформації про дорожні умови, обмеження, небезпечні ділянки та встановлені правила, що в цілому сприяє підвищенню безпеки та пропускної здатності дороги.

Функціонально дорожні знаки виконують завдання попередження, заборони, припису чи інформування. Залежно від цього вони класифікуються на кілька груп.

Попереджувальні знаки призначені для завчасного інформування водіїв про потенційні небезпеки та складні умови руху.

Заборонні знаки встановлюють обмеження або повну заборону окремих маневрів чи режимів руху.

Наказові знаки визначають обов'язкові напрямки руху чи дії, яких необхідно дотримуватися.

Інформаційно-вказівні знаки використовуються для орієнтування учасників руху на дорозі та повідомляють про напрямки руху, розташування об'єктів та параметри ділянки.

Окрему групу складатимуть знаки пріоритету, що регламентують порядок проїзду перехрестя та звужених ділянок, а також знаки сервісу, які інформують про об'єкти дорожнього та соціального обслуговування.

Додаткові таблички застосовуються для уточнення умов дії основних знаків.

При проектуванні схем розміщення дорожніх знаків особлива увага приділяється умовам їх сприйняття. Знаки встановлюють в місцях, що забезпечують їх своєчасне виявлення водіями без обмеження оглядовості.

Висоту встановлення знаків та відстань від краю проїзної частини приймають відповідно до нормативних вимог з урахуванням розташування дороги (в межах або за межами населених пунктів). На ділянках з інтенсивним та багатосмуговим рухом передбачають дублювання знаків для підвищення їхньої видимості.

Для забезпечення сприйняття інформації в темну добу застосовуються знаки зі світлоповертальним покриттям.

У проекті прийнято використання дорожніх знаків другого типорозміру.

Загальна кількість знаків, передбачених до встановлення на проєктованій ділянці реконструкції автомобільної дороги М-06, становить 50 одиниць.

Опори дорожніх знаків прийняті за типовими проектними рішеннями згідно з альбомом АД А.2.4-376419/8-001:2015 [21] та виконуються з оцинкованих металевих труб.

Проектні рішення щодо застосування та розміщення дорожніх знаків відповідають вимогам чинних нормативних документів [18]. Перелік та характеристики дорожніх знаків, використаних у проекті, наведені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Дорожні знаки

Номер згідно з ДСТУ-4100-2021	Кількість , шт		
	типорозмір		З І П
	І	ІІ	
1.4.1	-	7	-
1.4.2	-	7	-
1.23.1	-	4	-
1.23.2	-	1	-
1.32	-	1	-
2.1	-	3	-
2.4	-	2	-
4.1	-	2	-
4.2	-	2	-
5.20.1	-	2	-
5.21.1	-	2	-
5.38.1	-	2	-
5.38.2	-	2	-
5.45	-	1	-
5.46	-	1	-
5.53	-	3	-
5.54	-	4	-
5.60	-	4	-

4.1.2 Розмітка дорожня

Дорожня розмітка є сукупністю ліній, написів, символів та інших графічних позначень, що наносяться на поверхню проїзної частини з

удосконаленим покриттям, бордюрні елементи, а також на конструкції та обладнання автомобільних доріг. Вона використовується як самостійний засіб організації руху, так і у взаємодії з дорожніми знаками та світлофорними об'єктами з метою впорядкування транспортних потоків та підвищення безпеки руху.

За характером застосування розрізняють два основні види дорожньої розмітки: горизонтальну та вертикальну. Горизонтальна розмітка включає поздовжні й поперечні лінії, стріли, написи та інші умовні позначення, що наносяться безпосередньо на покриття проїзної частини доріг з удосконаленим типом покриття. Залежно від функціонального призначення вона поділяється на поздовжню, поперечну та додаткові види.

Вертикальна розмітка застосовується для виділення торцевих поверхонь елементів дорожніх споруд, інженерного обладнання, а також для маркування потенційно небезпечних об'єктів за допомогою контрастних смуг та світлоповертальних елементів, що закріплюються на цих конструкціях.

Нанесення дорожньої розмітки повинно здійснюватися фарбами, термопластичними сумішами або іншими матеріалами з підвищеною зносостійкістю з дотриманням встановлених геометричних параметрів. У разі повторного нанесення необхідно забезпечити повне усунення видимих залишків попередньої розмітки.

Ширина смуг руху при нанесенні горизонтальної розмітки приймається відповідно до категорії автомобільної дороги та вимог чинних будівельних норм. На ділянках, де параметри поперечного профілю не повністю відповідають нормативам, ширина розміченої смуги не повинна бути меншою за 3,0 м. Для смуг, призначених виключно для руху легкових автомобілів, допускається зменшення ширини до 2,75 м за умови впровадження відповідних обмежень режиму руху.

На цементобетонних покриттях у разі збігу поздовжньої лінії розмітки, що розділяє потоки попутного напрямку, з поздовжнім швом допускається її

нанесення з лівого боку від шва за напрямком руху. Лінії, що відокремлюють зустрічні транспортні потоки, можуть наноситися з будь-якого боку шва.

Вертикальна розмітка передбачається для маркування опор штучного освітлення, металевих та бетонних конструкцій та інших перешкод, розташованих у межах узбіччя або на відстані менше ніж 5 м від краю проїзної частини, а за наявності бордюру – ближче ніж 0,75 м.

За значної ширини вертикальної поверхні допускається нанесення розмітки лише на її частину, що є найближчою до проїзної частини, шириною до 0,5 м, а при великій висоті конструкцій – на висоту до 2,0 м.

Відомість по нанесенню представляється в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Відомість дорожньої розмітки

Номер згідно з ДСТУ 2587	Кількість місць, шт.	Довжина, м	Площа кольору, м ²	
			білого	чорного
1.1 (крайова)	–	10945	1094.5	–
1.1	–	1394	139.4	–
1.5	–	4010	100.25	–
1.6	–	814	61.05	–
1.7	–	60	3.0	–
1.8	–	722	72.2	–
1.13	–	–	2.82	–
1.14.1	–	4	9.6	–
1.16.1	–	–	7.18	–
1.16.2	–	–	8.04	–
1.16.3	–	–	10.64	–
1.18а	–	–	8.64	–
1.18в	6	–	10.92	–
1.19	6	–	12.12	–
1.20	1	–	2.25	–
2.4	209	–	стовпчики постачаються з розміткою	
2.6	–	2100	420.0	210.0

В нашому проєкті передбачається нанесення дорожньої розмітки загальною площею 3013,72м², зокрема: горизонтальної – 602,52 м² та вертикальної – 1411,2м², використовуючи фарби типу "Пластирум" у відповідності до «ДСТУ 2587:2021 Розмітка дорожня. Загальні технічні умови» [19].

4.1.3 Дорожні огороження

В проєкті реконструкції ділянки автомобільної дороги М-06 Київ-Чоп на ділянці км 469+020...471+350 у Львівській області передбачено встановлення наступних дорожніх огорожень:

1) огороження бар'єрного типу марки 11ДО, довжиною 4660 м.

Та напрямних пристроїв:

1) Напрямні стовчики в кількості 65 шт.;

2) Вставки розмічальні дорожні ВРД-1 та ВРД-5 загальною кількістю 626 штук.

Відомості про дорожнє огороження та напрямні пристрої представлені в таблиці 4.3

Таблиця 4.3 – Дорожні огороження та напрямні пристрої

Найменування, марка згідно з ДСТУ 8751:2017	Кількість, ШТ.	Довжина, м
Огороження 11ДО-ММ.2	–	4660
Напрямні стовпчики	65	–
Вставки розмічальні ВРД - 1	448	–
Вставки розмічальні ВРД - 5	178	–

4.2 Облаштування дороги

Під час примикання проекрованої траси до існуючої автомобільної дороги передбачається виконання підготовчих робіт, пов'язаних із видаленням зелених насаджень. Зокрема, запроектовано вирубування 14 дерев з подальшою обробкою деревини, трелюванням на відстань до 100 м, корчуванням пнів, з очищенням місця від ґрунту, засипанням підкореневих ям та вивезенням пнів на відстань 13 км до території відпрацьованого кар'єру.

Проектними рішеннями також передбачено перенесення та перебудову існуючих інженерних комунікацій, а саме: шести ліній кабельного зв'язку та однієї повітряної лінії.

До початку будівництва об'їзної дороги необхідно виконати заходи щодо відновлення меліоративної мережі в межах ділянки проведення робіт. Загальна площа території, на якій заплановано поновлення меліоративних систем, становить 12,0 га.

З метою підвищення рівня безпеки руху транспортних засобів на реконструйованій ділянці автомобільної дороги Київ-Чоп проектом передбачено впровадження комплексу інженерно-технічних заходів. Зокрема, вздовж кромek проїзної частини запроектовано влаштування укріплювальних смуг, а також укріплення узбіч з метою підвищення стійкості дорожньої конструкції та зниження ризику виїзду транспортних засобів за межі проїзної частини.

4.3 Нові технології, сучасні матеріали та конструкції

З метою підвищення експлуатаційної надійності, довговічності та покращення транспортно-експлуатаційних показників автомобільної дороги та штучних споруд у проекті передбачено застосування сучасних матеріалів та технологічних рішень.

Покриття проїзної частини запроектовано з використанням асфальтобетонних сумішей з використанням поверхнево-активних речовин. Для забезпечення високої видимості у темну пору доби та за несприятливих погодних умов передбачено застосування дорожніх знаків із світлоповертальним покриттям високоінтенсивного, алмазного або алмазно-флуоресцентного типу.

Конструкції дорожніх знаків та опори до них прийнято з матеріалів, стійких до корозії, або з відповідним антикорозійним захистом. Розмітка проїзної частини передбачається з довготривких фарб, що характеризуються підвищеною зносостійкістю. Напрямні пристрої запроектовані у вигляді полівінілхлоридних стовпчиків зі світлоповертальними елементами, а бар'єрні огороження передбачені з антикорозійним захистом шляхом гарячого оцинкування.

4.4 Забезпечення доступності об'єкту для маломобільних груп населення

Досить важливою на сьогоднішній день функцією проєктантів і держави вважається захист інтересів маломобільних груп населення. Основним нормативним документом, що регулює дане питання являється «ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будинків і споруд. Основні положення» [22].

В даному проєкті для того, щоб забезпечити доступність для маломобільних груп населення передбачено наступні заходи:

- в місцях наявності пішохідних переходів бортовий камінь встановлюється в рівень з основним проїздом;
- тротуар влаштований із поперечним ухилом до 15%;
- перед пішохідними переходами передбачено влаштування тактильної плитки для людей із вадами зору.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Необхідні заходи з охорони праці, техніки безпеки та пожежної безпеки, які передбачено в проєкті при виконанні реконструкції автомобільної дороги М-06 на ділянці км 469+020...471+350 у Львівській області представлені в додатку В.

РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

Кошторисні розрахунки до атестаційної магістерської роботи на тему: «Проєкт реконструкції автомобільної дороги М-06 на ділянці км 469+020...471+350, Львівська область» розроблені в програмному комплексі АВК та представлені в додатку Г.

РОЗДІЛ 7. НАУКОВА ЧАСТИНА

7.1 Актуальність дослідження

Автомобільні шляхи належать до складних інженерних об'єктів, призначених для забезпечення безпечного та безперервного пересування транспортних засобів. Вони є невід'ємною складовою системи організації дорожнього руху та функціонують як єдиний комплекс взаємопов'язаних елементів. Процеси проектування та зведення таких споруд пов'язані з розв'язанням широкого кола технічних завдань, що потребують фахових знань у галузях геодезії, інженерної геології, гідротехніки, будівництва штучних споруд, а також організації та безпеки руху.

Зростання інтенсивності транспортних потоків з часом призводить до ситуацій, коли застосування лише дорожніх знаків, розмітки та інших засобів регулювання вже не гарантує необхідного рівня пропускної здатності, швидкості пересування та безпеки. У таких умовах виникає потреба у впровадженні більш комплексних інженерних рішень, спрямованих на покращення експлуатаційних характеристик доріг. Одним із таких заходів є реконструкція окремих ділянок автомобільних шляхів.

Реконструкція автомобільної дороги полягає у її технічному удосконаленні з метою підвищення пропускної спроможності, збільшення середніх швидкостей руху, зменшення рівня аварійності, ліквідації аварійно-небезпечних місць та запобігання утворенню заторів.

Особливої уваги потребують дороги старої забудови, для яких характерна змінність геометричних параметрів траси у плані та профілі. Коливання цих параметрів безпосередньо впливають на умови руху, зокрема на швидкість транспортних засобів та пропускну здатність окремих відрізків.

Найбільш аварійно небезпечними вважаються відрізки автомобільних доріг, що мають такі характерні недоліки:

- недостатню ширину проїзної частини;

- обмежену видимість у плані чи поздовжньому профілі;
- раптову зміну напрямку траси;
- нерегульоване перетинання транспортних та пішохідних потоків;
- відсутність смуг для розгону та гальмування;
- значні поздовжні ухили.

Значна частина дорожньо-транспортних пригод виникає внаслідок виїзду транспортних засобів за межі проїзної частини, а також внаслідок зіткнень з опорами шляхопроводів, щоглами освітлення та іншими інженерними чи технічними об'єктами, розміщеними в межах придорожньої смуги. Наявність таких елементів поблизу дороги істотно підвищує рівень ризику для учасників руху, особливо через несприятливі дорожні або погодні умови.

Додатковим фактором підвищеної небезпеки є виконання ремонтних робіт на вулицях та автомобільних дорогах. У процесі їх проведення формуються часові зони ускладненого руху, що призводить до зниження пропускної здатності проїзної частини, погіршення умов руху та виникнення заторів, які негативно впливають на ефективність транспортного процесу в цілому.

Одним із ключових напрямів підвищення рівня безпеки та ефективності руху є створення умов для забезпечення високих і водночас близьких за величиною швидкостей руху на суміжних відрізках автомобільної дороги. Досягнення цього можливе за рахунок плавності траси, тобто відсутності різких переломів у плані та поздовжньому профілі, а також за умови достатньої ширини та належного технічного стану проїзної частини та узбіч.

Зі зростанням різниці між розрахунковою швидкістю, прийнятою при проектуванні, та фактичною швидкістю руху транспортних потоків зменшується коефіцієнт безпеки. У свою чергу це призводить до підвищення ймовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод. Тому гранична швидкість руху повинна обмежуватися рівнем безпечної швидкості, яка

встановлюється на підставі аналізу окремих елементів плану та поздовжнього профілю конкретної ділянки дороги.

Метою даної роботи є аналіз стану безпеки дорожнього руху на автомобільній дорозі М-06 на відрізку км 469+020...471+350 у межах Львівської області з використанням методів оцінювання за коефіцієнтами аварійності та безпеки швидкості руху автомобільного потоку.

7.2 Аналіз стану безпеки дорожнього руху на ділянці, що підлягає реконструкції

7.2.1 Оцінювання та аналіз за методом коефіцієнтів аварійності

Дорожні умови на автомобільній дорозі мають формуватися таким чином, щоб забезпечити максимально можливий рівень безпеки для всіх учасників руху. Підвищення безпеки дорожнього руху може досягатися різними шляхами. Вплив одних негативних факторів зменшується завдяки удосконаленню організації дорожнього руху, тоді як інші усуваються шляхом виконання заходів дорожньо-експлуатаційної служби, зокрема через проведення ремонтних робіт та покращення технічного стану дороги.

Перед розробленням конкретних технічних та організаційних заходів, спрямованих на покращення дорожньої обстановки, необхідно виконати оцінку рівня безпеки руху та визначити ділянки з підвищеною аварійністю. Саме на таких відрізках дороги проводитиметься детальний аналіз та комплексна оцінка умов руху.

Слід зазначити, що процес оцінювання безпеки дорожнього руху є досить складним, оскільки рух транспортного потоку є багатфакторним і ймовірнісним процесом. Формування транспортного потоку відбувається під впливом значної кількості випадкових факторів, багато з яких на сьогодні ще недостатньо досліджені та формалізовані.

Для виявлення на автомобільних дорогах існуючих, а також потенційних місць концентрації дорожньо-транспортних пригод застосовують такі основні методи аналізу:

- метод коефіцієнтів аварійності, що базується на узагальненні та обробці статистичних даних про дорожньо-транспортні пригоди;
- метод коефіцієнтів безпеки, який ґрунтується на аналізі графіків зміни швидкостей руху транспортних засобів вздовж траси.

Використання методу коефіцієнтів аварійності дозволяє, виходячи з допустимих для дороги параметрів, визначати її пропускну здатність, інтенсивність транспортного потоку, а також обґрунтовувати необхідність коригування геометричних елементів дороги.

Для отримання найбільш повної та достовірної характеристики рівня безпеки руху на автомобільній дорозі необхідно застосовувати всі перелічені методи в комплексі. Це пояснюється тим, що кожен з них окремо не охоплює повною мірою всі фактори, здатні призводити до виникнення дорожньо-транспортних пригод.

Зокрема, коефіцієнти аварійності не повністю відображають особливості руху окремих транспортних засобів із підвищеними швидкостями у періоди низької інтенсивності руху. Водночас коефіцієнти безпеки не враховують у повному обсязі фактори, пов'язані з психологічним сприйняттям водіями дорожніх умов. Часткові коефіцієнти аварійності визначаються на підставі аналізу плану та поздовжнього профілю проектованої дороги, а також лінійного графіка ділянки дороги, що експлуатується.

Графік підсумкового коефіцієнта аварійності надає орієнтовну інформацію щодо можливих зон концентрації дорожньо-транспортних пригод. Рівень небезпеки окремих ділянок автомобільної дороги оцінюють залежно від величин коефіцієнтів аварійності відповідно до їхньої градації, наведеної в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Дані коефіцієнтів аварійності

Класифікація ділянок дороги за рівнем безпеки	Абсолютно безпечні	Незначно небезпечні	Небезпечні	Дуже небезпечні
Значення остаточного коефіцієнта відносно аварійності	< 10	Від 11 до 20	Від 21 до 40	> 40

На підставі виконаних розрахунків з використанням наведених методик формуються епюри коефіцієнтів безпеки та аварійності. Узагальнений аналіз отриманих графічних залежностей дає можливість визначити відрізки автомобільної дороги, що характеризуються підвищеним рівнем безпеки [23].

Таблиця 7.2 – Коефіцієнти аварійності

Ділянки дороги за рівнем безпеки			
Безпечна	Мало небезпечна	Небезпечна	Дуже небезпечна
ПК 68+00 – ПК 68+72 ПК 75+00 – ПК 78+30	ПК 55+00 – ПК 59+29 ПК 62+93 – ПК 68+00 ПК 72+20 – ПК 75+00	ПК 59+29 – ПК 62+25 ПК 62+21 – ПК 62+93 ПК 68+72 – ПК 72+20	-

Вихідною інформацією для проведення автоматизованого визначення коефіцієнтів аварійності були показники інтенсивності руху та структура транспортного потоку, а також відомості про наявність придорожньої забудови, бічних перешкод та проходження траси через населені пункти.

Під час аналізу побудованого графіка коефіцієнтів аварійності встановлено, що в цілому досліджувана автомобільна дорога відповідає категорії «мало безпечної». Водночас на ній виділяються окремі відрізки, які віднесені до групи «небезпечних». Виникнення таких ділянок зумовлене проходженням траси в межах населеного пункту Олесько та наявності розв'язки.

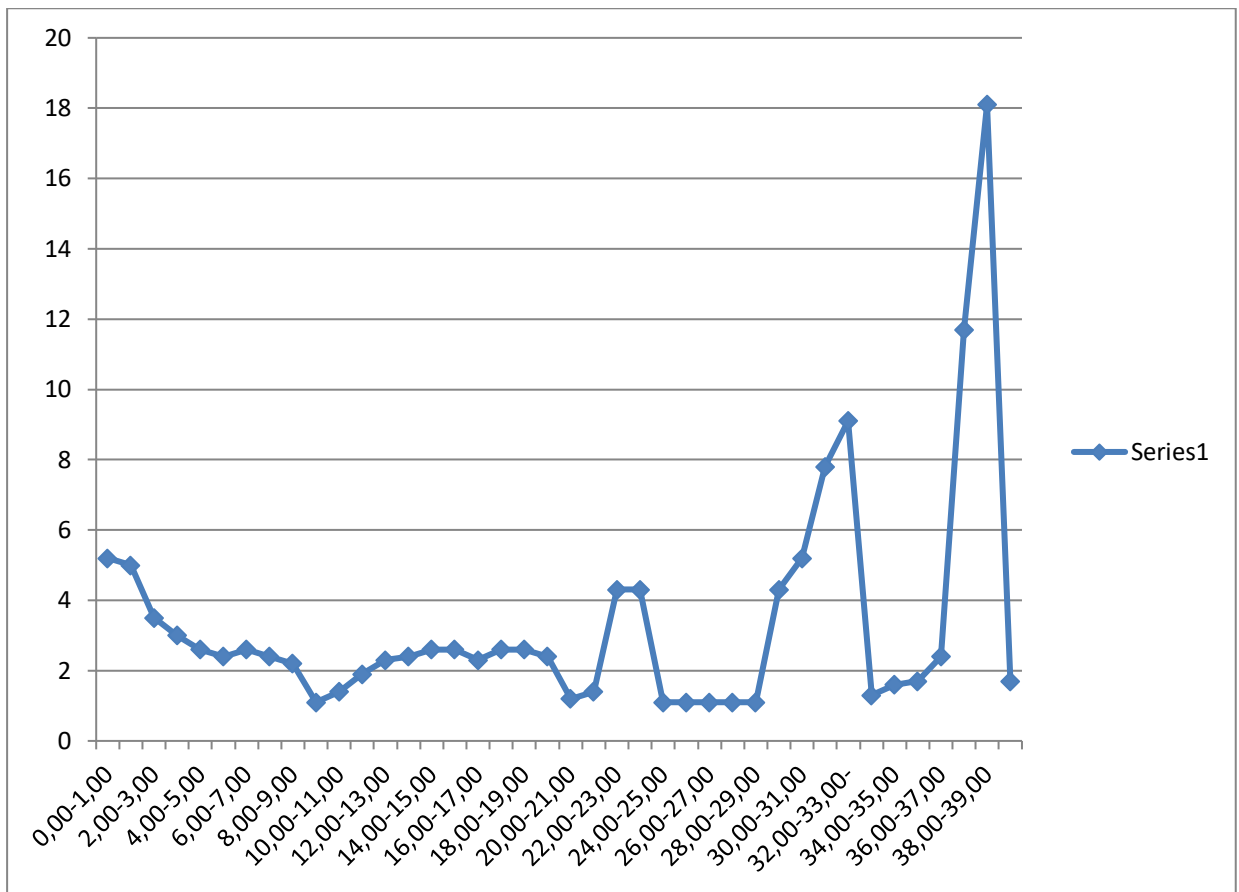


Рисунок 7.1 – Коефіцієнти аварійності на автомобільній дорозі М-06 на відрізку км 469+020...471+350 (ПК 0+00 на рисунку відповідає проектному ПК 55+00)

7.2.2 Аналіз методом коефіцієнтів безпечної швидкості потоку транспорту

Оцінювання рівня безпеки дорожнього руху із застосуванням методу коефіцієнтів безпеки швидкості автомобільного потоку виконувалося з використанням програмного комплексу CAD_CREDO, в якому реалізовано відповідний розрахунковий алгоритм.

Визначення коефіцієнтів безпеки здійснювалось в автоматизованому режимі на основі моделювання розрахункової швидкості руху легкового автомобіля, що пересувається в умовах вільного потоку за задовільного технічного стану проїзної частини. Для проведення розрахунків були використані вихідні дані, які включали інтенсивність руху та склад

транспортного потоку (додаток А), наявність придорожньої забудови, бічних перешкод, проходження дороги через населені пункти та інші фактори, що впливають на режим руху.

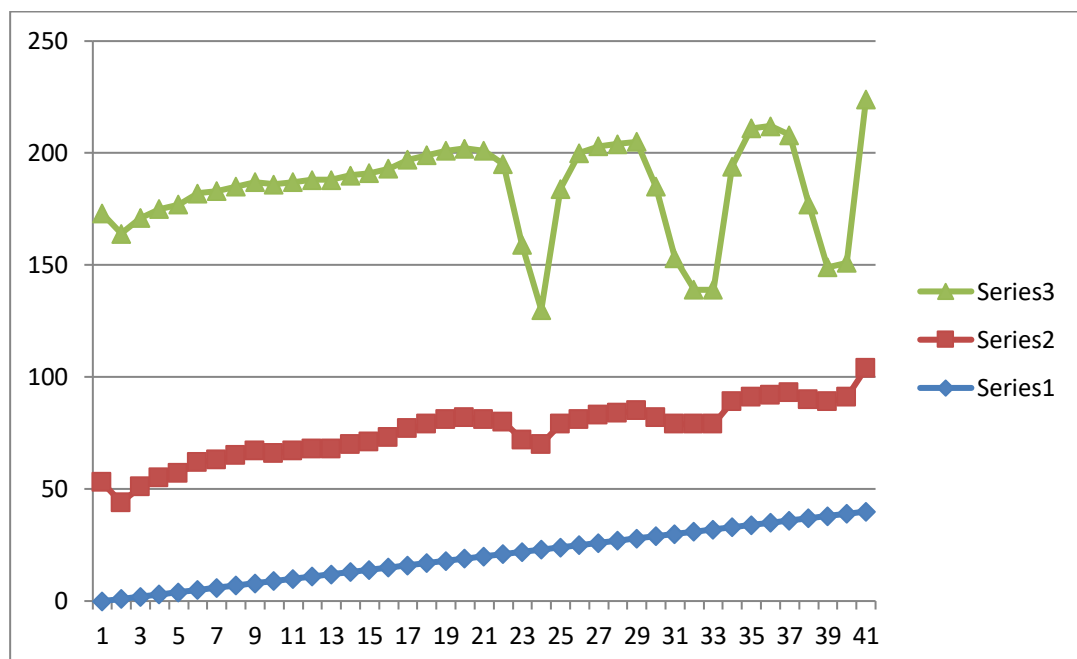
Граничні допустимі значення коефіцієнтів безпеки швидкості автомобільного потоку наведені в таблиці 7.3.

Таблиця 7.3 – Дані коефіцієнтів безпеки

Коефіцієнти безпеки	Менше 0,4	Від 0,4 до 0,6	Від 0,6 до 0,8	Більше 0.8
Класифікація ділянок дороги за рівнем небезпеки	Дуже небезпечні	Небезпечні	Мало небезпечні	Безпечні

За результатами аналізу побудованого графіка коефіцієнтів безпеки встановлено, що більша частина досліджуваної дороги характеризується рівнем «мало небезпечна» або «безпечна». Значення коефіцієнта безпеки, що відповідають категорії «безпечна», обумовлені наявністю перетинів на одному рівні, які впливають на режим руху транспортних засобів.

а)



в)

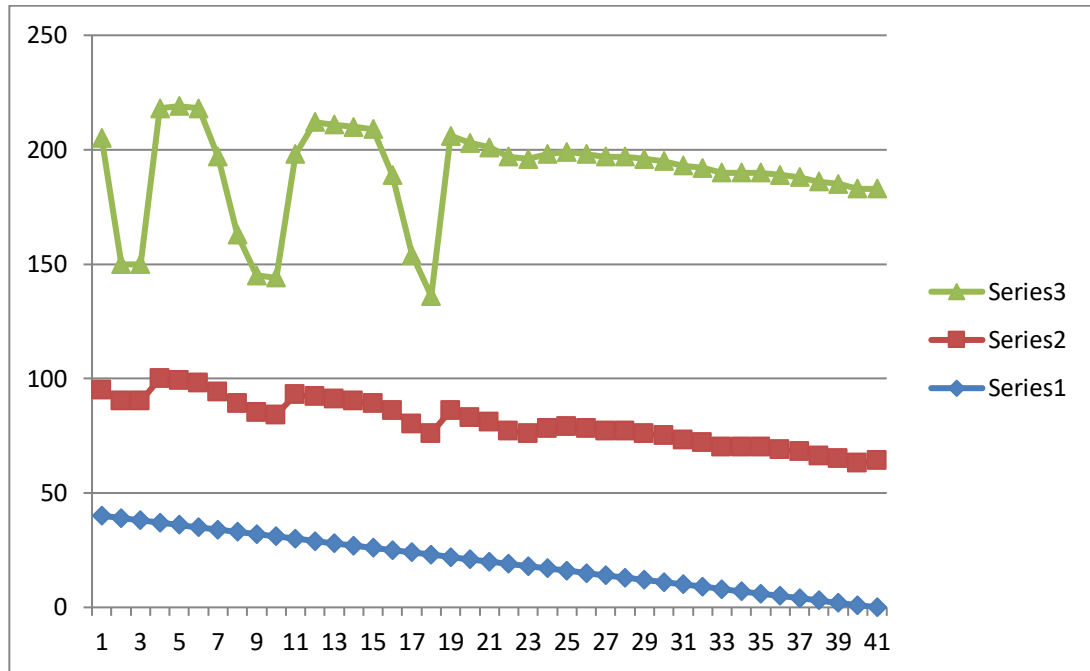


Рисунок 7.2 – Епюра швидкості руху та коефіцієнтів безпеки швидкості потоку транспорту (ПК 55+00 - ПК 78+30):

а) в прямому напрямку, в) в зворотному напрямку

Ряд1- напрям потоку транспорту;

Ряд2 – швидкість руху потоку транспорту, км/год;

Ряд3 – швидкість автомобіля (розрахункового), км/год.

(ПК 0+00 на рисунку відповідає проектному ПК 55+00)

В цілому, з урахуванням показників коефіцієнтів безпеки та аварійності, дана автомобільна дорога переважно належить до груп «безпечна» та «мало небезпечна». Водночас на окремих пікетах зафіксовані небезпечні ділянки, де значення коефіцієнта безпеки становить 0,5 і менше, зокрема на ПК 59+29 – ПК 62+25; ПК 62+21 – ПК 62+93; ПК 68+72 – ПК 72+20.

7.2.3 Видимість автомобіля і аналіз аварійних ділянок на автомобільній дорозі М-06 на відрізку км 469+020...471+350

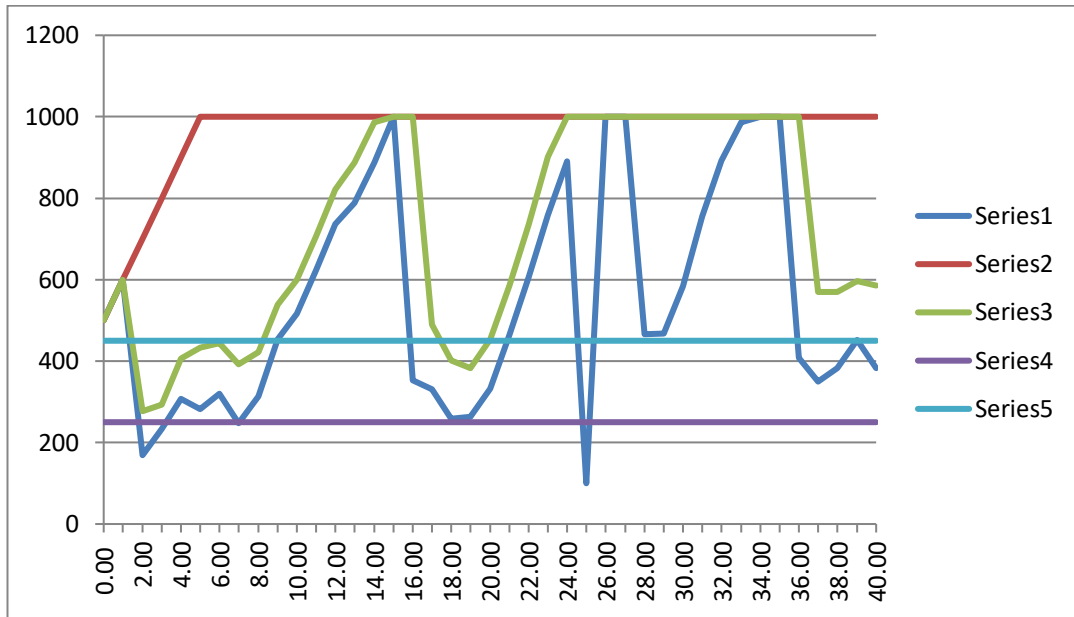
Під час обстеження автомобільних доріг особливу увагу приділяють систематичному аналізу ділянок із підвищеним рівнем аварійності. Такі відрізки визначаються на основі лінійних графіків коефіцієнтів аварійності та безпеки, а також шляхом вивчення статистичних даних дорожньо-транспортних пригод. Виявлені небезпечні місця потребують поглибленого та детального дослідження.

Досвід експлуатації автомобільних доріг свідчить, що найбільшу загрозу безпеці руху становитимуть окремі елементи та умови траси. Передусім це ділянки, що розташовані в межах населених пунктів, транспортних розв'язок. Вони відзначаються значною інтенсивністю руху транспортних засобів та пішоходів, наявністю чисельних стаціонарних об'єктів, розміщених поблизу проїзної частини, а також припаркованих автомобілів. Усі ці чинники не лише зменшують ширину проїзної частини, а й суттєво погіршують оглядовість для учасників дорожнього руху. За статистичними даними, на таких ділянках припадає близько 20-30 % від загальної кількості дорожньо-транспортних пригод.

Підвищений рівень аварійності також характерний для перетинів та примикань автомобільних доріг на одному рівні. На цих вузлах дорожньої мережі реєструється від 10 до 30 % усіх дорожньо-транспортних пригод, що зумовлено складністю взаємодії транспортних потоків та обмеженими можливостями маневрування.

Суттєвий вплив на безпеку руху мають ділянки з недостатніми зчипними властивостями дорожнього покриття. Протягом року частка аварій на таких відрізках може коливатися в межах 30-70 % від загальної кількості дорожньо-транспортних пригод, особливо через несприятливі погодні умови.

a)



в)

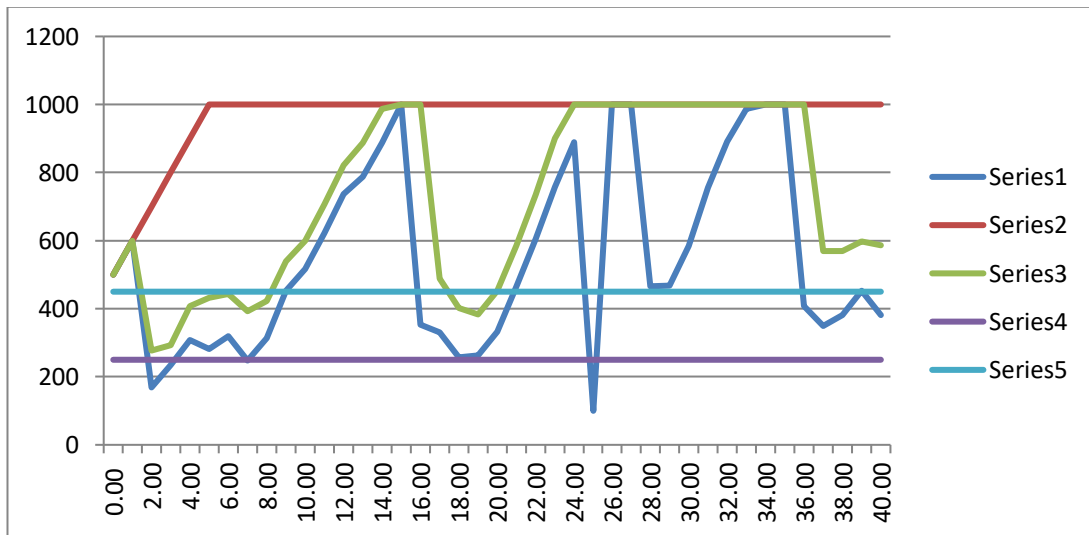


Рисунок 7.3 – Видимість предметів, що мають висоту 0,2 м на ділянці ПК

55+00 - ПК 78+30 автодороги Київ-Чоп:

а) в прямому напрямку, в) в зворотному напрямку

Ряд1 – Видимість предметів в профілі, що мають висоту 0,2 м;

Ряд2 – Видимість в плані;

Ряд3 – Видимість автомобіля, що рухається назустріч;

Ряд4 – Видимість предметів нормативна, що мають висоту 0,2 м;

Ряд5 – нормативна видимість автомобіля, що рухається назустріч та нормативне значення видимості.

(ПК 0+00 на рисунку відповідає проектному ПК 55+00)

Небезпечними з точки зору аварійності є також ділянки з тривалими та значними підйомами та спусками. На них фіксується від 7 до 25 % дорожньо-транспортних пригод, при цьому найтяжчі наслідки, як правило, спостерігаються під час руху транспортних засобів на спуск.

Крім того, підвищену небезпеку становлять криві малого радіуса в плані, відрізки з обмеженою видимістю як у плані, так і в профілі, а також мости та шляхопроводи з недостатньою шириною проїзної частини. Частка дорожньо-транспортних пригод на таких ділянках становить близько 3 % від їх загальної кількості, причому найчастіше вони трапляються у темний період доби [23,24].

Висновки.

Проведений аналіз рівня безпеки дорожнього руху на автомобільній дорозі М-06 в межах ділянки км 469+020...471+350, що розташована у Львівській області, дає підстави зробити висновок про необхідність впровадження комплексу інженерно-організаційних заходів, спрямованих на зменшення імовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод, а також на їх мінімізацію.

З метою підвищення рівня безпеки руху на зазначених ділянках необхідно передбачити виконання таких заходів. По-перше, необхідно влаштувати пологі укоси земляного полотна, що забезпечить можливість безпечного з'їзду транспортних засобів у разі втрати керування. По-друге, слід обмежити розміщення у придорожній смузі важких та масивних інженерних конструкцій, які можуть становити додаткову загрозу при з'їзді автомобіля з проїзної частини. По-третє, в місцях з підвищеним рівнем небезпеки необхідно встановити ударобезпечні дорожні огороження, конструктивні рішення яких повинні відповідати ряду вимог, а саме: забезпечувати ефективне поглинання кінетичної енергії транспортного засобу та інформувати водіїв про межі та характер небезпечної зони.

Крім того, під час виконання ремонтних та реконструкційних робіт на автомобільних дорогах утворюються часові зони підвищеної небезпеки, що негативно впливає на пропускну здатність та ефективність транспортного процесу. Для зниження негативних наслідків, пов'язаних із проведенням реконструкції автомобільної дороги М-06 на ділянці км 469+020...471+350 у Львівській області, необхідно реалізувати комплекс додаткових організаційних заходів.

Зокрема, слід заздалегідь визначити можливі маршрути об'їзду або передбачити влаштування спеціально обладнаного тимчасового об'їзного шляху. Важливо також забезпечити своєчасне, повне та доступне інформування всіх учасників дорожнього руху щодо умов проїзду та зміни в організації руху. Проїзд ремонтваною ділянкою повинен здійснюватися з обов'язковим обмеженням швидкісного режиму, що реалізується шляхом встановлення необхідних технічних засобів організації та регулювання дорожнього руху. Додатково в місцях підвищеної небезпеки необхідно передбачити встановлення огорожень, обладнаних світлоповертальними елементами та сигнальними ліхтарями, які забезпечуватимуть належну видимість у темну годину доби та за несприятливих погодних умов.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Споруди транспорту. Автомобільні дороги: ДБН В.2.3-4:2015 Київ.: Мінрегіонбуд України – 2015. – 104 с. – (Національний стандарт України).
2. Вулиці та дороги населених пунктів: ДБН В.2.3-5:2018. – Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. – 55 с.
3. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій. – Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. – 185 с.
4. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія.
5. ДБН А.2.2-1-2003 Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд.
6. ДСТУ 8751:2017. Безпека дорожнього руху. Огородження дорожні і напрямні пристрої. Правила використання. Загальні технічні вимоги.
7. ДСТУ-Н Б В.2.3-34:2016. Настанова з виконання робіт при будівництві мостів та труб.
8. ДСТУ 9057:2020. Настанова з проектування та влаштування споруд поверхневого водовідведення на автомобільних дорогах загального користування.
9. Бойчук В. С. Довідник дорожника. – К.: Урожай, 2002. – 558 с.
10. ДСТУ Б В.2.7-129:2013 Емульсії бітумні дорожні. Технічні умови.
11. ДСТУ Б В.2.7-32-95. Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови.
12. ДСТУ Б В.2.7-30:2013. Матеріали нерудні для щибених і гравійних основ та покриттів автомобільних доріг. Загальні технічні умови.

13. ДСТУБ В.2.7-119:2011 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови.
14. ГБН В.2.3-37641918-559:2019. Автомобільні дороги. Дорожній одяг нежорсткий. Проектування.
15. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. – Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016. – 51 с.
16. ДСТУ Б А.3.1-22:2013. Визначення тривалості будівництва. – Київ: Мінрегіон України, 2014. – 34с.
17. СОУ 42.1-37641918-098:2017 „Автомобільні дороги. Норми часу на ремонтно-будівельні роботи. Зміна №1. – Київ: Державне агентство автомобільних доріг України (Укравтодор), 2020.
18. ДСТУ 4100:2021. Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування.
19. ДСТУ 2587:2021. Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні умови.
20. ДСТУ 8752:2017 Безпека дорожнього руху. Проект організації дорожнього руху. Правила розроблення, побудови, оформлення. Вимоги до змісту.
21. Альбом типових рішень з проектування опори дорожнього знака для автомобільних доріг загального користування. АД А. 2.4-37641918-001:2015.
22. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. – Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. – 70 с.
23. Поліщук В.П. Організація та регулювання дорожнього руху /В.П. Поліщук, О.П. Дзюба. – Київ: Знання України, 2016. – 467 с.
24. Кищун В.А., Кузнецов Р.М., Мурований І.С., Лаба О.В. Безпека дорожнього руху та деякі правові аспекти: Навч. Пос. – Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2010. – 226с.

