

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет архітектури, будівництва та дизайну

(повне найменування факультету)

Кафедра будівництва та цивільної інженерії

(повна найменування кафедри)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»**

**ПРОЄКТ РЕКОНСТРУКЦІЇ А/Д М-30 СТРИЙ – УМАНЬ –
ДНІПРО – ІЗВАРИНЕ у н.п. ВІЙТІВЦІ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ
ОБЛАСТІ**

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

освітня програма Будівництво та цивільна інженерія
(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи БЦІ-42
**САВОСІЮК Владислав
Миколайович**

(підпис)

Керівник: к.т.н., доцент
Талах Людмила Олександрівна

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
« » _____ 2025_ р.
к.т.н., професор
Гарант освітньої програми:
Андрійчук Олександр Валентинович

(підпис)

Луцьк – 2025 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет архітектури, будівництва та дизайну
Кафедра будівництва та цивільної інженерії
Ступінь вищої освіти бакалавр
Галузь знань 19 Архітектура та будівництво
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
Індивідуальна освітня траєкторія здобувача автомобільні дороги та аеродроми
Освітня програма Будівництво та цивільна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри будівництва та цивільної інженерії

О. УЖЕГОВА

" 31 " грудня 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

САВОСІЮКУ Владиславу Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра Проект реконструкції а/д М-30 Стрий – Умань – Дніпро – Ізварине у н.п. Війтівці Хмельницької області

Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра Людмила ТАЛАХ, к.т.н., доцент
(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від " 31 " грудня 2024 року № 489/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи 1 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи бакалавра матеріали інженерних вишукувань 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) Вступ, Розділ 1. Планувальні рішення, Розділ 2. Конструктивні рішення, Розділ 3. Технологія будівництва, Розділ 4. Організація будівництва, Розділ 5. Охорона праці, Розділ 6. Економіка будівництва.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1. План автомобільної дороги _____
2. Поздовжній профіль _____
3. Поперечні профілі земляного полотна _____
4. Конструкції дорожнього одягу _____
5. Будівельний генеральний план _____
6. Лінійний календарний графік _____
7. Технологічна карта _____

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи бакалавра

Розділ	Ім'я, прізвище, посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Планувальні рішення	Людмила ТАЛАХ, доцент		
2. Конструктивні рішення	Віталій ПРОЦЮК, доцент		
3. Технологія будівництва	Олександр ШИМЧУК, доцент		
4. Організація будівництва	Олександр ШИМЧУК, доцент		
5. Охорона праці	Людмила ТАЛАХ, доцент		
6. Економіка будівництва	Людмила ТАЛАХ, доцент		

7. Дата видачі завдання " 31 " грудня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Перша контрольна перевірка. Планувальні рішення. Конструктивні рішення.	05.05.2025	
2	Друга контрольна перевірка. Технологія будівництва. Організація будівництва	10.05.2025	
3	Третя контрольна перевірка. Охорона праці. Економіка будівництва. Завершення випускної кваліфікаційної роботи	24.05.2025	
4	Подання виконаної випускної кваліфікаційної роботи на інструментальну перевірку щодо академічного плагіату	03.06.2025	
5	Подання виконаної випускної кваліфікаційної роботи з відгуком керівника на підпис завідувачу кафедри, направлення на рецензію	07.06.2025	
6	Подання виконаної випускної кваліфікаційної роботи на підпис декану та відповідальному секретарю екзаменаційної комісії	07.06.2025	
7	Захист випускної кваліфікаційної роботи	Графік роботи екзаменаційної комісії № 33: 21, 25 і 26 червня 2025 р.	

Здобувач вищої освіти _____
(підпис)

Владислав САВОСЮК
(ім'я та прізвище)

Керівник дипломного проекту _____
(підпис)

Людмила ТАЛАХ
(ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

САВОСЮК В.М. Проєкт реконструкції а/д М-30 Стрий – Умань – Дніпро – Ізварине у н.п. Війтівці Хмельницької області. Рукопис.

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

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, шести розділів, висновків до розділів, списку використаних джерел, додатків.

У роботі досліджено кліматологічні особливості району будівництва, стан автомобільної дороги та запропоновано проєкт реконструкції автомобільної дороги.

Головним об'єктом даного проєкту є спорудження кільцевої розв'язки над перетинанням вулиць Миру (а/д М-30), Перемоги – Д. Галицького (а/д Р-48), в н.п. Війтівці, що за рахунок дворівневого вирішення перехрестя забезпечить збільшення його пропускної здатності.

Регульоване перехрестя на перетинанні вулиць Миру, Перемоги – Д. Галицького створює величезні незручності для водіїв (додаткові витрати часу внаслідок зниження швидкості руху, простої автомобілів) та несе неабияку небезпеку для пішоходів. Дуже велика інтенсивність руху на даному перетинанні створює значні незручності для руху ТЗ у всіх напрямках перехрестя.

Як варіант поліпшення ситуації на перехресті, в роботі вноситься пропозиція влаштування кільцевої транспортної розв'язки, яка забезпечить безпечніші, комфортні та зручні умови руху транспорту.

Ключові слова: автомобільна дорога, реконструкція, транспортна розв'язка, земляне полотно, дорожній одяг, штучна споруда.

ABSTRACT

SAVOSIUK V.M. The project of the reconstruction of the M-30 Stryi – Uman – Dnipro – Izvarine highway in the village of Vyytivtsi of Khmelnytskyi region. Manuscript.

Bachelor's qualification work of the specialized educational institution «Construction and Civil Engineering» specialty 192 Construction and Civil Engineering. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2025.

The bachelor's qualification work consists of an introduction, six chapters, conclusions to the chapters, a list of sources used, and appendices.

The work investigates the climatological features of the construction area, the condition of the highway, and proposes a highway reconstruction project.

The main object of this project is the construction of a roundabout above the intersection of Myra Street (M-30 motorway), Peremohy - D. Halytskyi Street (R-48 motorway), in the settlement of Vyytivtsi, which, due to the two-level solution of the intersection, will ensure an increase in its throughput capacity.

The controlled intersection at the intersection of Myra, Peremohy - D. Halytskoho streets creates enormous inconvenience for drivers (additional time spent due to reduced speed, idling of cars) and poses a significant danger to pedestrians. The very high traffic intensity at this intersection creates significant inconvenience for vehicle traffic in all directions of the intersection.

As an option to improve the situation at the intersection, the work proposes the construction of a roundabout, which will provide safer, more comfortable and convenient traffic conditions.

Keywords: highway, reconstruction, traffic interchange, earthen surface, road surface, artificial structure

Зміст

ВСТУП	7
Розділ 1. ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ	
1.1. Природні умови	8
1.2. Характеристика транспортних потоків	10
1.3. Характеристика існуючого перехрестя та аналіз відповідності дорожньо-транспортних умов ТП	13
1.4. План перехрестя	15
1.5. Поздовжній профіль	24
1.6. Поперечні профілі	25
Висновки до розділу 1	25
Розділ 2. КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ	
2.1. Дорожній одяг	26
2.2. Штучна споруда	31
Висновки до розділу 2	37
Розділ 3. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА	
3.1. Організація підготовчого періоду	38
3.2. Спорудження земляного полотна	38
3.3. Улаштування шару ДО з фракціонованого щебеню (ФЩ)	44
3.4. Улаштування шару ЦПС С-5	45
3.5. Улаштування основи з чорного щебеню (ЧЩ)	47
3.6. Укладання пористого крупнозернистого АБ	49
3.7. Укладання щільного крупнозернистого АБ	50
3.8. Укладання щільного дрібнозернистого АБ	51
Висновки до розділу 3	52
Розділ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА	
4.1. Розрахунок тривалості будівництва	53
4.2. Умови забезпечення будівництва основними матеріалами і конструкціями	55

4.3. Будівельний генеральний план	59
Висновки до розділу 4	60
Розділ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	61
Висновки до розділу 5	63
Розділ 6. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА	
6.1. Пояснювальна записка	64
6.2. Економічна вартість спорудження ТР	66
Висновки до розділу 6	66
Література	68
Графічна частина	70

ВСТУП

Згідно виданого завдання розроблено проєкт реконструкції а/д М-30 Стрий – Умань – Дніпро – Ізварине у н.п. Війтівці Хмельницької області.

Автодорога М-30 є найдовшим автошляхом України. Це а/д міжнародного значення на території нашої країни, утворена 28.04.2021 року до 30-річчя Незалежності України, в результаті об'єднання магістралей М-04 та М-12. М-30. Автошлях отримав назву «Дорога Єдності», адже пролягає через західні, центральні та східні регіони України: від кордону на заході і аж до тимчасово окупованого на Луганщині Ізварина.

Вагомою перевагою автошляху є його обхід стороною м. Києва, який до нині не має об'їзної а/д, що є дуже проблематичним для транзитних ТП. Через російсько-українську війну рух а/д є частково заблокованим у східних областях. Проте на решті території траса залишається вагомою ланкою сполучення важливих об'єктів різного призначення. Практично на усій її протяжності у 2020-2022 роках почали проводитися ремонтні роботи для того, щоб траса стала дійсно сучасним та зручним коридором для транспорту, який буде сполучати Захід та Схід. Однак через повномасштабне вторгнення роботи тимчасово були припинені.

Колишня траса М-12 на Хмельниччині потребувала ремонту ще раніше, адже у багатьох місцях перебуває у жахливому стані. Спочатку її намагалися відремонтувати ще у 2018 р., але через брак коштів роботи були призупинені. Окрім вкрай незадовільного стану, на а/д зустрічаються ділянки з обмеженою пропускною здатністю ТП та створенням умов для підвищення ДТП.

Однією з таких ділянок є перетин дороги М-30 (вул. Миру) з а/д Р-48 (вул. Перемоги – вул. Д. Галицького) у н. п. Війтівці. Тому метою даної роботи є покращення умов для ТП та пішоходів на даному перехресті шляхом реконструкції ділянки у населеному пункті. Транспортна розв'язка на вказаній ділянці дає змогу вирішити ряд важливих проблем, які потрібно вирішувати як найближчим часом.

Розділ 1. ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ

1.1. Природні умови

Територія Хмельниччини має помірно-континентальний **клімат** і розміщена вглибині материка. Тому на її клімат завдають впливу континентальні повітряні маси, приносячи суху погоду.

В усі пори року регіон перебуває під впливом циклонів, які беруть початок над Атлантичним океаном. На клімат також впливає рельєф. Різноманітні його форми створюють відмінності в кількості опадів, температурах, напрямі та сили вітру.

Середньорічна температура повітряних мас в межах від $6,8^{\circ}\text{C}$ в північній і центральній частинах Хмельниччини до $7,3^{\circ}\text{C}$ в південній. Влітку тах середні температури повітря $+18,9^{\circ}\text{C}$ (абсолютний максимум $+39^{\circ}\text{C}$), січніві температури повітря $\text{min } -5,5^{\circ}\text{C}$ (абсолютний мінімум -13°C).

На території ділянки проєкту випадає 535-670 мм на рік опадів. Товщина покриву снігу незначна (10-15 см).

Протягом року над регіоном дують здебільшого північно-західні і північно-східні вітри.

Наявний **покрив ґрунтів** (рис. 1.1) Хмельниччини утворився під впливом рельєфу, ґрунтовотворних порід, клімату, покриву рослин та господарської діяльності людини. Однак останній фактор завдає значної шкоди родючості ґрунтів, завдаючи розвитку водної ерозії.

Хмельницький регіон відомий різноманітними нерудними **корисними копалинами**. До них належать природні будівельні матеріали, які представлені покладами цегельно-черепичних глин і суглинків, гранітів і каоліну, крейди, пісків, пісковиків, мергелів, гіпсу, бентонітових глин.

Серед рельєфоутворюючих зовнішніх чинників найвагоміше значення має діяльність поверхневих вод, адже водна ерозія сприяє утворенню промоїн, ярів, балок, долин з різноманітними схилами.

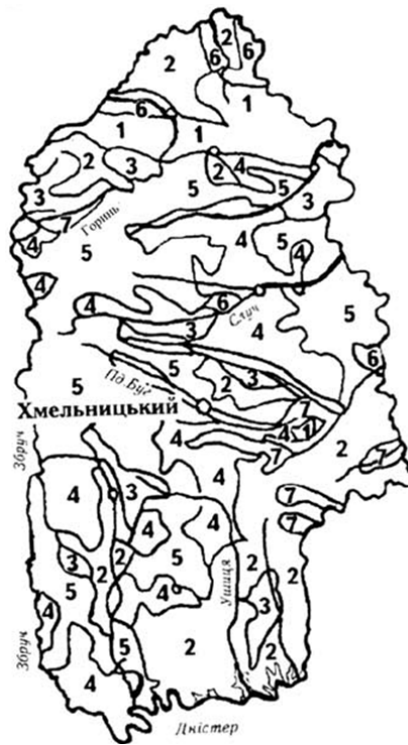


Рисунок 1.1 Карта ґрунтів Хмельниччини:

- 1- дерново-підзолисті; 2- ясно-сірі і сірі лісові; 3- темно-сірі опідзолені; 4- чорноземи опідзолені;
 5- чорноземи типові малогумусні і слабогумусовані; 6- лучні, лучно-болотні та болотні;
 7- торфово-болотні і торф'яники низинні.

Геологічна будова Хмельницької області відображена на рисунку 1.2. Територія району проєктування лежить в межах східної крайньої частини Волинської і центрально-східної частини Подільської височин.

Вся територія регіону – це припіднята рівнина, однак на ній зустрічаються різні форми рельєфу, різноманітність яких зумовлена особливостями геологічного розвитку території і тектонічної будови, поширенням різних гірських порід. Зустрічаються карстові форми рельєфу, на на схилах можна побачити зсуви, також є насипані вітром піщані бархани і дюни.

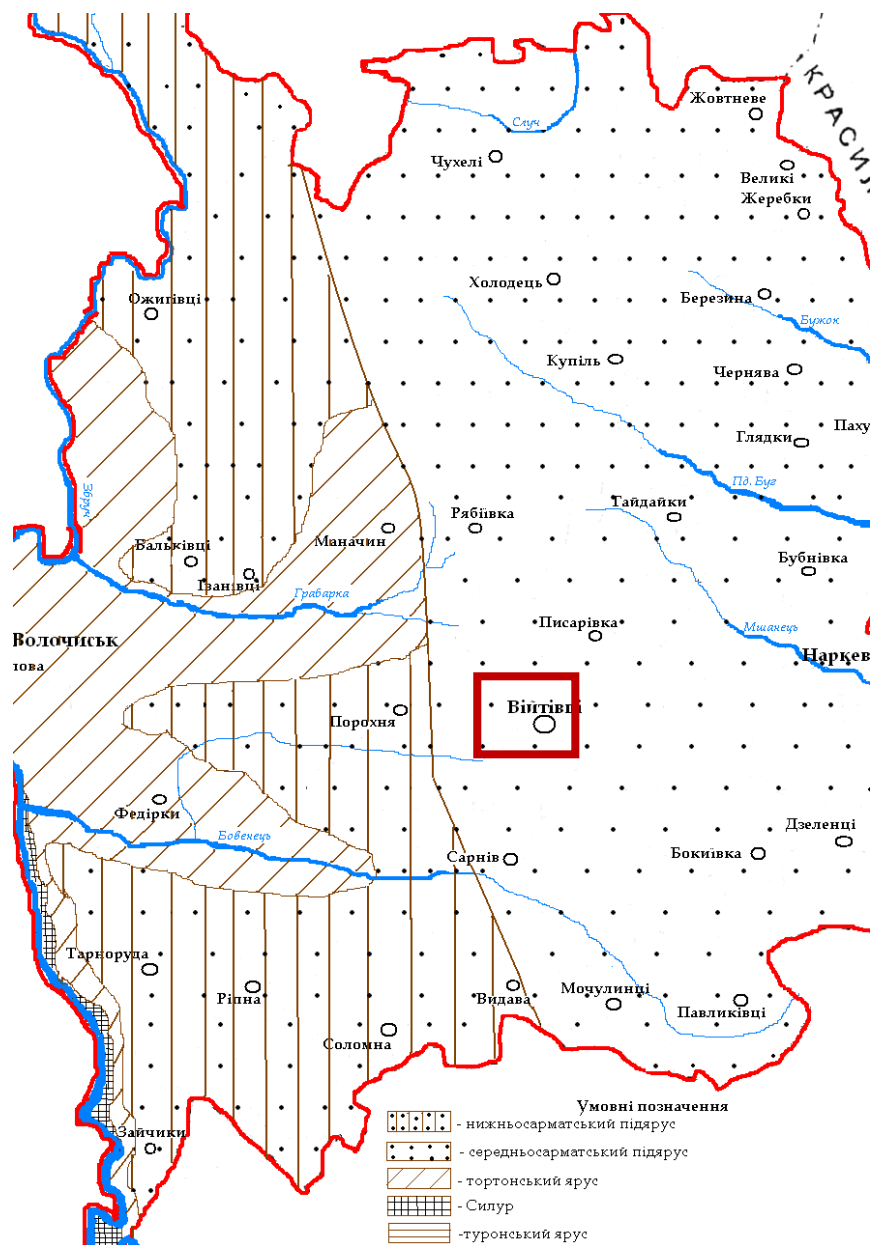


Рисунок 1.2 Геологічна будова району розташування проектної ділянки

1.2. Характеристика транспортних потоків

Перед виконанням даної роботи було проведено дослідження: облік руху на перехресті вулиць н.п. Війтівці, тобто у місці перехрещення а/д М-30 та а/д Р-48, підраховувалася типи і кількість автівок, що проїжджають через дане перехрестя, а також проводився їх аналіз. За результатами спостережень та підрахунків побудовано ряд діаграм. Оцінка завантаженості транспортної

розв'язки (ТР) проведена шляхом побудови картограми транспортних потоків (ТП).

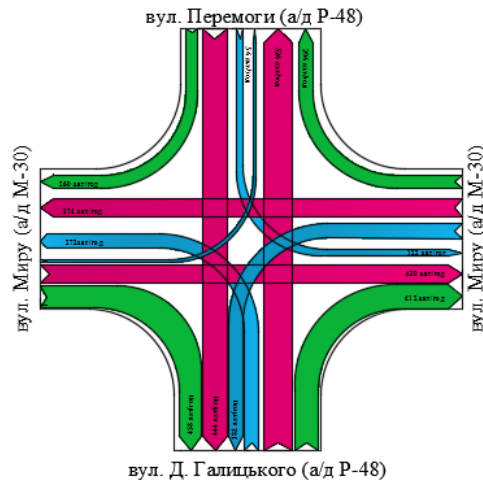
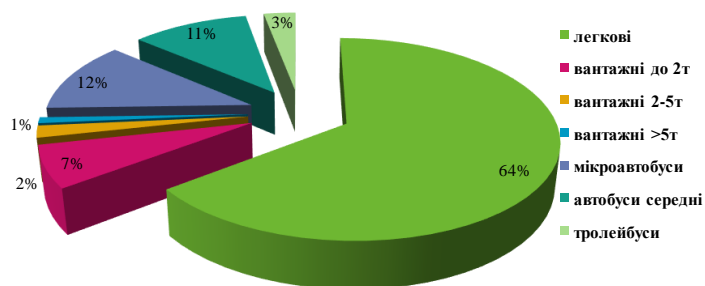


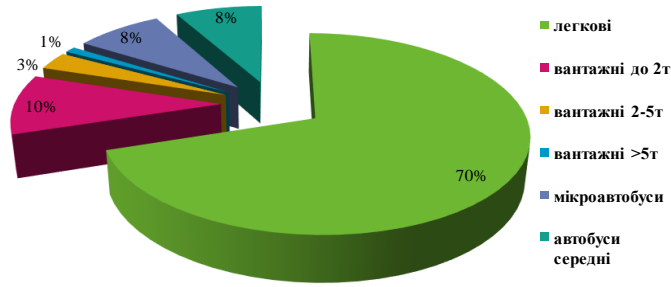
Рисунок 1.3 Картограма ТП

На рисунку 1.3 відображено картограму ТП по перехресті протягом години пік в найбільш завантажений день тижня. На даній картограмі видно, що найбільш завантаженими є ділянки з рухом автомобілів прямо і правоповоротні потоки.

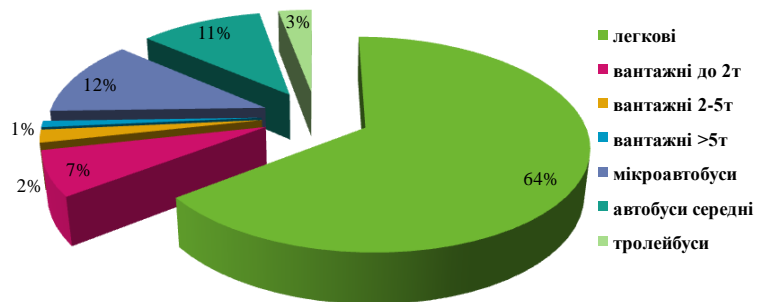
Циклограма складу транспортного потоку по напрямку вул.Миру,(А) %



Циклограма складу транспортного потоку по напрямку
вул. Миру (С), %



Циклограма складу транспортного потоку по напрямку
вул. Д. Галицького, %



Циклограма складу транспортного потоку по
напрямку вул. Миру, %

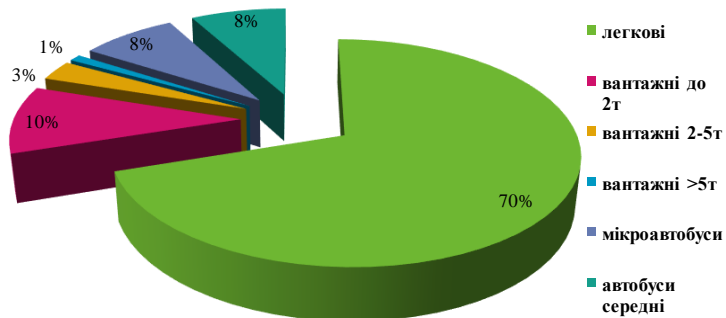


Рисунок 1.4 Циклограми складу транспортного потоку: а) по вул. Київській (А); б) по вул. Київській (С); в) по вул. Д. Галицького; г) по вул. Костромській

Склад транспортного потоку на вказаному перехресті відображений у вигляді циклограм. Кількісний вміст кожного виду автівок та інших ТЗ (рис. 1.4) подано у відсотках від загального потоку. З рисунків видно, що на ділянці

дуже значний вміст належить громадського транспорту, але переважають легкові авто. Така ситуація властива для даного перехрестя, адже неподалік розташований автовокзал.

Відповідно тому і помічено значне зростання частки мікроавтобусів в складі ТП за останні роки. Збільшення кількості мікроавтобусів пов'язане зі зростанням в місті приватних перевізників, які в переважній більшості використовують їх в якості маршрутних таксі для міських перевезень.

1.3. Характеристика існуючого перехрестя та аналіз відповідності дорожньо-транспортних умов ТП

Головним об'єктом даного проєкту є спорудження кільцевої розв'язки над перетинанням вулиць Миру (а/д М-30), Перемоги – Д. Галицького (а/д Р-48), в н.п. Війтівці, що за рахунок дворівневого вирішення перехрестя забезпечить збільшення його пропускної здатності.

Дане перехрестя розташоване в привокзальній частині н.п. Війтівці. Перетинання вул. Миру, Перемоги – Д. Галицького та має велике значення для проходження ТП по а/д М-30 та для вулично-дорожньої мережі населеного пункту загалом.

Вулиця Миру є продовженням головної транспортної артерії міста вул. Соборної і веде до виїзду з населеного пункту в напрямку м. Дніпро. На ділянці, починаючи від даного перехрестя в сторону до вул. Соборної, рух транспорту по вул. Миру обмежений. На цій ділянці перевагу мають тільки пасажирський транспорт та автомобілі державних служб зі спеціальним дозволом для транзитних потоків а/д М-30 рух дуже обмежений. В протилежному напрямку вулиці рух дозволено усім видам транспорту. Поздовжній профіль в напрямку до м. Стрий є дуже складним, при виїзді на дану ділянку поздовжній ухил збільшується до 50 %. Ширина проїзної частини по вул. Миру неоднакова і змінюється: від перетинання до вул. Соборної – 12 м, в протилежну сторону – 16,5 м.

Вулиця Д. Галицького починається від початку н. п. Війтівці та закінчується переходом у вулицю Перемоги, яка в свою чергу закінчується на вулиці, що веде до виїзду у н.п. Війтівці на півночі. Рух дозволено усім видам ТЗ. Поздовжній профіль по вул. Д. Галицького – Перемоги також є складним, поздовжні ухили сягають до 30%. Ширина проїжджої частини рівна 12 м.

По вулиці Перемоги, на ділянці, між перетинанням з вул. Лесі Українки та кільцем, де закінчується вул. Перемоги, є дуже небезпечна ділянка – віраж, який має дуже малий радіусом 67 м та великий ухил 30%, який влаштований від середини кривої, що не забезпечує стійкість ТЗ і значно підвищує рівень небезпеки та погіршує комфортність руху. Тому дана ділянка потребує реконструкції.

Проведений аналіз даних досліджень дає можливість зробити висновок про вкрай незадовільну дорожньо-транспортну ситуацію.

Регульоване перехрестя на перетинанні вулиць Миру, Перемоги – Д. Галицького створює величезні незручності для водіїв (додаткові витрати часу внаслідок зниження швидкості руху, простої автомобілів) та несе неабияку небезпеку для пішоходів. Дуже велика інтенсивність руху на даному перетинанні створює значні незручності для руху ТЗ у всіх напрямках перехрестя.

Виходячи з усього переліченого вище, констатуємо невідповідність дорожньо-транспортних умов ТП, тобто невиконання вимог безпеки та зручності дорожнього руху.

Як варіант поліпшення ситуації на перехресті, в роботі виноситься пропозиція влаштування кільцевої транспортної розв'язки, яка забезпечить безпечніші, комфортні та зручні умови руху транспорту.

На відміну від перехрестя із світлофорним регулюванням для конкретної ситуації спорудження кільця є оптимальним рішенням для поліпшення умов пересування учасників ДР за рахунок стабільної надійності роботи розв'язки та примусового зниження швидкості руху, а також зменшення кількості зупинок і як наслідок безперервності потоку, заміна конфліктних точок

перехрестя точками розгалуження та злиття, відсутності витрат на примусове регулювання руху.

1.4. План перехрестя

Автошлях М-30 має параметри II категорії, а траса Р-48, з якою пересікається, параметри III категорії [1]. Відповідно до перспективної інтенсивності ТЗ на прямих, ліво - та правоповоротних поворотах в перерізах на підходах до транспортної розв'язки, враховуючи інтенсивність руху, як в прямому так і у зворотному напрямках, встановлено, що існуючі категорії відповідають умовам згідно [1]. Для подальших розрахунків встановимо, що напрямок АБ або БА – це II категорія, а ВГ або ГВ – це III категорія.

В залежності від категорії доріг, які пересікаються та типу їх пересічення за [1] встановлено, що ТР є розв'язкою I класу. Відповідно визначаємо розрахункові швидкості на з'їздах [1]. Так для II категорії (вул. Миру) на лівоповоротному з'їзді швидкість руху ТЗ буде 45 км/год, а на правоповоротному – 65 км/год; для III категорії (вул. Перемоги – Д. Галицького) лівоповоротний – 40 км/год, а правоповоротний – 50 км/год.

Визначаємо необхідні параметри геометричних елементів з'їздів.

«Мінімальний радіус горизонтальної кривої обчислюють з умови безпечного руху автомобіля з розрахунковою швидкістю, м:

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127(\gamma_2 \cdot \varphi_2 + i_g)}$$

де V – розрахункова швидкість руху автомобіля на заїзді, км/год;

γ_2, φ_2 – використане значення для коефіцієнта зчеплення в поперечному напрямку, яке знижується прямо пропорційно зміні розрахункової швидкості від 0,18 при швидкості 20 км/год до 0,12 при швидкості 150 км/год;

i_g – похил віражу, приймаємо 35‰» [2].

Відповідно отримаємо:

$$\text{Для лівих поворотів (ЛП) II кат.: } R_{\min} = \frac{45^2}{127(0,16 + 0,035)} = 81,77 \text{ м;}$$

$$\text{Для ЛП ІІІ кат.: } R_{\min} = \frac{40^2}{127(0,16 + 0,035)} = 64,61 \text{ м;}$$

$$\text{Для правих поворотів (ПП) ІІІ кат.: } R_{\min} = \frac{50^2}{127(0,16 + 0,035)} = 100,95 \text{ м;}$$

$$\text{Для ПП ІІ кат.: } R_{\min} = \frac{65^2}{127(0,16 + 0,035)} = 170,6 \text{ м.}$$

За [1] визначаємо R_{\min} і, порівнявши з фактичним значенням, отримуємо:

$$\text{Для ЛП ІІІ кат. } R_{\min} = 60 \text{ м;}$$

$$\text{Для ЛП ІІ кат. } R_{\min} = 60 \text{ м;}$$

$$\text{Для ПП ІІІ кат. } R_{\min} = 100 \text{ м;}$$

$$\text{Для ПП ІІ кат. } R_{\min} = 150 \text{ м.}$$

Призначаємо наступні величини радіусів:

$$\text{Для ЛП ІІІ кат. } R_{\min} = 65 \text{ м;}$$

$$\text{Для ЛП ІІ кат. } R_{\min} = 90 \text{ м;}$$

$$\text{Для ПП ІІІ кат. } R_{\min} = 100 \text{ м;}$$

$$\text{Для ПП ІІ кат. } R_{\min} = 180 \text{ м.}$$

«Необхідна довжина перехідної кривої, м.

$$L = \frac{V^3}{47RJ}$$

де V – розрахункова швидкість автомобіля на заїзді, км/год.

R – прийняте значення радіуса горизонтальної кривої на з'їзді.

J – допустима швидкість наростання відцентрового прискорення, приймається $0,8 \text{ м/с}^3$ » [2].

Відповідно до формули отримаємо:

$$\text{Для ЛП ІІІ кат.: } L = \frac{45^3}{47 \cdot 65 \cdot 0,8} = 37,29 \text{ м}$$

$$\text{Для ЛП ІІ кат.: } L = \frac{40^3}{47 \cdot 90 \cdot 0,8} = 18,91 \text{ м}$$

$$\text{Для ПП ІІІ кат.: } L = \frac{50^3}{47 \cdot 100 \cdot 0,8} = 33,24 \text{ м}$$

$$\text{Для ПП II кат.: } L = \frac{65^3}{47 \cdot 180 \cdot 0,8} = 40,58 \text{ м}$$

Порівнюючи отримані значення з нормативними [1], приймаємо для ПП II кат. $L = 45$ м, а для всіх інших випадків приймаємо нормативні $L = 35$ м.

«Необхідна з умов безпечного руху автомобілів **ширина проїзної частини на з'їздах**, м;

$$B = c + 2y$$

де c – колія автомобіля (відстань між зовнішніми гранями сліду найбільш широко розставлених коліс), м;

y – відстань від зовнішньої грані сліду колеса до, краю проїзної частини, м; обчислюється за емпіричною формулою:

$$y = \sqrt{0,1 + 0,0075V} \gg [2].$$

Підставивши відповідні швидкості V отримаємо:

$$\text{Для } V=45 \text{ км/год: } y = \sqrt{0,1 + 0,0075 \cdot 45} = 0,66; B = 2,05 + 2 \cdot 0,66 = 3,37 \text{ м;}$$

$$\text{Для } V=40 \text{ км/год: } y = \sqrt{0,1 + 0,0075 \cdot 40} = 0,65; B = 2,05 + 2 \cdot 0,65 = 3,35 \text{ м;}$$

$$\text{Для } V=50 \text{ км/год: } y = \sqrt{0,1 + 0,0075 \cdot 50} = 0,69; B = 2,05 + 2 \cdot 0,69 = 3,43 \text{ м;}$$

$$\text{Для } V=65 \text{ км/год: } y = \sqrt{0,1 + 0,0075 \cdot 65} = 0,77; B = 2,05 + 2 \cdot 0,77 = 3,58 \text{ м.}$$

«На ділянках горизонтальних кривих на заїздах кожне колесо рухається самостійною траєкторією, тому необхідне **поширення проїзної частини**, величина якого, м:

$$\Delta = \frac{l^2}{2R} + \frac{0,05V}{\sqrt{R}}$$

де l – відстань від задньої осі до переднього буфера автомобіля; для автобуса ЛАЗ-66-99 $l = 7,695$;

V – розрахункова швидкість руху, км/год;

R – прийнятий на з'їзді радіус горизонтальної кривої, м» [2].

Відповідно до формули отримаємо:

$$\text{Для ЛП III кат.: } \Delta = \frac{7,7^2}{2 \cdot 65} + \frac{0,05 \cdot 45}{\sqrt{65}} = 1,14 \text{ м}$$

$$\text{Для ЛП II кат.: } \Delta = \frac{7,7^2}{2 \cdot 90} + \frac{0,05 \cdot 40}{\sqrt{90}} = 0,62 \text{ м}$$

$$\text{Для ПП III кат.: } \Delta = \frac{7,7^2}{2 \cdot 100} + \frac{0,05 \cdot 50}{\sqrt{100}} = 0,55 \text{ м}$$

$$\text{Для ПП II кат.: } L = \frac{65^3}{47 \cdot 180 \cdot 0,8} = 40,58 \text{ м } \Delta = \frac{7,7^2}{2 \cdot 180} + \frac{0,05 \cdot 65}{\sqrt{180}} = 0,41 \text{ м.}$$

Згідно [1] приймаємо для II кат. $B=7,5-8,0$ м та для III кат. $B=7,0-7,5$ м.

Довжина перехідно-швидкісної смуги при в'їзді складається з довжини гальмівної смуги та довжини клину відгону.

«Необхідна довжина клину відгону, м;

$$S_K = 2\sqrt{R_0 \cdot B}$$

де R_0 – мінімальний радіус горизонтальної кривої без улаштування віражу на основній дорозі, м;

B – ширина перехідно-швидкісної смуги, м» [2].

Для II та III категорій отримаємо:

$$\text{Для II кат.: } S_K = 2\sqrt{800 \cdot 3,75} = 109,56 \text{ м;}$$

$$\text{Для III кат.: } S_K = 2\sqrt{600 \cdot 3,5} = 91,66 \text{ м.}$$

«Необхідна **довжина гальмівного шляху**, м;

$$S_{г.ш} = \frac{V_0^2 - V_3^2}{254(\varphi + f \pm i)}$$

де V_0, V_3 – розрахункові швидкості руху відповідно на основній дорозі і на з'їзді, км/год;

φ – коефіцієнт зчеплення колеса автомобіля з дорогою, приймаємо 0,6;

f – коефіцієнт опору коченню, приймаємо 0,015;

i – повздовжній похил дороги» [2].

Відповідно до формули підраховуємо:

Для з'їзду з II на III кат. (ПП):

$$S_{г.ш} = \frac{70^2 - 65^2}{254(0,62 + 0,016 \pm 0)} = 2,35 \text{ м;}$$

Для з'їзду з III на II кат. (ПП):

$$S_{г.ш} = \frac{60^2 - 50^2}{254(0,62 + 0,016 \pm 0)} = 6,81 \text{ м};$$

Для з'їзду з II на III кат. (ЛП):

$$S_{г.ш} = \frac{70^2 - 45^2}{254(0,62 + 0,016 \pm 0)} = 17,8 \text{ м};$$

Для з'їзду з III на II кат. (ЛП):

$$S_{г.ш} = \frac{60^2 - 40^2}{254(0,62 + 0,016 \pm 0)} = 12,38 \text{ м}.$$

На виході зі з'їзду перехідно-швидкісна смуга може складатися з двох ділянок.

$$S_{ш.ш} = \frac{V_0^2 - V_3^2}{254 \cdot a_c}$$

де a_c – прискорення при розгоні середнє, приймається 0,29 м/с.

Для з'їзду з II на III кат. (ПП):

$$S_{ш.ш} = \frac{70^2 - 65^2}{254 \cdot 0,29} = 9,16 \text{ м};$$

Для з'їзду з III на II кат. (ПП):

$$S_{ш.ш} = \frac{60^2 - 50^2}{254 \cdot 0,29} = 14,93 \text{ м};$$

Для з'їзду з II на III кат. (ЛП):

$$S_{ш.ш} = \frac{70^2 - 45^2}{254 \cdot 0,29} = 39,03 \text{ м};$$

Для з'їзду з III на II кат. (ЛП):

$$S_{ш.ш} = \frac{60^2 - 40^2}{254 \cdot 0,29} = 21,15 \text{ м}.$$

Довжину клина при в'їзді на з'їзд приймаємо такою, як і при виїзді зі з'їзду. Розраховані значення елементів перехідно-швидкісних смуг порівнюємо з нормативними і приймаємо за [1]:

Для II кат. $S_{\kappa}=80$ м; довжина смуги гальмування 100 м; довжина смуги розгону 180 м.

Для III кат. $S_k = 60$ м; для III кат. довжина смуги гальмування 75 м; для III кат довжина смуги розгону 130 м.

«Мінімальна довжина фазової ділянки визначається за такими формулами:

$$S_\phi = V_0 \cdot \frac{n}{A_0}$$

де – V_0 - середня швидкість руху на дорозі, на яку виїжджають автомобілі із з'їзду,

$$n = \psi \cdot \frac{1 + n_0 \cdot \frac{\psi_0}{\psi}}{1 - \psi_0 - \psi}$$

$$\psi = \frac{N_3}{A_0 - N_0}$$

$$\psi_0 = \frac{N_0}{A_0}$$

$$n_0 = \frac{\psi_0}{1 - \psi_0}$$

де N_3 – годинна інтенсивність руху на з'їзді,

A_0 – пропускна здатність крайньої смуги руху на основній дорозі на яку виїжджає із з'їзду автомобіль (1000 авт/доб);

N_0 – інтенсивність руху на крайній смузі основної дороги на яку виїжджають автомобілі із з'їзду» [2].

Розрахунок для даної ТР:

$$\psi_{0(1)} = \frac{593}{1000} = 0,593,$$

$$\psi_{0(2)} = \frac{3302}{1000} = 3,302,$$

$$\psi_{0(3)} = \frac{827}{1000} = 0,827,$$

$$\psi_{0(4)} = \frac{3499}{1000} = 3,499,$$

$$\psi_{0(5)} = \frac{3637}{1000} = 3,637,$$

$$\psi_{0(6)} = \frac{395}{1000} = 0,395,$$

$$\psi_{0(7)} = \frac{3699}{1000} = 3,699,$$

$$\psi_{0(8)} = \frac{432}{1000} = 0,432,$$

$$\bar{n}_{0(1)} = \frac{0,593}{1 - 0,593} = 1,457,$$

$$\bar{n}_{0(2)} = \frac{3,302}{1 - 3,302} = -1,435,$$

$$\begin{aligned}\bar{n}_{0(3)} &= \frac{0,827}{1-0,827} = 4,721, & \bar{n}_{0(4)} &= \frac{3,499}{1-3,499} = -1,402, \\ \bar{n}_{0(5)} &= \frac{3,637}{1-3,637} = -1,379, & \bar{n}_{0(6)} &= \frac{0,395}{1-0,395} = 0,653, \\ \bar{n}_{0(7)} &= \frac{3,699}{1-3,699} = -1,371, & \bar{n}_{0(8)} &= \frac{0,432}{1-0,432} = 0,761, \\ \psi_{(1)} &= \frac{361}{1000-593} = 0,89 & \psi_{(2)} &= \frac{42}{1000-3302} = -0,0182, \\ \psi_{(3)} &= \frac{228}{1000-827} = 1,32 & \psi_{(4)} &= \frac{17}{1000-3499} = -0,0068, \\ \psi_{(5)} &= \frac{34}{1000-3637} = -0,0129, & \psi_{(6)} &= \frac{489}{1000-395} = 0,8083, \\ \psi_{(7)} &= \frac{16}{1000-3699} = -0,006 & \psi_{(8)} &= \frac{198}{1000-432} = 0,35\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{n}_{(1)} &= 0,89 \frac{1+1,457 \frac{0,593}{0,89}}{1-0,593-0,89} = -3,81 \\ \bar{n}_{(2)} &= (-0,0182) \frac{1+(-1,435) \frac{3,302}{(-0,0182)}}{1-3,246-(-0,0182)} = 2,11, \\ \bar{n}_{(3)} &= 1,32 \frac{1+4,721 \frac{0,827}{1,32}}{1-0,827-1,32} = -4,45, \\ \bar{n}_{(4)} &= -0,0068 \frac{1+(-1,402) \frac{3,499}{(-0,0068)}}{1-3,499+0,0068} = 1,96, \\ \bar{n}_{(5)} &= (-0,0129) \frac{1+(-1,379) \frac{3,637}{(-0,0129)}}{1-3,691-(-0,0129)} = 1,92, \\ \bar{n}_{(6)} &= 0,8083 \frac{1+0,653 \frac{0,395}{0,8083}}{1-0,653-0,8083} = -8,89, \\ \bar{n}_{(7)} &= 0,006 \frac{1+(-1,379) \frac{3,699}{(-0,006)}}{1-3,699-(-0,006)} = 1,89,\end{aligned}$$

$$\bar{n}_{(8)} = 0,35 \frac{1 + 0,761 \frac{0,432}{0,35}}{1 - 0,432 - 0,35} = 2,99.$$

Довжина фазової ділянки не враховується у випадку, коли \bar{n} з від'ємним знаком.

$$S_{\phi(2)} = 50 \frac{2,11}{1000} = 0,10 \text{ км},$$

$$S_{\phi(4)} = 50 \frac{1,96}{1000} = 0,098 \text{ км},$$

$$S_{\phi(5)} = 50 \frac{1,92}{1000} = 0,096 \text{ км},$$

$$S_{\phi(7)} = 50 \frac{1,89}{1000} = 0,095 \text{ км},$$

$$S_{\phi(8)} = 50 \frac{2,99}{1000} = 0,1495 \text{ км}.$$

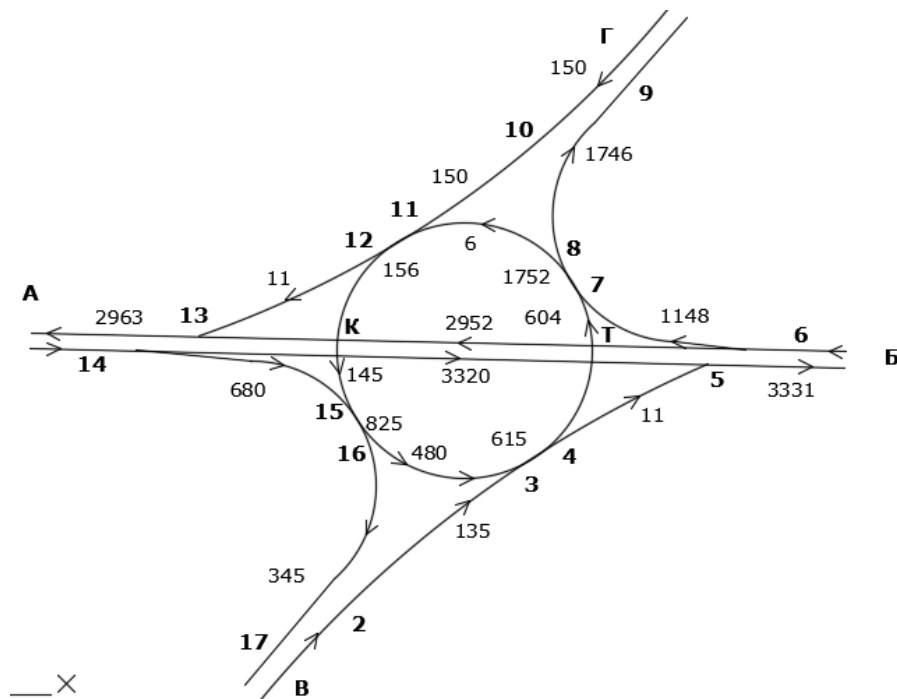


Рисунок 1.4 Розподіл інтенсивності на ТР

Так, як потік транспорту складається з різного типу ТЗ, потрібно визначити швидкість вільного руху для встановленої категорії дороги та конкретного складу ТП:

$$V_{\phi} = V_{\phi A} + V_{\phi C} + V_{\phi K}$$

це A, B, C, K – відповідна кількість в частках одиниці різних видів засобів транспорту;

$U_{л}, U_{вант}, U_{ан}$ – відповідно швидкість вільного руху ТЗ на горизонтальних прямолінійних ділянках розв'язки.

Для II категорії $V_{г}=70 \cdot 0,26 + 60 \cdot 0,65 + 62 \cdot 0,09 = 62,78$ км/год.

Для III категорії $V_{г}=60,3 \cdot 0,25 + 57,9 \cdot 0,68 + 55,1 \cdot 0,07 = 58,3$ км/год.

Для з'їздів $V_{в} = 50,3 \cdot 0,27 + 47,9 \cdot 0,68 + 45,1 \cdot 0,05 = 43,81$ км/год.

Щільність потоку P_{max} , визначається за формулою:

$$P_{max} = \frac{1000}{1 + L_{сер}}$$

де L_{max} – середня довжина ТЗ, м:

$$L_{сер} = 4,2Л + 7В + 12П$$

де $Л, В, П$ – кількість в частках одиниці легкових, вантажних та автопоїздів.

$$L_{сер} = 4,2 \cdot 0,12 + 7 \cdot 0,83 + 12 \cdot 0,05 = 6,91 \text{ м}$$

$$P_{max} = \frac{1000}{1 + 6,91} = 126,42$$

Час проїзду ТЗ кожної ділянки:

$$T = S/V$$

де S – довжина ділянки з'їзду чи вулиці при русі з однорідними умовами, м;

V – середня швидкість руху на окремій ділянці вулиці, м/с.

Час витрачений на проїзд ТЗ за рік по визначеній ділянці вулиці обчислюємо за формулою:

$$T_{річ} = t_i \cdot 365 \cdot 10 \cdot N_i$$

де N_i – часова інтенсивність на i -тій ділянці вулиці.

Між визначними точками кільцевої розв'язки (рисунок 1.5) загальний час проїзду $T_{заг}$ визначається сумою $T_{річ}$.

Розрахунки зводимо в таблицю 1.1.

Таблиця 1.1 – Розрахунок часу проїзду ТР

Ділянка	Інтенсивність, авт/год	Довжина S , м	V , км/год	T , с	$T_{річ}$, год
А-14	4055	300	58,3	9,89	40298,5
14-15	839	300	70	17	15389,3
15-16	1949	80	43,81	5,37	10965,8
16-17	998	300	50	17	18098,1
17-Г	998	60	58,3	2,25	2301,5
Г-2	407	180	58,3	6,75	2723,6
2-3	407	180	50	10,89	1616,9
3-4	945	80	50	5,4	5282,1
4-5	87	180	43,81	10,80	810,5
5-Б	3305	200	50	6,45	21842,6
Б-6	3897	200	58,3	6,45	26077,2
6-7	429	300	58,3	18,00	7823,5
7-8	1326	80	50	5,39	7296,3
8-9	1203	300	43,81	1,8	2321,8
9-В	1203	200	50	9	10192,6
В-10	435	180	58,3	6,69	2981,1
10-11	435	180	58,3	10,89	4723,4
11-12	965	80	50	5,39	3805,1
12-13	28	180	50	10,89	307,2
13-А	3520	200	50	6,45	23260,3
12-15	1112	200	58,3	17	21003,1
16-3	509	200	43,81	17	9236,7
4-7	889	200	43,81	17	16197,7
8-11	207	200	43,81	17	3399,6
Σ					176598,3

1.5. Поздовжній профіль

Поздовжній профіль (ПП) запроєктовано з урахуванням існуючих умов території населеного пункту Війтівці. На під'їздах до ТР та на ділянках з горизонтальними кривими менше 250 м поздовжні похили зменшено на 10 ‰. Протяжність під'їздів прийнято 50 м до стоп-лінії або початку кривої з'їзду.

Проєктом забезпечено допустимі ухили та радіуси кривих (увігнутої і випуклої) $i_{max}=80\text{‰}$, $R_{min}=400$ м, $R_{min}=1500$ м. Кільце заплановано будувати горизонтально відносно його центру. Відстань між пікетами на ПП 20 м.

1.6. Поперечні профілі

В даному проєкті поперечні профілі виконано на характерних точках: ПК18+5,10 по вул. Д. Галицького, ПК7+12,00 по вул. Перемоги, ПК16+17,10, ПК4+12,85, ПК21+10,80 по вул. Миру, а також перерізи 1-1 і 2-2, по кільцю.

Ширину частини проїзду ТЗ на кільці потрібно приймати, виходячи з пропускної здатності смуги руху та інтенсивності розрахункової, враховуючи розширення в межах 3,75-4,0 м. Оскільки перспективна інтенсивність менша від пропускної здатності 1 смуги руху, на кільці приймаємо одну смугу руху. Загальна ширина проїзної частини на кільці має 2 смуги для руху з урахуванням розширень на кривій.

Радіус кільця $R=40$ м. На вулицях, що примикають, ширину проїзної частини приймаємо 15 м. Дорожнє полотно має прийнятий поперечний ухил $i_{non}=20\%$, тротуари та технічні смуги також по $i_{non}=20\%$. По вул. Перемоги, вписуємо новий радіус $R=300$ м на небезпечній ділянці, де влаштований віраж за [1], поперечний похил частини проїзду ТЗ приймаємо $i=60\%$, по 0,35 м на кожному розширенні.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

В розділі 1 проаналізовано реальний стан умов дорожнього руху на а/д М-30 у місці перехрещення її з а/д Р-48 у н.п. Війтівці на Хмельниччині. Проведені дослідження ТП на перехресті та виявлені проблеми руху ТЗ і пішоходів на ділянці проєктування. Передбачено спорудження кільцевої розв'язки на даному перехресті та підраховано усі її геометричні елементи. Будівництво ТР має забезпечити покращення транспортних умов та посилити безпеку руху на даному перехресті в населеному пункті.

Розділ 2. КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ

2.1. Дорожній одяг

За показниками ТЕП передбачено будівництво нового ДО за нормативами II (М-30 та на кільці) та III (Р-48 та на з'їздах) категорій з удосконаленим капітальним типом покриття. Враховуючи склад інтенсивності руху на 2046 рік визначений необхідний модуль пружності ДО – 387 МПа.

На смугу руху розрахункова приведена інтенсивність руху:

$$N_p^1 = 2123 \cdot 0,55 = 1168 \text{ авт/добу.}$$

Коефіцієнти: $K_{н.} = 0,95$ та $K_{пр} = 1,0$.

Інші необхідні характеристики матеріалів приведені в таблиці 2.1.

Таблиця 1.1 – Розрахункові дані

Матеріал шару ДО	Критерії/озрахунок на		
	I/Пружний прогин	II/Зсув	III/Розтяг при згині
Др. АБ типу Б I марки, тов. 0,05 м	« $E_1 = 3200$ МПа» [3]	$E_1 = 900$ МПа	« $E_1 = 4500$ МПа $R = 2,8$ МПа» [3]
Кр. Щ АБ /Writec/ типу Б I марки, товщиною 0,07 м	« $E_2 = 3200$ МПа» [3]	$E_2 = 900$ МПа	$E_2 = 4500$ МПа
Кр. II АБ I марки, товщиною 0,07 м	$E_3 = 2000$ МПа	$E_3 = 700$ МПа	$E_3 = 2800$ МПа
Чорний Щ, товщ. 0,13 м	$E_4 = 870$ МПа	$E_4 = 870$ МПа	$E_4 = 970$ МПа
Оптимальна ЩПС С-5, товщиною 0,17 м	$E_5 = 630$ МПа	$E_5 = 630$ МПа	$E_5 = 630$ МПа
Фракційний Щ, товщ. 0,20 м	$E_6 = 210$ МПа	$E_6 = 210$ МПа	$E_6 = 210$ МПа

Визначення за I критерієм

$$\frac{E_{пр}}{E_1} = \frac{387}{3200} = 0,12$$

$$\frac{h_1}{D} = \frac{5}{37} = 0,14$$

По монограмі $\frac{E_{заг}^1}{E_i} = 0,088$

Звідси $E_{заг}^1 = 0,088 \cdot 3200 = 281,6$ МПа

$$\frac{E_{заг}^1}{E_2} = \frac{281,6}{3200} = 0,119$$

$$\frac{h_2}{D} = \frac{7}{37} = 0,189$$

$$E_{заг}^2 = 0,069 \cdot 3200 = 220,8 \text{ МПа}$$

$$\frac{E_{заг}^2}{E_3} = \frac{220,8}{2000} = 0,11$$

$$\frac{h_3}{D} = \frac{7}{37} = 0,189$$

$$E_{заг}^3 = 0,081 \cdot 2000 = 178 \text{ МПа}$$

$$\frac{E_{заг}^3}{E_4} = \frac{189}{870} = 0,214$$

$$\frac{h_4}{D} = \frac{14}{37} = 0,37$$

$$E_{заг}^4 = 0,095 \cdot 870 = 82,65 \text{ МПа}$$

$$\frac{E_{заг}^4}{E_5} = \frac{82,65}{630} = 0,131$$

$$\frac{h_5}{D} = \frac{17}{37} = 0,459$$

$$E_{заг}^5 = 0,06 \cdot 630 = 37,8 \text{ МПа}$$

$$\frac{E_{заг}^5}{E_5} = \frac{37,8}{210} = 0,18$$

$$\frac{E_{зр}}{E_6} = \frac{55}{210} = 0,2619$$

$$\frac{h_6}{d} = 0,375$$

Звідси: $h = 0,375 \cdot 37 = 13,876$.

Прийнято $h = 0,20$ м.

Перевірка за II критерієм

$$E_{сер} = \frac{5 \cdot 900 + 7 \cdot 900 + 7 \cdot 700 + 14 \cdot 870 + 17 \cdot 630 + 20 \cdot 210}{5 + 7 + 7 + 14 + 17 + 20} = 467,29 \text{ МПа}$$

$$\frac{E_{сер}}{E_{зр}} = \frac{467,29}{116} = 4,03;$$

$$\frac{\sum h}{D} = \frac{70}{37} = 1,892$$

За рисунком 2.1 визначаємо $\tau_n = 0,01812$ (питома напруга зсуву).

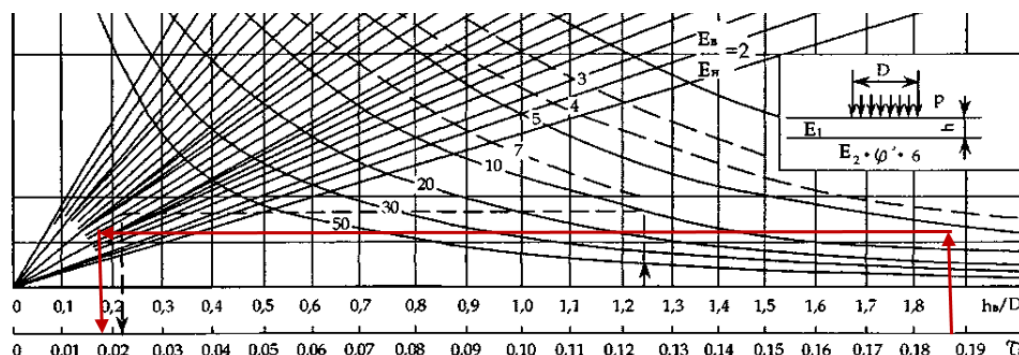


Рисунок 2.1 «Номограма для визначення активного напруження зсуву від тимчасового навантаження в нижньому шарі двохшарової системи» [3]

Напруга зсуву:

$$\tau_n = 0,01812 \cdot 0,66 = 0,0119592$$

За [5. (рис. 6.18)] напруга зсуву від ваги ДО:

$$\tau_B = 0,00498$$

Сумарна напруга зсуву:

$$T = \tau_n + \tau_B = 0,0119592 + 0,00498 = 0,0169392 \text{ МПа.}$$

Допустима напруга зсувна:

$$T_{\text{дон}} = a_p \cdot \kappa_1 \cdot \kappa_2 \cdot \kappa_3 = 0,0511 \cdot 0,59 \cdot 0,795 \cdot 1,6 = 0,038 \text{ МПа.}$$

$$\frac{T_{\text{дон}}}{T} = \frac{0,038}{0,0169392} = 2,24 > \kappa_{np} = 1.$$

Умова виконується.

Перевірка за III критерієм

$$E_c = (4500 \cdot 5 + (4500 + 2800) \cdot 7) / 19 = 3876,23$$

$$E_{\text{заг.осн.}} = (870 \cdot 14 + 630 \cdot 17 + 210 \cdot 20) / 51 = 531,18$$

$$\frac{E_c}{E_{\text{заг.осн.}}} = \frac{3876,23}{531,18} = 7,297$$

$$\frac{\sum h_i}{D_p} = \frac{21}{37} = 0,568$$

$$R_{\text{дон}} = 1,963$$

По рисунку 2.2 визначаємо:

$$\bar{\sigma}_r = 1,1195 \text{ МПа.}$$

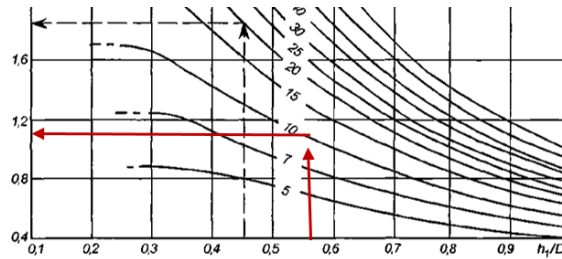


Рисунок 2.2. «Номограма для визначення розтягуючого напруження $\bar{\sigma}_r$ при згині від одиничного навантаження у верхньому монолітному шарі дорожнього одягу» [3]

Повна розтягуюча напруга:

$$\sigma_r = \bar{\sigma}_r \cdot p \cdot k_\phi = 1,1195 \cdot 0,66 \cdot 0,89 = 0,658 \text{ МПа}$$

$$\frac{R_{доп}}{\sigma_c} = \frac{1,963}{0,658} = 2,98 > k_{np} = 1,0$$

Умова виконана.

ДКЗ Хмельниччини є друга. Відповідно max висота для ґрунту підстилаючого для підняття капіляру сягає $h_{кан}=1,65$ м.

За рисунку 2.3 визначаємо Z_{max}^H (глибина промерзання), яка є нормативною регіону і рівна 51 см.

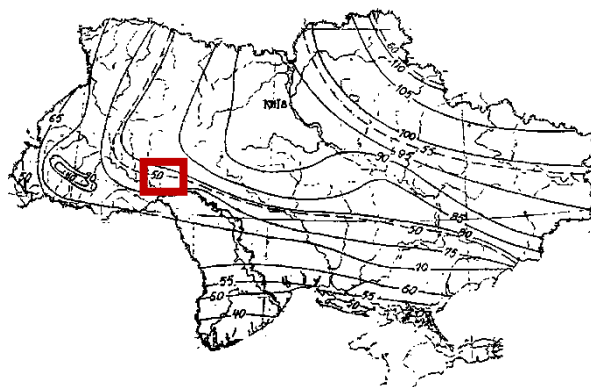


Рисунок 2.3. «Нормативні глибини промерзання Z_H глинистих та суглинистих ґрунтів» [3]

Розрахункова глибина промерзання дорівнюватиме:

$$ZP = 51 + 29,6 = 80,6 \text{ см.}$$

Отже, рівність умови $H > (ZP + h_{кан})$ тобто $149 \text{ см} > (80,6 + 118) \text{ см}$, не виконується. Це означає, що ґрунтова вода залягає недостатньо глибоко і ділянка відноситься до 2-го типу місцевості за зволожувальними умовами земполотна.

Загальна товщина ДО 70 см взагалі не перевищує глибини промерзання, відповідно слід здійснити перевірку конструкції ДО на морозостійкість.

Для капітального ДО $l_{здим}$ (допустиме здимання) рівне 6 см. Підраховуємо еквівалентну товщину ДО:

$$h_e = 5 \cdot 1,162 + 7 \cdot 1,231 + 7 \cdot 1,09 + 17 \cdot 1,23 + 13 \cdot 1,02 + 20 \cdot 0,823 = 81,28 \text{ см.}$$

Для суглинку при 2-му типі місцевості за зволожувальними умовами відносне морозне здимання має бути $l_{здим}^0 = 6,19\%$. Відповідно комплексні властивості матеріалу за ступенем здимання::

$$B = l_{здим}^0 / 2 = 6,19 / 2 = 3,095,$$

кліматичний показник:

$$\alpha = \frac{51}{1,92} = 26,56 \text{ см}^2/\text{д.}$$

За рисунком 2.4 для відношень:

$$\frac{l_{дон} \cdot \alpha_0}{B \cdot Z_p} = \frac{4 \cdot 26,56}{3,095 \cdot 80,6} = 0,379 \text{ і } \frac{Z_p}{H} = \frac{80,6}{149} = 0,54 \text{ знаходимо } \frac{Z_1}{Z_p} = 0,0589.$$

Тоді $Z_1 = 0,0589 \cdot 80,6 = 4,75 \text{ см.}$

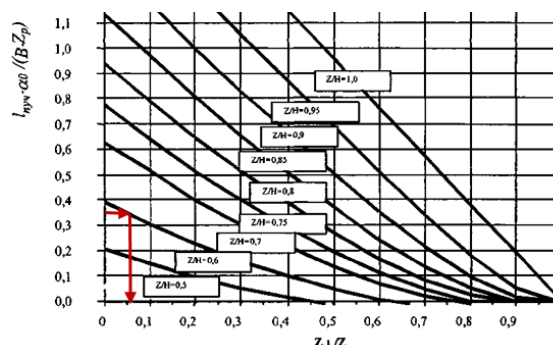


Рисунок 2.4. «Номограма для розрахунку конструкцій на морозостійкість» [3]

Перевіряємо умову морозостійкості: $\frac{h_e}{Z_1} = \frac{81,28}{4,75} = 17,111$, що більше за 1. Для

забезпечення морозостійкості конструкції ДО розв'язки цілком вистачає достатньо укладання нижнього шару основи зі щебеню товщиною 20 см.

Умова морозостійкості задовольняється.

В результаті прийняті такі типи конструкції.

Тип 1 – новий ДО:

1 шар – АБ гарячий Щ Др, тип А, І марки, на бітумі БНД 60/90 (0,05 м);

2 шар – АБ Кр Щ, тип А, І марки, на бітумі БНД 60/90 (0,07 м);

3 шар – АБ Кр П, тип А, І марки (0,07 м);

4 шар – чорний щебінь (І-ІІ класу міцності), укладений способом заклинювання (0,14 м);

5 шар – ШПС С-5 (0,17 м);

6 шар – фракціонований щебінь (0,20 м);

Ґрунт – супісок.

Решту типів відображено у графічній частині роботи.

2.2 . Штучна споруда

Основою підпірної стінки є супісок з наступними властивостями: $\gamma = 19 \text{ кН/м}^3$; $\varphi = 23^\circ$; $c = 16 \text{ кПа}$; $\rho = 1,86 \text{ г/см}^3$; $\rho_s = 2,67 \text{ г/см}^3$; $I_p = 7\%$; $I_L = 0,11$.

Значення властивостей ґрунту зворотної засипки γ', φ', c' , технологія ущільнення яких підібрана за нормативними документами з коефіцієнтом ущільнення k_y не менше 0,93 від щільності їх в природному середовищі. Співвідношення між властивостями ґрунтів засипки і природного складу приймаємо наступними: $\gamma'_I = 0,93\gamma_I$, $\gamma'_{II} = 0,95\gamma_{II}$, $\varphi'_I = 0,93\varphi_I$, $\varphi'_{II} = 0,95\varphi_{II}$, $c'_I = 0,55c_I$ але максимум 7 кПа, $c'_{II} = 0,57c_{II}$ але максимум 10 кПа. Для глибини закладення $d \leq 3$ м граничне значення питомого зчеплення засипки c'_I необхідно приймати

максимум 5 кПа, а c_{II} максимум 7 кПа. Для споруд висотою підпору ґрунту $h < 1,5$ м c_i прирівнюємо до 0.

Коефіцієнти надійності за навантаженням γ_f при обчисленні за II групою граничних станів необхідно приймати за [5], а при розрахунках за II групою граничних станів – рівними 1.

Властивості ґрунту основи та засипання для розрахунку:

- за I групою граничних станів

$$\gamma_I = 17,67 \text{ кН} / \text{м}^3; \quad \varphi_I = 21^\circ;$$

- за II групою граничних станів

$$\gamma_{II} = 18,05 \text{ кН} / \text{м}^3; \quad \varphi_{II} = 22^\circ.$$

Розглядаємо поперечний переріз підпірної стінки кутикового типу.

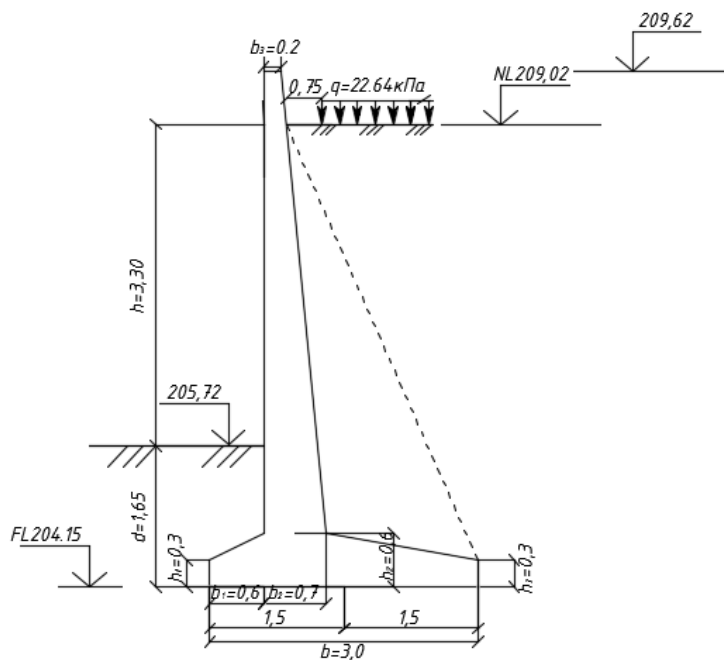


Рисунок 2.5. Схема конструкції підпірної стінки кутикового типу

$$h = 3,30 \text{ м}$$

$$d = \frac{0,01}{0,2} 3,30 = 1,65 \text{ м}$$

$$h_1 = (0,02 \div 0,04) 3,3 = 0,3 \text{ м}$$

$$h_2 = (0,12 \div 0,2) 3,3 = 0,6 \text{ м}$$

$$h_3 = (0,02 \div 0,04) 3,3 = 0,3 \text{ м}$$

$$b = (0,4 \div 0,6) \cdot 3,3 = 3,0 \text{ м}$$

$$b_1 = (0,12 \div 0,2) \cdot 3,3 = 0,6 \text{ м}$$

$$b_2 = (0,12 \div 0,2) \cdot 3,3 = 0,7 \text{ м}$$

$$b_3 = (0,02 \div 0,04) \cdot 3,3 = 0,2 \text{ м}$$

Наступним етапом є розрахунок навантажень, які діють на підпірну стінку.

Збір навантажень від власної ваги споруди:

$$G_I = 3,3 \cdot 0,2 \cdot 25,1 = 16,57 \text{ кН};$$

$$e_I = 1,5 - 0,6 - 0,1 = 0,8 \text{ м};$$

$$G_{II} = 3,3 \cdot 0,3 \cdot 25,1 = 24,85 \text{ кН};$$

$$e_I = 1,5 - 0,7 = 0,8 \text{ м}.$$

Далі обчислюємо силу горизонтального тиску ґрунту.

Спочатку визначаємо тиск, який сприймається спорудою від ґрунту:

$$P = \gamma'_I \cdot h \cdot \lambda_a.$$

Такий тиск буває активним та пасивним. Пасивний тиск – це тиск, напрям якого протилежний напрямку переміщення підпірної стінки. Якщо напрям тиску співпадає із переміщенням підпірної стіни, то такий тиск вважається пасивним.

$$\lambda_a = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi'_I}{2}\right) = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{21^\circ}{2}\right) = 0,93;$$

$$P_{ah} = 0,93 \cdot 17,67(3,3 + 1,65) = 81,34 \text{ кН/м}.$$

$$E_{ah} = \frac{81,34 \cdot (1,65 + 3,3)}{2} \cdot 1 = 221,45 \text{ кН}$$

$$e_{ah} = \frac{h + d}{3} = \frac{3,3 + 1,65}{3} = 1,65 \text{ м};$$

$$E_{av} = 221,45 \cdot \operatorname{tg}(34,5^\circ + 21^\circ) = 322,21 \text{ кН};$$

$$e_{av} = 0,82 \text{ м};$$

$\varepsilon = 45 - 21/2 = 34,5^\circ$ (вертикальна задня площина підпірної стіни);

$$P_q = 19,26 \cdot 0,93 = 17,91 \text{ кПа}.$$

Відстань від початку епюри інтенсивності тиску ґрунту від навантаження до поверхні ґрунту:

$$q = \frac{12 \cdot 2,57}{(10,86 + 0,33 \cdot 0,88) \cdot (0,88 + 0,33 \cdot 41,2)} = 23,65$$

$$y_a = \frac{0,5}{0,88 + \operatorname{tg} 34,5} = 0,32 \text{ м.}$$

Кут нахилу площини ковзання до вертикалі:

$$\operatorname{tg} \Theta = \frac{\cos \rho - \eta \cos \varphi}{\sin \rho - \eta \sin \varphi} = \frac{\cos 1,9 - 1,06 \cos 23}{\sin 1,9 - 1,06 \sin 23} = 0,3;$$

$$\eta = \frac{\cos(34,5 - 1,9)}{\sqrt{0,93 \cos 34,5}} = 1,06;$$

$$P_{qh} = 17,91 \cdot 4,89 = 87,58 \text{ кПа}$$

$$e_{qh} = h + d - y_a - \frac{y_b}{2} = 3,3 + 1,65 - 0,33 - \frac{4,89}{2} = 2,83 \text{ м}$$

$$P_{qv} = P_{qh} \cdot \operatorname{tg}(b + \varepsilon) = 51,09 \cdot \operatorname{tg}(3 + 34,5) = 39,5 \text{ кПа}; \quad e_{qv} = 0,49 \text{ м.}$$

Протяжність епюри інтенсивності ґрунтового тиску від навантаження дорівнюватиме:

$$y_b = 5,18 - 0,35 = 4,86 \text{ м.}$$

Пасивний тиск для консолі:

$$\lambda_p = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{21}{2} \right) = 1,46$$

$$P_{ph} = 18,05 \cdot 1,65 \cdot 1,46 = 43,48 \text{ кН/м.}$$

де $d = 1,65$ м – глибина закладання фундаменту.

$$E_{ph} = \frac{43,48 \cdot 1,65}{2} \cdot 1 = 35,87 \text{ кН/м.}$$

$$e_{ph} = \frac{1,65}{3} = 0,55 \text{ м;}$$

Тиск під подошвою фундаменту рівний:

$$\sigma_{\max}^{\min} = \frac{\sum N}{A} \mp \frac{\sum M}{W};$$

$$1) A = 3 \cdot 1 = 3 \text{ м}^2;$$

$$W = \frac{1 \cdot 3^2}{6} = 1,5 \text{ м}^2;$$

$$\sigma_{\max}^I = \frac{381,51}{3} + \frac{(-115,12)}{1,5} = 50,72 \text{ Па}$$

$$\sigma_{\min}^I = \frac{381,51}{3} - \frac{(-115,12)}{1,5} = 203,89 \text{ Па}$$

$$2) A = 3 \cdot 1 = 3 \text{ м}^2;$$

$$W = \frac{1 \cdot 3^2}{6} = 1,5 \text{ м}^2;$$

$$\sigma_{\max}^I = \frac{337,65}{3} + \frac{(-45,13)}{1,5} = 82,46 \text{ Па}$$

$$\sigma_{\min}^I = \frac{337,65}{3} - \frac{(-45,13)}{1,5} = 142,64 \text{ Па.}$$

Далі за I групою граничних станів (несучою здатністю) проводимо розрахунок основи підпірної стіни.

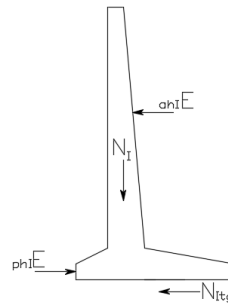


Рисунок 2.6. Схема до розрахунку за I групою граничних станів основи підпірної стінки

Визначимо рівнодіючу горизонтальних і вертикальних активних сил:

$$F \leq R \cdot \frac{\gamma_c}{\gamma_N};$$

де $R(N)$ – сила опору граничного;

R – спричинена тертям між частинками ґрунту його реакція на дію граничних сил, яка;

γ_{c-} – коефіцієнт умов роботи, що залежить від типу конструкції ДО і ґрунту основи;

γ_{N-} – коефіцієнт надійності.

Визначаємо tg кута похилу прикладеної до основи рівнодіючої сил по вертикалі δ :

$$tg \delta = \frac{163,47}{370,21} = 0,45.$$

Вибираємо в залежності від умов розрахункову схему:

$$\operatorname{tg} \delta \geq \sin \varphi_1:$$

$$\sin \varphi_1 = \sin 21 = 0,36 < \operatorname{tg} \delta = 0,45$$

Оскільки $\sin \varphi_1 < \operatorname{tg} \delta$, то обчислення проведемо за схемою площинного зсуву.

$$R = 363,25 \cdot \operatorname{tg} 21 + 3,0 \cdot 10 + 35,87 \cdot 40,76 = 1905,5 \text{ кН}$$

$$F = 162,87 \text{ кН} < R \frac{\gamma_c}{\gamma_n} = 1905,5 \cdot \frac{0,88}{1,16} = 1442,5 \text{ кН}$$

Умова виконується, отже, несуча здатність основи ґрунту забезпечена.

Визначаємо деформації підпірної стінки.

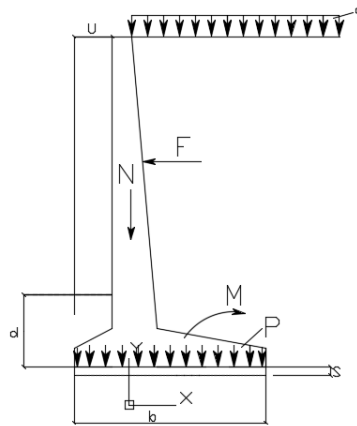


Рисунок 2.7. Схема до розрахунку за деформаціями підпірної стінки.

«Визначаємо розрахунковий опір ґрунту R :

$$R = \frac{\gamma_{c1} \gamma_{c2}}{k} [M_\gamma \cdot K_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d \cdot \gamma_{II}' + M_c \cdot C_{II}];$$

де $\gamma_{c1} = 1,25, \gamma_{c2} = 1,1$ – коефіцієнти умов роботи, які залежать від типу конструкції.

$k=1$ – коефіцієнт, який залежить від методу визначення міцністних характеристик ґрунту» [5].

$K_z = 1; M_\gamma = 0,57; M_q = 3,25; M_c = 5,88$ – коефіцієнти, які залежать від $\varphi_{II} = 23$.

Порівнюємо $R \geq P$.

Обчислюємо тиск під подошвою фундаменту:

$$P = \frac{N_{II}}{A}$$

«Осідання фундаменту:

$$S = \frac{P \cdot b \cdot w \cdot (1 - \nu)}{E};$$

де b – довжина стінки ;

ν – коефіцієнт Пуассона;

E – модуль деформації;

w – коефіцієнт, який залежить від форми фундаменту» [5].

Крен споруди:

$$i = \frac{1 - \nu^2}{E \cdot K_m} \cdot K_e \cdot \frac{M_{II}}{(b')^3};$$

де K_m ; K_e – залежні від форми фундаменту коефіцієнти.

Проведення розрахунку:

$$R = \frac{1,25 \cdot 1,1}{1} [0,57 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 18 + 3,25 \cdot 1,65 \cdot 18,05 + 5,28 \cdot 15] = 298,32 \text{ кПа}$$

$$P = \frac{339,21}{3} = 113,07 \text{ кПа}$$

$$S = \frac{113,07 \cdot 3 \cdot 2,13 \cdot (1 - 0,35)}{15 \cdot 10^3} = 0,036 \leq S_u = 20;$$

$$i = \frac{1 - 0,35^2}{15 \cdot 10^3 \cdot 1} \cdot 1,5 \cdot \frac{117,3 \cdot 2^3}{3^3} = 0,0033 \leq i_u = 0,005.$$

Оскільки умова виконується, то деформації підпірної стінки знаходяться в межах допустимих норм.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

В розділі 2 проведені розрахунки нового ДО за трьома критеріями міцності та на морозостійкість конструкції. Підібрані інші типи ДО, які відображені у графічній частині проекту. Також здійснено розрахунок штучної споруди, а саме підпірної стінки кутикового типу для ТР.

Розділ 3. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА

3.1. Організація підготовчого періоду

В підготовчий період належить оформити смугу відведення вулиць та примикаючих територій, перевлаштувати інженерні комунікації, вирубати та викорчувати насадження смуги озеленення, розібрати тротуари, зняти існуючий ДО і зіскладувати його для подальшого використання під транспортну розв'язку.

В цей період слід демонтувати існуючі дорожні знаки та інші засоби ОДР. Металеве огороження буде повторно застосовуватися, а матеріал від розбирання ДО відвозимо на віддаль 5 км на базу.

Вивіз насаджень передбачено у відпрацьований ґрунтовий кар'єр на віддаль 12 км від населеного пункту Війтівці.

Об'єм матеріалу, який треба зрізати методом фрезерування перед початком будівництва земполотна під розв'язку:

$$V_{p.z.} = L_{p.z.} \cdot \Delta h_{p.ш.} \cdot L_i,$$

де L_i – довжина фрезерованої ділянки.

$$\text{на 1-ій ділянці} \quad V_{p.z.} = 15,093 \cdot 0,2 \cdot 505 = 1524,393 \text{ м}^3;$$

$$\text{на 2-ій ділянці} \quad V_{p.z.} = 12,63 \cdot 0,2 \cdot 525 = 1326,15 \text{ м}^3;$$

$$\text{на 3-ій ділянці} \quad V_{p.z.} = 12,88 \cdot 0,2 \cdot 695 = 1790,32 \text{ м}^3.$$

3.2. Спорудження земляного полотна

Земляне полотно відсипається з ґрунтів ґрунтового резерву, який розташований на віддалі 9 км від розв'язки.

Транспортування ґрунту передбачено автосамоскидами вантажопідйомністю 10 т.

Мінімальний об'єм робіт змінний для кожного типу провідних машин прямо пропорційний відношенню сумарного об'єму ґрунту V_{ip} , який підлягає розробці 1 провідною машиною на всіх ділянках до тривалості робіт в змінах:

$$V_{i3m.min} = \frac{\sum V_{ip}}{T_{3m}},$$

При роботі скрепера Gepter LTC802 на 2 ділянці:

$$V_{скр.3м.min} = \frac{5195,96}{218} = 23,83 м^3 / 3м$$

- при роботі екскаватора ZOOMLION ZE75E-10 на 1, 3 ділянках:

$$V_{екс.3м.min} = \frac{5195,96 + 2596321}{218} = 142,93 м^3 / 3м,$$

$V_{i скр. 3м.}$ або $V_{i екс. 3м}$ ґрунту для кожної ланки провідних машин, тобто їх продуктивність визначається в залежності від продуктивність 1 машини.

Для роботи на 2-ій ділянці, при влаштуванні насипу для Р-48, визначаємо норму часу скрепера Gepter LTC802:

$$H_{ч.2} = 24,88 + 2,96 \frac{890 - 321}{100} = 41,72 маш. / 3м.$$

Відповідно:

$$П_2 = \frac{8 \cdot 1000}{41,72} = 191,75 м^3 / 3м.$$

$$n = \frac{5195,96}{191,75 \cdot 10} = 2,71.$$

Приймаємо 2 скрепера Gepter LTC802 з $k_{вук}=1,35$.

Для роботи на 1 (М-30) і 3 (з'їзди) ділянках, по спорудженню насипу з кар'єрного ґрунту, норма часу бульдозера HBXG (SHENWA) SD8B $H_{ч.1,3,5} = 5,128 маш. - 3м.$

$$П_{1,5} = \frac{8 \cdot 1000}{5,128} = 1560,06 м^3 / 3м.$$

Призначаємо ланку бульдозерів HBXG (SHENWA) SD8B для роботи на:

1-й ділянці:

$$n = \frac{5195,96}{1560,06 \cdot 2} = 1,66$$

Приймаємо 2 бульдозери HBXG (SHENWA) SD8B з $k_{вук}=0,83$.

3-й ділянці:

$$n = \frac{2596321}{1560,06 \cdot 4} = 4,16$$

Приймаємо 4 бульдозери HBXG (SHENWA) SD8B з $k_{вик}=1,04$.

Для зведення насипу на ділянці №2 беремо ланку з 2-х скреперів Gerper LTC802 самохідних та 2-х тракторів-штовхачів. Тоді змінний об'єм ланки:

$$V_{i.скр.зм.} = \Pi_i \cdot N_{i.скр.}$$

На 2-ій ділянці – $V_{i.скр.зм.} = 191,75 \cdot 2 = 383,5 \text{ м}^3/\text{зм.}$

Для роботи на ділянках № 1 застосуємо ланку з 2-х бульдозерів HBXG (SHENWA) SD8B, № 3 – 4-х бульдозерів HBXG (SHENWA) SD8B. Тоді змінний об'єм ланки:

- на 1-ій ділянці: $V_{1.AC.зм.} = 1560,06 \cdot 2 = 3120,12 \text{ м}^3 / \text{зм.}$

- на 3-ій ділянці: $V_{3.AC.зм.} = 1560,06 \cdot 2 = 3120,12 \text{ м}^3 / \text{зм.}$

Підбираємо екскаватор ZOOMLION ZE75E-10 з відповідною нормою часу:

$$H_{ч.екс} = 2,96 + 4,05 = 7,01 \text{ маш/зм.}$$

$$\Pi_2 = \frac{8 \cdot 1000}{7,01} = 1141,23 \text{ м}^3 / \text{зм.}$$

$$n = \frac{5195,96 + 25963,21 + 5195,96}{1141,23 \cdot 10} = 3,19.$$

Беремо 3 екскаватора ZOOMLION ZE75E-10 на гусеничному ході з $k_{вик}=1,06$.

Площа доущільнення насипу, м^2 :

$$F_{o.n.} = B_n^h \cdot L;$$

на 1-ій ділянці $F_{o.n.} = 15,12 \cdot 505 = 7635,6 \text{ м}^2$;

на 3-ій ділянці $F_{o.n.} = 12,87 \cdot 695 = 8944,65 \text{ м}^2$.

на 2-ій ділянці $F_{o.n.} = 15,63 \cdot 525 = 8205,75 \text{ м}^2$.

Ґрунт розпушують борознами на глибину тах занурення $h_{роз}$ по напрямку робочих проходів провідної машини.

Товщина шару ґрунту в період ущільнення його котками марки SDLG, см:

$$h_y = 0,45 \frac{W_i}{W_{opt}} \sqrt{Q},$$

де Q – навантаження на колесо котка SDLG.

$$04.26 \quad h_y = 0,45 \frac{36,97}{24,98} \sqrt{3113} = 37,16 = 40 \text{ см};$$

$$05.26 \quad h_y = 0,45 \frac{32,89}{23,12} \sqrt{3113} = 35,72 = 35 \text{ см};$$

$$06.26 \quad h_y = 0,45 \frac{29,69}{23,81} \sqrt{3113} = 31,31 = 30 \text{ см};$$

$$07.26 \quad h_y = 0,45 \frac{27,13}{23,31} \sqrt{3113} = 29,23 = 30 \text{ см};$$

$$08.26 \quad h_y = 0,45 \frac{30,14}{23,03} \sqrt{3113} = 32,86 = 35 \text{ см};$$

$$09.26 \quad h_y = 0,45 \frac{31,92}{23,89} \sqrt{3113} = 33,55 = 35 \text{ см};$$

$$10.26 \quad h_y = 0,45 \frac{31,02}{24,92} \sqrt{3113} = 31,26 = 30 \text{ см};$$

$$11.26 \quad h_y = 0,45 \frac{34,33}{23,92} \sqrt{3113} = 36,05 = 36 \text{ см}.$$

Перед проведенням операцій екскаватором будується траншея бульдозером HBXG (SHENWA) SD8B з поступовим заглибленням на відстані $L_{n.m.}$ до 50 м. Розміри траншеї підібрано відповідно до об'єму ковша екскаватора з прямою лопатою. При $Q_{екс} = 0,50 \dots 0,65 \text{ м}^3$ її мінімальну глибину приймають $h_{n.m.} = 1,5 \text{ м}$ з шириною поверху $b_{io}'' = 8,9 \text{ м}$ та понизу $b_{io}'' = 6,5 \text{ м}$. Зі збільшенням $Q_{екс} = 1,25 \text{ м}^3$, відповідно розміри траншеї складають $b_{io}'' = 10,95 \text{ м}$ та $b_{io}'' = 7,95 \text{ м}$, а глибина $h_{n.m.} = 2,25 \text{ м}$. Об'єм матеріалу, який видаляє бульдозер HBXG (SHENWA) SD8B з траншеї, обчислюємо як половину обсягу призми з основою трапеції.

$$V_{n.m.} = \frac{(b_{n.m.}^B + b_{n.m.}^H) h_{n.m.}}{2} L_{n.m.} / 2$$

«Визначаємо щільність скелету ґрунту на початку роботи котків:

$$\rho_{d_0} = \frac{\rho_{d_0} K_1 K_2}{K_\delta},$$

де K_1 – коефіцієнт що враховує спосіб ведення робіт: при бульдозерних роботах дорівнює 1,0; при скреперних – 1,2; при транспортуванні ґрунту автомобілями – самоскидами – 1,05;

K_2 – коефіцієнт який враховує реголювання руху землерійно-транспортних машин по ширині земляного полотна: робота без реголювання руху дорівнює 1,0; з реголюванням руху – 1,07;

K_p – коефіцієнт розпушення ґрунту, що у середньому дорівнює 1,3» [6].

При скреперних роботах на 2-й:

$$\rho_{d_0} = \frac{1,87 \cdot 1,26 \cdot 1,07}{1,3} = 1,94 \text{ г / см}^3$$

При транспортуванні матеріалу на 1 та 3 ділянки:

$$\rho_{d_0} = \frac{1,87 \cdot 1,13 \cdot 1,07}{1,3} = 1,74 \text{ г / см}^3$$

Мах щільність скелету матеріалу з вологістю ґрунту під час ущільнення W_i :

$$\rho' d_{\max} = \frac{\rho_s}{1 + 0,01 W' \rho_{s_j}},$$

$$\rho' d_{\max} = \frac{2,99}{1 + 0,036 \cdot 24,5 \cdot 2,96} = 1,11 \text{ г / см}^3$$

Необхідна к-ть проходів котка марки SDLG по 1 сліду при параметрі β рівному 0,27:

$$N = \frac{1}{\beta} \ln \frac{\rho' d_{\max} - \rho d_0}{\rho' d_{\max} - \rho d_{\text{номр.}}}$$

При роботі скреперу Gepter LTC802 на 2:

$$N = \frac{1}{0,27} \ln \frac{1,33 - 1,94}{1,33 - 1,215} = 1,679, \text{ приймаємо } N = 2 \text{ проходи.}$$

Для автосамоскидів на 1, 3 ділянках:

$$N = \frac{1}{0,27} \ln \frac{1,33 - 1,74}{1,33 - 1,215} = 1,188, \text{ приймаємо } N = 2 \text{ проходи.}$$

Площа планування верху земполотна для ділянок розв'язки з різними провідними ТЗ, м²:

$$F_{zn} = BL$$

на 1-ій: $F_{zn} = 15 \cdot 505 = 7575 \text{ м}^2$

на 2-ій: $F_{zn} = 12 \cdot 695 = 8340 \text{ м}^2$;

на 3-ій: $F_{zn} = 15 \cdot 525 = 7875 \text{ м}^2$.

Площа планування пішохідної зони, м²:

$$F_{yk} = 2L_{yk} \cdot L$$

З шириною пішохідною зоною в середньому:

$$L_{yk} = (0,75 + 1,25 - 1,5) \sqrt{1 + 4 \cdot (0,02)^2} = 1,5$$

$$F_{yk} = 2 \cdot 1,5 \cdot 2,3 = 6,9$$

Для врахування потреби застосування ТЗ при виконанні інших видів робіт та технологічних операцій визначимо їх норму часу.

Норма часу бульдозера:

для зняття шару із зони озеленення та переміщення ґрунту на ділянці №1 на відстань $l_1 = B_{p.z.}^{n1} = 17,068 \text{ м}$:

$$H_{ч1} = 14,42 + 12,05 \frac{17,068 - 10}{10} = 22,64 \text{ маш - год.}$$

на ділянці №2 на відстань $l_1 = B_{p.z.}^{n1} = 13,26 \text{ м}$ для насипу вулиці:

$$H_{ч1} = 14,42 + 12,05 \frac{13,26 - 10}{10} = 18,35 \text{ маш - год.}$$

на ділянці №3 на $l_1 = B_{p.z.}^{n1} = 14,06 \text{ м}$ та при роботі з улаштування самого кільця ТР:

$$H_{ч1} = 14,42 + 12,05 \frac{14,06 - 10}{10} = 19,31 \text{ маш - год.}$$

на ділянці №3 на $l_1 = B_{p.z.}^{n1} = 16,03 \text{ м}$ для вулиця безпосередньо перед кільцем ТР:

$$H_{ч1} = 14,42 + 12,05 \frac{16,03 - 10}{10} = 21,67 \text{ маш - год.}$$

Норми часу скрепера Gepter LTC802 та екскаватора ZOOMLION ZE75E-10 на гусеничному ході визначені в попередніх розрахунках вище.

Для поліпшення процесу наповнення ковша самохідного скрепера Gepter LTC802 при розробці ґрунтів, використовується трактора-штовхач, а для нього 1 бульдозер.

Норма часу котка на пневмоколісному ході при ущільненні шарів ґрунту в насипах на ділянках № 1-3 за групою 130, норма 1-130-3.

$$H_{ч4} = 2,33 + 2,33 \cdot (2 - 1) = 4,66 \text{ маш} - \text{год.}$$

При зведенні земляного полотна під розв'язку використовується наступні машини та механізми:

- зняття ґрунтового шару бульдозерами HBXG (SHENWA) SD8B – 1 шт;
- розробка ґрунту в ґрунтовому резерві поблизу н.п. Війтівці екскаватором ZOOMLION ZE75E-10 з транспортуванням автосамоскидами в насип – 3 шт;
- утримання землевозних доріг тимчасового користування середнім автогрейдером XCMG модель GR135 – 2 шт;
- розрівнювання ґрунту при зведенні насипу при пошаровій відсипці скрепером Gepter LTC802 – 2;
- ущільнення ґрунтів – коток комбінованої дії марки SDLG вагою 18 т – 2 шт;
- перевезення ґрунту автомобілями-самоскидами MAN – 7 шт.

3.3. Улаштування шару ДО з фракціонованого щебеню (ФЩ)

Розрівнювання ФЩ проводимо автогрейдером XCMG.

По [7] на 100 м^2 ДО $H_r=0,126$.

Звідси продуктивність грейдеру буде:

$$П = \frac{8 \cdot 100}{0,126} = 6349 \text{ м}^2/\text{зм}$$

Треба: $n = \frac{6393}{6349} = 1,0069$

Приймаємо 1 автогрейдер XCMG з $K_e=1,01$.

Для зволоження ФЩ водою приймаємо поливальну машину ПМ. Її продуктивність [7]:

$$П = \frac{8 \cdot 100}{0,0099} = 80,81 \text{ м}^3/\text{зм}$$

$$n = \frac{88,05}{80,81} = 1,09$$

Приймаємо 1 ПМ з $K_e=1,09$.

Для ущільнення приймаємо пневмокоток SDLG.

По [9] на 100 м^3 , при 18 проходах по 1 сліду:

$$H_r = 0,069 \cdot 12 + 0,39 = 1,218.$$

Звідси:

$$П = \frac{8 \cdot 100}{1,218} = 656,81 \text{ м}^3/\text{зм}$$

Необхідна кількість пневмокотків SDLG: $n = \frac{1106}{656,81} = 1,68$

Приймаємо 2 пневмокотки SDLG з $K_e=0,84$.

Склад загону для укладання ФЩ:

- Автогрейдер XCMG	- 1 шт.
- ПМ	- 1 шт.
- Пневмокоток SDLG	- 2 шт.
- Дор. робітники	- 5 чол.

3.4. Улаштування шару ЩПС С-5

Для розрівнювання ЩПС приймаємо автогрейдер XCMG.

По [7] на 100 м^2 ДО $H_r=0,165$. Тоді:

$$П = \frac{8 \cdot 100}{0,165} = 4848,48 \text{ м}^2/\text{зм}$$

Для розрівнювання суміші треба:

$$n = \frac{1106}{4848,48} = 0,23$$

Приймаємо 1 автогрейдер XCMG з $K_g=0,23$.

Для поливання суміші С-5 приймаємо ПМ, продуктивність якої визначили напередодні.

$$П=80,81 \text{ м}^3/\text{зм.}$$

Тоді необхідна кількість машин буде:

$$n = \frac{13,12}{80,81} = 0,162$$

Приймаємо 1 ПМ з $K_g=0,16$.

Для прикатки основи приймаємо котки марки SDLG (середні моторні).

По [7] при 12 проходах по 1 сліду на 100 м^2 основи $H_r=0,56$.

Тоді:

$$П = \frac{8 \cdot 100}{0,56} = 1428,57 \text{ м}^3/\text{зм}$$

Необхідна кількість котків буде:

$$n = \frac{1106}{1428,57} = 0,77$$

Приймаємо 2 котки SDLG з $K_g=0,77$.

Для остаточної укатки шару приймаємо важкі моторні котки цієї ж марки.

По [7] при 27 проходах по сліду на 100 м^2 основи $H_r=1,25$. Тоді продуктивність:

$$П = \frac{8 \cdot 100}{1,25} = 640 \text{ м}^2 / \text{зм}$$

Необхідно:

$$n = \frac{1106}{640} = 1,73$$

Приймаємо 2 котки SDLG важкі моторні з $K_g=0,86$.

Склад МДЗ для укладання ЩПС:

- Автогрейдер XCMG – 1 шт.
- Поливальна машина ПМ – 130 Б – 1 шт.
- Котки SDLG: середні моторні – 2 шт.

- тяжкі моторні – 2шт.
- Дорожні робітники – 8 чол.

3.5. Улаштування основи з чорного щебеню (ЧЩ)

Шар основи ДО укладатиметься за принципом послідовного розклинювання крупніших фракцій ЧЩ менш крупними фракціями за наступним порядком.

Обробка поверхні шару, на якому укладається шар ЧЩ, БНД у кількості $0,65 \text{ л/м}^2$ з розрахунку на БНД. Операція проводиться за 2,5 год до початку робіт з влаштування ЧЩ. Для розливу БНД приймаємо автогудронатор, $H_r=1,06$.

$$П = \frac{8 \cdot 100}{1,06} = 754,72 \text{ м}^2 / \text{зМ}$$

$$n = \frac{1106}{754,72} = 1,47$$

Приймаємо 2 автогудронатори з $K_g=0,73$.

Розподілення ЧЩ фракції 20-40 мм проводиться самохідним щебенерозподільвачем шаром товщиною 14 см з урахуванням коефіцієнта ущільнення 1,27.

По [7] на 100 м щебенерозподільника $H_q=0,196$:

$$П = \frac{8 \times 100}{0,896} = 892,86 \text{ м}^2 / \text{зМ}$$

$$n = \frac{1106}{892,86} = 1,28$$

Приймаємо 1 щебенерозподільник $K_g = 1,28$.

Ущільнення котком SDLG масою (6 – 8) т за 5 проходів по одному сліду. За [7] на площу 100 м^2 покриття для такого котка SDLG $H_{\text{чac}}=1,093$:

$$H_{\text{вир}} = \frac{8 \times 100}{1,093} = 731,93 \text{ м}^2 / \text{зМ}$$

$$n = \frac{1106}{731,93} = 1,51$$

Приймаємо 2 котки SDLG масою (6 – 8) т з $K_g=0,76$.

Розподіляння ЧЩ фракції 10-20 мм також виконується щебенерозподілювачем відразу на всю товщину шару.

По [7] на 100 м щебенерозподільника $H_q=0,95$:

$$P = \frac{8 \times 100}{0,95} = 842,11 \text{ м}^2 / \text{зМ}$$

$$n = \frac{1106}{842,11} = 1,31$$

Приймаємо 1 щебенерозподільник $K_g = 1,31$.

Ущільнення котком SDLG масою (10-13) т за 3 проходи по 1 сліду [8]. За [7] на площу 100 м² покриття для такого котка SDLG $H_{нас}=1,36$:

$$H_{вир} = \frac{8 \times 100}{1,36} = 588,24 \text{ м}^2 / \text{зМ}$$

$$n = \frac{1106}{588,24} = 1,88$$

Приймаємо 2 котки SDLG масою (10-13) т з $K_g=0,94$.

Розподіляння ЧЩ фракції 5-10 мм здійснюється самохідним щебенерозподілювачем шаром товщиною 14 см відразу за 3 по одному сліду проходу.

По [7] на 100 м щебенерозподільника $H_q=1,003$:

$$P = \frac{8 \times 100}{1,003} = 797,61 \text{ м}^2 / \text{зМ}$$

$$n = \frac{1106}{725,29} = 1,38$$

Приймаємо 1 щебенерозподільник $K_g = 1,38$. Застосування двох машин не раціональне.

Завершальним етапом є ущільнення котком SDLG масою (10-13) т за 5 проходи по 1 сліду [8]. За [7] на площу 100 м² покриття $H_{нас}=1,47$:

$$H_{вир} = \frac{8 \times 100}{1,47} = 544,22 \text{ м}^2 / \text{зМ}$$

$$n = \frac{1106}{544,22} = 2,03$$

Приймаємо 2 котки SDLG масою (10-13) т з $K_g=1,02$.

Кожен шар ЧЩ, крім останньої розклинювальної фракції 5-10 мм, ущільнюють котки SDLG різної тонажності так, щоб на поверхні шару залишалися порожнини. Вони заповнюються розклинювальною фракцією чорного щебеню на порядок меншого значення.

Склад МДЗ для укладання ЧЩ:

- Щебенерозподілювач – 1 шт.
- Автогудронатор – 1 шт.
- Котки SDLG: масою (6-8) т – 2 шт.
- масою (10-13) т – 2 шт.
- Дорожні робітники – 8 чол.

3.6. Укладання пористого крупнозернистого АБ

Розбивка траси – 6 дорожніх працівників.

Вивантаження в бункер асфальтоукладача Дунарас АБС з попереднім підвезенням.

Розподілення АБС Дунарас по [7] на 100 м² покриття $H_{\text{нас}}=0,242$.

$$П = \frac{8 \cdot 100}{0,242} = 3305,79 \text{ м}^2/\text{зМ}$$

$$n = \frac{1106}{3305,79} = 0,335$$

Приймаємо 1 асфальтоукладач Дунарас з $K_g=0,335$.

Укатка суміші котками SDLG по [7]. На площу 100 м² покриття для котка SDLG легкого $H_{\text{нас}}=0,698$ при 17 проходах по сліду:

$$H_{\text{вир}} = \frac{8 \times 100}{0,698} = 1146,13 \text{ м}^2/\text{зМ}$$

$$n = \frac{1106}{1146,13} = 0,96$$

Приймаємо 1 коток SDLG легкий з $K_g=0,96$.

По [7] на 100 м² покриття для котків SDLG важких $H_{\text{час}}=0,497$ при 17 проходах:

$$П = \frac{8 \times 100}{0,497} = 1609,66 \text{ м}^2/\text{зм}$$

$$n = \frac{1106}{1609,66} = 0,68$$

Приймаємо 1 коток SDLG важкий з $K_g=0,68$.

Склад МДЗ для укладання пористого Кр АБ:

- Асфальтоукладач Дунарас – 1 (0,335)
- Коток SDLG легкий – 1 (0,96)
- Коток SDLG важкий – 1 (0,68)
- Робітники – 9 чол.

3.7. Укладання щільного крупнозернистого АБ

Розбивка траси – 6 дорожніх працівників.

Вивантаження в бункер асфальтоукладача Дунарас АБС Кр. Щ з попереднім підвезенням.

Розподілення щільної Кр АБС укладачем Дунарас по [7] на 100 м² покриття $H_{\text{час}}=0,251$.

$$П = \frac{8 \times 100}{0,251} = 3187,25 \text{ м}^2/\text{зм}$$

$$n = \frac{1106}{3187,25} = 0,35$$

Приймаємо 1 асфальтоукладач Дунарас з $K_g=0,35$.

Робота котками SDLG легкими по [7]. На площу 100 м² покриття для котка SDLG легкого $H_{\text{час}}=0,711$ при 5 проходах по сліду:

$$H_{\text{вир}} = \frac{8 \times 100}{0,711} = 1125,18 \text{ м}^2/\text{зм}$$

$$n = \frac{1106}{1125,18} = 0,98$$

Приймаємо 1 коток SDLG легкий з $K_g=0,98$.

По [7] на 100 м² ДО для котків SDLG важких $H_{\text{час}}=0,359$ при 16 проходах:

$$П = \frac{8 \times 100}{0,359} = 2228,41 \text{ м}^2/\text{зм}$$

$$n = \frac{1106}{2228,41} = 0,5$$

Застосуємо 1 коток SDLG важкий з $K_g=0,5$.

Склад загону на даний вид робіт:

- Асфальтоукладач Дупарас – 1 (0,35)
- Коток SDLG легкий – 1 (0,98)
- Коток SDLG важкий – 1 (0,5)
- Робітники – 9 чол.

3.8. Укладання щільного дрібнозернистого АБ

Розбивка траси – 6 дорожніх працівників.

Вивантаження в бункер асфальтоукладача Дупарас АБС з попереднім підвезенням.

Розприділення АБС укладачем Дупарас по [7] на 100 м² покриття $H_{\text{час}}=0,249$.

$$П = \frac{8 \times 100}{0,249} = 3212,85 \text{ м}^2/\text{зм}$$

$$n = \frac{1106}{3212,85} = 0,34$$

Робота котками SDLG легкими по [7]. На площу 100 м² АБ покриття для котка SDLG легкого $H_{\text{час}}=0,699$ при 3 проходах по сліду:

$$H_{\text{вир}} = \frac{8 \times 100}{0,699} = 1144,49 \text{ м}^2/\text{зм}$$

$$n = \frac{1106}{1144,49} = 0,97$$

Використаємо 1 коток SDLG легкий з $K_g=0,91$.

По [7] на 100 м² АБ покриття для котків SDLG важких $H_{\text{час}}=0,412$ при 12 проходах:

$$П = \frac{8 \times 100}{0,412} = 1941,75 \text{ м}^2/\text{зм}$$

$$n = \frac{1106}{1941,75} = 0,57$$

Використаємо 1 коток SDLG важкий з $K_g=0,57$.

Склад загону на даний вид робіт:

- Асфальтоукладач Дунарас – 1 (0,34)
- Коток SDLG легкий – 1 (0,97)
- Коток SDLG важкий – 1 (0,57)
- Робітники – 9 чол.

Склад загону будівництва тротуарів:

- витрати сили працівників, люд.-дні – 21,05
- потреба в техніці, маш.-зміни – 0,163
- затрати праці людей на 1 м², люд.-дні – 0,129

Основні машини:

- автогрейдер XCMG – 1;
- коток SDLG – 1.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

В роботі розроблені технологічні карти будівельних операцій для зведення транспортної розв'язки, підраховані продуктивності основних ведучих та допоміжних дорожніх машин, визначені механізовані дорожні загони для виконання відповідних технологічних операцій.

Розділ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

4.1. Розрахунок тривалості будівництва

Термін спорудження ТР підрахований методом інтерполяції.

По транспортній розв'язці загальна довжина траси, приведена до II категорії дороги, враховуючи з'їзди:

$$\ell = 0,5355 \cdot 2 + 2,011 = 3,082 \text{ км.}$$

Будівництво ТР переведемо до дороги II категорії, тоді спорудження автошляху довжиною 3,0 км триває 12 місяців.

Тривалість спорудження на 1 км приросту довжини:

$$\frac{18-12}{7-3} = 1,5 \text{ місяці.}$$

Приріст довжини ТР:

$$\nabla \ell = 3,082 - 2,6 = 0,482 \text{ км.}$$

Тривалість будівництва:

$$T_{\text{розр.}} = 1,5 \cdot 0,482 + 12 = 12,723 \approx 13 \text{ місяців}$$

Тривалість підготовчих робіт підраховується за продуктивністю бульдозера HBXG (SHENWA) SD8B.

На період підготовки відведено 1 місяць.

Загальна тривалість спорудження ТР: 13 місяців.

Початок будівництва ТР – 10.2026 року, закінчення – 10.2027 року.

БМР основними машинами будуть проводитися в 1 зміну.

Тривалість робіт в змінах за директивним часом для кожного виду провідної машини на відповідній ділянці прямопропорційний відношенню об'єму ґрунту, який підлягає розробці на певній ділянці ΣV_{ip} до $V_{izm.min}$:

$$T_{idup} = \frac{V_{ip}}{V_{izm.min}}.$$

- на 2-ій ділянці:

$$T_{2,oup} = \frac{5194,94}{23,83} = 218_{зм}.$$

Приймаємо 218 змін.

на 3-ій ділянці: $T_{3,дир} = \frac{2596321}{145,99} = 177,84 \text{зм.}$

Приймаємо 178 змін.

на 1-ій ділянці: $T_{1,дир} = \frac{5195,96}{145,99} = 35,59 \text{зм.}$

Приймаємо 36 змін.

Довжина захватки для відсіпки шару ґрунту за зміну знаходиться в межах 5 – 200 м і визначається:

$$L_{зм.} = \frac{V_{izm}}{h_y \cdot k_y \cdot B_{відс.}},$$

Ширину відсіпки в насип шарів ґрунту $B_{відс.}$, знаходимо як середню ширину земполотна в поперечному профілі та плюсуємо по 0,2 – 0,5 м по ширині з кожного боку.

- на 1-ї ділянці $L_{2.зм.} = \frac{145,99}{0,35 \cdot 0,81 \cdot 15,55} = 33,11 \text{м}$, приймаємо $L_{1.зм.} = 35 \text{м}$;

- на 2-ї ділянці $L_{1.зм.} = \frac{23,83}{0,35 \cdot 0,81 \cdot 12,61} = 6,67 \text{м}$, приймаємо $L_{2.зм.} = 10 \text{м}$;

- на 3-ї ділянці $L_{3.зм.} = \frac{145,99}{0,35 \cdot 0,81 \cdot 15,76} = 33,05 \text{м}$, приймаємо $L_{3.зм.} = 35 \text{м}$.

Відповідно до $V_{i.зм.}$ підраховуємо фактичну тривалість робіт:

$$T_{іфакт.} = \frac{V_{ip}}{V_{izm}},$$

Результати розрахунків:

на 1-ї ділянці $T_{1,факт.} = \frac{4990,62}{212,5} = 23,48 \text{зм.}$, приймаємо $T_{1,факт.} = 24 \text{зм.}$;

на 2-ї ділянці $T_{2,факт.} = \frac{5011,57}{195} = 25,7 \text{зм.}$, приймаємо $T_{2,факт.} = 26 \text{зм.}$;

на 3-ї ділянці $T_{3,факт.} = \frac{2612387}{283,2} = 92,24 \text{зм.}$, приймаємо $T_{3,факт.} = 93 \text{зм.}$;

4.2. Умови забезпечення будівництва основними матеріалами і конструкціями

Улаштування насипу кільцевої ТР передбачено із ґрунтів 3 резерву поблизу н.п. Війтівці, який розташований на віддалі 12 км від розв'язки.

Решта матеріалів для спорудження ТР будуть поступати із виробничих баз України:

- БНД залізницею із Лисичанського НПЗ буде поступати станцію Хмельницький, а далі автотранспортом на об'єкт на віддаль 39 км та 2,1 км на АБЗ;

- асфальтобетон та ЧЩ будуть транспортуватися із Хмельницького АБЗ з транспортуванням автомобільним транспортом на віддаль 48,1 км;

- щебінь залізницею буде надходити зі спецкар'єрів на станцію Хмельницький, а далі автосамоскидати на віддаль 39 км на об'єкт, 3,6 км на ЦБЗ та 2,1 км на АБЗ;

- з/б вироби з Хмельницького ЗБЗ перевозитимуться автотранспортом на віддаль 40,9 км.

- з/б вироби водовідвідних конструкцій будуть надходити на Хмельницький ЗБК з подальшим автоперевезенням до ТР на 40,9 км;

- з/б вироби для шляхопроводу з м. Калуша будуть надходити автоперевезенням на віддаль 186 км;

- дорожні знаки та інше устаткування для забезпечення ОДР будуть надходити з м. Тернопіль автосамоскидами на віддаль 68 км;

- металеве огороження з м. Києва постачається залізницею на віддаль 365 км, а далі аналогічно автоперевезенням на об'єкт;

- електроенергія буде отримуватись від пересувної електростанції, вода для технічних потреб – із н.п. Війтівці.

Перевезення ґрунту:

Продуктивність автосамоскида MAN

- на 3 ділянці:
$$P_{AC,3} = \frac{8 \cdot 10 \cdot 0,881 \cdot 1,0}{\frac{2 \cdot 12,038}{23} + 0,23} = 137,98 \text{ м}^3/\text{зм.}$$

- на 1 ділянці:
$$P_{AC,1} = \frac{8 \cdot 10 \cdot 0,881 \cdot 1,0}{\frac{2 \cdot 11,989}{23} + 0,23} = 107,93 \text{ м}^3/\text{зм.}$$

Кількість автосамоскидів:

- на 3 ділянці –
$$n = \frac{2596321}{137,98 \cdot 10 \cdot 4} = 4,7$$
 приймаємо 5 автосамоскидів з

$k_{вик} = 0,94;$

- на 1 ділянці –
$$n = \frac{5195,96}{107,93 \cdot 10} = 4,81$$
 приймаємо 5 автосамоскидів з

$k_{вик} = 0,96.$

Щебінь завозитиметься з м. Хмельницький з попередньою доставкою залізницею.

$$P_{AC,1} = \frac{8 \cdot 10 \cdot 0,894 \cdot 1,0}{\frac{2 \cdot 5,6}{39} + 0,198} = 34,69 \text{ м}^3/\text{зм}$$

Необхідна кількість ТЗ для перевезення ФЩ:

$$n = \frac{198,87}{34,69} \approx 5,73 \text{ шт.}$$

Приймаємо 3 автосамоскиди для довозення ЩПС С-5 при роботі у 2 зміни.

Вода з н.п. Війтівці завозиться ПМ на відстань 3,89 км від початку спорудження ТР.

Розрахунок продуктивності ПМ:

$$P = \frac{8,2 \cdot 10 \cdot 0,91}{\frac{2,49}{3,89} + 0,25} = 39,36 \text{ м}^3/\text{зм}$$

$$n = \frac{46,25}{39,36} \approx 1,18 \text{ шт.}$$

Приймаємо 1 ПМ для перевезення води.

Підвезення чорного щебеню на місце виконання робіт буде здійснюватися окремими фракціями автосамоскидами МАН.

Продуктивність автосамоскиду MAN буде однаковою для ЧЩ усіх фракцій:

$$P_{AC,1} = \frac{8 \cdot 10 \cdot 0,881 \cdot 1,0}{\frac{2 \cdot 9,63}{48,1} + 0,23} = 111,87$$

Розраховуємо кількість ТЗ окремо для кожної фракції ЧЩ:

- 20-40 мм:

$$n = \frac{323,91}{111,87} = 2,89$$

Потрібно 3 автосамоскиди MAN з $k_{вук}=0,97$.

- 10-20 мм:

$$n = \frac{296,03}{111,87} = 2,65$$

Потрібно 3 автосамоскиди MAN з $k_{вук}=0,88$.

- 5-10 мм:

$$n = \frac{127,99}{111,87} = 1,14$$

Потрібно 1 автосамоскид MAN з $k_{вук}=1,14$.

Для транспортування потрібно 3 автосамоскиди MAN з поетапним перевезенням ЧЩ різних фракцій.

Для улаштування основи зі ЩПС С-5, розраховуємо надходження піску з кар'єру неподалік н.п. Війтівці (13,6 км) та щебеню, який транспортуватиметься залізницею до м. Хмельницький, а далі на об'єкт проєкту (39 км). Перемішування суміші здійснюватиметься безпосередньо перед укладанням в установці. Для підвезення води аналогічно використовуємо 1 ПМ.

Визначаємо число автосамоскидів MAN для підвезення щебеню для ЩПС С-5.

$$P = \frac{\left(\frac{8,2 \cdot 10 \cdot 0,95}{\frac{2,3}{39} + 0,252} \right)}{0,99} = 81,99 \text{ м}^3/\text{зм}$$

$$n = \frac{296,96}{81,99} \approx 3,62 \text{ шт.}$$

Приймаємо 4 автосамоскиди MAN з $K_e = 0,91$.

Для піску:

$$П = \frac{8,2 \cdot 10 \cdot 0,95}{\frac{3,43}{13,6} + 0,253} = 154,25 \text{ м}^3/\text{зм}$$

$$n = \frac{198,89}{154,25} \approx 1,29 \text{ шт.}$$

Так, як матеріали для ЦПС підвозитимуться з різних місць сумарна кількість автосамоскидів MAN буде рівна 5 шт.

Визначаємо середню відстань від кожної із баз постачання до ТР необхідних матеріалів:

$$L_{AB3}^{CEP} = 48,1 + \frac{0,412}{2} = 48,306 \text{ км}$$

$$L_{ЦБЗ}^{CEP} = 40,9 + \frac{0,412}{2} = 41,106 \text{ км}$$

$$L_{ЗБ}^{CEP} = 186 + \frac{0,842}{2} = 186,421 \text{ км.}$$

Продуктивність автосамоскида MAN для транспортування АБС та інших матеріалів із АБЗ у м. Хмельницький:

$$П = \frac{8,2 \cdot 10 \cdot 0,91}{\frac{17,07}{48,306} + 0,2} = 92,36 \text{ т} / \text{зм}$$

Продуктивність автогудронатора:

$$П = \frac{8 \cdot 10 \cdot 0,963}{\frac{17,07}{48,306} + 0,21 + 0,12} = 89,6 \text{ т} / \text{зм}$$

Приймаємо 1 автогудронатор.

Продуктивність авто для доставки з/б виробів з м. Калуш:

$$П = \frac{16,2 \cdot 10 \cdot 0,83}{\frac{13,61}{186,421} + 0,26} = 213,43 \text{ т} / \text{зм}$$

Приймаємо 1 спеціалізований автомобіль (рисунок 4.1).



Рисунок 4.1 Спеціалізований автомобіль для перевезення з/б виробів

4.3. Будівельний генеральний план

Незважаючи на те, що будівельні роботи проводитимуться у населеному пункті, перед початком їх проведення всеодно передбачено влаштувати будівельний майданчик на окраїні н.п. Війтівці, оскільки велика частка матеріалів буде надходити з інших міст і потребуватиме складування. Також буде залучена бригада дорожніх робітників з м. Хмельницький для влаштування ТР. Тому потрібно буде створити умови для їх комфортного перебування нп об'єкті, забезпечивши базові та необхідні потреби для роботи.

Будгенплан проектуємо на період повного розгортання робіт. Підраховуємо тах число працюючих на зміну та необхідність надання приміщення для робітників немісцевим та визначаємо їх кількість.

Визначаємо площі тимчасових будівель на будмайданчику, знаючи нормативні площі на 1 людину, що використовує дане приміщення. Число працівників визначаємо в табличній формі (таблиця 4.1).

«Площу складів розраховуємо за кількістю матеріалів;

$$Q_{зан} = Q_{заг} / T \cdot \alpha \cdot n \cdot k ,$$

де $Q_{зан}$ - запас матеріалів на складі;

$Q_{заг}$ - загальна кількість матеріалів необхідних для будівництва;

T - тривалість розрахункового періоду, днів;

$\alpha = 1,1$ - коефіцієнт нерівномірності постачання матеріалів на склади;

$k = 1,3$ - коефіцієнт нерівномірності витрат матеріалів» [11].

Отримані дані детально відображені у графічній частині проекту.

Таблиця 4.1 – Розрахунок площ тимчасових споруд та будівель

Найменування приміщення	Норма	Кількість людей	Площа будови, м ²
1. Контора	3м ² на 1 чол	7	21,0
2. Умивальник	0,35 м ² на 1 чол	46	Приймаємо 29,5
3. Душові кабінки 50 % жінки/чоловіки	1 м ² на 1 душ – 15 чол	5/41	Приймаємо 3,5/25
4. Біотуалет 30% Ж/Ч	3м ² на 1туалет – 15 чол	2 / 12	3,0 / 3,0
4. Сушка 50%	0,2 м ² на 1 чол	25	5
5. Приміщення для обігрівання	0,1 м ² на 1 чол	29	Приймаємо 25,5
6. Гардеробна	0,1 м ² на 1 чол	46	15
7. Приміщення для споживання їжі	1 м ² на 1чол	16	16,0
8.Приміщення для робочих	2,5 м ² на 1чол	18	45,0

ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 4

Під час розробки будгенплану було визначено середні відстані транспортування дорожньо-будівельних матеріалів, обсяги будівельно-монтажних робіт та продуктивності основного транспорту для їх перевезення. Прийняте рішення в необхідності спорудження будівельного майданчика з побутовими приміщеннями для робітників для складування будматеріалів, стоянки техніки.

Загальний термін будівництва становить 13 місяців з перервою на зиму. Організація дорожнього руху для проїзду транспорту на період спорудження ТР планується забезпечити по вул. Соборній та Лесі Українки, а транзитного руху місцевою дорогою поблизу н.п. Криванчинці.

Розділ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Усі види робіт зі спорудження ТР на А/Д М-30 проводяться у визначеному порядку.

Машиністів дорожніх ТЗ та інших робочих необхідно забезпечити спецвзуттям, спецодягом та іншими засобами індивідуального захисту. В разі проведення виробничих операцій з виділенням пилоподібних матеріалів робітників необхідно забезпечити захисними окулярами.

До роботи з технікою дорожньою допускаються працівники, які пройшли медичний огляд, перевірку знань з питань пожежної безпеки та інструктаж з техніки безпеки.

Машиністам-операторам ТЗ необхідно мати посвідчення на право керування відповідною дорожньою машиною. За машиністом закріплення машини має бути встановлене наказом.

Оператор в обов'язковому порядку повинен подавати звуковий сигнал попереджувальний перед запуском машини. При працюючому двигуні машини не дозволяється проводити роботи з технічного обслуговування дорожньої техніки. Оператору не можна залишати робоче місце при русі дорожніх ТЗ.

В неробочому положенні автогрейдера, щебенерозподільника при встановленні робочих органів ТЗ, при його транспортуванні та очищенні потрібно забезпечити надійну фіксацію усіх робочих органів. Для цього слід використовувати інвентарні прокладки та упори. Також дане правило стосується роботи по очищенні ротора фрези. Не можна без фіксації колодками відвалу перевіряти висоту його встановлення. При роботі автогрейдера знаходитися в зоні руху крайок відвалу заборонено ближче ніж на 1 м.

Між послідовно працюючими ТЗ однієї ланки дистанція має становити не менше ніж 10 м. Виняток становлять працюючі у зчепі машини. При роботі дорожньої техніки перебувати в зоні дії робочих органів заборонено.

На будмайданчику працювати в промашеному одязі категорично заборонено. При заправці машин паливом або іншими матеріалами ні в якому разі не можна користуватися відкритим вогнем.

Будівельний майданчик, встановлений у н.п. Вйтівці, має бути огорожений та позначений відповідними знаками, щоб уникнути доступу сторонніх осіб на нього.

Під'їзні шляхи до об'єктів дорожнього будівництва повинні бути побудовані до початку спорудження транспортної розв'язки.

Під час використання фрез для зрізання існуючого ДО потрібно насамперед очистити територію.

Перед початком зведення земполотна під розв'язку слід забезпечити відведення поверхневих вод.

Під час розвантаження ґрунту в насип з автомобіля-самоскида відстань від брівки насипу до осі його заднього колеса повинна бути не менше ніж 2 м, а відстань від зовнішнього колеса машини що рухається по насипу, до брівки, не менше ніж 1 м.

Під час розвантаження ґрунту дорожні робітники завжди мають бути видимі для водія, але перебувати до місця відсипки ґрунту не ближче 5 м.

Виконання робіт рухомими під час технологічного процесу ТЗ при дорожніх роботах, здійснюється таким чином:

- під час роботи щебенерозподільника працівникам заборонено перебувати у його бункері;
- під час укладання розподільником щебеню в основу ДО заборонено наближатися ближче ніж 1,0 м до брівки укусу насипу;
- якщо щебенерозподільник прикріплений до автосамоскида, то останній повинен рухатися заднім ходом та слідувати сигналам працівника, який перебуває біля розподільника;

Дорожні робітники під час влаштування дорожнього покриття повинні перебувати з навітряної сторони від працюючих машин.

Вимог безпеки під час укладки АБС наступні:

- на розвантаження АБС подавати автомобіль-самоскид тільки по сигналу машиніста асфальтоукладача;

- працівники мають перебувати не ближче ніж 1 м під час розвантаження суміші з автомобіля в бункер;

- водій завжди зобов'язаний подати звуковий сигнал перед початком руху автомобіля заднім ходом.

Обов'язково потрібно застосовувати спеціальний металевий гачок під час розвантаження АБС в бункер асфальтоукладача для відкривання заднього борту автосамоскида.

Під час недостатньої видимості та сильного туману забороняється завантажувати АБС з автомобіля у бункер асфальтоукладача.

«Для очищення кузова автомобіля-самоскида від залишків асфальтобетонної суміші необхідно застосовувати спеціальні скребки або лопати з ручкою довжиною не менше ніж 2 м, при цьому працівник повинен стояти на землі» [12].

Заборонено очищати від суміші крила прийомного бункера під час руху асфальтоукладача.

Заборонені під час роботи асфальтоукладачів і котків наступні види операцій:

- регулювання роботи ущільнюючих механізмів;
- перебування стороннім особам у зоні їх роботи;
- залишати без нагляду асфальтоукладачі і котки з увімкненими двигунами;
- ремонт живильників, шнеків, та інших механізмів.

ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 5

У розділі подані основні заходи по охороні праці під час проведення різного роду робіт при спорудженні ТР на а/д М-30 у н.п. Війтівці на Хмельниччині.

Розділ 6. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

6.1. Пояснювальна записка

При визначенні вартості дорожніх робіт та послуг при спорудженні розв'язки система ціноутворення складатиметься із правил визначення вартості будівництва ТР, індивідуальних та галузевих розрахунків витрат ресурсів та розрахунків витрат ресурсів підприємств.

Вартість дорожніх робіт та послуг розраховується на різних стадіях. Зокрема на стадіях:

- проектування – у складі кошторисного розділу проектної документації та змісту документації на будівництво;
- визначення та узгодження договірної ціни пропозиції учасника процедури закупівель;
- проведення визначених договором взаєморозрахунків.

Під час складання кошторисної документації інвесторської створюється відомість обсягів робіт. У ній повинно бути зазначено види робіт та послуг та відповідно до їх класифікації у дорожньому будівництві.

Кошторисна вартість спорудження ТР складається з вартості робіт, обладнання та інших витрат.

До вартості обладнання належать:

- вартість його виготовлення, придбання і доставки на приоб'єктний склад комплектів усіх видів, ; інструменту, інвентарю, пристосувань, засобів автоматизації і зв'язку, контрольних-вимірювальних приладів, спеціальних контейнерів для транспортування тощо;
- вартість шефмонтажу обладнання та у разі необхідності витрати з розмитнення.

До інших витрат відносять усі інші види витрат, не пов'язаних з вартістю дорожніх робіт та обладнання.

Для розрахунку кошторисної вартості об'єкту будівництва розробляється інвесторська кошторисна документація наступних типів:

- кошторисні розрахунки;
- кошториси об'єктні;
- кошторисні розрахунки об'єктні;
- кошториси локальні;
- кошторисні розрахунки локальні;
- зведені кошторисні розрахунки;
- зведення витрат;

«- відомості кошторисної вартості об'єктів дорожніх робіт та послуг, що входять до пускових комплексів;

- відомості кошторисної вартості об'єкта дорожніх робіт і послуг та робіт з охорони довкілля;

- відомості ресурсів до відповідних кошторисів та кошторисних розрахунків;

- відомість обсягів робіт без зазначення цін» [13].

Для підрахунку вартості дорожніх робіт під час складання документації інвесторської кошторисної застосовуються такі підходи:

- розрахунків, що розробляються та затверджуються підприємствами, витрат ресурсів підприємств;

- індивідуальних розрахунків, що розробляються проєктувальниками та затверджуються замовником;

- витратний підхід, який реалізується шляхом застосування галузевих розрахунків витрат ресурсів через ресурсний метод;

- кошторисних норм у разі відсутності на окремі види дорожніх робіт відповідних розрахунків витрат ресурсів;

- порівняльний підхід, який характеризується застосуванням інформації з бази даних об'єктів-аналогів щодо об'єкта-аналогу шляхом аналізу та порівняння ТЕП об'єктів-аналогів.

- витратний підхід, який застосовується для приведення у поточний рівень цін складових УПВ.

6.2. Економічна вартість спорудження ТР

Найбільший обсяг робіт складають земляні роботи по спорудженню ТР та фрезерування ДО.

Вартість транспортних витрат обчислюється:

$$P_{\text{заг}} = T_{\text{заг}} U_i$$

де U_i – вартість 1 маш./год.

Для ТР: $P = 261962,6 \cdot 5 = 1309812,5$ у.о.

Вартість будівництва ТР обчислюється:

$$K = L_i C_i$$

де L_i – між фіксованими точками розв'язки довжина дороги, км;

C_i – вартість одного км вулиці або з'їзду, у.о.

Таблиця 6.1 – Витрати

Категорія а/д	L_i , км	C_i , у.о.	K , у.о.
II	0,81	832000	673920
III	0,29	814500	236205
Лівоповоротні з'їзди	0,463	60266	27903,158
Правоповоротні з'їзди	1,33	45032	59892,56
Шляхопроводи	0,189	3320300	627536,7
Загальне значення для ТР			1625457,418

Отже, маємо такі витрати на спорудження кільцевої розв'язки:

$$ДТ = 1309812,5 + 1625457,418 = 2935269,918 \text{ у.о.};$$

Більш детально з витратами на будівництво ТР можна ознайомитися у зведеному кошторисі.

ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 6

Загальна вартість спорудження кільцевої розв'язки з усіма витратами має становити 135022416,228 грн.

ЛІТЕРАТУРА

1. Державні будівельні норми / Споруди транспорту. Вулиці та дороги населених пунктів.- ДБН В.2.3-5-2001: Держбуд України: Київ, 2001. – 50 с.
2. Державні будівельні норми / Містобудування. Територіальне планування і забудова міських і сільських поселень.- ДБН 360-92**.: Держбуд України: Київ, 2001. – 99 с.
3. ГБН В.2.3-37641918-559:2019 Автомобільні дороги. Дорожній одяг нежорсткий. Проектування.
4. Державні будівельні норми /Автомобільні дороги – ДБН В.2.3. – 4 – 2015: Держбуд України: Київ, 2015 – 115 с.
5. Настанова з проектування підпірних стін / ДСТУ-Н Б В.2.1-31:2014: Держбуд України: Київ, 2015 – 116 с.
6. Технологія будівництва автомобільних доріг [текст]: Конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійної програми «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 Архітектура та будівництво спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія денної та заочної форм навчання /уклад. О.П. Шимчук – Луцьк: Луцький НТУ, 2020. – 172 с.
7. ДСТУ Б Д.2.2-1:2012 Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Земляні роботи (Збірник 1).
8. ДСТУ Б Д.2.2-27:2012 Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Автомобільні дороги (Збірник 27).
9. ДСТУ Б А.3.1-22:2013. Визначення тривалості будівництва об'єктів.
10. Будівництво та цивільна інженерія. Магістерський курс: Навчальний посібник / О. В. Дзюбинська, С. Я. Дробишинець, Д. Я. Кислюк, С. В. Ротко, В. П. Самчук, С. В. Синій, П. О. Сунак, О. А. Ужегова, О. С. Чапюк .– Луцьк: ЛНТУ, 2023. – 675 с.
11. Бойчук В. С. Довідник дорожника. [Текст] / В. С. Бойчук // – К.: Урожай, 2002. – 560 с.

12. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12)

13. Ціноутворення в будівництві: Методичні вказівки до практичних занять для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійної програми «Будівництво та цивільна інженерія» галузь знань 19 Архітектура та будівництво спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія денної та заочної форм навчання / Д.Я. Кислюк. – Луцьк : Луцький НТУ, 2022. – 60 с.

14. Буквар доріг майбутнього. Посібник з управління комунальними дорогами для органів місцевого самоврядування : посіб. Київ, 2020. 172 с.

15. Стандарти Європейського Союзу щодо захисту пішоходів та практичні аспекти їх застосування в Україні.

16. ДСТУ 4123:2020 Безпека дорожнього руху. Засоби заспокоєння руху. Загальні технічні вимоги».

17. СТРАТЕГІЯ підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2024 року розпорядженням Кабінету Міністрів України від 21 жовтня 2020 р. № 1360-р.

18. Державні будівельні норми /Навантаження і впливи. Норми проектування – ДБН В.1.2. – 2 – 2006: Держбуд України: Київ, 2006 – 115 с.

19. Державний стандарт України / Правила визначення вартості будівництва та порядку проведення ремонту та утримання об'єктів благоустрою населених пунктів» - ДСТУ Б Д.1.1-1:2013: Держбуд України: Київ, 2013. – 96 с.

20. Проектування автомобільних доріг : метод. вказівки до самостійної роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освіти освітньої програми «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 Архітектура та будівництво спец. 192 Будівництво та цивільна інженерія спеціалізації Автомобільні дороги та аеродроми денної та заоч. форм навч. / В.О. Процюк. Луцьк : Луцький НТУ, 2021. – 64 с.

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

