

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра реконструкції аеропортів та автомобільних шляхів

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

ТВО завідуючого кафедри

_____ Пилипенко О.І.
“ ____ ” _____ 2020 р.

Кваліфікаційна магістерська робота

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «МАГІСТР»

Тема: Капітальний ремонт автомобільної дороги державного значення М-06 на ділянці Київ-Чоп на ділянці км 702+333 – км 707+333 із застосуванням технології укочуваного бетону

Виконав: _____ Ширшов Олександр Вадимович

Керівник: _____ Степанчук Олександр Васильович

Консультанти розділів:

Наукова частина _____ Степанчук О. В.

Коротка характеристика існуючих умов _____ Степанчук О. В.

Кліматична характеристика району _____ Степанчук О. В.

Техніко-економічні показники _____ Степанчук О. В.

Будівельні рішення _____ Степанчук О. В.

Водовідведення _____ Степанчук О. В.

Організація будівництва _____ Степанчук О. В.

Охорона навколишнього середовища _____ Гай А.Є.

Охорона праці _____ Гулевець В. Д.

Нормоконтролер з ЄСКД (ЄСПД): _____ Пилипенко О. І.

Київ 2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет архітектури, будівництва та дизайну
Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
Освітньо-професійна програма «Автомобільні дороги і аеродроми»

ЗАТВЕРДЖУЮ
ТВО завідуючого кафедри

Пилипенко О.І.
« 04 » жовтня 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Ширшова Олександра Вадимовича

(прізвище, ім'я, по батькові випускника в родовому відмінку)

1. Тема дипломної роботи **Капітальний ремонт автомобільної дороги державного значення М-06 на ділянці Київ-Чоп км 702+333 – 707+333 із застосуванням технології укочуваного бетону**

затверджена наказом ректора від « 02 » жовтня 2020 р. № 1884/ст

2. Термін виконання роботи: з 05. 10. 2020 р. по 27. 12. 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи:

Ділянка існуючої дороги м. Латірка км 702+333 – 707+333. Категорія дороги II (д). Інтенсивність руху – 9054 авт/добу, частка вантажних автомобілів в структурі транспортного потоку – 40%.

4. Зміст пояснювальної записки:

Вступ, наукова частина, практична частина роботи: характеристика району будівництва, план дороги, поздовжній профіль, конструкція дорожнього одягу та земляного полотна, система водовідведення, організація та безпека дорожнього руху, технологія будівельного виробництва, охорона навколишнього середовища, висновки, список використаних джерел, додатки.

5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу:

Наукова частина (2 аркуші формату А-1). Технічна частина: загальні дані, план дороги, поздовжній профіль, конструкції дорожнього одягу та земляного полотна, система водовідведення, організація та безпека дорожнього руху, технологія будівельного виробництва.

6. Календарний план-графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1	Вступ	04.10.20	
2	Наукова частина	06.10.20	
3	Загальні дані	02.11.20	
4	План дороги	04.11.20	
5	Поздовжній профіль	09.11.20	
6	Конструкції дорожнього одягу та земляного полотна	20.11.20	
7	Система водовідведення	23.11.20	
8	Організація та безпека дорожнього руху	27.11.20	
9	Технологія будівельного виробництва	30.11.20	
10	Охорона навколишнього середовища	09.12.20	
11	Виконання графічної частини дипломної роботи	04.10.20-10.12.20	
12	Оформлення пояснювальної записки і графічної частини дипломного проекту.	04.10.20-10.12.20	
13	Отримання рецензії, відгуку керівника. Захист дипломного проекту.	10.12.20-24.12.20	

7. Консультанти з окремих розділів

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Наукова частина	Проф. Степанчук О. В.		
Коротка характеристика існуючих умов	Проф. Степанчук О. В.		
Кліматична характеристика району	Проф. Степанчук О. В.		
Будівельні рішення	Проф. Степанчук О. В.		
Водовідведення	Проф. Степанчук О. В.		
Організація будівництва	Проф. Степанчук О. В.		
Охорона навколишнього середовища	Гай А. Є.		
Правила безпеки та охорони праці	Гулевець В. Д.		

8. Завдання отримані від консультантів за розділами

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Завдання
Наукова частина	Проф. Степанчук О. В.	
Коротка характеристика існуючих умов	Проф. Степанчук О. В.	
Кліматична характеристика району	Проф. Степанчук О. В.	
Будівельні рішення	Проф. Степанчук О. В.	
Водовідведення	Проф. Степанчук О. В.	
Організація будівництва	Проф. Степанчук О. В.	
Охорона навколишнього середовища	Гай А. Є.	
Правила безпеки та охорони праці	Гулевець В. Д.	

9. Дата видачі завдання: “ 04 ” жовтня 2020 р.

Керівник дипломної роботи _____

Степанчук О. В.

Завдання прийняв до виконання _____

Ширшов О.В.

Реферат

Представлений дипломний проєкт на тему «*Капітальний ремонт автомобільної дороги державного значення М-06 на ділянці Київ-Чоп на ділянці км 702+333 – км 707+333 із застосуванням технології укочуваного бетону*» складається з пояснювальної записки обсягом 123 сторінки та 9 листів креслень.

Об'єкт проєктування – дорога міжнародного значення II-ї категорії в Закарпатській області.

Метою дипломної роботи є дослідження укочуваного бетону як метод для будівництва покриття автомобільної дороги та аналіз його переваг та недоліків в порівнянні з більш консервативним методом будівництва автомобільних доріг за допомогою асфальтобетону.

Дорога побудована у складних умовах для проєктування . Було спроектовано безліч серпантинів та створено нове вертикальне планування дороги.

Новизна роботи :

1. Було досліджено метод укочуваного бетону , встановлено його переваги та недоліки над асфальтобетоном.
2. Створено нове вертикальне планування з урахуванням всіх чинників навколишнього середовища та спроектовано організацію дорожнього руху.
3. Виконано розрахунок дорожнього одягу в програмі «Credo Дороги».

Методи досліджень – експериментально-теоретичні фізико-механічні методи досліджень згідно діючих нормативних документів.

Матеріали дипломної роботи мають реальну основу і відповідають вимогам Вищої школи України.

ЗМІСТ

ВСТУП

1. РОЗДІЛ 1 НАУКОВА ЧАСТИНА

- 1.1. Технологія укочуваного бетону в різних країнах
- 1.2. Різновиди укочуваного бетону
 - 1.2.1. Укочуваний бетон з використанням золи
 - 1.2.2. Укочування бетону на основі місцевої карбонатної сировини
- 1.3. Матеріали для приготування твердоливних сумішей
 - 1.3.1. Великий і малий наповнювач
 - 1.3.2. Терпкий
 - 1.3.3. Хімічні домішки
- 1.4. Технологія будівництва шарів дорожнього одягу із укочуваного бетону
 - 1.4.1. Приготування суміші
 - 1.4.2. Транспортування твердих і бетонних сумішей
 - 1.4.3. Укладання та ущільнення суміші і догляд за бетоном
 - 1.4.4. Розташування деформаційних швів.
- 1.5. Укочуваний бетон з додаванням подрібненого асфальтового бетону і бітумних емульсій
 - 1.5.1. Загальна інформація про композит/бетон
 - 1.5.2. Отримання асфальтового грануляту
- 1.6. Особливості структури укочуваного бетону з подрібненим асфальтобетоном та бітумною емульсією
- 1.7. Результати випробувань укочуваного бетону подрібненим асфальтобетоном та бітумною емульсією
 - 1.7.1. Суміші для основ
 - 1.7.2. Суміші для покриттів
 - 1.7.3. Результати випробувань суміші для зручності укладання
- 1.8. Аналіз результатів
 - 1.8.1. Для основ дорожнього одягу
 - 1.8.2. Визначення фактичного модуля пружності композиційного бетону. Методи випробувань
 - 1.8.3. Результати випробувань

2. РОЗДІЛ 2. ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

- 2.1. Коротка характеристика існуючих умов
- 2.2. Кліматична характеристика району
- 2.3. Техніко – економічні показники
- 2.4. Будівельні рішення
 - 2.4.1. Траса дороги

- 2.4.2. Відведення земель
- 2.4.3. Поздовжній та поперечний профіль дороги
- 2.4.4. Штучні споруди
- 2.4.5. Дорожній одяг
- 2.4.6. Пересічення та примикання
- 2.4.7. Зупинки громадського транспорту
- 2.4.8. Розрахунок дорожнього одягу
- 2.4.9. Доступність маломобільних груп населення
- 2.4.10. Організація безпеки руху та облаштування дороги
- 2.5. Водовідведення
- 2.6. Організація будівництва
- 2.7. Охорона навколишнього середовища
- 2.8. Правила безпеки та охорони праці
 - 2.8.1. Протипожежні засоби
 - 2.8.2. Охорона праці. Загальні вимоги
 - 2.8.3. Вимоги при спорудженні земляного полотна
 - 2.8.4. Вимоги при влаштуванні дорожнього одягу
 - 2.8.5. Вимоги при влаштуванні розмітки проїзної частини
 - 2.8.6. Визначення класу наслідків

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

ВСТУП.

Робочий проєкт капітального ремонту автомобільної дороги державного значення М-06 Київ-Чоп на ділянці км 702+333 – км 707+333, Закарпатська область розроблено на підставі завдання на розробку проєктної документації № 7-1/19 від 10 червня 2019 року, виданого Службою автомобільних доріг у Закарпатській області та затвердженого Державним агентством автомобільних доріг України.

В основу розробки проєкту покладені матеріали топографо-геодезичних вишукувань, виконаних ПП «ГЕОДЕЗИЧНА ІНЖИНІРИНГОВА АГЕНЦІЯ», геологічних вишукувань, виконаних ТОВ «Інженерні вишукування», даних контрольних замірів існуючої інтенсивності руху, виконаних ДП «Укрдїпродор», матеріалів випробувань кернів існуючого дорожнього одягу, виконаних лабораторією Закарпатської Служби автомобільних доріг, контрольних замірів, обстежень і підрахунків виконаних інженерами ТОВ НВЦ «Дорбудтехнологія».

На теперішній час вийшов міжремонтний строк експлуатації на даній ділянці автомобільної дороги. Останній ремонт проводився у 2004 році. З того часу виконувались тільки поточні ремонти. Це призвело до несприятливих умов проїзду автомобільного транспорту – існуюче асфальтобетонне покриття знаходиться у незадовільному стані – має ямковість, нерівності, колійність, тріщинуватість, руйнування кромки та прикромочних водовідвідних лотків, занижені узбіччя. Водовідвід потребує негайного ремонту. У зв'язку з цим виникла необхідність обстеження цієї ділянки дороги та розроблення проєктно-кошторисної документації капітального ремонту.

Категорія дороги по технічному паспорту – II.

Ділянка проєктування км 702+333 починається на межі Львівської та Закарпатської областей. Далі траса проходить хвилястою лінією в межах Воловецького

Кафедра РААШ				НАУ 20 12 53 000			
Виконав	Ширшов			Капітальний ремонт автомобільної дороги державного значення М-06 на ділянці км 702+333 - км 707+333 із застосуванням технології укочуваного бетону	Літера	Аркуш	Аркушів
Керівник	Степанчук						
Консульт.	Степанчук						
Н-контр.	Пилипенко						
Т.в.о.зав.каф.	Пилипенко						

району Закарпатської області. Закінчується на межі села Латірка,
км 707+333. Загальна довжина ділянки 5,0 км.

Роботи проводяться в межах смуги відведення дороги.

Проектні рішення з капітального ремонту даного об'єкту передбачають заходи, виконання яких дозволить підвищити комфортність та рівень безпеки руху транспортних засобів та пішоходів, покращити транспортно-експлуатаційні показники стану проїзної частини та тротуарів на час міжремонтних термінів експлуатації.

Розділ 1. НАУКОВА ЧАСТИНА.

1.1. Технологія укочуваного бетону в різних країнах

В даний час на існуючих дорогах в Україні та за кордоном поширена ситуація, коли конструкція дорожнього покриття не відповідає вимогам щодо довговічності та несучої здатності. Це пов'язано з постійним збільшенням інтенсивності руху транспорту (особливо в Україні та країнах СНД), заторами вантажів, появою нових типів транспортних засобів із підвищеним навантаженням на вісь. Наслідком такої ситуації є швидке руйнування дорожніх покриттів, формування колії. При цьому доводиться частіше ремонтувати покриття нежорсткого дорожнього одягу, скорочуються міжремонтні терміни, тому збільшуються витрати на утримання та подальший ремонт дорожнього одягу [1,2,3,5]

У розвинених країнах для поліпшення цієї ситуації розробка та застосування нових технологій, що дозволяють або швидко відремонтувати покриття існуючих доріг, або побудувати шари покриття з підвищеними характеристиками міцності, з більшою довговічністю. Прикладом першого головного напрямку можуть бути різні модифікації технологій регенерації та переробки, коли за один прохід верхній шар зруйнованого покриття обробляється з додаванням невеликої кількості нових дорожньо-будівельних матеріалів. Другий основний напрям є ширшим: він включає використання таких матеріалів, як цементний бетон, подрібнений мастичний асфальтобетон (SMA) та багато інших, а також композиційних матеріалів на основі асфальту та цементного бетону.

У промислово розвинених країнах (США, Канада, Австралія, Великобританія, Німеччина, Швеція, Франція, Норвегія, Іспанія та багато інших) розширюється будівництво дорожніх покриттів із твердих бетонних сумішей, що ущільнюються укочуванням бетону. Провідні машинобудівні компанії, що розробляють дорожнє обладнання, створюють потужні ущільнювальні балки для універсальних дорожніх покриттів і використовують їх для будівництва фундаментів та дорожніх покриттів

Кафедра РААШ				НАУ 20 12 53 000			
Виконав	Ширшов			Капітальний ремонт автомобільної дороги державного значення М-06 на ділянці км 702+333 - км 707+333 із застосуванням технології укочуваного бетону	Літера	Аркуш	Аркушів
Керівник	Степанчук						
Консульт.	Степанчук						
Н-контр.	Пилипенко						
Т.в.о.зав.каф.	Пилипенко						

доріг та магістралей для бетонного прокатки, що називається в англійських країнах "RCC-Pavements".

Технологія укладання бетону включає: підготовку суміші, транспортування, укладання, ущільнення та догляд. Бетонування стало дуже поширеним при будівництві дамб і підпірних стінок дамб. Численні предмети подібного роду встановлені у всьому світі або вони ще будуються.

У країнах Європи та Північної Америки укладаний бетон у дорожньому будівництві використовується при влаштуванні шарів покриттів доріг, призначених для руху важких транспортних засобів (контейнеровози, військові машини, машини лісового господарства); контейнерні термінали, автостоянки; під'їзні, сільські, лісові дороги з великим навантаженням; другорядні дороги та вулиці, місцеві дороги та шосе, під'їзди до аеропортів, злітно-посадкові смуги аеродромів; як шар підкріплення при реконструкції старих тротуарів .

Технологія пристрою дорожніх покриттів на укладання бетону досить нова. Такі покриття набагато міцніше і довговічніше асфальтобетону, до того ж їх пристрій займає набагато менше часу. Вміст цементу в бетонних сумішах для укладання на дорожньому покритті більше, ніж у ущільненому цементному бетоні, що використовується при будівництві дамб.

Укладання бетону в дорожньому будівництві - це дуже сухий портландцементний бетон, у багатьох випадках він також супроводжується золою. Такий бетон повинен мати жорстку консистенцію, щоб його можна було укласти штабелерами та ущільнити валками до необхідної щільності. У Німеччині ця консистенція класифікується від волого-грунтової до твердої, у США - як " non-slump ". Матеріал змішується в стаціонарних установках, укладається і попередньо ущільнюється дорожнім покриттям з великою масою. Остаточне ущільнення досягається за допомогою вібро-, пневмо- або комбінованих ковзанів.

Існуючий досвід будівництва доріг з укладання бетону показав, що такий бетон слід застосовувати при будівництві доріг, на яких транспортні засоби з великим осьовим навантаженням і які зазнають великих механічних навантажень, наприклад, при будівництві під'їзних доріг для важких транспортних засобів з

осьовими навантаженнями до 120 тонн; покриття для контейнерних майданчиків та обладнання в портах; стоянки для заправки та армійської техніки, військових та транспортних літаків.

За останні 20 років кількість вантажівок та перевезень на іноземних дорогах зросла, що призвело до підвищення вимог до покриття дорожнього покриття з точки зору надійності та довговічності. Асфальтові покриття не завжди відповідають цим вимогам, крім того, їх часто доводиться ремонтувати. Одним із варіантів вирішення цієї проблеми є будівництво цементно-бетонних покриттів, які мають ряд переваг перед асфальтобетонними, головними з яких є висока міцність і стійкість до тривалого навантаження. До недоліків технології будівництва монолітних цементно-бетонних покриттів з укладанням бетонних сумішей в розсувній опалубці можна віднести більш тривалий період будівництва, пов'язаний з процесом набуття міцності бетону при затвердінні; висока початкова вартість покриття в порівнянні з асфальтобетоном;[3]

Укочуваний бетон застосовується за кордоном досить широко. Географічно він найчастіше використовується в Європі (Німеччина, Франція, Англія, Бельгія, Іспанія, Швеція, Фінляндія та інші країни) [11,12,14,28, 37-41] у Північній Америці (США, Канада) [5,6,30,35,37,40,41] в Японії [6,7,12,]. Як матеріал для побудови основ укочуваного бетону використовується в Україні, Росії, Білорусії та Казахстані [1,2,3,4,7,16,22,35].

У США інтерес до бетонних укочуваних покриттів обумовлений наступними причинами. Перший - це пошук методів швидкого будівництва покриттів у воєнний час. При цьому основними з них є швидкість дорожнього будівництва та використання загальної дорожньої техніки в мінімальній кількості. Другий - отримати економічне та довговічне покриття, на якому могло б рухатися військове спорядження, тоді як рівномірність та шорсткість покриття не грає суттєвої ролі [14,30].

Проектування бетонної суміші Військово-інженерним корпусом виконується відповідно до інструкції АСІ 207.5R. Згідно з цим документом, суміш рекомендується вибирати по консистенції (це стосується твердості суміші); пробні

випробування, на основі яких визначається оптимальне співвідношення заповнювача та сполучного; наявність герметичного обладнання.

Суміші укочування бетону, призначені для будівництва покриттів, у порівнянні з традиційними цементно-бетонними сумішами містять менше цементу (зменшення витрат на 50 - 115 кг / м³). Бетон за 28 днів досягає міцності на стиск 28 - 35 МПа. Крім того, широке впроваджувати укочування бетонів для дорожнього будівництва може сприяти не тільки значному зниженню експлуатаційних витрат завдяки високій міцності та довговічності дорожнього покриття, але й тому, що поверхня бетону відображає на 44% більше світла, ніж поверхня асфальтобетону. Це дозволяє досягти економії за рахунок зменшення витрат на встановлення та експлуатацію систем освітлення.

Для оцінки консистенції бетонної суміші використовується модифікований Інтернет-пристрій. Ефективне укладання асфальтоукладальника досягається при жорсткості суміші на модифікованому полотні 45 - 60 с ,.

Найекономніше співвідношення мінерального наповнювача та сполучного вибирається за максимальною щільністю.

Для оцінки ущільнення суміші використовують модифікований метод Проктора, який зазвичай використовують для визначення ущільнення цементного ґрунту [6,14].

Укочуваний бетон в Канаді був використаний в результаті розробки методів будівництва фундаментів автомобільних доріг, міських вулиць із ґрунту та гравію, обробленого цементом. Найчастіше він зустрічається в провінції Британська Колумбія на сильно перевантажених дорогах промислових підприємств лісозаготівельної галузі. На думку канадських експертів, рулонний бетон характеризується високими показниками. Під час експериментального будівництва особливу увагу приділяли вибору раціональної товщини дорожнього покриття [13].

У Німеччині перший випробувальний відрізок дороги з товщиною покриття 20 см з укочування бетону був побудований в 1987 році. Бетонна суміш була укладена за допомогою асфальтоукладальника Super S1700 Vogele. Вібраційна планка асфальтоукладальника забезпечувала ступінь ущільнення 0,940 - 0,960 згідно з

Проктором. Далі проводилось ущільнення вібраційним валиком масою 9 т. Після двох проходів без вібрації та двох проходів з вібрацією ступінь ущільнення досягла 0,985 [6].

На думку німецьких експертів, однією з головних переваг укочуваного бетону як матеріалу є те, що машини можуть рухатися по ньому відразу після ущільнення. Ця здатність зумовлена консистенцією суміші (твердістю суміші) та низьким вмістом води.

На шар укоченого бетону доцільно розподілити шар асфальтобетонної суміші товщиною 4 - 5 см. Асфальтобетон захищає укочуваний бетон при затвердінні від підвищеного зносу при русі транспортних засобів, деформацій зсуву при гальмуванні важких вантажівок; під час експлуатації від впливу природних та кліматичних факторів, антигелевих солей, що викликають корозію цементного каменю.

У статті [5] порівнюються різні типи покриттів з класифікацією сприйняття ними різних впливів (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняння різних типів покриттів

Назва показників	монолітний бетон	укочуваний бетон	бруківка	збірний залізобетон	асфальтобетон	Фібробетон
Тип навантаження:						
статичні (високі точкові навантаження)	++	++	+	+, 1	-	++
динамічні (тривалі циклічні навантаження)	+	+	-	-, 2	++	++

горизонтальний (інтенсивні зсувні та ударні навантаження)	++	++	-, 3	+	-, 4	++
Характеристики поверхні:						
рівність	++	0	0	0	++	++
стійкість до агресивних протижеледних реагентів	++	5	+	++	++	++
довговічність	++	++	++	++	+	++
зчеплення	++	++	++	++	++	++
хімічна стійкість	++	++	++	++	0	++
колір покриття	++	++	+	++	0, 6	++

Примітки: ++ - найбільш підходящий; + - підходить; 0 - прийнятний; - - невідповідний; 1 - сильна залежність від нижніх шарів; 2 - відсутність поперечної передачі сил; 3 - відсутність сполучних елементів дорожнього покриття; 4 - можливість деформації в жарку пору року; 5 - відсутність досвіду; 6 - залежить від кольору наповнювача.

Зі табл. 1 видно, що укочуваний бетон найкраще поглинає статичні, зсувні та ударні навантаження, має високу зносостійкість, зчеплення з іншими шарами дорожнього покриття, хімічно стійкий. Він також підходить під впливом тривалого циклічного навантаження, проте цей показник у нього трохи нижчий, ніж у асфальтобетонних шарів. Покриття з укочування бетону мають низьку рівномірність.

У таблиці. 1 відсутні дані про тріщиностійкість укочуваного бетону порівняно з монолітним бетоном, а також дані про роботу укочуваного бетону у випадку реагентів.

1.2.Різновиди укочуваного бетону

1.2.1. Укочуваний бетон з використанням золи

Слід зазначити, що майже у всіх країнах при приготуванні твердих бетонних сумішей використовується зола. Видалення золи відноситься до промислових відходів, що залишаються після згоряння твердого палива. Встановлено, що більшість шкідливих явищ ТЕЦ, котлів мають певну активність, що в кінцевому рахунку позитивно впливає на міцність бетону. Мета застосування шламу - зменшити витрату цементу, замінивши частину сполучного, в той час як міцність бетону не повинна зменшуватися. Друга причина, яка змушує експертів експериментувати з цією добавкою, - утилізація промислових відходів. У деяких країнах рекомендується замінювати високоякісний портландцементний шлак портландцементом, використовувати золу теплових електростанцій. В додаток, зазначається, що низькоміцні карбонатні породи в деяких випадках ефективніші за високоміцні наповнювачі: вони мають мінімальну гідравлічну та термічну усадку. Однак сфера застосування матеріалів щодо таких компонентів дещо обмежена: це сільськогосподарські дороги, місцеві дороги з низьким рівнем руху. [6,7]

При наявності золи як місцевого матеріалу завжди необхідно враховувати можливість її використання для приготування бетонних сумішей. Спектр застосування може бути розширений, наприклад, для зміцнення ґрунту надр для видалення золи або складного сполучного. Однак часто виникає проблема: існуюче видалення золи не має необхідної активності. При змішуванні бетонної суміші порушується поверхнева структура частинок золи, що сприяє прояву їх активних властивостей, але цього може бути недостатньо для забезпечення очікуваної міцності. Тут можливим технологічним рішенням може бути додаткове подрібнення золи на кульових млинах, що поліпшить поверхнево-активні властивості частинок. Але це призводить до зменшення технологічності способу,

1.2.2. Укочування бетону на основі місцевої карбонатної сировини

Механічна міцність карбонатних порід залежить від пористості, співвідношення кальциту та магнезиту та їх розподілу в породі, розміру та форми зерен. Характеризується різними породами в широкому асортименті. Міцність на стиск коливається від 2 до 200 МПа, і неоднорідність властивостей спостерігається в тому ж полі. При розробці таких родовищ необхідна організація збагачення матеріалу на міцність, очищення від домішок.

Вапняк, як основна порода, має хорошу адгезію до бітуму та цементу; при обробці цими сполучними речовинами підвищується його міцність і морозостійкість. Тому при наявності вапняку як місцевого матеріалу доцільно використовувати його як наповнювач для укочуваного бетону [26]:

Карбонатні породи активно взаємодіють з цементом, утворюючи щільний і міцний контактний шар, що збільшує міцність бетону. Крім того, карбонатні породи схильні до самоцементації, особливо в присутності прискорюючих речовин - цементу, вапна, етаноламінів у незначній кількості [49,59].

Використання місцевих низькоміцних вапняків у дорожньому будівництві дозволяє відмовитись від ввезення щебеню з віддалених районів країни, зменшити транспортні витрати, зберігаючи при цьому нормативні фізико-механічні властивості дорожнього покриття.

Укочуваний бетон із застосуванням шлакового сполучного

Питання збільшення капіталу дорожнього покриття на дорогах усіх категорій є особливо актуальним сьогодні: цим вимогам часто відповідають покриття та основи, оброблені мінеральними в'язучими, що характеризуються стабільністю міцнісних характеристик та деформованими властивостями. Використання гранульованого шлаку в якості сполучного речовини обумовлено високою вартістю цементу.

Дослідження внутрішньої структури зразків для укочуваного бетону з використанням шлакового в'язучого показали, що зразки характеризуються структурою, в якій матеріал занурений в цементуючий агент, представлений

переважно гідросилікатами з низькою основою. Однак є порожнечі через наявність хімічно зв'язаної води.

Результати досліджень показали, що при оптимальній вологості шлакове сполучне найбільш повно проявляє свою гідравлічну активність. У цьому випадку процес затвердіння з часом стає більш інтенсивним. Зі збільшенням вмісту води в бетонній суміші та її рухливості міцність бетону зменшується, незважаючи на більший витрата в'язучого. Раціональна твердість суміші становила 120 - 150 с при вмісті води 150 - 170 л / м³. Зі збільшенням жорсткості збільшення міцності незначне, але це ускладнює ущільнення.

В результаті спостережень на експериментальних майданчиках було встановлено, що шари із застосуванням шлакового сполучного мають підвищену стійкість до тріщин, стабільну міцність та деформаційність. Таким чином, укочуваний бетон на основі шлакового в'язучого за своїми фізико-механічними характеристиками не поступається цементному бетону. Перспективи використання наявного в'язучого шлаку в поєднанні з іншими перевагами укочуваного бетону очевидні, але його широке використання обмежене відсутністю гранульованого шлаку в деяких регіонах.

Заміна великого заповнювача на шлакові дробильні відходи зменшує вартість готового бетону. Застосування різної арматури волокон призводить до підвищення міцності та деформаційних характеристик дрібнозернистого бетону, в тому числі на основі відходів дроблення литого шлаку щебеню, який без арматури волокон має низьку міцність та високі деформуються властивості порівняно з бетоном на основі литого шлаку щебінь.

Оскільки шлакобетон ближчий за щільністю до важкого цементного бетону, ніж легкий бетон однакової міцності, вироблений на інших типах пористих заповнювачів, у яких зменшення розміру заповнювача призводить до збільшення щільності бетону, цей ефект менш помітний, що дозволяє використання дрібного гравію без значного збільшення об'ємної маси бетону. Однак це зменшує його вартість.

Середня щільність шлакобетону зі сталевих волокон становить 1950 - 2150 кг / м³, що на 250 - 300 кг / м³ нижча за щільність важкого цементного бетону. Однак він має точну міцність на стиск (30 - 35 МПа), а також підвищену міцність на розрив при вигині завдяки наявності армуючого елемента - сталевих волокон.

Морозостійкість дрібнозернистого шлакобетону менше, ніж при використанні литого шлакового щебеню, але введення волокон збільшує цей показник до 18%. Збільшення морозостійкості сталеволоконного шлакобетону в основному пов'язано з тим, що пориста структура заповнювача має демпфуючу дію, його пори зв'язують вільну воду і знижують температуру утворення льоду. Завдяки капілярному всмоктуванню води заповнювачем та її хімічній адгезії до цементного каменю поблизу зерен заповнювача утворюються шари більш щільного, а отже, і більш морозостійкого цементного каменю, ніж у випадку з традиційними кам'яними матеріалами (щільний граніт або вапняк). Одночасно збільшується зчеплення арматурного волокон з дрібнозернистим цементним бетоном [54].

1.3. Матеріали для приготування твердоколивних сумішей

1.3.1. Великий і малий наповнювач

В даний час у США вимоги до заповнювачів для укочуваного бетону такі ж, як і до монолітного цементного бетону. В якості великого заповнювача використовують щебінь або щебінь з максимальним розміром зерен відповідно 19 або 16 мм. Допускається використання заповнювача із розміром зерен 38 мм, але поверхня дорожнього покриття таким заповнювачем важко обробляється і важко досягти однорідності цементно-бетонної суміші. При збільшенні розміру заповнювача, на думку американських експертів, існує більша ймовірність розшарування суміші.

Відповідно до технічних регламентів Військово-інженерного корпусу США, необхідно використовувати великий заповнювач в таких межах: 80 - 100% по масі повинно пройти через сито з розміром отвору 19 мм і 2 - 8% - через сито з розміром отвору 0,075 мм [14].

У деяких бетонних прокатних складах розмір зерен грубого заповнювача досягає 22 мм, вміст частинок менше 0,075 мм - 14%. При влаштуванні двошарового дорожнього покриття розмір наповнювача нижнього шару становить 40 мм.

В Австрії вимоги до заповнювачів для прокатних бетонних сумішей викладені в спеціальних специфікаціях. Особлива увага приділяється зерновому складу та співвідношенню великого та малого заповнювача, оскільки ці фактори впливають на простоту укладання бетонної суміші, її ущільнення та поверхневу обробку бетону. Відзначається, що правильно підібраний зерновий склад суміші вимагає менше води і забезпечує необхідну консистенцію суміші [27].

Під час будівництва залізничного терміналу в Берлінгтоні максимальний розмір зерна кам'яного матеріалу становив 25,4 мм. Для приготування бетонної суміші використовували піщану суміш, що містить 45% крупного піску і 55% дрібного піску.

У Х'юстоні (США) при будівництві бетонної підлоги та платформ вантажної станції використовували зерновий заповнювач розміром 25 мм. З метою покращення якості поверхні дорожніх покриттів та поверхні дорожніх покриттів різного призначення із застосуванням прокатного бетону доцільно використовувати великий заповнювач із максимальним розміром зерен 16 - 19 мм.

В даний час через відсутність якісних наповнювачів у багатьох країнах світу для будівництва шарів тротуарів або різних майданчиків широко використовуються такі матеріали, як сланці, барханний пісок, морський пісок, глина, зольний пил, мул.

У Канаді (Британська Колумбія) побудована бетонна тротуарна дорога товщиною 180 мм. Максимальний розмір великого заповнювача становив 40 мм. Поверхня дорожнього покриття була недостатньо рівною, тому поверх асфальтобетонної суміші товщиною 40 мм клали поверх бетонного шару. Максимальний розмір заповнювача становив 22 мм (95 - 90%), а 5 - 10% заповнювача пропускали через сито з розміром отвору 0,075 мм. У таких твердих сумішах не було розшарування. Під час будівництва бетонного покриття в долині річки Фрейзер (Канада) воно включало 50% піску від загальної маси заповнювача.

У цьому випадку поверхня дорожнього покриття товщиною 230 мм була задовільною з точки зору рівності [9,32].

У Швеції, щоб уникнути розшарування твердої бетонної суміші та для кращої обробки поверхні, рекомендується використовувати заповнювач із максимальним розміром зерен 22 мм (іноді 16 мм). Агрегат Dodge містить більше фракцій, ніж пластикові бетонні суміші. Для отримання щільної та непроникної поверхні дорожнього покриття необхідно використовувати наповнювач із ретельно підібраним розподілом розміру частинок [6,14] ,.

До складу укочуваного бетону може входити як природний, так і подрібнений заповнювач. У випадку природного заповнювача (природного гравію) для підготовки укочування суміші потрібно менше води, така суміш краще і легше ущільнюється, рідко існує ризик розшарування (оскільки суміш на основі гравію рідко відшаровується).

У Німеччині під час будівництва магістралі крива складу зерна заповнювача відрізнялася від стандартної кривої згідно з DIN 1045. Вибрана суміш наповнювачів містила пісок з розміром частинок 0 - 2 мм, гравій з розміром зерен 2 - 8 і 8 - 16 мм і видалення золи.

Однак в інших випадках необхідно побудувати криву ситового аналізу, яка дозволяє судити про придатність матеріалу для отримання бетону з необхідними характеристиками. Розподіл частинок за розміром повинен відповідати площі між $A / B 16$ і $A / B 32$. Для забезпечення достатньої міцності рекомендується використовувати подрібнений матеріал із розміром зерен не більше 8 мм. Максимальний розмір заповнювача також не повинен перевищувати 16 мм. На водопоглинання суміші суттєво впливає вміст дрібного піску та каменю менше 0,25 мм, тому кількість таких частинок слід максимально обмежити. Для забезпечення рівномірності розподілу частинок за розміром слід використовувати матеріал, що складається щонайменше з трьох фракцій, які розподіляються та зберігаються окремо [59]

В Іспанії та Франції частина мінерального сполучного присутня на кривій ситового аналізу. Граничні розміри частинок заповнювача наведені в табл. 2.

Вміст дисперсних частинок розміром менше 0,075 мм обмежений. Найчастіше використовуються суміші з великим вмістом частинок, одержуваних подрібненням, що забезпечує досить високу міцність щойно ущільненої бетонної суміші.

Таблиця 2

Характеристики кривих ситового аналізу заповнювача

Розмір ситової комірки, мм	Пропуск через сито, % від маси, наповнювача з максимальним розміром частинок	
	16 мм	20 мм
20	100	85 - 100
16	88 - 100	75 - 100
10	70 - 87	60 - 83
5	50 - 70	42 - 63
2	35 - 50	30 - 47
0,4	18 - 30	16 - 27
0,08	10 - 20	9 - 19

В Іспанії дороги будували з використанням укочуваного бетону з максимальним сукупним розміром частинок 38 мм. У цьому випадку для обробки поверхні покриття використовувався спеціальний лопатевий нівелір, щоб на поверхні бетону не залишалось відкритих пор [58].

У Франції вимоги до кам'яного матеріалу для укатки бетону такі ж, як і до монолітного цементного бетону. Щоб запобігти розшаруванню суміші та забезпечити хорошу обробку поверхні дорожнього покриття, рекомендується використовувати наповнювач із розміром зерен не більше 20 мм. В основному використовують дві фракції 0 - 6 і 0 - D (D - максимальний розмір великого наповнювача). Піски повинні використовуватися чисто подрібненими та з додаванням натурального (еквівалент піску не менше 40). Допускається використання подрібненого гравію та місцевих матеріалів [31].

В Україні вимоги до щебеню для бетону, включаючи прокат, викладені в ДСТУ Б В.2.7-176:2008 , До піску – ДСТУ Б В.2.7-32-95 [76]

1.3.2. Терпкий

У США вміст портландцементу в прокатуванні бетонних сумішей удвічі більший, ніж у зміцненому цементом кам'яному матеріалі (цементний ґрунт) і приблизно дорівнює вмісту цементу в монолітному цементному бетоні.

Портландцемент (тип I та II) та зола для видалення використовувались як сполучна речовина майже на всіх побудованих ділянках доріг або платформ. Кількість цементу на 1 м³ бетонної суміші становить 177 - 354 кг (12 - 14% по масі), а зола для видалення (класи C і F) - 10,7 - 44,3 кг (15 - 20% від маси цементу) [14] .

У Канаді, відповідно до технічних умов, для будівництва бетонних укочуваних покриттів рекомендується використовувати цемент типу 10 із нормою витрати 267 кг / м³ та золою класу F з витратою 59 кг / м³. На думку експертів, заміна цементу на видалення золи доцільна з економічної точки зору. При використанні видалення золи усадка бетону зменшується. Канадська портландська цементна асоціація вважає необхідним обмежити вміст золи у видаленні в суміші до 20% від загальної кількості в'язучого [13,14].

У дорожніх покриттях вміст цементу становить 10 - 14% по масі, в основах - 6 - 8% по масі. Збільшення кількості цементу в твердих бетонних сумішах для будівництва покриттів зумовлене необхідністю досягнення більш високої міцності, довговічності та морозостійкості.

Деякі технологічні інженери включили золу для видалення, щоб замінити частину цементу. Однак досвід їх використання показав, що вміст пуццоланових добавок (включаючи золу) повинен бути обмежений до 20%. Необхідність використання більшої кількості золи для виведення повинна бути обґрунтована лабораторними та польовими дослідженнями.

Заміна цементу на золу видалення доцільна з економічної точки зору, крім того, в цьому випадку усадка бетону зменшується [6,13].

У Швеції в якості сполучного рекомендується використовувати лише портландцемент. Кількість цементу в суміші повинна бути не менше 340 кг / м³. Не рекомендується додавати золу, оскільки вони, на думку шведських фахівців, знижують морозостійкість конструкції. Воду додають у кількості від 4,8 до 5,6% від маси і призначають при виборі складу суміші. Бажано використовувати цемент з низькою швидкістю гідратації, що сприяє зменшенню внутрішніх напружень у матеріалі, що з'являються під час затвердіння. На основі досліджень, проведених експертами Інституту цементу та бетону (Стокгольм, Швеція) з метою визначення вмісту в'язучого, рекомендується використовувати його у кількості 14% від маси заповнювачів. Були досліджені дві добавки: кремнійвмісний пил для видалення (SiO₂) та зола для тонкого видалення (FA) [6,14].

У Іспанії часто використовують композитний цемент. Вміст в'язучого становить від 10 до 17% по масі в перерахунку на сухі компоненти. На 1 м³ зазвичай використовується 270 - 330 кг цементу. Часто додають золу для видалення. [57] В якості сполучного речовини для бетонних сумішей, яке було введено в кількості від 12 до 14% по масі, використовували суміші 50% цементу і 50% золи або 40% цементу і 60% золи.

У Франції в якості сполучного використовували стандартні цементы в кількості 8 - 14% від маси заповнювачів. Найбільш розповсюджені цементы класів CPA 45, CPA 55 та CPJ 45. Такі цементы використовуються разом із видаленням сульфатно-алюмінієвої золи (7% цементу + 5% золи). Найчастіше застосовується цемент класу CPA, оскільки він дозволяє максимізувати пуццоланові властивості золи, забезпечуючи необхідний час схоплювання, рідше - цемент з додаванням шлаку (попередньо подрібненого або подрібненого), активованої золи або природного пуццолану.

У Німеччині для спорудження верхніх шарів бетонного прокату рекомендується використовувати цемент згідно DIN 1164, цемент згідно DIN 18506 або інші подібні гідравлічні в'язучі в якості сполучного для зношувальних шарів. Для поліпшення працездатності бетонних сумішей необхідно використовувати суміш цементу з видаленням вугільної золи або кам'яного борошна [59].

З метою забезпечення достатньої міцності дорожнього покриття як добавки до цементів у країнах із суворою зимою, а саме у Швеції, Норвегії та Данії, замість золи вводять силікатний пил у кількості до 10% від маси цементу.

Вимоги до цементу для виробництва укочуваного бетону в Україні наведені в ДСТУ Б В.2.7-46:2010 [63]

1.3.3 Хімічні домішки

Потреба у захоплюючих повітря добавках для бетонних сумішей, ущільнених прокаткою, неодноразово обговорювалася на сторінках публікацій. В даний час в Канаді технічні умови не передбачають введення добавок, що захоплюють повітря, оскільки вважається, що вони не матимуть значного впливу на формування системи повітряних пор [13].

У Швеції хімічні добавки застосовуються у виняткових випадках через суворі екологічні вимоги [6].

Військова науково-дослідна лабораторія холодних районів США (США CRREL) використовувала захоплюючі повітря добавки, що складаються з водного розчину нейтралізованої деревної смоли вінзолу в кількості 2,0 - 2,13 г на 1 кг цементу.

Загартовуючі добавки успішно застосовуються в США для будівництва стоянки для важких транспортних засобів у форті Вілісс.

У Франції в тверду бетонну суміш вводиться додавання гексафторосилікату магнію в кількості 0,5 - 5,0% у вигляді розчину з концентрацією 5 - 20% і лігносульфонату лужного або лужноземельного металу в кількості до 0,5% від маси в'язучого. Для приготування твердої бетонної суміші використовують одне або декілька гідралічних або пуццоланових в'язучих речовин, таких як цемент, золівідвід ТЕС, мелений шлак у поєднанні з активаторами або каталізаторами або без них. Витрата в'язучого приймається в межах 10%, води - від 3,5 до 8,0% від маси мінеральної суміші, тоді як споживання в'язучого без добавок досягає 15%, а води - не менше 10%. Введення добавок підвищує стійкість до тріщин і міцність бетону (15 - 30%), це дозволяє відмовитися від пристрою захисного шару.

У Франції, щоб забезпечити необхідну працездатність суміші щонайменше 12 годин, використовують сповільнювачі. При цьому під тривалістю періоду оброблюваності розуміють той період часу, протягом якого зберігається можливість ущільнення бетону без порушення його внутрішньої структури., .

Добавки вводяться в суміш під час її приготування або розчином добавок просочується верхній шар дорожнього покриття в кінці її ущільнення.

Для усунення розшарування суміші та крихкості (зневоднення) верхнього шару дорожнього покриття пропонується вводити в суміш водну суспензію або емульсію полімеру, переважно в поєднанні з пластифікуючими поверхнево-активними речовинами. В якості полімеру найчастіше використовують стирол, бутадієн, поліефір, похідні поліетилену, поліуретану, поліізоціанати, силікони, акрил та подібні сполуки в кількості 0,5-5,0% від маси мінеральних матеріалів. Міцність на розрив при вигині бетону "": добавки на 15 - 30% перевищують міцність бетону без добавок і становлять 80 - 90 кг / см².

В Австрії широко використовуються пластифікуючі добавки (суперпластифікатори), які зменшують вміст води в суміші, тим самим збільшуючи міцність бетону та покращуючи легкість укладання суміші.

У Німеччині лабораторія RAG AN проводить дослідницькі роботи з пороутворюючими добавками, в результаті чого при прокатці бетону створюється система закритих повітряних мікропор, що сприяє підвищенню морозостійкості бетонного прокатки.

Таким чином, аналізуючи особливості підходу до компонентів для укочуваного бетону за кордоном, можна зробити наступні висновки:

- наповнювач повинен мати оптимальний розподіл за розмірами частинок, що забезпечує найбільшу щільність суміші;
- збільшення максимального розміру зерен заповнювача (більше 16 - 20 мм) ускладнює обробку поверхні покриття і призводить до утворення відкритих пір;
- необхідно обмежити кількість частинок менше 0,25 мм, щоб зменшити витрату води на бетонну суміш;

- з одного боку, слід розглянути можливість використання золи у поєднанні з цементом для економії цементу та утилізації промислових відходів; з іншого боку, необхідно перевірити морозостійкість і довговічність отриманого бетону;
- необхідність хімічних добавок для прокатування бетону повинна бути обґрунтована в лабораторних та експериментальних роботах.

1.4. Технологія будівництва шарів дорожнього одягу із укочування бетону

1.4.1. Приготування суміші

На думку американських дорожніх експертів, для приготування прокатних бетонних сумішей потрібні установки примусового змішування, в яких відносно невелика кількість води рівномірно розподіляється по всій партії. У цьому випадку часто застосовуються двовальні лопатеві змішувальні установки, зазвичай застосовуються для підготовки ґрунтів з в'язучими та асфальтовими сумішами [14,37].

Продуктивність бетонного заводу з виробництва прокатних бетонних сумішей повинна відповідати продуктивності укладочних та герметизуючих речовин. У США рекомендується використовувати бетонні заводи потужністю не менше 250 т / год якісної добре перемішаної твердої бетонної суміші.

На будівельному майданчику бетонного покриття в місті Берлінгтон (США) суміш готували у двовальному змішувачі безперервного леза від Barber-Greene продуктивністю 600 т / год. Цемент подавався в змішувач стрічковим транспортером, пісок та гравій - у три бункери блоку живлення за допомогою фронтальних навантажувачів, а потім транспортером у змішувач. Постачання води контролювали та регулювали для забезпечення необхідної працездатності. 7,4 м³ суміші перемішували кожні три хвилини [30]

У лопатевому змішувачі лопаті прикріплені до одного або декількох горизонтальних валів, що обертаються всередині нерухомого барабана або лотка. Доцільно змішувати тверді та нежирні бетонні суміші.

У Швеції рекомендується готувати тверді бетонні суміші, ущільнені укочуванням, у стаціонарних гравітаційних змішувальних установках, які можна заповнити до 0,75 барабана для отримання однорідної ретельно перемішаної суміші. Час його перемішування слід збільшити порівняно з цементно-бетонною сумішшю. Це призводить до того, що вихід суміші з установки становить 0,667 від продуктивності змішувача при виробництві пластикової бетонної суміші.

Виробництво твердих бетонних сумішей у Канаді здійснюється на установках безперервного змішування з примусовим перемішуванням. Можна використовувати рослини для змішування ґрунту, що використовуються для обробки ґрунту або гравію неорганічними в'язучими речовинами. Метод перемішування на дорозі також був випробуваний, однак, через низьку однорідність отриманого матеріалу та складний контроль якості, канадські експерти відхилили цей тип покриття [13].

У Німеччині для виробництва твердої бетонної суміші використовують бетонозмішувальні установки продуктивністю 70 м³ / год. Під час будівництва магістралі В266 використовувались бетонозмішувачі з двовальним змішувачем примусової дії [30,59].

В Іспанії тверду бетонну суміш готують на бетонних заводах та суцільних заводах для виробництва цементно-ґрунтових сумішей, оснащених додатковими дозаторами цементу та золи [58].

1.4.2. Транспортування твердих бетонних сумішей

У Сполучених Штатах вимоги до транспортування твердих бетонних сумішей такі ж, як і до традиційного цементного бетону, згідно з Комітетом АСІ 304.

У більшості країн тверда бетонна суміш транспортується до місця укладання в самоскидах, обладнаних спеціальними захисними засобами від впливу погодних умов. Кількість самоскидів повинна відповідати швидкості укладання суміші в дорожнє покриття та ущільнення шарів дорожнього покриття [30,37].

У США для транспортування твердої бетонної суміші часто використовують бетономішалки з похилою віссю (ASTM 94), суміші сумішей з максимальним розміром зерен мінерального наповнювача 38 мм.

У Німеччині тверду бетонну суміш підвозять до місця укладання в мобільних бетономішалках, обладнаних одновальними змішувачами примусового дії, а також у самоскидах місткістю 10 - 12 м³.

Час транспортування слід розраховувати так, щоб жорстка бетонна суміш укладалася на бруківку та ущільнювалась протягом 60 хвилин після її приготування на бетонному заводі.

В Україні доставка твердих бетонних сумішей здійснюється на самоскидах, обладнаних тентовими тентами, щоб запобігти висиханню бетонної суміші. Однак часто ця вимога не виконується, що негативно позначається на технологічних властивостях сумішей, зокрема, погіршуючи технологічність та працездатність сумішей.

1.4.3 Укладання та ущільнення суміші і догляд за бетоном

Зі збільшенням навантаження на вісь вантажних автомобілів параметри та конструкція покриття змінюються. При влаштуванні цементно-бетонного дорожнього покриття необхідно збільшити товщину шару такої поверхні. Якщо стандартний спосіб підходить для бітумних шарів покриття, що забезпечують рух важких транспортних засобів, необхідно поряд із обов'язковою зміною (збільшенням) товщини шарів покриття відпрацювати технологію приготування асфальтобетонної суміші, особливо при будівництві автомобільних доріг і дороги I категорії.

У зв'язку з цим в Німеччині проводились експериментальні роботи, що дозволило вивчити передові технології дорожнього будівництва. Ці роботи були проведені під час будівництва федеральної дороги В266 з використанням покриття з укочуваного бетону та верхнього бітумного шару.

Бетонне укочуване покриття має наступні переваги перед традиційним цементно-бетонним покриттям: рух транспортних засобів по нововлаштованому

покриттю можна відкрити відразу після прокатки, і ви можете використовувати для його пристрою ті ж машини, що і для звичайного асфальтового покриття.

Під час розробки дорожньої конструкції експериментальних майданчиків дорожні фахівці з Німеччини вивчали досвід Франції, Норвегії, Іспанії, в яких технологія дорожніх шарів для прокатки бетонних сумішей добре розроблена і широко використовується при будівництві нових та реконструкції старих доріг та шосейних доріг.

Прогнозована інтенсивність багатовісних вантажівок на дорозі В266 становить 800 автомобілів. / День, що є верхньою межею для доріг третього класу відповідно до стандарту BST. Дорога планується двосмуговою в обидві сторони із проїзною частиною дороги шириною 10,25 м та піщаними узбіччями доріг. Довжина кожної дослідної ділянки становить близько 800 м.

У трьох секціях верхній шар покриття товщиною 4 см був влаштований SMA з розміром зерен 0/11 мм відповідно до стандартного долота ZTV StB, використовуючи бітум марки B80. Відомо, що така суміш завдяки високому вмісту бітуму більш стійка до утворення відбитих тріщин [65].

У першій секції несучий шар основи для прокатування бетону має загальну товщину 24 см і складається з двох шарів: нижнього шару з використанням наповнювача з розміром зерен 22 мм і верхнього шару - 16 мм. Більшість зерен розміром більше 8 мм - це подрібнена гірська порода, яка використовується для забезпечення міцності відразу після ущільнення. На свіжокатаному бетоні зрізані шви з однаковим кроком, а також на несучому шарі з гідравлічним в'язучим під бітумним шаром товщиною не більше 14 см (за стандартом ZTVT ST 86). Відстань між поперечними стиками 3,5 м. На цій ділянці був влаштований нижній шар асфальтобетонного покриття товщиною 4 см з мінерального заповнювача розміром зерен 0/16 мм. Перед укладанням асфальтобетонної суміші, поверхню прокатного шару бетону очищали і наносили на неї катіонну бітумну емульсію (V70K), модифіковану полімером, з розрахунку 2,5 кг / м². Потім розподіляють щебінь з розміром зерен 2/5 мм з розрахунку 3 - 5 кг / м².

Двошарова бітумна бруківка має високу стійкість до утворення тріщин і високу якість поверхні, але з точки зору формування доріжок з автомобільних шин та економії бажана подальша робота по зменшенню товщини вимощення.

На другій ділянці відсутній нижній шар асфальтобетонного покриття. Для покриття тріщин на шарі прокатного бетону матеріал Samiseal SC розподіляли зі швидкістю 2,5 кг / м² і ущільнювали. В якості сполучного використовується модифікований каучуком бітум з високою міцністю на розрив. Матеріал Samiseal SC успішно застосовується в США та Австралії для покриття тріщин під тонкошаровими бітумними шарами бруківки.

У третьому розділі, для випробування іншого, більш економічного рішення, верхній шар дорожнього покриття укладали на попередньо оброблену поверхню укочуваного бетону, катіонну бітумну емульсію V70K, модифіковану полімером (як у першій секції).

Вміст цементу розраховується таким чином, щоб готовий укочуваний бетон мав В25 відповідно до DIN 1045, а вміст води повинен бути трохи нижче оптимального, щоб забезпечити його міцність на ранніх стадіях твердіння [59].

Бетон вищевказаного складу був випробуваний на морозостійкість. Після 100 циклів заморожування та розморожування в насиченому стані встановлюється його висока морозостійкість. Стійкість прокатного бетону цього складу до поперемінного заморожування та відтавання дещо нижча, ніж у пористого бетону, але вища, ніж у монолітного цементного бетону марки В35. Морозостійкість залежить від ступеня ущільнення бетонної суміші, яка повинна становити 98%.

Беручи до уваги ширину проїжджої частини та товщину покриття, а також вимогу, щоб верхній шар лежав на дні протягом 120 хвилин, розраховується, що потреба в бетонній суміші на одній будівельній ділянці повинна становити 200 м³ / h. Для приготування бетонної суміші була використана мобільна компактна змішувальна установка спожитої потужності 330 кВт та ваги 182 т.

При укладанні вміст води в суміші не повинен перевищувати проєктне значення, допустиме відхилення становить 0,5%. Тому необхідно постійно стежити за вологістю заповнювача, а при транспортуванні суміші в самоскиді вона повинна

бути покрита водонепроникним тентом. Морозозахисний шар повинен бути вологим, інакше він повинен бути зволженим. Для достатнього ущільнення укладеної суміші використовується асфальтоукладацький пристрій моделі Super 2500 фірми Voegle AG з потужним пучком високої щільності (Рис.). В результаті щільність Proctor становить 90%. Укладання першого шару виконувалося асфальтоукладачем, рухаючись по ширині проїжджої частини поступово, після чого виготовляли пломби.

Ущільнення на експериментальних майданчиках виконували тандемний ролик вагою 10 т за один прохід (без вібрації) і один і той же ролик з вібрацією за два проходи; вібраційне ущільнення краю швів (лише верхній шар покриття) - комбінований вібраційний валик або гумовий хід вагою 9,9 тонни з низькою частотою коливань за два проходи (Рис.).

В результаті були зроблені наступні висновки.

- Завдяки обраній комбінації ковзанів досягається ступінь ущільнення 98% і створюється поверхня закритого типу. Рання міцність готового шару настільки висока, що вантажівка, повністю завантажена бетоном, не залишила помітного сліду на дорожньому покритті.
- Адгезія верхнього шару до нижнього може бути забезпечена, якщо додати шорсткість поверхні нижнього шару після його ущільнення. Це роблять сталеві хребти, встановлені на ковшових навантажувачах.
- Дотримання необхідної рівності значною мірою залежить від вібраційного ущільнення країв швів, яке виконується віброплитою з привареним ножом. Отримана рівність покриття доріг відповідає вимогам будівельних стандартів.

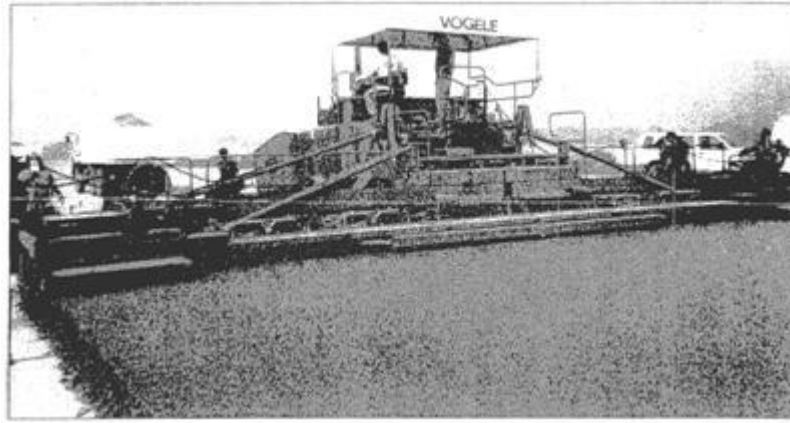


Рис 1. Укладання та попереднє ущільнення шару укочуваного бетону асфальтоукладачем Vogele Super 2500

- Для досягнення необхідної міцності поверхню дорожнього покриття для укочуваного бетону витримували у вологому стані протягом семи днів.



Рис. 2. Герметизація шару прокатки бетонних вібраційних тандемних ковзанів

Військово-інженерний корпус у Форт-Гуді (штат Техас, США) побудував майданчик для мощення загальною площею 16,7 тис. М² і товщиною 25 см для паркування танків та важких літаків. Це дорожнє покриття було розраховане на вантаж 55 тис. Кгс і було побудоване за 11 днів. Проєкт передбачав будівництво дослідницьких майданчиків із використанням двох прокатних станів із бетонних сумішей.

У суміші першого складу максимальний розмір заповнювача досягав 37,5 мм (згідно з ASTM C 33), витрата цементу становив 185 кг / м³, видалення золи - 92 кг / м³, Вт / С = 0,34, в суміші другого складу, максимальний розмір заповнювача НЕ

перевищує 19 мм, витрата цементу становив 223 кг / м³, золи - 110 кг / м³, V / C = 0,3.

Бетонну суміш готували у безперервних лопатевих змішувачах, транспортували на самоскидах і розподіляли асфальтоукладачем смугами шириною 4,3 м у шарі товщиною 28-30 см на гравійній основі товщиною 15 см, армованою цементом. Покладену суміш ущільнювали дорожнім валиком з вібрацією вагою 10 т за чотири проходи.

Згідно з проектом, передбачалося вирізати компенсаційні шви через 15,2 м, але через сильне відколювання країв шва віддавалося перевагу довільному утворенню тріщин. Відстань між усадочними тріщинами становила 12,2 - 30,5 м і більше. Первинний догляд проводився з використанням вологих килимків, потім плівкоутворюючих матеріалів, але пізніше відмовився від використання мокрих матів і використовував лише плівкоутворюючий матеріал.

Після 19 місяців експлуатації загальний стан покриття був задовільним. Відколи проходили біля холодних швів. При використанні суміші першого складу текстура поверхні дорожнього покриття була кращою, утворення тріщин і відколів уздовж тріщин було менш значним, ніж при використанні суміші другого складу. Водночас було заощаджено 15% вартості прогнозованої вартості залізобетону.

У Форт-Луїзі (штат Вашингтон, США) було побудовано випробувальний полігон для бетонної прокатки довжиною 21 м і шириною 7 м. Було використано три склади бетонної суміші: дві композиції мінерального гравію та піщаних заповнювачів з максимальним розміром зерен 19 мм (згідно з ASTM C 33), але відрізняються співвідношенням великого та малого заповнювача із витратою цементу відповідно і 230 кг / м³, зола 102 і 109 кг / м³ і V / C = 0,32 і 0,3. Для приготування суміші третього складу використовували мінеральний заповнювач із розміром зерен 16 мм (з розподілом частинок за розміром, який зазвичай використовують для асфальтобетонних сумішей), витрата цементу становив 296 кг / м³ і V / C = 0,41.

Суміш готували в лопатовому змішувачі безперервної дії, транспортували на самоскидах і розподіляли асфальтоукладачем шаром товщиною 24 - 27 см з потовщенням по краях.

Покриття дороги було укладено двома смугами шириною 3,5 м. Були влаштовані холодні та свіжі шви. Суміш ущільнювали вібраційним валиком з гладкими роликами за чотири проходи та валиком на гумових шинах (для поліпшення текстури поверхні покриття) за два проходи на одній доріжці.

Протягом перших 24 годин компенсаційні шви було важко вирізати через відколи країв. Їх вирізали через чотири дні.

При використанні бетонної суміші з розміром наповнювача 16 мм отримана більш щільна текстура поверхні тротуару, але поліпшення рівномірності покриття було незначним.

У свіжому будівельному шві було досягнуто хорошого ущільнення та зчеплення з нанесеним бетоном. У холодних швах спостерігалось багато порожнеч і раковин. Було влаштовано потовщення скошених країв. Утворення поперечних усадочних тріщин не відбулося при розрізанні швів через чотири дні, при великих розривах відбулося довільне утворення тріщин з інтервалом 12 - 30 м

Критерієм ущільнення бетону є досягнення необхідної міцності при мінімальній кількості проходів ковзанок. Американські дорожні експерти рекомендують наступну схему ущільнення двох сусідніх смуг дорожнього покриття шириною 4,5 - 5,5 м. Перший етап - герметизація розподіленої бетонної суміші статичними проходами віброролика (без вібрації), другий етап - ролика з вібраторами; Необхідно зробити не менше двох проходів по зовнішньому краю (з боку дороги) першої прокладеної смуги, щоб ролик ролика виступав (звисає) над краєм бетону на 2,5 - 5,0 см, що обмежує його подальший рух до узбіччя. Третій етап полягає в переміщенні ролика до внутрішнього краю і жорсткості смуги покриття на 30 - 35 см від краю (принаймні два проходи). Четвертий етап - ущільнення середньої частини смуги ролика (не менше двох проходів ролика на одній колії). Цю схему ущільнення повторюють так, щоб на кожній колії ролик проходив щонайменше чотири рази. П'ята стадія - розподіл бетонної суміші по сусідній (сусідній) смузі та

ущільнення, аналогічно третій стадії. Шостий етап - залишився незапечатаним на першій колонці 30 - 45 см, ущільнений разом з другою смугою. Сьомий етап схожий на четвертий. Однак цей етап може відповідати другому, якщо в проєкті прокладено лише дві смуги. Схема ущільнення повторюється на другій смузі так, щоб на одному сліді каток пройшов не менше чотирьох разів.

При цій схемі герметизації між двома сусідніми смугами утворюється так званий свіжий шов (герметизація сусідньої смуги проводиться не більше ніж через 90 хвилин).

Якщо сусідню смугу дорожнього покриття укласти пізніше, ніж через 90 хвилин, утворюється так званий поздовжній холодний шов (затверділий бетон). Перед розподілом бетонної суміші по сусідній смузі вертикальну поверхню краю затверділого бетону ретельно очищають і змочують водою (етап 3).

При розподілі бетонної суміші на другій смузі в сусідній зоні свіжа бетонна суміш покриває покладену смугу затверділого бетону на ширину 7,5 - 8,0 см (етап 2). На покритій смузі суміш вручну рухається до свіжоукладеної суміші, утворюючи валик (етап 4), а потім ролик (при вимкненому вібраторі) ущільнює шов, захоплюючи смугу свіжоукладеної суміші шириною 30 см, при принаймні два проходи (крок 5).

Якщо необхідна щільність покриття не досягається, ущільнення повторюють за схемою. Під час процесу ущільнення ролик не можна зупинити. Його можна зупинити на 1,0 - 1,5 м до місця повного гальмування ролика, інакше на поверхні утворюється просідання. Машиніст ролика повинен регулювати швидкість (в межах 3,0 - 3,2 км / год), амплітуду та частоту коливань ролика. Увімкнення, вимкнення вібрації, реверс слід проводити поза ущільненого шару.

Після двох проходів Пневматичного ролика рекомендується проводити відразу ущільнення вібророликом, після чого можна використовувати легкий двоколісний каток.

У США застосовують переважно двоколісні віброточки вагою 10 т, пневматичні ролики масою 20 т із тиском в шинах 0,55 - 0,63 МПа та двоколісні статичні ролики. У разі використання такої технології ущільнення свіжоукладеного прокатування

бетонної суміші (при розподілі суміші асфальтоукладачем) забезпечується щільність бетону 96,5%.

В інших країнах для укладання жорстких бетонних сумішей застосовують, в основному, асфальтоукладальники (Канада, Словенія, Іспанія), а також автогрейдери, бульдозери, розподільники щебеню (Іспанія, Колумбія, Росія, Канада). Можна використовувати бетонну бруківку зі світлими формами, у вітчизняних нормативних актах відображено "така можливість [43,44,45,68,69].

При виконанні асфальтоукладальників необхідно, щоб вони були оснащені потужними ущільнювальними тілами (віброплита, трамбувальні рейки, віброплита), що забезпечує високий ступінь початкового ущільнення. Так, фахівці ленинградського відділення «СоюздорНИИ» встановили, що після первинного закріплення асфальтоукладачем достатньо 4 - 8 проходів віброролика. У більшості інших джерел вказується велика кількість проходів ковзанки на одному сліді від 14 до 22 – 24 [43,44,45].

У Словенії асфальтоукладальники будували не тільки для прокатування бетону, але і для традиційного монолітного цементного бетону без додаткового ущільнення валиками.

При виконанні робіт автогрейдери (їх застосування доцільно при влаштуванні фундаментів) повинні бути оснащені автоматичною системою завдання конструкторських позначок (рис. 3).

Іноді можна використовувати для попереднього розподілу суміші одноковшових навантажувачів та екскаваторів. Використання цих автомобілів доцільно в обмежених міських умовах, коли площа укладання жорсткої бетонної суміші не перевищує 1000 м² [43].

Для укладання жорстких бетонних сумішей використовують профілі (рис. 4) та бетонні бруківки з легкими формами (Іспанія, Росія) ., Оскільки сучасні машини для укладання бетону оснащені електронними автоматичними системами для забезпечення конструктивних геометричних параметрів шару, існує необхідність встановлення копірних струн [37,43].



Рис. 3. Укладання шару бетонного прокату автогрейдером

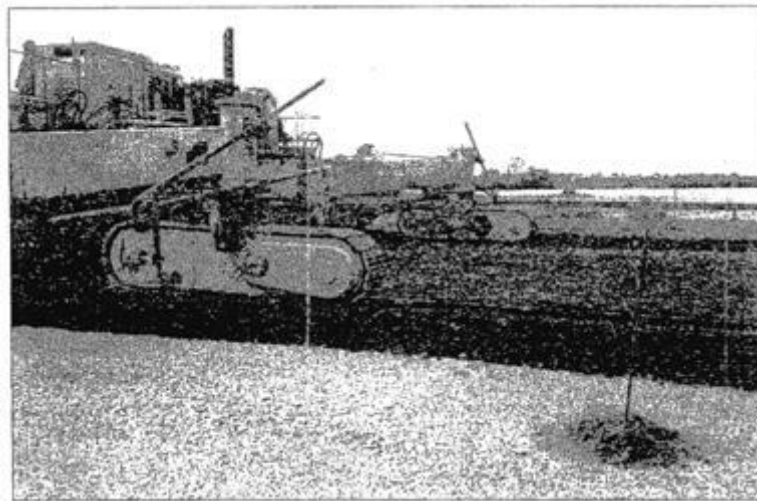


Рис. 4. Укладання шару укочуваного бетону профілем DS-108

Блок робочих органів бетонної бруківки включає нерухомий самосвальний дозатор, гвинтовий розподільник, трамбувальний брус і гладку плиту. Можна використовувати профілі основи для розподілу жорстких бетонних сумішей. Профайлер оснащений гвинтовим розподільником, відвалом для профілювання та віброплитою. Формування країв бетонного шару здійснюється в розсувних формах (розсувна опалубка). Для безперебійної роботи асфальтоукладача розробляється часовий графік доставки суміші. Бетонна суміш вивантажується перед бетонною укладочною машиною на підготовлений технологічний шар на осі покладеної смуги. Попередній розподіл здійснюється відвальним дозатором, який зміщує надлишок бетонної суміші в поздовжньому напрямку. Остаточний розподіл ширини забезпечується шнеком бруківки.

Первинне ущільнення твердої бетонної суміші проводиться за допомогою трамбувального бруса та заглажувальної пластини. Робоча швидкість асфальтоукладальника становить від 0,5 до 3,0 м / хв. Обробка поверхні проводиться у два етапи: спочатку робочими органами асфальтоукладальника, потім бригада дорожників вручну затирає нерівності покриття.

В Україні ущільнення шарів зазвичай виконують вібраційні та комбіновані ролики з пневматичними провідними вулицями. Допускається використання пневматичних роликів, статичних роликів з гладкими роликами. При затвердінні твердих бетонних сумішей забезпечують перекриття сліду на 0,15 - 0,25 м, ролики рухаються по човниковій схемі від краю шару до центру. Завершіть ущільнення, коли після проходження ковзанки не залишиться сліду, а перед роликом не утвориться хвиля.

Кількість проходів роликів - від 4 - 8, до 18 - 22 [43,46]. Практичний досвід показує, що доцільно виконувати 14 - 20 проходів на одній доріжці, залежно від типу ролика та товщини шару. Більша кількість проходів відповідає товщині шару 20 - 24 см і використанню статичних роликів, менша - товщині шару 15 - 20 см і використанню вібраційних роликів.

За кордоном для ущільнення бетонного прокату використовували вібраційні ролики з гумовими стрічками (Німеччина, США, Іспанія), а також пневматичні ролики типу Bomag 20P та ролики зі сталевими вулицями типу Bomag 160A (Словенія) [37].

В Японії при укладанні двошарових покриттів з укоченого бетону велику увагу приділяли створенню адгезії між шарами та сусідніми смугами. Для цього були складені спеціальні графіки та схеми розподілу та прокатки суміші. Застосовували сповільнювачі твердіння бетону. Крім того, в Японії було побудовано в районі аеропорту покриття безперервно залізобетонного прокату з різним відсотком армування. Велика увага приділялася стиковим з'єднанням у швах.

Водно-цементне співвідношення твердої бетонної суміші, що застосовується в Японії, було в межах 0,35 - 0,40. Міцність бетону у віці 28 днів становила 57,5 - 66,1

МПа. Герметизація покриття проводилася трьома типами роликів вагою 4, 7 і 15 т при 2 - 4 проходах на один слід [6,37].

У Швеції мінімальна міцність на стиск для рулонних бетонних покриттів становить 415 кгс / см², покриття повинно мати високу морозостійкість і зносостійкість. При підборі складу сумішей визначається необхідна кількість води, яка становить 4,8 - 5,6% від маси. За відсутності сповільнювачів затвердіння ущільнення сумішей слід завершити не більше ніж через 2 години після їх приготування. Низький вміст води в суміші допомагає зменшити усадку. Якість поверхні покриття багато в чому залежить від інтенсивності затвердіння суміші. Якщо заходи щодо створення сприятливих умов затвердіння не виконуються або не виконуються вчасно, морозостійкість і стирання шару значно зменшуються. Кладка суміші виконується, як правило, асфальтоукладальниками. Товщина укладеного шару призначається не більше 13 - 15 см. Поперечні шви в покриттях не влаштовані. Отримані тріщини, на думку шведських фахівців, не роблять істотного впливу на якість покриття. Герметизація шарів здійснюється, як правило, середніми та важкими вібророликами зі швидкістю руху до 3 км / год. Оскільки високої рівня поверхні покриттів від прокатування бетону поки що неможливо досягти, вони влаштовуються переважно на місцевих і внутрішніх дорогах з високою швидкістю руху [6,65].

У Канаді укладання жорсткої бетонної суміші виконується за допомогою асфальтоукладальників, які забезпечують необхідний поперечний ухил шару. Попереднє ущільнення проводиться шляхом утрамбовування бруса асфальтоукладача. При будівництві шарів дорожнього покриття для укочуваного бетону найбільш ефективним є використання двох асфальтоукладальників, які рухаються одна за одною на відстані 30 - 40 м, ніж використання однієї бруківки, яка періодично повертається, щоб прокласти другу смугу [13].

Герметизацію слід проводити відразу після укладання шару. У Канаді шари бетонної прокатки ущільнюються в один-два етапи. На першому (часто завершальному) етапі вібраційний валик ущільнюється зі сталевими вулицями. Для досягнення більш гладкої поверхні покриття після вібраційного роликового

прокатування здійснюють важкі пневматичні ролики (етап 2). Кількість проходів ролика на одній колії визначається за результатами випробувального ущільнення. Схема руху ковзанок - від краю до центру покриття.

При установці двошарових покриттів верхній шар влаштовують у той же день, щоб забезпечити зчеплення між шарами. Перед укладанням і ущільненням верхнього шару нижній шар змочують, щоб уникнути пересихання його поверхні. Однак цей захід сумнівний, оскільки погіршує якість бетону.

1.4.4..Розташування деформаційних швів

Незважаючи на те, що укочуваний бетон під час затвердіння має меншу усадку, ніж традиційний цементний бетон, при будівництві шарів прокатного бетону, як правило, потрібно пристрій компенсаторів.

Узагальнюючи вітчизняний та зарубіжний досвід монтажу шарів бетонного прокату, можна зазначити, що шви влаштовують найчастіше у затверділому бетоні, обрізаючи їх алмазними або твердосплавними дисками. Однак є винятки, коли шви влаштовують у свіжовикладеному бетоні (Іспанія, Росія).

У деяких країнах від пристрою швів відмовились, віддаючи перевагу довільному утворенню тріщин, вважаючи, що це не робить істотного впливу на якість покриття. В Україні під час будівництва фундаментів для прокату бетонних марок М75, М100, М150 також дозволено не влаштовувати деформаційні шви, що знайшло своє відображення в розробці нормативних актів [43,44,45,67].

У Німеччині через можливість відображених тріщин на асфальтовому покритті прийнято вибирати якомога меншу відстань між компенсаторами. Розкриття шва також повинно бути мінімальним. Відстань між стиснутими швами на одній з експериментальних ділянок була встановлена рівною 3,0 м. Глибина шва призначалася рівною третині товщини несучого шару. Різання проводилося в затверділому бетоні.

В іншому випадку спробували влаштувати шов у свіжопокладеному бетоні. Для цього на каток був встановлений спеціальний фрез. Через високу жорсткість

бетонної суміші із застосуванням подрібненого заповнювача введення різачка в шар шару було утрудненим. Одночасно відбувалося випаровування бетонної суміші і утворення хвиль на поверхні шару навколо пристрою шва. В кінці випробувань, проведених на спеціальному звалищі, було вирішено розрізати шви при прокатці бетону алмазним диском, що було найменш трудомістким порівняно з іншими варіантами. Деформаційні шви вирізали не пізніше ніж через 24 години після укладання бетону. Якщо вони не ріжуться (залежно від клімату та складу застосовуваного прокатування бетону) [5,60]

В Японії компенсаційні шви влаштовували у затверділому бетоні через 14 годин після укладання суміші. У США найефективнішими були тонкі шви, які вирізали після того, як бетон досягнув міцності на стиск не менше 10 МПа приблизно через 1 - 2 год після укладання та прокатки. Тонкі шви розрізали на глибину 25-33 мм, а потім заповнювали герметиком під час вторинного різання. Крім того, у США та Австралії використовують матеріал Samiseal SC для покриття тріщин під тонкими бітумними шарами. У деяких випадках США віддають перевагу довільному утворенню тріщин (при будівництві майданчиків для військової техніки, коли немає високих вимог до рівномірності покриття, а головним критерієм є несуча здатність) [30].

В Іспанії одним із способів запобігти появі відбитих тріщин в асфальтобетоні є зменшення довжини бетонної прокатної плити, що використовується як основа. У зв'язку з цим пропонується влаштовувати шви в свіжозакладеному бетоні спеціальним різальним пристроєм з одночасним заповненням їх бітумною емульсією, що подається потоком. Потім укладіть прокладку і розподіліть асфальтову суміш [37].

У Канаді пристрою швів приділяється велика увага. Існує два типи швів - поперечний по всій ширині підлоги і поздовжній, який утворюється між смугами на ділянці укладання підлоги. Також влаштовуйте холодні шви - робочі шви в кінці зміни після закінчення укладання бетонної суміші. При відновленні процесу укладання вертикальна поверхня робочого шва змочується і розподіляється нова суміш, яка ущільнюється статичними валиками.

В Україні деформаційні шви не придатні для будівництва фундаментів для бетонного прокату. Компресійні шви вирізаються лише тоді, коли марка бетону перевищує М150. Відстань між компресійними швами становить 10 - 15 м. В кінці робочої зміни або під час перерви в укладанні суміші утворюються поперечні робочі шви.

Компресійні шви влаштовуються як в процесі укладання суміші, так і в затверділому бетоні. Одночасно в бетонний шар через встановлену відстань кладуть дерев'яні бруски перетином 50×50 або 70×70 мм і кріплять шпильки до нижнього шару. Потім зверху розподіляють і конденсують тверду бетонну суміш. Тріщини утворюються при затвердінні бетону над дерев'яними балками. Інший спосіб - вирізати шви бензорізів у затверділому бетоні. Бензорізи оснащені алмазними або твердосплавними дисками. Шліц влаштований на глибину від чверті до третини товщини шару. Після розрізання шов очищається продуванням компресором і заповнюється бітумною мастикою або полімерним герметиком [43,69].

Іноді влаштовують шви таким чином: розподіляють жорстку бетонну суміш, в місці пристрою шва наносять на поверхню шару металеву балку Т-перерізу. Дорожники тримають балку, і каток потрапляє в неї. В результаті пробивання по всій ширині шару утворюється поглиблення, яке є деформаційним швом. Таким способом шви були прорізані під час монтажу основи для прокатування бетону на трасі М7 «Волга» в районі Володимир - Вязники.

1.5. Укочуваний бетон з додаванням подрібненого асфальтового бетону і бітумних емульсій

1.5.1. Загальна інформація про композит / бетон

Останнім часом у ході дорожнього будівництва набули поширення методи холодної регенерації асфальтобетону. Найвідоміша технологія, коли матеріал старого асфальтового покриття фрезерують і додають складне сполучне, часто бітумну емульсію та цемент. Отримана щільна суміш за міцністю не поступається

асфальтобетону, а в деяких випадках навіть перевищує її. Найвідоміші дослідження з регенерації холоду Г. С. Бахраха [71].

За кордоном для повного, 100% використання подрібненого асфальтобетону, розроблені композиції на його основі, посилені гідравлічним в'язучим. На трасі Баден - Вюртемберг (Німеччина) побудована основа з вищевказаного матеріалу. В якості покриття використовується асфальтобетон, укладається в три шари загальною товщиною 18 см

Будівельні роботи розпочались у серпні 1988 р. Суміш для пристрою несучого шару, обробленого гідравлічним в'язучим речовиною, отримували на змішувальній установці для приготування бітумних сумішей, попередньо обладнавши її пристроєм для додавання води, як у випробувальних сумішах у бетономішалках були труднощі, пов'язані з дотриманням технологічного процесу.

Час перемішування суміші становило 150 с. Оскільки вологість асфальтобетонного грануляту (АГ) навіть в одному місці зберігання різна (коливається в межах 5%), необхідно провести регулювання кількості доданої води.

Суміш транспортували у вантажних автомобілях з причепами. Тривалість перевезення становила 1 годину. Суміш уклали асфальтоукладачем Super S1700 Vögele з потужним ущільнювальним брусом; для герметизації суміші використовували ролик з гладким валиком вагою 8 т і валик на гладких гумових шинах вагою 15 т. Кладка проводилася на одній половині ширини проїзної частини в два шари. На ділянці дороги довжиною 1,0 км суміш клали в один шар (для порівняння).

Випробування стрижнів показали, що при двошаровому укладанні зчеплення шарів не завжди було достатнім. Виходячи з цього, рекомендуйте одношарову кладку, навіть якщо необхідно переобладнати штабелер (стрижні, взяті з одношарового покриття, показали його достатню однорідність і щільність). Перша половина контрольованої площі була влаштована без жолобків. На дослідному майданчику було встановлено, що ущільнення суміші гладко роликівим валиком з вібрацією сприяє утворенню тріщин (відстань між ними від 5 до 10 см). Пневматичні ролики виготовляли на основній площі ущільнення. В інших районах

укладання суміші не відрізнялося від укладання сумішей звичайних матеріалів, оброблених гідравлічним в'язучим, для пристрою несучого шару.

- пристрій несучого шару можливо з матеріалу, що складається з АГ (100%), обробленого гідравлічним в'язучим, навіть якщо цей матеріал не покращений попередньою обробкою;

- підготовку суміші для цього шару рекомендується виконувати в установці для змішування бітумних сумішей, попередньо забезпечивши точну дозування води для перемішування;

- при змішуванні необхідно постійно контролювати фактичну вологість гіпертонії, регулюючи кількість води;

- несучий шар з АГ з гідравлічним в'язучим потрібно укладати в один шар [18].

Іншим видом композитного бетону є бетон з додаванням бітумної емульсії. Бітумна емульсія взаємодіє з цементом, оскільки поверхня цементних зерен є головним героєм, і з кам'яним матеріалом (заповнювачем), оскільки можливість взаємодії з вологим кам'яним матеріалом є головною відмінною рисою бітумної емульсії. Результат - бетон із складними структурними зв'язками: існує кристалічний зв'язок агломератів за рахунок гідратації цементу; і коагуляційний зв'язок, який виникає при контакті частинок матеріалу через найтонші плівки органічного сполучного. Бетонами зі складними конструкційними зв'язками займалися І. І. Леонович, В.А. Веренько, Е.А. Казарновська, Л. Б. Гезенцевей, В.А. Миколаїв.

Структура цементно-асфальтобетону характеризується двома типами зв'язків, що виникають між його структурними елементами: коагуляцією, утвореною бітумними шарами, та кристалізацією, утвореною цементним каменем. Перший тип з'єднань наближає цей матеріал за деякими властивостями до асфальтобетону, другий - сприяє створенню досить жорсткої просторової решітки.

Наявність жорстких і еластичних зв'язків надає цементно-асфальтобетону деякі специфічні властивості. На відміну від традиційних асфальтобетонів для цього матеріалу характеризується меншою залежністю властивостей від температури, підвищеною міцністю та стійкістю до деформацій при високих температурах.

Особливо суттєво відрізняються за своїми властивостями цементно-асфальтобетонні та бітумні матеріали, приготовані на основі бітумних емульсій.

У 1965 - 1967 роках були проведені експериментальні роботи з будівництва покриття з цементно-асфальтобетону, в ході яких відпрацьована технологія приготування, укладання та ущільнення сумішей.

Результати експериментальних досліджень та експериментальних робіт показали доцільність спільного використання бітумної емульсії та цементу для отримання матеріалу з поліпшеними властивостями порівняно з бітумними сумішами, особливо піском.

З економічної точки зору конструкційні шари дорожнього покриття з цементно-асфальтобетону особливо вигідні в районах, які не мають якісного гравію. Процес приготування сумішей дещо дешевший через виключення операцій з нагрівання та сушіння матеріалу [21].

У своїй дисертації В. А. Ніколаєв розглядає можливість отримання укочуваного бетону з додаванням аніонної бітумної емульсії, в якій в якості емульгатора використовується сульфідно-спиртовий бард (SSB). В результаті дослідження зроблені наступні висновки.

- Додавання невеликої кількості бітумної емульсії (2% від маси сухих компонентів) позитивно впливає на технологічні властивості бетонної суміші та експлуатаційні властивості затверділого бетону. Жорсткість суміші знижується, поліпшується деформаційність бетону, підвищується його водо- і морозостійкість, в тому числі в солях,

- Додавання бітумної емульсійної пластичності бетонної суміші за рахунок бітумних глобул, які мають специфічну мастильну дію на частинки суміші.

- Бітумна емульсія покращує структуру цементного каменю, зменшує кількість і розмір пір та капілярів. Поліпшення структури цементного каменю, а також гідрофобізація адсорбованого бітуму на стінках пір, капілярів, прикордонних ділянок між цементним каменем та заповнювачем значно зменшує міграцію води в бетоні.

- Додавання емульсії сприяє збереженню бетонного клінкерного фонду, що надає бетону можливість відновлювати структурні дефекти, що виникають під час експлуатації від зовнішніх факторів.

1.5.2 Отримання асфальтового грануляту

Асфальтобетонний гранулят - це штучний матеріал, отриманий шляхом руйнування та обробки асфальтобетонних (на основі органічних в'язучих речовин) шарів бруківки. АГ відрізняється розподілом часток за розмірами:

- крупнозернистий (максимальний розмір зерен 40 мм);
- середньозернисті (максимальний розмір зерен 20 мм);
- піщаний (максимальний розмір зерен 5 мм).

Руйнування асфальтобетонних (на основі органічних в'язучих) шарів дорожнього покриття може бути здійснено шляхом фрезерування, травлення, удару та їх поєднання. Вибір методу руйнування визначається товщиною шарів, їх станом, наявністю механізації, площею подальшого використання АГ з відповідним техніко-економічним обґрунтуванням[56,67].

Обробку шматочків асфальтобетону (великих негабаритних) можна проводити подрібненням або поділом на фракції (Рис.). Ступінь обробки визначається потребами будівництва та площею подальшого використання гранул.

Фрезерування дозволяє отримувати безпосередньо на дорозі полотно грануляту з необхідним гранулометричним складом. При фрезеруванні асфальтобетону, залежно від розміру зерна, товщина фрезерування повинна відповідати таблиці 3.

Таблиця 3

товщина фрезерування

Максимальний розмір зерна в розмеленому асфальтобетоні	Товщина фрезерного шару, мм, не менше	Товщина фрезерної стружки, мм, не менше
Крупнозернистий (40 мм)	45 - 50	40
Дрібнозернисті (10 - 20 мм)	25 - 30	20
Піщаний (5 мм)	10 - 15	3

Фрезерування старого асфальтобетонного покриття може бути виконано за допомогою холодних млинів і при нагріванні старого асфальтобетонного покриття, а також із застосуванням стабілізаторів (рециркуляторів) типу SS-250B, SM-350 (США), WR 2500, WR 2100, Рако-350 (Німеччина). Ділянки покриття (в місцях ремонту) литого асфальтобетону необхідно фрезерувати на всю глибину. Гранулят литого асфальтобетону зберігається окремо і при необхідності рівномірно розподіляється по площі, придатній для регенерації.

Застосування рециркуляторів та реміксів доцільно в тому випадку, коли гранулят безпосередньо на дорозі після подрібнення обробляється в'яжучим з додаванням інших компонентів і укладається в шар нового покриття.



Рис. 5. Мобільна установка для подрібнення та просіювання старого асфальтобетону

Шліфування першого в експлуатації матеріалу асфальтобетонного покриття необхідної зернової структури виконується безпосередньо на дорозі холодними млинами або переробниками. Розмір грануляту регулюється зазором між ротором та передньою та задньою стінками камери, положення якого регулюється гідроциліндрами, а також швидкістю ротора та швидкістю різача або утилізатора [56,67].

Отримання АГ із розмеленого матеріалу також здійснюється на стаціонарних, самохідних та пересувних дробарках, де воно доставляється для подрібнення до необхідних розмірів з подальшим просіюванням фракціями. Для цього

використовують переважно дробарки щелепного та роторного типу. Подрібнення рекомендується проводити при низьких температурах.

1.6. Особливості структури укочуваного бетону з подрібненим асфальтобетоном та бітумною емульсією

Тип просторової структури, що утворюється при укочуванні бетону та композиційних матеріалів на її основі, головним чином залежить від властивостей в'язучого, що визначає властивості композитів: механічну міцність, морозостійкість, деформованість тощо. Тому структура і властивості композиційних матеріалів тісно взаємопов'язані. Нижче наведено типи моноструктур та бінарних конструкцій, що зустрічаються в композиційних матеріалах на основі цементного бетону та бітумної емульсії.

Цементний бетон без додавання органічних сполучних речовин, як твердіючих, так і традиційних, має кристалізаційну моноструктуру. Структури кристалізації виникають внаслідок сплайсингу кристалів нової твердої фази, що виникає з перенасиченого розчину, наприклад, при гідратаційному зміцненні мінеральних сполучних. Головною особливістю цих структур є те, що вони протягом короткого часу (до схоплювання гідратованих цементних зерен) розвиваються на основі коагуляційних структур шляхом кристалізації з розчинів новоутворених гідратів, переростають у міцний моноліт під час його зростання та затвердіння зі збільшенням затвердіння час.

Цей тип конструкцій характеризується високою міцністю на стиск і вигин, морозостійкістю, водо- і теплостійкістю. Однак матеріал має підвищену жорсткість і еластичність, що спричиняє термічну деформацію, яка зазвичай призводить до утворення тріщин.

Оскільки бетони, що котяться, зазвичай мають низьку витрату цементу або використовуються низькоцементні (пісні) бетони, отримана кристалізаційна структура може бути переривчастою і роз'єднаною. Це призводить до присутності зв'язаних частинок заповнювача в деяких місцях і пояснює неоднорідність

міцнісних властивостей матеріалу. Для того щоб просторова структура матеріалу мала необхідну безперервність, однорідність і безперервність, розглядається можливість створення складної або двійкової структури. Ця структура характеризується тим, що в мікрообсягах композиційного матеріалу утворюються два типи просторових структур, що мають різні властивості, доповнюють одна одну і компенсують недоліки кожної з моноструктур.

Бінарні, або комбіновані структури - взаємопроникаючі структури, в мікрообсягах вони переривчасті, замінюють одна одну в невеликих обсягах композиційного матеріалу.

Відомо, що зона контакту, яка виникає на межі між цементним в'язучим та заповнювачем у бетоні, є найслабшою та найбільш вразливою частиною його структури. Зона контакту утворюється при затвердінні цементного бетону на межі в'язучого з кожним зерновим заповнювачем і являє собою мікрооб'єм, умовно обмежений двома концентричними поверхнями, одна з яких проходить в зерновому заповнювачі, а інша - в обсязі цементу кам'яний контакт, при якому вплив дотичних фаз більше не спостерігається. При прокатці бетону без добавок АГ контактна зона складається з контактного шару цементного каменю, контактного шару заповнювача і межі розділу між ними. При прокатці бетону з додаванням АГ, а особливо з додаванням АГ та бітумної емульсії [23,51]

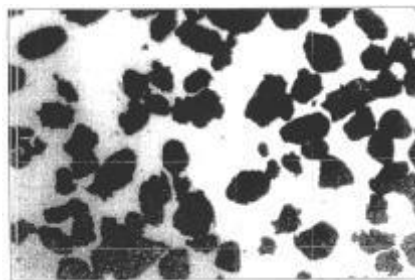
Укочуваний бетон з додаванням АГ.Ц матеріал має стабільну кристалізаційно-коагуляційну структуру, що дозволяє забезпечити необхідну міцність на стиск для зниження жорсткості порівняно з укочуваним бетоном з кристалізаційною моноструктурою, а також високу еластичність, деформаційність та морозостійкість.

Структура укочуваного бетону з додаванням АГ характеризується двома типами зв'язків, що виникають між його структурними елементами: кристалізацією, утвореною цементним каменем, і коагуляцією, присутніми в частинках АГ. На відміну від інших композиційних матеріалів, що містять цемент і бітум (вологі органосуміші, армовані ґрунти), структура всередині частинки АГ формувалася набагато раніше, часто за кілька років до підготовки прокатки бетонної суміші. Під

час експлуатації асфальтобетону його властивості якісно змінюються, після фрезерування та подрібнення можливий вигляд частково зруйнованих агрегатів з активною поверхнею.

Цементно-асфальтові композиційні матеріали складаються з мінерального макронаповнювача, мікронаповнювача, мінерального активатора, а також принаймні двох термодинамічно несумісних сполучних або добавок. У разі укочуваного бетону з додаванням АГ роль макроелемента відіграє пісок і гравій, а також частково АГ, точніше його великі частинки (розміром більше 0,071 мм). Частинки АГ розміром менше 0,071 мм є мікронаповнювачами. На рис. 6 показує характер поверхні АГ - на відміну від природного піску, зерна матеріалу мають шорстку кутову поверхню. Подекуди є відкриті ділянки (світло) поверхні вихідного заповнювача (пісок або гравій), а також збережені плівки та фрагменти асфальтового в'язучого (темні).

Цемент грає подвійну роль: з одного боку, він також є мікронаповнювачем у загальній кількості матеріалу, з іншого боку, цемент є основним сполучним речовиною. Коли цемент вводиться в наповнювальну суміш на стадії сухого перемішування, частинки АГ обволікаються (рис. 7).



6. Поверхня зерен АГ

Оскільки частинки цементу набагато менше частинок АГ, вони закріплюються в порах і нерівностях на поверхні частинок АГ. Вони особливо активні з плівками та уламками старого асфальтового в'язучого.

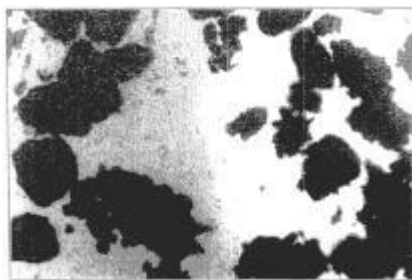


Рис. 7. Агрегація цементу на поверхні частинок АГ

Цемент після змішування з водою утворює колоїдну систему, в якій рівномірно розподіляються частинки несумісного продукту - АГ або дисперсної фази (рис. 8). Цементна колоїдна фаза агрегується переважно з активними частинками АГ з утворенням кластерів. На поверхні частинок АГ видно, як вода в основному зв'язується з цементними та асфальтовими в'язучими плівками.

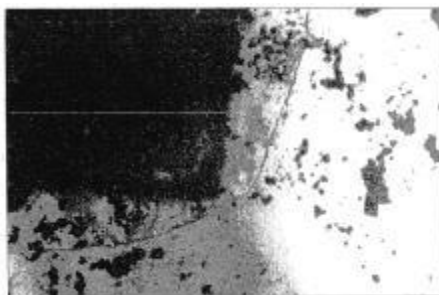


Рис. 8. Частинки АГ і цементу після змішування з водою

Кристалічні агрегати створюють просторовий каркас, що складається із взаємопов'язаних менших агрегатів. Коли існує лише кристалічна структура, матеріал характеризується підвищеною жорсткістю міжзернистого простору. Введення частинок з наявністю шарів органічного сполучного призводить до зменшення жорсткості міжкристального простору. Зі збільшенням кількості АГ відбувається зближення частинок дисперсної фази в об'ємі матеріалу, їх зіткнення, збільшення кількості шарів органічного в'язучого в матеріалі, чому загальна жорсткість матеріалу зменшується [20,21].

Збільшення кількості АГ в суміші сприяє зменшенню міцності на стиск і жорсткості матеріалу в цілому. Збільшення морозостійкості також забезпечує гідрофобний характер поверхні зерен АГ.

Матеріали на основі органічних та неорганічних в'язучих речовин неоднорідні, але у випадку додавання АГ до бетонного прокату поліпшується властивість. За рахунок чого відбувається це вдосконалення можна зрозуміти, детальніше розглянувши процес зчеплення частинок асфальтобетону і цементного каменю. У середині частинки АГ знаходиться раніше сформована коагуляційна моноструктура, що відрізняється тим, що частинки дисперсної фази утворюють хаотичну просторову сітку. Виникнення окремих коагуляційних зв'язків (адгезійних контактів) здійснюється через тонкий шар рідкої фази - дисперсійне середовище (старий бітум). Це визначає особливості та властивості просторових структур цього типу. Використання в якості сполучного речовини цементу утворює в матеріалі кристалізацію просторову моноструктуру.

Механічне зчеплення відбувається внаслідок злипання мікрочастинок цементного каменю та шорсткої поверхні частинок АГ. Слід зазначити, що після холодного дроблення бруксту асфальту на дробильних установках на поверхні отриманих зерен відсутня гладка тверда бітумна плівка, а є мозаїчні зерна старого асфальтового в'язучого, поверхня характеризується окремими нерівностями, достатніми для утворення механічне залучення частинок.

Хімічна адгезія відбувається під час гідратації цементу, коли виділяється гідрат оксиду кальцію (вільне вапно), який є дуже активним реагентом, що збільшує адгезію бітумних плівок на поверхні частинок АГ з поверхнею цементного каменю за рахунок утворення називають хемосорбційними сполуками. Цей процес, очевидно, схожий на взаємодію бітумних плівок з поверхнею карбонатних кам'яних матеріалів і протікає тим інтенсивніше, чим вище температура прокатки бетонної суміші. В результаті комплексного впливу двох в'язучих з різними властивостями на композитний матеріал утворюється комбінована бінарна структура, яка набуває підвищеної морозостійкості та деформаційності, меншу жорсткість, ніж традиційний цементний бетон.

Укочуваний бетон з додаванням АГ та бітумної емульсії.

Відмінність від прокату бетону з АГ полягає в тому, що бітумна емульсія починає розпадатися відразу після змішування суміші. Бітум виявляє в'язкі

властивості і, як правило, займає суглоби тонких пор (завдяки капілярному натягуванню води до розпаду емульсії). Цемент, поглинаючи та хімічно зв'язуючи воду під час її гідратації, сприяє розкладанню бітумної емульсії. Після розпаду емульсії бітум починає проявляти властиві їй властивості гідрофобного в'язкого матеріалу. У цей момент він реагує з гідратом оксиду кальцію, з одного боку, і прилипає до бітуму, що міститься на поверхні частинок АГ, з іншого боку, чому сприяє наявність емульгуючих речовин.

Властивості отриманого композиту полягають у наступному: міцність і жорсткість на стиск дещо знижуються в порівнянні із сумішами з додаванням лише АГ, але підвищує морозостійкість і деформаційність матеріалу.

Цікавий випадок, коли до укочуваного бетону з АГ додають два типи бітумної емульсії: катіонну та аніонну. Катіонні речовини сприяють найбільшій адгезії бітуму та гранітного (кислотного) гравію, а також кварцового піску, а аніонні - покращують адгезію бітуму та цементного каменю, поверхня якого, як відомо, є головним героєм. Також відбувається нейтралізація соляної кислоти, яка входить до складу катіонної бітумної емульсії. При цьому зберігається також взаємодія бітуму емульсії з бітумом на поверхні частинок АГ. В результаті можна зробити висновок, що використання двох типів емульсії дозволяє отримати композит з більш стабільними зв'язками і більшою міцністю.

Таким чином, збільшення кількості АГ і додавання бітумної емульсії до бетонного укочування не зменшує міцність на стиск і жорсткість суміші, збільшує деформаційність і морозостійкість матеріалу. Отриманий матеріал зберігає переваги цементного бетону - здатність працювати під великими транспортними навантаженнями. При цьому він набуває таких властивостей, як здатність сприймати навантаження більш еластично, підвищена стійкість до вигину, що разом із підвищеною морозостійкістю характеризує його як міцний і міцний матеріал.

1.7.Результати випробувань укочуваного бетону подрібненим асфальтобетоном та бітумною емульсією

У лабораторії кафедри "Будівництво та експлуатація доріг" МАДІ-ГТУ з 2001 р. Ведуться роботи з дослідження властивостей укочуваного бетону з додаванням АГ[4,22,23,42,67]. Отримані склади для пристрою основ і покриттів дорожнього одягу, розроблена технологія побудови основ з даного матеріалу, побудовані дослідні ділянки, визначений фактичний модуль пружності матеріалу.

1.7.1.Суміші для основ

Нижче наведено склади жорсткої бетонної суміші, що відповідає вимогам ДСТУ -І призначений для виробництва бетону марки М100. Досліджено можливість додавання дрібнозернистої (розмір зерен 0 - 10 мм) та грубозернистої (розмір зерен 10 - 25 мм) АГ, а також аніонної бітумної емульсії. Для порівняння готували бетонну суміш без АГ та бітумної емульсії (таблиці 4, 5).

Таблиця 4

Склади бетонних сумішей для основ

№ склади	Щебінь,%	Пісок,%	Великий гранулят, %	Дрібний гранулят, %	Цемент,%	Вода,%	Бітумна емульсія,%
1	65	30	-	-	5	6.5	-
2	55	40	10	-	5	6.5	-
3	65	30	-	10	5	6.5	-
4	55	40	10	-	5	4.5	2.0
5	65	30	-	10	5	4.5	2.0
6	55	40	-	-	5	4.5	2.0

Отримані бетони відповідали ГОСТ -. Випробування бетону проводили відповідно до вимог стандартів.

результати випробувань

Характерний	Значення показника для складів					
	1	2	3	4	5	6
Міцність на стиск через 7 днів, МПа	8.3	9.2	11,0	8.5	9.8	7.7
Те саме, 28 днів, МПа	9,87	10.60	12.70	9,95	12.20	9.50
Коефіцієнт варіації,%	13.1	12.3	10.5	13.4	8.7	11.1
Міцність на розрив при вигині через 7 днів, МПа	1.10	1,27	1,35	1.44	1,58	1.32
Те саме, 28 днів, МПа	2,57	2.68	2.73	2.86	2.94	2,75
Коефіцієнт варіації,%	7.5	8.9	10.9	12.6	7.9	13.4
Міцність при розщепленні за 7 днів, МПа	0,73	0,85	0,90	0,96	1.05	0,88
Те саме, 28 днів, МПа	1,71	1,79	1,82	1.91	1,96	1,83
Коефіцієнт варіації,%	5.6	7.6	9.2	10.4	13.4	14.1
Міцність на стиск, МПа, після заморожування та розморожування:						
50 циклів	9.6	10.3	12.4	-	-	-
100 циклів	-	-	-	9.7	11.8	9.25

Зразки бетону перевіряли на морозостійкість відповідно до вимог ДСТУ. - За третім прискореним способом у солях NaCl при температурі -50°C .

1.7.2. Суміші для покриттів

Для покриттів були випробувані склади (табл. 6) з вмістом цементу від 250 до 350 кг / м³. Кількість грануляту варіювалась від 5 до 15% від маси піску.

Таблиця 6

Склади бетонних сумішей для покриттів

№ склади	Щебінь, кг /		Пісок, кг /		Дрібний гранулят, кг / м ³	Цемент, кг /	Вода, л / м ³
	м ³		м ³				
1	1160	825	45	250	85		
2	1160	780	90	250	85		
3	1160	735	135	250	85		
4	1160	825	45	300	100		
5	1160	780	90	300	100		
6	1160	735	135	300	100		
7	1160	825	45	350	120		
8	1160	780	90	350	120		
9	1160	735	135	350	120		
10	1160	870	-	250	120		
11	1160	870	-	300	120		
12	1160	870	-	350	120		

У таблиці. 7 представлені результати випробувань композицій сумішей для покриттів з додаванням АГ.

Таблиця 7

Результати випробувань укочуваного бетону для покриттів

№ склади	Міцність на стиск, МПа (коефіцієнт варіації,%)		Міцність на розрив, МПа (коефіцієнт варіації,%)		Міцність на тріщину, МПа (коефіцієнт варіації,%)		Міцність на стиск після 200 або 300 циклів для морозостійкості, МПа
	через 7 днів	через 28 днів	через 7 днів	через 28 днів	через 7 днів	через 28 днів	через 28 днів

1	14.3	21,6 (13,2)	3.2	5,8 (11,8)	2.2	3,6 (12,4)	16,7 / -
2	18.6	25,1 (3,2)	3.0	6,0 (14,7)	2.4	3,8 (10,6)	19,8 / -
3	15,0	20,4 (11,0)	3.3	6,4 (4,8)	2.7	4,1 (9,3)	15,6 / -
4	19.5	28,9 (4,7)	3.7	5,8 (5,7)	2.4	3,7 (5,2)	23,7 / -
5	23.2	30,4 (8,6)	3.8	6,3 (7,9)	2.7	4,0 (6,1)	26,9 / -
6	19.7	26,3 (12,3)	3.5	6,8 (5,3)	3.0	4,5 (8,4)	20,9 / 18,1 *
7	24.6	33,0 (8,7)	3.9	6,5 (6,2)	2.8	4,2 (6,4)	31,7 / 30,2 *
8	25.9	34,2 (7,6)	4.1	6,9 (8,5)	3.1	4,6 (3,4)	33,5 / 33,2 *
9	24.1	33,4 (12,0)	4.0	7,3 (5,3)	2.7	4,8 (7,6)	32,4 / 31,1 *
10	13.3	20,6 (13,6)	3.0	5,4 (9,4)	2.3	3,5 (9,5)	17,2 / -
11	16.8	25,3 (12,8)	3.4	6.1 (7.4)	2.5	4,0 (4,6)	23,8 / 24,2 *
12	19.9	30,5 (11,2)	3.6	6,8 (10,7)	2.8	4,3 (7,3)	29,6 / 27,4 *

* Результати відповідають 300 циклам тестів на морозостійкість.

Крім того, зразки балок оцінювали на деформаційність прокату бетону з додаванням АГ. Для цього балки відчували розтягування при згинанні з фіксацією відхилення центру балки відносно країв. Результати випробувань представлені в табл. 8.

За результатами випробувань будується графік, представлений на рис. 9,

Таблиця 8

Результати випробувань балок на прогин

№ склад и	Руйнівне навантаження, N	Міцність на розрив при вигині, МПа	Переміщення центру зразка щодо країв, мм	Відносна деформація, %
Склад без гіпертонії				
1	3470	8.13	0,280	0,68

2	3309	7,75	0,373-й найпоширеніш ий	0,89
3	3684	8,63	0,430	1.03
4	3456	8.10	0,259	0,62
5	3770	8,83	0,527-й найпоширеніш ий	1.26
6	2865	6.71	0,167-й найпоширеніш ий	0,40
середній		8.42	0,339-й найпоширеніш ий	0,81
Композиція з 25% АГ				
1	3534	8.28	0,682-й найпоширеніш ий	1,63
2	3900	9.14	-	-
3	3342	7,83	0,638	1,53
4	2797	6.55	0,717-й найпоширеніш ий	1,72
середній		8.42	0,679	1,63
Композиція з 50% гіпертонією				
1	3251	7.61	0,568	1.36

2	3269	7.70	0,746-й найпоширеніш ий	1,79
3	3648	8.55	0,460	1,54
4	3221	7,54	0,644	1,54
середній		7,95	0,605	1.45

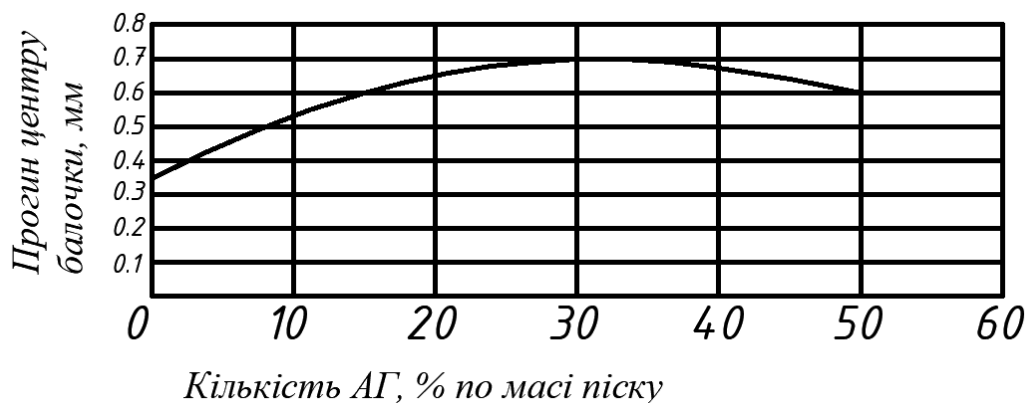


Рис. 9. Залежність деформованості бетонного прокату від вмісту АГ

1.7.3.Результати випробувань суміші для зручності укладання

Експерименти проводилися на пристрої в Інтернеті відповідно до ДСТУ -. Для тестування було обрано композицію з 15% дрібного грануляту та 350 кг / м³ цементу при 120 л / м³ води, як показали найкращі результати в тестах на морозостійкість та міцність. Контрольна композиція включала ті самі компоненти, крім гіпертонії. Результати випробувань представлені в табл. 9.

Таблиця 9

Результати визначення жорсткості суміші

кількість гіпертонії	Твердість суміші, причому, залежно від часу її старіння, хв				
	8 - 10	30	60	90	120
без АГ	113	128	212	240	Неочікуваний.
	129	273	300	Неочікувани й.	-

15% AG	-	63	88	130	145
	118	166	200	210	Неочікуваний.
25% AG	125	80	178	126	199
	99	95	108	122	130
50% AG	147	143	173	188	167
	105	98	137	158	201

Результати визначення жорсткості бетонних сумішей наведені на графіку (рис. 10).

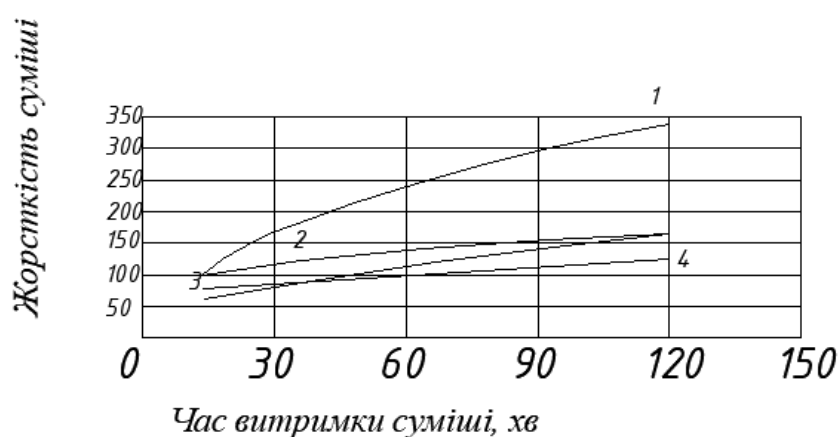


Рис. 10. Графік змін жорсткості бетонних сумішей:

1- суміш без подрібненого асфальтобетону; 2 - з додаванням 15% АГ (від маси піску); 3- те саме, 25%; 4-й, 50%

1.8. Аналіз результатів

1.8.1. Для основ дорожнього одягу

Результати випробувань на стиск. Препарати, що містять дрібнозернисту гіпертензію, показали найкращі результати щодо міцності на стиск у віці 7 днів та 28 днів. Якщо введення великої гіпертонії збільшує міцність на стиск на 7 - 10%, то дрібнозернисту - на 20 - 30%. Додавання бітумної емульсії в кількості 2% незначно

знижує міцність на стиск зразків з гіпертонією і контроль до 5%. Таким чином, вміст бітумної емульсії слід зменшити до цієї величини.

Коефіцієнт варіації міцності на стиск коливається від 4,7 до 13,4%, що відповідає нормам.

Результати випробувань на розтягування на вигин. Композиції із вмістом грубозернистого АГ збільшують міцність на розрив на вигин на 4 - 10%, а дрібнозернистих - ще на 4 - 10% порівняно з контрольними зразками. Найбільше збільшення цього показника спостерігається у віці 7 днів, а потім згладжується до 28 днів. Введення бітумної емульсії збільшує міцність контрольних зразків на 7%, а в сумішах з гіпертонією відповідно на 4 - 6%.

Співвідношення міцності на розрив і стиск у віці 7 днів становить 0,13 - 0,20, а до 28 днів збільшується до 0,25 - 0,40.

Розділити результати тесту. Міцність при розщепленні змінюється так само, як і міцність при розтягуванні на вигин: вона зростає із збільшенням вмісту дрібнозернистої АГ та бітумної емульсії.

Результати випробувань на морозостійкість. Морозостійкість визначали за змінами міцності на стиск після 50 та 100 циклів заморожування та відтавання. Всі зразки витримали тест на морозостійкість після 50 циклів, а оброблені бітумною емульсією - після 100 циклів.

1.8.2. Визначення фактичного модуля пружності композиційного бетону.

Методи випробувань

Випробування проводили спільно лабораторії відділів "Аеропортів" та "Будівництво та експлуатація доріг" МАДІ-ГТУ. Для оцінки довговічності шарів прокату бетону з АГ, прокату залізобетону, а також прокату бетону з геоелементом будували великомасштабні моделі жорсткого покриття. Метою дослідження є визначення фактичного модуля пружності матеріалів на основі укочуваного бетону в умовах, близьких до природних.

розташовані шари	покриття	основою
Укочуваний бетон М300	+	-
Бетон, М100	-	+
Укочуваний залізобетон	+	-
Укочуваний бетон з геоелементом та залізобетоном	+	-
Ґрунт, армований цементом і волокном	+	+

Товщина шарів варіювалась від 4 до 13 см. Вибір товщини зумовлений зменшенням витрати матеріалу, а також прискореним випробуванням на руйнування конструкції, зокрема можливостями існуючих гідравлічних домкратів.

Випробування проводили в ґрунтовому лотку експериментального стенду ПГС-100-2 за методикою, запропонованою проф. А. П. Степушин.

Розташовані шари імітують роботу структурних шарів дорожнього покриття таким чином: ділянки для укочуваного бетону М300 та прокату залізобетону влаштовували тонкими шарами, товщиною 3 - 4 см. Це дозволило розглянути можливість використання шарів відносно невеликої товщини. Модель для укочуваного бетону з геоелементом та верхнього шару залізобетону виконували у два шари: товщина рулону бетону з геоелементом 10 см, залізобетону - 3 див.

Введення геоелемента в структуру шару не збільшує загальної міцності шару, але дозволяє сегментувати бетонну плиту, а також виконує функцію компенсатора. Введення волокна в бетонну суміш передбачає армування шарів, підвищення їх довговічності в цілому.

Статичне навантаження на штамп застосовували поетапно: 500, 1000, 1500, 2000 кгс, з подальшим розвантаженням. Довжина кроку - 500 кгс - обумовлена чутливістю індикаторів годинного типу, а також прискореним тестом.

Навантаження на штамп створювала гідравлічна домкрат, встановлена на опорній балці. Використовуючи схил, ми знайшли центр випробуваної моделі, в який був встановлений штамп, а потім гідравлічний домкрат був підведений точно над центром моделі і жорстко закріплений гвинтами на опорній балці (рис. 11).

Для калібрування гідравлічних домкратів між гідравлічним домкратом та металевим штампом був встановлений динамометр стиснення: величина концентрованого навантаження на штамп вимірювалась за допомогою калібрувальної залежності "навантаження - деформація динамометра". Вироблено два тестових навантаження, після перевірки відповідності навантаження стиснення динамометр був знятий. Була встановлена марка діаметром 5 см

зупинити віброплиту, місцеві нерівності були усунені в процесі роботи заливанням суміші. Ущільнення завершували за відсутності візуальних деформацій шару під час проходження плити, а також у разі виявлення сильного удару плити на поверхню шару, що свідчить про неможливість подальшого ущільнення.

Оскільки при укладеному прокатці бетону відбуваються звичайні процеси гідратації цементу, необхідний догляд за шаром з метою підтримання температурно-вологісного режиму, сприятливого для набору міцності бетону. Догляд за укладеним бетоном проводився відразу після завершення ущільнення шляхом посипання вологим піском і покриття поверхні поліетиленовою плівкою.

1.8.3.Результати випробувань

Відповідно до показників годинного типу були побудовані графіки для визначення проєктного навантаження та відповідної чаші відхилення. Відповідно до величини навантаження, товщини моделі та розміру дефлекторної чаші визначається фактичний модуль пружності, представлений в табл. 10.

Таблиця 10

Результати визначення фактичного модуля пружності бетону з додаванням АГ

Дизайн марки бетону	Кількість АГ (0 - 5 мм),% від маси піску	Модуль пружності бетону, МПа	Середня міцність стрижнів, МПа		
			при стисненні	розтягування при згинанні	при розколі

M300	15	37000	29.5	4.27	2.83
M100	10	17000	16.8	2.28	1,51

Таким чином, за результатами випробувань було встановлено, що отриманий бетон відповідав проєктній марці. Результати визначення фактичного модуля пружності слід використовувати для проєктування дорожніх конструкцій із застосуванням укочуваного бетону.

Існуючий спосіб проєктування дорожніх покриттів з жорсткою основою для прокатки цементного бетону, викладений у рекомендаціях, заснований на використанні в якості конструктивної характеристики модуля пружності бетону. Значення цього показника, наведені в цих рекомендаціях, не відповідають дійсності і приймаються приблизно, у зв'язку з чим було проведено визначення фактичного модуля пружності для прокату бетону різних марок.

Розділ 2. ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА.

2.1.Коротка характеристика існуючих умов.

Дорога II категорії. На даній ділянці має 3 смуги руху, дві по 3,75 м та додаткову смугу на підйом шириною 3,50 м, а також укріплення обочини 0,5 м з кожного боку. Відповідно радіусу заокруглення існують поширення на кривих.

Рельєф ділянки гористо-горбистий.

В плані траси загальна кількість кутів поворотів 23 шт.

Мінімальний радіус горизонтальної кривої 70 м.

Земляне полотно дороги на всій довжині проєктованої ділянки складено із насипних суглинків легких і важких, щєбенистих. Стан земляного полотна задовільний і придатний для подальшого використання за умови відновлення кюветів та водовідвідних споруд.

Існуючий дорожній одяг знаходиться в незадовільному стані. Недостатній модуль пружності майже на всій ділянці проєктування. Зафіксовані руйнування та деформації у вигляді викришування, вибоїн, просідання, колійності, сітки тріщин загальних поперечних, поздовжніх та косих, руйнування країв дорожнього одягу.

Конструктивно існуючий дорожній одяг представлений наступними шарами:

гравій – 0,26 м;

щєбінь – 0,25 м;

щєбінь, просочений бітумом – 0,16;

асфальтобетон – 0,17 м-0,19 м.

В межах ділянки дороги немає обладнаних зупинок маршрутних транспортних засобів, висадка пасажирів відбувається на поширенні земляного полотна.

Всі існуючі труби під дорогою знаходяться в задовільному стані, без вертикальних і горизонтальних переміщень. Замулені, захаращені мусором.

Кафедра РААШ				НАУ 20 12 53 000			
Виконав	Ширшов			Капітальний ремонт автомобільної дороги державного значення М-06 на ділянці км 702+333 - км 707+333 із застосуванням технології укочуваного бетону	Літера	Аркуш	Аркушів
Керівник	Степанчук						
Консульт.	Степанчук						
Н-контр.	Пилипенко						
Т.в.о.зав.каф.	Пилипенко						

Укріплення вхідного і вихідного оголовків мають руйнування і розмиви.

Проектна ділянка проходить по полці, поперечний профіль дороги знаходиться на косогорі, де висотні відмітки змінюються від високих до низьких справа наліво. Праворуч від земляного полотна на деяких ділянках влаштована залізобетонна підпірна стінка, висотою від 1,0 до 1,2 м для захисту від осипання ґрунту. Довжина існуючих підпірних стінок становить 1358 м. Стан їхній незадовільний – верхня частина та чистова поверхня стінок має відлущення та руйнування, в деяких місцях оголений арматурний каркас. Всі підпірні стінки потребують ремонту та нарощування.

Ділянка дороги постійно прямує вниз з середнім похилом 50-60 %. В зв'язку з цим дуже важливим постає питання водовідведення від дорожнього одягу по укосах існуючого земляного полотна та запобігання розмиву кюветів і підшоши насипу. Існуючі кювети вздовж траси праворуч, з верхової сторони, в основному не укріплені і замулені. На деяких ділянках зустрічаються бетонні лотки, але вони в більшості зруйновані і не виконують свою функцію.

Водовідвід з проїзної частини проектної ділянки забезпечений поперечним та поздовжнім похилом. На кривих, в місцях віражів, з внутрішнього боку влаштовані прикромочні лотки з виведенням в водоскиди по укосі насипу. Водовідвідні споруди знаходяться в незадовільному стані, в більшості випадків зруйновані та потребують заміни.

2.2.Кліматична характеристика району.

За погодно-кліматичними факторами та ґрунтово-гідрологічними умовами зволоження ділянка проектування знаходиться в межах Гірської ІУ дорожньо-кліматичної зони (ДБН В.2.3-4:2015, Додаток Г, Таблиця Г). Тип місцевості за характером зволоження – перший (ДБН В.2.3-4:2015, п. 6.1.4).

Воловецький район, як і в цілому Закарпаття, знаходиться переважно під впливом західного переносу повітряних мас з Атлантичного океану і рідше - континентального повітря зі сходу. Глибокі циклони, які приходять на Закарпаття зимою, супроводжуються ожеледицею, відлигами, сніготаненням, рясними дощами. Ці осадки нерідко визивають паводки в басейнах річок Карпат. При проходженні циклонів з південного заходу зимою в Закарпатській області опадів випадає значно більше ніж в інших районах України.

Середня річна температура повітря складає +10,1 °С, самого холодного січня - мінус 3°, самого теплого липня + 21.1°. У жаркі літні дні (липень, серпень) при виході тропічного повітря з півночі Африки температура може підніматись до + 41°, при зимових відлигах до +18° тепла (лютий). Амплітуда середньої місячної температури повітря досягає 24.1°.

Характеристикою температурного режиму є дати першого і останнього морозу і тривалість безморозного періоду. Середня кількість днів з температурою повітря 5° і вище – 242 (з 17 березня по 15 листопада). В січні, в середньому протягом 21 дня, найбільш часто повторюється середньодобова температура повітря від мінус 5° до плюс 5°. В липні, в середньому протягом 28 днів, найбільш часто повторюється середньодобова температура від 15° до 25°.

Середньодобова температура повітря плюс 20° утримується приблизно протягом 50 днів в році. Період обмежений датами стійкого переходу середньодобової температури повітря через 0° осінню і весною. Починається в

Кафедра РААШ				НАУ 20 12 53 000			
Виконав	Ширшов			Капітальний ремонт автомобільної дороги державного значення М-06 на ділянці км 702+333 - км 707+333 із застосуванням технології укочуваного бетону	Літера	Аркуш	Аркушів
Керівник	Степанчук						
Консульт.	Степанчук						
Н-контр.	Пилипенко						
Т.в.о.зав.каф.	Пилипенко						68

середині другої декади грудня і закінчується на початку третьої декади лютого.

Весна починається з третьої декади лютого і закінчується в кінці першої декади травня. Початком його вважається дата стійкого переходу середньодобової температури повітря через плюс 15°. Середня дата початку літа – 8 травня і його кінця 23 вересня; тривалість літнього періоду в середньому 139 днів.

Осінь починається з третьої декади вересня і закінчується в середині грудня, тривалість в середньому 85 днів.

Велика кількість опадів сприяє високій вологості повітря. Середня річна вологість повітря 74%, максимальна в зимові місяці – 81-84%, мінімальна весною – 65-70%.

Середньорічна кількість опадів-670 мм, з них в теплий час року – 419 мм, в холодний – 251 мм. Пануюче направлення вітрів Південне. Під впливом рельєфу виникають місцеві типи циркуляції повітря – схиліві вітри.

З точки зору проведення будівництва кліматичні умови не завжди сприятливі, тому це необхідно враховувати при визначенні термінів проведення капітального ремонту.

2.3. Техніко - економічні показники.

Згідно «Зведеної відомості визначення середньорічної добової інтенсивності руху транспортних засобів на основних перегонах автомобільних доріг державного значення в межах Закарпатської області» виконаної

ДП «Укрдіпродор» і наданої Замовником, даних контрольного обліку, проведеного у 2019 році, існуюча середньорічна інтенсивність руху на даній ділянці дороги складає 5244 авт/добу, з них:

2141 грузовий автомобіль різної вантажопідйомності;

220 автобусів різної пасажиромісткості;

2883 легкові автомобілі.

Очікуваний на 20-ти річну перспективу склад дорожніх транспортних засобів прийнятий у відповідності з виявленими при обліку руху марками автомобілів. Розрахунок легкових автомобілів на перспективу виконаний з урахуванням росту рухомості населення та парку легкових автомобілів, а також перспективою розвитку прилеглої території. Кількість автобусів встановлена у відповідності з існуючими та наміченими на перспективу автобусними маршрутами, розвитком туризму і санаторно-курортних баз.

Обсяг перевезень пасажирів та вантажів зростає, тому в розрахунковому 2039 році прогнозована інтенсивність і склад можуть сягати 9054 авт/добу, з них:

3691 грузовий автомобіль різної вантажопідйомності;

451 автобусів різної пасажиромісткості;

4912 легкові автомобілі

Така інтенсивність відповідає II технічній категорії дороги.

Розрахунок дорожнього одягу виконано на групу розрахункового навантаження А2. Нормативне статичне навантаження на вісь прийнято 115 Кн.

Мінімальний потрібний модуль пружності дорожнього одягу нежорсткого

Кафедра РААШ				НАУ 20 12 53 000			
Виконав	Ширшов			Капітальний ремонт автомобільної дороги державного значення М-06 на ділянці км 702+333 - км 707+333 із застосуванням технології укочуваного бетону	Літера	Аркуш	Аркушів
Керівник	Степанчук						
Консульт.	Степанчук						
Н-контр.	Пилипенко						
Т.в.о.зав.каф.	Пилипенко						

типу для дороги II категорії – 235 МПа. Загальний потрібний модуль пружності конструкції дорожнього одягу визначено на 2039 рік. При розрахунках врахований коефіцієнт надійності - 1,645.

Строк експлуатації дорожнього одягу капітального типу між капітальними ремонтами для автомобільної дороги II категорії становить 12 років (табл. Е зміна №1 до ДБН В.2.3-4:2015)

2.4. Будівельні рішення.

2.4.1 Траса дороги.

Початок ділянки проектування пк 0 + 00 прийнято на межі Львівської та Закарпатської областей. Далі траса проходить по гористо-горбистій місцевості без влаштування серпантину в межах Воловецького району Закарпатської області. Кінець ділянки проектування прийнято на км 707+333 перед селом Латірка. Загальна довжина ділянки 5,0 км. Проектна вісь траси прийнята по осі існуючої дороги. На ділянці проектування траси прийнято 23 кути повороту, але вписані радіуси заокруглень тільки у 20 кутів. 3 кути мають величину менше одного градуса. Мінімальний радіус горизонтальної кривої – 70 м. Детально криві описані на розбивочному кресленні та у відомості елементів плану траси, відомості розбивки кривих, відомості розбивки віражів на кривих. Для прикладу можна взяти розбивку одного з кутів повороту ВК1

Для визначення складових кривої використовувались такі формули:

$$T = R \operatorname{tg} \varphi / 2$$

$$K = \varphi (\pi R / 180)$$

$$B = R (\sec \varphi / 2 - 1)$$

$$D = 2T - K$$

Розбивка кривої: ВК1

R, м =	Кут, м =	К, м =
240,00	8°40'18"	36,32
T1, м =	T2, м =	Д, м =
18,20	18,20	0,07
L1, м =	L2, м =	Б, м =
0,00	0,00	0,69

Кафедра РААШ				НАУ 20 12 53 000			
Виконав	Ширшов			Капітальний ремонт автомобільної дороги державного значення М-06 на ділянці км 702+333 - км 707+333 із застосуванням технології укочуваного бетону	Літера	Аркуш	Аркушів
Керівник	Степанчук						
Консульт.	Степанчук						
Н-контр.	Пилипенко						
Т.в.о.зав.каф.	Пилипенко						

ПК+	S,м	dX,м	dY,м
0+00,00	0,00	0,00	0,00
0+05,00	5,00	-0,05	5,00
0+10,00	10,00	-0,21	10,00
0+15,00	15,00	-0,47	14,99
0+18,16	18,16	-0,69	18,14
0+36,32	0,00	0,00	0,00
0+30,00	6,32	0,08	6,32
0+25,00	11,32	0,27	11,32
0+20,00	16,32	0,55	16,31
0+18,16	18,16	0,69	18,14

2.4.2. Відведення земель

Роботи з капітального ремонту виконуються в межах існуючого відводу, тому додаткового відведення земель не потрібно.

2.4.3. Поздовжній та поперечний профілі дороги.

В процесі виконання капітального ремонту дороги планується відновити кювети, подовжити в необхідних місцях та розчистити труби, підвищити несучу здатність покриття, організувати примикання та пішохідний рух на них.

Існуючий поздовжній профіль ділянки дороги в процесі виконання робіт не змінюється (враховується тільки підняття на висоту конструкції посилення існуючого дорожнього одягу).

Розрахункова швидкість транспорту для дороги даної категорії, за якою визначаються нормативи її проектування у плані, поздовжньому та поперечному профілях, згідно ДБН В.2.3-4:2015, табл. 4.2 становить 90 км/год. Але в зв'язку з гористо-горбистою місцевістю допустимо обмеження розрахункової швидкості до 70 км/год відповідно до примітки 1 табл. 4.2. ДБН В.2.3-4:2015.

Мета капітального ремонту – доведення параметрів дороги до нормативних. Але в місцях, де економічно не вигідно це робити в зв'язку з складністю рельєфу,

застосовано обмеження швидкості знаками до 50 км/год, відповідно мінімальні параметри елементів плану та поздовжнього профілю прийняті згідно табл. 5.5 ДБН В.2.3-4:2015 для швидкості 50 км/год.

Також, на кривих малого радіусу запроєктовані віражі, відповідно до вимог ДБН В.2.3-4:2015, малюнок 5.1. Віражі влаштовуються за допомогою виправлення похилу основи дорожнього одягу до влаштування нових шарів покриття. На прямих ділянках поперечний профіль земляного полотна прийнятий двоскатний, ширина покриття 12,0 м (дві смуги руху по 3,75 м, смуга на підйом 3,50 м і укріплена смуга узбіччя по 0,5 м з обох боків дороги). В зв'язку з необхідністю влаштування по всій довжині проєктної ділянки бар'єрного або парапетного огороження, неукріплена частина узбіччя влаштовується шириною від 1,50 до 3,25 м, та укріплюється посівом багаторічних трав. В місцях влаштування парапетного огороження укріплення посівом багаторічних трав виконується за парапетним огороженням.

2.4.4.Штучні споруди

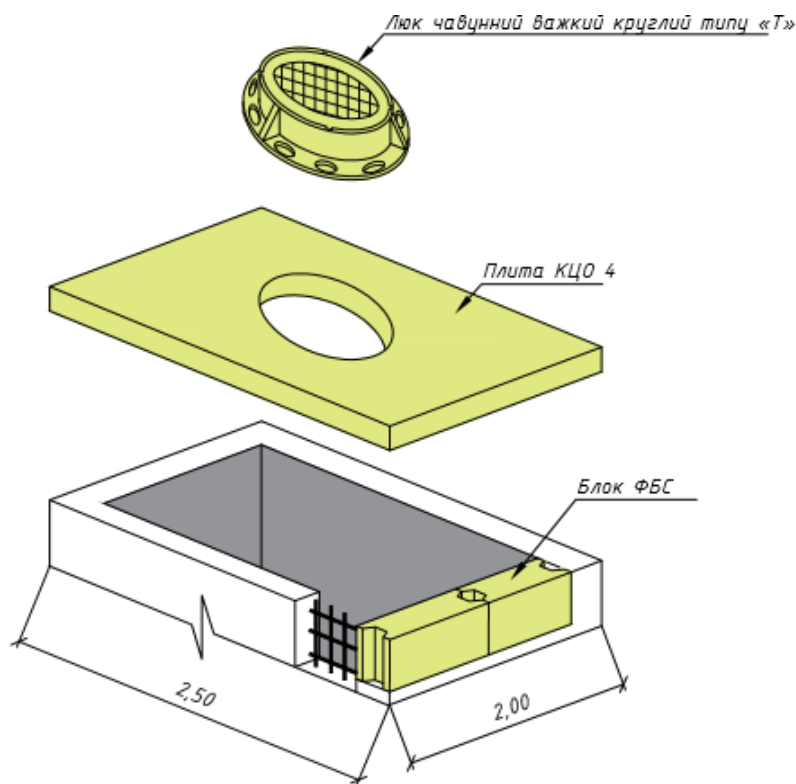
Обстеження 18 залізобетонних труб показало, що капітального ремонту вони не потребують. Передбачено прочистку тіла труб від мулу та мусору, незначний ремонт вхідних та вихідних оголовків, відновлення укріплення укріплення на них. На пк 42+68,60 подовжено трубу Ø1,5 м в обидва боки. На пк 16+10,25, труба Ø1,5 м, запроєктовано повне перевлаштування вихідного оголовка з укріпленням вихідного русла. На пк 41+30,00 передбачено капітальний ремонт вихідного оголовка та русла труби 2,0 м x 2,0 м.

Під з'їздом, на пк 46+43,63 влаштовується нова труба Ø 0,8 м.

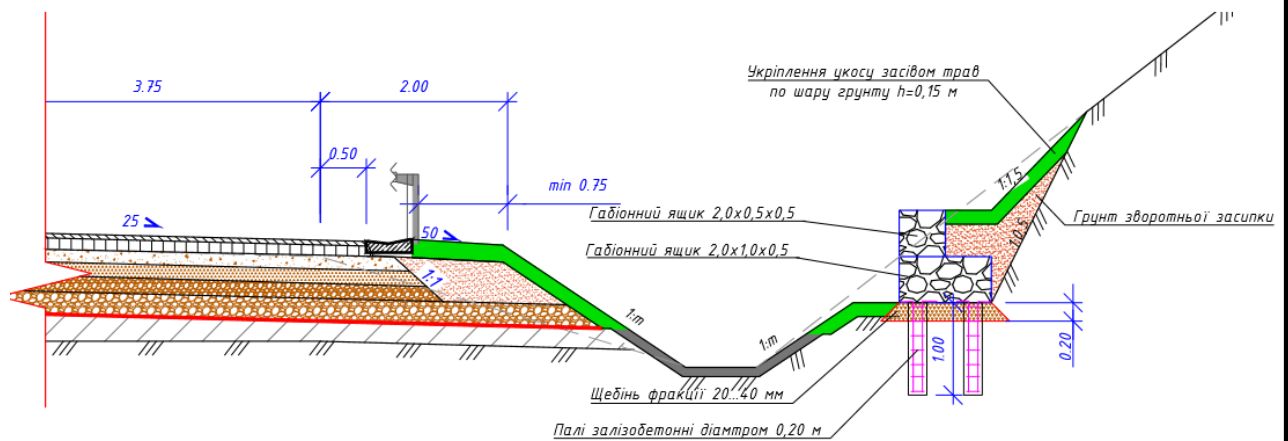
Для виключення застою води на проїзній частині поверхневий стік забезпечується поперечним ухилом 25 ‰ та поздовжнім похилом по рельєфу місцевості. В зв'язку з великими поздовжніми ухилами вздовж всієї проєктної ділянки дороги з низової частини віражів, а в місцях без віражів – з обох боків проїзної частини, влаштовуються прикромочні лотки. Для скиду води з

прикромочних лотків на узбіччі передбачено водоприймачі, а на укосах насипу - водовідвідні лотки. Біля підшови насипу та в кюветах запроектовано гасники швидкості потоку води.

Існуючі кювети доочищаються та при потребі заглиблюються. Для виключення розмиву кювети укріплюються бетонними плитами. В місцях стислих умов, де між існуючою підпірною стінкою і проектною бровкою влаштування кювету неможливе, замість нього влаштовується дренажний лоток, який накривається бетонною кришкою з прорізами. Місця влаштування дренажних лотків вказані на малюнку



В деяких місцях, в зв'язку з влаштуванням кюветів та дренажних лотків, або в зв'язку з поширенням земляного полотна для доведення поперечного профілю до нормативних значень, виникає потреба влаштування нових підпірних стінок. Підпірні стінки влаштовуються з габіонних ящиків. Конструкцію влаштування підпірних стінок та їх місцезнаходження приведено на малюнку



2.4.5. Дорожній одяг

На стадії розроблення проекту було розглянуто 3 варіанти конструкції дорожнього одягу, які розглянуті на 5-й секції при ДП «ДерждорНДІ» та технічній раді «Укравтодору». Затверджено і прийнято до проектування варіант №1:

ТИП 1 - посилення на основних проїздах:

- вирівнюючий шар із щебенево-піщаної суміші С-7 - 0,12м
- бетон М 100. В25 Р4 F200 W6 згідно ДСТУ Б В.2.7-176:2008 Суміші бетонні та бетон. Загальні вимоги - 0,18 м
- поліетиленова плівка згідно ГОСТ 16337-77 Поліетилен високого тиску.

Технічні умови

- бетон М 450. В35 Р3 F300 W8 згідно ДСТУ Б В.2.7-176:2008 Суміші бетонні та бетон. Загальні вимоги - 0,26 м

ТИП 2 - поширення на основних проїздах:

- пісок середньої крупності згідно ДСТУ Б В.2.7-32-95 - 0,36 м

- щебенево-піщана суміш С5 згідно ДСТУ Б В.2.7-30:2013 - 0,36 м
- бетон М 100. В25 Р4 F200 W6 згідно ДСТУ Б В.2.7-176:2008 Суміші бетонні та бетон. Загальні вимоги - 0,18 м
- поліетиленова плівка згідно ГОСТ 16337-77 Поліетилен високого тиску.

Технічні умови

- бетон М 450. В35 Р3 F300 W8 згідно ДСТУ Б В.2.7-176:2008 Суміші бетонні та бетон. Загальні вимоги - 0,26 м

Згідно з таблиці Ж-2 згідно ДСТУ 8858:2019 «Суміші цементобетонні дорожні та цементобетон дорожній. Технічні умови» мінімальна товщина цементобетону при сумарному прикладному розрахунковому навантаженні на 1 смугу 2766077 .Тому товщина повинна бути не менше 19 см .Згідно примітки 4 для II категорії вона повинна становити 26 см.

2.4.6.Пересічення та примикання.

На проектній ділянці дороги існує 9 примикань з різним покриттям. Чотири являються заїздами та виїздами на об'єкт сервісу і оглядовий майданчик. На них передбачено проведення робіт в межах радіусів заокруглення з виведенням проектних відміток покриття основних смуг руху на існуючі відмітки з'їздів. Дорожній одяг влаштовується по типу основного ходу. На примиканнях ПК 42+47,40 та ПК 42+50,20, за межами заокруглення з'їзди не мають твердого покриття. Тому проектом передбачено влаштування полегшеного твердого покриття шириною 4,5 м на довжину 100 м від межі заокруглення, відповідно до вимог п. 9.2.1.9 ДБН В.2.3.-4:2015.

2.4.7.Зупинки громадського транспорту.

На ділянці, що проектується, існуючі зупинки громадського транспорту відсутні. Але, на ПК 35+63,66 ліворуч по ходу пікетажу є примикання у вулицю

села Латірка, біля якого побудовані декілька мінімагазинів та торговельний майданчик. Тут зупиняються на вимогу рейсові автобуси. Прийнято рішення побудувати на ПК 36+30,00 зупинковий майданчик для маршрутних транспортних засобів і облаштувати його відповідно до вимог п. 14.5 ДБН В.2.3-4:2015 та ГБН В.2.3-218-550:2018 «Зупинки маршрутного транспорту». Місцеположення зупинки дивись на плані.

Крім того, на ПК 13+00,00 ліворуч, в межах існуючого необлаштованого майданчику, прийнято рішення побудувати оглядовий майданчик для туристів, облаштувати його окремими заїздом та виїздом, відокремити від проїзної частини розділювальною смугою шириною 2,8 м, встановити туалет з урахуванням потреб маломобільних груп населення.

2.4.8. Розрахунок дорожнього одягу нежорсткого типу

Найменування дороги	M06_Київ - Чоп_км 702+333 – км 707+333
Особливість розрахунку	Посилення, Перегін
Ім'я варіанти розрахунку	Варіант 1

1. Кліматичні характеристики

Дорожньо-кліматична зона	4 захід
Підзона	У ІV Г.8
Схема зволоження робочого шару	1
Кількість розрахункових днів у році, днів	140
Глибина промерзання ґрунту, см	55

2. Дані про дорогу

Загальні дані:	
Категорія дороги	II
Кількість смуг руху	2

Номер розрахункової смуги	1
Тип конструкції дорожнього одягу	Капітальний
Термін служби покриття, років	15
Коефіцієнт надійності	0.95
Основа:	
Основа конструкції	Існуюча конструкція
Основи існуючої конструкції	Суглинок важкий піщанистий
Вологість:	
Розрахункова вологість ґрунту, частки од.	Обчислюється за методикою:
Значення розрахункової вологості, частки од.	0.843
Особливості:	
Конструктивні заходи, що знижують вологість або впливають на розрахунок дренажного шару	Не передбачені

3. Склад автомобільного потоку

Склад руху	Відомий
Коефіцієнт зростання інтенсивності, частки од.	1.040
Склад потоку заданий	В автомобілях
Зростання інтенсивності	Загальний для потоку
Інтенсивність руху на перший рік служби, авт/добу.	5244
Інтенсивність руху на розрахунковий рік служби, авт/добу.	9054
Розрахункова добова кількість прикладень на смугу приведенного навантаження на початковий рік служби, авт/добу.	946
Розрахункова добова кількість прикладень на смугу приведенного навантаження на кінець останнього року служби, авт/добу.	1638.24
Сумарне розрахункове число прикладень на	2766077

смугу за весь термін служби, авт.	
Необхідний модуль пружності, МПа	319.81

Таблиця 1. Склад і характеристики автомобілів в транспортному потоці

Марка автомобіля	Вантаж., т	%	Кількість, авт.	Коеф. вантаж	Коеф. пробігу	Зростання інт.	Коеф. прив'ед.
Легковий автомобіль	-	-	2883	1.0	1.0	1.040	0.000
УАЗ 3741	2.8	-	52	1.0	1.0	1.040	0.000
FORD Transit FT 150 2.5 D	3.2	-	68	1.0	1.0	1.040	0.001
VOLKSWAGEN LT31 2.5D	3.1	-	58	1.0	1.0	1.040	0.001
ГАЗ 2705 ГАЗель	3.5	-	548	1.0	1.0	1.040	0.001
MERCEDES-BENZ Sprinter 400	4.6	-	139	1.0	1.0	1.040	0.004
MERCEDES-BENZ Vario 500-600	5.0	-	8	1.0	1.0	1.040	0.005
IVECO Daily 65 C 15 V	6.5	-	28	1.0	1.0	1.040	0.015
ЗИЛ 5301 АО Бычок	7.0	-	6	1.0	1.0	1.040	0.026
MERCEDES-BENZ Vario 700-800	7.5	-	15	1.0	1.0	1.040	0.025
ГАЗ 3307	7.8	-	11	1.0	1.0	1.040	0.056
ЗИЛ 130	9.5	-	14	1.0	1.0	1.040	0.110
ЗИЛ 433360	11.0	-	14	1.0	1.0	1.040	0.229
MAN M2000 12.163	12.0	-	17	1.0	1.0	1.040	0.278
КАМАЗ 5320	15.3	-	10	1.0	1.0	1.040	0.147
МАЗ 53362	16.4	-	29	1.0	1.0	1.040	0.616
MERCEDES-BENZ Atego 1800	18.0	-	19	1.0	1.0	1.040	1.305
КАМАЗ 53212	19.0	-	38	1.0	1.0	1.040	0.435
КрАЗ 6510	24.9	-	55	1.0	1.0	1.040	2.011
VOLVO FL 7	26.0	-	19	1.0	1.0	1.040	2.465
ЗИЛ 433360 +ГКБ 8328	19.0	-	1	1.0	1.0	1.040	0.417
КАМАЗ 5320 +ГКБ 8350	26.8	-	45	1.0	1.0	1.040	0.211
МАЗ 533702-2120 +МАЗ 8926-02	28.0	-	9	1.0	1.0	1.040	1.860
MERCEDES-BENZ Atego 2528 + Kassbohrer	40.0	-	14	1.0	1.0	1.040	1.941

SCANIA R114 4x2 340 +KRONE ADP24	42.0	-	9	1.0	1.0	1.040	2.725
MA3 630300-2121 +MA3 83781	42.0	-	5	1.0	1.0	1.040	2.316
VOLVO FH12 380R +KOGEL AN24P (20)	49.0	-	7	1.0	1.0	1.040	1.995
MA3 543202-2120 +MA3 93802	26.2	-	25	1.0	1.0	1.040	1.208
KAMA3 5410 +C3АП 9370-01	25.8	-	53	1.0	1.0	1.040	0.202
MA3 64226 +MA3 93802	48.1	-	8	1.0	1.0	1.040	2.255
MA3 504B +MA3 5205A	32.4	-	49	1.0	1.0	1.040	1.467
KAMA3 54112 +C3АП 9905	33.0	-	71	1.0	1.0	1.040	0.735
SCANIA 113HA +Kogel SVKT 24 P 10	37.4	-	293	1.0	1.0	1.040	1.617
RENAULT Premium HR 385.18 + Kassbohrer SB 12-20	38.0	-	23	1.0	1.0	1.040	2.288
VOLVO FH12/420 +Kogel SN24 P 100	41.5	-	109	1.0	1.0	1.040	1.637
IVECO EuroStart LD 440E52T +Schmitz Cargobull SCO 24	42.3	-	68	1.0	1.0	1.040	1.899
MA3 642208-020 +MA3 93866	44.6	-	23	1.0	1.0	1.040	2.449
DAF XF FT 95.530 + Sommer SW 240	44.9	-	151	1.0	1.0	1.040	1.540
MA3 642208-020 +MA3 93892	48.6	-	30	1.0	1.0	1.040	2.228
VOLKSWAGEN Transporter	2.6	-	75	1.0	1.0	1.040	0.001
ГАЗ 32213 ГАЗель	3.5	-	31	1.0	1.0	1.040	0.001
MERCEDES-BENZ Sprinter 200-400	3.5	-	16	1.0	1.0	1.040	0.001
IVECO TurboDaily 3512	3.5	-	81	1.0	1.0	1.040	0.001
ЛАЗ 699	13.0	-	2	1.0	1.0	1.040	0.275
ICARUS 256	14.9	-	7	1.0	1.0	1.040	0.434
NEOPLAN N 123 Skyliner	26.0	-	8	1.0	1.0	1.040	1.147

Обчислюємо приведену інтенсивність до розрахункового навантаження на перший рік служби з урахуванням коефіцієнту, що враховує кількість смуг руху:

$$N_{Ip} = f_{смуги} * \sum (N_{Im} * S_m) = 0.55 * (2883*0.000 + 52*0.000 + 68*0.001 + 58*0.001 + 548*0.001 + 139*0.004 + 8*0.005 + 28*0.015 + 6*0.026 + 15*0.025 + 11*0.056 + 14*0.110 + 14*0.229 + 17*0.278 + 10*0.147 + 29*0.616 + 19*1.305 + 38*0.435 + 55*2.011 + 19*2.465 + 1*0.417 + 45*0.211 + 9*1.860 + 14*1.941 + 9*2.725 + 5*2.316 + 7*1.995 + 25*1.208 + 53*0.202 + 8*2.255 + 49*1.467 + 71*0.735 + 293*1.617 + 23*2.288 + 109*1.637 + 68*1.899 + 23*2.449 + 151*1.540 + 30*2.228 + 75*0.001 + 31*0.001 + 16*0.001 + 81*0.001 + 2*0.275 + 7*0.434 + 8*1.147) = 946.04 \text{ авт/добу}$$

Обчислюємо приведену інтенсивність до розрахункового навантаження на останній рік служби:

$$N_t = N_{I_p} * q^{T_{сл} - 1} = 946.04 * 1.040^{15-1} = 1638.24 \text{ авт/добу}$$

Обчислюємо сумарну розрахункову кількість прикладень розрахункового навантаження:
 $\sum N_p = 0.7 * T_{рдр} * K_n * K_c * N_{I_p} = 0.7 * 140 * 1.49 * 20.02 * 946.04 = 2766077 \text{ авт.}$

де коефіцієнт суми:

$$K_c = \frac{q^{T_{сл} - 1} - 1}{q - 1} = \frac{1.040^{15} - 1}{1.040 - 1} = 20.02$$

Обчислюємо потрібний модуль пружності:

$$E_{пот} = 42.843 * \ln(\sum N_p) - b = 42.843 * \ln(2766077) - 315.68 = 319.81 \text{ МПа}$$

4. Розрахункове навантаження

Навантаження визначається	по ДБН В.2.3-4
Розрахункове навантаження	Стандартна
Вид розрахункового навантаження	Динамічна
Тип колеса	Двобалоних
Нормативне статичне навантаження на вісь, Q _{розр} /вісь кН	115.00
Тиск в шинах p, МПа	0.80
Діаметр штампа D, м	0.3450

Визначення параметрів розрахункового навантаження:

Розрахунок динамічного навантаження:

$$Q_{розр} = Q_i * K_{дин} = 57.50 * 1.3 = 74.75 \text{ кН}$$

Розрахунок діаметра штампу:

$$D = 0.01 * \sqrt{\frac{40 * Q_{розр}}{p * p}} = 0.01 * \sqrt{\frac{40 * 74.75}{p * 0.80}} = 0.3450 \text{ м}$$

Розрахунок конструкції дорожнього одягу за допустимим пружним прогином.

(Розрахунок виконаний за номограмою ГБН В.2.3-37641918-559)

1) Розрахунок виконується для шару Хол. ресайкл.+ ММ+ комплексн. в'язуч. М40 (700)

$$\frac{E_n}{E_g} = \frac{E_{нид}}{E_2} = \frac{134.86}{700.00} = 0.19; \quad \frac{h_g}{D} = \frac{15.0}{34.50} = 0.43; \quad \frac{E_{2заг}}{E_2} = 0.328; \quad E_{2заг} = 0.328 * 700.00 = 229.43 \text{ МПа;}$$

2) Розрахунок виконується для шару А/б щільний БНД 60/90

$$\frac{E_H}{E_B} = \frac{E_{нид}}{E_3} = \frac{229.43}{3200.00} = 0.07; \quad \frac{h_B}{D} = \frac{11.0}{34.50} = 0.32; \quad \frac{E_{3заг}}{E_3} = 0.130; \quad E_{3заг} = 0.130 * 3200.00 = 415.85 \text{ МПа};$$

3) Розрахунок виконується для шару ЩМА-20 на БМПА 60/90-53

$$\frac{E_H}{E_B} = \frac{E_{нид}}{E_4} = \frac{415.85}{2700.00} = 0.15; \quad \frac{h_B}{D} = \frac{6.0}{34.50} = 0.17; \quad \frac{E_{4заг}}{E_4} = 0.191; \quad E_{4заг} = 0.191 * 2700.00 = 516.73 \text{ МПа};$$

$$K_{ми} = \frac{E_{заг}}{E_{нотр}} = \frac{516.73}{319.81} = 1.6157$$

Необхідний коефіцієнт міцності $K_{нр}^{тр} = 1.43$

$1.6157 > 1.43$ - умова виконана

Розрахунок конструкції дорожнього одягу на опір монолітних шарів втомного руйнування від розтягу при згині.

1) Розрахунок на згин виконується для шару А/б щільний БНД 60/90

Середньозважений модуль пружності шарів:

$$E_B = \frac{E_1 * h_1 + E_2 * h_2}{h_1 + h_2} = \frac{3700 * 6.0 + 4500 * 11.0}{6.0 + 11.0} = 4217.65 \text{ МПа}$$

За відношеннями: $\frac{E_B}{E_H} = \frac{4217.65}{229.43} = 18.383$ *и* $\frac{h_B}{D} = \frac{17.00}{34.50} = 0.49$

За номограмі визначаємо: $\bar{s}_r = 1.613 \text{ МПа}$

Розрахункова розрахункове напруження на розтяг :

$$s_r = \bar{s}_r * p * k_B = 1.613 * 0.80 * 0.85 = 1.097 \text{ МПа}$$

Обчислюємо граничне напруження на розтяг:

$$R_{3г} = R_p * k_m * k_T * k_{кп} = 8.124 * 0.95 * 0.85 * 0.270 = 1.769 \text{ МПа}$$

$$\text{де } R_p = R_{лаб} * (1 - t * V_m) = 9.80 * (1 - 1.71 * 0.10) = 8.124 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт, який враховує вплив повторних навантажень у нерозрахунковий період,

$K_{кп}$:

$$k_{кп} = k_{нр} * \sum N_p^{(-1/m)} = 4.00 * 2766077^{(-1/5.50)} = 0.270$$

$$K_{ми} = \frac{R_{3г}}{s_r} = \frac{1.769}{1.097} = 1.6133$$

Необхідний коефіцієнт міцності $K_{ми}^{нотр} = 1.35$

$1.6133 > 1.35$ - умова виконана

$$\text{Запас міцності} = \frac{K_{\text{мц}} - K_{\text{мц}}^{\text{потр}}}{K_{\text{мц}}} * 100\% = \frac{1.6133 - 1.35}{1.6133} * 100\% = +16\%$$

Розрахунок за умовою згину монолітних основ (напівжорстких).

1) Розрахунок на згин виконується для шару Хол. ресайкл.+ ММ+ комплексн. в'язуч. М40 (700)

Модуль пружності верхнього шару моделі обчислюють як середньозважений

$$E_e = \frac{E_1 * h_1 + E_2 * h_2}{h_1 + h_2} = \frac{3700 * 6.0 + 4500 * 11.0}{6.0 + 11.0} = 4217.65 \text{ МПа}$$

Визначаємо значення розрахункового монолітного шару:

$$E_2 = 700.00 \text{ МПа}$$

Визначаємо еквівалентний модуль однорідного напівпростору під розрахунковим шаром:

$$E_3 = 134.86 \text{ МПа}$$

$$\text{За відношеннями: } \frac{E_1}{E_2} = \frac{4217.65}{700.00} = 6.025, \frac{E_2}{E_3} = \frac{700.00}{134.86} = 5.191 \text{ и } \frac{h_g}{D} = \frac{32.00}{34.50} = 0.93$$

$$\text{За номограмі визначаємо: } \bar{s}_r = 0.272 \text{ МПа}$$

Розрахункова розрахункове напруження на розтяг :

$$s_r = \bar{s}_r * p * k_g = 0.272 * 0.80 * 1.0 = 0.218 \text{ МПа}$$

Обчислюємо граничне напруження на розтяг:

$$R_{3z} = R_p = 0.400 \text{ МПа}$$

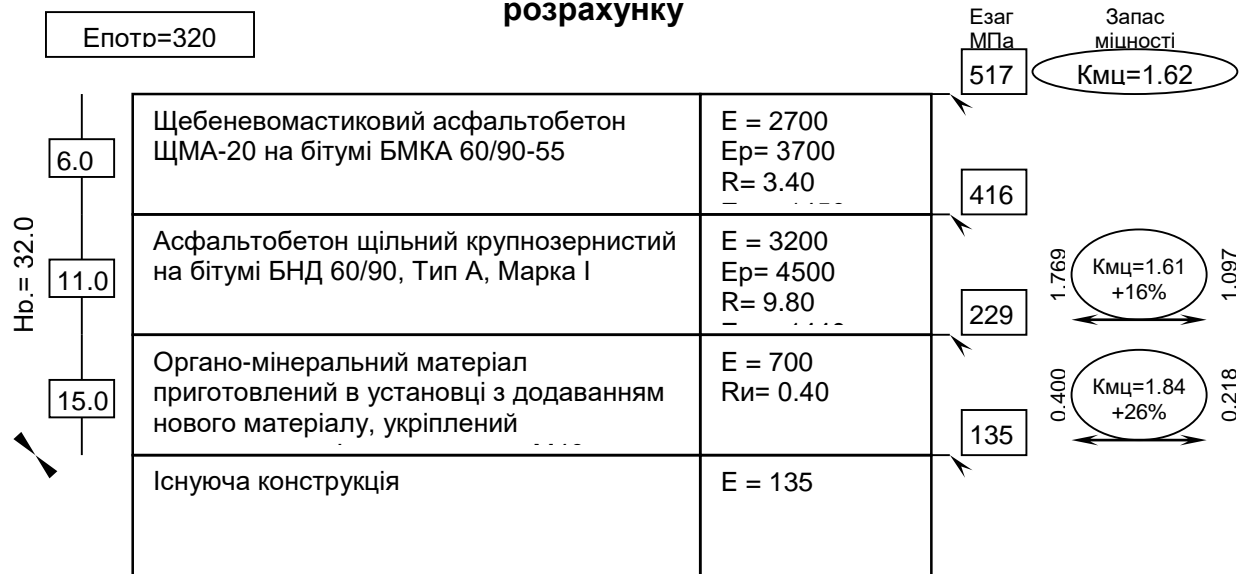
$$K_{\text{мц}} = \frac{R_{3z}}{s_r} = \frac{0.400}{0.218} = 1.8390$$

Необхідний коефіцієнт міцності $K_{\text{мц}}^{\text{потр}} = 1.35$

1.8390 > 1.35 - умова виконана

$$\text{Запас міцності} = \frac{K_{\text{мц}} - K_{\text{мц}}^{\text{потр}}}{K_{\text{мц}}} * 100\% = \frac{1.8390 - 1.35}{1.8390} * 100\% = +26\%.$$

Розрахункові характеристики та результати розрахунку



E, C, R - МПа; F –

Переваги бетонних доріг

1 Міцність . За даним показником дороги з бетону в рази і навіть десятки разів перевищують асфальтові. А це дозволяє уникнути проблем, які з року в рік виникають в Україні.

2. Зносостійкість і стійкість до впливу морозу. За цими показниками бетон теж значно краще асфальту. З роками міцність бетонного покриття доріг навіть зростає. Його, як асфальтобетон, не змивають осінні та весняні зливи, паводки. Тому капітальний ремонт бетонної дороги проводиться через 25-30 років, а повний термін служби бетонної дороги перевищує 50 років.

3. Зниження витрати пального. На твердому бетонному полотні опір коченню коліс нижче, ніж на асфальтобетонному, і тому зменшується витрата пального: економія може досягати 5-10%.

4. Безпека. Зчеплення коліс із дорогою завжди добре: шини не ковзають ні по сухому, ні по мокрому бетону. Особливо цим відрізняються покриття, зроблені за технологією “тихого” бетону. Їх покривають суспензіями, які не дають “схопитися” матеріалу на глибину 5-10 мм.

5. Експлуатаційні витрати. Протягом терміну експлуатації витрати на ремонт

траси з бетону в кілька разів менші.

6. Екологічна складова. Для виготовлення асфальтобетону в якості в'язучих можуть застосовувати досить шкідливі нафтопродукти, а для цементобетону — вапняк і гіпс. Крім цього, бетонна поверхня мало стирається, практично не утворює пилу.

Через такі переваги був прийнятий конструктив на основі технології укочуваного бетону. Саме через великі переваги в Україні з кожним роком починають будувати автомобільні дороги з цементобетону.

2.4.9. Доступність для маломобільних груп населення

Для забезпечення доступності всім групам населення виконано вимоги ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення».

Ширина пішохідних доріжок прийнята 1,50 м. Ухил не перевищує 10%. Перед виходом на посадковий майданчик передбачено пониження бортового каменю. Туалет біля оглядового майданчику розроблено з окремою кабіною, відповідно обладнаною гачками для одягу, милиць, поручнями, відкидним сидінням.

Згідно п. 8.2.9 ДБН В.2.2-40:2018 за 0,8 м на посадковому майданчику, входом до кабіни туалету влаштовуються спеціальні тактильні смуги шириною 0,4 м із тактильних плиток, виготовлених відповідно ДСТУ ISO 23599:2017.

2.4.10. Організація безпеки руху та облаштування дороги.

З метою забезпечення комфортного руху та належної орієнтації водіїв і пішоходів в проєкті перероблено існуючу схему організації дорожнього руху з установкою нових дорожніх знаків, огорожень, нанесення дорожньої розмітки. Передбачено укріплення узбіччя асфальтобетоном. Запроєктовано установку металевого оцинкованого бар'єрного огороження з стримувальною здатністю 280 кДж згідно вимог ДСТУ Б В.2.3-12-2004 з обладнанням світловідбиваючими елементами по ДСТУ 8751:2017 по всій довжині дороги та парапетного

огороження в необхідних місцях із стримувальною здатністю 300 кДж згідно вимог ДСТУ Б В.2.3-10-2003.

- установка дорожніх знаків та покажчиків із декапірованої сталі зі світлоповертальною плівкою по ДСТУ 4100-2014;

- влаштування розмітки проїзної частини холодним пластиком з світлоповертаючим ефектом по ДСТУ 2587-2010;

- організація руху на період проведення дорожніх робіт згідно ДСТУ 8749:2017 рис. В.13.

Після затвердження проєкту, підрядна організація по будівництву повинна отримати дозвіл на право виконання робіт, погодивши ПВР з відділом безпеки дорожнього руху Національної поліції України в Закарпатській області.

Детально схему організації руху та розстановку дорожніх знаків на постійне користування див. креслення організації дорожнього руху.

2.5.Водовідведення

Водовідведення займає одну з найважливіших ролей у проектуванні доріг. Тим більш на Закарпатті, де дуже велика інтенсивність опадів та їх кількість. Особливо складно зробити водовідведення в місцях , де дорога проходить через населені пункти , що не обумовлені для нормального відведення води через велику щільність забудови біля проїзної частини. Тому в таких випадках часто воду відводять у місцеві каналізації

Води відведені в нижчі місця рельєфу , включаючи водопропускні труби. З вищого боку дороги прокладений водовідвід в місця водорозділу.

В даному проєкті розроблене нове вертикальне планування території для кращого водовідводу.

Через те що в Закарпатті підвищена швидкість паводкових вод , не рекомендовано укладати прикрайкові лотки на укосах , в деяких місцях були значно укріплені кювети , що влючали в себе гасники для зменшення напору поверхневих вод. Кювети були влаштовані з перерізом у вигляді трапеції, які були перевірені на пропуск розрахункової витрати води

Розміри поперечників при проектуванні споруд водовідведення були встановлені за підрахунками витрат води.

Оптимальну конструкцію узбіччя було визначено на основі техніко-економічного порівняння багатьох варіантів конструкцій укріплень і наявності місцевих матеріалів районі проектування

Скидування поверхневої води з прикрайкових лотків в імєсця пониження і очисні споруди були здійснені в використанні водоскидних лотків Бб , розташованих на укосі земляного полотна з певною відстанню .Конструкція водоскидів може різнитись за згідно умов його розташування. Якщо він улаштований в кюветі , то його гасник укріплюється плитами .

Кафедра РААШ				НАУ 20 12 53 000			
Виконав	Ширшов			Капітальний ремонт автомобільної дороги державного значення М-06 на ділянці км 702+333 - км 707+333 із застосуванням технології укочуваного бетону	Літера	Аркуш	Аркушів
Керівник	Степанчук						
Консульт.	Степанчук						
Н-контр.	Пилипенко						
Т.в.о.зав.каф.	Пилипенко						

Найменш допустимі параметри споруд поверхневого відводу визначають на основі гідрологічних підрахунків. Поздовжній ухил висотних каналів та кюветів можна зменшувати до 3 ‰ за умовами місцевості, а на болотах – до 1 ‰.

Відведення поверхневого стоку з розділових смуг, транспортних розв'язок, випробувальних майданчиків та затоплених насипів характеризується низкою особливостей, які зумовлені різними в плані обрисами поверхонь стоку, наявністю закритих ділянок стоку та пандусів з великими поздовжніми та поперечними схилами, прилегли до міських територій тощо.

На автомобільних дорогах необхідно додатково забезпечити відведення поверхневих вод з розділової смуги та виведення їх за межі дорожнього полотна. Принципи організації поверхневого дренажу з розділових смуг детально обговорені в роботі.

Система відводу води з поверхні розв'язок доріг і пандусів включає забезпечення безперешкодного потоку води вздовж поверхні проїжджої частини шляхом надання їй відповідних поздовжніх нахилів, зміцнення плечей та влаштування водозливів, розташованих на схилах набережної на певній відстані.

У тому випадку, коли пандуси транспортних розв'язок проходять насипами, а поверхня між пандусами зберігається в природному стані, встановлюються водопроводи для зливу води в низьких точках на закритих ділянках. Допускається не встановлювати водопропускні труби для невеликих водозбірних ділянок в межах розв'язок, якщо на основі відповідних розрахунків забезпечується достатня фільтрація поверхневого стоку в землю.

При влаштуванні транспортних розв'язок у поглибленнях та підтриманні природного стану зон виходу до дренажної системи входить пристрій каналів, водовідвідних лотків і труб.

Коли транспортне перехрестя прилягає до міської забудови, слід облаштувати закриту зливову каналізацію, якщо це необхідно, поєднуючи її з існуючою водостічною системою. Розташування зливових колодязів та закритих стоків повинно узгоджуватися з можливістю підключення до існуючої дренажної мережі та з урахуванням її пропускної здатності.

Перед початком робіт з реконструкції існуючої дренажної системи необхідно зробити комплекс гідравлічних розрахунків. У разі реорганізації існуючої дренажної системи під час будівництва або реконструкції магістралі в районі, прилеглому до житлових будинків, гідрологічні та гідравлічні розрахунки слід проводити з урахуванням додаткового проходу поверхневого стоку з житлової зони та умов для його регулювання щодо розрахункової ймовірності перевищення.

Особливу увагу слід приділити розробці дренажних систем з поверхні мостів та шляхопроводів.

Відведення з поверхні мостів і шляхопроводів забезпечується системою поздовжніх і поперечних схилів. Найбільш доречними є поздовжні схили не менше 5 ‰ і поперечні схили не менше 15 - 20 ‰.

В даний час існує дві основні схеми організації водовідведення з проїзної частини мостів та шляхопроводів.

Схема, що застосовується на мостах та шляхопроводах з не більше шести смуг руху, передбачає збір поверхневого стоку уздовж тротуарів з подальшим скиданням у похилі жолоби на конусах мостів або закритій зливовій каналізації.

Друга схема, що застосовується на великих мостах та шляхопроводах зі значною шириною проїжджої частини, включає систему водовідведення з використанням поперечних виходів через дренажні труби та тротуарні блоки під мостом або шляхопроводом, а в деяких випадках через ливневі колодязі з подальшим скиданням у штормової мережі.

Схема організації водовідведення призначається в кожному конкретному випадку індивідуально, а величина поверхневого стоку, розміри та розміщення дренажних споруд визначаються розрахунком.

Коли швидкість потоку води, що стікає з поверхні мостів та шляхопроводів, менша або дорівнює $0,041 \text{ м}^3 / \text{с}$, на схилах встановлюють невеликі телескопічні лотки В-6. При швидкості потоку води більше $0,041 \text{ м}^3 / \text{с}$ вибираються інші розміри конструкцій схилових жолобів, що визначаються розрахунковою швидкістю потоку поверхневого стоку.

У разі організації дренажної системи на мостах і шляхопроводах з окремими проїзними частинами, а також при будівництві автомобільних доріг в безпосередній близькості від водотоків поверхневі води відводяться вздовж проїжджої частини з подальшим скиданням їх у схилі водозливи.

При перетині залізниць або автомагістралей високих категорій, щоб уникнути потрапляння води та забруднення проїжджої частини доріг, розташованих на нижчому рівні, доцільно скидати поверхневий стік з міських мостів або шляхопроводів у зливову каналізацію. У деяких випадках поверхневі води спеціальними дренажними жолобами відводяться до розділової смуги, до канав або до дощоприймальних свердловин закритої дренажної мережі.

У районах підтоплення паводків необхідно забезпечити стійкість мостових конусів та водозливів, розташованих на схилах мостів між мостами для окремих проїзних частин автомобільних доріг.

Незалежно від типу армування схилів затоплених насипів, завжди потрібно відводити воду, що зібралася на поверхні дороги, через посилені схили затоплених насипів. У цьому випадку вода скидається на укріплений схил без пристрою похилих лотків, або лоток схилу влаштовується на схилі затопленого насипу. Обидва ці рішення забезпечують організоване збирання та скидання води на певній відстані до схилу або до водозливних схилів схилу.

У місцях організованого скидання поверхневих вод виникають значні витрати води, що свідчить про необхідність зміцнення схилів цементобетоном та залізобетоном. Однак навіть у разі зміцнення схилів, часто в результаті проникнення проточної води під арматуру, відбувається ерозія підстилаючого шару та деформація схилових покриттів. Деформації укріплень виникають у разі рівномірного стікання води з дорожнього покриття вздовж схилів, що особливо проявляється в районах з великою кількістю опадів та при спорудженні комбінованого армування, коли в нижній частині влаштовані габіони та бетонні плити затопленого схилу, а верхня частина зміцнюється посівом трав.

Проектування дренажних лотків на схилах затоплених насипів присвоюється з урахуванням руйнівних наслідків потоку річки (корабельних та вітрових хвиль,

швидкості течії вздовж набережної, льодоходу, карчеходу, ерозії на дні насипів). Однією з цих основних вимог є необхідність у похилих лотках при збереженні міцності арматурної конструкції. У цьому випадку конструкція лотків повинна складати єдине ціле з прийнятою арматурою і не бути джерелом її руйнування. Виходячи з цього, найчастіше підходять похилі лотки з монолітного бетону.

В кінці жолобів схилу на затоплених насипах необхідно влаштувати поглиначі водної енергії потоку та стін проти ерозії повенями. На високих заплавах насипах на незатоплених схилових ділянках дозволяється використовувати стандартні телескопічні лотки із скидом води з них на укріплені затоплені схилові ділянки.

Для зменшення обсягу припливу дощової води до затоплених схилів поверхні регулюючих конструкцій можна нахилити схил до незатопленого схилу, а при використанні грушоподібних дамб - до їх внутрішньої сторони з подальшим відведенням води лотками, розташованими на стиках схилів дороги та дамби.

При будівництві регулювальних дамб значної довжини, прилеглих до безводних берегів та захисту берегової лінії від ерозії, поверхневі води скидаються вздовж підніжжя під'їзних насипів безпосередньо в русло потоку вздовж схилу регулювальної дамби.

У той же час уздовж набережної на підставі гідравлічних розрахунків влаштований водозлив, посилений цементним бетоном, пропускна здатність якого обчислюється на основі припливу дощової води, що стікає з поверхні дороги, регулюючі структури та прилеглу територію.

Скидання води з поверхні регулюючих грушоподібних дамб або дамб іншої закритої форми, що прилягають до набережної набережної або берега, здійснюється за допомогою круглої труби невеликого діаметру; прорив регулювальної дамби; утримання води в закритому басейні за рахунок випаровування та фільтрації в ґрунт. Вибір і призначення того чи іншого рішення повинні бути обґрунтовані відповідними розрахунками, а також економічною та екологічною доцільністю.

Спускові жолоби водозливу на набережних заплави, якщо є регуляційні траверси, повинні розташовуватися в місцях із повільними швидкостями потоку, які захищені регулюючими траверсами, тобто безпосередньо за ними.

Якщо необхідно сконцентрувати поверхневий стік невеликого обсягу до однієї водопропускної труби, проводиться повна або часткова передача поверхневого стоку в сусідні водозбірні басейни.

На ділянках високих набережних, підступах до мостів і шляхопроводів, обмежених двосторонніми поглибленнями, ефективніше передавати скид поверхневих вод із дренажних каналів та крайових жолобів не в бік затопленого схилу та берегів водотоку, а до вниз за течією, влаштовуючи закриті об'їзні шляхи через дорогу на початку та в кінці набережних та покриті зливної мережі під крайовою смугою або плечем. Таке перенесення поверхневого стоку з верхньої сторони на нижчу за течією дозволяє збирати воду лише у двох водозбірних лотках, усуваючи тим самим необхідність розсіювати дренажні споруди та зменшуючи заповнюваність земель. Розглянуте рішення також може бути використане в тому випадку, коли скид поверхневих вод призводить до заболочування прилеглої до дороги території.

При облаштуванні випробувальних майданчиків і доріжок використовується схема поверхневого дренажу, яка призначається з урахуванням розташування всього комплексу випробувальних споруд і споруд, а також з урахуванням рельєфу, розташування струмків та водосховищ.

Через високу насиченість невеликих ділянок автогоночних доріжок дорожніми об'єктами та численні перехрестя доріг на різних рівнях, дренажні споруди слід проектувати з особливою ретельністю.

Для організації скиду води з дренажних споруд використовуються рельєфні западини, колоди, водотоки та озера, розташовані на території автодромів та поблизу випробувальних доріжок.

Дороги, призначені для випробування різних типів транспортних засобів, умов та режимів їх експлуатації, відрізняються від неміських та міських магістралей як типом покриття, так і своїм розташуванням у плані, поперечному та поздовжньому

профілях. Для таких доріг характерні динамометричні, поворотні петлі, затоплення, автодоріжки з криволінійними вигинами в поперечному профілі, отже, схема організації поверхневого дренажу на цих дорогах визначається загальною схемою випробувальної доріжки або автодрому.

Відведення води із закритого басейну автодоріжки проводиться за допомогою водопроводу, як правило, невеликого діаметру 0,5 - 0,75 м, розташування якого встановлюється залежно від особливостей місцевості та розташування суміжних об'єктів. При невеликих обсягах стоку в районах із посушливим кліматом та при наявності добре дренуючих ґрунтів замість водопропускних труб дозволяється встановлювати випарні басейни.

При вивченні експлуатаційних характеристик транспортних засобів стає необхідним влаштування дорожніх ділянок глибоких (до 2 м) та мілководних (до 0,3 м) затоплень з автономними виїздами та прибуттями на них. У цьому випадку потрібно встановити дві водопропускні труби для обходу води з одного закритого простору в інший та скидання води за межі дороги. Крім того, вертикальне вирівнювання поверхні необхідно для безперешкодного надходження в водопропускні труби.

Великі труднощі при призначенні схеми поверхневого водовідведення виникають при проектуванні заводських автоколій, які характеризуються компактністю розташування дорожніх споруд на невеликій площі. У цьому випадку влаштована комбінована дренажна система, що включає зливу каналізацію та поверхневі дренажні споруди. У той же час проект дренажу дощової води повинен включати результати оцінки припливу поверхневих вод розрахункового ІВ; гідравлічні розрахунки колекторів з визначенням їх культивативної потужності, діаграмами перерізу та типами труб; план розташування всього комплексу водовідведення, водовідведення та дренажних споруд; поздовжні профілі колекторів і дренажні з'єднання з ними; таблиці з проектними даними для колодязів дощової води; деталі стиків і прокладання труб на штучній основі; конструктивні схеми водопостачання для зрошення. Подібна

схема була розроблена в 1969-1970 роках. у «Союздорпроекті» та успішно застосував у Тольятті на випробувальному треку ВАЗ.

При зливі поверхневої води з проїжджої частини криволінійних вигинів на кільцевих дорогах по дну внутрішнього схилу рекомендується використовувати прямокутний лоток із залізобетонною решіткою, що закриває його зверху, передбачаючи можливість удару автомобілів об решітку. З цих прямокутних лотків вода стікає по підніжжю вигину в колодязі дощової води.

Перед початком будівництва автодоріжки розробляється проект тимчасової передбудівельної дренажної системи, що включає визначення тимчасових водозборів, напрямків течії, раціональне розташування та кількість відкритих дренажних каналів, їх водовідходів; план дренажу перед будівництвом; перерізи території в нульовому циклі; обґрунтування схеми водовідведення з території автодоріжки за межами будівельного майданчика та визначення обсягу будівельних робіт.

2.6.Організація будівництва.

Організація будівельно-ремонтних робіт передбачена з урахуванням вимог як нормативних документів для будівництва та капітальних ремонтів доріг так і відомчих правил їх ремонту та утримання.

Розрахунок терміну ремонтних робіт визначений відповідно до ДСТУ Б А.3.1-22:2013, з урахуванням видів і обсягів робіт, передбачених проектом і додержання технологічної послідовності їх виконання.

Згідно п. 4.3.2 ДСТУ Б А.3.1-22:2013 тривалість будівництва може бути визначена з використанням усереднених показників, наведених в додатку А, або відповідно до норм п. 4.3.9 .Усереднені показники тривалості будівництва об'єктів, наведені в додатку А, охоплюють роботи підготовчого та основного періодів.

Тривалість робіт підготовчого періоду складають 10 % від всього терміну проведення робіт, і в даному випадку не залежать від конкретних умов будівництва.

Тривалість будівництва Т_б у місяцях визначаємо за усередненими показниками по формулі:

$$T_b = T_c \times K_1 \times K_2 / K_3.$$

T_c - усереднений показник тривалості будівництва, згідно СНиП 1.04.03-85*

«Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений», зміна № 4. Для дороги II категорії довжиною до 5 км - 12 міс. Враховуючи, що земляне полотно уже існуюче, але добудовуються перехідно - швидкісні смуги і з'їзди, відповідно проводитиметься його поширення, ремонтуватимуться і влаштовуватимуться нові підпірні стінки, переноситься існуюча зупинка маршрутних транспортних засобів, в даному випадку варто ввести понижаючий коефіцієнт, рівний 0,62.

K₁ - коефіцієнт, який враховує сукупність конкретних умов зведення об'єкта (ущільненість забудови, сейсмічність ділянки, гірські умови), обчислюють за

Кафедра РААШ				НАУ 20 12 53 000			
Виконав	Ширшов			Капітальний ремонт автомобільної дороги державного значення М-06 на ділянці км 702+333 - км 707+333 із застосуванням технології укочуваного бетону	Літера	Аркуш	Аркушів
Керівник	Степанчук						
Консульт.	Степанчук						
Н-контр.	Пилипенко						
Т.в.о.зав.каф.	Пилипенко						96

формулою:

$$K1 = K11 \times K12 \times K13;$$

Де: $K11$ - коефіцієнт, який характеризує інженерно-геологічні умови, приймаємо $K11 = 1,0$;

$K12$ - коефіцієнт, який враховує будівництво в сейсмонебезпечних умовах, для нашого випадку сейсмонебезпечна умова відсутня, $K12 = 1,0$

$K13$ - коефіцієнт, який характеризує ступінь впливу умов ущільненої забудови на тривалість будівництва і визначається згідно з 4.2.6 ДСТУ.

Коефіцієнт $K13$ обчислюється за формулою:

$$K13 = 1 + (P1 + P2 + P3)$$

Де: $P1$ - коефіцієнт, що враховує наявність поблизу будівельного майданчика існуючих будівель і споруд, що створюють обмеження для виконання робіт по вертикалі та горизонталі, наявність зелених насаджень, які не можуть бути видалені, стиснені умови складування матеріалів або неможливість їх складування на будівельному майданчику для нормального забезпечення матеріалами робочих місць. Для нашого випадку $P1 = 0,2$.

$P2$ - коефіцієнт, що враховує наявність на території будівельного майданчика інженерних мереж. Для нашого випадку $P2 = 0,00$, оскільки інженерні мережі у зоні будівництва відсутні.

$P3$ - коефіцієнт, що враховує інтенсивність руху транспорту та пішоходів поблизу місця проведення робіт. При інтенсивному русі транспорту поблизу місця проведення робіт значення коефіцієнта $P3$ приймається $0,25$. Для нашого випадку присутній перший фактор, другий не значний, тому можна прийняти $P3 = 0,15$.

Звідси, значення коефіцієнта $K13$ складе:

$$K13 = 1 + (0,2 + 0,00 + 0,15) = 1 + 0,35 = 1,35$$

Значення коефіцієнта $K1$ складе:

$$K1 = 1,0 \times 1,0 \times 1,35 = 1,35$$

$K2$ - коефіцієнт, який враховує сукупність конструктивних особливостей будівлі (тип фундаменту, обсяги підземної та надземної частин, їх співвідношення, складність конструктивної схеми тощо), в даному випадку – $1,0$;

КЗ - коефіцієнт, який враховує прийняті організаційно - технологічні заходи, що впливають на тривалість будівництва (змінність роботи). В нашому випадку із-за необхідності проведення робіт в світлу частину доби (робота під рухом, що підвищує небезпеку при виконанні робіт, існуючий рух буде організовано по одній смузі, вплив температурного режиму) роботи намічено проводити в одну зміну – 1,0.

Тривалість будівництва T_b складе:

$T_b = (12 \times 0,6) \times 1,35 \times 1,0/1,0 = 10,04$ місяців, з них підготовчі роботи – 1 місяць

Для підтвердження терміну будівництва перевіряємо правильність розрахунку по ведучій ланці. Це робота ланок основних механізмів – дорожньої фрези та асфальтоукладальника.

Середньомісячна тривалість робочих днів – 20.

Тривалість роботи механізмів за місяць – 20 днів \times 7 год. = 140 маш/год.

Необхідна тривалість роботи:

фрези – $718,638:140 = 5,14$ міс.

асфальтоукладальника – $(1002,10+298,05):140 = 9,29$ міс.

Загальна визначена тривалість будівництва приймається 10,0 місяців.

Тривалість робіт підготовчого періоду складає 1 місяць в складі загальної тривалості будівництва.

Будівельні роботи передбачено виконувати силами спеціалізованих автодорожніх організацій, що визначаються після проведення тендеру.

В підготовчий період необхідно виконати захист інженерних комунікацій, розібрати залишки існуючих пішохідних доріжок, демонтувати незаконні споруди, що заважають будівництву, провести розчищення території від дерев та кущів. В місцях проведення робіт виставити тимчасові дорожні знаки.

Постачання будівництва основними будівельними матеріалами передбачено з виробничих баз Замовника автотранспортом, до виробничих підприємств – залізничним транспортом. Слід зауважити, що джерела постачання конструкцій та матеріалів остаточно визначаються підрядною організацією, котра отримає право

на виконання будівельних робіт.

Оскільки роботи проводитимуться з зайняттям половини проїзної частини при систематичному русі транспорту на дорозі, у відповідності до табл. 3 ДСТУ Б Д.2.4-18-2014 на всі види робіт можливо застосовувати коефіцієнт $K=1,2$ до ресурсних елементних кошторисних норм.

Строк фінансування розглядається в межах 1 року.

В цілях планомірного розгортання будівельно-монтажних робіт та забезпечення взаємозв'язаних між собою дій в підготовчий період треба виконати організаційно-технічні заходи, що зможуть забезпечити здійснення будівництва директивними темпами. Ця робота повинна бути виконана шляхом проведення загальної організаційно-технічної підготовки, до якої входить розробка ПВР, підготовка будівельних організацій до виконання БМР і інше.

До початку розгортання робіт необхідно забезпечити будівництво проектно-кошторисною документацією, передати підрядним організаціям закріплені на місцевості знаки геодезичної розбивочної основи.

Повинні бути укладені договори підряду (субпідряду) з різнопрофільними будівельними організаціями на виконання робіт, які передбачаються проектною документацією.

В зоні розташування підземних та наземних комунікацій роботи слід організувати тільки у присутності повноважних представників тих організацій, які їх експлуатують.

Постачання необхідних дорожньо-будівельних матеріалів і конструкцій проводиться з коліс, без майданчиків накопичення.

У зв'язку з тим, що місце розташування будівельної організації (пункт збору) знаходиться на відстані більше 3 км від об'єкта будівництва, а міський або приміський транспорт відсутній, передбачається перевезення робітників на об'єкт автобусами на відстань 15 км, з них по населеному пункту 9 км.

Передбачені місця тимчасової стоянки будівельної техніки. Оглядовий майданчик на ПК 13+10,00 ліворуч; залишок старої дороги на ПК 18+60,00 ліворуч; необлаштований майданчик аварійної зупинки на ПК 36+50,00 ліворуч та

майданчик біля пункту сервісу на ПК 46+50,00 ліворуч.

У період розробки ПВР генпідрядними організаціями повинні бути здійснені заходи для забезпечення будівництва відповідними технологічними картами і схемами будівельних процесів, перебазована необхідна дорожньо-будівельна техніка в місце її використання.

Враховуючи категорію дороги та сучасний рухомий склад транспортних засобів необхідно забезпечити максимальну щільність та розрахунковий модуль пружності на поверхні шару із фрезерованого матеріалу. Оптимальну суміш можливо приготувати тільки в установці на АБЗ. Склад цієї суміші повинен бути: відфрезерований матеріал - 50%, ЩПС С7 - 50%, цемент М400 - 4%, емульсія бітумна дорожня - 3%, вода - 3%.

Розрахунок потреби у кадрах будівельників

№ п.п.	Показники	Одиниця виміру	Всього на ділянку
1	2	3	4
1.	Кількість працюючих на будівельно-монтажних роботах, у тому числі:	чол.	125
	всього робочих:	чол.	100
	розряд 3,3	чол.	63
	розряд 5,6	чол.	36
	водій	чол.	1
	ІТР	чол.	17
	МОП та охорона	чол.	3
	службовців	чол.	5
2.	Трудовитрати: у тому числі на перевезення ґрунту та будівельного сміття	люд-год люд-год	208878,84 6082,21

3.	Коефіцієнт змінності		2
4.	Нормативна тривалість будівництва: в. т. ч. підготовчий період	років	0,84
		місяців	10,0
		місяців	1
5.	Нормативна тривалість робочого часу в місяць (2 зміни)	чол-год	333,66
		чол-днів	21

Відомість потреби в будівельних машинах і механізмах

№ п.п.	Найменування	Кількість	Примітка
1	2	3	4
1.	Автомобілі бортові, вантажопідйомність 5т	1	
2.	Автомобілі бортові, вантажопідйомність 10т	1	
3.	Автомобілі-самоскиди, вантажопідйомність 7 т	2	
4.	Автомобілі-самоскиди, вантажопідйомність 15 т	4	
5.	Бульдозери, потужність 59 кВт	1	
6.	Бульдозери, потужність 79 кВт	1	
7.	Бульдозери CAT D5 H, потужність 97 кВт	1	
8.	Трактори на пневмоколісному ході, потужність 59 кВт	1	
9.	Крани на автомобільному ході, вантажопідйомність 6,3т	1	
10.	Крани на автомобільному ході, вантажопідйомність 10 т	1	
11.	Крани на гусеничному ході, вантажопідйомність до 16 т	1	
12.	Крани на гусеничному ході, вантажопідйомність 25 т	1	

13.	Крани на гусеничному ходу, вантажопідйомність 50-63т	1	
14.	Крани на пневмоколісному ходу, вантажопідйомність 25 т	1	
15.	Навантажувач одноковшевий вантажопідйомністю 1 т	1	
16.	Навантажувач пневмоколісний одноковшевий L-34 Stalowa Wola, вантажопідйомність 7 т (місткість ковша 3,5 м ³)	1	
17.	Електростанції пересувні, потужність 4 кВт	1	
18.	Агрегати зварювальні пересувні з дизельним двигуном, з номінальним зварювальним струмом 250-400 А	1	
19.	Установка для зварювання ручного дугового [постійного струму]	1	
20.	Перетворювачі зварювальні з номінальним зварювальним струмом 315-500 А	1	
21.	Компресори пересувні з двигуном внутрішнього згоряння, тиск до 686 кПа, продуктивність 2,2 м ³ /хв	1	
22.	Компресори пересувні з двигуном внутрішнього згоряння, тиск до 686 кПа, продуктивність 5 м ³ /хв	1	
23.	Компресор ПР-10, продуктивність 10 м ³ /хв	1	
24.	Екскаватори одноковшеві дизельні на гусеничному ходу, місткість ковша 0,65 м ³	1	
25.	Екскаватори одноковшеві на гусеничному ходу Komatsu PW 170ES-6, місткість ковша 0,8 м ³	1	
26.	Екскаватори одноковшеві на гусеничному ходу CAT 325 BLH, місткість ковша 1,25 м ³	1	

27.	Екскаратори одноковшеві дизельні на пневмоколісному ходу, місткість ковша 0,25 м ³	1	
28.	Екскаратори одноковшеві дизельні на пневмоколісному ходу, місткість ковша 0,5 м ³	1	
29.	Універсальний екскаратор-планувальник УДС-114а	1	
30.	Бульдозери при роботі на інших видах будівництва , потужність 118 кВт [160 к.с.]	1	
31.	Установка пневматична для забивання стояків бар'єрного огороження Gayk LR2.1	1	
32.	Автогудронатори Mercedes-Benz Actros-2655, місткість 10000 л	1	
33.	Автогрейдер середнього типу, потужність 99 кВт	1	
34.	Автогрейдер ДЗ-122А, тип середній типу, потужність 95,6 кВт	1	
35.	Коток дорожній самохідний вібраційний гладковальцевий, маса 3 т	1	
36.	Коток дорожній самохідний вібраційний гладковальцевий НАММ HD 110, маса 10,6 т	1	
37.	Коток дорожній самохідний вібраційний комбінованої дії НАММ HD 110К, маса 9,3 т	1	
38.	Коток дорожній самохідний ґрунтовий вібраційний Намм 3518, маса 17,82 т	1	
39.	Коток дорожній самохідний вібраційний ґрунтовий Намм 3520, маса 19,8 т	1	
40.	Коток дорожній самохідний на пневмоколісному ходу Намм ND 150 ТТ, масою 14,33 т	1	
41.	Машина маркірувальна	1	

42.	Машина поливально-мийна, місткість 6000 л	1	
43.	Асфальтоукладацьник на гусеничному ходу Vogele Super 2100	1	
44.	Асфальтоукладацьник на гусеничному ходу Titan 325	1	
45.	Ґрунтозмішувальна установка ДС-50Б, продуктивність 200-240 т/год	1	
46.	Дорожня фреза Wirtgen W 2100 DC, ширина фрезерування 2100 мм	1	
47.	Коток дорожній самохідний гладкий, маса 5 т	1	
48.	Машина бурильно-кранова на автомобілі	1	
49.	Агрегат для травосіяння на укосах автомобільних доріг	1	
50.	Молоток відбійний пневматичний при роботі від пересувної компресорної станції	1	

Виконання будівельно-монтажних робіт необхідно організувати у відповідності до вимог нормативних документів з дотриманням наступних рекомендацій:

- перед початком досипки земляного полотна в необхідних місцях родючий шар ґрунту знімається екскаваторами і переміщується автосамоскидами у відвал, з тимчасовим зберіганням для подальшого використання на укріплення узбіччя і укосів земляного полотна та рекультивацію тимчасово порушених земель під час будівництва;

Розробку ґрунту земляного полотна на поширенні планується організувати екскаваторами ємкістю ковша 0,25-0,65 м³ з навантаженням і транспортуванням автосамоскидами у насип.

Досипка земляного полотна організовується від краю укосів до його середини шарами на всю ширину.

Розрівнювання вивезеного в насип ґрунту здійснюється бульдозерами з наступним його ущільненням катками на пневматиках вагою 18 т, шарами товщиною 30 см при 6–8-ми проходах по одному сліду.

У сухий і жаркий період необхідно передбачити зволоження ґрунту, що відсипається у земляне полотно, до оптимальної вологості.

Завершальне планування поверхні земляного полотна, та укріплення укосів виконується по загальноприйнятим технологіям відразу після закінчення повної досипки земляного полотна. Засипку та планування неукріпленої частини узбіч виконувати зразу після будівництва покриття дорожнього одягу.

Влаштування дорожнього одягу передбачається організувати за загальноприйнятою технологією будівельного виробництва, керуючись проектними рішеннями із застосуванням необхідних комплектів машин і механізмів.

Інженерно-транспортне облаштування виконується після закінчення робіт по плануванню і укріпленню узбіч та укосів земляного полотна у відповідності до нормативних документів.

Будівництво дороги буде здійснюватися підрядним способом.

Замовник робіт – Служба автомобільних доріг в Закарпатській області. Генеральна підрядна будівельна організація буде визначена при проведенні тендерних торгів.

2.7. Охорона навколишнього середовища.

В останні десятиліття внаслідок бурхливого розвитку автомобільного транспорту проблеми його впливу на навколишнє середовище значно загострилися. Транспортно-дорожній комплекс є потужним джерелом забруднення навколишнього середовища. З 35 мільйонів тон шкідливих викидів 89% становлять викиди від автомобільного транспорту та дорожньо-будівельних компаній. Роль транспорту у забрудненні водних об'єктів є значною. Крім того, транспорт є основним джерелом шуму в містах і робить значний внесок у теплове забруднення.

Автомобілі спалюють величезну кількість нафтопродуктів, завдаючи при цьому значної шкоди довкіллю, особливо атмосфері. З кожним роком кількість транспортних засобів збільшується, а, отже, і вміст шкідливих речовин у повітрі. Постійне збільшення кількості автомобілів має певний негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей.

У прилеглих до доріг районах, особливо з інтенсивним рухом, суттєво погіршуються умови рослинності та тварин і, нарешті, людини.

Для того, щоб запобігти подальшому розширенню негативного впливу доріг на навколишнє їх середовище, необхідно чітко уявляти всі можливі напрями цих впливів і мати можливість дати їм якісну та кількісну оцінку. Необхідно, щоб у всіх проектах автомобільних доріг (технічних, проектах організації та виконання робіт, проектах утримання доріг) ділянки охорони навколишнього середовища завжди були ретельно розроблені. При реконструкції автомобільних доріг рекомендується розбирати старі покриття та використовувати матеріали повторно, включаючи переробку та використання цементу та асфальтобетону. Спрямовані ділянки доріг слід відновити та повернути власникам земель. Технологічні рішення при будівництві доріг повинні передбачати шкоду довкіллю та забезпечувати стабільний стан природного балансу при виконанні робіт, що може спричинити

Кафедра РААШ				НАУ 20 12 53 000			
Виконав	Ширшов			Капітальний ремонт автомобільної дороги державного значення М-06 на ділянці км 702+333 - км 707+333 із застосуванням технології укочуваного бетону	Літера	Аркуш	Аркушів
Керівник	Степанчук						
Консульт.	Степанчук						
Н-контр.	Пилипенко						
Т.в.о.зав.каф.	Пилипенко						

зміни в інженерних, геологічних та екологічних умовах. Пошкодження рослинності та дерново-грунтового покриву, виконання планово-меліоративних робіт за межами територій, відведених під будівництво доріг, не допускаються. Усі збитки, завдані навколишньому природному середовищу в зоні тимчасової диверсії внаслідок будівництва тимчасових споруд та доріг, проїзду будівельної техніки, стоянок, зберігання матеріалів тощо, повинні бути усунені до моменту, коли дорога буде введено в експлуатацію. При виборі методів роботи та механізації слід враховувати необхідність дотримання відповідних санітарних норм гранично допустимого забруднення атмосфери, води, контролю шуму, вібрації та інших шкідливих впливів на навколишнє середовище. ґрунт та рослинність є національним надбанням, оскільки родючий шар ґрунту видаляється із дренажної смуги або з поверхні заповідників, а також мохово-рослинний покрив у зонах вічної мерзлоти для подальшого використання для меліорації повинен зберігатися у спеціально відведених райони. Після завершення робіт тимчасово окуповані землі, включаючи під'їзні шляхи, повинні бути відновлені відповідно до проєкту меліорації. ґрунтово-рослинний покрив є національним надбанням, оскільки родючий шар ґрунту видаляється із дренажної смуги або з поверхні заповідника, а також моховий та рослинний покрив у зонах вічної мерзлоти для подальшого використання для меліорації слід зберігати у спеціально відведених місцях. Після завершення робіт тимчасово окуповані землі, включаючи під'їзні шляхи, повинні бути відновлені відповідно до проєкту меліорації. ґрунтово-рослинний покрив є національним надбанням, оскільки родючий шар ґрунту видаляється із дренажної смуги або з поверхні заповідника, а також моховий та рослинний покрив у зонах вічної мерзлоти для подальшого використання для рекультивації повинен зберігатися у спеціально відведених місцях. Після завершення робіт тимчасово окуповані землі, включаючи під'їзні шляхи, повинні бути відновлені відповідно до проєкту меліорації. тимчасово окуповані землі, включаючи під'їзні шляхи, повинні бути відновлені відповідно до проєкту меліорації. ґрунтово-рослинний покрив є національним надбанням, оскільки родючий шар ґрунту видаляється із дренажної смуги або з поверхні заповідника, а також моховий та рослинний покрив у зонах

вічної мерзлоти для подальшого використання для рекультивації повинен зберігатися у спеціально відведених місцях. Після завершення робіт тимчасово окуповані землі, включаючи під'їзні шляхи, повинні бути відновлені відповідно до проєкту меліорації. тимчасово окуповані землі, включаючи під'їзні шляхи, повинні бути відновлені відповідно до проєкту меліорації. Прунтово-рослинний покрив є національним надбанням, оскільки родючий шар ґрунту видаляється із дренажної смуги або з поверхні заповідника, а також моховий та рослинний покрив у зонах вічної мерзлоти для подальшого використання для рекультивації повинен зберігатися у спеціально відведених місцях. Після завершення робіт тимчасово окуповані землі, включаючи під'їзні шляхи, повинні бути відновлені відповідно до проєкту меліорації. а також моховий та рослинний покрив у зонах вічної мерзлоти для подальшого використання для меліорації слід зберігати у спеціально відведених місцях. Після завершення робіт тимчасово окуповані землі, включаючи під'їзні шляхи, повинні бути відновлені відповідно до проєкту меліорації. а також моховий та рослинний покрив у зонах вічної мерзлоти для подальшого використання для меліорації слід зберігати у спеціально відведених місцях. Після завершення робіт тимчасово окуповані землі, включаючи під'їзні шляхи, повинні бути відновлені відповідно до проєкту меліорації.

Верхній ґрунтово-рослинний шар, багатий гумусом, є національним надбанням, тому при будівництві доріг його потрібно вилучати, зберігати, а потім використовувати для відтворення біологічних ресурсів. Ґрунтово-рослинний шар видаляється на всю ширину ґрунтового полотна між зовнішніми краями бічних запасів. Якщо земляне русло проходить при виїмках, родючий шар перегною видаляється між зовнішніми краями схилів, при влаштуванні верхніх і дренажних каналів - на їх ширину підлоги.

Концентрація токсичних речовин, що виділяються автомобілями, залежить не тільки від їх кількості, а й від дорожніх, топографічних та метеорологічних умов. Умови дорожнього руху - категорія дороги, характер та інтенсивність руху, ширина проїжджої частини, величина поздовжнього нахилу та радіуси горизонтальних кривих, наявність видимості на останній, тип поперечного профілю (розкоп /

насип), наявність перехресть, розв'язок, придорожньої рослинності, будівель тощо .D. Топографічні умови визначаються рельєфом місцевості, метеорологічні - напрям і швидкість вітру, температура і вологість, інтенсивність сонячного випромінювання, стійкість погоди (стійкість атмосфери, ступінь турбулентності повітря в поверхневому шарі, частота і тип інверсії температури тощо).).

Під час масових робіт з будівництва асфальтобетонних покриттів в атмосферу потрапляє велика кількість інших токсичних вуглеводнів.

Ефективним методом зменшення викидів вуглеводнів є заміна бітуму при виробництві асфальтобетону бітумними емульсіями. Використовуються різні синтетичні смоли (епоксидні, фенол-альдегідні, фенолформальдегідні), компоненти яких є токсичними речовинами. Під час дорожніх робіт компоненти перетікають із землі в прилеглу територію, забруднюючи ґрунт, підземні та поверхневі води; випаровуючись, забруднюючи атмосферу. Їх концентрації у повітрі, воді та ґрунті нормовані ГДК.

При перетині доріг I - III категорій великих лісів з метою запобігання появи диких тварин на проїжджій частині слід встановлювати спеціальні огорожі, а в місцях масової міграції тварин для їх переходу через дорогу - штучні споруди, такі як прогони худоби або шляхопроводи. У сучасних умовах важливо комплексно використовувати деревні відходи, що утворюються під час розчищення проїжджої частини при проходженні доріг через ліси. Неприпустимо залишати залишки лісозаготівель у стосах уздовж кордону переваги, оскільки вони засаджені деревними шкідниками, які втрачають здоровий ліс на прилеглих територіях. Абсолютно неприпустиме призначення дорог, особливо цінних (сади, виноградники тощо) та охоронюваних земель.

Найбільш різкі гідрологічні зміни відбуваються, коли насип перетинає шляхи до джерел водопостачання болота. Інтуїтивне бажання дизайнерів прокласти маршрут через найвужче місце на верхніх болотах може призвести до небезпечних наслідків: набережна перетворюється на дамбу, утворює опору, вона змушена витримувати гідродинамічні навантаження. Якщо через насип не пропустити воду, неминуче відбудуться її спотворення. Будівництво насипів на торфі, звичайно,

завдає меншої шкоди існуючій гідрології болота, ніж торф. У всіх випадках для насипів краще осушувати ґрунти.

Екологічний розділ робочого проекту розроблено відповідно до вимог ДБН А.2.2-3:2014 «Склад та зміст проєктної документації на будівництво».

Згідно ГБН В.2.3-218-007:2012 визначена ділянка дороги і намічені роботи віднесені до III екологічного класу. Оцінка впливу на навколишнє середовище при проведенні ремонтних робіт викладена в томі №2.

2.8.Правила пожежної безпеки та охорона праці.

2.8.1.Протипожежні засоби.

В дорожньому будівництві пожежонебезпечними об'єктами являються тимчасові споруди і будівлі, зосереджені роботи, тимчасові виробничі підприємства, склади горючого і мастил, зварювальні роботи, робота з пожежонебезпечними матеріалами та іншими.

Причиною пожежі на будівельному майданчику можуть бути: несправність опалювальних нагрівальних приладів і устаткування, необережне поводження з вогнем, іскріння, поганий стан електрообладнання і електропроводки, самозагорання матеріалів і речовин, розведення вогню і куріння в недозволених місцях, удари блискавки, неправильне зберігання легкозаймистих і горючих матеріалів, невиконання мір безпеки при газо- і електрозварюванні та інші.

Проектом передбачається виконання ряду заходів для попередження виникнення пожежі:

- виховання у робітників, зайнятих на будівництві, суворої виробничої дисципліни у відношенні виконання вимог протипожежного режиму;
- на випадок виникнення пожежі повинна бути розроблена і доведена до відома всіх працюючих схема евакуації людей і техніки;
- із числа робітників і службовців на об'єкті повинні бути укомплектовані добровільні пожежні дружини для проведення заходів по попередженню і ліквідації пожеж;
- на роботи допускаються тільки ті робітники, які знають технологічний процес, правила виконання робіт і пройшли інструктаж по охороні праці і протипожежним заходам;
- на тимчасовій базі передбачається установка пожежних щитів з

Кафедра РААШ				НАУ 20 12 53 000			
Виконав	Ширшов			Капітальний ремонт автомобільної дороги державного значення М-06 на ділянці км 702+333 - км 707+333 із застосуванням технології укочуваного бетону	Літера	Аркуш	Аркушів
Керівник	Степанчук						
Консульт.	Степанчук						
Н-контр.	Пилипенко						
Т.в.о.зав.каф.	Пилипенко						

протипожежним знаряддям, хімічні вогнегасники, ящики з сухим піском, відра, лопати, багри, брезент і інше;

- побутові приміщення обладнуються вогнегасниками з інструкціями, табличками з прізвищами відповідальних за протипожежний стан;

- необхідно утримувати в зразковій чистоті, а також очищати від снігу територію, що прилягають та проїзди і забезпечити їх зовнішнє освітлення;

- до кожної будівлі і споруди повинен бути забезпечений під'їзд пожежних машин; - виділяти спеціальні місця для куріння та розміщення на видних місцях інструкцій та плакатів про міри пожежної безпеки;

- біля місць куріння вивішуються таблички з написом "Місце для куріння", а в місцях зберігання паливних матеріалів табличка "Курити заборонено"

Прийняті проєктні рішення дозволяють провести роботи в повній пожежній безпеці. Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з питань пожежної безпеки, забороняється.

Забороняється застосування матеріалів і речовин, які не мають даних щодо пожежної безпеки.

Біля пожежо- та вибухо-небезпечних ділянок території будівельного майданчику паління забороняється.

Не дозволяється суміщати зварювальні роботи поряд з легкозаймистими речовинами та матеріалами.

На будівельному майданчику мають знаходитися засоби зв'язку для виклику пожежної частини.

Кожен працівник у випадку виникнення пожежі зобов'язаний:

- негайно доповісти про пожежу в пожежну охорону та дати сигнал тривоги;
- прийняти заходи для евакуації людей та врятування матеріальних цінностей;
- одночасно перейти до гасіння пожежі власними силами за допомогою засобів пожежогасіння;

- зустріти прибулі пожежні підрозділи, інформувати про місце пожежі та наявності пожежонебезпечних речовин та матеріалів.

2.8.2. Охорона праці. Загальні вимоги.

Згідно з Законом України «Про охорону праці», усі працівники при прийнятті на роботу і в процесі роботи проходять інструктаж (навчання) з питань охорони праці, надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також правил поведінки в разі виникнення аварії згідно з типовим положенням, затвердженим Державним комітетом України з нагляду за охороною праці.

Працівники, зайняті на роботах з підвищеною небезпекою або там, де є потреба у професійному доборі, повинні проходити попереднє спеціальне навчання і один раз на рік перевірку знань відповідних нормативних актів про охорону праці. Перелік таких робіт затверджується Державним комітетом України з нагляду за охороною праці. Посадові особи, згідно з переліком, затвердженим Державним комітетом з нагляду за охороною праці, до початку виконання своїх обов'язків і періодично один раз на три роки проходять у встановленому порядку навчання, а також перевірку знань з охорони праці в органах галузевого або регіонального управління охороною праці за участю представників органу державного нагляду та профспілок. Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання, інструктажу і перевірки знань з охорони праці, забороняється. У разі незадовільних знань працівники повинні пройти повторні навчання. На прохання працівника проводиться повторний інструктаж.

Виробничі підприємства та будівельні майданчики повинні бути обладнані відповідно до вимог санітарних норм на проектування промислових підприємств.

Робітники, зайняті в дорожньому будівництві, повинні забезпечуватися індивідуальними засобами захисту:

- захисними окулярами з силікатним склом – для захисту органів зору від уламків твердих матеріалів, грубого пилу та бризок неагресивних рідин;
- захисними окулярами з оправою коробчатого типу – для захисту очей від

бризок агресивних рідин, а також в разі роботи з піском і цементом;

- захисними окулярами з затемненим склом - для захисту очей від сліпучо – яскравого світла дії прямих ультрафіолетових і ультрачервоних променів;

- протишумовими навушниками – для захисту органів слуху від дії високочастотного шуму з рівнем 110...120 дБ;

- віброзахисними рукавицями – для захисту рук від дії локальної вібрації під час роботи з пневмо - інструментом;

- віброзахисним взуттям – для захисту ніг і всього тіла в умовах підвищеної вібрації.

- спецодяг для дорожніх робітників (комбінезони, халати, робочі костюми) має бути із тканин з високою міцністю на розрив та стирання.

- всім робітникам видаються сигнальні куртки.

Водії машин і машиністи повинні мати спецодяг, захисні окуляри і індивідуальні пакети першої методичної допомоги.

Перед початком роботи машини потрібно оглянути її технічний стан: справність гальм, електроосвітлення, системи керування, ходового обладнання, тощо. Робота на несправній машині забороняється.

Фінансування охорони праці здійснює Замовник. Створюється фонд охорони праці. Цей фонд використовується тільки на виконання заходів, який забезпечує доведення умов безпеки праці до нормативних вимог (стаття 19 «Закон України про охорону праці»).

2.8.3. Вимоги при спорудженні земляного полотна.

Розробляти ґрунт поблизу електрокабелів, що знаходяться під напругою, дозволяється тільки вручну, лопатами без різких ударів.

При випадковому виявленні підземних споруд роботи припиняються до з'ясування характеру цих споруд і відновлюються після отримання дозволу від організацій, що експлуатують ці комунікації.

Перед початком робіт по зведенню земляного полотна необхідно забезпечити

відведення поверхневих вод відповідно до проєкту.

Рух автомобілів-самоскидів заднім ходом до місця навантаження і вивантаження ґрунту дозволяється на відстань не більше 50 м і повинен супроводжуватися коротким переривчастим звуковим сигналом.

При вивантаженні ґрунту з автомобіля-самоскида на насип відстань від осі його заднього колеса до бровки природного укосу насипу повинна бути не менше 2 м, а відстань від бровки до зовнішнього колеса машини, що рухається по насипу – не менше 1,0 м.

Очищати підняті кузови автомобілів-самоскидів слід скребками або лопатами з подовженим держакон, що створює безпечні умови для робітника у небезпечній зоні.

При розвантаженні ґрунту робітники повинні знаходитися в зоні видимості водія, але не ближче 5 м до місця відсипання ґрунту.

2.8.4.Вимоги при влаштуванні дорожнього одягу.

До початку робіт по влаштуванню дорожніх покриттів необхідно:

- ділянку виконання робіт обладнати технічними засобами організації дорожнього руху у відповідності з СОУ 45.2-00018112-006:2006 «Безпека дорожнього руху. Огородження і організація дорожнього руху в місцях проведення дорожніх робіт»;

- встановити безпечну зону для дорожніх робітників;

- скласти схему заїзду і виїзду з зони робіт автомобілів-самоскидів.

Технічні засоби організації дорожнього руху встановлюють організації, що виконують ці роботи.

У темний період доби місце укладання асфальтобетонної суміші повинно бути обладнане відповідно до вимог по освітленості будівельних майданчиків.

При виконанні робіт дорожні робітники та інші особи повинні, по можливості, знаходитися з повітряного боку від працюючих машин (автобітумовозів, автогудронаторів, дорожніх фрез).

При розвантаженні асфальтобетонної суміші в бункер асфальтоукладальника треба дотримуватися таких заходів безпеки:

- самоскиди, що доставили суміш, спиняють за вказівкою бригадира по осі смуги проїзної частини, на відстані 4–5 м від укладеної суміші. Після повної зупинки самоскида робітник вимірює температуру суміші, не піднімаючись у кузов;

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

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

- при вивантаженні суміші з автомобіля в бункер працюючим треба знаходитися не ближче 1м.

При роботі асфальтоукладальників і котків забороняється:

- знаходитися стороннім особам у зоні дії робочих органів;
- ходити на майданчику управління до повної зупинки машини;
- регулювати роботу ущільнювальних органів;
- залишати без нагляду машини з працюючим двигуном;
- ремонтувати шнеки, живильники та інші механізми.

При укладанні чорних і асфальтобетонних сумішей робітники повинні бути одягнуті у спецодяг, спецвзуття для роботи з гарячими матеріалами і сумішами та мати рукавиці, що передбачені галузевими нормами.

Дорожні робітники при укладанні асфальтобетонних, чорних покриттів і основ повинні зверху спецодягу одягати яскраві сигнальні жилети.

При роботі з асфальтобетонною сумішшю, що містить поверхнево-активні речовини та активатори, необхідно користуватися герметичними окулярами і універсальними респіраторами.

2.8.5.Вимоги при влаштуванні розмітки проїзної частини.

При нанесенні ліній безпеки і розділювальних смуг на покриттях проїзної

частини місце роботи обладнують технічними засобами організації дорожнього руху відповідно до вимог ДСТУ 8749:2017 «Безпека дорожнього руху. Огородження і організація дорожнього руху в місцях проведення дорожніх робіт»;

Роботи по використанню нітрофарб під час нанесення ліній на дорожні покриття виконують робітники в комбінезонах, гумових рукавицях, захисних окулярах і респіраторях. Усі працюючі з фарбою мають бути проінструктовані про властивості матеріалів і безпечні прийоми праці.

У бригаді, що виконує роботи по фарбуванню смуг розмітки, має бути аптечка для надання першої медичної допомоги.

2.8.6.Визначення класу наслідків (відповідальності).

Автомобільна дорога державного значення Київ - Чоп відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України № 55 від 30 січня 2019 року відноситься до автомобільної дороги загального користування державного значення та міжнародної автомобільної дороги.

При визначенні класу наслідків (відповідальності) об'єкта використовувались наступні документи:

- Закон України від 17.02.2011 №3038-VI «Про регулювання містобудівної діяльності» (з урахуванням змін та доповнень).
- ДСТУ 8855:2019 «Визначення класу наслідків (відповідальності)».
- ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд».
- «Методика оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру», що затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 15 лютого 2002 р. №175.

Згідно ДСТУ 8855:2019 «Визначення класу наслідків (відповідальності)», відповідно до додатку А автомобільні дороги, що відносяться до міжнародних автомобільних доріг державного значення є загальнодержавними. Згідно таблиці 1 ДСТУ 8855:2019 - Клас наслідків (відповідальності) об'єктів, припинення функціонування об'єкту інженерно-транспортної інфраструктури загальнодержавного рівня відноситься до класу

наслідків (відповідальності) ССЗ – значні наслідки.

При розробці проекту «Капітальний ремонт автомобільної дороги державного значення М-06 Київ - Чоп на ділянці км 811+030 – км 821+512, Закарпатська область» клас наслідків збережено ССЗ.

ВИСНОВОК

Таким чином, можна зробити висновок, що укочуваний бетон і матеріали на його основі досить поширені в зарубіжних країнах та Україні. Спрощення технології в порівнянні з традиційним монолітним цементним бетоном, менша вартість, більша міцність у порівнянні з асфальтобетоном є ключовими перевагами технології укочуваного бетону. Подальший розвиток композиційних матеріалів на основі складних в'язучих, армування різними волокнами дозволяє отримувати матеріали з поліпшеними міцнісними і деформаційними характеристиками, утилізувати промислові відходи, використовувати місцеві низькоміцні матеріали. Тому технологія укочуваного бетону та композиційних матеріалів на її основі сьогодні можна вважати однією з найбільш перспективних.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ушаков В. В. Сучасні методи будівництва, ремонту та обслуговування цементно-бетонних покриттів доріг // Новини в дор. справа: Наук.-техн. інформувати. зб. / ФГУП "ІНФОРМАВТОДОР". - 2003. - Вип. 6. - С. 57-64.
2. Носов В. П. Цементний бетон у дорожньому будівництві // Новини в дор. справа: Наук.-техн. інформувати. зб. / ФГУП "ІНФОРМАВТОДОР". - 2003. - Вип. 6. - С. 51-57.
3. Перспективи та ефективність цементного бетону в дорожньому будівництві: Міжнародні матеріали. семінар. - М.,: МАДИ. - 2002.
4. Петрович П. П. Укочуваний бетон в дорожньому будівництві: 1-й Всерос. конф. з проблем бетону та залізобетону. Книга 3. Розділ Транспорт. будівлі. - М., 2001. - С. 1727-1131.
5. Dotzenrath C, Trosh W. Walzbeton-Baustoff der Zukunft? Walzbeton im Vergleich zu «klassischen» Befestigungsarten // Beton. - 1991. - № 2, 41. - С. 70-75.
6. Корюков В.П., Горелік А.А. Досвід проектування та будівництва надійних дорожніх конструкцій у сільській місцевості. - М., 1989. - 54 с. - (Автомобіль. Дороги: опитування. Інформ. / ЦБНТІ Мінавтодор РРФСР; Випуск 6).
7. Орловський Б. К., Зельманович В. А. Конструкції бетонних покриттів зменшеної товщини. - М., 1987. - 20 с. - (огляд. Інформ. / ВПТІТрансстрой).
8. Піхлер В. Довга поведінка бетонних доріг та ефективність: 7-й Міжнародний симпозіум з бетонних доріг, Відень, 3-5 жовтня 1994 р. Сесія 1. - Відень, 1994. - С. 163-167.
9. Суні Х. Бетонні покриття в сезонних морозних умовах. Фінський досвід довговічності та економічності бетонного покриття, побудованого в 1990 році в Північній Фінляндії: 7-й Міжнародний симпозіум з бетонних доріг, Відень, 3-5 жовтня 1994 р. Сесія 1. - Відень, 1994 р. - С. 137-141.
10. Застосування тонкого бетону для влаштування підстав автомобільних доріг Білоруської РСР: ВСН 40-80 / Белдорний. - Мінськ, 1981. - 36 с.
11. Бірманн Д., Бургер В., Вайнгарт В., Вестерман Б. Вальцбетон. - ЛИПО, 1999. - 205 с.

12. Коршунов В.І., Ланге Ю.Г. Асфальтобетон або цементобетон? // Автомоб. дороги. - 1995. - № 3-4. - С. 9-11.
13. Голуб Р. затверділі бетонні покриття в провінції Британська Колумбія (Канада): Пер. з фр. / За ред. Акула. - 1984. - 21 с.
14. Маргайлік Є. І. Прокат цементного бетону є ефективним будівельним матеріалом (www.nestor.minsk.by).
15. Ала-Туухонен. Економіка бетонних покриттів у Фінляндії. Фінський метод аналізу витрат життєвого циклу між асфальтом та бетонними покриттями: 7-й Міжнародний симпозіум з бетонних доріг, Відень, 3-5 жовтня 1994 р. Сесія 1. - Відень, 1994 р. - С. 145-150.
16. Степушин А.П., Кузнецов О.Г. До розрахунку твердих аеродромних покриттів для великих навантажень від літаків // Проектування, будівництво та експлуатація об'єктів аеропорту. - М., 2001. - С. 29-32. - (Zb. Nauk. Pr. / MADI-GTU).
17. Вайнсток Л. В. Практика ВАТ "Центрдорстрой" на будівництві дорожніх та аеродромних цементно-бетонних покриттів // Новини в дор. справа: Наук.-техн. інформувати. зб. / ФГУП "ИНФОРМАВТОДОР". - 200-3. - Vip. 6. - С. 47-51.
18. Die Herstellung einer hydraulisch gebundenen Tragschicht aus Aufbrachasphalt // Strasse und Autobahn. - 1989. - № 6. - С. 211-214.
19. Мірошніченко С.І., Духовний Г.С. Дослідження цементно-асфальтобетону з використанням в якості сполучних речовин цементу та бітумної емульсії: Матеріали Міжнар. науково-технічна конф. - Вологда: Фогт, 2003. - С. 149-152.
20. Веренко В. А. Дорожні композиційні матеріали. Структура та механічні властивості / За ред. І.І. Леонович. - Мінськ: Наука і техніка, 1993. - 246 с.
21. Застосування грануляту при прокатуванні бетону / П.П. Петрович, В.В. Щелкунов, М.В. Фадєєв та ін. // Перспективи та ефективність цементного бетону в дорі. pp. : Тези. доп. Міжнародний. семінар. - М.: МАДІ-ГТУ, 2002. - С. 49-53.
22. Петрович П.П., Дмитрича А.В. Дослідження властивостей укочуваного бетону для будівництва покриттів автомобільних доріг: Матеріали Міжнар. науково-технічна конф. - Вологда: Фогт, 2003. - С. 217-218.

23. Безрук В. М. Основні принципи зміцнення ґрунту. - М.: Транспорт, 1987. - 32 с.
24. Якобсон М.Я. Застосування бетону із застосуванням подрібнених дрібних заповнювачів при будівництві доріг // Новини в дор. справа: Наук.-техн. інформувати. зб. / ФГУП "ІНФОРМАВТОДОР". - 2003. - Вип. 6. - С. 20-24.
25. Самойлова Л. І. Використання тонкого бетону в основі тротуару. - п. Володимир, 2001. - С. 21-24. - (Зб. / ГБ НДР Володимир, Державний університет).
26. Юмашев В. М., Басурманова І. В. Бетонні покриття з раннім відкриттям руху // Автомоб. дороги. -1995 - № 12 - С. 16-17.
27. Катцер У. Trag- und Zwischenschichte unter Verkehrsflächen aus Zementbeton // Die Strasse. - 1979. - № 5, - С. 33-35.
28. Пікфасер В., Рібітіш Е. "Чорний" або "Білий". Розпізнавання льодовика? Питання лобіста? // Sonderdruck aus Zement + Beton. - 1992. - № 2.
29. Маргайлік Є. І. Будівництво дорожніх покриттів, платформ та магістралей для укочуваного бетону (www.nestor.minsk.by).
30. Хуан Ф. Реконструкція на конкретному компактi // Маршрути. - 1984. - № 610.
31. Випробування виконання роликово-ущільненого бетонного покриття // Цемент і бетон. - 1988. - № 497.
32. Макдова М. В. Важкий бетон для будівництва аеродромних поверхонь // Аеропорти. Передові технології. - 2004. - № 1. - С. 16-20.
33. Степушин А. П. Розробка імовірно-статистичного розрахунку довговічності твердих покриттів аеродромів та магістралей: Дис. Доктор тех. Наука. - М.: МАДІ-ГТУ, 1995. - 275 с.
34. Коршунов В. І. Зниження собівартості та поліпшення якості цементно-бетонних покриттів // Наука і техніка в дор. промисловості. - 1997. - № 2. - С. 16-18.
35. Ушаков В. В. Підвищення ефективності проєктування та будівництва доріг гірничих підприємств. - Чита: Забтранс, 1999. - 164 с.
36. Басурманова І. В. Технологія будівництва покриттів і основ із затверділого бетону // Автом. дороги. - 1995. - № 3-4. - С. 21-22.

37. Erste Walzbetonstrasse Deutschlands // Strasse und Autobahn. - 1988. - Т. 39. - № 2.
38. Андерсон Р. Шведський досвід роботи з РКЦ // Concrete Internationals Des. та конструкції. - 1987. - Т. 9. - № 2.
39. RCC: тротуар промислової міцності. Інженерні новини // Запис. - 1987. - Т. 218. - № 21.
40. Хансен Кеннет Д. Тротуар на сьогодні і завтра // Concrete International - 1987. - Vol. 9. - № 2.
41. Савицький В. В., Петрович П. П., Дмитрича А. В. Лабораторні дослідження прокатки сталевих волокон // Наук.-техн. зб. / Військово-технічний університет при Спецбуді Росії. - Балашиха, 2003. - Вип. 7. - С. 122-124.
42. Інструкція із застосування прокатного низькоцементного бетону в дорожніх конструкціях: ВСН -/ Департамент Москви. - М., 1995. - 31 с.
43. Інструкція із застосування тонкого бетону при будівництві дорожнього покриття: ВСН 51-80 / СоюздорНІІ. - М., 1981. - 27 с.
44. Бетони важкі прокатні із твердих сумішей для дорожнього будівництва. Технічні умови: проєкт OST / RosdorNII. - М, 2002. - 21 с.
45. Методичні рекомендації щодо будівництва фундаментів та покриттів з віброкатаного цементного бетону / Ленінград. філ. СоюздорНІІІ. - М., 1991. - 7 с.
46. Басурманова І.В., Кирилова Л.М., Коршунов В.І. Дослідження властивостей затверділого бетону для будівництва покриттів // Проблеми проєктування та п-ва автомобіля. дороги. - М., 1993. - С. 44-51. - (Тр. / СоюздорНІІ).
47. Методичні рекомендації щодо використання технологічних конструкцій нежорстких покриттів з основами з тонкого бетону / СоюздорНІІ. - М., 1986. - 36 с.
48. Якобсон М.Я. Дорожній бетон із застосуванням відсівів для подрібнення вивержених порід для будівництва дорожніх покриттів: Автореф. дис. Канд. тех. Наука. - М., 2000. - 21 с.
49. Пінус Є. Р. Доцільність використання бетонних сумішей для дорожніх покриттів доріг та аеродромів. - М.: Автотрансиздат, 1960. - 20 с.

50. Пінус Е.Р. Про зміцнення зони контакту між заповнювачем та в'язкою у бетоні. - Балашиха, 1969. - С. 14-28. - (Тр. / СоюздорНИИ).

51. Яромко В. Н. Досвід будівництва та експлуатації покриттів з цементно-бетонних покриттів у Білорусі // Перспективи та ефективність застосування цементного бетону в дорі. рр. : Тези. доп. Міжнародний. семінар. - М.: МАДІ-ГТУ, 2002. - С. 32-36.

52. Укочуваний бетон на основі повільнотвердіючого шлакового сполучного / Б.А. Асматулаєв, А.М. Шейнін, В.І.Чумаченко та ін. // Автомоб. дороги. - 1993. - № 9. - С. 18-20.

53. Галкін В. В., Чернусов М. М. Міцність і довговічність дрібнозернистого сталевого волокнисто-шлакового бетону (СФШБ): 1-й Всерос. конф. з проблем бетону та залізобетону. Книга 2. Розділ питань конкретних технологій. - М., 2001. - С. 1180-1187.

54. Фурсов С.Г., Жеканова Н.В., Панфілов Ф.В. Використання матеріалів для подрібнення старого покриття // Наука і техніка в дор. промисловості. - 2004. - № 1. - С. 37-40.

55. Методичні рекомендації щодо влаштування підстав тротуарів з «тонкого» бетону: ODMD / Міністерство транспорту. РФ, Держ. обслуговування дор. домашнє господарство (Росавтодор). - М.: ФГУП "ИНФОРМАВТОДОР", 2003. - 35с.

56. Міцність і морозостійкість бетону з твердих прокатних сумішей / В. І. Коршунов, І. В. Басурманова, М.Я. Якобсон та ін. // Автомобіль. дороги. - 1991. - № 8. - С. 19-20.

57. Шейнін А.М., Якобсон М.Я. Дрібнозернистий бетон з додаванням суперпластифікаторів // Автомат. дороги. - 1994. - № 9. - С. 18-20.

58. Schmidt H. Van einer Walzbeton-Versuchsterecke // Strafe und Autobahn. - 1988. - № 39.

59. Eisenmann J., Birmann D. Forshungsbericht № 1253 od 20.09.1988: Messungen an einer Erprobungsstrecke mit Walzbeton // Strape und Autobann. - 1989. - № 40. - С. 405-406.

60. ДСТУ Б В.2.7-75-98 Щебінь і гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови
61. ДСТУ Б В.2.7-32-95 Будівельні матеріали. Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови
62. Birman D., Eisenmann J., Hufschmidt H., Marchand C, Schmidt H., Tappert A. Звіт про смуги руху зі стіною з бетонної колії в районі В266 у місті Бад-Нойєнар // Strape und Autobann. - 1991. - Вип. 41.
63. ДСТУ Б EN 197-1:2015 Цемент. Частина 1. Склад, технічні умови та критерії відповідності для звичайних цементів .
64. ДСТУ Б В.2.7-273:2011 Вода для бетонів і розчинів. Технічні умови.
65. Методичні рекомендації щодо використання відходів дроблення дорожнього покриття / СоюздорНІІ. - М., 2003. - 21с,
66. Інструкція з будівництва дорожніх цементно-бетонних покриттів та фундаментів з бетонних бруківок із легкими формами: ВСН 77-88 / СоюздорНІІІ. - М., 1989. - 44 с.
67. Технічні рекомендації щодо використання прокатного низькоцементного бетону в дорожніх конструкціях: ТР 138-03 / ДУЕ НІІМосстрой. - М, 2004. - 109 с.
68. Вказівки щодо проектування твердих покриттів (замість ВСН -) / Міністерство транспорту. РФ, Держ. обслуговування дор. домашнє господарство (Росавтодор). - М.: ФГУП "ІНФОРМАВТОДОР", 2004. - 135с.
69. Інструкція з будівництва цементно-бетонних покриттів доріг: ВСН - / Міністерство транспорту. - М.: ВПТІТрансстрой, 1980. - 105 с.
70. Методичні рекомендації щодо відновлення асфальтових покриттів та фундаментів доріг шляхом холодної регенерації: ОДМД / Міністерство транспорту. РФ, Держ. обслуговування дор. домашнє господарство (Росавтодор). - М.: ДП "Інформатодор", 2002. - 56 с.
71. Бахрах Г.С., Лецицька Т.П. Напівтверді покриття та перспективи їх застосування // Автомат. дороги. - 1975. - № 6. - С. 12-13.

72. Миколаїв В. А. Поліпшення технологічних та експлуатаційних властивостей дорожнього цементного бетону з додаванням бітумної емульсії: Автореф. дис. Канд. тех. Наука. - М., 1972. - 24 с.

73. ДСТУ Б В.2.7-176:2008 Суміші бетонні та бетон. Загальні ТУ

74. ДСТУ Б В.2.7-313:2016 Бітуми дорожні, модифіковані комплексами добавок. Технічні умови

75. Шейнін А.М., Еккель С.В., Феднер Л.А. Про рекомендації щодо будівництва цементно-бетонних фундаментів дорожнього покриття шляхом прокатки // Наука і техніка в дор. промисловості. - 2004. - № 3. - С. 6-9.

76. ДСТУ Б В.2.7-32:95 Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт