

ЕФЕКТИВНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА ДОРІГ

студ. Петраш А.С., гр. ПЦБ-467,

Науковий керівник д.т.н. проф. Мішутін А.В.

Одеська державна академія будівництва і архітектури

Актуальність дослідження. Стан проблеми. Будівництво автомобільних доріг і аеродромів є однією з найбільш розвинених галузей будівництва, де застосовують спеціальні цементні та асфальтові дорожні бетони. Дорожні бетони працюють у складних експлуатаційних умовах і повинні відповідати ряду спеціальних вимог.

У дорожньому покритті розрізняють наступні конструктивні шари:

- покриття – верхня частина, яка сприймає зусилля від коліс автомобілів та піддається безпосередньому впливу атмосферних факторів;
- основа – частина покриття, що забезпечує разом із покриттям перерозподіл і зниження тиску на додаткові шари, що знаходяться нижче, чи на ґрунт земляного полотна;
- додаткові шари основи – шари між основою і підстиляючим ґрунтом. Додаткові шари основи виконують морозозахисну, дренажну і теплоізолюючу функції.

Дорожні цементні бетони підрозділяють на бетони для одношарових і верхнього шару двошарового покриття; бетони для нижнього шару двошарового покриття; бетони для основи доріг і аеродромів.

За умовами твердіння дорожні бетони поділяють на бетони, що тверднуть у природних умовах і вкладаються при зведенні об'єкту, бетони прискореного тверднення, які використовуються на заводах і полігонах для виробництва різних бетонних залізобетонних виробів. Цементні дорожні бетони підрозділяють також за видом і крупністю заповнювачів, консистенцією бетонних сумішей, показниками міцності й іншими властивостями.

Мета роботи. Цементобетонні покриття найбільшою мірою застосовують на вантажонапружених магістралях та аеродромах. У порівнянні з покриттям на основі органічних в'язучих – бітумів і дьогтів, вони мають стабільні експлуатаційні показники та високу довговічність.

Отримання дорожніх бетонів підвищеної міцності, деформативності та морозостійкості досягається за допомогою комплексу технічних рівнянь – вибору

вихідних матеріалів і добавок, проектування оптимальних складів, реалізації ефективних технологій виготовлення і укладки бетонної суміші, догляду за бетоном.

Отримані результати. «Велике будівництво» – урядова програма в Україні, ініційована Президентом України Володимиром Зеленським у березні 2020 року. Метою програми було заявлено покращення транспортної, освітньої, соціальної та спортивної інфраструктури.

Фактично першим проектом «Великого будівництва» ще у 2019 році стала траса із Запоріжжя до Маріуполя. 130 км шляху були оновлені за рекордні три місяці. Тоді ця дорога була винятком, з 2020 року це стало правилом.

Протягом 2020 року в межах програми «Великого будівництва» збудували 4000 км доріг, на що витратили 120 млрд. грн, проте як у 2018 році 3800 км доріг за 40 млрд. гривень.

Звернувши увагу на інфографік (Рис.1) можна помітити, що вартість 1 км дороги у 2019 році становила 25.2 млн грн, у 2020 році – 20.4 млн грн, у 2021 році – 20.7 млн грн залежно від інфраструктури та якості дорожніх робіт.

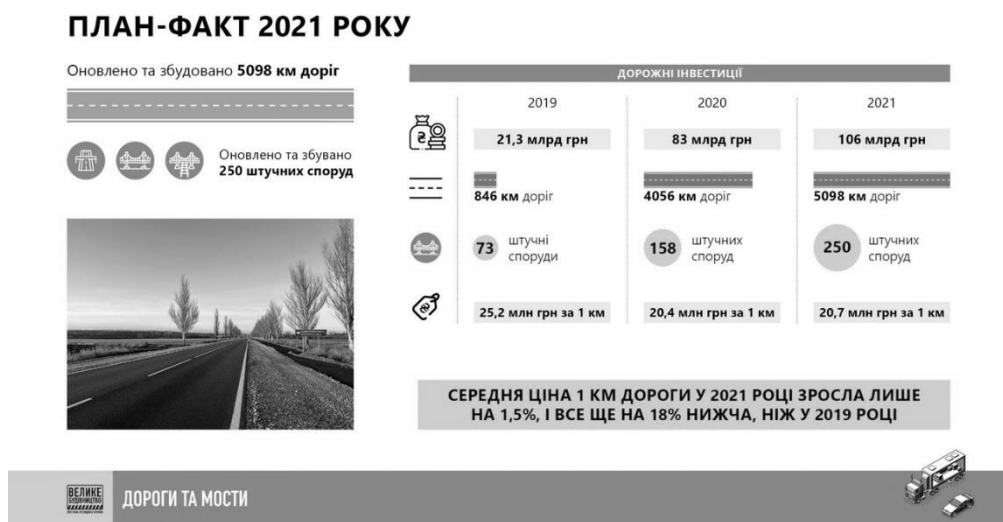


Рис. 1. Інфографік «Велике будівництво» станом на 2021 рік

ДБН та ДСТУ. Проаналізувавши матеріал за ДБН та ДСТУ можна зробити такі висновки щодо бетонних робіт.

По-перше, треба зауважити головний пункт цих робіт, а саме робочий склад бетонних сумішей. Підбір номінального складу бетону проводять за наступними етапами:

- вибір і визначення характеристик вихідних матеріалів для бетону;
- розрахунок початкового складу;

- розрахунок додаткових складів бетону з параметрами складів, що відрізняються від прийнятих у початковому складі в більшу і меншу сторону;
- виготовлення пробних замісів початкового і додаткових складів, відбір проб, випробування бетонної суміші, виготовлення зразків і їх випробування за всіма нормованими показниками якості;
- обробка отриманих результатів зі встановленням залежностей, що відбиваються вплив параметрів складу на нормовані показники якості бетонної суміші і бетону, необхідних для призначення і корегування робочих складів бетону;
- призначення номінального складу бетону, що забезпечує отримання бетонної суміші і бетону необхідної якості при мінімальній витраті в'язучого.

Вибір матеріалів, що використовуються для виготовлення бетону, слід проводити на основі їх паспортних характеристик відповідно до вимог стандартів і технічних умов.

Бетонна суміш повинна мати підібраний зерновий склад, достатню легкоукладальність, які забезпечують одержання рівної і замкнутої поверхні покриття при заданій рухомості або жорсткості. Також вона не повинна розшаровуватись під час транспортування і при розподіленні по основі. Легкоукладальність бетонної суміші залежить від обраного устаткування для її приготування, комплексу бетоноукладального обладнання та обраної технології транспортування, укладання і ущільнення.

Для забезпечення необхідної морозостійкості дорожнього бетону до бетонних сумішей пред'являють вимоги, що регламентують їх водоцементне відношення і вміст втягнутого повітря. Обсяг втягнутого повітря в бетонній суміші для шарів покриття повинен складати від 5% до 6%.

Для приготування бетонних сумішей для шарів покриття та основи необхідно застосовувати портландцемент типу I та II на основі клінкеру нормативного складу з вмістом трьохкальцієвого алюмінату в кількості не більше ніж 7%.

В якості крупного заповнювача для бетонних сумішей слід використовувати щебінь з природного каменю, гравій та щебінь з гравію. Найбільша крупність заповнювача для одношарових покриттів автомобільних доріг повинна становити 40 мм; для верхнього шару двошарових покриттів 20 мм; для основ – 70 мм. В сумішах також використовують дрібний заповнювач. Прикладом таких заповнювачів є пісок природний та пісок із відсівів дроблення вивержених порід.

Слід також звернути увагу на добавки, які додають до бетонної суміші. До них відносять пластифікатори, прискорювачі твердіння бетону, сповільнювачі, повітряні та антифрізні добавки.

Добавка хімічна – речовина, яку додають у процесі приготування бетонної суміші для регулювання властивостей виготовленої цементобетонної суміші та/або цементобетону. Їх вводять у цементобетонну суміш разом із водою зачистки під час приготування цементобетонної суміші. Під час використання двох або кількох хімічних добавок потрібно провести їхню перевірку на сумісність у разі одночасного їх введення. У разі недостатньої сумісності добавок їх потрібно вводити в цементобетонну суміш окремо, але при цьому кожна добавка має забезпечувати необхідний ефект.

Для компенсації впливу пластифікатора, що трохи уповільнює процес твердіння, часто вводиться спеціальна добавка – прискорювач твердіння. Вони застосовуються при вирішенні нестандартних завдань, коли потрібна швидка схоплюваність нижнього шару бетонної заливки, щоб можна було продовжити багаторівневу заливку якомога раніше.

Основне призначення протиморозних добавок – це забезпечення можливості бетонних робіт за низькими температурами. Деякі види добавок дають можливість бетонування при температурах до -25°C .

До виробників бетонних добавок можна віднести Sika та Batichem. Batichem, які спеціалізуються на виробництві пластифікаторів, а Sika – фібри та антифрізових добавок. До фібр від Batichem можна віднести: Sika SikaFiber PPM-12 та Sika Kirchland FiberPro PPL 12 mm. Серед добавок можна виділити Sika Anti-freeze Sika та Sikament BV-3M. Пластифікатори від Batichem класифікують за призначенням.

Приведемо порівняльну характеристику сумішей від різних виробників (див. Табл.1, 2).

Правда та видумки про бетонні дороги. Існує два основних типи конструкцій дорожнього одягу – нежорстка (асфальт) та жорстка (цементобетон). При цьому досвід експлуатації показує, що в будь-яких кліматичних умовах за будь-якої інтенсивності та будь-якого складу руху цементобетонні покриття є більш довговічними (20-30 років) ніж асфальтові (8-12 років). Переваги цементобетонних доріг визнаються і вітчизняними чиновниками, але, на жаль, ці технології не охоче використовуються в Україні через ціни на матеріали та додаткове обладнання.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика пластифікаторів

Пластифікатор		
Категорія порівняння	Ceresit CC 81	Batichem Batil-ST
Призначення	Додавання емульсії Ceresit CC 81 в розчини збільшує їхню адгезію до основ, покращує технологічні властивості, підвищує еластичність, тріщиностійкість, зменшує усадку, збільшує життєздатність робочого складу	Знижує потрібну кількість води, скорочує водоцементне відношення, підвищує початкову та кінцеву міцності бетону, сприяє ущільненню бетону, значно зменшує водопоглинання бетону, не містить хлориду та інших корозійних речовин
Витрати	Згідно з технічним описом на використовувану розчинну суміш	0,6-0,8 кг на 100 кг цементу / 1,8-2,4 кг/м ³ бетону
Показник температури	Від 0°C до + 40°C	Від + 5°C до + 30°C

Таблиця 2

Порівняльна характеристика антифрізів

Антифріз		
Категорія порівняння	Stonehouse №5	Sika Antifreeze
Призначення	Для цементних розчинів та бетонів з метою покращення їх технологічних властивостей, у тому числі і для сухих будівельних сумішей: клеїв для плитки, для піно- та шлакоблоків, клею для приклеювання та армування пінополістиролу, штукатурок, стяжок, розчинів кладок та ін.	Добавка до бетону із протиморозною дією. Для бетонів, що укладаються при низькій температурі. Продукт може застосовуватися для армованих та переднапружених бетонів.
Витрати	3.0 кг на м ²	1-2% від маси цементу
Показник температури	Від – 15°C до + 40°C	Від – 15°C до + 35°C

Міф 1 – цементобетонні дороги дорожчі за асфальтові. Для розгляду доцільності будівництва жорсткого дорожнього покриття з економічного погляду порівняємо вартість нежорсткого покриття (асфальт) із жорстким покриття (цементобетонним) для дороги першої категорії (див. Табл.3)

Таблиця 3

Порівняльна характеристика основних типів конструкцій дорожнього одягу

Асфальт	Цементобетон
Товщина покриття, см	
15	26
Середня щільність матеріалу, г/см	
2,36	2,4
Середня по Україні ціна суміші без вартості укладки	
2832 грн/ м ³	2200 грн/м ³
Вартість квадратного метра, грн	
424	234

Отже, ми бачимо, що цементобетонне покриття значно дешевше за асфальт. Також слід зауважити, що термін служби цементобетонного покриття значно перевищує асфальт.

Міф 2 – складність технології будівництва бетонних доріг та необхідність нової дорогої техніки. Для будівництва сучасних цементобетонних доріг варто уважно придивитись до технології бетону, що «закатується», або комбінованого покриття, будівництво якого не потребує великої кількості техніки. Тим паче, що потрібна техніка є в наявності в Україні.

Тип покриття може використовуватися для будівництва як місцевих доріг, так і регіональних, оскільки можливий діапазон міцності на стиснення шару покриття від С8/10 до С32/40 (від 13 до 51 МПа). Також бетон можна використовувати як верхній шар двошарового покриття.

Таким чином це дозволяє використовувати цю технологію для будівництва доріг від 1-ї до 5-ї категорії.

Висновки. Завдяки цієї інформації можна зробити такі висновки щодо виконання будівельних робіт для автомобільних доріг. Ми визначили головні фактори та вимоги, яким повинні відповідати дорожні бетони. Також ми проаналізували інфографік будівництва доріг за 2021 рік та зробили висновок, щодо фінансування цієї галузі будівництва. Треба зауважити, що ми порівняли та

визначили з двох основних типів дорожньої конструкції найкращий – цементобетон. Асфальт поступається йому місцем за усіма параметрами.

Summary.

Thanks to this information, the following conclusions can be drawn about the construction work for highways. We have identified the main factors and requirements that road concretes must meet. We also analyzed the infographics of road construction for 2021 and concluded on the financing of this construction sector. It should be noted that we compared and determined the best of the two main types of road construction - cement concrete. Asphalt is inferior to it in all respects.

ЛІТЕРАТУРА

1. <https://gordonua.com/news/money/v-2021-godu-v-ramkah-bolshogo-stroitelstva-v-ukraine-vosstanovili-5098-km-dorog-mininfrastruktury-1588693.html>
2. <https://bigbud.kmu.gov.ua>
3. <https://www.president.gov.ua/ru/news/volodimir-zelenskij-za-dva-roki-v-mezhah-programi-velike-bud-72245>
4. https://dnaop.com/html/41004/doc-ДСТУ_Б_В.2.7-128_2006
5. <https://kontur.ua/ua/biblioteka/fibra-v-betone/kak-pravilno-dobavlyat-polipropilenovuyu-fibru/>
6. <https://cetka.info/stati/armirovanie-dorozhnoj-setkoj.html>
7. <http://ukrcement.com.ua/dokumentatsiya/publikatsiji/234-pravda-i-vymysly-o-betonnykh-dorogakh.html>
8. ДСТУ-Н Б В.2.3-36:2016 Настанова з влаштування жорсткого дорожнього одягу
9. ДСТУ Б В.2.7-215:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Правила підбору складу
10. <http://superbeton.com.ua/beton-proizvoditelja/vidy-dobavok-dlya-betona>
11. ДСТУ Б В 2.7 – 47 – 96 Бетони. Определение морозостойкости.
12. ДСТУ 8858.2019. Суміші цементнобетонні дорожні та цементобетон дорожній.
13. Методичний посібник. Гідротехнічні та дорожні бетони. М.А.В.
14. WWW.BATICHEM_UA
15. WWW.MAPEI.UA
16. WWW.SIKA.UA
17. <https://nikolaev.kub.in.ua/stroitel'naja-himija/plastifikatori/plastifikator-batil-st-10-l>
18. <https://ceresit.ua/ru/catalog/spetsialni-materiali/ceresit-cc-81.html>
19. https://ukr.sika.com/dms/getdocument.get/efb42619-6c7e-35e2-8e1d-6b721ace-beff/PDS_Sika%20Antifreeze%20LS%20UA.pdf