

## **ЗАСТОСУВАННЯ СТАЛЕФІБРОБЕТОНУ В ДОРОЖНЬОМУ БУДІВНИЦТВІ**

## **APPLICATION STEEL FIBER CONCRETE IN ROAD BUILDING**

**Бабич Є.М. д.т.н., проф. (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне), Андрійчук О.В. к.т.н., доцент., Ужegov С.О. асист., Шаповал І.В. студент (Луцький НТУ, м. Луцьк),**

**Babich E.M. DSc in engineering, professor (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne), Andriichuk A.V., Ph.D., senior lecturer, Uzhegov S.O. assistant, Shapoval I.V. student (Lutsk National Technical University, Lutsk)**

У статті описано характеристики фібробетонів, що застосовуються в дорожньому будівництві. Представлено досвід застосування жорстких дорожніх одягів в розвинених країнах Європи та США. Проаналізовано доцільність застосування сталевібробетону в дорожньому будівництві при влаштуванні цементно-бетонного покриття.

The article describes the characteristics of fiber concrete, their research and manufacture steel fiber concrete. Posted prospects for its use in road construction. Submitted experience placement rigid type pavements in the developed world. The scope of work for the repair and rehabilitation of existing and construction of new roads is enormous. Therefore, the use of strong, durable and cost effective material in road construction is very actual problem today.

This article describes the advantages and disadvantages of asphalt-concrete and cement-concrete pavement roads. Presented perspective of rigid pavement designs using steel fiber concrete. Posted experience of steel fiber concrete in road construction in our country and abroad.

**Ключові слова:** фібробетон, фібра, сталеве волокно, базальтова фібра, дорожнє будівництво.

**Keywords:** fiber concrete, fiber, steel fiber, basalt fiber, road building.

У дорожньому будівництві кінцевою продукцією є автомобільна дорога, що призначена для здійснення безпечних вантажних і пасажирських перевезень протягом строку її служби. Саме ці споживчі властивості автомобільної дороги забезпечуються одним із найбільш важливих її складових – конструкцією дорожнього одягу необхідної міцності.

Забезпечення міцності дорожнього одягу регламентується нормативними документами з проектування конструкцій дорожнього одягу. Ці документи поєднують процедури збору вихідних даних, розрахунок і конструювання варіантів конструкцій дорожнього одягу, а також обґрунтування вибору найбільш раціональної конструкції для кожного окремого об'єкта.

Основною умовою проектування конструкції дорожнього одягу згідно вказаних нормативних документів є забезпечення повного зчеплення між шарами дорожнього одягу. Це створює найкращі умови роботи кожного шару зокрема, та всієї конструкції вцілому. Погіршення зчеплення між шарами призводить до збільшення розтягуючих напружень в монолітних конструктивних елементах, викликаючи передчасне утворення поздовжніх тріщин та сітки тріщин від втоми. Крім того прискорює утворення колійності, зсувів, напливів в асфальтобетонному покритті, а також зменшує жорсткість і розподільчу здатність пакету з слабозчеплених шарів, що погіршує напружено-деформований стан додаткових шарів основи та ґрунту земляного полотна та є причиною утворення просідань. Таким чином, зчеплення між шарами дорожнього одягу є важливим фактором забезпечення міцності дорожнього одягу та суттєво впливає на якість автомобільних доріг.

Дорожній одяг автомобільної дороги може бути жорсткого та нежорсткого типу. Вибір типу дорожнього одягу, вартість якого становить до 60% загальної вартості дороги, є важливим і відповідальним рішенням. Чим вище технічна категорія дороги, тим більш високі вимоги пред'являються до міцності та капітальності дорожнього одягу.

Від дії впливів, що виникають під час руху т/з та погоднокліматичних факторів на поверхні покриттів нежорстких дорожніх одягів (асфальтобетонне покриття) утворюються руйнування (вибоїни, тріщини, вилущування і т.д.) та деформації різного виду (колійність, напливи, гребінки).

Можна вважати, що автомобільна дорога – це складний інженерно-технічний комплекс, для функціонування якого мають бути створені відповідні умови і до складу якого входять не лише земляне полотно та дорожній одяг, а й значна кількість дорожньо-транспортних споруд (ДТС), що мають задане функціональне призначення. В Україні мережа автомобільних шляхів загального користування включає 169,5 тис. км доріг.

Згідно нормативних документів цементобетонне покриття влаштовується на дорогах I-а, I-б і II категорії при великій інтенсивності руху т/з – більше ніж 3000 автомобілів за добу. Пропускна здатність окремих а/д України навіть перевищує ці стандарти – зокрема дорога Київ-Бориспіль має пропускну здатність 40 тис. авт/добу.

На сьогоднішній час в Україні найскладніша ситуація зі станом доріг у західних регіонах, а також у Миколаївській, Одеській і Харківській областях. В країні 50 тисяч км доріг потребують ремонту. Крім того, на 1740 км автомобільних доріг покриття відсутнє повністю, тому ремонт цих доріг можна зробити тільки комплексно [1]. Для задоволення системи життєзабезпечення багатофункціонального господарства нашої країни вже нині потрібно звести велику кількість нових магістральних доріг із твердим покриттям та здійснити капітальний ремонт існуючих. Якщо стан регіональних та державних доріг – справа винятково внутрішня, то міжнародних трас, яких в Україні більше 8 тис км, – це питання іміджу та репутації держави на міжнародному рівні.

Розвиток дорожньої інфраструктури, в умовах щорічно зростаючого транспортного потоку, передбачає будівництво сучасних автомагістралей із високими транспортно-експлуатаційними характеристиками та є надзвичайно актуальним завданням для інтеграції України в Європейську спільноту.

Як показує світова практика, єдиним варіантом вирішення проблеми будівництва платних автобанів (нім. Autobahn, дослівно – «автомобільна траса») є концесійне будівництво із залученням зарубіжних інвесторів. Доречі автобани Німеччини є єдиною у світі діючою шляховою системою, на якій максимальна швидкість принципово законом не обмежена. Оскільки дорожнє будівництво є дуже вартісним, то окупність таких проектів може становити десятки років.

У порівнянні з асфальтобетонним покриттям дорожній одяг жорсткого типу має вищу міцність, рівність і в той же час достатнє зчеплення автомобільних шин із поверхнею покриття.

Технологія виконання робіт по влаштуванню цементобетонного покриття майже повністю механізована. Воно являє собою плит з бетону, влаштовану по міцній і стійкій основі (рис. 1).



Рис. 1. Влаштування цементобетонного покриття

У даний час на території України будують автомобільні дороги з асфальтобетонним покриттям. Для порівняння згідно зі статистикою в розвинених країнах протяжність цементобетонних а/д складає: США – 60 %, Австрія – 46 %, Німеччина – 38 %. А в Росії, для порівняння – 3 %. Термін експлуатації до ремонту для цементобетонного покриття в США, Німеччині, Голландії та Австрії часто перевищує 30...40 років, що в 2...3 рази більше міжремонтного терміну служби асфальтобетонного покриття.

Конструктивно цементобетонне покриття може бути збірним (складається з окремих з/б плит заводського виготовлення) та монолітним (суцільним). Під час влаштування монолітного покриття надрізаються деформаційні шви на  $1/3$  товщини плити з інтервалом 6...10 м, які заповнюють спеціальною еластичною

мастикою. Головне призначення деформаційних швів – сприйняття напружень, що виникають в плиті, та її захист від температурних тріщин.

В процесі виготовлення класичного цементобетонного покриття через якість компонентів, умови тужавлення та ущільнення, можуть накопичуватися дефекти, що зменшують його теоретичну міцність. Однією з головних причин недобору міцності може бути процес тріщиноутворення (у випадку перевищення навантаженням, що виникає, міцності бетону).

Внутрішнє тріщиноутворення найчастіше спричиняється усадкою свіжеукладеної бетонної суміші, що обумовлено процесами твердіння в початковій строки та швидким випаровуванням води протягом перших 24 годин після вкладання та ущільнення бетону. Спочатку тріщини непомітні (початкова стадія процесу тріщиноутворення), але після тужавлення бетону та впливу зовнішніх динамічних навантажень стають помітними. Найчастіше вони проходять через всю плиту та порушують цілісність конструкції ще до того, як бетон набуде проектної міцності. Таким чином, розвиток мережі нових автомобільних доріг, також, як і утримання діючих в належному стані, пов'язано в значній мірі з необхідності подальшого вдосконалення їх конструктивних рішень, у тому числі з застосуванням для їх зведення нових ефективних конструкційних матеріалів, що здатні задовольняти сучасні вимоги.

Аналіз вітчизняних і зарубіжних робіт показує, що одним з перспективних напрямків в галузі дорожнього будівництва є застосування в якості несучого шару доріг дисперсно-армованих бетонів і насамперед сталевібробетону. Дисперсно-армовані бетони, які є різновидом широкого класу композиційних матеріалів, в наш час все більш широко використовуються в різних галузях будівництва. Фібробетони в порівнянні з класичним бетоном за технічними характеристиками мають:

- підвищений модуль пружності;
- високу міцність на розтяг;
- стійкість до дії хімічних речовин і атмосферного впливу;
- відсутність усадки;
- стійкість до тріщин;
- високу водонепроникність;
- високу морозостійкість і вогнестійкість;
- стійкість до стирання;

- високу ударостійкість і пластичність.

Основними добавками для виробництва фібробетонів є: сталевий дріт (СФБ), скляне волокно, поліпропіленове волокно; поліетиленові, поліамідні, базальтові, азбестові, вуглецеві, карбонові, акрилові, поліефірні, нейлонові нитки, віскоза, хлопок.

Вперше сталофібробетон в якості матеріалу був використаний для ремонту дорожніх покриттів в США [2]. Завдяки своїй високій міцності, опору втомі, можливості укладання досить тонкими шарами, сталеві фібробетон володіє очевидними перевагами, які, як було встановлено, можуть проявляються не тільки у випадку ремонту, але і при зведенні покриттів нових доріг. Починаючи з 1972 року в США були здійснені досить великі проекти в цьому напрямку, що включають влаштування покриттів міжміських шосе, міських вулиць, площадок для стоянок автомобілів (штати Мічиган, Айова, Міннесота). Довжина ділянки покриття дороги в штат Айова становила 8 км при ширині проїзної частини 6,7 м. Вміст сталевих фібр в покритті змінювався на різних ділянках дороги від 0,75 до 1,5 % за об'ємом. У штаті Міннесота в якості армуючих компонентів були застосовані відрізки сталевого дроту та скляні волокна. Товщина покриття варіювалась в межах від 51 до 102 мм.

На території Росії значний обсяг досліджень з вивчення експлуатаційних характеристик сталеві фібробетонних покриттів доріг був проведений в Алтайському краї [3], Зведення покриття здійснювалося за допомогою бетоновкладальних машин (БУМ). Товщина перерізу покриття становила 12 см. Спостереження за покриттям з моменту його зведення в 1982 р. по 1998 р. показало, що його стан в жорстких кліматичних умовах Алтайського краю був досить стабільним, не вимагав капітального ремонту і відновлення. У той же час, експлуатаційні пошкодження на сусідніх ділянках автодороги виникали в значній кількості. Був зроблений висновок про можливість і доцільність подальшого застосування сталеві фібробетону при зведенні автодоріг з високою інтенсивністю руху (першої та другої технічних категорій).

Дослідно-виробничі роботи по зведенню ділянки дороги з сталеві фібробетону показали наступне. Якість одержуваної в автобетонозмішувачі сталеві фібробетонної суміші з підвищеним вмістом фібр була цілком задовільною. Завдяки використанню автобетонозмішувача був забезпечений практично весь комплекс робіт, пов'язаних з монолітним бетонуванням, починаючи від

приготування сталевібробетонної суміші та закінчуючи її доставкою та вкладанням в конструкцію. Будь-яких ускладнень в процесі виробництва робіт не виникало.

Таким чином, було встановлено, що застосування автобетонозмішувачів при зведенні монолітних конструкцій з сталевібробетону виявляється досить ефективним і може бути рекомендовано для широкої практики в дорожньому будівництві. У цьому випадку створюються передумови для скорочення кількості технологічних операцій і підвищується продуктивність праці на будівельному майданчику.

Матеріал володіє унікальною міцністю на згин (7-17 МПа) і стиск (70-95 МПа). У результаті 15-мм плита з сталевібробетону може витримати навантаження в 15 кН/м<sup>2</sup>. До того ж, матеріал не схильний до утворення тріщин, відмінно протистоїть впливу вологи, витримує півтисячі циклів розморожування.

Опалубка з фібробетону використовується і як опалубка для бетонування залізобетонних плит проїжджої частини. Допустима довжина прольоту при цьому становить до 4 метрів. Ефективне застосування фібробетону для виготовлення акустичних (шумопоглинальних) екранів при будівництві шумозахисних бар'єрів автомобільних доріг. Це не весь перелік сфер застосування фібробетону в дорожньому будівництві. Матеріал можна використовувати для виготовлення: настилів, колон, опор мостів, естакад і шляхопроводів; парапетів; підпірних стінок і стійок.

1. <http://ukr.segodnya.ua/economics/avto/stalo-izvestno-gde-v-uk-raine-samye-plohie-dorogi-564400.html>.

2. Дорошенко Ю., Дорошенко О., Чиженко Н., Гудименко К. Дисперсно-армований бетон – надійний та ефективний матеріал для транспортного будівництва // Транспортное строительство Украины. – 2007. - №1 (5) – С. 16-19.

3. Талантова К.В. Эксплуатационные характеристики сталефибробетонных конструкций для дорожного строительства / К.В. Талантова, Н.М. Михеев, Л.А. Хвоинский // Бетон и железобетон. - 2002. - №3. - с. 6-8.