

УДК 625.85

Першаков В.М.¹², *д.т.н., професор*
orcid 0000-0001-5414-2782, pershakov@pau.edu.ua

Белятинський А.О., *д.т.н., професор*
orcid 0000-0002-2158-512X, beljatynskij@ukr.net

Стефашина Н.М., *магістр*
Stef.natalia@ukr.net

Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ГЕОСИНТЕТИЧНИХ АРМУЮЧИХ ПРОШАРКІВ В ДОРОЖНЬОМУ БУДІВНИЦТВІ

Стрімке зростання числа великовантажних автомобілів на дорогах, збільшення інтенсивності руху і, як наслідок, збільшення осьових навантажень на дорожнє покриття, сприяє розвитку деформацій асфальтобетонних доріг створених на основі звичайних бітумів. Основна проблема, що виникає у зв'язку з високими осьовими навантаженнями і великою інтенсивністю руху це – деформація асфальтобетонних покриттів автомобільних доріг, побудованих з використанням звичайних бітумів. Задовольнити ці вимоги повною мірою бітум вже не може. У всьому світі постійно проводяться роботи по створенню нових сучасних дорожніх матеріалів і технологій, коригуванні нормативних вимог до їх фізико-механічними властивостями. Все це спрямовано на підвищення довговічності дорожніх покриттів в сучасних умовах їх експлуатації. Головним завданням є аналіз технології будівництва доріг з використанням геосинтетичних прошарків, огляд і характеристики, виявлення недоліків і переваг.

Наукова робота побудована на аналізі теоретичних та експериментальних даних стосовно армуючих функцій геосинтетичних прошарків та їх функціональної взаємодії з іншими шарами в складі конструкції дорожнього одягу. Наведені матеріали і результати відповідно до затвердженної теми, які виконані на основі проекту реконструкції ділянки автомобільної дороги з використанням геосинтетиків.

В даній роботі досліджується оптимальний метод для вирішення основної проблеми в будівництві автомобільних доріг, а саме впливу негативних зовнішніх факторів, що сприяють руйнуванню конструкції

¹² © Першаков В.М., Белятинський А.О., Стефашина Н.М.

дорожнього одягу. Суть методу полягає в тому, що синтетичний матеріал має бути просочений зв'язуючим розчином, в даному випадку, бітумною емульсією, яка забезпечить її хорошу адгезію до асфальтобетону.

Враховуючи сучасні тенденції в будівництві автомобільних доріг, що передбачають оптимізацію всіх процесів з метою покращення їх експлуатаційних властивостей та досягнення максимальної економічної ефективності прийнятих рішень, дослідження геосинтетичних матеріалів є досить актуальним на даний час.

Ключові слова: геосинтетика, технології, будівництво, покриття автодоріг, геосинте-тичні прошарки, геотекстиль.

Вступ. На даний час на автомобільних дорогах України, як і в цілому світі, переважають нежорсткі дорожні одяги з асфальтобетонними шарами. Такі дорожні одяги нерідко під дією транспортного навантаження досить швидко руйнуються та вимагають передчасних ремонтів.

Руйнування проявляються різною мірою в залежності від режиму і характеру навантаження. Досить поширеними руйнуваннями асфальтобетонних шарів є тріщини. Тому, в останні роки, для підвищення довговічності таких шарів, на практиці досить широко застосовують армуючі прошарки у вигляді синтетичних матеріалів, але їх застосування не підкріплене досить строгою теоретичною базою, яка б дозволяла розраховувати асфальтобетонні шари дорожнього одягу з урахуванням особливостей роботи армуючих синтетичних прошарків.

За останні десятиліття вивченню тріщиностійкості асфальтобетонних шарів присвячено багато наукових праць вітчизняних і зарубіжних вчених, але дослідженню впливу армуючих синтетичних прошарків на загальний напружено-деформований стан цих шарів приділялось недостатньо уваги.

Тому в цій області практично відсутні теоретичні розробки, що дозволили б розробити єдину методику розрахунку асфальтобетонних шарів армованих синтетичними матеріалами. Як відомо, дорожньо-будівельні матеріали та ґрунти земляного полотна при їх навантаженні проявляють в'язко-пружні властивості, які

необхідно враховувати при визначенні напружено- деформованого стану армованих асфальтобетонних шарів дорожнього одягу від дії транспортних навантажень та при оцінці їх граничного стану, що ще більш ускладнює задачу.

Взаємодія асфальтобетону як матеріалу із синтетичним прошарком являє собою складний процес, що потребує ретельного вивчення в процесі теоретичних та практичних досліджень.

Мета статті: Дослідження використання геосинтетичних армуючих прошарків в дорожньому будівництві.

Огляд останніх публікацій з теми: розглянуті та проаналізовані геосинтетичні матеріали в дорожньому будівництві: в нормах [1, 6, 7, 9, 10, 14], у вітчизняних публікаціях[3, 4, 5, 11, 12, 13, 15] та закордонних публікаціях [2, 8].

Основна частина. Використання армуючих матеріалів при проектуванні, будівництві, реконструкції та ремонті автомобільних доріг.

В останні роки великого поширення в усьому світі набули споруди із застосуванням геотекстильних матеріалів. Кількість побудованих споруд із геотекстилем постійно збільшується і вираховується десятками тисяч, а дані систематичних обстежень за цими спорудами свідчать про їх надійність, довговічність та високі техніко-експлуатаційні показники. Все більшого застосування знаходить геотекстильний матеріал в конструкціях земляного полотна та дорожнього одягу, при чому особливості його роботи в дорожньому одязі менше вивчені, ніж в земляному полотні.

Питанню армування дорожнього одягу присвячені ряд зарубіжних публікацій, в яких приводиться досвід будівництва дорожніх конструкцій, що включають в себе конструктивні елементи «асфальтобетон – армуючий прошарок – асфальтобетон». В якості прошарків застосовуються такі матеріали: геотекстиль, скловолокно, різні полімерні і металічні сітки, металічні штирі.

Дослідження та результати спостережень показали, що геотекстиль підвищує дренажні властивості і виконує армуючу дію,

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.2(25) 2020р.

тим самим уповільнює процес тріщиноутворення в дорожніх покриттях.

Геосинтетики екстенсивно використовуються для укріплення та спостереження за розвитком тріщин в дорожніх покриттях Австралії, Бельгії, Канаді, Італії, Іспанії, Словенії, Нідерландах, Чехії, Німеччині, Франції.

В результаті зроблені такі висновки: - геотекстиль дає можливість обмежити і зменшити тріщиноутворення на дорожньому асфальтобетонному покритті; - необхідно використовувати малостискаємі геотекстильні матеріали, не збільшуючі деформації покриття під навантаженням і не дуже жорсткі, вони повинні мати хорошу сумісність з бітумом і бути термостійкими в діапазоні температур укладки асфальтобетонних сумішей.

З приведеного обзору можна зробити висновки, що:

- застосування геотекстильних прошарків в конструктивних шарах дорожнього одягу або між ними та умови їх спільної роботи мають велике практичне значення для дорожнього будівництва;

- геотекстиль, що застосовується для армування дорожніх конструкцій, на даний час став самостійним будівельним матеріалом, який в багатьох випадках не може бути замінений традиційним матеріалом;

- армування конструктивних шарів дорожнього одягу геотекстильними матеріалами дозволяє підвищити їх міцність, попередити розвиток відбитих тріщин в асфальтобетонних шарах покриття, зменшити матеріалоемкість дорожньої конструкції;

- дані систематичних обстежень за армованими спорудами свідчать про їх надійність, довговічність та високі техніко-експлуатаційні показники;

- при шаруванні дорожніх конструкцій підвищується культура виробництва, шляхом зменшення виробничого циклу, технологічність операцій та їх якісні показники.

В світовій практиці існує декілька класифікацій геотекстильних матеріалів, одна із яких приведена на рис. 1.

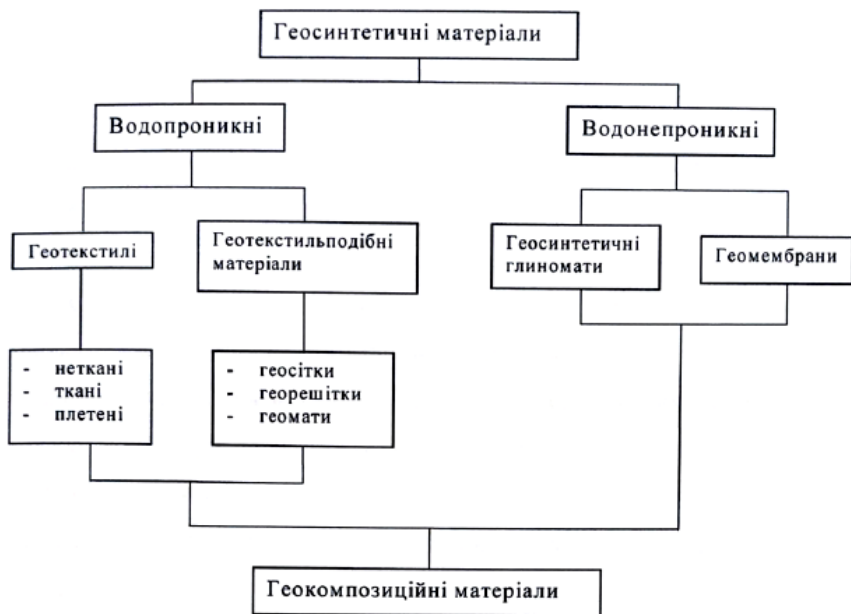


Рис.1. Класифікація геосинтетичних матеріалів

Основні види синтетичних матеріалів та їх загальна характеристика.

Доцільно розглянути класифікацію геосинтетичних матеріалів за британською методикою, що розроблена для обзору та аналізу і систематизації конкретних зразків. Дана класифікація, що відображена в таблиці 1 має суттєве значення в процесі підбору раціональних типів дорожніх конструкцій, залежно від бажаних властивостей, інженерно-геологічних, ґрунтових та кліматичних умов.

Область, ефективність та доцільність застосування рулонних *синтетичних матеріалів* (СМ) визначаються їх властивостями, які залежать від складу сировини та технології виробництва. Для виготовлення СМ використовуються різні полімери: поліамід (ПА), поліестер (ПЕТ), полієфір (ПЕФ), поліпропілен (ПП), поліетилен (ПЕ) і інші (табл.2.).

Таблиця 1.
Класифікація геосинтетичних матеріалів

Найменування	Матеріал полімер	Сфера застосування	Фізико-механічні показники
Неткані: голкопробивні, термоскріплені	Поліпропілен, поліефір	Підложка для композитів, захист від засмічення та зниження фільтраційних властивостей, для влаштування дренажних конструкцій та розділюючи шарів.	Номінальна міцність на розрив, значна несуча здатність, відносно подовження для номінальної міцності, модуль пружності, стійкість до світла та впливу хімічних реагентів, пористість.
Трикотажні та ткані	Поліефір та пропілен	Армування основ, що відносяться до категорії слабких, відкоси з крутизою вище середнього значення, підпірні стінки.	Відносно подовження для номінальної міцності та міцність на розрив. Хімічна стійкість та світлостійкість. Модуль пружності, границя текучості та міцність на проколлювання конусом.
Геосітки: -ткані, екструзивні	Поліпропілен, скло, поліамід, поліефір, поліетилен	Армування: ґрунтові основи та природні, влаштування жорстких та гнучких палей, пальових ростверків, армування покриттів з асфальтобетону	Відносно подовження для номінальної міцності, модуль пружності, деформація при повзучості, стійкість до світла, щільність, коефіцієнт зовнішнього тертя.

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.2(25) 2020р.

<i>Найменування</i>	<i>Матеріал полімер</i>	<i>Сфера застосування</i>	<i>Фізико-механічні показники</i>
Об'ємні георешітки:- модульні, -габійонна сітка, -сотовидні	Поліпропілен	Укріплення відкосів, конусів та насипів. Армування основ укосів підвищеної крутизни.	Міцність на розрив стрічки, морозостійкість та до впливу хімічних речовин.
Композиційні:- пористі, -волокнисті,- багатошарові з пластиком каркасом та захисними шарами,- неткані матеріали низької щільності	Поліпропіленполіетилен, поліолефі	Укріплення відкосів та влаштування дренажів у місцях зі складними геологічними та кліматичними умовами .	Вологостійкість та водонепроникність, відносна деформація та міцність на розрив.
Геомембрани	Поліпропілен та поліетилен	Зниження активних напруг за рахунок зменшення тертя з ґрунтовими складовими.	Водонепроникність, відносне подовження на розрив. Межа міцності, товщина, щільність матеріалу.
Гідроізоляційний матеріал	Поліпропілен та бентоніт	Влаштування повністю водостійких елементів.	Захист від негативного впливу водного середовища.

Суміші поліпропілену і поліетилену позначається як поліолефіни. Для додання спеціальних властивостей можуть

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.2(25) 2020р.

вводиться добавки. Як покриття застосовуються полівінілхлорид (ПВХ), поліетилен, бітум.

Таблиця 2.
Волокна, що застосовуються для виробництва синтетичних матеріалів

Показник	Волокноутворюючі полімери			
	поліестер, поліефір	поліпропілен	поліамід	поліетилен
Щільність, г/см	1,36-1,38	0,90-0,92	1,14	0,95-0,96
Водопоглинання, при 21 °С та відносній вологості 65%	0,2-0,5	0	3,5-4,5	0
Міцність на розрив волокна, МПа	35-90	22-55	45-70	32-65
Видовження при розриві, %	15-40	15-30	30-80	15-30
Здатність до повзучості	незначна	велика	незначна	дуже велика

Властивості нетканих геотекстилей залежать від способу зміцнення полотна:

- механічний (голкопробивний) – матеріал, як правило, анізотропні в двох взаємно перпендикулярних напрямках, відрізняються невисокою міцністю на розтяг і водонепроникністю, мають високу деформативність;

-хімічний – зміцнення досягається за рахунок введення в матеріал сполучного клею, що фіксує волокна в точках контакту;

- термічний – полотно піддається гарячому каландуванню зі спіканням волокон.

Завдяки утвореній таким способом структурі, СМ має відмінну водонепроникність і високі міцнісні характеристики на розтяг і розрив. Термоскріплені СМ характеризуються високим граничним подовженням (до 70%) і підвищеною зносостійкістю.

Для виготовлення СМ дорожнього призначення може застосовуватись вторинна сировина, в тому числі, що містить несинтетичні компоненти, при умові відповідності їх властивостей необхідним вимогам. В залежності від способу виготовлення СМ поділяють на ткани та неткані. Ткані СМ мають регулярну структуру, підвищену міцність, високий модуль пружності, але не мають достатньої водопроникності в площині полотна. Такі матеріали доцільно застосовувати у випадках, коли прошарки СМ виконують функції армування, захисту, але не дренажування.

Для цілей армування асфальтобетонних покриттів застосовують поліестерові сітки, що володіють високими міцнісними і низькими деформативними характеристиками, хімічною і біологічною стійкістю, також гарною сумісністю - адгезією до бітуму і термостійкістю в діапазоні робочих температур укладання асфальтобетонної суміші.

Армування асфальтобетонних покриттів дорожніх одягів.

При використанні армуючих сіток у конструкціях дорожніх одягів із асфальтобетонними шарами додаткові вимоги до матеріалів конструктивних шарів не пред'являються; дорожньо-будівельні матеріали повинні задовольняти вимогам Державних стандартів України.

Армування асфальтобетонних покриттів дорожніх одягів направлено на підвищення міцності дорожньої конструкції. Воно може виконуватись введенням армуючого прошарку тканого чи нетканого типу, якщо їх характеристики відповідають вимогам (табл. 3.).

При армуванні асфальтобетонних шарів дорожнього одягу СМ укладають безпосередньо під шар асфальтобетону, який буде вважатися армованим, тобто буде мати підвищені міцнісні та деформаційні властивості в порівнянні із традиційним. В цьому випадку армуючий прошарок укладається тільки в межах ширини проїзної частини. При підсиленні асфальтобетонних покриттів синтетичними матеріалами мінімальна товщина шару асфальтобетону над прошарком повинна бути не меншою 5 см.

Таблиця 3.

Вимоги до армуючих синтетичних матеріалів

Поверхнева щільність, г/м	Міцність на розтяг при розриві, мін. кН/м	Відносне подовження, макс, %	Температура плавлення, °С
100-400	20	20	+180-200

Конструктивно-технологічні рішення по застосуванню синтетичних матеріалів в якості армуючих прошарків для підвищення жорсткості асфальтобетонних шарів дорожнього одягу наведені на рис. 2 -4.

Кількість асфальтобетонних шарів та їх товщина призначається в залежності від потрібної несучої здатності дорожнього одягу. При влаштуванні двох- та трьохшарових покриттів армуючу сітку доцільно укладати для підвищення тріщиностійкості в зоні високих розтягуючих напружень.

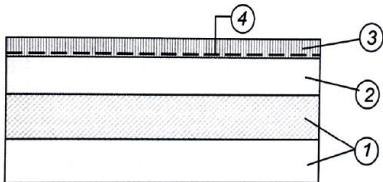


Рис.2. Підсилення покриття верхнім шаром асфальтобетону: 1-шари основи; 2 - шар існуючого покриття; 3 - асфальтобетонний шар підсилення; 4 - армуюча сітка

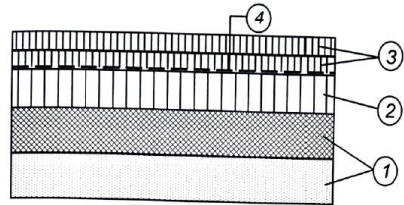


Рис. 3. Армування багатшарового асфальтобетонного покриття: 1-шари основи; 2 -крупнозернистий асфальтобетон; 3 – дрібнозернистий асфальтобетон; 4 – армуюча сітка

Армуюча сітка укладається на всю ширину проїзної частини на існуюче покриття або між другим та третім шарами асфальтобетону, на ділянках концентрації високих зсуваючих напружень:

- в місцях інтенсивного гальмування транспорту та на зупинках ; – під верхнім шаром асфальтобетону.

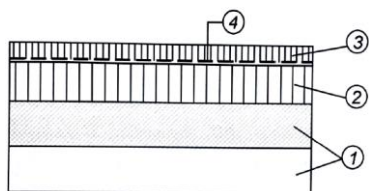


Рис.4. Підсилення зупинок та ділянок гальмування авто-транспорт: 1-шари основи; 2 - крупнозернистий асфальтобетон; 3 – дрібнозернистий асфальтобетон; 4 – армуюча сітка

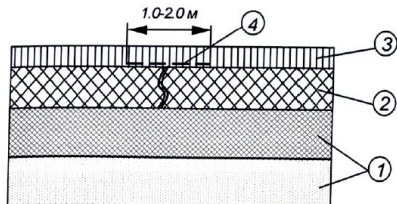


Рис. 5. Конструкція підсилення асфальтобетонного покриття під час ямкового ремонту: 1-шари основи; 2 - шар існуючого покриття; 3 - асфальтобетонний шар підсилення; 4 – армуюча сітка

При поточному ремонті асфальтобетонного покриття армуюча сітка застосовується в місцях утворення незворотних деформацій: тріщини, просадки, вибоїни та ін. На рис. 5 наведена схема підсилення існуючого покриття; армуюча сітка укладається на вирівняну та оброблену в'язучим поверхню. При значних пошкодженнях існуючого покриття застосовують фрезерування - частково видаляють існуючий шар покриття, збільшуючи товщину шару підсилення над пошкодженою ділянкою на глибину фрезерування. Армуюча сітка укладається симетрично відносно осі зруйнованої ділянки чи тріщини.

При підсиленні жорстких основ (цементобетон, шари оброблені мінеральними в'язучими) шарами асфальтобетону армуюча сітка укладається при відстані між тріщинами і швами більше 3 м тільки над поперечними і поздовжніми тріщинами. При кроці між поперечними тріщинами менше 3 м доцільно армувати асфальтобетонне покриття на всю ширину проїзної частини (рис. 6).

При поширенні проїзної частини виникає проблема забезпечення надійної спільної роботи існуючої конструкції, що має сформовану структуру та структурні в'язі. Різний характер роботи конструкцій являється причиною в'язі, і нової конструкції, де процеси деформації консолідації ще не завершилися.

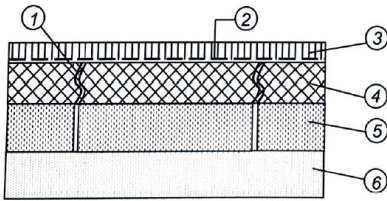


Рис. 6. Конструкція дорожнього одягу на жорсткій основі, підсилена асфальтобетонним покриттям: 1 - тріщина; 2-армуюча сітка; 3 – асфальто-бетонний шар підсилення; 4 – існуючий шар покриття; 5 - жорсткі блоки основи (тріщинувато-блочна основа); 6 – нижні шари основи

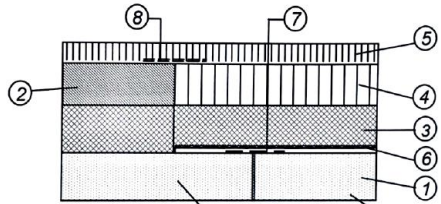


Рис. 7. Конструктивні рішення при армуванні розширення дорожнього одягу: 1-шар основи; 2 - шар існуючого покриття; 3 - ущільнений щебінь; 4 - крупнозернистий асфальтобетон; 5 - асфальтобетонний шар підсилення; 6 - термозміцнений нетканий геотекстиль; 7,8 - армуючі сітки

Понизити величину дотичних напружень в зоні контакту двох конструкцій можливо шляхом збільшення зони контакту, створюючи так званий ефект обпирання. Для забезпечення тріщиностійкості покриття рекомендується армування ділянок контакту синтетичними сітками. Типова конструкція приведена на рис. 7.

Методи розрахунку армованого асфальтобетонного покриття нежорсткого дорожнього одягу на міцність від дії транспортних засобів.

Асфальтобетонне покриття розраховують на тріщиностійкість від дії транспорту, як і інші монолітні шари, у відповідності із діючим нормативно-технічним документом ВБН В.2.3-218-186-2004. Згідно даного нормативного методу вимагається щоб в монолітних шарах дорожнього одягу виникаючі при прогині напруження від дії повторних короткочасних навантажень не викликали порушення структури матеріалу і не утворювались тріщини, тобто повинна забезпечуватись умова:

$$K_{\text{мц}} \leq \frac{R_{\text{зг}}}{\sigma_r}$$

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.2(25) 2020р.

де $K_{\text{мц}}$ - коефіцієнт міцності з врахуванням заданого рівня надійності;

$R_{\text{зг}}$ - гранично допустимі розтягуючі напруження матеріалу шару з врахуванням втоми;

σ_r - найбільше розтягуюче напруження в шарі, що встановлюється розрахунком.

Розрахункові характеристики асфальтобетону, модуль пружності та коефіцієнт втоми визначаються при часі дії навантаження 0,1 с. при $T = 0^\circ\text{C}$. Допустиме розтягуюче напруження визначається випробуванням на міцність при динамічному згині зі швидкістю деформування 100 мм/хв.

Таким чином, згідно діючої методики розрахунку використовується тільки один вид режиму навантаження при часі дії 0,1 с, коли враховуються лише розтягуючі напруження в нижній частині покриття при його згині від дії транспортного розрахункового навантаження, що передається у вигляді розподіленого вертикального навантаження по площі круга, рівновеликого відбитку колеса.

Згідно вітчизняного нормативного документу для армованих асфальтобетонних шарів повинна виконуватися умова

$$K_{\text{мц}} \leq \frac{k_{\text{еф}}^{\alpha} \cdot R_{\text{зг}}}{\sigma_r}$$

де $K_{\text{мц}}$, $R_{\text{зг}}$, σ_r -величини, наведені в формулі вище;

$k_{\text{еф}}^{\alpha}$ -коефіцієнт ефективності армування, що визначається за спеціальною методикою.

Аналіз світового досвіду будівництва і експлуатації дорожнього одягу з прошарками, що підвищують тріщиностійкість та міцність асфальтобетонних покриттів магістралей, показує, що прошарки можна розділити на дві групи: "м'які" і "жорсткі". Кожна група має особливість в механізмі впливу на тріщиностійкість і на експлуатаційні характеристики дорожнього покриття.

Вибір теорії міцності і критерію місцевого граничного стану зазвичай носить характер деякої умовності. При цьому теорія

визначення напружено-деформованого стану повинна відповідати експериментально отриманим характеристикам матеріалів.

Для прогноза тріщиноутворення в асфальтобетонному покритті доріг на даний час застосовується декілька теорій міцності. Одні теорії потребують спеціальних методів визначення міцнісних характеристик матеріалів, інші обходяться традиційними характеристиками їх модифікаціями.

Визначення напружено-деформованого стану здійснюється за допомогою методу кінцевих елементів. Елементи призматичні двохвимірні із включенням в загальну модель дорожнього одягу моделі тріщини її оточення. В цьому методі враховується вплив річної зміни температур.

В методиці, розробленій в СоюздорНИИ і КАДІ, враховується не тільки дія транспортних засобів і річні коливання температури, але і добові коливання температури.

При постановці задачі дорожній одяг представили як пружний багатошаровий пакет, що лежить на жорсткій основі. Враховуючи, що рівняння теорії пружності значно спрощується при вирішенні плоскої задачі, обмежились дослідженням плоскої деформації. Але навіть при такому підході граничні умови, відбиваючі наявність в одному із декількох шарів ряду вертикальних прямокутних розрізів, не дозволяють вирішити задачу аналітично. Тому для її вирішення також скористалися методом кінцевих елементів. В якості базового був прийнятий ізопараметричний квадратичний елемент, так як він являється найбільш ефективним з точки зору точності і часу обчислень.

При побудові сітки кінцевих елементів для збільшення точності обчислень біля вершин розрізів зроблені згущення. Крім чотирикутних елементів застосовували трикутні. В залежності від матеріалу, що використовується в якості прошарку, застосовували одну із двох розрахункових схем. Наприклад, геотекстиль моделювали, представляючи його як пружний тонкий шар, який характеризується товщиною, дуже малим модулем пружності і кінцевим коефіцієнтом Пуассона. Сітку моделювали сукупністю

елементарних пластинок, що деформуються, шарнірно з'єднаних між собою. Даний підхід враховує те, що реальний прошарок із сітки не сприймає стискаючих напружень в горизонтальному напрямку. Модель у вигляді сукупності елементарних пластинок характеризується модулем пружності, отриманим при розтягу, коефіцієнтом Пуассона, рівним 0, і товщиною.

Враховуючи надійність методики і великий досвід визначення опору розтягу при згині, на першому етапі досліджень було прийняте рішення при дії транспортних засобів оцінювати тріщиностійкість асфальтобетонного покриття дороги по розтягу, що виникає над тріщиною. При цьому припускають суцільність покриття не буде порушене, якщо розтягуюче напруження при багаторазовому згині не перевищить допустимих меж для асфальтобетонну, встановлених з урахуванням втомлюваних явищ.

Термонапружений стан покриття на тріщинуватоблочній основі розглядали, приймаючи до уваги релаксаційну здатність асфальтобетонну. При цьому, оцінюючи температурні напруження, використовували співвідношення Вольтерра-Больцмана із лінійної теорії в'язкопружності і принцип температурно-часової аналогії. В результаті була встановлена і в подальшому використана залежність між характером коливань температур (добових і річних) і мірою небезпеки утворення температурних тріщин. При цьому розробили просту методику експериментального визначення параметрів функцій довготривалої міцності матеріалу покриттів при різних температурах. Для врахування прошарків, впливу прошарків на утворення тріщин при визначенні параметрів довготривалої міцності досліджували композицію: асфальтобетон - армуючий прошарок – тріщинувато блочна основа (ініціатор тріщини).

Висновки. Аналіз існуючих підходів до підвищення стійкості асфальтобетонних шарів, шляхом використання геосинтетичних армуючих прошарків показує, що існуючі на даний час теоретичні та експериментальні дослідження носять розрізнений характер. До цього часу не існує єдиної методики, яка б дозволяла б оптимально

забезпечувати максимальні результати взаємодії та спільної роботи матеріалів дорожнього одягу та армуючих прошарків.

Взаємодія асфальтобетону як матеріалу із синтетичним прошарком являє собою складний процес, що потребує ретельного вивчення в процесі теоретичних та практичних досліджень. Матеріали абсолютно різні за своїм походженням, складом та властивостями, що ускладнює механізм їх взаємодії. В процесі укладки асфальтобетонного шару на прошарок формується система «армуючий прошарок – асфальтобетонний шар» і нерозривний контакт між ними утворюється завдяки клеючій здатності асфальтов'язучого та механічному зчепленню та зацепленню окремих частин прошарку із мінеральним складом асфальтобетону. Якщо застосовувати в якості армуючого прошарку геосітку, то її вузли в асфальтобетоні працюють як анкери спільно з її ланками, що являються опорою для крупного заповнювача (щебеню, гравію).

Зчеплення армуючого прошарку із асфальтобетоном забезпечується слідуючим чином: збільшення опору асфальтобетону згинаючим зусиллям, обумовлено нерівностями та періодичним профілем арматури, тобто механічними зчепленням армуючого прошарку із асфальтобетоном; утворенням тертя на поверхні армуючого прошарку завдяки обтискуванню його асфальтобетоном при укатці; склеювання асфальтобетону з прошарком, обумовлене наявністю бітуму.

При влаштуванні армованого асфальтобетонного шару під час будівництва прошарок максимально можливо контактує із асфальтобетоном. Але в процесі експлуатації в силу дії різних факторів площа контакту, де не можливі переміщення прошарку відносно шару (абсолютний контакт) зменшується в результаті часткового відриву армуючого прошарку від асфальтобетонного шару. Тому, в даному випадку, можна виділити дві контактуючі ділянки: – ділянка з абсолютним контактом; -ділянка де можливі переміщення прошарку відносно асфальтобетонного шару.

Розтягуючі напруження від асфальтобетонного шару передаються армуючому прошарку тільки за рахунок їх взаємного

тертя та механічного зацеплення. Цей випадок характерний тим, що між прошарком та асфальтобетонним шаром виникають зовнішні сили тертя, внутрішні сили тертя, а також супроводжуюче тертя, явище адгезії, що полягає в зчепленні макроскопічних частинок із поверхнею.

Для забезпечення надійного контакту між прошарком та асфальтобетонним шаром необхідно, щоб сили тертя та адгезія були максимальними.

Це можливо тільки при виконанні декількох умов:

-модуль пружності сітки повинен бути не нижчим модуля асфальтобетону;

-розмір чарунки геосітки достатній для взаємопроникнення суміші та забезпечення хорошого зацеплення і зчеплення між верхнім та нижнім шарами покриття (основи);

-для передачі зусилля розтягу, зчеплення геосітки з асфальтобетонним шаром повинне бути достатньо міцним;

-матеріал сітки повинен мати високу температурну стійкість без погіршення його основних фізико-механічних характеристик.

В даній роботі досліджується оптимальний метод для вирішення основної проблеми в будівництві автомобільних доріг, а саме впливу негативних зовнішніх факторів, що сприяють руйнуванню конструкції дорожнього одягу. Суть методу полягає в тому, що синтетичний матеріал має бути просочений зв'язуючим розчином, в даному випадку, бітумною емульсією, яка забезпечить її хорошу адгезію до асфальтобетону.

Список використаних джерел

1. Споруди транспорту. Матеріали геосинтетичні в дорожньому будівництві: ВБН В.2.3-218-544:2008. – К.: Укравтодор, 2008. - 126 с.

2. Koerner R.M. Designing with Geosynthetics.–New Jersey.5th, 2005. 796.

3. Костицький В.В., Коломієць А.Я., Артеменко Л.Ф., Гамеляк І.П. Дослідження експлуатаційних характеристик геограт призначених для армування асфальтобетонного покриття. Вісник КНУДТ. – 2007. – Вип. 6. – с. 46 – 50.

4. Гамеляк І.П., Кострицький В.В., Артеменко Л.Ф., Проблеми використання геосинтетичних матеріалів у дорожньому будівництві та шляхи їх вирішення. Вісник КНУДТ. – 2009. – Вип. 6. – с. 17 – 27.

5. Шевчук В.Р., Журба Г.В. Міжнародна конференція з геосинтетики: сучасні напрямки розвитку // Автошляховик України. – 2006. № 6. –С. 38–40.

6. Посібник з проектування земляного полотна і дорожніх одягів із застосуванням геосинтетичних матеріалів (доповнення до ВБН В.2.3-218-544:2008). –К.: Укравтодор, 2008. –145 с.

7. Матеріали геосинтетичні. Методи випробувань: СОУ 45.2-00018112-025:2007. – К.: Укравтодор, 2007. – 104 с.

8. Developments and Innovations in Geosynthetic Material Technology [C.J.F.P. Jones] - School of Civil Engineering and Geosciences, University of Newcastle upon Tyne, Newcastle upon Tyne, United Kingdom.

9. ДСТУ EN 14030:2006 Геотекстиль та віднесені до геотекстилю виробу. Методи їх бракувального випробування для визначення стійкості до дії кислотних та лужних рідин.

10. EN 12224 Геотекстиль та віднесені до геотекстилю виробу. Визначення стійкості до погодно-кліматичних чинників.

11. Гаркуша М.В. Сучасні аспекти підвищення колієстійкості нежорсткого дорожнього одягу /Мозговий В. В., Онищенко А. М., //Автошляховик України. – Київ –2012 -№ 5 – С. 25-30.

12. Гамеляк І.П. Аналіз транспортно-експлуатаційних показників стану автомобільних доріг державного значення / Гамеляк І.П., // Автомобільні дороги. К., – 2014 – Вип. 1. (237) - С. 24-28.

13. Мирончук С.А. Метод определения устойчивости асфальто-бетонных покрытий автомобильных дорог к накоплению остаточных деформаций под воздействием динамических нагрузок: Дис. на соиск. учен. степ. канд. техн.наук/С. А. Мирончук. – Воронеж., 2015.

14. РВ.2.3-218-21476215-795:2011.Рекомендації щодо підвищення колієстійкості асфальтобетонного покриття.

15. Стефашина Н.Л. Використання геосинтетичних армуючих прошарків в дорожньому будівництві. Магістерська робота.К.:НАУ, 2020р.

Аннотация

Першаков В.М., Белятинский А.А., Стефашина Н.М

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ АРМИРОВАННЫХ ПРОСЛОЕК В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Быстрое увеличение числа большегрузных автомобилей на дорогах, увеличение интенсивности движения и, вследствие чего, увеличение осевых нагрузок на дорожное покрытие, способствует развитию деформаций асфальтобетонных дорог на основе обычных битумов. Основная проблема, которая возникает в связи с высокими осевыми нагрузками и большой интенсивностью движения это – деформация асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог, построенных с использованием обычных битумов. Удовлетворить эти требования в полной мере битум уже не может. Во всем мире постоянно проводятся работы по созданию новых современных дорожных материалов и технологий, корректировки нормативных требований их физико-механических свойств. Все это направлено на увеличение долговечности дорожных покрытий в современных условиях их эксплуатации. Главным заданием является анализ технологии строительства дорог с использованием геосинтетических прослоек, обзор и характеристики, выявление недостатков и преимуществ.

Научная работа построена на анализе теоретических и экспериментальных данных армирующих функций геосинтетических прослоек и их функциональной взаимосвязи с другими слоями в составе конструкции дорожной одежды. Приведены материалы и результаты в соответствии с утвержденной темой на основе проекта реконструкции участка автомобильной дороги с использованием геосинтетиков. В данной работе исследуется оптимальный метод для решения основной проблемы в строительстве автомобильных дорог, а именно воздействия негативных внешних факторов, способствующих разрушению конструкции дорожной одежды. Суть метода заключается в том, что синтетический материал должен быть пропитан связующим раствором, в данном случае, битумной эмульсией, которая обеспечит ее хорошую адгезию к асфальтобетону.

Учитывая современные тенденции в строительстве автомобильных дорог, которые предусматривают оптимизацию всех процессов с целью улучшения их эксплуатационных свойств и достижения максимальной экономической эффективности принятых решений, исследования геосинтетических материалов являются актуальным в наше время.

Ключевые слова: *геосинтетика, технологии, строительство, покрытия автодорог, геосинтетические прослойки, геотекстиль.*

Abstrakt

***Valerii Pershakov, Andrii Bieliatynskyi, Natalia Stefashina ,
Use of geosynthetic reinforced interlayers in road construction***

The rapid increase in the number of heavy vehicles on the roads, an increase in traffic intensity and, as a result, an increase in axial loads on the road surface, contributes to the development of deformations of asphalt concrete roads based on ordinary bitumen. The main problem that arises in connection with high axial loads and high traffic intensity is the deformation of asphalt concrete pavements of roads constructed using conventional bitumen. Bitumen can no longer fully satisfy these requirements. All over the world, work is constantly being carried out to create new modern road materials and technologies, to adjust the regulatory requirements of their physical and mechanical properties. All this is aimed at increasing the durability of road surfaces in modern conditions of their operation. The main task is to analyze the technology of road construction using geosynthetic layers, a review and characteristics, identifying the disadvantages and advantages.

The scientific work is based on the analysis of theoretical and experimental data of the reinforcing functions of geosynthetic layers and their functional relationship with other layers in the structure of the pavement structure. The materials and results are presented in accordance with the approved topic on the basis of a project for the reconstruction of a highway section using geosynthetics. In this paper, we study the optimal method for solving the main problem in the construction of roads, namely the impact of negative external factors that contribute to the destruction of the pavement structure. The essence of the method is that the synthetic material must be impregnated with a binder solution, in this case, a bitumen emulsion, which will ensure its good adhesion to asphalt concrete.

Given the current trends in the construction of roads, which provide for the optimization of all processes in order to improve their operational properties and achieve maximum economic efficiency of the decisions made, studies of geosynthetic materials are relevant in our time.

Key words: *geosynthetics, technologies, construction, road surface coating, geosynthetic layers, geotextiles.*

Стаття надійшла до редакції у лютому 2020р.