

УДК 625.852.061

Онищенко А. М.¹, д-р техн. наук, проф., <http://orcid.org/0000-0002-1040-4530>Аніщенко Д. В.², <http://orcid.org/0009-0008-7721-4644>Гусев Д. Ю.³, <http://orcid.org/0000-0002-6972-1944>Цеханський О. Е.³, канд. техн. наук., <http://orcid.org/0000-0002-4084-0720>¹Національний транспортний університет (НТУ), Київ, Україна²Комунальна корпорація «Київавтодор», Київ, Україна³ТОВ «Капонір-Групп», Київ, Україна

ПІДВИЩЕННЯ КОЛІЄСТІЙКОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ПОКРИВІВ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ І АВТОДОРОЖНИХ МОСТАХ З ДОПОМОГОЮ ЗАСТОСУВАННЯ АРМУЮЧИХ СИНТЕТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ADFORS GLASGRID

Анотація

Вступ. Одним із найпоширеніших дефектів асфальтобетонного покриття автомобільних доріг та автодорожніх мостів, що виникають у процесі їх експлуатації, є утворення колії.

Проблема збільшення колієстійкості та довговічності асфальтобетонних покриттів автомобільних доріг, міських вулиць та доріг на перехрестях, перед світлофорними переходами, на зупинках громадського транспорту та на правих крайніх смугах руху мостів та шляхопроводів є дуже актуальною у всьому світі.

Одним із дієвих засобів вирішення цієї проблеми є підвищення колієстійкості та довговічності асфальтобетонних покриттів за рахунок їх армування армуючими синтетичними матеріалами Adfors GlasGrid®.

Проблематика. Проектування конструкцій дорожніх одягів, стійких до утворення тріщин та колії, та застосування сучасних технологій будівництва та ремонту асфальтобетонних покриттів дозволять істотно підвищити довговічність та експлуатаційні властивості автомобільних доріг.

Сучасний світовий досвід свідчить, що застосування армуючих синтетичних матеріалів для армування асфальтобетонних шарів дозволяє запобігти передчасному тріщино- та колієутворенню в асфальтобетонному покритті та значно збільшити міжремонтний строк та довговічність дорожніх покриттів автомобільних доріг, міських вулиць і доріг, мостів і шляхопроводів.

У даній роботі висвітлюються результати експериментальних досліджень, виконаних на замовлення ТОВ «Капонір-Групп» Державним підприємством «Дорожній науково-технічний центр» (ДП «Дорцентр») для оцінки ефективності застосування армуючих синтетичних матеріалів Adfors GlasGrid® виробництва компанії «Saint-Gobain Adfors CZ» (Чехія) порівняно з альтернативними армуючими синтетичними матеріалами для підвищення колієстійкості та довговічності асфальтобетонних покриттів автомобільних доріг, міських вулиць і доріг, мостів і шляхопроводів.

Мета. Забезпечення колієстійкості і за рахунок цього підвищення довговічності асфальтобетонних покриттів — це комплексна проблема, яка вирішується як в процесі конструювання та розрахунку конструкції дорожнього одягу, підбору оптимальних складів асфальтобетонних сумішей дорожніх покриттів, в'язучих і бітумних емульсій для підґрунтовки, так і при дотриманні технологій виконання будівельних і ремонтних робіт, а також за допомогою застосування сучасних матеріалів і технологій армування асфальтобетонних шарів армуючими синтетичними матеріалами. Метою роботи є експериментальне дослідження ефективності застосування армуючих синтетичних матеріалів для підвищення колієстійкості та довговічності асфальтобетонних покриттів.

Результати. Випробування армованого асфальтобетонного покриття на стійкість до утворення колії показало, що армування здатне значно підвищити колієстійкість асфальтобетонного покриття.

Армування асфальтобетонного покриття армуючими синтетичними матеріалами Adfors GlasGrid® дозволяє збільшити колієстійкість, тобто зменшити глибину колії та загальну площу колієутворення на 19 – 35 %. При цьому, найбільшої колієстійкості асфальтобетонного покриття можна досягнути при його армуванні геогратками Adfors GlasGrid GG100.

Армування асфальтобетонного покриття армуючими синтетичними матеріалами інших виробників, що досліджувалися, показало зменшення колієстійкості армованого асфальтобетонного покриття порівняно з неармованим.

Таким чином, армуючі синтетичні матеріали Adfors GlasGrid® збільшують колієстійкість, а отже і довговічність асфальтобетонного покриття. При цьому, дослідження показали, що армуючі синтетичні матеріали Adfors GlasGrid® підтвердили свою ефективність при їх використанні під верхнім шаром покриття.

Висновки. За результатами досліджень доведено ефективність армування армуючими синтетичними матеріалами Adfors GlasGrid® асфальтобетонних шарів дорожніх покриттів, у тому числі верхнього шару асфальтобетонного покриття. Це підтверджує можливість та доцільність використання армуючих синтетичних матеріалів Adfors GlasGrid® під верхнім шаром асфальтобетонного покриття, у тому числі на мостах і шляхопроводах, для підвищення колієстійкості та довговічності асфальтобетонних покриттів.

Ключові слова: автомобільна дорога, армований асфальтобетонний шар, армуючий синтетичний матеріал, асфальтобетонний покрив, довговічність, колієстійкість, міст.

Вступ

Поряд з виникненням тріщин та вибоїв, утворення колійності є одним із найпоширеніших дефектів дорожнього покриття, що виникають у процесі експлуатації. Колійність ускладнює стік води з поверхні асфальтобетонного покриття, що провокує його прискорену руйнацію і, крім зниження комфортності проїзду, є причиною зниження безпеки руху.

Результати досліджень свідчать, що утворення колії неприпустимої глибини становить від 20 % до 35 % усіх причин зниження транспортно-експлуатаційних якостей автомобільних доріг. У ряді країн встановлені нормативні межі допустимої глибини колії, а також допустимої товщини води в колії. Встановлено, що при високих швидкостях руху та швидкому виході з колії ризик виникнення ДТП перевищує нормативне значення при глибині колії близько 15 – 17 мм. Така колія, як правило, може з'являтися в асфальтобетонному покритті автомобільних доріг вже на 3–5-й рік експлуатації.

Дуже актуальною є проблема збільшення колієстійкості та довговічності асфальтобетонних покриттів автомобільних доріг, міських вулиць і доріг на перехрестях, перед світлофорними переходами, на зупинках громадського транспорту та на правих крайніх смугах руху мостів та шляхопроводів.

Проектування конструкцій дорожніх одягів, стійких до утворення колії, та застосування сучасних технологій будівництва та ремонту асфальтобетонних покриттів дозволять істотно підвищити довговічність та експлуатаційні властивості автомобільних доріг. Сучасний світовий досвід свідчить, що застосування армуючих синтетичних матеріалів (АСМ) для армування асфальтобетону дозволяє запобігти передчасному колієутворенню в асфальтобетонному покритті та значно збільшити міжремонтний строк та довговічність дорожніх покриттів автомобільних доріг, міських вулиць і доріг, мостів і шляхопроводів.

Забезпечення колієстійкості і за рахунок цього підвищення довговічності асфальтобетонних покриттів — це комплексна проблема, яка вирішується як в процесі конструювання та розрахунку конструкції дорожнього одягу, підбору оптимальних складів асфальтобетонних сумішей дорожніх покриттів, в'язучих та бітумних емульсій для підгрунтовки, так і при дотриманні технологій виконання будівельних та ремонтних робіт, а також за допомогою застосування сучасних матеріалів і технологій армування асфальтобетонних шарів армуючими синтетичними матеріалами. Повномасштабного дослідження та розроблення єдиних методів в світі поки що не існує.

У даній роботі досліджується ефективність застосування армуючих синтетичних матеріалів Adfors GlasGrid® виробництва компанії «Saint-Gobain Adfors CZ» (Чехія) для підвищення колієстійкості та довговічності асфальтобетонних покриттів на автомобільних дорогах та автодорожніх мостах.

Основна частина

Одним з провідних світових виробників армуючих синтетичних матеріалів є французький концерн «Saint-Gobain» та його чеський підрозділ «Saint-Gobain Adfors CZ», який завдяки використанню найновітніших наукових і технологічних розробок та впровадженню розроблених патентів створив виробництво армуючих геораток нового покоління з унікальними властивостями [1 – 3].

Концерн випускає армуючі синтетичні матеріали зі скловолокна торгівельної марки Adfors GlasGrid®, що дозволяють знизити ризик появи температурних, утомних і відображених тріщин в асфальтобетонних покриттях, запобігти колієутворенню, суттєво зменшити витрати на будівництво, ремонт та утримання автомобільних доріг і подовжити строк служби дорожнього одягу.

АСМ Adfors GlasGrid протестовані в провідних лабораторіях Європи і світу, а також в лабораторіях Державного підприємства «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна» (нині Державне підприємство «Національний інститут розвитку інфраструктури» (ДП «НІРІ»)), Національного транспортного університету (НТУ), Київського національного університету технологій та дизайну (КНУТД), ДП «Дорцентр».

Теоретичними та експериментальними дослідженнями Університету штату Південна Кароліна, США встановлено [4, 5], що армування асфальтобетонного покриття АСМ Adfors GlasGrid підвищує несну здатність конструкції дорожнього одягу, за рахунок чого збільшується опір зсувній деформації та зменшується глибина колії та площа колієутворення. Відмічається, що підвищена несуча здатність армованого асфальтобетонного покриття обумовлена опором розтягу Adfors GlasGrid, утриманням та підвищеним тертям частинок мінерального заповнювача, заблокованих в отворах георатки Adfors GlasGrid, і це є основними факторами, що впливають на зменшення колійності.

Дослідження НТУ [6–8] підтвердили високу армуючу здатність АСМ Adfors GlasGrid, які засвідчили, що розрахункові характеристики армованого асфальтобетону значно перевищують характеристики такого ж неармованого асфальтобетону. При цьому, жорсткість каркасу геораток Adfors GlasGrid при підвищених літніх температурах, коли асфальтобетон стає пластичним і проявляє в'язко-пружні властивості, дозволяють запобігти виникненню зсувних деформацій. Покриття міцної ґратки запатентованим еластомерним полімером забезпечує відмінну адгезію геораток до асфальтобетонних шарів і відмінну адгезію асфальтобетонних шарів між собою [2, 3, 7, 8].

Все це разом призводить до того, що армований асфальтобетонний покриття працює, як єдиний багат шаровий матеріал з підвищеним загальним модулем пружності та збільшеною стійкістю до зсувних деформацій. У результаті, армування асфальтобетонного покриття армуючими синтетичними матеріалами Adfors GlasGrid дозволяє запобігти колієутворенню та значно збільшити довговічність конструкції дорожнього одягу.

Армуючі синтетичні матеріали Adfors GlasGrid являють собою скловолоконну високоміцну ґратку, покриту запатентованим еластомерним полімером, що дозволяє забезпечити максимально повне об'єднання із структурою асфальтобетону і досягти суттєвого армуючого ефекту. Завдяки цьому значно знижується ризик появи температурних, утомних і відображених тріщин в асфальтобетонних покриттях і ризик колієутворення, суттєво зменшуються витрати на будівництво, ремонт та утримання автомобільних доріг та подовжується строк служби дорожнього одягу.

У Центрі випробувань ДП «Дорцентр» на замовлення ТОВ «Капонір-Груп» проведено науково-технічну роботу щодо виявлення ефективності застосування армуючих синтетичних

матеріалів Adfors GlasGrid під верхнім шаром асфальтобетонного покриття проїзних частин автомобільних доріг і міських вулиць ті доріг.

Досліджувалось шість армуючих синтетичних матеріалів: три армуючі матеріали Adfors GlasGrid® та три альтернативні армуючі синтетичні матеріали, а саме:

Армуючі синтетичні матеріали Adfors GlasGrid®:

— армуючий синтетичний матеріал GlasGrid® GG50 – самоклеюча міцна ґратка з жорсткою структурою зі скловолокна типу Е, покрита запатентованим еластомерним полімером та самоклеючим нижнім шаром, що активується тиском, з міцністю на розтяг $((55 \times 55) \pm 5)$ КН/м та максимальним відносним подовженням $(2,5 \pm 0,5) \% [1]$ (рис. 1а);

— армуючий синтетичний матеріал GlasGrid® GG100 – самоклеюча міцна ґратка з жорсткою структурою зі скловолокна типу Е, покрита запатентованим еластомерним полімером та самоклеючим нижнім шаром, що активується тиском, з міцністю на розтяг $((115 \times 115) \pm 15)$ КН/м та максимальним відносним подовженням $(2,5 \pm 0,5) \% [1]$ (рис. 1б);

— армуючий синтетичний матеріал GlasGrid® CG50L – композиційний матеріал що складається з міцної ґратки зі скловолокна типу Е, покритої запатентованим еластомерним полімером, та шару нетканого текстильного матеріалу, з міцністю на розтяг $((55 \times 55) \pm 5)$ КН/м та максимальним відносним подовженням $(2,5 \pm 0,5) \% [1]$ (рис. 1в);

Альтернативні армуючі синтетичні матеріали:

— армуючий синтетичний матеріал 1 альтернативного виробника — армуюча георатка з волокон полівінілалкоголю (PVA) з геотекстильною підложкою, просоченою бітумом, міцністю на розтяг $(100 / 100)$ КН/м (рис. 1г);

— армуючий синтетичний матеріал 2 альтернативного виробника — армуюча георатка з скловолокна з геотекстильною підложкою, просоченою бітумом, міцністю на розтяг $(100 / 100)$ КН/м (рис. 1д);

— армуючий синтетичний матеріал 3 альтернативного виробника — армуюча георатка з поліефірних волокон (поліетилентетрафталат, PET) з геотекстильною підложкою, просоченою бітумом, міцністю на розтяг $(50 / 50)$ КН/м (рис. 1е).

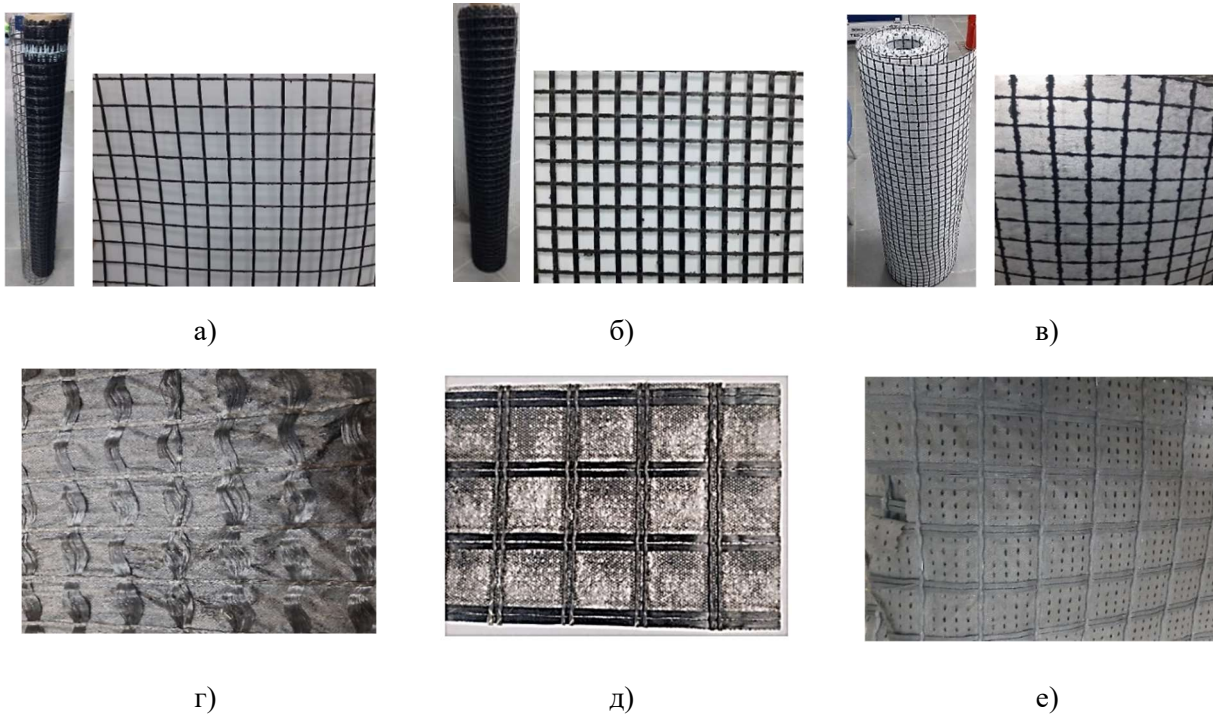
Для випробувань виготовляли зразки у вигляді двох асфальтобетонних плит, розташованих одна на одній. Двошарові асфальтобетонні зразки-плити виготовляли на секторному пресі згідно з ДСТУ EN 12697-3. Для виготовлення зразків-плит було застосовано асфальтобетонну суміш типу А з максимальним розміром зерен 20 мм із застосуванням бітуму дорожнього в'язкого марки БНД 70/100 згідно з ДСТУ Б В.2.7-119. У лабораторії Центру випробувань ДП «Дорцентр» було також виготовлено емульсію бітумну дорожню марки ЕКШ-60, що відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.7-129.

Для виконання досліджень у лабораторних умовах імітувалось армування верхнього шару асфальтобетонного покриття переліченими армуючими синтетичними матеріалами, а також для оцінки ефективності застосування армуючих синтетичних матеріалів досліджувались зразки-плити без армування. При цьому, в нижньому асфальтобетонному шарі імітувалась тріщина.

Виготовлені зразки досліджували на колійність згідно з ДСТУ EN 12697-22:2018 «Бітумомінеральні суміші. Методи випробування гарячих асфальтобетонних сумішей. Частина 22. Колійність».

Здатність армованого асфальтобетонного покриття до деформування оцінювали вимірюванням глибини колії, що виникає в зразках-плитах (рис. 2) у результаті багаторазового проходу навантаженого колеса за постійної температури, на установці для випробування на колієутворення асфальтобетону DWT виробництва CONTROLS, Італія (рис. 3).

Випробування виконували колесом з гумовою шиною шириною (50 ± 5) мм та зовнішнім діаметром 200-205 мм. Навантага від колеса на зразок становила 700 Н.



- а) Adfors GlasGrid® GG50;
- б) Adfors GlasGrid® GG100;
- в) Adfors GlasGrid® CG50L;
- г) альтернативний армуючий синтетичний матеріал 1 на основі полівінілалкоголю (PVA) з геотекстильною підложкою, 100 / 100 кН/м;
- д) альтернативний армуючий синтетичний матеріал 2 на основі скловолокна з геотекстильною підложкою, 100 / 100 кН/м;
- е) альтернативний армуючий синтетичний матеріал 3 на основі поліефірних волокон (PET) з геотекстильною підложкою, 50 / 50 кН/м.

Рисунок 1 — Армуючі синтетичні матеріали, що досліджувалися



Рисунок 2 — Зразок-плита для випробування на визначення глибини колії

Випробування проводили у два етапи:

- 1) за робочої температури 50 °С, кількість циклів: 10 000 (20 000 проходів колеса);
- 2) за робочої температури 60 °С, кількість циклів: 10 000 (20 000 проходів колеса).

Перед кожним етапом випробування зразки термостатувались протягом 6 годин.



Рисунок 3 — Установка для випробування на колійність і розміщення зразків-плит у формах

Колія в асфальтобетонному покритті виникає під дією транспортного навантаження від колеса, що рухається, у результаті структурного руйнування зв'язків між частинками мінерального заповнювача у верхньому шарі та поздовжнього зсува часток нижнього шару (**рис. 4**). Як зазначалося, жорсткий каркас армуючого синтетичного матеріалу може запобігти цим процесам або значно уповільнити їх.

У результаті, АСМ Adfors GlasGrid® з жорстким каркасом, що досліджувалися, показують значно кращі показники колієстійкості армованого асфальтобетону у порівнянні з неармованими шарами, а також порівняно з АСМ альтернативних виробників. При цьому як на неармованому асфальтобетонному покритті, так і на армованому різними АСМ, процес утворення колії уповільнюється з часом (**рис. 5**).

Результати випробування асфальтобетонних зразків-плит на колійність наведені на **рис. 6**.

Результати випробувань свідчать про значне збільшення колієстійкості (тобто зменшення глибини колії та загальної площини колієутворення) зразків-плит з армуючими синтетичними матеріалами Adfors GlasGrid® порівняно із зразком-плитою без армуючого матеріалу, а саме:

- для матеріалу Adfors GlasGrid® GG50:
- після I етапу випробувань (20 000 проходів колеса за температури +50 °C) — на 18,4 %;
- після II етапу випробувань (ще 20 000 проходів колеса за температури +60 °C) — на 18,7 %;
- для матеріалу Adfors GlasGrid® GG100:
- після I етапу випробувань (20 000 проходів колеса за температури +50 °C) — на 23,7 %;
- після II етапу випробувань (ще 20 000 проходів колеса за температури +60 °C) — на 34,7 %;
- для матеріалу Adfors GlasGrid® CG50L:
- після I етапу випробувань (20 000 проходів колеса за температури +50 °C) — на 13,2 %;
- після II етапу випробувань (ще 20 000 проходів колеса за температури +60 °C) — на 20,0 %.

Ці результати збігаються з результатами випробування в Університеті Північної Кароліни (США), виконаних для матеріалів Adfors GlasGrid® для інших складів асфальтобетонного покриття. Після прикладання 400 000 циклів навантаження при температурі +50 °C спостерігалось зменшення глибини колії в армованому асфальтобетонному покритті на 25 % порівняно з неармованим покритвом [2 – 5].

Армуючі синтетичні матеріали альтернативних виробників показали зменшення колієстійкості армованого асфальтобетонного покриття порівняно з неармованим. Спостерігалось збільшення загальної глибини колії:

- для армуючого синтетичного матеріалу 1 на основі полівінілалкоголю (PVA) з геотекстильною підложкою (100 / 100) кН/м:

- після I етапу випробувань (20 000 проходів колеса при температурі $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$) — на 31,6 %;
- після II етапу випробувань (ще 20 000 проходів колеса при температурі $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$) — на 29,3 %.

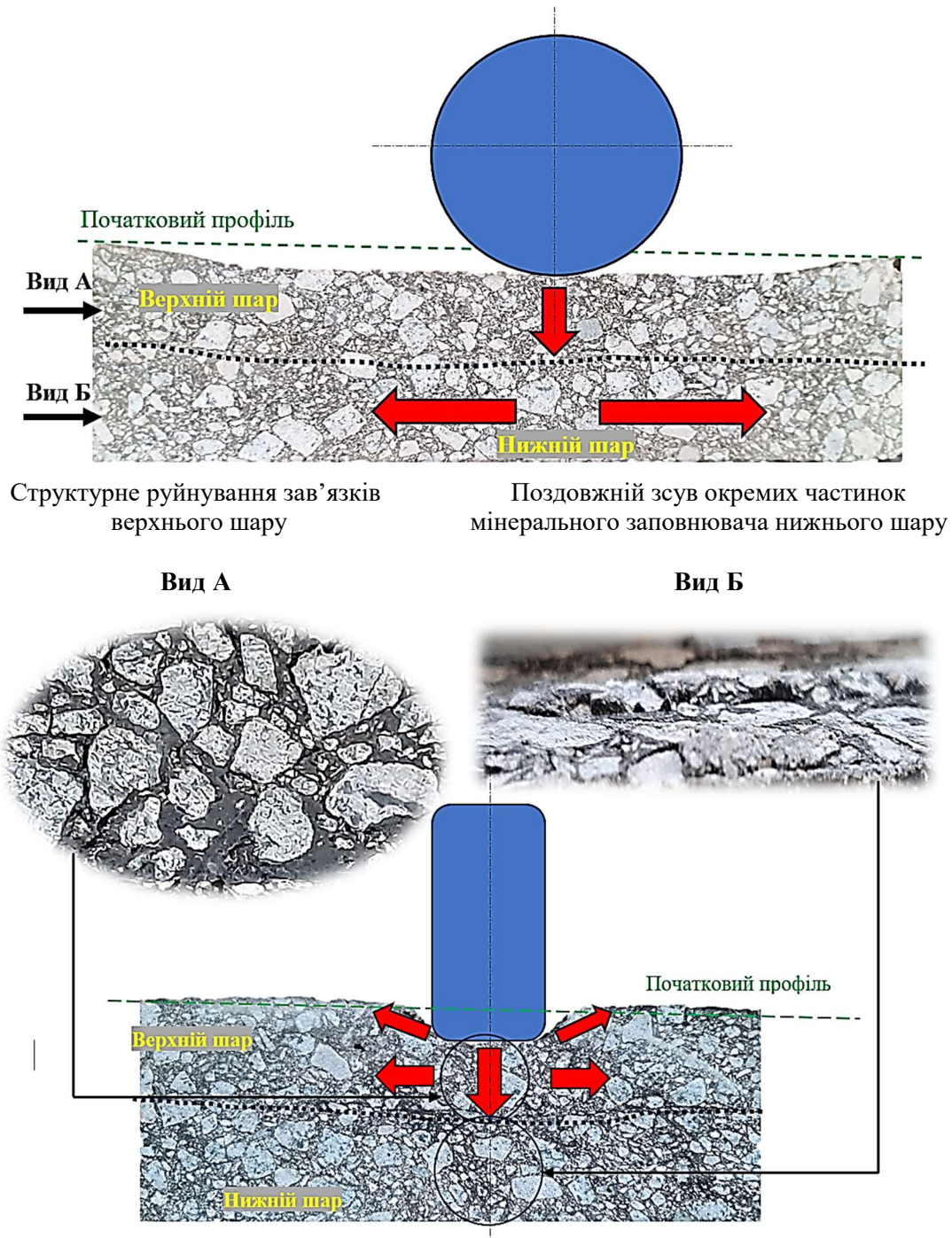
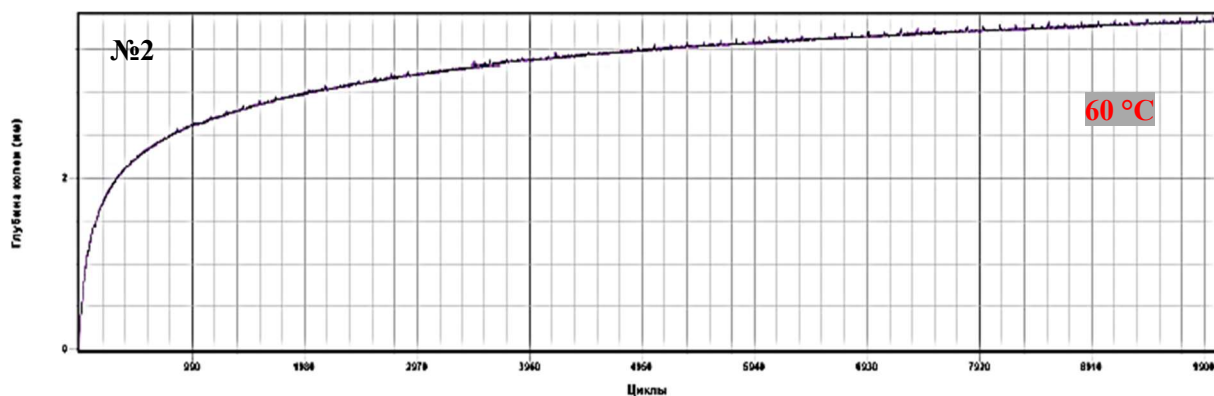
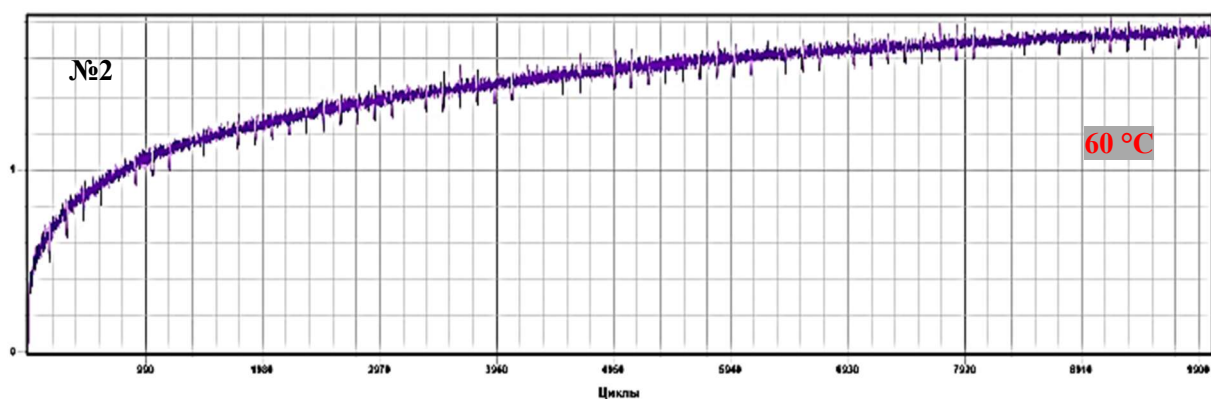


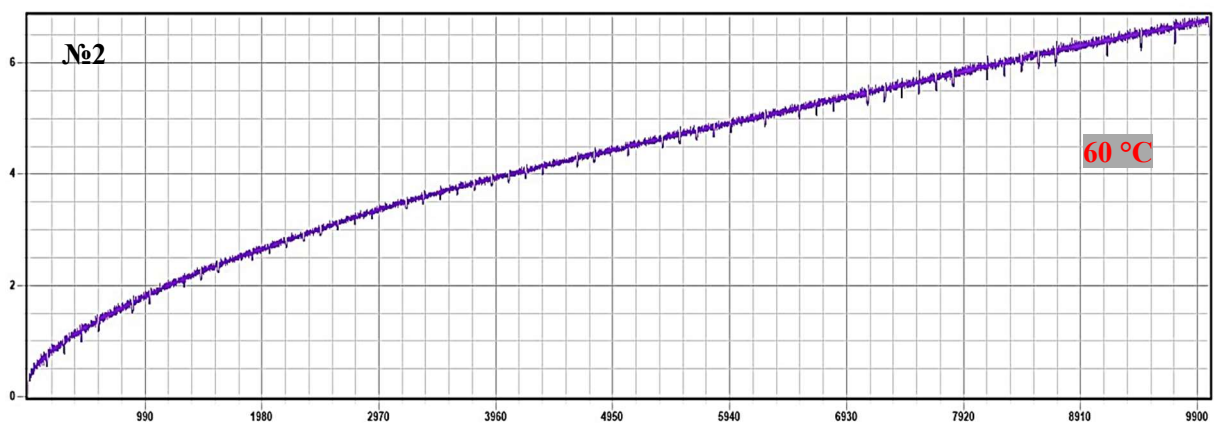
Рисунок 4 — Схема утворення колійності в конструктивних шарах



а)



б)



в)

- а) без армування;
 б) з армуванням ACM Adfors GlasGrid® GG100;
 в) з армуванням ACM 2 альтернативного виробника на основі скловолокна з геотекстильною підложкою (100 / 100) кН/м.

Рисунок 5 — Типові графіки динаміки утворення колії на зразках

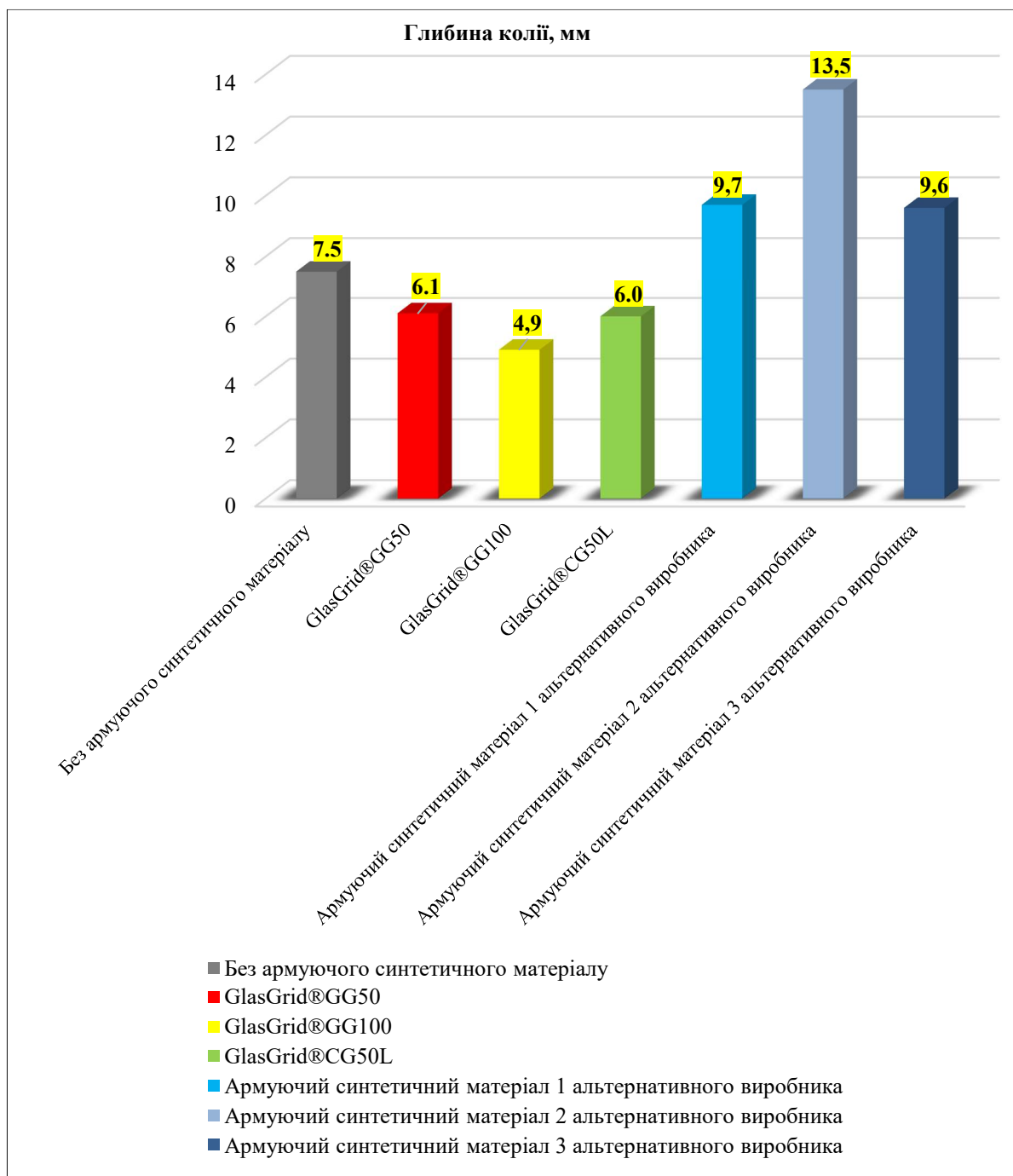


Рисунок 6 — Діаграма порівняння середніх значень кінцевих результатів глибини колії на зразках-плитах після 20 000 циклів навантаження (40 000 проходів колеса)

— для армуючого синтетичного матеріалу 2 на основі скловолокна з геотекстильної підложкою, (100 / 100) кН/м:

- після I етапу випробувань (20 000 проходів колеса при температурі +50 °C) — на 57,9 %;
- після II етапу випробувань (ще 20 000 проходів колеса при температурі +60 °C) — на 80,0 %;

— для армуючого синтетичного матеріалу 3 на основі поліефірних волокон (PET) з геотекстильною підложкою, (50 / 50) кН/м:

- після I етапу випробувань (20 000 проходів колеса при температурі +50 °C) — на 26,3 %;
- після II етапу випробувань (ще 20 000 проходів колеса при температурі +60 °C) — на 29,3 %.

Армуючий синтетичний матеріал 2 альтернативного виробника на основі скловолокна з геотекстильною підложкою, (100 / 100) кН/м, показав найгірші результати з усіх зразків. Показники глибини колії у зразку, армованого цим матеріалом, перевищують глибину колії у зразку, армованому армуючим синтетичним матеріалом Adfors GlasGrid® GG100, який також вироблений на основі скловолокна та має міцність (100 / 100) кН/м, у 2,8 рази (на 176 %).

При випробуваннях спостерігався досить значний розкид показників, що можна пояснити неоднорідністю асфальтобетонної суміші при виготовленні зразків-плит, зміною вологості та температури повітря у приміщенні під час випробування та випробуванням невеликої кількості зразків для кожного армуючого синтетичного матеріалу. Вважаємо, що дотримання вимог однорідності суміші та випробування більшої кількості зразків дозволить зменшити розкид отриманих показників. Разом з тим, загальна поведінка армуючих синтетичних матеріалів, їх рейтинг і вплив на колієстійкість асфальтобетонного покритву, не зміняться.

Після проведення випробувань був проведений аналіз торців зразків-плит, а саме візуально спостерігалось, яким чином відбулось переміщення мінерального заповнювача у верхньому та нижньому шарах. У верхньому асфальтобетонному шарі зразків спостерігалось руйнування зв'язків між мінеральним заповнювачем та органічним в'язучим, утворилися тріщини (рис. 4). Також відбувалося витіснення матеріалу біля країв колії на поверхню (за лінію початкового профілю). У нижньому асфальтобетонному шарі візуально спостерігався поздовжній зсув окремих часток крупного заповнювача. При цьому, у зразках-плитах, армованих армуючими синтетичними матеріалами Adfors GlasGrid®, руйнівні процеси у верхньому та нижньому шарах були зконцентровані переважно в проекції колії, не значно виходячи за її межі, і відбувалися у межах 70–85 мм, а у зразку-плиті без армуючого матеріалу та з альтернативними синтетичними матеріалами деформації значно виходили за межі проекції колії і відбувалися у межах 100 мм (при ширині колеса 50 мм).

Крім того, у зразку-плиті з альтернативним армуючим синтетичним матеріалом 1 на торці спостерігалось розшарування шарів. Це свідчить про те, що цей матеріал не забезпечує достатньої адгезії асфальтобетонних шарів. Вважаємо, що це є основою причиною незадовільної роботи цього матеріалу під циклами навантаження при проїзді колеса і отримання великих значень глибини колії та загальної площі колієутворення.

Таким чином, слід зазначити, що хоча армуючі синтетичні матеріали різних виробників досить широко використовуються при армуванні асфальтобетонного покритву між другим та третім зверху асфальтобетонними шарами дорожнього покритву, дослідження поведінки при армуванні під верхнім шаром покритву свідчить, що деякі з матеріалів не збільшують, а навпаки, зменшують колієстійкість покритву. Оскільки при застосуванні таких матеріалів в покритві збільшується глибина колії та загальна площа колієутворення порівняно з неармованим асфальтобетонним покритвом, застосування саме таких матеріалів під верхнім шаром асфальтобетону погіршує загальні умови роботи асфальтобетонного покритву.

Всі досліджені армуючі синтетичні матеріали Adfors GlasGrid® при їх застосуванні під верхнім шаром покритву значно покращують загальні умови роботи асфальтобетонного покритву. Експериментально підтверджено, що армування верхнього шару асфальтобетонних покриттів армуючими синтетичними матеріалами Adfors GlasGrid® дозволяє значно зменшити глибину колії та площу колієутворення, тобто суттєво підвищує колієстійкість і довговічність асфальтобетонного покритву. Це підтверджує доцільність та ефективність застосування технологій використання таких матеріалів для збільшення колієстійкості та довговічності асфальтобетонних покриттів автомобільних доріг, міських вулиць і доріг на перехрестях, перед світлофорними переходами, на зупинках громадського транспорту та на правих крайніх смугах руху автодорожніх мостів і шляхопроводів.

Висновки

Випробування армованого асфальтобетонного покриття на стійкість до утворення колії показало, що армування здатне значно підвищити колієстійкість асфальтобетонного покриття. Експериментально підтверджено, що армований асфальтобетонний покрив працює як єдиний багатошаровий матеріал з підвищеним загальним модулем пружності та збільшеною стійкістю до зсувних деформацій. Армування асфальтобетонного покриття армуючими синтетичними матеріалами Adfors GlasGrid® дозволяє запобігти колієутворенню та значно збільшити довговічність конструкції дорожнього одягу.

Армування асфальтобетонного покриття армуючими синтетичними матеріалами Adfors GlasGrid® дозволяє збільшити колієстійкість, тобто зменшити глибину колії та загальну площу колієутворення на 19 – 35 % . При цьому, найбільшій колієстійкості асфальтобетонного покриття можна досягнути при його армуванні геогратками Adfors GlasGrid GG100.

Армування асфальтобетонного покриття армуючими синтетичними матеріалами інших виробників, що досліджувалися, показало зменшення колієстійкості армованого асфальтобетонного покриття порівняно з неармованим.

Таким чином, експериментально підтверджено, що армування асфальтобетонних покриттів армуючими синтетичними матеріалами Adfors GlasGrid® дозволяє значно зменшити глибину колії та площу колієутворення, тобто суттєво підвищує колієстійкість, а отже і довговічність асфальтобетонного покриття. При цьому, дослідження показали, що армуючі синтетичні матеріали Adfors GlasGrid® підтвердили свою ефективність при їх використанні під верхнім шаром покриття.

Підтверджено доцільність і ефективність застосування технологій використання армуючих синтетичних матеріалів Adfors GlasGrid® з метою збільшення колієстійкості та довговічності асфальтобетонних покриттів автомобільних доріг, міських вулиць і доріг, на перехрестях, перед світлофорними переходами, на зупинках громадського транспорту, на автодорожніх мостах і шляхопроводах.

Список літератури

1. Армуючі геогратки для асфальтобетону GlasGrid®. Мінікаталог – Saint-Gobain Adfors CZ s.r.o. Litomysl, The Czech Republic 2020. 19 с.
2. GlasGrid for asphalt overlays. Summary of GG tests GlasGrid for asphalt overlays. Adfors Saint-Gobain Summary Report. 2020. 26 p.
3. GlasGrid® for asphalt overlays. Adfors Saint-Gobain Technical Manual, 2020. 41 p.
4. Y. R. Kim, Y. Lee. Evaluation of geosynthetics and GlasGrid for rutting prevention in asphalt pavement. Final Report submitted to Saint-Gobain Technical Fabrics. – North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, USA, 2006. 21 p.
5. Kimb, Y. R., S. Lee, Y. Seo, O. El-Haggan. (2005) “Impact of Price Reductions on the Long-Term Pavement Performance of HMA Mixes in North Carolina”. Final report to the North Carolina Department of Transportation, Report No. FHWA/NC/2005-09.
6. Науковий супровід застосування армуючих синтетичних матеріалів у дорожньому будівництві. Етап 1 (договір № 22/10-18). Участь у маркетингових дослідженнях, аналіз вихідних даних, розробка програм експериментальних випробувань та підготовка експериментального обладнання. Звіт про науково дослідну роботу, Київ. 2018. 150 с.
7. Науковий супровід застосування армуючих синтетичних матеріалів у дорожньому будівництві. Етап 2 (договір № 22/10-18). Визначення розрахункових характеристик армованого асфальтобетону згідно СОУ 45.2-00018112-076:2012 із застосуванням ґраток GlasGrid GG50 та GlasGrid CG50L. Звіт про науково дослідну роботу. Київ. 2019. 141 с.
8. Висновок щодо застосування продукції ADFORS GlasGrid у дорожньому будівництві України. Київ, 2019. 7 с.

References

1. Armuiuchi heohratky dlia asfaltobetonu GlasGrid®. Minikataloh – Saint-Gobain Adfors CZ s.r.o. Litomysl, The Czech Republic 2020. 19 p. [in English].
2. GlasGrid for asphalt overlays. Summary of GG tests GlasGrid for asphalt overlays. Adfors Saint-Gobain Summary Report. 2020. 26 p. [in English].
3. GlasGrid® for asphalt overlays. Adfors Saint-Gobain Technical Manual, 2020. 41 p. [in English].
4. Y. R. Kim, Y. Lee. Evaluation of geosynthetics and GlasGrid for rutting prevention in asphalt pavement. Final Report submitted to Saint-Gobain Technical Fabrics. – North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, USA, 2006. 21 p. [in English].
5. Kimb, Y. R., S. Lee, Y. Seo, O. El-Haggan. (2005) “Impact of Price Reductions on the Long-Term Pavement Performance of HMA Mixes in North Carolina”. Final report to the North Carolina Department of Transportation, Report No. FHWA/NC/2005-09 [in English].
6. Naukovyi suprovid zastosuvannya armuiuchykh syntetychnykh materialiv u dorozhnomu budivnytstvi. Etap 1 (Scientific support for the use of reinforcing synthetic materials in road construction. Stage 1) (dohovir № 22/10-18). Uchast u marketynhovykh doslidzhenniakh, analiz vykhidnykh danykh, rozrobka prohram eksperymentalnykh vyprobuvan ta pidhotovka eksperymentalnoho obladnannia. Zvit pro naukovo doslidnu robotu, Kyiv. 2018. 150 p. [in Ukrainian].
7. Naukovyi suprovid zastosuvannya armuiuchykh syntetychnykh materialiv u dorozhnomu budivnytstvi. Etap 2 (dohovir № 22/10-18). Vyznachennia rozrakhunkovykh kharakterystyk armovanoho asfaltobetonu zghidno SOU 45.2-00018112-076:2012 iz zastosuvanniam hratok GlasGrid GG50 ta GlasGrid SG50L. Zvit pro naukovo doslidnu robotu. Kyiv, 2019. 141 p. [in Ukrainian].
8. Vysnovok shchodo zastosuvannya produktsii ADFORS GlasGrid u dorozhnomu budivnytstvi Ukrainy. Kyiv, 2019. 7 p. [in Ukrainian].

Artur Onyshchenko¹, D.Sc., Prof., <http://orcid.org/0000-0002-1040-4530>

Dmitry Anishchenko², <http://orcid.org/0009-0008-7721-4644>

Dmytro Husev³, <http://orcid.org/0000-0002-6972-1944>

Oleg Tsekhansky³, Ph.D., <http://orcid.org/0000-0002-4084-0720>

¹National Transport University (NTU), Kyiv, Ukraine

²Municipal Corporation “Kyivavtodor”, Kyiv, Ukraine

³Caponier-Group LLC, Kyiv, Ukraine

INCREASING OF RESISTANCE AND DURABILITY OF ASPHALT CONCRETE PAVEMENTS ON HIGHWAYS AND HIGHWAY BRIDGES USING REINFORCING SYNTHETIC MATERIALS ADFORS GLASGRID

Abstract

Introduction. One of the most common defects in the asphalt concrete pavements of highways and highway bridges that arise during their operation is the formation of ruts.

The problem of increasing the rut resistance and durability of asphalt concrete pavements of highways, city streets and roads, at intersections, in front of traffic light intersections, at public transport stops and on the right lanes of bridges and overpasses is very relevant all over the world.

One of the effective means of solving this problem is to increase the rut resistance and durability of asphalt concrete pavements by reinforcing them with Adfors GlasGrid® reinforcing synthetic materials.

Problem Statement. The design of road pavement structures that are resistant to the formation of cracks and rutting, and the use of modern technologies for the construction and repair of asphalt concrete pavements will significantly improve the durability and performance properties of highways.

Modern world experience shows that the use of reinforcing synthetic materials for reinforcing asphalt concrete layers makes it possible to prevent premature cracking and rutting in asphalt concrete pavements and significantly increase the time between repairs and the durability of road surfaces of highways, city streets and roads, bridges and overpasses.

This paper highlights the results of experimental studies commissioned by Caponier-Group LLC by the State Enterprise "Road Scientific and Technical Center" (SE "Dorcenter") to evaluate the effectiveness of the use of reinforcing synthetic materials Adfors GlasGrid® produced by Saint-Gobain Adfors CZ" (Czech Republic) in comparison with alternative reinforcing synthetic materials to increase the rut resistance and durability of asphalt concrete pavements of highways, city streets and roads, bridges and overpasses.

Purpose. Ensuring rutting resistance and thereby increasing the durability of asphalt concrete pavements is a complex problem that is solved both in the process of designing and calculating the structure of road pavements, selecting the optimal compositions of asphalt concrete mixtures for road surfaces, binders and bitumen emulsions for priming, and in compliance with construction and repair technologies works, as well as through the use of modern materials and technologies for reinforcing asphalt concrete layers with reinforcing synthetic materials. The purpose of the work is to experimentally study the effectiveness of using reinforcing synthetic materials to increase the rutting resistance and durability of asphalt concrete pavements.

Results. Testing of reinforced asphalt concrete pavement for resistance to rutting showed that reinforcement can significantly increase the rutting resistance of asphalt concrete pavement.

Reinforcement of asphalt concrete pavement with Adfors GlasGrid® reinforcing synthetic materials allows increasing rutting resistance, that is, reducing the rut depth and total rutting area by 19 – 35 %. At the same time, the greatest rutting resistance of an asphalt concrete pavement can be achieved when it is reinforced with Adfors GlasGrid GG100 geogrids.

Reinforcement of an asphalt concrete pavement with reinforcing synthetic materials from other manufacturers has shown a decrease in the rutting resistance of the reinforced asphalt concrete pavement compared to non-reinforced ones.

Thus, Adfors GlasGrid® reinforcing synthetic materials increase the rutting resistance and, consequently, the durability of the asphalt concrete pavement. At the same time, studies have shown that Adfors GlasGrid® reinforcing synthetic materials have confirmed their effectiveness when used under the top layer of the pavement.

Conclusions. Based on research results, the effectiveness of reinforcing asphalt concrete layers of road pavements, including the top layer of asphalt concrete pavement, with Adfors GlasGrid reinforcing synthetic materials has been proven. This confirms the possibility and feasibility of using Adfors GlasGrid® reinforcing synthetic materials under the top layer of asphalt concrete pavement, including on bridges and overpasses, to increase the rutting resistance and durability of asphalt concrete pavements.

Keywords: durability, rutting resistance, asphalt concrete pavement, highway, bridge, reinforcing synthetic material, reinforced asphalt concrete layer.