

УДК 625.7/.8

Ільченко В. В., канд. техн. наук, доц., <https://orcid.org/0000-0003-0346-8218>

Демченко О. В., канд. техн. наук, доц., <https://orcid.org/0000-0002-3397-9206>

Міщенко Р. А., канд. техн. наук, доц., <https://orcid.org/0000-0003-1027-0541>

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», м. Полтава, Україна

## ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ГАРЯЧИХ РЕЦИКЛЬОВАНИХ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ НА ОСНОВІ ФРЕЗЕРОВАНОГО АСФАЛЬТОБЕТОНУ З ДОДАВАННЯМ ПЛАСТИКОВОЇ ФІБРИ

### *Анотація*

**Вступ.** Сучасний стан мережі автомобільних доріг загального користування внаслідок негативного впливу природно-кліматичних факторів і постійно зростаючих транспортних навантажень характеризується значними обсягами деформацій та руйнувань дорожньої конструкції, тому потребує значних матеріальних витрат для підтримання й поступового поліпшення транспортно-експлуатаційного стану відповідно до діючих нормативних вимог.

**Проблематика.** Одним з перспективних напрямків здешевлення дорожнього будівництва є виготовлення гарячих рецикльованих асфальтобетонних сумішей на основі фрезерованого асфальтобетону, котрий зазвичай утворюється при фрезеруванні шарів дорожнього покриття під час проведення ремонтно-будівельних робіт, з додаванням пластикової фібри, отриманої з побутових пластикових відходів. Така комбінація вторинних матеріалів дозволить не тільки отримувати економічний ефект від зменшення витрат на придбання нових дорожньо-будівельних матеріалів, але й поліпшувати екологічну ситуацію за рахунок використання побутових відходів.

**Мета роботи** – дослідження фізико-механічних властивостей гарячих рецикльованих асфальтобетонних сумішей на основі фрезерованого асфальтобетону з додаванням пластикової фібри.

**Матеріали й методи.** Встановлено можливість виготовлення гарячих рецикльованих асфальтобетонних сумішей на основі фрезерованого асфальтобетону з додаванням пластикової фібри та проведено випробування дослідних зразків для визначення середньої густини матеріалу, водонасичення, набрякання та границі міцності при стиску в лабораторних умовах за стандартними методиками згідно діючих нормативних документів.

**Результати.** Наведено результати експериментальних досліджень щодо особливостей виготовлення та визначення фізико-механічних властивостей гарячих рецикльованих асфальтобетонних сумішей на основі фрезерованого асфальтобетону з додаванням пластикової фібри, отриманої з побутових відходів.

**Висновки.** Визначено відповідність нормативним вимогам дослідних зразків гарячих рецикльованих асфальтобетонних сумішей і шляхи їх застосування у дорожньому будівництві.

**Ключові слова:** асфальтобетон, відновлений асфальтобетон, гаряча рецикльована асфальтобетонна суміш, гаряче рециклювання, пластикова фібра, фрезерований асфальтобетон.

### **Вступ**

Асфальтобетон — найбільш поширений у нашій країні матеріал для влаштування шарів покриття нежорсткого дорожнього одягу. Внаслідок обмеженого фінансування дорожньої галузі за останні тридцять років майже 90 % автомобільних доріг загального користування не ремонтувалися,

внаслідок чого вони не відповідають сучасним вимогам як за міцністю (39,2 %), так і за рівністю (51,1 %) [1].

Відновлення асфальтобетонних покриттів зазвичай передбачає влаштування поверх старої конструкції дорожнього одягу нового шару асфальтобетонного покриття. Проте такі заходи дають лише короточасний ефект, оскільки через декілька років на поверхні відремонтованого покриття проявляються старі деформації та руйнування. Більш ефективним шляхом відновлення працездатності дорожнього одягу є заміна дефектних і зруйнованих шарів чи всієї конструкції із застосуванням ресайклінгу — повторного використання старого асфальтобетону.

Питанням повторного використання старого асфальтобетону наші науковці й виробничники почали займатися з 40-х років минулого століття, про що свідчать роботи [2–4]. Проте відсутність на той час відповідних технологій і техніки не дозволяли вивести процеси ресайклінгу на рівень практичного застосування в дорожньому будівництві.

Поштовхом до повторного використання старого асфальтобетону стала світова енергетична криза 70-х років минулого століття, яка спонукала до пошуку шляхів заміщення дефіцитного на той час органічного в'язучого для приготування асфальтобетонних сумішей [5–6].

На сьогодні в дорожньому будівництві розповсюджені такі способи повторного використання старого асфальтобетону, котрий зазвичай утворюється під час зрізання шарів дорожнього покриття самохідними дорожніми фрезами (фрезерований асфальтобетон) під час проведення ремонтно-будівельних робіт [7–11]:

- зміцнення узбіч та укосів земляного полотна;
- влаштування підстильних і нижніх шарів дорожнього одягу;
- розклинцювання щибених шарів;
- виготовлення холодних органогідравлічних сумішей;
- приготування гарячих асфальтобетонних сумішей.

Вибір того чи іншого способу повторного використання старого асфальтобетону залежить від технічного, екологічного та економічного факторів [12–13].

Найбільш раціональним способом можна вважати застосування фрезерованого асфальтобетону в технології гарячого рециклювання — приготування гарячих асфальтобетонних сумішей з частковим чи повним вмістом вторинного матеріалу. Наприклад, в більшості європейських країн за умови дотримання технологічних вимог дозволяється додавати до 10 % фрезерованого асфальтобетону до складу нових гарячих асфальтобетонних сумішей, які призначені для верхніх шарів; (30–50) % — для нижніх шарів дорожнього покриття; до 100 % — для шарів основи [7–11].

Оскільки в сучасній вітчизняній дорожній практиці, порівняно з країнами Європи та Америки, повторне використання фрезерованого асфальтобетону для приготування нових гарячих асфальтобетонних сумішей не набуло поширення, тому було вирішено провести дослідження щодо доцільності виготовлення гарячих рецикльованих асфальтобетонних сумішей на основі фрезерованого асфальтобетону з додаванням пластикової фібри, отриманої з побутових пластикових відходів.

### Виклад основного матеріалу

Для досягнення поставленої мети в лабораторних умовах проведено ряд експериментальних досліджень з виготовлення гарячих рецикльованих асфальтобетонних сумішей на основі фрезерованого асфальтобетону з додаванням пластикової фібри, котру отримали із побутових відходів.

Перший етап експериментальних досліджень передбачав виготовлення пробних серій дослідних зразків гарячих рецикльованих асфальтобетонних сумішей на основі фрезерованого асфальтобетону (рис. 1, а) з додаванням пластикової фібри (рис. 1, б), зокрема: контрольна серія

зразків з переформованого за стандартною методикою фрезерованого асфальтобетону без домішок та декілька серій зразків з переформованого фрезерованого асфальтобетону та пластикової фібри в різній кількості від маси основного матеріалу.



*a* — фрезерований асфальтобетон;  
*б* — пластикова фібра.

**Рисунок 1** — Загальний вигляд вихідних матеріалів

Аналіз фізико-механічних властивостей пробних серій дослідних зразків гарячих асфальтобетонних сумішей на основі фрезерованого асфальтобетону з додаванням пластикової фібри, які наведено в роботі [10], підтвердив можливість використання пластикової фібри в кількості (0,75–1,50) % від маси основного матеріалу в якості армуючого матеріалу в складі рецикльованого асфальтобетону.

Наступний етап експериментальних досліджень передбачав визначення впливу форми пластикової фібри на фізико-механічні властивості рецикльованих асфальтобетонних сумішей, для чого в лабораторних умовах було виготовлено п'ять серій дослідних зразків гарячої рецикльованої асфальтобетонної суміші (**рис. 2**) наступного складу:

- *серія А0* — фрезерований асфальтобетон без домішок (контрольна серія);
- *серія Ак0,75* — фрезерований асфальтобетон із додаванням пластикової фібри розміром 25×4 мм (коротка фібра) в кількості 0,75 % від маси основного матеріалу;
- *серія Ак1,5* — фрезерований асфальтобетон із додаванням пластикової фібри розміром 25×4 мм (коротка фібра) в кількості 1,5 % від маси основного матеріалу;
- *серія Ад0,75* — фрезерований асфальтобетон із додаванням пластикової фібри розміром 50×2 мм (довга фібра) в кількості 0,75 % від маси основного матеріалу;
- *серія Ад1,5* — фрезерований асфальтобетон із додаванням пластикової фібри розміром 50×2 мм (довга фібра) в кількості 1,5 % від маси основного матеріалу.

Зерновий склад фрезерованого асфальтобетону, який визначено шляхом просівання через стандартні сита з отворами від 40 мм до 0,071 мм, найбільш відповідає нормативним вимогами [16] до гарячих асфальтобетонних сумішей типу В1 (**рис. 3**).

Виготовлення та випробування дослідних зразків гарячих рецикльованих асфальтобетонних сумішей на основі фрезерованого асфальтобетону з додаванням пластикової фібри проводилися за стандартними методиками для визначення показників середньої густини матеріалу, водонасичення, набрякання й границі міцності при стиску згідно вимог нормативних документів [14–16]. Результати визначення фізико-механічних властивостей дослідних зразків наведено у **табл. 1** та на **рис. 4–7**.



а)

б)

а — після формування,  
б — після випробування.

Рисунок 2 — Загальний вигляд дослідних зразків

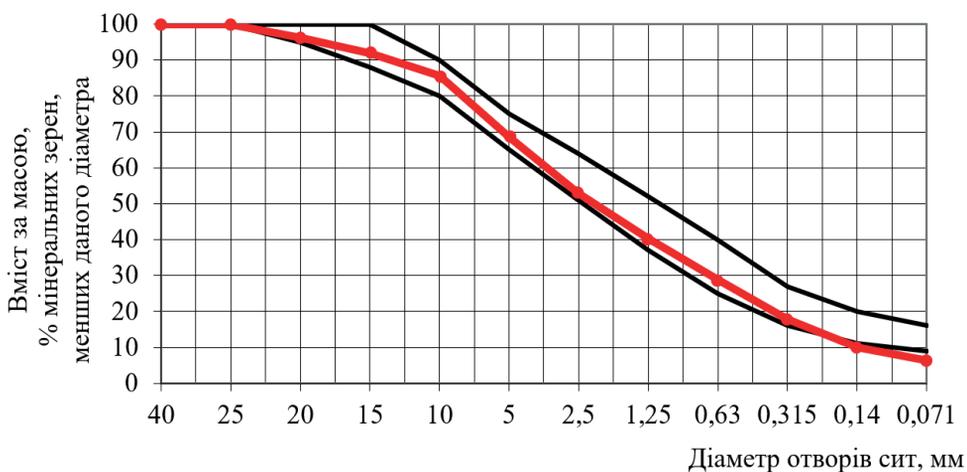


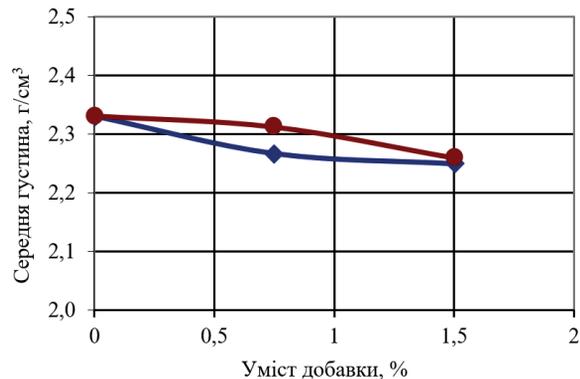
Рисунок 3 — Порівняння зернового складу фрезерованого асфальтобетону із нормативними вимогами до гарячих асфальтобетонних сумішей типу В1

Таблиця 1

Фізико-механічні властивості дослідних зразків

Назва властивостей	Серія зразків				
	A0	Aк0,75	Aк1,5	Aд0,75	Aд1,5
Середня густина, г/см <sup>3</sup>	2,33	2,27	2,25	2,31	2,26
Водонасичення, %	5,6	6,0	7,1	5,3	6,8
Набрякання, %	138,6	132,7	132,0	136,5	132,8
Границя міцності при стиску, МПа, – в сухому стані за температури:					
20 °С	4,13	2,83	3,58	3,64	4,08
50 °С	3,5	3,72	4,25	4,33	4,39
– в замоченому стані за температури:					
20 °С	1,42	1,19	1,12	1,25	1,32
Коефіцієнт водостійкості, не менше ніж	0,85	1,31	1,19	1,19	1,08

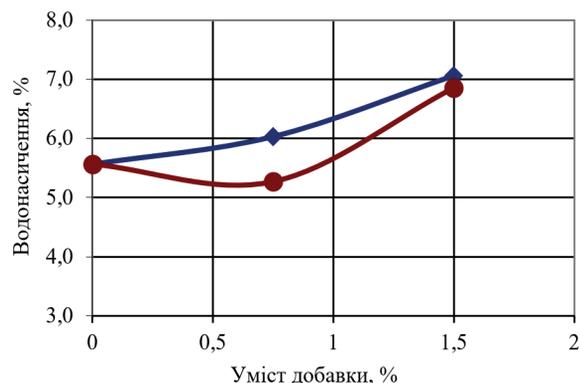
Залежність показника середньої густини дослідних зразків від наявності та вмісту добавки пластикової фібри в складі гарячих рециркульованих асфальтобетонних сумішей наведено на **рис. 4**.



**Рисунок 4** — Графік залежності показника середньої густини дослідних зразків від наявності та вмісту добавки фібри (серія Ad — квадратні маркери; серія Ak — круглі маркери)

Аналіз залежності показника середньої густини дослідних зразків від наявності та вмісту добавки пластикової фібри в складі гарячих рециркульованих асфальтобетонних сумішей (див. **рис. 4**) показує, що вона має майже лінійний характер, тобто зі збільшенням вмісту пластикової фібри в суміші середня щільність зразків зменшується за рахунок зменшення частки кам'яного матеріалу (середня густина нециркульованої асфальтобетонної суміші з фрезерованого асфальтобетону без домішок складає  $\rho_{m\text{ сер}} = 2,33 \text{ г/см}^3$ ) та поступового збільшення вмісту більш легкої пластикової фібри.

Залежність показника водонасичення дослідних зразків від наявності та вмісту добавки пластикової фібри в складі гарячих рециркульованих асфальтобетонних сумішей наведено на **рис. 5**.

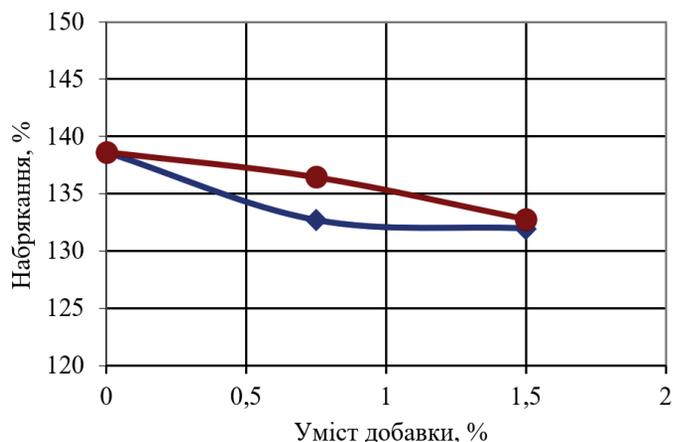


**Рисунок 5** — Графік залежності показника водонасичення дослідних зразків від наявності та вмісту добавки фібри (серія Ad — квадратні маркери; серія Ak — круглі маркери)

Аналіз залежності показника водонасичення дослідних зразків від наявності та вмісту добавки пластикової фібри в складі гарячих рециркульованих асфальтобетонних сумішей (див. **рис. 5**) показує, що з введенням до складу рециркульованої асфальтобетонної суміші пластикової фібри показник водонасичення спочатку зменшується (показник водонасичення рециркульованої асфальтобетонної суміші з фрезерованого асфальтобетону без домішок складає  $W_{\text{сер}} = 5,60 \%$ ), але зі збільшенням вмісту фібри цей показник починає зростати внаслідок збільшення пористості.

Залежність показника набрякання дослідних зразків від наявності та вмісту добавки

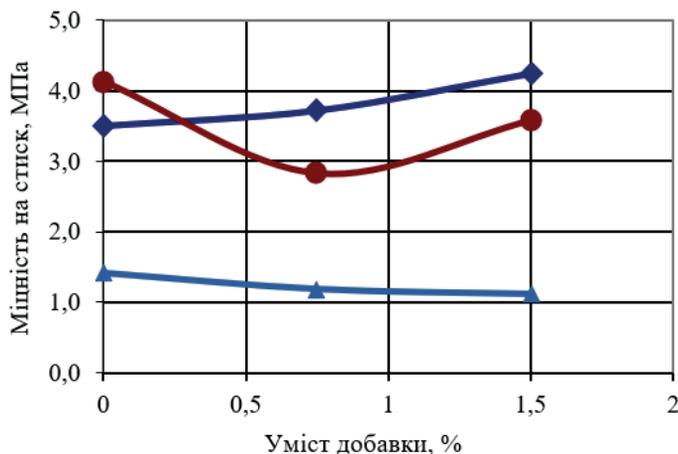
пластикової фібри в складі гарячих рециркульованих асфальтобетонних сумішей наведено на **рис. 6**.



**Рисунок 6** — Графік залежності показника набрякання дослідних зразків від наявності та вмісту добавки фібри (серія *Ad* — квадратні маркери; серія *Ak* — круглі маркери)

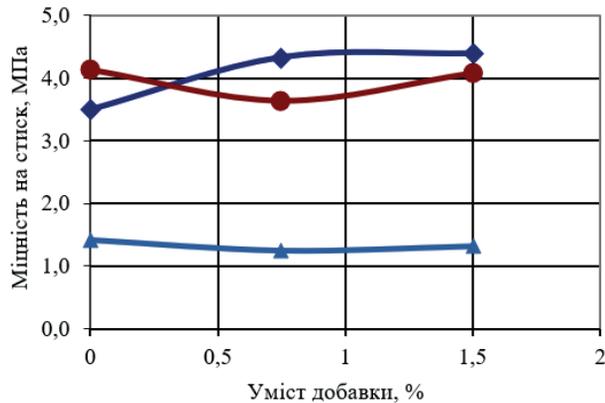
Аналіз залежності показника набрякання дослідних зразків від наявності та вмісту добавки пластикової фібри в складі гарячих рециркульованих асфальтобетонних сумішей (див. **рис. 6**) показує, що з введенням до складу рециркульованої асфальтобетонної суміші пластикової фібри показник набрякання спочатку знижується (показник набрякання рециркульованої асфальтобетонної суміші з фрезерованого асфальтобетону без домішок складає  $H_{\text{сер}} = 138\%$ ), але зі збільшенням вмісту фібри цей показник починає спадати внаслідок збільшення пористості.

Залежність показника міцності при стиску дослідних зразків від наявності та вмісту добавки пластикової фібри в складі гарячих рециркульованих асфальтобетонних сумішей для серій *Ao* та *Ak* наведено на **рис. 7, а**, та для серій *Ao* та *Ad* — на **рис. 7, б**.



круглі маркери — у сухому стані за температури  $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  
 квадратні маркери — у сухому стані за температури  $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  
 трикутні маркери — у замоченому стані за температури  $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**Рисунок 7** — Графік залежності показника міцності при стиску дослідних зразків від наявності та вмісту добавки фібри серії *Ak*



круглі маркери — у сухому стані за температури  $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  
 квадратні маркери — у сухому стані за температури  $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  
 трикутні маркери — у замоченому стані за температури  $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**Рисунок 7, аркуш 2** — Графік залежності показника міцності при стиску дослідних зразків від наявності та вмісту добавки фібри серії *Ad*

Аналіз залежності показника міцності при стиску дослідних зразків від наявності та вмісту добавки пластикової фібри в складі гарячих рецикльованих асфальтобетонних сумішей (див. **рис. 7**) показує, що за температури зразків  $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$  у сухому стані при додаванні до фрезерованого асфальтобетону пластикової фібри в кількості 0,75 % показник границі міцності при стиску  $R_{20}$  порівняно з чистим матеріалом спочатку зменшується, але при збільшенні кількості фібри — міцність збільшується; при цьому довга фібра має кращий результат, що свідчить про ефект армування асфальтобетону пластиковою фіброю. При збільшенні температури дослідних зразків до  $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$  у сухому стані значення границі міцності при стиску  $R_{50}$  поступово зменшується за рахунок втрати зв'язку між асфальтобетоном та пластиковою фіброю. За температури дослідних зразків  $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$  у замоченому стані значення границі міцності при стиску  $R_{20}^M$  при додаванні пластикової фібри до складу рецикльованого асфальтобетону сумішей практично не змінюється.

## Висновки

Результати визначення фізико-механічних властивостей дослідних зразків гарячих рецикльованих асфальтобетонних сумішей на основі фрезерованого асфальтобетону з додаванням пластикової фібри вказують на перспективність даного напрямку досліджень, оскільки вони дозволяють не тільки отримувати економічний ефект від зменшення витрат на придбання нових дорожньо-будівельних матеріалів, але й поліпшувати екологічну ситуацію за рахунок використання побутових пластикових відходів в дорожньому будівництві.

## Список літератури

1. Технічний стан автомобільних доріг загального використання. URL: <https://mtu.gov.ua> (дата звернення: 24.10.2020).
2. Басс М.Г., Файнберг Э.С., Усманов К.Х. Проблемы повторного использования регенерированного асфальтобетона в дорожном строительстве больших городов. Москва, 1976. 21 с.

3. Тимофеев А.А. Использование и переработка старого асфальтобетона. Москва, 1976. 80 с.
4. Сюньи Г.К., Усманов К.Х., Файнберг Э.С. Регенерированный дорожный асфальтобетон. Москва, 1984. 118 с.
5. Copeland A. Reclaimed Asphalt Pavement in Asphalt Mixtures: State of the Practice. *Federal Highway Administration (FHWA)*. Report No. FHWA-HRT-11-021. McLean (Va), 2011. 49 p. URL: <https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/infrastructure/pavements/11021/11021.pdf> (дата звернення: 24.10.2020).
6. The Asphalt Paving Industry: A Global Perspective. *European Asphalt Pavement Association (EAPA)*. *National Asphalt Pavement Association (NAPA)*. Global Series 101 (Second Edition). Brussels - Lanham (MD), 2011. 37 p. URL: <http://www.eapa.org/userfiles/2/Publications/GL101-2nd-Edition.pdf> (дата звернення: 24.10.2020).
7. Жданюк В.К., Сибільський Д. Рециркування дорожніх одягів. Автошляховик України. Київ, 2006. Вип. 4. С. 32–35.
8. Ільченко В.В., Підгайний В.М., Дударєва О.Ю. Пошук ефективних шляхів повторного використання фрезерованого асфальтобетону. Збірник наукових праць. Серія: Галузеве машинобудування, будівництво. Полтава, 2007. Вип. 20. С. 156–160.
9. Головка С.К. Відновлення несучої здатності нежорстких дорожніх одягів за методами холодного та гарячого ресайклінгу. Автошляховик України. Київ, 2011. Вип. 5. С. 44–46.
10. Pchenko V.V., Tymoshevskiy V.V., Mishchenko R.A., Lyashko D.S., Riznyk V.V. The prospects manufacture of recycled hot mix asphalt with fiber plastic reinforcement. Збірник наукових праць. Серія: Галузеве машинобудування, будівництво. Полтава, 2017. Вип. 1 (48). С. 258–264. URL: [http://znpp.edu.ua/files/archive/ua/48\\_2017/32.pdf](http://znpp.edu.ua/files/archive/ua/48_2017/32.pdf) (дата звернення: 24.10.2020).
11. Hansen K.R., Copeland A. Asphalt Pavement Industry Survey on Recycled Materials and Warm-Mix Asphalt Usage: 2014. *National Asphalt Pavement Association (NAPA)*. Information Series 138 (5th edition). Lanham (MD), 2015. 28 p. URL: [http://www.asphaltpavement.org/PDFs/IS138/IS138-2014\\_RAP-RAS-WMA\\_Survey\\_Final.pdf](http://www.asphaltpavement.org/PDFs/IS138/IS138-2014_RAP-RAS-WMA_Survey_Final.pdf) (дата звернення: 24.10.2020) [in English].
12. Recycling Hot-Mix Asphalt Pavements. *National Asphalt Pavement Association (NAPA)*. Information Series 123. Lanham (MD), 1996. 28 p. URL: <http://driveasphalt.org/assets/content/resources/IS-123> (дата звернення: 24.10.2020).
13. Kandhal P.S., Mallick R.B. Pavement Recycling Guidelines for State and Local Governments: Participant's Reference Book. *Federal Highway Administration (FHWA)*. Report No. FHWA-SA-98-042. URL: <https://www.fhwa.dot.gov/pavement/recycling/98042/index.cfm#s3> (дата звернення: 24.10.2020).
14. Р В.3.2-218-02070915-204-2003 Рекомендації по регенерації та повторному використанню фрезерованого асфальтобетону, Київ, 2003. 23 с. (Інформація та документація)
15. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування Частина ІІ. Будівництво. Київ, 2015. 104 с. (Інформація та документація).
16. ДСТУ Б.В.2.7-119:2011 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови. Київ, 2012. 49 с. (Інформація та документація).

### References

1. Tekhnichniy stan avtomobilnykh dorih zahalnoho vykorystannia [The technical condition of roads of general usestry of Infrastructure of Ukraine]. URL: <https://mtu.gov.ua> (Last accessed: 24.10.2020) [in Ukrainian].
2. Bass M.G., Faynberg E.S., Usmanov K.H. Problemy povtornogo ispolzovaniya regenerirovannogo asfaltobetona v dorozhnom stroitelstve bolshih gorodov [Problems of reuse of

reclaimed asphalt concrete in road construction in large cities]. Moscow, 1976. 21 p. [in Russian].

3. Timofeev A.A. Ispolzovanie i pererabotka starogo asfaltobetona [Using and recycling old asphalt concrete]. Moscow, 1976. 80 p. [in Russian].

4. Syuni G.K., Usmanov K.H., Faynberg E.S. Regenerirovanny dorozhnyy asfaltobeton. [Recycled road asphalt concrete]. Moscow, 1984. 118 p. [in Russian].

5. Copeland A. Reclaimed Asphalt Pavement in Asphalt Mixtures: State of the Practice. *Federal Highway Administration (FHWA)*. Report No. FHWA-HRT-11-021. McLean (Va), 2011. 49 p. URL: <https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/infrastructure/pavements/11021/11021.pdf> (Last accessed: 24.10.2020) [in English].

6. The Asphalt Paving Industry: A Global Perspective. *European Asphalt Pavement Association (EAPA)*. *National Asphalt Pavement Association (NAPA)*. Global Series 101 (Second Edition). Brussels - Lanham (MD), 2011. 37 p. URL: <http://www.eapa.org/userfiles/2/Publications/GL101-2nd-Edition.pdf> (Last accessed: 24.10.2020) [in English].

7. Zhdanyuk V.K., Sibilskiy D. Retsiklyuvannya dorozhnih odyagiv [Recycling of pavements]. *Avtošljachovyk Ukraïny*. Kyiv, 2006. 4. P. 32–35 [in Ukrainian].

8. Ilchenko V.V., Pidgayniy V.M., Dudareva O.Yu. Poshuk effektivnih shlyahiv povtornogo vikoristannya frezerovanogo asfaltobetonu [Finding effective ways to re-use recycled asphalt concrete]. *Zbìrnik naukovih prac'. Serià: galuzeve mašinobuduvannà, budivnictvo (Poltavs'kij nacional'nij tehničnij unìversitet imeni Ūrià Kondratùka)*. Poltava, 2007. 20. P. 156–160 [in Ukrainian].

9. Golovko S.K. Vidnovlennya nesuchoyi zdatnosti nezhorstkih dorozhnih odyagiv za metodami holodnogo ta garyachogo resayklingu. *Avtošljachovyk Ukraïny*. Kyiv, 2011. Iss. 5. P. 44–46. [in Ukrainian].

10. Ilchenko V.V., Tymoshevskiy V.V., Mishchenko R.A., Lyashko D.S., Riznyk V.V. The prospects manufacture of recycled hot mix asphalt with fiber plastic reinforcement. *Zbìrnik naukovih prac'. Serià: galuzeve mašinobuduvannà, budivnictvo (Poltavs'kij nacional'nij tehničnij unìversitet imeni Ūrià Kondratùka)*. Poltava, 2017. 1 (48). P. 258–264. URL: [http://znp.nupp.edu.ua/files/archive/ua/48\\_2017/32.pdf](http://znp.nupp.edu.ua/files/archive/ua/48_2017/32.pdf) (Last accessed: 24.10.2020) [in English].

11. Hansen K.R., Copeland A. Asphalt Pavement Industry Survey on Recycled Materials and Warm-Mix Asphalt Usage: 2014. *National Asphalt Pavement Association (NAPA)*. Information Series 138 (5th edition). Lanham (MD), 2015. 28 p. URL: [http://www.asphaltpavement.org/PDFs/IS138/IS138-2014\\_RAP-RAS-WMA\\_Survey\\_Final.pdf](http://www.asphaltpavement.org/PDFs/IS138/IS138-2014_RAP-RAS-WMA_Survey_Final.pdf) (Last accessed: 24.10.2020) [in English].

12. Recycling Hot-Mix Asphalt Pavements. *National Asphalt Pavement Association (NAPA)*. Information Series 123. Lanham (MD), 1996. 28 p. URL: <http://driveasphalt.org/assets/content/resources/IS-123> (Last accessed: 24.10.2020) [in English].

13. Kandhal P.S., Mallick R.B. Pavement Recycling Guidelines for State and Local Governments: Participant's Reference Book. *Federal Highway Administration (FHWA)*. Report No. FHWA-SA-98-042. URL: <https://www.fhwa.dot.gov/pavement/recycling/98042/index.cfm#s3> (Last accessed: 24.10.2020) [in English].

14. R V.3.2-218-02070915-204-2003 Rekomendatsiyi po regeneratsiyi ta povtornomu vikoristannyu frezerovanogo asfaltobetonu [Recommendations (R V.3.2-218-02070915-204-2003) Recommendations for regeneration and reuse of milled asphalt]. Kyiv, 2003. 23 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

15. DBN V.2.3-4:2015 Avtomobilni dorohy. Chastyna I. Proektuvannia. Chastyna II. Budivnytstvo (State Building Norms (DBN V.2.3-4-2015) Highways. Part I. Design. Part II. Building). Kyiv, 2015. 104 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

16. DSTU B V.2.7-119:2011 Sumishi asfaltobetonni i asfaltobeton dorozhni ta aerodromnyi. Tekhnichni umovy [State Standard of Ukraine (DSTU B V.2.7-119:2011) Asphaltic concrete mixtures, road and aerodromes asphaltic concrete. Specifications]. Kyiv, 2012. 49 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

**Volodymyr Pichenko**, Ph.D., Associate Prof., <https://orcid.org/0000-0003-0346-8218>

**Oksana Demchenko**, Ph.D., Associate Prof., <https://orcid.org/0000-0002-3397-9206>

**Roman Mishchenko**, Ph.D., Associate Prof., <https://orcid.org/0000-0003-1027-0541>

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine*

### PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES RECYCLED HOT MIX ASPHALT BASED ON MILLED ASPHALT WITH THE PLASTIC FIBER ADDITION

#### **Abstract**

**Introduction.** The current state of the network of public roads due to the negative impact of climatic factors and ever-increasing traffic loads characterized by significant amounts of deformation and destruction of the road structure so requires significant material costs for maintenance and gradual improvement of a transport and operational condition according to the operating regulatory requirements.

**Problem Statement.** One of the promising areas to reduce the cost of road construction is manufacturing the recycled hot mix asphalt based on milled asphalt, which is usually formed in scarifying of the road surface layers during repair and construction works, with the plastic fiber addition obtained from household plastic waste. This combination of secondary materials will not only get the economic effect of reducing the cost of purchasing new road construction materials but also improve the environmental situation through the use of household waste.

**Purpose.** Investigation of physical and mechanical properties of recycled hot mix asphalt based on milled asphalt with the plastic fiber addition

**Materials and Methods.** It was established the manufacturing possibility of recycled hot mix asphalt based on milled asphalt with the plastic fiber addition. Test specimens performance measuring was conducted to determine the average density of the material, water saturation, swelling at ultimate compressive strength in the laboratory conditions according to standardized techniques by current regulations.

**Results.** The results of experimental studies regarding the manufacturing features and physical and mechanical properties of recycled hot mix asphalt based on milled asphalt with the addition of plastic fiber obtained from household waste are shown.

**Conclusion.** The correspondence of the manufactured specimens of recycled hot mix asphalt to regulations is established as well as its road construction application options.

**Keywords:** asphalt pavement, recycled hot mix asphalt, hot recycled, milled asphalt, plastic fiber, (RHMA), reclaimed asphalt pavement (RAP).