

## НЕАВТОКЛАВНИЙ НІЗДРЮВАТИЙ БЕТОН ДЛЯ ПОКРИТТЯ АВТОДОРІГ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Роботу присвячено проблемам, пов'язаним з розрахунковою оцінкою параметрів конструкційно-теплоізоляційного антиморозного шару дорожнього полотна нежорстких доріг на різних ґрунтових основах.*

**Ключові слова:** неавтоклашний пінобетон, протиморозний важкий шар (шар), покриття автомобільних доріг, промерзання.

### *Abstract*

*The work is devoted to the problems related to the calculation of the parameters of the structural and heat-insulating anti-freeze layer of the road surface of non-rigid roads on various reasonable grounds..*

**Keywords:** non-autoclaved foam concrete, antifreeze heavy layer (layer), road surface, freezing

### **Вступ**

В даний час в Україні при будівництві доріг і автомобільних доріг використовується протиморозний важкий шар, який виготовляється з крупнозернистих і середньозернистих пісків (до 95 %) і укладається під монолітний бетон і асфальтобетонне покриття на бетонній основі. Однак такі конструктивні рішення не дозволяють надійно захистити конструкцію покриття від зимових вспучувань і підйомів, що позначається на якості покриття та експлуатаційних характеристиках.

Зарубіжний досвід дорожнього будівництва показав ефективність використання теплоізоляційних матеріалів в конструкції дорожнього покриття [1-4]. Дослідження та застосування різноманітних теплоізоляційних матеріалів у дорожньому будівництві почалися ще в середині ХХ століття, оскільки проблема зменшення промерзання земляного полотна дорожнього одягу актуальна не лише для українських доріг.

### **Основна частина**

Незважаючи на те, що будівельні матеріали в конструкції оздоблення дорожнього покриття укладаються за коефіцієнтом зниження напруги відповідно до ослаблення напруги динамічного навантаження, критичні дані напружено-деформованого стану за критеріями механіки руйнування слід визначати як для бетону, що використовується для дорожнього покриття, так і для пінобетону, що використовується в якості теплоізоляційного шару.

Дослідження деформаційних характеристик пінобетону, армованого поліпропіленовими волокнами, в тому числі дослідження тріщиностійкості, показали можливість використання пінобетону як теплоізоляційного шару при будівництві дорожнього покриття доріг. Характер деформацій пінобетону, армованого поліпропіленовою фіброю, відрізняється від досліджуваних зразків, в яких дисперсна фібра не використовувалася. Пікове значення деформацій фіробетону під навантаженням до критичної точки руйнування в 4,7–5,7 разів перевищує деформацію неармованого пінобетону. [5]

Розрахунок морозостійкості конструкції дорожнього покриття, наведений у діючих будівельних нормах України, має на меті забезпечити необхідну стійкість дорожнього одягу до втрати стійкості при нерівномірному спучуванні ґрунту земляного полотна дороги, тобто запобігти деформації, що спричинена морозним підйомом, яка може перевищувати гранично допустимі проектні параметри [6]. Але такий алгоритм розрахунку не враховує фактичні теплофізичні характеристики будівельних матеріалів, які використовуються при виготовленні дорожнього покриття. З іншого боку, можливе використання в розрахунку еквівалента теплотехнічних властивостей матеріалів оздоблення дорожнього покриття. Використовувана зараз методика

розрахунку є застарілою та малоефективною, оскільки не відображає реальних теплофізичних характеристик новітніх будівельно-дорожніх матеріалів, які можуть бути використані для влаштування теплоізоляційного шару покриття в сучасних проектних рішеннях доріг.

Методика розрахунку параметрів влаштування ефективного теплоізоляційного шару покриття дорожнього покриття, яка б враховувала фактичну теплопровідність усіх шарів дорожнього одягу та виключала вплив морозного підйому дорожнього полотна, наразі відсутня в сучасних дорогах проектно-будівельної практики в Україні. У зв'язку з цим проблема розробки пінобетону з підвищеними експлуатаційними властивостями як ефективного теплоізоляційного шару для проектування довговічних багатшарових поверхневих конструкцій є актуальною.

В роботі розроблено методику підвищення довговічності покриття дорожнього покриття та усунення впливу морозного підйому на довговічність нежорсткого дорожнього покриття шляхом введення в конструкцію покриття розрахункового значення ефективного теплоізоляційного шару. Запропоновано алгоритм розрахунку величини теплоізоляційного шару з монолітного пінобетону, армованого поліпропіленовою фіброю, та номограми для визначення необхідної товщини теплоізоляційного шару з монолітного конструкційного та теплоізоляційного фіброфіробетону для різних ґрунтів дорожніх основ.

Для досягнення стійкості конструкції поверхневого покриття проти морозного набухання необхідно забезпечити стабільну плюсову температуру в основі ґрунту земляного полотна під дорожнє покриття, що гарантує уникнення замерзання води в ґрунті та подальшого утворення кристаликів льоду, які, збільшуючись в об'ємі, викликають процес зимового підйому. Покриття дорожнього полотна, в якому використано ізоляційний пінобетонний шар, залишатиметься рівним протягом усього року, що значно покращить якість дорожнього полотна.

Для захисту конструкції дорожнього покриття від впливу зимового вспучування тепловий потік, що проходить через цю дорожню конструкцію, повинен бути рівним або меншим від теплового потоку, що проходить через ґрунтовий масив до рівня глибини промерзання. За результатами математичних розрахунків на основі отриманої аналітичної залежності та отриманих середніх розрахункових значень отримано значення необхідного термічного опору теплопередачі для конструкцій оздоблення дорожнього покриття, які розташовані в конкретному кліматичному районі України у відповідності до стандартів України [7] (табл. 1).

**Таблиця 1 - Розрахунковий термічний опір конструкції оздоблення дорожнього покриття**

Кліматична область	Глибина промерзання ґрунту, $H_{frz}$ , см	Мінімально необхідне значення теплового опору дороги структура ( $R_{необхідна}$ ), що розташована на наступному типі ґрунту, м <sup>2</sup> К/Вт		
		пісок	супісок суглинистий	глини і суглинків
I	165	1,054	1,455	1,598
	150	0,958	1,323	1,453
II	130	0,843	1,164	1,279
	110	0,714	0,985	1,082
III(A)	95	0,628	0,867	0,952
	80	0,529	0,730	0,801
III(B)	95	0,642	0,886	0,973
	80	0,541	0,746	0,820
IV	95	0,650	0,898	0,986
	80	0,548	0,756	0,831
IV	95	0,685	0,945	1,038
	80	0,577	0,796	0,874

Для спрощення розрахунків для вибору величини теплоізоляційного шару монолітного фібропінобетону були запропоновані номограми для трьох основних варіантів основи земляного полотна (рис. 1).

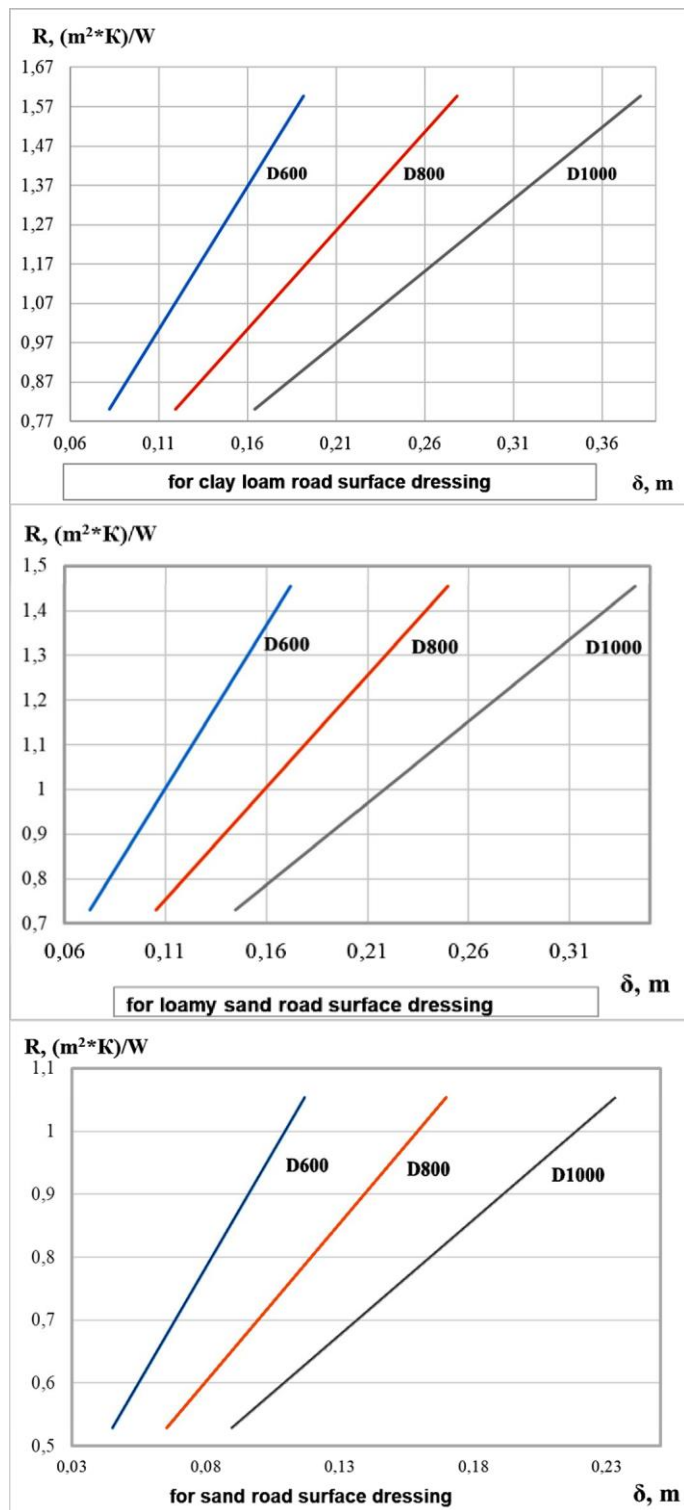


Рисунок 1. Номограми для вибору оптимального розрахункового значення теплоізоляції пінобетону на основі глини та суглинків (а) супісків (б); (в) пісок

Запропонований алгоритм номограм для практичного вибору оптимального розрахункового значення теплоізоляційного фібропінобетону щільністю від 600 до 1000  $\text{kg}/\text{m}^3$  дозволяє створити ефективну конструкцію морозозахисту. важкого шару нежорстких доріг для різних ґрунтів дорожньої основи.

Технологія влаштування морозостійкого шару з неавтоклавного пінобетону, армованого поліпропіленовою фіброю, в конструкції покриття автомобільних доріг, внутрішньоквартальних

проїздів і пішохідних доріжок передбачає обов'язкове влаштування гідроізоляційних шарів (геотекстилю, гідроізоляційний шар або мембрана), щоб забезпечити необхідну вологість цього матеріалу.

### **Висновки**

Основним ефектом від введення протиморозного шару необхідного розміру з монолітного неавтоклавного фібробетону є збільшення циклу капітального ремонту при експлуатації нежорстких доріг у 2,5 рази.

Наведений у статті алгоритм вибору ефективної величини теплоізоляційного шару з пінобетону неавтоклавного фібробетону як засобу запобігання морозному пученню поверхневого покриття створює ефективні можливості для підвищення якості вул. транспортної мережі в Україні та закладає основу для економії значних матеріальних і фінансових ресурсів під час експлуатації доріг.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Boiko, T., et al. Theoretical foundations of engineering. Tasks and problems. Vol. 3. International Science Group, 2021
2. Kalafat, K., L. Vakhitova, and V. Drizhd. "Technical research and development." International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 616 p. (2021).
3. Demchyna, B., et al. Scientific foundations of solving engineering tasks and problems. Vol. 2. International Science Group, 2021.
4. Hnes, L., S. Kunytskyi, and S. Medvid. "Theoretical aspects of modern engineering." International Science Group: 356 p. (2020).
5. Солодкий С., Каханов В., Горніковська І., Турба Ю. Дослідження міцності на руйнування важкого бетону і пінобетон армований поліпропіленовою фіброю для будівництва доріг. Східно-Європейський журнал підприємницьких технологій. 2015. № 4/5 (76), С. 40–46.
6. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво Київ. 2015.
7. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. Київ. 2010.

***Сівак Роман Васильович** – аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [sivak10052@gmail.com](mailto:sivak10052@gmail.com)*

***Sivak Roman** – PhD student of the Department of Life, Municipality and Architecture, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa, e-mail: [sivak10052@gmail.com](mailto:sivak10052@gmail.com)*