

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОРОЗОСТІЙКОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ ТА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

© Каганов В.О., Горніковська І.Б., 2010

Проаналізовано сучасні підходи до влаштування конструкцій дорожнього одягу та забезпечення морозостійкості земляного полотна, розглянуто чинну в Україні методику розрахунку морозозахисного шару дорожнього одягу та запропоновано новітні підходи і методи виконання цього типу розрахунку.

Ключові слова: дорожній одяг, морозозахисний шар, земляне полотно, зимове здимання, термічний опір, коефіцієнт теплопровідності.

This article presents the analysis of modern methods of paving construction and ensuring of road level frost-resistance. There is considered existing Ukrainian methods of pavement frost-protective layer calculation and proposed up-to-date principles and methods of such calculations type.

Keywords: paving, frost-protective layer, road level, winter heave, temperature lag, coefficient of thermal conductivity.

Постановка проблеми. Значна територія України розташована на ґрунтах з низькою несучою здатністю. Ґрунти переважно глинисті. За дорожньою класифікацією їх зараховують до здимальних та дуже здимальних [1]. Це ґрунти, які взимку, в зволоженому стані здимуються, а весною просідають. Здиманню також сприяють: високий рівень ґрунтових вод, затяжні осінні та весняні дощі, м'яка зима з повільним промерзанням ґрунту та частими відлигами, які чергуються з морозами (типово для західних та південних областей України та Автономної Республіки Крим тощо), різке коливання температур весною, випадання опадів у період відтавання дорожнього одягу автомагістралей та вулиць.

В умовах міських магістралей проблема несприятливих ґрунтів ускладнюється наявністю широкої мережі інженерних комунікацій, які спричиняють негативний вплив на водно-теплові процеси у ґрунтах основи доріг [2].

Мета досліджень. Відповідно до вимог будівельних норм [1] шари дорожнього одягу повинні не лише сприймати навантаження, а й впливати на зміну глибини промерзання земляного полотна (тобто передбачається необхідність влаштування відповідного теплоізоляційного шару). Це призводить до збільшення товщини дорожнього одягу і, зазвичай, до збільшення вартості будівництва автодоріг. Виходом з цієї ситуації є використання нових теплоізоляційних матеріалів з низьким коефіцієнтом теплопровідності та достатньою несучою здатністю. У процесі будівництва доріг маса шарів дорожнього одягу повинна бути такою, як маса знятого ґрунту земляного корита. Очевидним є і той факт, що використання традиційних матеріалів, таких як пісок та щебінь, для влаштування теплоізоляційного шару дорожнього одягу є не лише економічно необґрунтованим, але й недоцільним у конструктивному аспекті.

Від наявності чи відсутності теплоізоляційного прошарку в конструкції дорожнього одягу залежать якість та довговічність автодоріг і міських магістралей, експлуатаційні витрати на капітальні та поточні ремонти транспортної інфраструктури.

Замерзання ґрунтових вод безпосередньо під дорожнім полотном і, як наслідок, збільшення їх в об'ємі, під час відлиги призводить до значних деформацій дорожнього покриття (рис. 1). За таких умов термін бездефектної експлуатації дорожнього полотна значно скорочується, що, своєю чергою, призводить до необхідності їх ремонтувати в інтенсивнішому режимі.

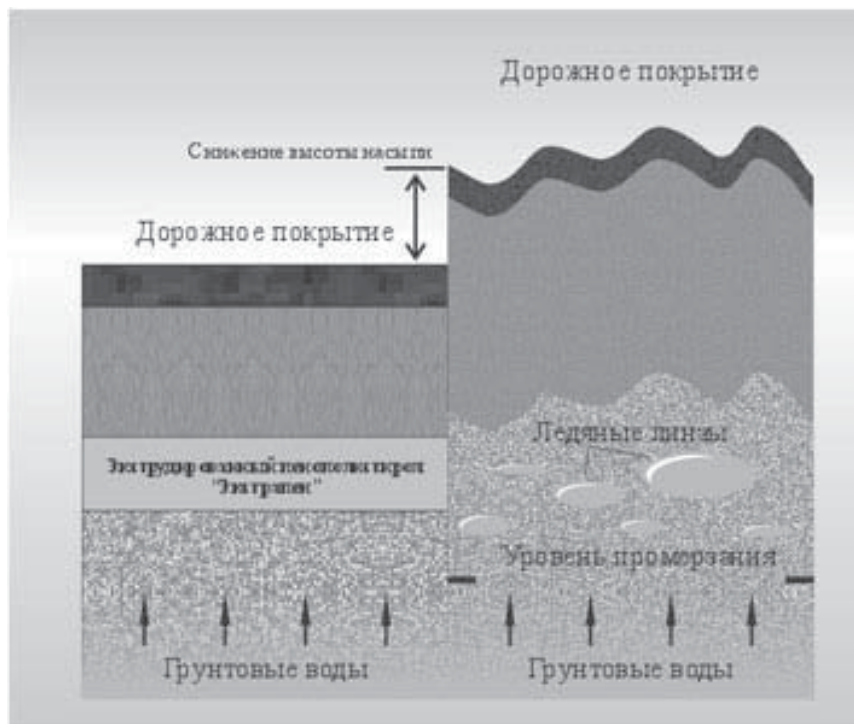


Рис. 1. Схема процесу розподілу деформацій під час промерзання основи із стабілізованого ґрунту в дорожньому одязі автомобільної дороги

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблема зниження промерзання земляного полотна дорожнього одягу важлива не лише для України. Цю проблему вже давно вивчають в країнах Євросоюзу та в Російській Федерації, причому на державному рівні. В цих країнах з метою влаштування теплоізоляційного шару використовують, зазвичай, масиви з екструдованого пінополістиролу (рис. 2).



Рис. 2. Влаштування теплоізоляційного шару дороги в Бельгії

Проблема зниження вартості будівництва та експлуатації доріг і затвердження програми енергоощадних технологій відновила інтерес до використання в будівництві (зокрема і в дорожньому) такого теплоізоляційного матеріалу, як безавтоклавний монолітний пінобетон. Цей факт підкріплений положеннями Державної програми розвитку виробництва виробів з ніздрюватого бетону, що має на меті їх інтенсивне використання в період до 2011 року і була затверджена Кабінетом Міністрів України ще у 2003 році [3].

Однак широкому застосуванню ефективних теплоізолюючих шарів під час будівництва автодоріг не сприяє відсутність ефективного математичного апарату для розрахунку цього матеріалу в конструкції дорожнього одягу.

Наведений у будівельних нормах розрахунок конструкції дорожнього одягу на морозостійкість має на меті забезпечення необхідної стійкості дорожнього покриття проти порушення стійкості за нерівномірного набухання ґрунтів земляного полотна, тобто недопущення появи деформацій від морозного здимання, що перевищують допустимі параметри. Але цей розрахунок не враховує фактичних теплотехнічних характеристик матеріалів, що застосовуються в дорожньому одязі. Натомість рекомендується застосовувати еквівалент теплотехнічних властивостей матеріалів дорожнього одягу, який в розрахунку відповідає теплотехнічним характеристикам гранітного щебеня. Такий метод розрахунку є морально застарілим та неефективним тому, що не відображає реальних теплотехнічних характеристик новітніх матеріалів, які можуть бути застосовані для влаштування теплоізолюючого шару дорожнього одягу в сучасних проектних рішеннях.

Викладення основного матеріалу. Ґрунтуючись на вищенаведених засадах, фахівці кафедри будівельного виробництва Національного університету “Львівська політехніка” працюють над вдосконаленням цього виду розрахунку з метою врахування в ньому коефіцієнтів теплопровідності шарів дорожнього одягу (зокрема теплоізолюючого шару), визначення показника термічного опору конструкції дорожнього одягу загалом та забезпечення оптимальної температури земляного полотна основи автодоріг, що становить $+4^{\circ}\text{C}$. Розрахунок має забезпечити відсутність деформацій дорожнього покриття за рахунок відсутності замерзання ґрунтових вод безпосередньо під дорожнім полотном

$$l_{здим} \leq l_{доп}, \quad (1)$$

де $l_{здим}$ – розрахункова (очікувана) величина здимання земляного полотна; $l_{доп}$ – допустима для цієї конструкції величина здимання.

Товщину морозозахисного шару $h_{мз}$ необхідно визначати за такою формулою:

$$h_{мз} = (R_{од(мп)} - R_{од(о)}) \times \lambda_{мз}, \quad (2)$$

де $R_{од(о)}$ – термічний опір конструкції дорожнього одягу без урахування морозозахисного шару, $(\text{м}^2 \times \text{К})/\text{Вт}$; $R_{од(мп)}$ – величина необхідного термічного опору конструкції дорожнього одягу, $(\text{м}^2 \times \text{К})/\text{Вт}$; $\lambda_{мз}$ – коефіцієнт теплопровідності морозозахисного шару, $\text{Вт}/(\text{м} \times \text{К})$.

Термічний опір конструкції дорожнього одягу без урахування морозозахисного шару розраховують так

$$R_{од(о)} = \sum_{i=1}^{i=n_{од}} h_{од(i)} / \lambda_{од(i)}, \quad (3)$$

де $n_{од}$ – кількість конструктивних шарів дорожнього одягу без морозозахисного шару; $h_{од(i)}$ – товщина i -го шару, м; $\lambda_{од(i)}$ – коефіцієнт теплопровідності окремих шарів, $\text{Вт}/(\text{м} \times \text{К})$.

Величину необхідного розрахункового термічного опору розраховуватимемо за залежністю:

$$R_{од(мп)} = R_{np} \times K_{од} \times K_{вл} \times d, \quad (4)$$

де R_{np} – приведений термічний опір, що визначається з умови забезпечення в ґрунтовій основі земляного полотна температури $+4^{\circ}\text{C}$; $K_{од}$ – коефіцієнт, що враховує термін служби дорожнього одягу між капітальними ремонтами; $K_{вл}$ – коефіцієнт, що враховує схему зволоження робочого шару земляного полотна; d – понижуючий коефіцієнт для дорожньо-кліматичних підзон згідно з ДБН.

У чинній нормативній документації [1], що регламентує якість дорожнього покриття, вимоги до неї та загальні підходи до його виконання зазначено, що зимове здимання істотно не

впливає на рівність покриття і довговічність дорожнього одягу, якщо загальне підняття проїзної частини в процесі промерзання конструкції не перевищує таких значень:

- для капітального дорожнього одягу – 4 см;
- для полегшеного дорожнього одягу – 6 см;
- для перехідного дорожнього одягу – 10 см.

Таке твердження не відповідає сучасним вимогам до якості автомобільних доріг з дорожнім одягом нежорсткого типу, а наведені критерії максимально допустимого зимового здимання є критичними, оскільки сучасні транспортні засоби, зокрема легкові автомобілі закордонного виробництва, мають низьку посадку (малий кліренс). Тому вищенаведені показники зимового здимання приводять не лише до значних витрат на капітальні та поточні ремонти автомобільних доріг, а також до погіршення безпеки руху на певних ділянках автодоріг та збільшення витрат на ремонт транспортних засобів, які при русі по автомагістралі зазнають серйозних і частих пошкоджень.

Висновки. Запропонована авторами статті умова, що температура земляного полотна повинна становити $+4^{\circ}\text{C}$, дає змогу знизити показники зимового здимання конструкції дорожнього одягу до $1\div 2$ см. Досягнення параметра за рахунок влаштування теплоізоляційного шару з неавтоклавного пінобетону при проектуванні і будівництві автомобільних доріг створює сприятливі умови для підвищення безпеки руху, зниження експлуатаційних витрат на підтримання вулиць та доріг у належному стані та збереження автомобільного парку користувачів автотранспортної мережі України.

1. ВБН В.2.3-218-186-2004 Споруди транспорту. Дорожній одяг нежорсткого типу. – К.: Укравтодор. – 2004. – 176 с. 2. Лундышев И.А. Комплексное применение монолитного пенобетона при строительстве в труднодоступных районах добычи энергоресурсов // Инженерно-строительный журнал. – 2009. – № 4 – С. 16–20. 3. Коваль П.М., Фаль А.С., Кушнір О.В., Усатов В.В. Перспективи використання пінобетону в дорожньому будівництві України // Дорожня галузь України. – 2008. – № 2. – С. 54–56.

УДК 624.138

І.І. Кархут, О.В. Крочак, М.Й. Пахолок, С.П. Марценюк
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра будівельних конструкцій та мостів

МОДЕЛЮВАННЯ СУМІСНОЇ РОБОТИ БЕТОННОГО КОЛЕКТОРА І СКЛЕПІНЧАСТОЇ ПЛИТИ ПОСИЛЕННЯ

© Кархут І.І., Крочак О.В., Пахолок М.Й., Марценюк С.П., 2010

Наведено результати випробувань статичним навантаженням моделі бетонного колектора, посиленого склепінчастою плитою, і порівняння їх з результатами теоретичного моделювання їх сумісної роботи.

Ключові слова: бетонний колектор, посилення, моделювання, акустична емісія.

The article deals with the new method of collector reinforcing by means of arch slabs that greatly increases the carrying capacity and decreases the labor-intensiveness in comparison with other methods.

Keywords: concrete collector, reinforcing, modeling, physical emission.

Постановка проблеми. Отримані експериментальні дані випробувань чотирьох плоских моделей посиленого накладною склепінчастою плитою колектора необхідно порівняти з теоретичними розрахунками з використанням фактичних геометричних розмірів конструкцій, характеристик бетону та арматури кілець і балок, навколишнього ґрунту для перевірки справедливості прийнятих припущень та розрахункових положень.