

ЛИТЕРАТУРА:

1. Тихонов М.К. Коррозия и защита морских сооружений из бетона и железобетона. М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 120 с.
2. Решетник Л.Н. Модифицированные микроструктуры цементного камня в бетоне комплексными химическими добавками: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Харьков: ХНУСА, 2006. – 20с.
3. Баженов Ю.М., Угинчус Д.А., Улитина Г.А. Бетонополимерные материалы и изделия. К., «Будівельник», 1978, – 89с.
4. Никонов М.Р. Исследование кинетики процесса пропитки бетона метилметакрилатом. Труды «Водгео», Гидротехника, вип.55, М., 1975, с.22-35.
5. Вандоловский А.Г., Токарев М.Н. Физика процесса пропитки капиллярно-пористых тел. Науковий вісник будівництва, вип.36. ХДТУБА, Харків, 2006, с.55-60
6. Вандоловский А.Г., Токарев М.Н. Кинетика влагонасыщения пористых материалов. Режим интенсивной пропитки бетона. Науковий вісник будівництва, вип.42. ХДТУБА, Харків, 2007, с.33-39.

УДК 625.8

Павленко Н.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

АНАЛІЗ РОЗРАХУНКОВИХ СХЕМ НЕЖОРСТКИХ ДОРОЖНІХ ОДЯГІВ ТА РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ КОНСТРУКЦІЙ ДЛЯ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Вступ

На сьогоднішній день конструювання і розрахунки за граничними станами нежорсткого дорожнього одягу виконується за окремими нормативними документами, що були розроблені і перероблялися в різні часи і різними колективами авторів та містять значні розбіжності в методиках визначення розрахункових характеристик матеріалів і ґрунтів, призначення розрахункових навантажень, різні принципи підходу до конструювання та використання матеріалів, різним чином враховують нові матеріали та технології [1].

Мета та постановка задачі

Порядок розрахунку нежорстких дорожніх одягів регламентується низкою національних стандартів України [2,3]. Необхідно звернути увагу на інструктивний лист УКРАВТОДОРу №2\92-10-671 від 22 березня 2006 року (лист УНТП), яким рекомендовано приймати при розрахунках фіксовані значення низки коефіцієнтів. Введення цих поправок дозволяє оптимізувати конструкцію дорожнього одягу за критеріями міцності. Аналіз нормативних документів вказав на необхідність проведення розрахунків конструкцій з різною вологістю ґрунтів та різними типів ґрунтів. як за ВБН

В.2.3-218-186 2004 [3] у первісному вигляді, так і з урахуванням інструктивного листа УНТП (Управління науково-технічної політики Укравтодор). Для додаткового порівняння конструкції розраховували за ліцензованою програмою RADON RU. Брало до уваги той факт, що при однакових рівнях надійності дорожнього одягу коефіцієнти запасу міцності в Українських нормах інші. Метою цих порівнянь було встановити як вплинули запропоновані зміни на результати конструювання і розрахунку дорожніх одягів [1].

Принцип розрахунку конструкцій дорожнього одягу

Структурно – логічну схему конструювання і розрахунку нежорстких дорожніх одягів для включення в альбом типових конструкцій можна представити у вигляді послідовності: вихідні дані; розрахункові технічні характеристики; розрахункові фізико-механічні і конструктивні характеристики; розрахунки міцності асфальтобетонних шарів покриття.

Спеціальні (додаткові) розрахунки нежорстких дорожніх одягів мають на меті розрахунки за критеріями, які не передбачені нормативним методом розрахунку (ВНБ В.2.3.218-186) [3]. Звернемо особливу

вагу на розрахунки ґрунтів земляного полотна і шарів з малозв'язних матеріалів на зсувостійкість за М 218-633:2007 (МР)[4]. Справа в тому, що у розрахунках за ВБН В.2.3-218-186:2004 допущена помилка, наслідки якої були зменшені за рахунок директивного обмеження коефіцієнта K_ϕ одним значенням, рівним одиниці. При цьому повністю ігнорується тип ґрунту основи і умови на контакт шарів.

У методичних рекомендаціях М 218-633:2007 допущені у ВБН помилка була виявлена і ліквідована. Тим самим стало можливим більш достовірно врахувати особливості поведінки різних ґрунтів під навантаженням. Стає можливим більш цілеспрямовано конструювати дорожній одяг, застосовуючи різні засоби технології укріплення ґрунтових основ.

Розрахунки на зсувостійкість ґрунтів земляного полотна потребують перегляду і корегування конструкції, розрахованої за програмою «RADON».

При цьому можливі три характерні ситуації при додаткових розрахунках запроєктованих конструкцій:

1. При розрахунках зсувостійкості за М 218-633:2007 значного (15 %-20 %) запасу міцності на зсувостійкість у ґрунтах земляного полотна, чи в шарах з малозв'язних матеріалів не виявлено.

Додаткові перерахунки конструкції не потрібні.

2. При розрахунках на зсувостійкість ґрунтів земляного полотна виявлені значні запаси міцності. При цьому, як правило, за іншими критеріями граничного стану також є значні запаси міцності.

У цьому випадку необхідно корегування конструкції. Товщини шарів конструкції слід запроєктувати за умови наближення значення коефіцієнта запасу міцності на зсувостійкість до нормативного.

Другим кроком стане перевірка міцності шарів з монолітних матеріалів на розтяг при згині і всієї конструкції на допустимий прогин.

3. При додаткових розрахунках запроєктованих конструкцій на зсувостійкість ґру-

нтів земляного полотна виявлено, що коефіцієнт запасу міцності не відповідає (менше) нормативному.

У цьому випадку треба переглянути конструкцію для забезпечення нормативного коефіцієнта запасу міцності на зсувостійкість.

Додаткові розрахунки за іншими критеріями міцності (на допустимий прогин, міцність шарів з монолітних матеріалів на розтяг при згині) не потрібні, так як вони автоматично забезпечуються із запасом.

У номограмі по визначенню активних напружень зсуву використовується величина кута внутрішнього тертя. Розраховуючи конструкцію дорожнього одягу за діючими нормами по ВБН з урахування поправки УНТП приймаємо, що циклічність прикладення навантаження відсутня, рекомендовано у формулах:

$$c_N = c \cdot k_{NC} \quad (1)$$

$$\varphi_N = \varphi \cdot k_{N\varphi} \quad (2)$$

де коефіцієнт k_N приймати рівним 1.

При розрахунках з такими показниками отримуємо для пісків, супісків та для суглинків легких, що зменшення величини c не суттєво вплине на кінцевий результат запасу міцності, так як більш суттєво іде зміна в показниках активних напружень зсуву за номограмою. Однак при несприятливих умовах для зв'язних ґрунтів (глина, суглинок важкий), при суттєвому зволоженні в межах $0,8W$ вплив наявності коефіцієнту k_N досить суттєвий для показника c , в цьому випадку в таких матеріалах кут внутрішнього тертя ρ природним умовам дуже малий, тому цей показник зчеплення дасть нам падіння утримуючих напружень аж в 3 рази.

В сильноперезволожених слабофільтручих ґрунтах опір повторювальним навантаженням знижується більш інтенсивно. В результаті чого при невеликій інтенсивності руху виникає зсув. При порівнянні зсувових характеристик бачимо, що при збільшеній вологості зменшуються величини зчеплення та кута внутрішнього тертя. При накладанні цих факторів бачимо, що ґрунти з більшим коефіцієнтом фільтрації здатні

краще сприймати прикладене навантаження. Це означає, що при інтенсивному русі важких транспортних засобів та підвищеній вологості краще працюють супіщані та піщані шари, а при благоприємних умовах та недо зволожений грунтах - зв'язні ґрунти - суглинки, глина.

За відносно короткий строк часу не вдалося отримати достатньо статистичного матеріалу для забезпечення високої надійності при визначенні величини допустимого пружного прогину і потрібного модуля пружності на діюче навантаження 115 кН на вісь. Тому вважаємо, що для розрахункового навантаження 115 кН пружній прогин, у теперішній час, не слід приймати як розрахунковий критерій, а залишити його як параметр контролю відповідності влаштованого дорожнього одягу проектним параметрам для забезпечення необхідної рівності покриття. Для чого фактичний модуль пружності конструкції повинен бути не менше мінімального допустимого [5].

Окрім діючих нормативів по розрахунку конструкцій на міцність можна користуватися методикою [4]. Оскільки там розрахунок на зсув має принципово іншу схему та тиск колеса на поверхню становить 0,7 МПа, вирішено отримати для порівняння розрахунки на зсувостійкість ґрунтів основи по різним нормативним документам.

Особливу увагу у М 218-633:2007 приділено розрахункам на зсув у плані уточнення критеріїв міцності.

БУЛО у ВБН В.2.3-218-186 [3]:

Граничне активне напруження зсуву T_{cp} в ґрунті робочого шару (чи в піщаному матеріалі проміжного шару) визначають за формулою:

$$T_{cp} = c_N k_{\partial} + 0,1 \gamma_{cp} z_{ont} \operatorname{tg}(\varphi_N),$$

допущена помилка (3).

K_{∂} приймають рівним 1 згідно поправки УНТП та величина C_N та φ_{cm} лише при статичному навантаженні.

СТАЛО :

Граничне активне напруження зсуву в ґрунті робочого шару визначають за формулою:

$$T_{cp} = K_{\partial} (C_N + 0,1 \gamma_{cp} z_i \operatorname{tg} \varphi_{cm}), \quad (4)$$

K_{∂} – коефіцієнт, що враховує особливості роботи конструкції на межі піщаного шару (ґрунту) з нижнім шаром несучої основи;

K_{∂} приймають рівним від 1,0 до 4,5 в залежності від основи.

Таблиця 1 – Вихідні дані

№	Матеріал шару	h шару, см	Розрахунок за					
			пружним прогином, E, МПа	опором зсуву, E, МПа	опором розтягу при згині			
					E, МПа	R _{лаб} , МПа	m	K _{пр}
1	Асфальтобетон щільний на бітумі БНД-60/90	5	3200	1800	4500	9,8	5,5	4,0
2	Асфальтобетон пористий на бітумі БНД-60/90	10	2800	1200	2800	8,0	4,3	8,2
3	Чорний щебінь	10	900	900	900			
4	Щебінь маломіцних порід і відходи каменедроблення, укріплені комплексними в'язучими	20	600	600	600	–	–	–
5	Укріплений матеріал ґрунт	25	250	250	250	–	–	–

Для аналізу запропонованих розрахункових схем необхідно проаналізувати результати розрахунків на міцність на зсув в ґрунтовій основі по обом розрахунковим схемам і зробити висновок про їх доцільність у використанні, адже раціональність конструкції дорожнього одягу в межах діючих норм по запасу міцності має бути витримана.

Розглянемо розрахунок однієї і тієї самої конструкції, але на різних типах ґрунтової основи при зміні вологості (табл. 1).

Виконуємо розрахунок активних та граничних напружень зсуву по обом методикам. В одному випадку врахуємо рекомендації УНТП до ВБН, тобто $K_\delta = 1$, k_{NC} і $k_{N\phi} = 1$, тиск $p = 0,8$ МПа. В іншому випадку розрахунок виконуємо для граничних напружень по виправленій формулі з урахуванням усіх коефіцієнтів. Результати для різних розрахункових схем, різних ґрунтів основи та змінній вологості представимо у вигляді табл. 2

Таблиця 2 – Результати розрахунків

Ґрунт	Модуль	вологість	$\bar{\tau}_n$	T_a	$\bar{\tau}_n$	T_a	Кміцності
Супісок	100	0,62	0,00944	0,0216	0,01372	0,02766	2,288/2,016
	69	0,75	0,00784	0,0168	0,01204	0,02085	2,14/1,73
	54	0,85	0,00816	0,0109	0,0105	0,0155	1,335/1,47
			ВБН+УНТП		МР		ВБН+УНТП/МР
Суглинок легкий	108	0,51	0,0096	0,0474	0,00819	0,0399	4,94/4,87
	77	0,6	0,00896	0,0299	0,0126	0,0254	3,34/2,02
	52	0,7	0,00864	0,0188	0,0118	0,01503	2,18/1,27
	25	0,87	0,00544	0,0091	0,0084	0,0066	1,68/0,78
		ВБН+УНТП		МР		ВБН+УНТП/МР	
Суглинок важкий	49	0,65	0,0084	0,0265	0,01141	0,02167	3,155/1,89
	38	0,7	0,0078	0,0198	0,0099	0,0145	2,54/1,46
	21	0,8	0,0064	0,0125	0,0081	0,0079	1,95/0,975
			ВБН+УНТП		МР		ВБН+УНТП/МР
глина	82	0,5	0,00936	0,0659	0,00875	0,0521	6,97/5,95
	34	0,65	0,00736	0,0277	0,0098	0,0218	3,76/2,22
	24	0,7	0,006	0,023	0,0077	0,01	3,83/1,29
	10	0,8	0,0048	0,0107	0,0049	0,0035	2,22/0,71
					МР		ВБН+УНТП/МР

При аналізі розрахунків для супісчаних ґрунтів отримуємо невеликі розбіжності по запасу міцності для розрахункових схем. При використанні обох методик розрахунку отримали потрібні запаси міцності. Але використання методики МР дає знижені показники, що дозволить раціонально зконструювати конструкцію. І лише для незв'язних ґрунтів - супісків при збільшенні вологості розрахунки по МР дали більший запас міцності, адже ці ґрунти і ведуть себе краще в несприятливих умовах. А розрахунки для суглинків і глин мають дещо інші результати і поведінка їх різниться при використанні тих самих схем.

Висновок

Так, по методиці МР при використанні коефіцієнтів K_δ та K_N суттєво зменшуються показники зчеплення, а при великому зволоженні, що небезпечно для даного типу ґрунту дуже суттєво падає кут внутрішнього тертя, маємо дуже малі показники запасу міцності. Виділено в таблицях ті параметри, коли активні напруження зсуву в декілька разів перевищують такі ж самі напруження, але спи статичному куті внутрішнього тертя. В цьому випадку використання методики ВБН з поправкою УНТП є більш доцільним, а перезволоженні ґрунти

не повинні бути використані в розрахункових схемах.

Література

1. Телтаев Б.Б. Анализ расчетных значений модуля упругости асфальтобетона, Дорожная техника, 10. С.130-137.
2. ДБН В.2.3-4-2007. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Частина Проектування. Частина 2 – Будівництво. – [Чинний від 2008-03-01]. –К. : Мінрегіонбуд України, 2007. – (Національний стандарт України).
3. Дорожній одяг нежорсткого типу: ВБН В.2.3-218-186 2004 – Офіц. вид – К. : Державна служба автомобільних доріг України «Укравтодор», 2004 – 176 с. – (Національний стандарт України).
4. М 218-02070915-633:2007 Методика проектування дорожнього одягу з конструкціями різного типу. – Офіц. вид – К. : Державна служба автомобільних доріг України «Укравтодор», 2007. – (Нормативний документ Державної служби автомобільних доріг України).
5. Альбом типових конструкцій дорожніх одягів з підвищеною тріщиностійкістю та стійкістю до колієутворення для магістральних доріг з рухом великовантажного транспорту. – Офіц. вид – К. : Державна служба автомобільних доріг України «Укравтодор», 2007. (Нормативний документ Державної служби автомобільних доріг України)

УДК 669.056.9:66.045

Березюк А. М., Дікарев К. Б., Папірник Р.Б., Кузьменко О. М., Ямпольський Д.О.
Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

**ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОСТРУКТУРИ ТЕПЛОЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ
 НА ОСНОВІ СКЛЯНИХ І КЕРАМІЧНИХ МІКРОСФЕР**

Вступ. На сьогодні в Україні частка житлового фонду у загальній кількості спожитих енергоресурсів складає близько 25 %. [1] Підприємства житлово-комунального господарства щорічно споживають понад 8 млрд. кВт електроенергії та 10 млрд. куб. м природного газу. Так, на опалення житлового фонду щорічно витрачається понад 70 млн. т у. п., тобто на одного мешканця припадає 1,4 т у. п., що в 2-3 рази більше ніж у країнах Європейського співтовариства. Крім цього у структурі споживання теплової енергії в будівництві та ЖКГ існуючі будівлі споживають 87 %. [2] Відтак особливо гостро постає проблема енергозбереження. Традиційно найбільш розповсюдженим рішенням залишається ефективна теплоізоляція. Сучасний будівельний ринок рясніє багатим розмаїттям утеплювачів, серед яких доцільно виділити рідку теплоізоляцію на основі скляних або керамічних мікросфер, яка отримала практичне застосування в Україні відносно недавно. На сьогодні в Україні представлено продукцію близько 10-ти різних виробників. Незалежно від бренду теплоізоляція у більшості випадків являє собою суміш мік-

роскопічних заповнених розрядженим газом сфер, що знаходяться у зваженому стані у складі полімерної композиції. Відомо, що мікросфери забезпечують виняткові теплоізоляційні властивості матеріалу. Однак, залишається відкритим питання області застосування цього матеріалу, його точних ізоляційних та фізичних характеристик, а також вибір оптимальної технології нанесення, яка дозволяє отримати покриття бажаної якості. До того ж викликають сумніви походження та якість інгредієнтів, зокрема мікросфер. Отже, даний аспект потребує детального дослідження, так як властивості сировини неодмінно впливають на теплофізичні характеристики кінцевого будівельного виробу.

Аналіз публікацій. Огляд літератури свідчить про те, що в Україні зазначений теплоізоляційний матеріал викликає жвавий інтерес як споживачів, так і визнаних науковців. Перед усім теплоізоляція володіє низкою переваг, до яких безперечно слід віднести надзвичайно низький коефіцієнт теплопровідності від 0,001 до 0,012 Вт/м·К [3] у порівнянні з існуючими матеріалами, що дозволяє застосовувати покриття незвично тонким шаром від 1,2 до 3 мм.