

**УДК 625.852**

**Ряпухін В.М.**, канд. техн. наук, **Дорожко Є.В.**, канд. техн. наук

**ВИЗНАЧЕННЯ ТОВЩИНИ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ШАРУ НА  
ЖОРСТКІЙ ОСНОВІ З УМОВИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОГО  
ЗЧЕПЛЕННЯ НА КОНТАКТІ ШАРІВ**

**Анотація.** Встановлені мінімально допустимі товщини асфальтобетонного шару на жорсткій основі для різних регіонів України, які необхідно передбачити при конструюванні, для забезпечення надійного зчеплення на контактні шарів для різних типів підґрунтовки.

**Ключові слова:** асфальтобетонний шар, жорстка основа, напружено-деформований стан, критерії міцності.

**УДК 625.852**

**Ряпухин В.М.**, канд. техн. наук, **Дорожко Є.В.**, канд. техн. наук

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО СЛОЯ НА  
ЖЕСТКОЙ ОСНОВЕ ИЗ УСЛОВИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОГО  
СЦЕПЛЕНИЯ НА КОНТАКТЕ СЛОЕВ**

**Аннотация.** Установлены минимально допустимые толщины асфальтобетонного слоя на жестком основании для различных регионов Украины, которые необходимо предусмотреть при конструировании, для обеспечения надежного сцепления на контакте слоев для разных типов подгрунтовки.

**Ключевые слова:** асфальтобетонный слой, жесткое основание, напряженно-деформированное состояние, критерии прочности.

**UDC 625.852**

**Riapuhin V.M.**, Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), **Dorozhko Ye.V.** Cand. Eng. Sci. (Ph.D.)

**THE DETERMINATION OF THE THICKNESS OF ASPHALT CONCRETE  
LAYER ON A RIGID FOUNDATION TO PROVIDE A FIRM GRIP ON THE  
CONTACT LAYERS**

**Abstract.** The minimum allowable thickness of asphalt concrete layer on a rigid base for various regions of Ukraine, which must be considered when designing, to ensure a firm grip on the contact layers for different types of prime coating.

**Keywords:** asphalt layer, a rigid base, the stress-strain state, the strength criteria.

В Україні експлуатується понад 2400 км доріг загального користування з жорстким дорожнім одягом. Більшість з них побудовані в 50-х...70-х роках минулого століття. Майже всі вони потребують ремонту або вже відремонтовані з використанням асфальтобетонних шарів покриття.

До основних видів пошкоджень асфальтобетонних шарів покриття жорстких дорожніх одягів відносяться відображені тріщини над швами цементобетонних плити та втрата зчеплення між асфальтобетонним шаром і цементобетонною плитою. Проблему відображених тріщин достатньо успішно вирішують за рахунок влаштування деформаційних швів в асфальтобетонному шарі над швами цементобетонних плит. Таким чином покриття розрізається на плити, які працюють окремо одна від одної [1-3].

Втрата зчеплення асфальтобетонного шару та цементобетонної плити призводить до швидкого руйнування асфальтобетонного шару. Руйнування відбувається, оскільки асфальтобетонний не здатен витримувати горизонтальне навантаження від сил гальмування та тягової сили транспортних засобів. Накопичення води також сприяє швидкому руйнуванню покриття, оскільки при проїзді транспортних засобів відбувається швидке переміщення води під покриттям та виникає ефект гідравлічного удару [4, 5].

З урахуванням вище викладеного обов'язково при конструюванні та будівництві необхідно передбачати забезпечення зчеплення контакту шарів з асфальтобетону та цементобетонну, та виконувати перевірку забезпечення його міцності.

На етапі конструювання необхідно виконати підбор необхідної витрати та раціональний виду підгрунтовки між асфальтобетонним покриттями та жорсткою основою, що дозволить забезпечити надійне зчеплення контакту шарів та запобігти передчасним руйнуванням асфальтобетонного покриття.

Поведінка асфальтобетонних шарів на цементобетонних плитах значно відрізняється від інших конструктивних рішень. Це пояснюється тим, що асфальтобетонні шари на жорсткій основі знаходяться під одночасним впливом напружень від дії транспортних засобів та напружень від температурних деформацій. Для врахування сумісної дії напружень від транспортних засобів та напружень від температурного деформування пропонується скористатись принципом суперпозиції, виходячи з якого напруження від різних факторів підсумовуються. Напруження визначаємо окремо від дії транспортного

навантаження і окремо від температурного деформування, з врахуванням часу дії навантажень. Потім визначені напруження від двох окремих складових підсумовуємо [6].

На контактї асфальтобетонного шару і цементобетонної плити від розрахункового транспортного навантаження і температурного деформування конструкції виникають дотичні (зсуваючи) напруження, що можуть привести до розшарування асфальтобетонного покриття і цементобетонної плити.

Критерій міцності на контактї шарів приймаємо відповідно до методики [7, 8]:

$$K_{ми} \leq \frac{\tau_{зр}}{\tau_a} = \frac{\tau_{лаб} \cdot \left(1 - \nu_\tau \cdot t\right)}{\tau_a}, \quad (1)$$

де  $\tau_a$  – максимальні активні напруження зсуву на контактї шарів від дії транспортного навантаження та температурного деформування, МПа;

$\tau_{зр}$  – допустимі (граничні) дотичні напруження на зсув на контактї шарів, що не повинні перевищувати міцність на зсув в середині шару асфальтобетону, МПа;

$K_{ми}$  – коефіцієнт міцності на зсув на контактї шарів.

$\tau_{лаб}$  – міцність зчеплення контакту на зсув, МПа;

$\nu_\tau$  – коефіцієнт варіації міцності при зсуві;

$t$  – коефіцієнт варіативності відхилення, що залежить від рівня надійності конструкції.

Для практичної оцінки міцності на зсув на контактї шарів проаналізуємо величини активних дотичних напружень  $\tau_a$  та міцнісні параметри різних типів підґрунтовки.

Усі райони України за умовами роботи асфальтобетону, відповідно до класифікації наведеної у [10], можна розділити на три групи за схожими температурними інтервалами нагріву асфальтобетонного покриття:

– I група: район А1 нагрів від 20 °С до 52 °С, район А2 нагрів від 20 °С до 52 °С, район А3 нагрів від 22 °С до 53 °С. Для районів I групи прийнято нагрів від 20 °С до 52 °С.

– II група: район А4 нагрів від 22 °С до 55 °С, район А6 нагрів від 22 °С до 55 °С. Для районів II групи прийнято нагрів від 22 °С до 55 °С.

– III група: район А5 нагрів від 24 °С до 57 °С, район А7 нагрів від 22 °С до 57 °С. Для районів III групи прийнято нагрів від 24 °С до 57 °С.

Величини активних дотичних напружень на контактi шарів для різних груп визначено з врахуванням одночасної дії напружень від транспортного навантаження та температурного деформування.

Напруження від транспортного навантаження визначено методом скінчених елементів для різних умов руху: рух на перегоні, рух на кривих в плані і поздовжньому профілі, рух з екстремим гальмуванням.

Для визначення напружень в асфальтобетонному шарі на жорсткій основі використано трьохшарові моделі, що складаються з асфальтобетонного шару, цементобетонної плити (з забезпеченим зчепленням на контактi асфальтобетонного шару та цементобетонної плити) і пружної основи. Кожен шар характеризується модулем пружності, коефіцієнтом Пуассона та товщиною. Значення модуля пружності та коефіцієнта Пуассона залежать від температури шару.

Для підтвердження правильності результатів моделювання проведено порівняння отриманих результатів з результатами, що отримано за точними аналітичними рішеннями Х.М. Вестергарда та В.П. Плевако. Різниця між напруженнями визначеними в результаті чисельного моделювання із залученням методу скінчених елементів та напруженнями визначених за відомими аналітичними рішеннями не перевищує 7 %.

Статичне навантаження прикладається через круглий штамп, діаметр якого рівновеликий відбитку сліду колеса автомобіля, прийнято 34,5 см. Величину вертикального навантаження прийнято 0,8 МПа, горизонтальна сила приймається в межах від 5 кН (для прямолінійних ділянок) до 45 кН (для умов екстреного гальмування). За результатами моделювання розраховано складові напружень у декартовій системі координат.

Температурні напруження на контактi асфальтобетонного шару та цементобетонної плити визначено з врахуванням часу дії деформування відповідно до [11].

В результаті аналізу розрахунків встановлені мінімально необхідні товщини асфальтобетонного шару на жорсткій основі, які необхідно передбачити при конструюванні, для забезпечення надійного зчеплення на контактi шарів для різних типів підгрунтовки, і представлені в таблиці 1.

**Таблиця 1** – Мінімальні товщини асфальтобетонного шару на жорсткій основі з умови забезпечення надійного зчеплення контакту шарів

Умови руху	Тип підгрунтовки		Коефіцієнт надійності $K_n$
	розпилувальна підгрунтовка	бітумна емульсія	
І група (райони А1, А2, А3 за умовою роботи асфальтобетону)			
на перегоні	$\geq 2$ см	$\geq 2$ см	0,95
на кривих в плані	$\geq 4$ см	$\geq 2$ см	
на ділянках екстреного гальмування	$\geq 8$ см	$\geq 4$ см	
на перегоні	$\geq 5$ см	$\geq 2$ см	0,97
на кривих в плані	$\geq 6$ см	$\geq 2$ см	
на ділянках екстреного гальмування	$\geq 10$ см	$\geq 5$ см	
ІІ група (райони А4, А6 за умовою роботи асфальтобетону)			
на перегоні	$\geq 6$ см	$\geq 2$ см	0,95
на кривих в плані	$\geq 6$ см	$\geq 2$ см	
на ділянках екстреного гальмування	$\geq 9$ см	$\geq 5$ см	
на перегоні	$\geq 7$ см	$\geq 2$ см	0,97
на кривих в плані	$\geq 7$ см	$\geq 2$ см	
на ділянках екстреного гальмування	$\geq 11$ см	$\geq 6$ см	
ІІІ група (райони А5, А7 за умовою роботи асфальтобетону)			
на перегоні	$\geq 6$ см	$\geq 2$ см	0,95
на кривих в плані	$\geq 7$ см	$\geq 2$ см	
на ділянках екстреного гальмування	$\geq 10$ см	$\geq 6$ см	
на перегоні	$\geq 7$ см	$\geq 2$ см	0,97
на кривих в плані	$\geq 8$ см	$\geq 2$ см	
на ділянках екстреного гальмування	$\geq 11$ см	$\geq 7$ см	

### Висновок

Встановлені мінімально допустимі товщини асфальтобетонного шару на жорсткій основі для різних регіонів України, які необхідно передбачити при конструюванні, для забезпечення надійного зчеплення на контактні шарів для різних типів підгрунтовки [12]:

– при використанні в якості підгрунтовки бітумної емульсії на ділянках перегону та кривих у плані необхідно передбачати товщину асфальтобетонного шару від 2 см і більше, на перехідно-швидкісних смугах та ділянках екстреного гальмування від 6 см і більше;

– при використанні розпилувальної підгрунтовки на ділянках перегону необхідно передбачати товщину асфальтобетонного шару від 6 см і більше, на кривих в плані від 7 см і більше, на перехідно-швидкісних смугах та ділянках екстреного гальмування 10 см і більше.

### **Література**

1. Опыт проектирования и строительства асфальтобетонных покрытий на основаниях из тощего бетона. Серия Строительство и эксплуатация автомобильных дорог: [обзорн. инф. / подгот. В.И. Басурманова, Л.Б. Каменецкий]. – М.: ЦБНТИ, вып №7. – 1980. – 29 с.
2. Агаллков Ю.А. Исследование работоспособности тонких асфальтобетонных покрытий с повышенным содержанием щебня на цементобетонных основаниях: дис. кандидата техн. наук: 05.23.11 «Строительство автомобильных дорог и аэродромов» / Ю.А. Агаллков. – Омск, 1999. – 216 с.
3. Корочкин А.В. Элементы теории и практики повышения технико-эксплуатационных показателей жесткой дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием: дис. ... доктора техн. наук: 05.23.11 Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей / Корочкин Андрей Владимирович. – М., 2014. – 386 с.
4. Сюньи Г.К. Дорожный асфальтовый бетон / Г.К. Сюньи. – К.: Госиздат лит-ры по строит. и архитектуре УССР, 1962. – 234 с.
5. Невінгловський В.Ф. Метод розрахунку залишкового ресурсу асфальтобетонного покриття на транспортних спорудах: дис. ... кандидата техн. наук: 05.22.11 / Невінгловський Вадим Федорович. – К., 2015. – 196 с.
6. Дорожко Є.В. Врахування сумісної дії зовнішнього навантаження та температури при розрахунках тонких асфальтобетонних шарів на жорсткій основі / Є.В. Дорожко / Науковий вісник будівництва. – Х., ХНУБА, 2015. – Вип. 4/82. – С. 132-136.
7. Методика розрахунку на довговічність асфальтобетонного покриття залізобетонних автодорожніх мостів: М 02070915-750:2016. – [Чинний від 2016–01–01]. – К.: Укравтодор, 2016. – 57 с.
8. Онищенко А.М. Методика визначення міцності зчеплення між асфальтобетонним покриттям та залізобетонною основою мосту при зсуві / А.М. Онищенко, О.С. Різніченко, В.С. Куртев // Вісник НТУ. Серія «Технічні науки». – 2016. – Вип. 1 (34). – С. 319-327.
9. Асфальтобетон дорожній. Методика оцінки зчеплення між асфальтобетонними шарами при зсуві: СОУ 45.2-00018112-046:2009. – [Чинний від 2010–03–01]. – К.: Укравтодор, 2009. – 16 с.
10. Автомобільні дороги. Споруди транспорту: ДБН В.2.3-4-2007. – [Чинний від 2008–01–01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2007. – 91 с. – (Національний стандарт України).
11. Дорожко Є.В. Визначення температурних напружень в тонких асфальтобетонних шарах на жорсткій основі / Є.В. Дорожко, В.М. Ряпухін // «Наукові нотатки»: міжвузівський збірник за галузями знань «Металургія і матеріалознавство». – Луцьк, Луцький НТУ, 2014. – Вип. 46. – С. 147-153.
12. Дорожко Є.В. Удосконалення методу розрахунку тонких асфальтобетонних шарів на жорсткій основі: дис. ... кандидата техн. наук: 05.22.11 / Дорожко Євген Вікторович. – Х., 2016. – 280 с.

#### **Рецензенти:**

Павлюк Д.О., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.  
Нагайчук В.М., канд. техн. наук, ДП "ДерждорНДІ".

#### **Reviewers:**

Pavliuk D.O., Dr. Tech. Sci., National Transport University.  
Nahaichuk V.M. Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), "DerzhdorNDI".

Стаття надійшла до редакції: **27.01.2017 р.**