

в'язучого з поверхнею скляних пластин, тим більшу морозостійкість матиме асфальтобетон, виготовлений на його основі. Модифікація бітуму полімером «Kraton D1101», синтетичним воском «Licomont BS100», поверхнево-активною речовиною «Wetfix BE» підвищує морозостійкість асфальтобетонів. Найбільше зростання морозостійкості властиве асфальтобетонам, виготовленим на основі бітуму модифікованому ПАР, або ПАР спільно з полімером або синтетичним воском.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Асфальтобетон дорожній. Метод визначення показника морозостійкості: СОУ 42.1-37641918-110:2014. – Офіц. вид. – К.: Державне агентство автомобільних доріг України (Укравтодор). – 13с.
2. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови (із зміною №1): ДСТУ Б В.2.7-119:2011. – [Чинний від 30 грудня 2011 р.] – К.: ДП «Укразбудінформ» 2012 – 39 с. – (Національний стандарт України)
3. Жданюк В.К. Об устройстве асфальтобетонных покрытий с применением асфальтобетонных смесей на основе битума, модифицированного термоплас-

тичным эластомером «Кратон Д-1101 СМ»/ В.К.Жданюк, М. Ковальчек, В.П. Шевченко, А.В. Масолитин // Коммунальное хозяйство городов. Серия: Технические науки.– 2002.– вып.42.– С.75-80.

4. Жданюк В.К. Дослідження впливу модифікуючих добавок до бітуму на фізико-механічні властивості та колієстійкості дрібнозернистого асфальтобетону / В.К. Жданюк, О.О. Макаревич, Р.Б. Шрестха, Д.Ю. Костін, О.О. Воловик // Вестник ХНАДУ.–2012.–вип. 58.– С. 130 – 133.
5. Баранковский А.С. Морозостойкость асфальтобетонных дорожных покрытий в районах с суровыми климатическими условиями: дис. канд.техн.наук: 05.23.05 / Баранковский Арнольд Сергеевич. – Омск, 1980. –202с.
6. Головкин В.А. Исследование водо- и морозостойкости горячих и теплых асфальтобетонных: дис. канд. техн. наук: 05.23.05 / Головкин Владимир Андреевич. –Харьков 1978.–254 с.
7. Богуславский А.М. О деформативной способности асфальтового бетона при охлаждении //Труды ХАДИ – 1961 – вып. 26.– с. 81-90.

УДК 625.852

Дорошко Є.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ВРАХУВАННЯ СУМІСНОЇ ДІЇ ЗОВНІШНЬОГО НАВАНТАЖЕННЯ ТА ТЕМПЕРАТУРИ ПРИ РОЗРАХУНКАХ ТОНКИХ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ШАРІВ НА ЖОРСТКІЙ ОСНОВІ

1. Постановка проблеми. Одним з конструктивних рішень при новому будівництві або ремонті жорстких дорожніх одягів є влаштування асфальтобетонного покриття. Таке конструктивне рішення дозволяє полегшити виконання ремонтних робіт з підвищення рівності і коефіцієнта зчеплення жорсткого дорожнього одягу, підвищити комфортність і безпеку руху транспортних засобів по дорозі, поліпшити санітарно-гігієнічний та екологічний стан: беспильність, зручність механічного прибирання, відведення поверхневих вод і

т.д. [1]. У процесі експлуатації асфальтобетонний шар знаходиться під впливом зовнішнього навантаження від дії транспортних засобів і температурних напружень. Температурні напруження в асфальтобетонному шарі на жорсткій основі виникають оскільки цементобетонна плита (за умови забезпечення надійного зчеплення між асфальтобетонним шаром і цементобетонною плитою) обмежує вільне температурне деформування асфальтобетонного шару [2].

Асфальтобетонний шар на жорсткій основі перебуває в складному напружено-деформованому стані, оскільки можливе об'єднання температурних напружень і напружень від дії транспортних навантажень. Об'єднання температурних напружень і напружень від дії транспортних навантажень може призвести до руйнувань і додаткових витрат грошових коштів на передчасні ремонтні роботи.

Отже, для розрахунку міцності виникає необхідність у визначенні повного тензора напружень в асфальтобетонному шарі з урахуванням одночасної дії зовнішнього навантаження і температурних напружень.

2. Основні результати дослідження.

Напруження, що виникає від одночасної дії зовнішнього навантаження та температурного деформування неможливо визначити через сумарну від цих двох факторів деформацію. Це обумовлено тим, що час дії зовнішнього навантаження і температурного деформування значно відрізняються [5, 7].

Температурне деформування відбувається протягом довго часу (години, добу). За цей час змінюються температура і властивості асфальтобетонного шару, тому при розрахунках температурних напружень виникає необхідність врахування релаксації напружень.

Зовнішнє навантаження діє значно менший проміжок часу (розрахунковий термін дії динамічного навантаження 0,1 сек, статичного навантаження 600 сек) [6], ніж час температурного деформування.

Для визначення напружень, що виникають в асфальтобетонному шарі на жорсткій основі від одночасної дії зовнішнього

навантаження і температурного деформування, пропонується використовувати принцип суперпозиції. Виходячи з принципу суперпозиції напруження, які виникають від впливу різних факторів підсумовуються. При цьому напруження, що виникають від дії зовнішнього навантаження і температурного деформування розраховуються окремо, з урахуванням часу дії навантаження та змін властивостей асфальтобетону протягом цього часу.

Величини температурних деформацій асфальтобетонного шару і цементобетонною плити залежать від коефіцієнтів теплодеформативності (ТКЛР) цих матеріалів і градієнтів температур, при цьому ТКЛР асфальтобетону в кілька разів більше ніж цементобетону [3, 4]. Для прийнятої умови надійного зчеплення асфальтобетонного шару і цементобетонною плити температурні деформації на контакті шарів, незалежно від матеріалу шарів, коефіцієнтів теплодеформативності шарів і градієнта температур, будуть однакові. При цьому асфальтобетонний шар має меншу товщину і значно менший модуль пружності ніж цементобетонна плита, отже змушений деформуватися так само як цементобетонна плита в основі. Тому при зміні температури комбінованої плити в асфальтобетонному шарі виникають нереалізовані деформації і відповідні температурні напруження.

Температурні напруження в асфальтобетонному шарі необхідно визначати за величиною нереалізованої температурної деформації. Для цього можна скористатись рішеннями наведеними в [2].

$$\sigma_{аб} = \frac{R'_{аб}}{(1-\mu'_{аб})} \cdot \left[\alpha_{аб} \cdot \left(\frac{\Delta t_{аб}^B + \Delta t_{аб}^H}{2} \right) - \left(\left(\alpha_{цб} \cdot \left[\Delta t_{цб}^{cp*} + \frac{1}{3} (\Delta t_{цб}^B - \Delta t_{цб}^{cp*}) \right] \right) - \left(\frac{(\rho \cdot f + 0,5 \cdot C) \cdot (1 - \mu_{цб})}{E_{цб}} \right) + \left(\frac{L \cdot (\rho \cdot f + 0,5 \cdot C) \cdot (1 - \mu_{цб})}{h_{цб} \cdot E_{цб}} \right) - \left(\frac{2}{3} \cdot \alpha_{цб} \cdot (t_{цб}^B - t_{цб}^H) \cdot m \right) \right] \right] \quad (1)$$

де $\sigma_{аб}$ – температурні напруження в асфальтобетонному шарі, МПа; $R'_{аб}$ – функція

релаксації асфальтобетону при температурі (t), МПа; $\alpha_{аб}$, $\alpha_{цб}$ – температурний

БУДІВНИЦТВО

коефіцієнт лінійного розширення асфальтобетону та цементобетону відповідно, $^{\circ}\text{C}^{-1}$; $\Delta t_{аб}^B$, $\Delta t_{аб}^H$ – температурний градієнт (перепад температури) верха и низу асфальтобетонного шару відповідно, $^{\circ}\text{C}$; $\Delta t_{цб}^B$,

$\Delta t_{цб}^{cp*}$ – температурний градієнт (перепад температури) верха и середини цементобетонної плити відповідно, $^{\circ}\text{C}$; ρ – питомий тиск на підшві плити від ваги комбінованої плити та розрахункового автомобіля, МПа; f – коефіцієнт тертя між цементобетонною плитою і основою; C – коефіцієнт зчеплення цементобетонної плити і основи; $\mu_{цб}$, $\mu_{аб}$ – коефіцієнт Пуассона цементобетону і асфальтобетону відповідно; $E_{цб}$ – модуль пружності цементобетону, МПа; $t_{цб}^B$, $t_{цб}^H$ – температура верха та низу цементобетонної плити, $^{\circ}\text{C}$; m – коефіцієнт міри напруженості.

Температурні напруження, що виникають завдяки нереалізованій температурній деформації асфальтобетонного шару мають дві функції [5]:

- на контакті асфальтобетонного шару і цементобетонною плити вони є дотичними напруженнями. Це пояснюється тим, що зсуваючи зусилля які стримують вільне деформування асфальтобетонного шару діють безпосередньо в зоні контакту

асфальтобетонного шару і цементобетонною плити та на нижній поверхні асфальтобетонного шару. Контакт шарів може складатися з підгрунтовки, мембрани, гідроізоляційного шару та інших.

- на нижній поверхні асфальтобетонного шару вони являють собою температурні горизонтальні напруження. Це пояснюється тим, що відбувається примусове деформування нижньої поверхні шару в горизонтальній площині.

Напруження $(\sigma_z, \sigma_x, \sigma_y, \tau_{xz}, \tau_{xy}, \tau_{yz})$ від дії зовнішнього навантаження можна визначити за рішеннями теорії пружності шаруватих систем. Розрахункову модель для визначення напружень від дії зовнішнього навантаження представлено на рис. 1.

При розрахунках напружень від дії зовнішнього навантаження необхідно враховувати вертикальний тиск і горизонтальну силу від тягового зусилля або від гальмування автомобіля.

Згідно з прийнятим принципом суперпозиції складаються напруження від дії зовнішнього навантаження та температурного деформування по схемі наведеній на рис. 2.

Таким чином отримано систему рівнянь напруженого стану тонкого асфальтобетонного шару на жорсткій основі від сумісної дії зовнішнього навантаження і температурного деформування:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Sigma \sigma_z = \sigma_z^{Q,P}; \\ \Sigma \sigma_x = \sigma_x^{Q,P} + \sigma_x^t; \\ \Sigma \sigma_y = \sigma_y^{Q,P} + \sigma_y^t; \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} \Sigma \tau_{xz} = \tau_{xz}^{Q,P} + \tau_{xz}^t; \\ \Sigma \tau_{yz} = \tau_{yz}^{Q,P} + \tau_{yz}^t; \\ \Sigma \tau_{xy} = \tau_{xy}^{Q,P}. \end{array} \right. \Rightarrow \sigma_1, \sigma_2, \sigma_3 \quad (2)$$

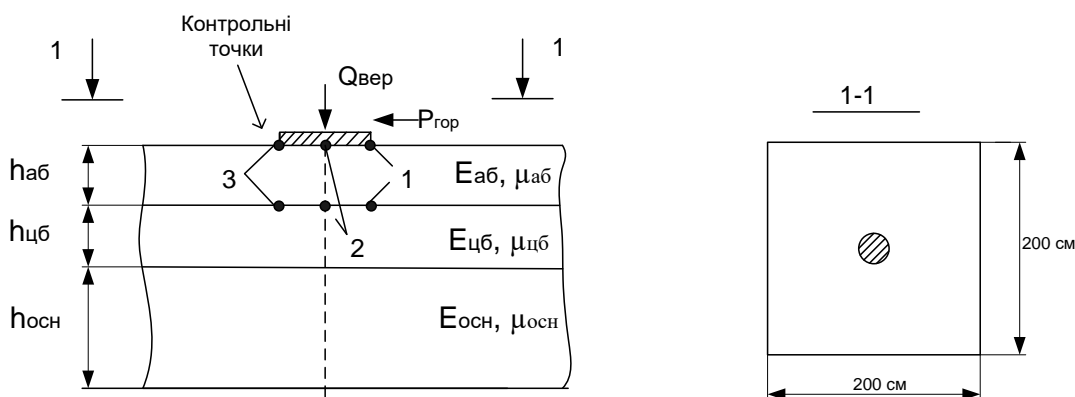


Рис. 1. Розрахункова схема зовнішнього навантаження

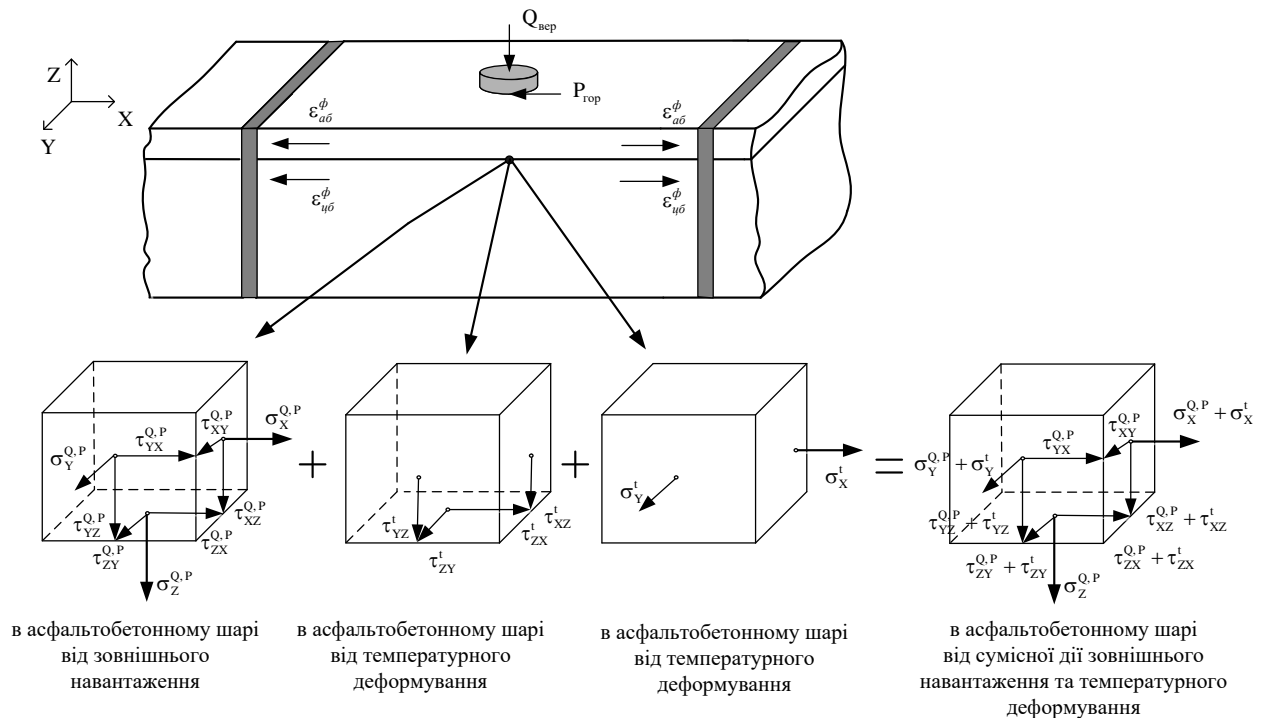


Рис. 2. Схема поєднання напружень від зовнішнього навантаження та температурного деформування

Узагальнене рішення (2) враховує:

- сумісність дії температурних напружень та зовнішнього навантаження, з врахуванням часу дії кожних складових;
- особливості температурних деформацій асфальтобетонного та цементобетонного шарів;
- що температурні напруження є двома різними складовими тензору напружень.

Розроблене узагальнене рішення дозволяє визначити повний тензор напружень від сумісної дії зовнішнього навантаження і температурного деформування.

Висновки:

1. Напруження, які виникають від дії температурного деформування мають дві функції: є горизонтальними напруженнями в нижній площині асфальтобетонного шару і дотичними напруженнями на нижній поверхні асфальтобетонного шару.
2. Для врахування одночасності дії зовнішнього навантаження і температурного деформування прийнятий принцип суперпозиції, згідно з яким напруження від дії різних факторів (зовнішнє навантаження і температурне деформування) визнача-

ються окремо з урахуванням часу дії і підсумовуються. На підставі прийнятого принципу суперпозиції представлено узагальнене рішення, яке служить для визначення напружень в асфальтобетонному шарі на цементобетонній плиті при одночасній дії температурного деформування і зовнішнього навантаження.

3. Представлене узагальнене рішення дозволяє визначити повний тензор напружень від сумісної дії зовнішнього навантаження і температурного деформування, що є необхідним для перевірки міцності асфальтобетонного шару [5].

ЛІТЕРАТУРА:

1. ВБН В.2.3–218–532:2007. Влаштування тонкошарових покриттів на автомобільних дорогах державного значення.
2. 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 «Машинобудування та металообробка», «Інженерна механіка», «Металургія і матеріалознавство». – 2014. – Вип. 46. – С. 147-153.
3. Дорожко Є.В. Експериментальне визна-

- чення чисельного значення температурного коефіцієнта лінійного розширення асфальтобетону / Є.В. Дорожко, В.М. Ряпухін // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво: наук.-тех. збірник. – 2013. – Вип. 89. – С. 61-71.
4. Афиногенов О.П. Проектирование жестких дорожных одежд / О.П. Афиногенов. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2004. – 227с.
 5. Дорожко Є.В. Рекомендації з вдосконалення методу розрахунку тонких асфальтобетонних шарів на жорсткій основі / Є.В. Дорожко, В.М. Ряпухін // Сучасні технології будівництва й експлуатації автомобільних доріг: матеріали міжнародної науково-технічної конференції. – 2013. – С. 36-41.
 6. ВБН В.2.3-218-186 2004 Дорожній одяг нежорсткого типу.
 7. Dorozhko Evgeniy. Basic theoretical background for calculation of thin asphalt concrete coverings on a rigid base / Evgeniy Dorozhko, Vyalyiy Ryapuhin // Transbaltica 2013. Proceedings of the 8th International Scientific Conference. – 2013. – P. 182-185.

УДК 624.012.04

Юнис Башир Н., Аль-хавари Юсеф Рияд

Харковский национальный университет строительства и архитектуры

АНАЛИЗ КОРРОЗИОННОГО РАЗРУШЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В УСЛОВИЯХ ИОРДАНИИ

Актуальность темы. Природные зоны Иордании (рис.1) характеризуются сухим климатом со значительными суточными перепадами температуры и низким среднегодовым уровнем осадков (около 150 мм/год). Эти территории являются засушливыми со скудным поверхностным стоком вод, в связи с тем, что основную часть страны занимают пустыни [1]. Анализ влияния природно-климатических условий эксплуатации железобетонных конструкций в Иордании актуально и необходимо для оценки факторов риска и состояния, эксплуатируемые в агрессивных средах конструкций.

Анализ литературных источников. Исследования вопросов коррозии железобетонных конструкций представлены в работах Бондаренко В.М., Ерофеева В.Т., Овчиникова И.Г., Римшина В.И., Селяева В.П., Степановой В.Ф., Чиркова В.П. и других учёных [2-6].

Основной материал. Основной проблемой для эксплуатируемых в Иордании

конструкций безусловно является действие агрессивных солей, которые присутствуют как в почвах, так и в морской воде. И в том и в другом случаях кристаллы соли выпадают в осадок, колюматирова (заполняя) пустоты в бетоне. На начальном этапе это позитивный процесс, ведущий к уплотнению бетона и повышению его прочности. Однако в последующем продукты кристаллизации настолько увеличиваются в объёме, что начинают рвать структурные связи, приводя к интенсивному трещинообразованию и многочисленным локальным разрушениям бетона.

Далее представлен более детальный анализ визуальных примеров коррозии арматуры в Иордании.

Почвенная коррозия. Почвы в Иордании преобладают бурые и коричневые, в их состав входит гипс и большое количество солей, местами распространены солонцы и солончаки (рис.1 а,б) [1]. Преобладают красно-бурые глинистые почвы, подверженные процессам эрозии, как показано на рис. 2.