

О. І. БЕЗБАБІЧЕВА, М. В. РОЗЕНФЕЛЬД, О. Г. КІСЛОВ (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ І НАПРУЖЕНЬ В МОСТОВИХ КОНСТРУКЦІЯХ З ДОРОЖНІМ ОДЯГОМ ВІД КЛІМАТИЧНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВПЛИВІВ

Пропонуються порядок розрахунку теплових потоків на горизонтальні та вертикальні поверхні мостів для прийняття їх у якості граничних умов для визначення температурних напружень від кліматичних впливів.

Предлагается порядок расчета тепловых потоков на горизонтальные и вертикальные поверхности мостов для использования их в качестве граничных условий при определении температурных напряжений от климатических факторов.

The estimation order of thermal streams on the horizontal and vertical surfaces of bridges is offered. The data of estimation can be used as boundary conditions at determination of the dependence of temperature tensions on climatic factors.

В мостах, як у будь-яких багатокомпонентних системах, можна виділити елементи з найменшою довговічністю: шари покриття дорожнього одягу проїзної частини, деформаційні шви, гідроізоляція. Відомо, що при передчасному руйнуванні цих елементів прискорюються процеси корозії в несучих елементах мостових споруд. Однією з можливих причин передчасного руйнування матеріалів є недовраховання реальних умов роботи матеріалів в складі конструкції.

Для мостів і шляхопроводів одним з постійних діючих навантажень є температурні впливи: під час терміну служби – змінні кліматичні впливи, а під час улаштування покриттів з гарячих сумішей – додаткові теплові навантаження. При вирішенні задач кліматичної температурної напруженості конкретної мостової споруди потрібно враховувати багато складових теплообміну (теплове випромінювання атмосфери, розсіяне сонячне випромінювання, пряме сонячне випромінювання, температуру повітря, швидкість вітру, теплове випромінювання споруди, теплове випромінювання від оточуючого середовища, відбивання прямого і розсіяного сонячного випромінювання, атмосферні опади). Деякі фактори теплообміну піддаються безпосередньому вимірюванню і доступні. Особливо цінними є довгострокові експериментальні дослідження розподілу температур в елементах мостових споруд за допомогою спеціального обладнання (рис. 1). Такі дані необхідні для визначенні початкових умов при вирішенні задач теплопровідності у перерізі моста при виконанні розрахунків температур-

них полів та напружено-деформованого стану від кліматичних і технологічних факторів.

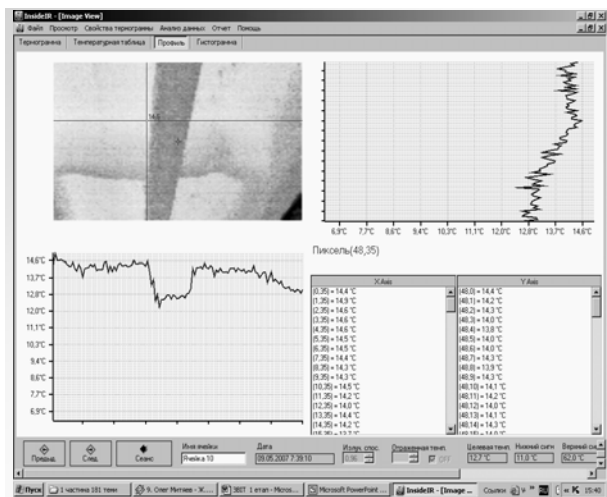


Рис. 1. Дослідження температурного розподілу приладом FLUKE T120 (низ ребристої балки діафрагмової прольотної будови шляхопроводу через Московський проспект, м. Харків)

При виконанні таких розрахунків можна застосовувати просторові (3D) або двомірні (2D) моделі, що вирішуються методом кінцевих елементів. Розрахунки можуть здійснюватися програмними комплексами, які передбачають вирішення задач термопружності, наприклад, T-FLEX/ИСПА, APM Structure3D, ЛІРА, SCAD, ANSYS, FEMLAB (COMSOL) та ін.

До кінцево-елементної моделі прольотної будови додаються граничні умови у вигляді теплових потоків, які потрібно визначати в залежності від географічного розташування споруди, її положення на місцевості, періоду року та часу доби.

При розрахунках мостових конструкцій на дію кліматичних температурних впливів слід розглянути такі випадки:

- швидке зниження температури оточуючого середовища до абсолютної мінімальної температури району будівництва, яке приймається за даними СНиП 2.01.01 для максимальних добових амплітуд температури зовнішнього повітря, при ясному небі в нічний період (до сходу сонця);

- однобічне нагрівання конструкції у залежності від її орієнтації за напрямками сторін світу. Приклад результату розрахунку напружено-деформованого стану крайньої балки прольотної будови від різниці температур внаслідок однобічного нагрівання сонячним випромінюванням наведений на рис. 2.

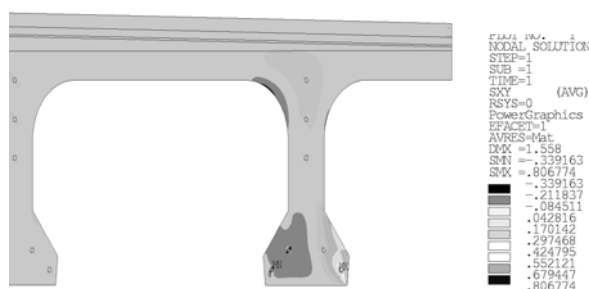


Рис. 2. Приклад поля напруження в горизонтальному напрямку при однобічному нагріванні

Початковий розподіл температур по перерізу для подібних розрахунків рекомендується приймати за даними замірів для існуючих споруд. При відсутності таких даних середня по перерізу нормативна температура та розподіл температур приймаються:

- за п. 2.33 та п. 4.108 ДБН В.2.3-14 для залізобетонних та сталевих конструкцій;
- за п. 5.10 ДБН В.2.3-14 для сталезалізобетонних конструкцій.

Розрахунки напружено-деформованого стану прольотних будов з дорожнім одягом при швидкому зниженні від’ємної температури оточуючого середовища до абсолютної мінімальної температури виконують із застосуванням відповідних до цих температур характеристик міцності матеріалів шарів. Загальний напружено-деформований стан слід оцінювати при сумісній дії такого температурного навантаження і тимчасового рухомого навантаження.

Розрахунки температурних полів і напружень, що виникають при однобічному нагріванні конструкції, виконують:

- для дня року, що приблизно відповідає умовам найбільш спекотної доби;
- для весняного періоду при суттєвій різниці між нічною та денною температурою повітря.

При цьому задаються теплові потоки, що поглинаються бічною поверхнею в залежності від її похилості, кольору та матеріалу з урахуванням конструктивних особливостей, наприклад, довжини консолей.

Порядок розрахунку теплових потоків для всіх указаних випадків наведений в «Рекомендаціях з розрахунку температурних полів і напружень в мостових конструкціях з покриттям», які нещодавно були розроблені ХНАДУ за замовленням Державної служби автомобільних доріг України.

В табл. 1 наведені результати розрахунку теплових потоків на горизонтальну поверхню споруди, яка розташована на 50° північної широти для 6 червня в різні часи доби.

Таблиця 1

Щільність теплового потоку на горизонтальну поверхню

Час доби, (год.)	Сумарна щільність теплового потоку, Вт/м ²	
	Бетонне покриття	Асфальтобетонне покриття
9	468,8	628,7
10	562,1	749,3
11	619,1	823,3
12	636,4	846,1
13	615,3	819,5
14	554,8	742,0
15	458,5	618,4
16	333,9	458,3
17	192,1	275,9
18	52,2	95,8

При розрахунках просторових моделей з улаштування гарячих покриттів в літній період року слід враховувати додаткові теплові потоки, які діють на горизонтальну поверхню споруди. Найбільш небезпечними розрахунковими випадками слід вважати укладання гарячої асфальтобетонної суміші на половині проїзної частини на значній довжині, а також укладання товстих шарів гарячої суміші.

Таким чином, на етапі проектування споруди можливо прогнозувати напружено-деформований стан її елементів, в тому числі багатопарових, при розрахункових температурах, що діють на етапах улаштування та подальшої експлуатації. Результати розрахунків напружено-деформованого стану елементів дозволять приймати конструктивні рішення і матеріали згідно з визначеними критеріями.

Надійшла до редколегії 11.10.2007.