

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ ТА НАПРУЖЕНЬ В
МОСТОВИХ БАЛКАХ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО СЕРЕДОВИЩА
MATLAB та PDE TOOLBOX

Лукін О.М., к.ф-м. н.,
головний інженер проектів ТОВ
«Інститут проектування
Інфраструктури транспорту», Харків.
lukin.ptp@gmail.com

Безбабічева О.І., к.т.н., доцент
Харківський національний автомобільно-дорожній
університет
most_kharkov@ukr.net

Складні умови роботи елементів сучасних мостів і шляхопроводів, різноманітність їх форм, матеріалу та габаритів призводять до надзвичайно важких та коштовних натурних або напівнатурних експериментів. В зв'язку з цим виникає необхідність розробки та застосування різних обчислювальних методів, які дозволяють в відносно короткий термін і з невеликими витратами отримувати дані про роботу інженерних споруд. Найбільше розповсюдження в інженерній практиці набули моделі, що описують міцність та методи розрахунку конструкцій. Розрахунок за деформаціями, а тим більше, визначення напружено-деформованого стану (н.д.с.) від температурних полів менш розповсюджені та вивчені. Зокрема, вплив змін температури на роботу прольотних будов автодорожніх мостів з дорожнім одягом (покриттями) вивчені недостатньо [1,2]. Окремо необхідно відмітити питання створення математичної моделі реальної конструкції. З одного боку, модель повинна з найбільшою повнотою відтворювати роботу реальної конструкції. А з іншого, модель не повинна бути дуже складною. Відхилення при конструюванні моделі в той чи інший бік може привести до невідповідності моделі реальній конструкції, або до ускладнення моделі до такого ступеню, що це не дозволить виконати розрахунки навіть на потужніших обчислювальних машинах.

Таким чином, вибір моделі при розрахунках інженерних конструкцій є одним з найбільш відповідних етапів, тобто актуальним для фахівців.

В даній роботі проведена серія розрахунків плитних та балкових прогонів мостових споруд в середовищі MATLAB та PDE Toolbox. В усіх прикладах навантаженням була температура.

Приклад реальної споруди: Шляхопровід по вул. Гв. Широнінців в м. Харкові. Шляхопровід має прольотну будову з 9-и типових балок довжиною 33 м висотою 1,7 м за типовим проектом. Тротуари накладні. Опорні частини типу „РОЧ”(гумові). Дані початкових температур конструкції отримані прямими вимірами за допомогою приладу FLUKE 68 (безконтактний вимірник температури). Дані прийняті за вимірами температури 28.04.2007 г. приблизно в 15-00 при сонячній погоді; температурі повітря 23 – 23,5°C над шляхо-проводом и 19°C під шляхопроводом. Шляхопровід розташований досить близько до напрямку північ-південь.

Базуючись на досвіді проведення 3D розрахунків (необхідно долати недолік пам'яті і недолік потужності процесору ПК) всі елементи шляхопроводу описуються прямокутниками. На рис.1 приведений поперечний переріз моделі шляхопроводу та розподіл температур у вигляді 3Д моделі.

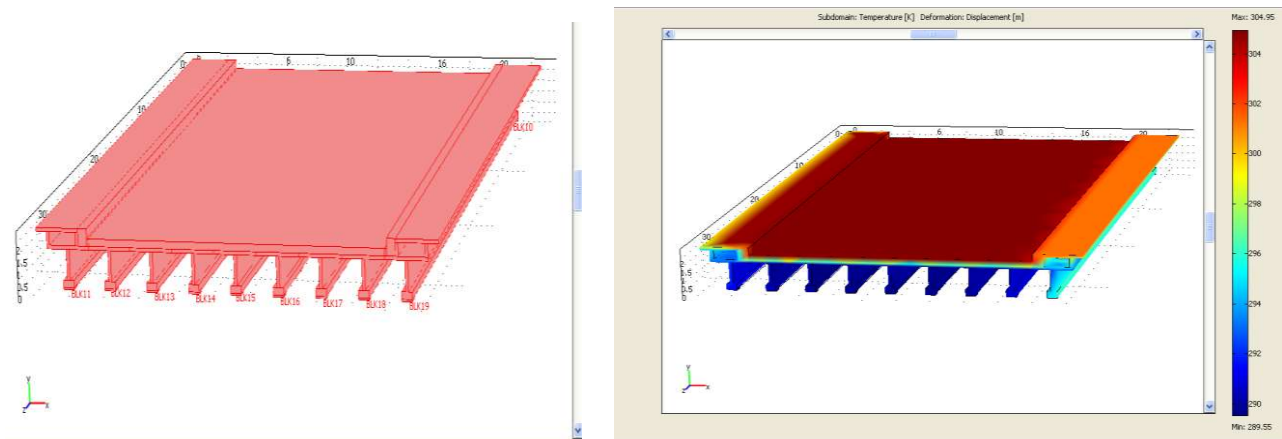


Рисунок 1 - Поперечний переріз моделі шляхопроводу та розподіл температур у вигляді 3Д моделі.

Видно, що права сторона прольотної будови нагріта сильніше, що дійсно вірно, так як Сонце в 15-00 находилось декілька правіше напрямку північ-

південь. Отримано розподіл температурних градієнтів та вигляд поля розподілу напружень Мізесу в даній прольотній будові (рис.2).

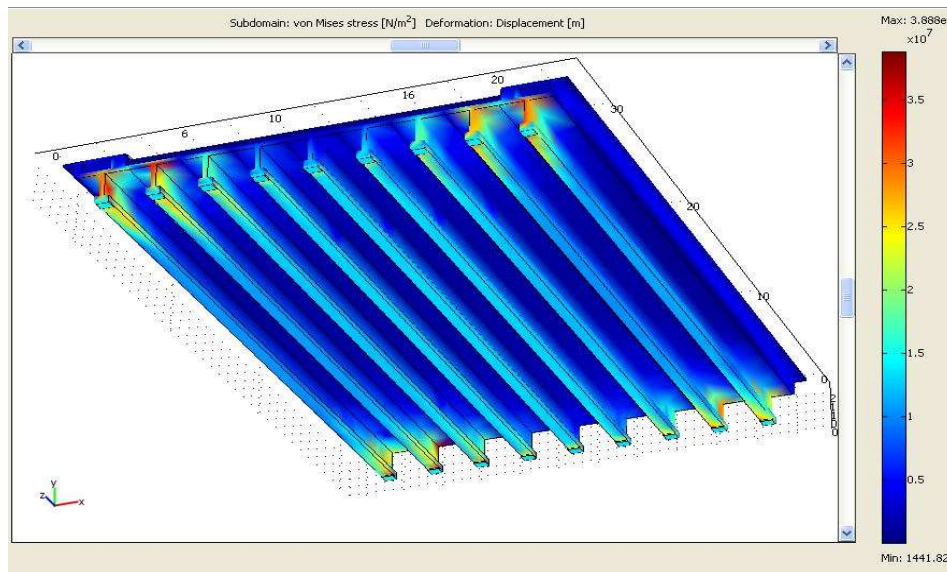


Рисунок 2 - Напруження Мізесу в 3Д-моделі прольотної будови з дорожнім одягом (вид знизу)

Отримані напруження відносно невеликі – біля $3,9 \text{ кг/см}^2$ і виникають в крайніх балках прольотної будови. Проаналізовані також поля деформацій вдовж різних осей, наприклад, деформації вдовж осі OX , тобто, поперек шляхопроводу показані на рис. 3. Переміщення поперек мосту сягають 4 см і поле переміщень має симетричний вигляд.

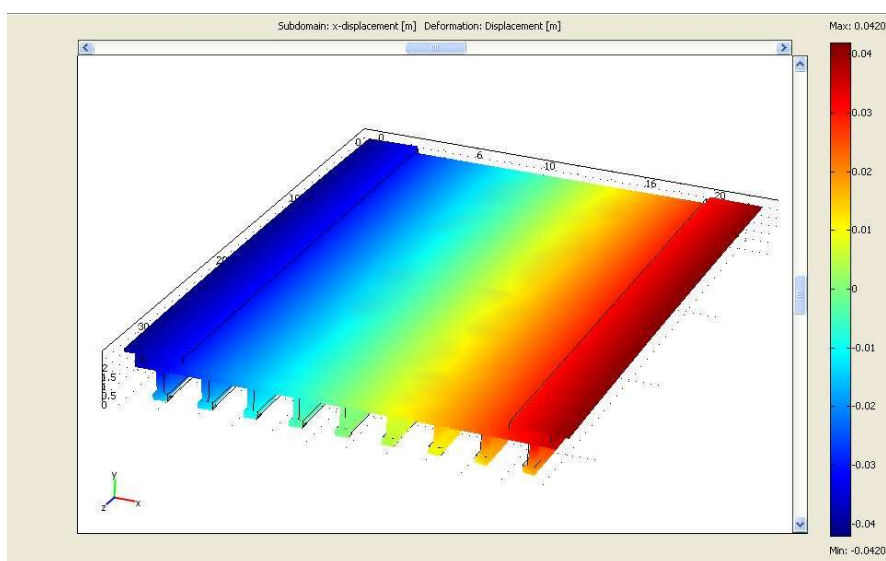


Рисунок 3 – Деформації від дії температур поперек прольоту

Вдовж прольоту деформації також сягають 4 см и тим більше, чим ближче до центру прольоту.

Приклади розрахунків, які були виконані в рамках дослідження показали, що розглянуті моделі дозволяють отримувати якісні та кількісні картини температурних полів, розподіл теплового стану, температурних градієнтів, відповідних напружень та деформацій при заданих крайових умовах.

Також було визначено, що розрахунки напружено-деформованого стану прольотних будов з дорожнім одягом при швидкому зниженні від'ємної температури оточуючого середовища до абсолютної мінімальної температури необхідно виконувати з застосуванням відповідних до цих температур міцностних характеристик матеріалів шарів. Загальний напружено - деформований стан слід оцінювати при сумісній дії такого температурного навантаження і тимчасового рухомого навантаження.

При однобічному нагріванні конструкції слід виконувати розрахунки температурних полів і напружень для дня року, що приблизно відповідає умовам найбільш спекотної доби , а також для весняного періоду при суттєвій різниці між нічною та денною температурою повітря.

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

Удосконалення теорії та практики подібних розрахунків дасть можливість визначити екстремальні температурні навантаження, деформації елементів мостів, порівнювати їх з впливом рухомого навантаження і оцінювати небезпеку цих впливів в комплексі.

Література

1. Prakash Rao.D.S., Temperature Distribution and Stresses in Concrete Bridges/American Concrete Institute, ACI Journal.,USA.,1986,v.83, №4,p.588-596.
2. Hoffman P.C., Meclur R.M., West H.H.,Temperature Problem in a Prestressed Box-Girder Bridge//Transportation Research Record,1984, №982, p.42-50.