

**МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ДЕРЕВ'ЯНОЇ ШПАЛИ МЕТРОПОЛІТЕНУ
ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЇЇ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ У ПРОГРАМНОМУ
КОМПЛЕКСІ «ЛИРА»**

**MODELING THE WORK OF A WOODEN SLEEPERS OF UNDERGROUND
AND DETERMINATION OF ITS TENSION CONDITION IN THE
SOFTWARE COMPLEX «LIRA»**

*канд. техн. наук Д.А. Фаст, канд. техн. наук В.П. Шраменко
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*D.A. Fast, PhD (Tech.), V.P. Shramenko, PhD (Tech.)
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Для моделювання верхньої будови колії у тунелі метрополітену було використано програмний комплекс "Лира 9.6" [1] та обрано наступні типи скінченних елементів:

1) Універсальний просторовий стрижневий скінченний елемент (СЕ 10), який має місцеву систему координат X_1, Y_1, Z_1 , відносно якої задається місцеве навантаження й визначаються зусилля. Даний елемент сприймає наступні види зусиль: осьове, крутний момент, згинальні моменти й поперечні сили у вертикальній та горизонтальній площинах.

2) Універсальні скінченні елементи просторового завдання теорії пружності (СЕ 31 – паралелепіпед) призначені для визначення напружено-деформованого стану континуальних об'єктів і масивних просторових конструкцій з однорідного ізотропного лінійно-пружного матеріалу в постановці тривимірного завдання теорії пружності. Даний елемент сприймає нормальні та дотичні напруження по всіх площинах.

Шпала у тунелі метрополітену являє собою дерев'яну балку у формі паралелепіпеда зі сторонами поперечного перерізу 160Ч250 мм і довжиною 2750 мм, яка на 2/3 своєї довжини є омоноліченою у колійний бетон [2-6].

Для моделювання верхньої будови колії метрополітену було використано скінченні елементи різних типів: для рейки – тип 10 із заданим перерізом, що відповідає поперечному перерізу рейки типу Р50, а для підкладки та дерев'яної шпали – тип 31. Для рейки та підкладки фізичні й жорсткісні характеристики задаються відповідно до матеріалу сталі, для дерев'яної шпали – відповідно до деревини сосни.

Для побудови просторової моделі було змодельовано ділянку рейко-шпальної решітки у тунелі метрополітену, що складається із семи шпал та завантажена однією віссю вагону, оскільки вплив сусідніх шпал на розрахункову є незначним. Їх було розбито на вісьмивузлові чотирикутні скінченні елементи, які мають форму паралелепіпеда. Для того щоб змодельовати шпалу, омонолічену в колійному бетоні, у місцях її контакту з

коліїним бетоном було введено обмеження переміщень. Вони спрямовані по осях, перпендикулярних до площин бетонної основи, а також уздовж них у вертикальному напрямку. Навантаження прикладені на рейку над середньою шпалою симетрично відносно її середини і приймаються як зосереджені сили на кожній нитці колії. Частина шпали, що знаходиться над лотком, не опирається на колійний бетон та має вільне переміщення в усіх напрямках.

Після складання елементів верхньої будови колії було отримано кінцево-елементну модель для розрахунку дерев'яної шпали у тунелі метрополітену. У результаті розбивки на скінченні елементи було отримано: 42306 рівнянь, 9644 елементів, 14212 вузлів.

Для отримання значень напружень використовувалася теорія міцності найбільших нормальних напружень. В результаті отримали величини найменших, середніх та найбільших головних напружень у вигляді ізополів.

Напруження у розрахунковій шпалі за результатами розрахунку у програмному комплексі "Лира 9.6" склали: $y_{ш} = 884 \text{ кН/м}^2 < [y_{ш}] = 2200 \text{ кН/м}^2$.

Порівнюючи отримані результати за з результатами розрахунку колії метрополітену на міцність згідно "Правил розрахунків залізничної колії на міцність і стійкість" [7], де $y_{ш} = 867 \text{ кН/м}^2$, можна зробити висновок, що похибка становить не більше 2 %. Виходячи з цього, використання методики розрахунку залізничної колії, відповідно до вказаних правил, є правомірним для верхньої будови колії у тунелі метрополітену на дерев'яних шпалах.

[1] Программный комплекс для расчета и проектирования конструкций Лира версия 9.0. Руководство пользователя [Текст] / Под ред. А.С. Городецкого, И.Д. Евзерова. – К.: НИИАСС, 2002. – 147 с.

[2] Кравченко Н.Д. Новые конструкции железнодорожного пути для метрополитенов [Текст] / Кравченко Н.Д. – М. : Транспорт, 1994. – 143 с.

[3] Даніленко Е.І. Залізнична колія / Улаштування, проектування і розрахунки, взаємодія з рухомим складом / Підручник для вищих навчальних закладів (у 2х томах) [Текст]: Е.І. Даніленко – Київ, Імпрес, 2010. – Т. 1. – 528 с.

[4] Основы устройства и расчетов железнодорожного пути [Текст]/ В Г. Альбрехт, М.П. Смирнов, В.Я. Шульга и др.; под ред. С.В. Амелина и Т.Г. Яковлевой. – М. : Транспорт, 1990. – 367 с.

[5] Клименко Л.В. Расчет пути с учетом неравноупругости подрельсового основания [Текст] / Л.В. Клименко // Путь и путевое хозяйство. – 2007. – № 9. – С. 34–35.

[6] Красюк А.Г. Расчет балок на сплошном упругом основании со ступенчатым изменением жесткости [Текст] / А.Г. Красюк // Залізничний транспорт України. – 2003. – № 5. – С. 12–14.

[7] Фаст Д.А. Розрахунок дерев'яної шпали у тунелі метрополітену на міцність [Текст] / Д.А. Фаст // Зб. наук. праць УкрДУЗТ. – Харків: УкрДУЗТ, 2015. – Вип. 157. – С. 13–17.