

## **РОЗРАХУНОК ДЕРЕВ'ЯНОЇ ШПАЛИ МЕТРОПОЛІТЕНУ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ "ЛИРА"**

ФАСТ Д. А., асист.

*Украинская государственная академия железнодорожного транспорта  
61050, Украина, г. Харьков, пл. Фейербаха, 7  
E-mail: denia007@mail.ru*

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

1) Універсальний просторовий стрижневий скінченний елемент (СЕ 10), який має місцеву систему координат  $X1, Y1, Z1$ , 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  $160 \times 250$  мм і довжиною 2650 мм, яка на  $2/3$  своєї довжини є омоноліченою у колійний бетон.

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 врахування заповнення порожнеч і тріщин пластмасою акриловою самотвердною АСТ-Т було використано характеристики, що відповідають даному полімерному матеріалу.

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 змодельувати шпалу, омонолічену в колійному бетоні, у місцях її контакту з колійним 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..

Поздовжній переріз для розрахункової шпали зображено на рис. 2. За розрахункову прийнято шпалу, що знаходиться посередині.

Розрахунок виконувався під дією зосередженої сили на розрахункову шпалу. Враховуючи, що навантаження прикладалося симетрично відносно поздовжньої осі колії, результати розрахунку будемо приводити лише по одній нитці залізничної колії метрополітену.

За допомогою програмного комплексу "Лира 9.6" також було розраховано шпалу з урахуванням заповнення порожнеч і тріщин пластмасою акриловою самотвердною АСТ-Т в різних місцях її поперечного перерізу:

- суцільна дерев'яна шпала без наповнення;
- дерев'яна шпала, заповнена пластмасою акриловою самотвердною АСТ-Т у верхній половині поперечного перерізу;
- дерев'яна шпала, заповнена пластмасою акриловою самотвердною АСТ-Т у нижній половині поперечного перерізу;
- дерев'яна шпала, заповнена пластмасою акриловою самотвердною АСТ-Т у центрі поперечного перерізу.

Для отримання значень напружень використовується теорія міцності найбільших нормальних напружень. В результаті отримаємо величини найменших, середніх та найбільших головних напружень. Для оцінки міцності обираємо найбільші значення, що відповідають ізополям найбільших головних напружень.

Аналізуючи отримані результати за допомогою програмного комплексу "Лира 9.6" можна зробити висновок, що використання пластмаси акрилової самотвердної АСТ-Т призводить до зміцнення дерев'яних шпал та доводить можливість використання даного матеріалу для відновлення їх експлуатаційних властивостей.