

*Фаст Д. А.  
(Український державний університет  
залізничного транспорту)*

### **ВИЗНАЧЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ДЕРЕВ'ЯНОЇ ШПАЛИ МЕТРОПОЛІТЕНУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ "ЛИРА"**

Для вирішення питання, відносно визначення несучої здатності дерев'яної шпали метрополітену, було використано програмний комплекс "Лира 9.6", в якому реалізований метод скінченних елементів (МСЕ) у формі переміщень. Даний метод дає можливість будувати систему рівнянь, яка розв'язується на основі розгляду кожного окремого скінченного елемента, що дуже зручно в реалізації та є важливою перевагою.

Для моделювання верхньої будови колії з дерев'яними шпалами у тунелі метрополітену було обрано наступні типи скінченних елементів: 1) Для рейки – універсальний просторовий стрижневий скінченний елемент (СЕ 10) із заданим перерізом, що відповідає поперечному перерізу рейки типу Р50. Він має місцеву систему координат  $XI, YI, ZI$ , відносно якої задається місцева навантаження й визначаються зусилля. Даний елемент сприймає наступні види зусиль: осьове, круглий момент, згинальні моменти й поперечні сили у вертикальній та горизонтальній площинах; 2) Для підкладки та дерев'яної шпали – універсальні скінченні елементи просторового завдання теорії пружності (СЕ 31 – паралелепіпед), які 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, а також дає можливість вирішення об'ємного завдання теорії пружності для двокомпонентних матеріалів (залізобетону, композитів і т.д.).

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, яка 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 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.

Для отримання значень напружень була використана теорія міцності найбільших нормальних напружень. В результаті отримано величини найменших, середніх та найбільших головних напружень. Для оцінки міцності обрано найбільші значення, що відповідають ізополлям найбільших головних напружень.

Отримані результати за допомогою програмного комплексу "Лира 9.6" доводять, що використання пластмаси акрилової самотвердної АСТ-Т сприяє зміцненню дерев'яних шпал та відновленню їх експлуатаційних властивостей.