

Д.В. ДАНИЛОВ, А.Г. АНДРЕЄВ, к.т.н., доц.

КОЛІСНА ПАРА ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ПРИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ І ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

Колісні пари відносяться до ходових частин і є одним з відповідальних елементів вагону. Вони призначені для спрямування руху вагону по рейковому шляху і сприйняття усіх навантажень, що передаються від вагону на рейки при обертанні. Основною метою дослідження є визначення напружено деформованого стану (НДС) колісної пари РУ1Ш-950, що знаходиться під дією технологічних та експлуатаційних навантажень (відцентрові сили при подоланні криволінійних відрізків шляху, температурні навантаження під час гальмування та ін.).

Для вирішення поставленої задачі застосовувався комп'ютерний комплекс заснований на методі скінченних елементів (МСЕ) ANSYS[1]. Схема твердотільної конструкції, що була змодельована в комп'ютерному комплексі приведена на рисунку 1.

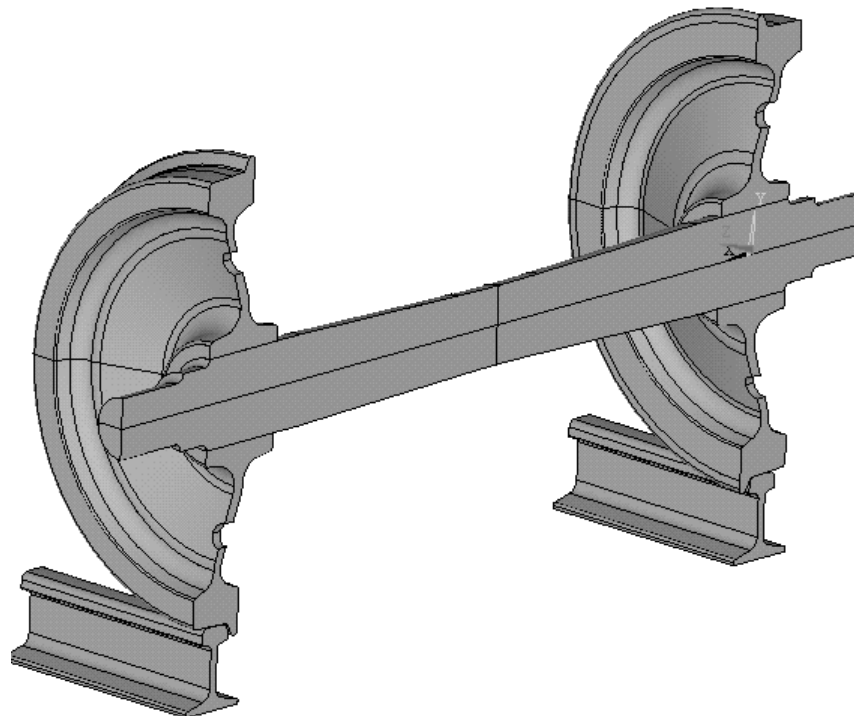


Рис. 1 – Схема колісної пари РУ1Ш-950

Рішення задачі МСЕ призводить до системи лінійних рівнянь алгебри:

$$K \bar{U}^e = \bar{R} + \bar{F}_{\varepsilon 0}, \quad (1)$$

де $[K]$ – матриця жорсткості тіла, що складається з матриць жорсткості скінчених елементів; \bar{U}^e – вектор вузлових переміщень; \bar{R} – вектор зовнішніх вузлових сил, $\bar{F}_{\varepsilon 0}$ – вектор сил, обумовлених температурними деформаціями.

Матриці жорсткості скінчених елементів $[k]$, з яких складається матриця жорсткості тіла, обчислюються за формулою (2), а вектор сил, обумовлених температурними деформаціями $\bar{F}_{\varepsilon 0}$ – за формулою (3):

$$k \bar{\equiv} \int_{V^e} \bar{\Phi}^T \bar{\Phi} \bar{\Phi} \bar{dV}^e, \quad (2)$$

$$\bar{F}_{\varepsilon 0} = \int_{V^e} B^T D \bar{\varepsilon}^{(0)} dV^e, \quad (3)$$

де V^e – об'єм скінченого елемента; B – матриця, що отримується диференціюванням належним чином матриці функцій форми; D – матриця пружності; $\bar{\varepsilon}^{(0)}$ – температурні деформації.

Для побудови скінченно-елементної (СЕ) моделі, подібної реальній моделі, у даній роботі використовувались три типи скінчених елементів: SOLID186 – тривимірний (3D) квадратичний елемент задач механіки твердого тіла, що деформується, з двадцятьма вузлами, що мають три ступені вільності; TARGE170 та CONTA174 – скінченні елементи, що застосовуються для моделювання контактних взаємодій. Ці елементи мають ті ж самі геометричні розміри, що і пов'язані з ними об'ємні елементи SOLID186.

З метою раціонального використання програмних ресурсів в даній роботі розглядалася СЕ модель, що відповідає половині реальної конструкції, з застосуванням граничних умов симетрії.

В результаті розрахунків були отримані основні характеристики НДС колісної пари РУ1Ш-950: сумарні переміщення, еквівалентні напруження за критерієм Мізеса та контактний тиск. Виходячи з даних розрахунку можна зробити попередні оціночні висновки щодо ресурсу колісної пари.

Список літератури: 1. Басов К. А. "ANSYS: справочник пользователя".– М.: ДМК Пресс, 2005. – 640 с. 2. Хохлов А.А. "Динамика пассажирского вагона и пути модернизации тележки КВЗ-ЦНИИ".– М.: МИИТ, 2001. – 160 с. 3. Кузьмич Л. Д. "Вагоны".– М.: Машиностроение, 1978. – 376 с.