

ПРОЧНОСТНОЙ И УСТАЛОСТНЫЙ РАСЧЕТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО КОЛЕСА

Дейнинг А.А., студент группы 4А22
НИ ТПУ, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30,
E-mail: aad90@tpu.ru

Железнодорожные колеса являются важнейшими элементами конструкции любого железнодорожного транспортного средства – вагонов (грузовых и пассажирских) и тягового подвижного состава (локомотивов и электровозов). Все железнодорожные колеса изготавливают из специальных низколегированных углеродистых сталей. Целое железнодорожное колесо имеет три основных конструктивных элемента: ступицу, диски и обод (рис. 1).

Роль ступицы – обеспечить прочное соединение колеса с осью. Обод колеса непосредственно контактирует с рельсом, а диск соединяет ступицу и обод между собой. Наружная поверхность обода, которая непосредственно контактирует со стальным рельсом, называется поверхностью катания, а выступающая ее часть – гребнем или ребордой.

На основе чертежей строится модель колеса. Геометрическая модель колеса разрабатывалась на основе размеров профиля колеса с плоскоконической формой диска. Колесо является телом вращения, но имеет сложный профиль осевого сечения. По этой причине его геометрическая модель создавалась в CAD-программе, а затем импортировалась в форме твердотельной модели в программу конечно-элементного анализа. Колесо опирается по внутренней, цилиндрической поверхности. Всего в рассчитываемой модели 12600 опорных точек. Вводимые при этом ограничения соответствуют шарнирному закреплению. Схема закрепления показана на рис. 2.

Основной вклад в деформирование колеса в процессе эксплуатации, вносит вес вагона. По этой причине рассматриваются вертикальные статические усилия, определяемые допускаемой осевой нагрузкой на колесную пару вагона. Для полноты моделирования нагрузок на колесо были приняты и горизонтальные поперечные для направления движения силы реакции, возникающие в кривом участке пути.

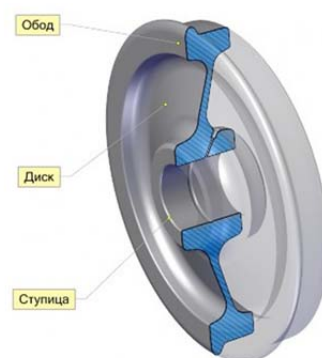


Рис. 1. Конструктивные элементы железнодорожного колеса



Рис. 2. Расчетная модель

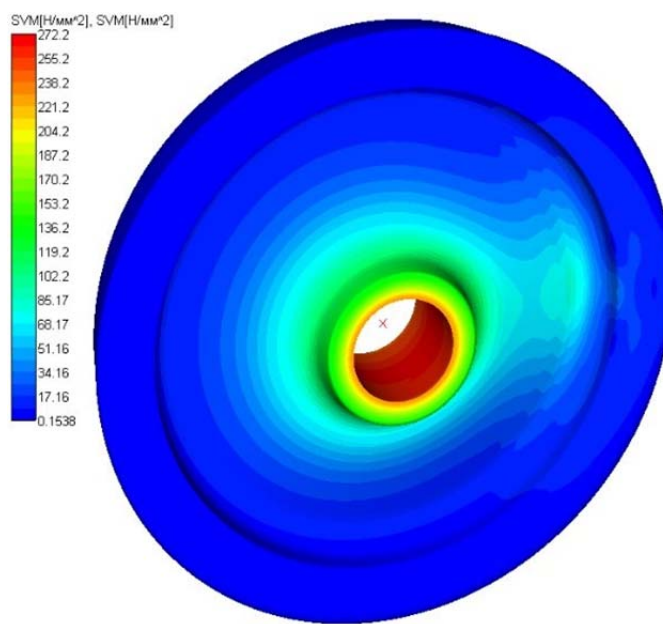


Рис. 3. Напряжение в ступице

Проведенные расчеты на прочность железнодорожного колеса, с дефектом в виде кольцевой канавки на внутреннем торце ступицы, показали, что при заданных нагрузках эквивалентные напряжения, возникающие в элементах колеса, не превышают предела прочности применяемых материалов. Наибольшие напряжения возникают на внутренней поверхности ступицы колеса.

Анализ результатов усталостного расчета показал, что колесо с плоскоконическим диском обладает достаточной прочностью по сопротивлению усталости. Значительная величина запаса по сопротивлению усталости связана с практическим отсутствием циклической нагрузки в данной области колеса. Колеса с плоскоконическим диском, имеющие кольцевой дефект (размерами до 20х5) обладают достаточной статической и усталостной прочностью, а наличие кольцевой канавки не оказывает существенного влияние на распределение напряжений в ступице колеса.

Список литературы

1. Писаренко Г.С. Справочник по сопротивлению материалов / Г.С. Писаренко, А.П. Яковлев, В.В. Матвеев. – Киев: Изд-во Дельта, 2008. – 816 с.
2. Лебедев А.А. Механические свойства конструкционных материалов при сложном напряженном состоянии / А.А. Лебедев, Б.И. Ковальчук [и др.]. – Киев: Изд-во Дом «Ин Юре», 2003. – 540 с.
3. Когаев В.П. Расчеты деталей машин и конструкций на прочность и долговечность / В.П. Когаев, Н.А. Махутов, А.П. Гусенков. – М.: Машиностроение, 1985. – 224 с.
4. Черемискина М.С. Нагрузки в подшипниках буксовых узлов / М.С. Черемискина; науч. рук. Е.Н. Пашков // Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении сборник трудов XI Всероссийской научно-практической конференции для студентов и учащейся молодежи, 9–11 апреля 2020 г., Юрга: / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Юргинский технологический институт (ЮТИ); под ред. С. А. Солодского. – Томск: Изд-во ТПУ, 2020. – [С. 48–50].