

Список литературы

1 Беспалько, С. В. Исследование соударений вагонов, оборудованных эластомерными поглощающими аппаратами, с использованием компьютерного моделирования / С. В. Беспалько, С. С. Андриянов. – 2004. – № 5. – С. 7–8.

2 Журавков, М. А. Об использовании системы Mathematica при преподавании дисциплин и изучении разделов по основам компьютерного моделирования в механике / М. А. Журавков, В. Б. Таранчук // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2016. – № 1 (32). – С. 59–62.

3 Карпухина, С. В. Персонализированное обучение алгебре и началам математического анализа с использованием компьютерной системы "Mathematica": дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. «Теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования)» / С. В. Карпухина. – Рязань, 2009. – 243 с.

4 Кристаллинский, В. Р. Об использовании системы Wolfram Mathematica в статистическом анализе данных / В. Р. Кристаллинский, Р. Е. Кристаллинский // Дистанционные образовательные технологии : материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. (с международным участием), посвящ. 75-летию ГПА, Ялта, 16–21 сентября 2019 года / отв. редактор В. Н. Таран. – Ялта : Издательство Типография «Ариал», 2019. – С. 58–61.

УДК 629.421.4

ОЦЕНКА ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В КОЛЕСЕ ТЕПЛОВОЗА ЧМЭЗ ПОСЛЕ ТЕПЛОВОЙ ПОСАДКИ БАНДАЖА НА КОЛЕСНЫЙ ЦЕНТР

А. В. ПУТЯТО, И. Л. КОЦУР

Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого, Республика Беларусь

Основными маневровыми тепловозами на Белорусской железной дороге являются тепловозы серии ЧМЭЗ, ЧМЭЗ^Т и серии ТМЭ1, ТМЭ2. Указанные тепловозы имеют трехосные бесчелюстные тележки с одноповодковым буксовым узлом с двухрядным сферическим подшипником качения [1]. К одним из серьезных недостатков тепловозов указанных серий, с которыми приходится сталкиваться в эксплуатации, относятся неисправности колесных пар. Так, имеют место случаи возникновения трещин бандажей колесных пар, а также при проведении полного и обыкновенного освидетельствования выявляют значительное количество трещин в колесных центрах (рисунок 1).



Рисунок 1 – Разрушение бандажа и колесного центра колеса

Колесная пара является одним из наиболее ответственных узлов железнодорожного подвижного состава. Обеспечение требуемой прочности соединений с гарантированным натягом деталей колесной пары напрямую связана с безопасностью движения. Соединения с натягом элементов колесной пары подвергаются воздействию комплекса силовых факторов и могут работать на осевой сдвиг, проворачивание или испытывать комбинированную нагрузку. Недостаточная прочность соединений может привести к относительному сдвигу элементов и вызвать катастрофические последствия. В то же время в процессе соответствующих технологических операций при формировании колесной пары, в том числе при посадке бандажа на колесный центр, в металлоконструкции составного колеса формируется достаточно сложная картина остаточных напряжений.

Целью настоящей работы является численная оценка уровня остаточных напряжений в колесном центре и бандаже колеса маневрового тепловоза ЧМЭЗ после их соединения с натягом термическим способом.

Компьютерное моделирование выполнено методом конечных элементов в программном комплексе ANSYS [2]. Материал колесного центра в соответствии с ГОСТ 4491–2016 – сталь 20Л с временным сопротивлением 440 МПа. В соответствии с ГОСТ 398–2010 бандаж изготовлен из стали марки 2 с временным сопротивлением 1100 МПа. Для учета пластических деформаций в зоне посадки модель материала принята билинейная упруго-пластическая с кинематическим упрочнением. Поверхности сопряжения смоделированы контактными элементами.

Компьютерная модель реализует полный процесс посадки с натягом бандажа на колесный центр тепловым способом, включающим три этапа. В начальном положении колесный центр и бандаж смещены относительно друг друга в осевом направлении. На первом этапе выполняется нагрев бандажа с 18 до 300 °С, а колесный центр находится в начальном положении. Далее, на втором этапе, бандаж сохраняет деформированное состояние с температурой нагрева 300 °С, а колесный центр перемещается в осевом направлении до упорного бурта бандажа. На третьем этапе моделируется остывание бандажа и формирование соединения с натягом. Колесный центр в это время остается в конечном положении второго этапа.

На рисунке 2 приведены картины распределения эквивалентных напряжений в бандаже и колесном центре при реализации натяга в соединении равного 1,1 мм. Видно, что значения напряжений в бандаже возрастают по мере удаления от круга катания и приближения к поверхности сопряжения с колесным центром, максимальные значения получены более 200 МПа, что в целом соответствует экспериментальным результатам, приведенным в работе [3].

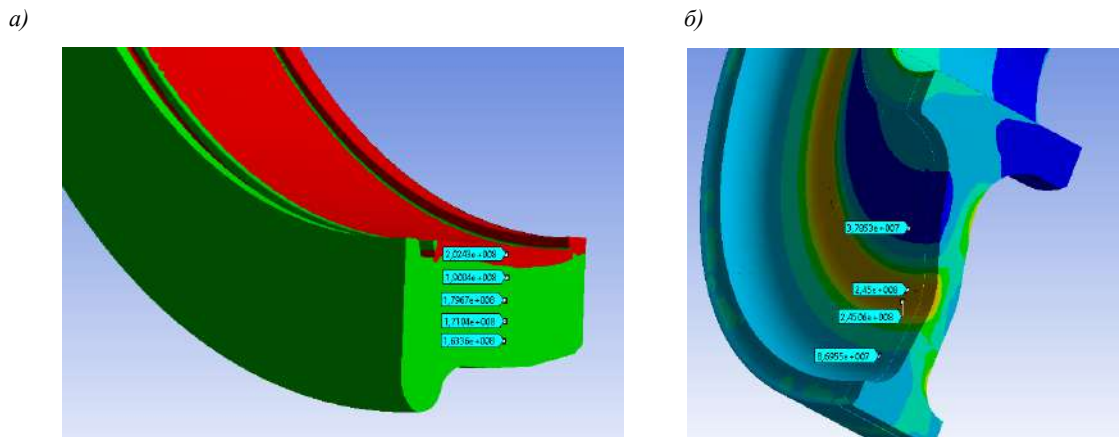


Рисунок 2 – Распределение эквивалентных напряжений (в Паскалях): в бандаже (а) и колесной центре (б) после их сборки

Отметим, что в настоящей работе приведены результаты расчетов при геометрических размерах, соответствующих новым элементам колеса, а также для минимально необходимого значения натяга в соединении. В то же время учет эксплуатационных износов, допусков в отклонениях геометрических размеров сопрягаемых поверхностей, дополнительный учет напряжений от иных технологических операций (посадка колесного центра на ось, обточка поверхности катания и т. п.) могут привести к существенному изменению картины напряженного состояния. Полученный результат в конечном итоге следует рассматривать в совокупности с напряженным состоянием, которое возникает от действия силовых факторов, воспринимаемых колесной парой и, колесом в эксплуатации (вес локомотива, силы взаимодействия с рельсовой колеей).

Список литературы

- 1 Нотик, З. Х. Тепловозы ЧМЭЗ, ЧМЭЗ^Т, ЧМЭЗ^Э: Пособие машинисту / З. Х. Нотик. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1996. – 444 с.
- 2 Каплун, А. Б. ANSYS в руках инженера. Практическое руководство / А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева. – М. : Едиториал УРСС, 2003. – 272 с.
- 3 Муравьев, В. В. Ультразвуковой контроль остаточных напряжений в бандажах локомотивных колес при производстве / В. В. Муравьев, Л. В. Волкова, М. А. Лапченко // Дефектоскопия. – 2015. – № 5. – С. 3–16.