

Нормы времени разрабатывались на основе фотохронометражных наблюдений, выполненных сотрудниками кафедры «Локомотивы» БелГУТа. Фотохронометражные наблюдения включали проведение фотографий рабочего времени исполнителей. Фотохронометражные наблюдения проводились индивидуальным методом, предусматривающим наблюдение за работой одного исполнителя, занятого одной работой на одном рабочем месте.

Разработка норм времени выполнена аналитически-исследовательским методом, в соответствии с которым нормы устанавливаются на основе анализа результатов наблюдения (хронометража) за выполнением нормируемой операции.

Цель проведения хронометражных наблюдений – получение исходных данных для проектирования норм времени.

Порядок проведения хронометражных наблюдений, заполнение хронометражных карт ТНУ-5 и анализ полученных результатов выполнялся в соответствии с требованиями Положения об организации нормирования труда на Белорусской железной дороге, утвержденного приказом № 158Н от 26.04.2013, и Инструкцией, утвержденной приказом № 382Н от 08.11.2006.

Норма времени устанавливалась аналитически-исследовательским методом на основе анализа данных, полученных в результате непосредственного наблюдения за выполнением нормируемой операции на рабочем месте, в конкретных производственных условиях.

Таким образом, в результате хронометражных наблюдений, суммарное время на выполнение технического обслуживания дизель-поезда ДП-1 по циклу ТО-2 для слесарей по ремонту подвижного состава составило 5,51 нормо·ч, для мойщиков-уборщиков подвижного состава – 2,41 нормо·ч; дизель-поезда ДП-3 по циклу ТО-2 для слесарей по ремонту подвижного состава – 10,08 нормо·ч, для мойщиков-уборщиков подвижного состава – 4,86 нормо·ч.

Сборник норм времени на техническое обслуживание ТО-2 дизель-поездов ДП-1 и ДП-3, подготовленный сотрудниками кафедры «Локомотивы» БелГУТа и Центром разработки нормативов для организации и нормирования труда Белорусской железной дороги, принят к внедрению на Белорусской железной дороге.

УДК 629.421.4

## **ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ КОЛЕСА МАНЕВРОВОГО ТЕПЛОВОЗА ЧМЭЗ ПРИ ДВИЖЕНИИ В КРИВОЙ МАЛОГО РАДИУСА**

*Г. Е. БРИЛЬКОВ, А. П. ДЕДИНКИН, А. В. ПУТЯТО*  
*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

*М. С. ЗАСТОЛЬСКИЙ*  
*Локомотивное депо Могилев Белорусской железной дороги*

Наиболее распространенным маневровым тепловозом на Белорусской железной дороге является ЧМЭЗ, инвентарный парк которых в настоящее время составляет порядка 260 секций. К одному из наиболее серьезных недостатков, встречающихся при эксплуатации, относится выход из строя колесных пар в результате возникновения трещин в колесных центрах. Анализ характера повреждений, конструктивных особенностей ходовой части и условий эксплуатации локомотива показали, что причиной может быть возникновение высоких значений напряжений в элементах колеса при движении по кривым участкам пути малого радиуса. Поэтому целью работы является оценка прочности колеса маневрового локомотива серии ЧМЭЗ при движении в кривой малого радиуса.

На тепловозах серии ЧМЭЗ применены одноповодковые буксовые узлы с двухрядными сферическими самоустанавливающимися подшипниками, позволяющими передавать осевые силы без специального осевого упора. Однако такая конструкция не дает возможности смещения осей колесных пар вдоль корпуса букс, усложняя вписывание тепловоза в кривые. Вписывание в кривую малого радиуса обеспечивается в большей степени за счет упругого перемещения в осевом направлении на 3–3,5 мм и поворота колесных пар на небольшой угол при смятии резиновых элементов крепления буксовых узлов к раме тележки. Данная особенность конструкции тележки тепловоза

серии ЧМЭЗ отличает его от большинства современных тепловозов, у которых свободный разбег средних колесных пар составляет  $\pm 14$  мм.

Анализ геометрического вписывания колесных пар тепловоза ЧМЭЗ, обточенных по профилю ГОСТ 11018, в кривую радиуса 80 м при изменении ширины колеи зазора от минимального до максимального значения показал [1], что при положении наибольшего перекоса (положение, занимаемое тележкой при малых скоростях движения, при котором первая колесная пара упирается гребнем в наружный рельс, а третья – во внутренний) зазор между средней колесной парой и внутренним рельсом для всех значений ширины колеи зазора отрицателен и может достигать 12 мм при значении ширины колеи зазора 22 мм. В положении высоких скоростей (когда первая и третья колесные пары прижимаются гребнями к наружному рельсу) для значений ширины колеи зазора от 26 до 40 мм зазор между средней колесной парой и внутренним рельсом положителен, а для меньших значений вписывание возможно только за счет осевого смещения второй и третьей колесных пар. На рисунке 1 приведены результаты расчета вписывания тепловоза в кривые различных радиусов при номинальном значении ширины колеи зазора 29 мм.

Отметим, что при выполнении расчетов не учитывалось отжатие рельсов под действием бокового давления, способствующее прохождению кривой. По результатам экспериментальных данных для рельсошпальной решетки с бетонными шпалами поперечное усилие в 30 кН вызывает смещение порядка 6 мм.

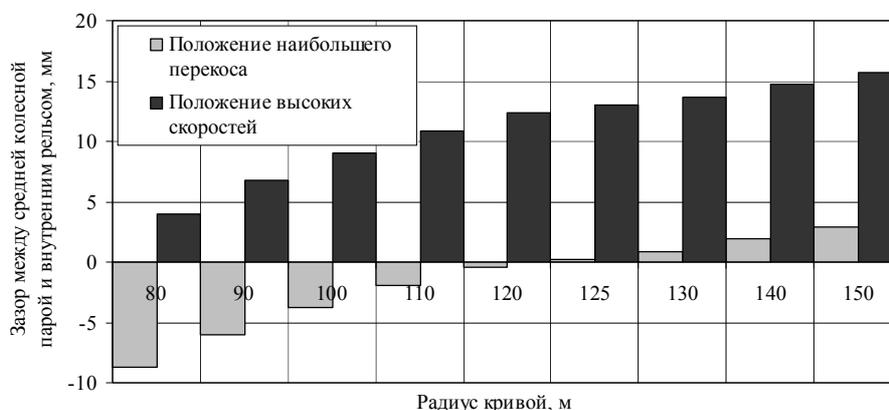


Рисунок 1 – Вписывание тепловоза в кривые при ширине колеи зазора 29 мм

Для оценки прочности колеса при прохождении кривой малого радиуса разработана конечно-элементная модель в программном комплексе ANSYS. На рисунке 2 приведена картина распределения эквивалентных напряжений по Мизесу (в Па) при действии бокового усилия на гребень колеса, равного 43 кН, рассчитанному в соответствии с [2] при ряде осредненных параметров.

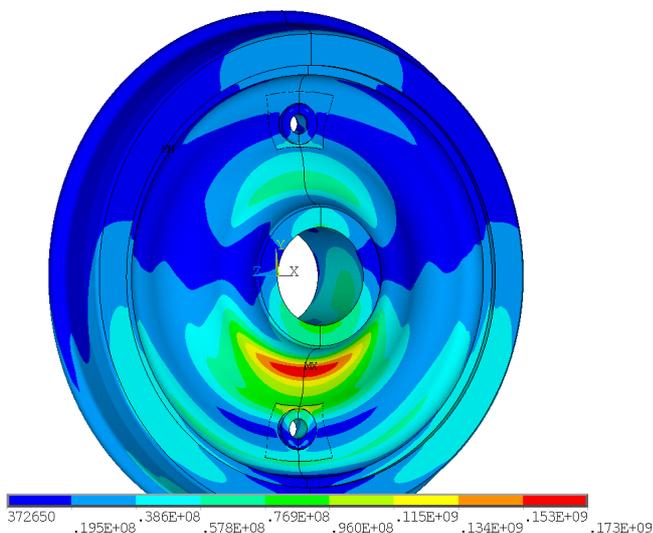


Рисунок 2 – Напряженно-деформированное состояние колеса и фрагмент излома колесного центра

Из приведенного рисунка видно, что конструктивная область колесного центра, где получен максимальный уровень напряжений ( $\approx 80\%$  от предела текучести для стали 20Л), соответствует месту излома в эксплуатации. Учитывая результаты расчетов зазоров при вписывании в кривые малого радиуса средней колесной пары тележки и экспериментально полученное значение поперечной силы при смещении рельса, следует предположить о появлении в эксплуатации достаточно высоких боковых сил, действующих на гребень колеса, которые приведут к существенному увеличению значений напряжений, полученных расчетом. Дополнительно отметим, что в эксплуатации просматривается закономерность появления трещин в бандажах и центрах 2-й и 5-й колесных пар тепловозов, обточенных по профилю ГОСТ 11018 (толщина гребня составляет 33 мм).

К наиболее простому мероприятию, которое позволит облегчить вписывание тепловоза ЧМЭЗ в кривые, следует отнести применение бандажей с гребнями уменьшенной толщины.

#### Список литературы

1 Застольский, М.С. Анализ геометрического вписывания тепловоза серии ЧМЭЗ в кривые малого радиуса / М.С. Застольский, П.А. Сахаров // X международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых : сб. докл. – Губкин, 2017. – С. 106–109.

2 Нормы для расчета и оценки прочности несущих элементов, динамических качеств и воздействия на путь экипажной части локомотивов железных дорог МПС колеи 1520 мм. – М. : ВНИИЖТ, 1998. – 145 с.

УДК 629.45

## ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

*Е. В. БУГАЕВА*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Безопасность и надежность подвижного состава является важнейшим критерием его эксплуатации для Белорусской железной дороги. Только при соблюдении условия безопасности и надежности подвижного состава возможны перевозки грузов и пассажиров.

Диаграмма распределения пассажирских вагонов приписного парка по типам приведена на рисунке 1.

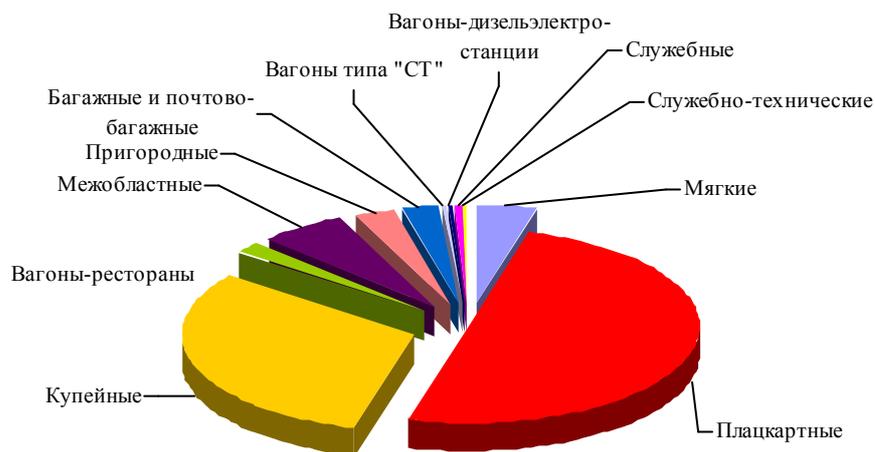


Рисунок 1 – Диаграмма распределения пассажирских вагонов приписного парка по типам

Для оценки показателей надежности вагона приняты такие понятия как работоспособность, безотказность и долговечность. Показателем долговечности является средний ресурс, назначенный гамма-процентный ресурс, средний срок службы.

Анализ среднего возраста основных двух типов пассажирских вагонов показал, что средний возраст пассажирских вагонов Белорусской железной дороги увеличивается (рисунок 2).