**Полупан Юлія Вікторівна. Прогнозування ресурсу бандажів підгумованих колісних пар рейкового транспорту урахуванням демпфіруючих властивостей амортизаторів : Дис... канд. наук: 05.22.07 – 2009**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Полупан Ю.В. "Прогнозирование ресурса бандажей подрезиненных колесных пар рельсового транспорта учетом демпфирующих способностей амортизаторов" - Рукопись.  Диссертация на получение научной степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 - Подвижной состав железных дорог и тяга поездов. - Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля, Луганск, 2008 г.  Одним из способов повышения плавности хода как на магистральных локомотивах, так и на городском рельсовом транспорте является применение резинометаллических элементов в силовых связях экипажной части, а также непосредственно в колесных парах.  На основании проведенных исследований существующих конструкций подрезиненных колёсных пар рельсового транспорта сделан вывод о том, что одним из наиболее слабых мест среди узлов колесной пары являются бандажи, поэтому прогнозирование ресурса бандажей подрезиненных пар колес, направленное на его повышение выбором рациональных параметров резины, представляется в настоящий период довольно актуальным направлением работы, особенно во время постоянного развития и усовершенствование ходовой части рельсовых транспортных средств.  Прогнозирование ресурса бандажей подрезиненных пар колес в первую очередь ставит задачу расчета износа бандажей. Выявлено, что упругие амортизирующие прокладки, расположенные между ободом и ступицей колес в конструкции колесных пар благодаря своим демпфирующим свойствам способны создавать упруго-диссипативное сопротивление деформированию амортизаторов , в результате чего изменяются продольно-поперечные силы между колесом и рельсом, тем самым изменяя износ бандажей.  Анализ источников показал, что известные методики расчета износа бандажей предназначены для жестких колес и не учитывают демпфирующих свойств резиновых амортизаторов подрезиненных колесных пар. Однако выявлено, что после определенного пробега погрешность между толщиной бандажей подрезиненных колес, полученной экспериментально и теоретически за существующими методиками для жестких колес, составляет более 10% и эта погрешность увеличивается с ростом пробега вплоть до 15% и больше в зависимости от марки резины и пробега. Таким образом, усовершенствование методики расчета износа бандажей подрезиненных колесных пар при движении рельсового транспортного средства по прямым и кривым участкам пути с учетом демпфирующих свойств резиновых амортизаторов возможно при создании математической модели, описывающей объемный процесс деформирования резинового элемента. Это позволит прогнозировать его рабочие характеристики, при этом износ колесных пар необходимо оценивать по работе сил трения колес по рельсу с учетом потерь, которые идут на деформацию резинового амортизатора.  В соответствии с поставленной целью в диссертации решены следующие задачи: смоделировано динамическое напряженно-деформированное состояние резинового элемента, представленное в виде упруго-вязкой сплошной среды конечного объёма; экспериментально исследованы упругие характеристики резин разных марок; проведено теоретическое исследование влияния упруго-диссипативных сил , которые возникают в амортизаторах при их деформировании, на угол набегания оси колесной пары рельсового транспортного средства и на односторонний подрез гребней бандажей подрезиненной колесной пары; экспериментально исследована величина угла перекоса оси колесной пары рельсового транспортного средства относительно продольной оси рельсовой колеи; теоретически исследовано влияние работы D, которая расходуется за счет внутреннего трения в резине, на изменение толщины бандажей подрезиненных пар колес; экспериментально исследована толщина бандажей подрезиненных колесных пар; разработаны предложения относительно проектирования подрезиненных колесных пар, в амортизаторах которых обеспечиваются допустимые относительные деформации и напряжения, температурные режимы. При этом подрезиненные колеса должны обеспечивать минимальный износ бандажей, увеличивая тем самым их ресурс; проведена оценка достоверности результатов исследования.  Натурные исследования на стенде и результаты ходовых испытаний под тепловозами подтвердили корректность предложенных математических моделей, описывающих напряженно-деформированное состояние резиновых элементов. Ходовые испытания под трамвайными вагонами подтвердили адекватность модели, описывающей процесс износа бандажей подрезиненных пар колес.  Математическим моделированием напряженно-деформированного состояния резиновых амортизаторов подрезиненных колес, используемых под трамвайным вагоном КТМ-5М3, установлено, что для повышения ресурса бандажей колесных пар предельные значения статической жесткости амортизаторов должны находиться в интервале (1,5107-4107) Н/м, а логарифмический декремент колебаний - в интервале 0,3-0,8, что отвечает резине с твердостью в 40-55 ед. по Шору.  Результаты диссертационной работы используются в ООО "ХК "Лугансктепловоз", в Луганском трамвайном депо и в учебном процессе ВНУ им. В. Даля.  **Ключевые слова:** ресурс, напряженно-деформированное состояние, резиновые элементы, подрезиненная колесная пара, толщина бандажа, упруго-диссипативные силы, работа. | |
| |  | | --- | | У дисертаційній роботі вирішене актуальне науково-технічне завдання розробки методики прогнозування ресурсу бандажів підгумованих колісних пар рейкового транспорту, що враховує демпфіруючі властивості амортизаторів.  Проведені теоретичні й експериментальні дослідження дозволили зробити наступні висновки:  1. Аналіз джерел показав, що відомі методики розрахунку зношення бандажів призначені для жорстких коліс і не враховують демпфіруючих властивостей гумових амортизаторів підгумованих колісних пар. Але після певного пробігу погрішність між товщиною бандажів підгумованих коліс, отримана експериментально і теоретично за відомими методиками для жорстких коліс становить більше 10% і ця погрішність збільшується зі зростанням пробігу до 15% і більше залежно від марки гуми й пробігу. Розбіжність у зношенні бандажів спостерігається у бік збільшення товщини бандажів пружних коліс.  2. Для більш точного опису напруження на в’язкому елементі гумового амортизатора, який моделюється як пружнов’язке суцільне середовище, уточнено математичну модель, в якій в’язка складова враховується шляхом уведення диференціального оператора Лапласа, що дає можливість розраховувати коливальний процес усередині досліджуваного матеріалу за трьома напрямками, уточнюючи модель розрахунку на 7%.  3. Адекватність запропонованих методик розрахунку статичної деформації зрушення й стиску гумового елемента була підтверджена стендовими експериментами на натурних зразках. Так, наприклад, отримані теоретичні значення динамічної жорсткості порівнювалися з експериментальними даними. Відносна погрішність обчислень становить не більше 10%.  4. У результаті теоретичних досліджень напружено-деформованого стану гумових елементів підгумованих пар коліс виявлено:  - максимальна величина бічного зсуву гумового елемента при дії напрямного зусилля Y спостерігається при проходженні локомотивом кривих радіусом R=300 *м* для гуми із твердістю в 55 *од*. за Шором. При збільшенні радіуса кривої значення зменшується зі збільшенням твердості гуми;  - величина внутрішньої енергії , що розсіюється в окремому вузлі сітки матеріалу в процесі його деформування при русі в кривій R=600 *м* зі швидкістю 70 *км/год*, на 37% більше тієї ж величини, отриманої при русі локомотива по прямій; при русі в кривій R=300 *м* зі швидкістю 20 *км/год* - на 39,5% менше, ніж при русі по прямій з тією ж швидкістю; при русі в кривій R=600 *м* при швидкості V=23 *км/год* - на 22% більше, ніж при русі по прямій з тими ж умовами навантаження.  5. Для прогнозування ресурсу бандажів запропоновано методику розрахунку кута набігання й товщини бандажів підгумованих пар коліс з урахуванням пружнодисипативних сил опору деформуванню , які визначаються у кожен окремий момент часу й з урахуванням роботи D, що йде на деформацію пружних елементів.  6. Адекватність математичної моделі розрахунку товщини бандажів підгумованих пар коліс оцінювалася на основі експериментальних даних за критерієм Фішера. Математичним моделюванням зношення бандажів встановлено, що довірчий інтервал прогнозованої, згідно методики розрахунку зношення бандажів жорстких коліс, товщини бандажів в середньому на 20-30% більше довірчого інтервалу для прогнозованої товщини бандажів пружних коліс , що свідчить про підвищення надійності прогнозування зношення бандажів підгумованих коліс, яке враховує демпфіруючі властивості гумових амортизаторів.  7. При прогнозуванні з'ясовано, що застосування гуми твердістю в 55 *од*. за Шором у підгумованому колесі тепловоза 2ТЕ116 призводить до збільшення ресурсу бандажів. Так, на прямій ділянці руху за умови, що екіпаж рухається зі швидкістю V=19,8 *км/год* зношення гребенів бандажів пружних коліс зменшується на 15% і на 16% - у кривій R=600 *м*. При русі в прямій зі швидкістю V=39,96 *км/год* зношення гребенів бандажів зменшується на 12,2%, при V=79,92 *км/год* – на 5%.  8. Математичним моделюванням напружено-деформованого стану гумових амортизаторів підгумованих коліс, використовуваних під трамвайним вагоном КТМ-5М3, встановлено, що для підвищення ресурсу бандажів колісних пар граничні значення статичної жорсткості амортизаторів повинні знаходитися в інтервалі (1,5107-4107) *Н/м,*а логарифмічний декремент коливань – в інтервалі 0,3-0,8, що відповідає гумі із твердістю в 40-55 *од*. за Шором.  9. Результати дисертаційної роботи були використані:  - ВАТ "ХК "Луганськтепловоз" для дослідження й регулювання пружнодисипативних характеристик гумометалевих елементів опорно-повертального пристрою тепловоза 2ТЕ116, що дозволило зменшити обсяг, трудомісткість і вартість дослідно-конструкторських робіт;  - в Луганському трамвайному депо для своєчасного планування й проведення ремонтних робіт, пов'язаних зі зношенням бандажів підгумованих пар коліс. Економія витрат від зниження видатків на ремонт колісних пар трамваїв за умови, що в підгумованому колесі буде використовуватися гума із твердістю в 40 *од*. за Шором, становитиме: U=20 571 *грн*.;  - в навчальному процесі СНУ ім. В. Даля при викладанні лекційних та практичних занять за курсом «Теоретичні основи теплотехніки». | |