

Тогда

$$C = \frac{5000 \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \cdot 0,01}{0,01} = 4,427 \cdot 10^{-8} \text{ Ф.}$$

Следовательно

$$U_1 = \frac{760 \cdot 10^{-12} \cdot 101778}{4,427 \cdot 10^{-8}} = 1747 \text{ В.}$$

Кроме того, напряжение U_1 может быть увеличено посредством усилителя мощности.

Сила тока, возникающая на электродах одного тензометрического преобразователя при однократном приложении нагрузки, составляет 0,01 А.

Тогда при движении состава, имеющего 100 осей, одна шпала с двумя параллельно соединенными пьезоэлектрическими преобразователями согласно [2–4] может вырабатывать без учета потерь электрическую энергию мощностью

$$P = U I n \cdot 100 = 1747 \cdot 0,01 \cdot 2 \cdot 100 = 3494 \text{ Вт.}$$

При эпюре шпал, составляющей 1840 шпал/км [5], участок железнодорожного пути протяженностью 1 км может вырабатывать электрическую энергию мощностью 6428960 Вт без учета потерь.

Одновременно с этим электрическую цепь, которая соединяет пьезоэлектрические преобразователи, можно использовать в качестве линии СЦБ, позволяющей при соответствующем программном обеспечении получать информацию о различных параметрах движения подвижного состава (высокоточном расположении поезда на перегоне, его скорости движения, состоянии поверхностей катания колес, нагрузки на каждую колесную пару, и т. д.), а также о состоянии пути (износе поверхности катания рельсов и положении рельсов в плане и по уровню).

Таким образом, реализация в конструкции верхнего строения пути технических решений по преобразованию поездной нагрузки в электрическую энергию и использования данной цепи в качестве линии СЦБ нового типа позволяет внедрить на железной дороге систему «интеллектуальный путь».

Внедрение данной системы позволяет осуществлять генерацию «зеленой» электроэнергии, достичь определенной энергонезависимости железной дороги, повысить безопасность движения поездов (в том числе реализовать интеграцию данной системы с системами автоматического ведения и управления движением) и уменьшить износ элементов верхнего строения пути.

Список литературы

- 1 Пьезоэлектрические материалы на основе гибрида матричных нано- и микропьезоэлектрических композитов / М. К. Керимов [и др.] // Институт физики НАН Азербайджана. Журнал технической физики. – 2011. – Т. 81. Вып. 8. – С. 127–134.
- 2 **Зубцов, В. И.** Организация и планирование испытаний пьезопреобразователей механических напряжений / В. И. Зубцов // Приборы и средства автоматизации. – 2002. – № 12. – С. 61–67.
- 3 **Зубцов, В. И.** Методы определения физических свойств деформируемых материалов с применением пьезо- и электрических систем : автореф. дис. ... д-ра техн. наук / В. И. Зубцов. – М., 2005. – 32 с.
- 4 **Зубцов, В. И.** Методика градуировки и метрологических исследований пьезодатчиков механических напряжений / В. И. Зубцов // Приборы и системы управления, контроль, диагностика. – 2002. – № 12. – С. 38–40.
- 5 **Шахунянц, Г. М.** Железнодорожный путь / Г. М. Шахунянц. – М. : Транспорт, 1969. – С. 232–246.

УДК 625.142.1

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ РЕЛЬСОВЫХ СКРЕПЛЕНИЙ ВЕРХНЕГО СТРОЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

Д. И. БОЧКАРЕВ, А. С. ЛАПУШКИН

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Со времен первых железных дорог используется классическая конструкция пути: рельсы, шпалы и песчаное или щебеночное основание. Такая конструкция предельно проста и универсальна. С повышением скоростей движения и ужесточением требований к качеству пути появи-

лась новая конструкция – путь без балласта с опорой рельсов на сплошное монолитное основание. В настоящее время известно более 20 таких типов пути, эксплуатирующихся в различных странах мира, но по-прежнему остается открытым вопрос: что лучше, путь на балласте или безбалластный. Если отдать предпочтение безбалластному пути, то встает вопрос о выборе его конструкции, при осуществлении которого необходимо учитывать такие критерии, как защита от шума и вибрации, возможность регулировки пути в плане и по уровню, стоимость строительства и эксплуатации и т. д.

Например, развитие конструкций верхнего строения пути метрополитена в Республике Беларусь и за рубежом осуществляется главным образом за счет строительства новых линий способом мелкого заложения, который имеет существенный недостаток: в прилегающих к ним зданиях уровень шума и вибраций от обращающихся поездов часто превышает санитарные нормы. Решение этой проблемы осуществляется по нескольким направлениям: совершенствование ходовых частей подвижного состава; улучшение виброзащитных свойств железнодорожного пути; применение виброизоляционных обделок и экранов, устанавливаемых между тоннелем и зданиями; разработка виброзащитных конструкций зданий. При этом улучшение виброизоляционных свойств железнодорожного пути включает в себя как модернизацию эксплуатируемых участков, так и разработку принципиально новых конструкций для строящихся линий.

Основную роль в данном направлении будут играть промежуточные скрепления, обеспечивающие в течение длительного времени проектное положение рельсовой колеи, предотвращающие угон пути, износ элементов рельсошпальной решетки и обладающие необходимой упругостью для снижения уровня вибраций и шума.

Рельсовые промежуточные скрепления могут быть классифицированы в зависимости от выполняемых функций, материала составных частей и по другим признакам.

Так, по назначению, можно выделить промежуточные скрепления, применяемые на железнодорожных линиях, трамвайных линиях и в тоннелях метрополитенов. Исходя из этого по воздействию внешней среды можно выделить скрепления, подверженные атмосферным осадкам и эксплуатируемые при переходе температур воздуха через 0 °С в зимнее время, а также скрепления, подверженные воздействию повышенной влажности и эксплуатирующиеся при положительных температурах вблизи токопроводящих элементов (в метрополитенах).

В свою очередь все промежуточные рельсовые скрепления по типу подрельсового основания подразделяются на шпальные и скрепления на безбалластном основании.

Промежуточные скрепления на современном этапе их развития выполняют обязательную функцию прочного соединения рельсов с подрельсовым основанием, но в дополнение к этому в ряде типов заложено конструктивно или посредством материалов, выполнение одной из задач, определяемой условиями места постановки промежуточного скрепления.

По выполняемой задаче современные промежуточные рельсовые скрепления можно разделить:

- а) на повышающие надежность прикрепления рельсов к шпале;
- б) облегчающие выполнение работ по монтажу;
- в) ограничивающие перемещение подошвы рельса;
- г) позволяющие регулировать уровень при выполнении работ по выправке пути;
- д) обеспечивающие вибрационную защиту внешней среды;
- е) обеспечивающие высокие значения упругого прогиба рельса;
- ж) обеспечивающие природу прогиба рельса на стрелочном переводе, аналогичную природе прогиба рельса в прямолинейном участке пути;
- з) обеспечивающие повышенную работоспособность анкера в составе конструкции;
- и) распределяющие функции упругих элементов в процессе работы;
- к) обеспечивающие продолжительное прижимное усилие на протяжении эксплуатации;
- л) обеспечивающие надежное конструктивное положение изолирующего элемента;
- м) обеспечивающие разгрузку подкладки от воздействий колес подвижного состава;
- н) обеспечивающие водоотвод от узла промежуточного скрепления.

Классификация современных промежуточных рельсовых скреплений по выполняемой задаче представлена на рисунке 1.

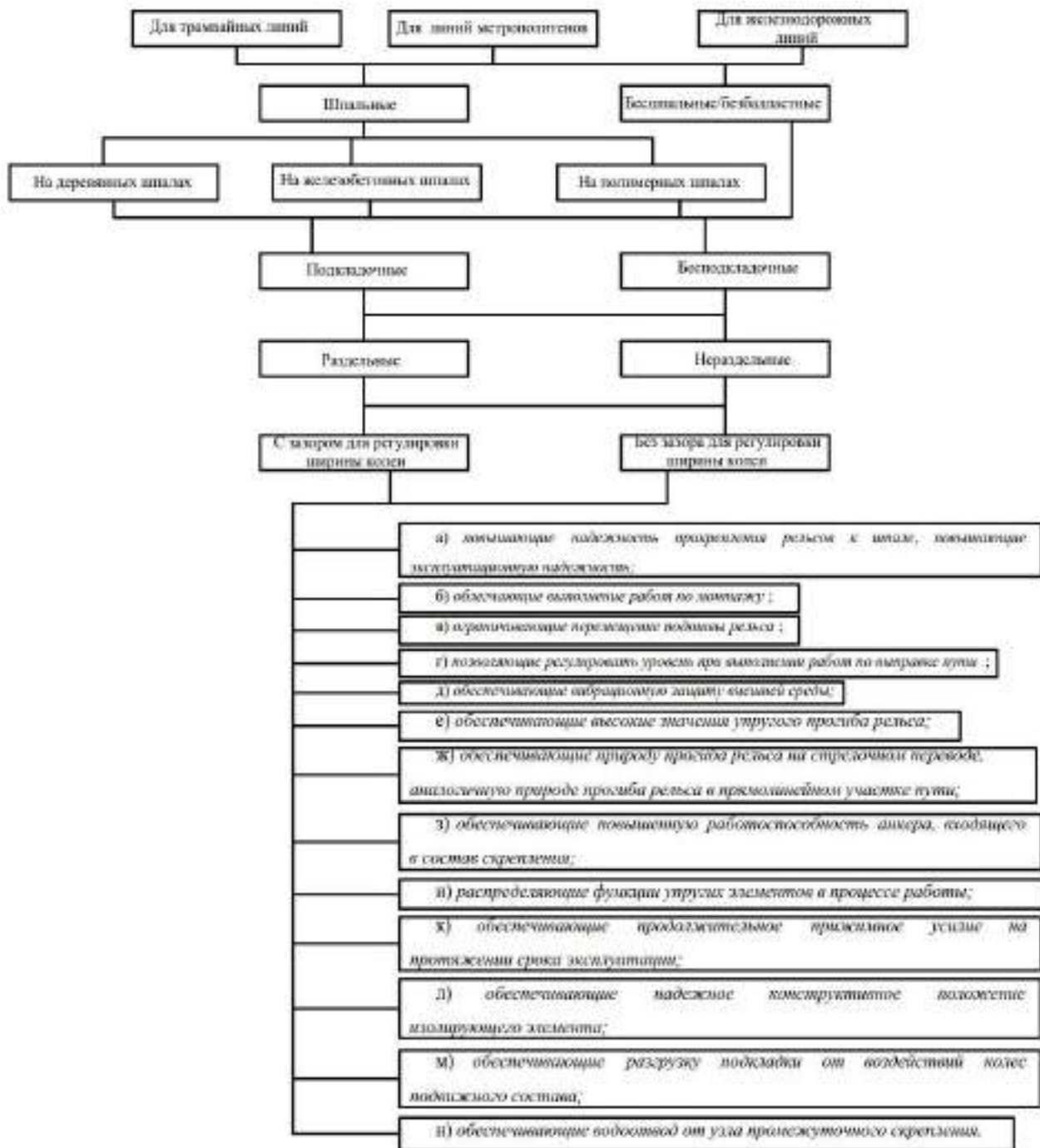


Рисунок 1 – Классификация промежуточных рельсовых креплений

По материалу шпалы, на которую устанавливается крепление, шпальные крепления подразделяются на крепления на железобетонных, деревянных и полимерных шпалах. Соответственно по способу прикрепления к шпале крепления, используемые в пути на железобетонных шпалах, подразделяются на клеммно-болтовые с использованием жестких клемм и анкерные с использованием пружинных клемм. Также рельсовые крепления по наличию подкладки подразделяются на бесподкладочные и подкладочные. Вторые в свою очередь делятся на подкладки с плоской подошвой и с v-образными углублениями.

Предлагаемая на рисунке 1 классификация в совокупности с опытом эксплуатации существующих конструкций верхнего строения пути может позволить осуществить комплексный подход к работе по созданию принципиально новых промежуточных креплений. Данный подход необходимо реализовывать с учетом исследований физико-механических свойств материалов, применяемых

в конструкциях пути, совершенствовании методов расчета пути, которые должны базироваться на математическом моделировании взаимодействия пути и подвижного состава, а также выбором наиболее рациональной технологии его строительства, ремонта и содержания. Таким образом, реализуется комплексный подход к исследованию системы «материал – конструкция – технология» верхнего строения пути.

УДК 625.032.3 : 62-578.004.15

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА СЦЕПЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ «ДОРОЖНОЕ ПОКРЫТИЕ – КОЛЕСО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА»

Д. И. БОЧКАРЕВ, В. В. ПЕТРУСЕВИЧ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Безопасность движения транспортного средства в значительной степени определяется его тормозными характеристиками, которые зависят от коэффициента сцепления колес с дорожным покрытием.

Дорожные условия оказывают значительное влияние на коэффициент сцепления покрытий автомобильных дорог и, как следствие, безопасность движения отдельных автомобилей и всего потока транспортных средств в целом [1].

Из работ [4–7], посвященных исследованию взаимодействия колеса с дорожным покрытием, можно сделать вывод о его зависимости от большого количества факторов, классификация которых приведена на рисунке 1.

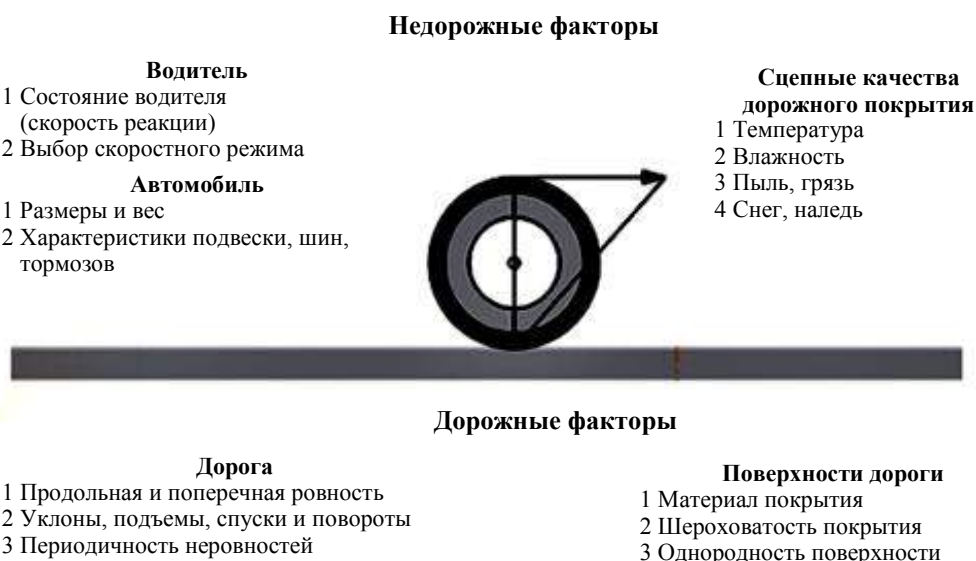


Рисунок 1 – Схема взаимодействия колеса с дорожным покрытием

Такие факторы, как шероховатость, влажность и загрязненность материала покрытия оказывают основное влияние на сцепные свойства в системе «дорожное покрытие – колесо транспортного средства», поэтому коэффициент трения скольжения (коэффициент сцепления) можно считать интегральной характеристикой для оценки их взаимодействия.

Основными документами, регламентирующими в Республике Беларусь методические и технические средства для определения сцепных качеств дорожного покрытия, являются СТБ 1291–2007 Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения [2] и СТБ 1566–2005 Автомобильные дороги. Методы испытаний [3].