

СЕКЦИЯ №1

**БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТА И ТРАНСПОРТНОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЫ**

УДК 629.4.015

С.С. Абдуллаев^а, К.С. Мустапаев, Е.Б. Бекмухамбетов

А.С. Абдуллаева, Д.А. Телегенов

Академия логистики и транспорта, Алматы, Казахстан

^аseidulla@mail.ru

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ОЦЕНКИ И КЛАССИФИКАЦИИ ВОЗМУЩЕНИЙ,
ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ СО СТОРОНЫ ПУТИ**

Аннотация. Для установления безопасных режимов эксплуатации этих локомотивов определены допустимые скорости движения по железнодорожным путям Республики Казахстан. Допустимые скорости движения локомотивов определены на основе анализа результатов динамических и путевых испытаний. Приведены динамические характеристики подвижного состава, а также показатели их воздействия на железнодорожный путь.

Ключевые слова: математическая модель, механической системы подвижного состава, пролетное строение – железнодорожный путь, безопасность движения поездов.

Аңдатпа. Осы локомотивтерді пайдаланудың қауіпсіз режимдерін белгілеу үшін Қазақстан темір жолдары бойынша рұқсат етілген қозғалыс жылдамдығы анықталды. Локомотивтердің рұқсат етілген қозғалыс жылдамдығы динамикалық және жол сынақтарының нәтижелерін талдау негізінде анықталады. Жылжымалы құрамның динамикалық сипаттамалары, сондай-ақ олардың теміржолға әсер ету көрсеткіштері келтірілген.

Түйінді сөздер: математикалық модель, жылжымалы құрамның механикалық жүйесі, аралық құрылым-теміржол, пойыздардың қауіпсіздігі.

Abstract. In order to establish safe operating modes of these locomotives, the permissible speeds of movement along the railways of the Republic of Kazakhstan have been determined. The permissible speeds of locomotives are determined based on the analysis of the results of dynamic and track tests. Dynamic characteristics of rolling stock, as well as indicators of their impact on the railway track are given

Keywords: mathematical model, mechanical system of rolling stock, superstructure - railway track, train safety.

ВВЕДЕНИЕ. В условиях динамичного развития экономики республики к железнодорожному транспорту как к ведущему виду транспорта страны предъявляется все более высокие требования. Так, в своем послании народу Казахстана Первый Президент страны Н.А. Назарбаев поставил перед отраслью задачи качественного удовлетворения потребностей промышленности и населения в перевозках, перехода на интенсивный путь развития, внедрение более эффективных форм управления [1].

В связи с вводом Технических регламентов Таможенного Союза ТР ТС 003/2011 «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта», ТР ТС 001/2011 «О безопасности железнодорожного подвижного состава» возникла необходимость обновления нормативно-технической документации, регламентирующей безопасные условия эксплуатации подвижного состава и железнодорожного пути. Переработка нормативно-технической документации осуществляется с учетом требований

Международного союза железных дорог (Union Internationale des Chemis de Fer) и международных стандартов [2-3].

Одним из основных документов, регламентирующих безопасность движения поездов, являются Нормы допускаемых скоростей движения подвижного состава по железнодорожным путям колеи 1520 (1524) мм железнодорожного транспорта Республики Казахстан. [4].

Академия логистики и транспорта обладает аккредитованные испытательной лаборатории «Испытание пути и искусственных сооружений» и необходимыми научными кадрами и компетенциями по проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

– Визуальный осмотр, измерение прочности, измерение толщины защитного слоя бетона, расположение и диаметр арматуры бетонных и железобетонных конструкций, панелей и блоков стеновых из кирпича и керамических камней;

– Отбор проб, определение плотности, влажности, границы текучести (для глинистых грунтов), границы раскатывания (для глинистых грунтов), гранулометрического (зерновой) состава, просадочности, характеристик прочности деформируемости, коэффициента фильтрации грунтов;

– Определение прогибов, напряжения, перемещений (расчетный метод), динамических характеристик (периода колебаний пролетных строений, динамический коэффициент), класса элементов железобетонных и металлических пролетных строений, учета усадочных трещин, оценка грузоподъемности (расчетный метод) железобетонных пролетных строений железнодорожных и пешеходных мостов;

– Определение дефектов, грузоподъемности опор эксплуатируемых железнодорожных мостов.

Определение расчетных параметров локомотивов серий kz4ac, kz8a, тэ33а

Сеть железной дороги республики охватывает огромную территорию с различными климатическими и геологическими условиями, состоит из отдельных участков с различным состоянием и грузонапряженностью, по которым курсирует большой и разнообразный парк подвижного состава. Все это предопределяет случайный характер возмущений и трудности построения их математических моделей.

В Республике Казахстан введены в эксплуатацию локомотивы серий KZ4A, KZ8A и ТЭ33А. При создании нового подвижного состава железных дорог важнейшее значение придается вопросам изучения его динамических и ходовых свойств, а также оценке условий безопасности движения.

Восьмиосные грузовые электровозы получили условную аббревиатуру KZ8A, по аналогии уже существующим пассажирским электровозам KZ4AC- магистральный пассажирский электровоз переменного тока, разработанным компанией Siemens Mobility и созданный в Чжучжоуском локомотивостроительном заводе, а четырёхосный пассажирский электровоз получил аббревиатуру KZ4AT (Т — отличительная маркировка пассажирского электровоза разработанного компанией AlstomTransport).

Расшифровка аббревиатуры следующая: KZ - международное сокращение Казахстан; 4 или 8 — количество осей; латинская буква А — означает наличие асинхронных тяговых двигателей. Прототипом электровоза KZ8A стал электровоз семейства Prima II, разработанный компанией «Alstom Transport SA», который эксплуатируется в компании «Национальное общество железных дорог Франции» (SNCF). Несмотря на то, что основной задачей KZ8A является перевозка грузов весом 9000 т на уклонах не больше 18 ‰, электровоз имеет достаточный запас мощности и для реализации тяги при весе состава до 12 тыс. т.

Тепловоз ТЭ33А (Evolution ES44ACi) – грузовой тепловоз с асинхронным тяговым приводом, разработанный компанией General Electric (США) и выпускаемый локомотивостроительным заводом «Локомотив Курастыру Зауыты». [5].

В ходе проведения динамических расчетов в качестве описания возмущений, действующих на подвижной состав со стороны пути, и путевых испытаний, а также технической документации, определены основные параметры локомотивов, необходимые для проведения расчета пути на прочность. Расчетные параметры приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Расчетные параметры локомотивов

Параметр	Локомотив		
	KZ4AC	KZ8A	ТЭ33А
Осевая характеристика	B_0-B_0	$2(B_0-B_0)$	C_0-C_0
Конструкционная скорость, км/ч	200	120	120
Статическая нагрузка от колеса на рельс, кН	102,5	122,5	113
Диаметр колеса, м	1,25	1,25	1,05
Общий статический прогиб, мм	190,6	175,9	145,5
Вес необрессоренных частей экипажа, отнесенный к 1 колесу, кН	29	27	37,9
Колесная формула (в м)	2,6	2,6	1,85-1,85

В ходе проведения приемочных динамико-прочностных, комплексных динамических и по воздействию на путь и стрелочные переводы испытаний локомотивов KZ4AC, KZ8A, ТЭ33А были определены максимальные напряжения в кромках подошвы рельса σ_k^3 и напряжений в наружной и внутренней кромках подошвы рельсов. Согласно [5] величина полу суммы напряжений в наружной и внутренней кромках подошвы рельсов с достаточной точностью соответствует осевому напряжению в подошве рельса σ_0^3 . Значения σ_0^P для локомотивов KZ4AC, KZ8A, ТЭ33А определялись согласно методике [3] для типовой конструкции пути.

Коэффициенты f для опытных участков выбираются из вариантов движения с максимальной скоростью. Принятые значения коэффициента f в опытных участках пути используются для определения этого коэффициента в кривых других радиусов. Зависимость коэффициента f от радиуса кривой для любых конструкций пути определяется по формуле [11]:

$$f = f_{пр} + A/R , \quad (3)$$

где $f_{пр}$ – значение f в прямом участке пути;

A – коэффициент, определяемый как среднее значение величины f в опытных кривых участках пути;

R - радиус кривой в метрах.

Принятые значения коэффициента f для локомотивов KZ4AC, KZ8A, ТЭ33А приведены в таблице 2.

Таблица 2 -Расчетные значения коэффициента f в зависимости от радиуса кривой

Серия локомотива	Значение коэффициента f при радиусах кривых, м								
	Прямая	1000	800	700	600	500	400	350	300
KZ4AC	1,13	1,43	1,51	1,56	1,63	1,74	1,89	1,99	2,14
KZ8A	1,13	1,28	1,32	1,34	1,38	1,43	1,5	1,55	1,62
ТЭ33А	1,23	1,53	1,6	1,65	1,72	1,82	1,97	2,06	2,22

В таблице 3 приведены нормы допустимых скоростей для локомотивов серий KZ4AC, KZ8A, ТЭ33А для типовой конструкции пути.

Таблица 3 - Допускаемые скорости движения локомотивов серий KZ4A, KZ8A, ТЭ33А для типовой конструкции пути

Серия локомотива	Допускаемые скорости, км/ч								
	Прямая	Радиус кривых, м							
		1000	800	700	600	500	400	350	300
KZ4AC	170	145	130	125	115	105	95	85	80
KZ8A	120	120	120	120	110	105	95	75	70
ТЭ33А	120	120	120	120	115	105	95	85	80

Модель, используемая при оценке показателей динамики взаимодействия пути и подвижного состава

В модели, используемой в проводимых исследованиях при оценке показателей динамики взаимодействия пути и подвижного состава, путь рассматривается как бесконечная балка, лежащая на сплошном упругом основании и колеблющаяся совместно с движущимся по ней экипажем. Экипаж представляет собой механическую систему со многими степенями свободы. Кроме того, возмущения в системе «путь – экипаж» зависят от скорости движения, осевой нагрузки, погодных условий и т.д.

В используемой модели при рассмотрении плоских колебаний в вертикальной плоскости различные типы подвижного состава рассматриваются как частные случаи обобщенной механической системы. Математическая модель механической системы определяется следующими требованиями: [6]

а) экипаж представляет собой плоскую колебательную систему с многими степенями свободы;

б) в зависимости от типа экипажа число уровней подвешивания изменяется от 1 до m ; различные тележки экипажа могут иметь разное число уровней подвешивания;

в) число колес экипажа изменяется от 1 до n ; число колес в различных тележках одного экипажа может быть различным;

г) все элементы подвешивания характеризуются следующими независимыми параметрами: массой, моментом инерции, жесткостью, демпфированием, числом элементов низшего уровня подвешивания, координатой центра тяжести, координатой точки подвешивания («сверху»). При этом однотипные элементы могут иметь различные параметры (например, различные колеса экипажа могут иметь различные массы);

д) модель должна допускать возможность предельных переходов для случаев шарнирного соединения элементов подвешивания различных ступеней.

При оценке динамических качеств подвижного состава в установившихся режимах колебаний в качестве моделей возмущений принимают стационарные случайные процессы. Исследования экспериментальных записей процессоров, зарегистрированных при постоянных скоростях движения подвижного состава по однородным участкам железнодорожного пути, подтвердили, что возмущения в системе «путь-экипаж» можно считать стационарным случайным процессом, обладающим свойством эргодичности [7; 8].

Наиболее распространенной моделью изолированной неровности в теоретических исследованиях динамики подвижного состава является выражения:

$$x(\ell) = \frac{A}{2} \left(1 - \cos \frac{2\pi\ell}{L_H} \right), \quad (1.1)$$

где ℓ – текущая абсцисса неровности;
 x – текущая ордината неровности;
 A – глубина неровности;
 L_H – длина неровности;
или с учетом скорости движения V :

$$x(t) = \frac{A}{2} \left(1 - \cos\right) \frac{2\pi V}{L_H} t.$$

Моделирование динамических процессов взаимодействия подвижного состава и железнодорожного пути стала возможной с помощью современной вычислительной техники оценка действующих на элементы пути усилий при рассмотрении работы системы "экипаж-путь" в динамике. В большинстве исследований рассматривалась динамика подвижного состава и пути, деформации которого для вычисленных усилий оценивались с помощью конечно-элементного анализа. В процессе исследований отыскивались параметры пути и подвижного состава, соответствующие целевой функции. В связи с интеграцией казахстанских железных дорог в европейскую и азиатскую железнодорожную сеть нужно выполнять расчеты пути современными сертифицированными по системе ISO-9000/9001 методами, понятными и принятыми в странах общего рынка. На железных дорогах мира существует больше количество различных вагонов-лабораторий, оснащенных самыми разнообразными измерительными, регистрирующими и обрабатывающими средствами. Однако аппаратура для измерения, оценки и классификации неровностей пути в вагонах-лабораториях обычно не устанавливается, что обусловлено, прежде всего, отсутствием качественных средств измерения и регистрации неровностей, а также аппаратуры и методов для оперативной обработки результатов измерений. Основным средством контроля состояния рельсовой колеи железных дорог являются путеизмерительные вагоны, которые измеряют и регистрируют в виде диаграмм геометрические параметры неровностей пути. Затем записи расшифровываются и на основе существующих правил оценивания технического состояния пути, выставляется оценка каждому исследуемому отрезку пути. При этом на железных дорогах мира используются различные средства измерения, регистрируемые параметры и правила оценки, что объясняется как различиями в подвижном составе, конструкциях пути, так и различиями в традиционных подходах [9; 10]. В качестве средства измерений использовался мобильный виброизмерительный комплекс с пакетом прикладных программ по обработке и визуализации данных, технические характеристики и программное обеспечение, которого достаточно подробно приведены в [15], рисунок 1.



1 – портативный компьютер типа «NoteBook»; 2 – соединительный кабель со специальными разъемами; 3 – многоканальный АЦП E14-440.

Рисунок 1 – Общий вид мобильного измерительного комплекса в рабочем состоянии

Место расположения вибродатчиков на железобетонном балочном пролетном строении $l = 16$ м. а на металлическом балочном пролетном строении $l = 27$ м. на рисунке 2.



1 – середина балочного пролетного строения; 2- подошва рельса; 3- середина шпалы.

Рисунок 2 – Общий вид железобетонного пролетного строения с расположением вибродатчиков на элементах



1 – середина балочного пролетного строения; 2- подошва рельса; 3- середина деревянного бруса.

Рисунок 3 – Общий вид металлического пролетного строения с расположением вибродатчиков на элементах

Несмотря на большие возможности современных персональных компьютеров, расчеты взаимодействия пути и подвижного состава все же приходится выполнять по этапам, приведенным в таблице 4. Возможно, что вскоре (при существенном увеличении мощности вычислительной техники) можно будет эти задачи решать для всей системы сразу.

Таблица 4 - Этапы моделирования

№ п/п	Применяемые программные комплексы	Применяемые модели	Назначение этапа
1	ADAMS/Rail, COSMOS/M	Модель вагона на пути	Оценка динамических сил, действующих на путь от подвижного состава. Расчет деформаций и напряжений железнодорожного пути.
2	COSMOS/M	Модель пути, с нагрузками от подвижного состава	Распределение нагрузки от подвижного состава конструкцией пути. Определение величин усилий взаимодействия элементов пути.

3	COSMOS/M	Модель узла скрепления	Напряженно деформированное состояние узла промежуточного рельсового скрепления и определение нагрузок на железобетонную шпалу.
4	COSMOS/M	Модель железобетонной шпалы в балластной призме	Расчет напряженно деформированного состояния железобетонной шпалы, определение оптимальных параметров шпалы, определение распределений давления шпалы на балласт, распределение напряжений по слоям балластной призмы и в слоях нетканых материалов и в плитах – утеплителях.
5	COSMOS/M	Модель слоистого земляного полотна на упругом основании	Расчет напряженно деформированного состояния земляного полотна, выделение плотного ядра насыпи и оценка напряжений в зонах контакта ядра и откосной части насыпи, оценка влияния полостей насыпи или основания насыпи на ее осадки

Оценка динамических сил, действующих на путь от подвижного состава, с помощью программной системы ADAMS/Rail

Деформации железнодорожного пути под нагрузкой и несовершенства пути, его отступления в пределах норм содержания вместе с несовершенствами подвижного состава, неравномерный износ и дефекты колес вагонов – все это вызывает колебания подвижного состава при его движении по пути. Колебания вызывают динамические добавки к статической нагрузке. Величина этих добавок может быть определена расчетом.

В программной системе ADAMS/Rail предусмотрено введение основных характеристик подвижного состава, влияющих на плавность его движения и колебания (характеристики масс, пружин подвески и демпферов с учетом места их расположения относительно кузова вагона, профиль колеса) и характеристик участка железнодорожного пути (поперечные профили рельсов, неровности по головке катания рельса вдоль пути, продольные уклоны рельсов, под уклонна, возвышение наружного рельса в кривой), длины переходных кривых, радиусы кривых, длины круговых кривых. [16]

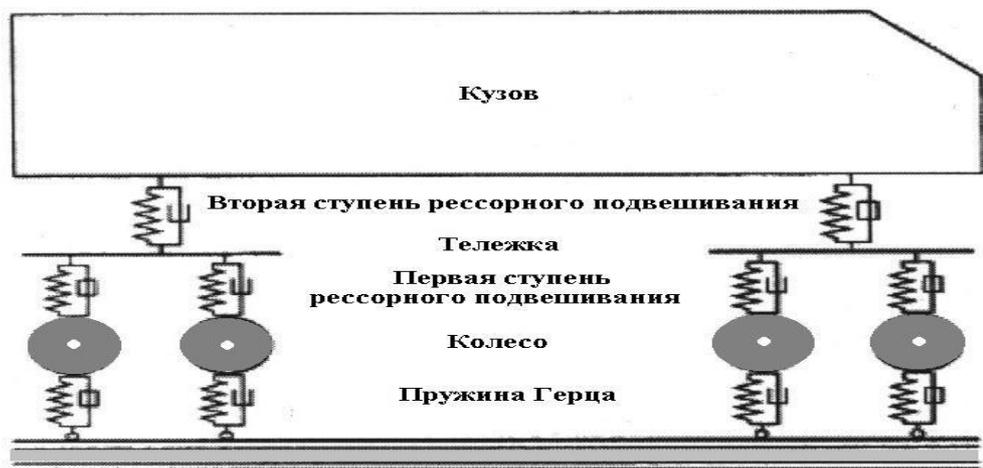


Рисунок 4 - Расчетная схема подвижного состава

В качестве примера, на рисунок 5 показана схема прикрепления пружин и демпферов тележки грузового вагона.

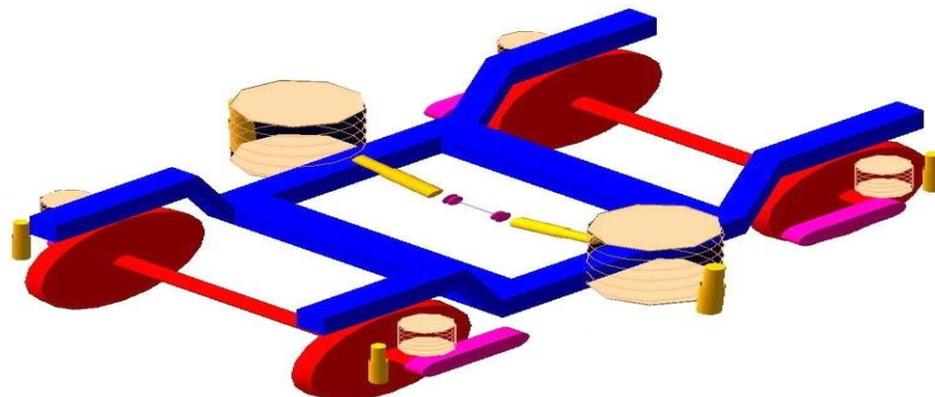


Рисунок 5 - Схема прикрепления пружин и демпферов тележки грузового вагона

В качестве исходных данных вводятся файл описания рельсового пути (продольный профиль пути - продольная и вертикальная координата, план линии, пространственная геометрия головки правого и левого рельсов - линии контакта колес и рельсов – одноточечный или двухточечный контакт, файл описания неровностей на поверхностях катания головки рельса), файл описания поперечного профиля колеса вагона, файлы с описаниями характеристик всех подсистем и элементов вагона.

Наличие разности вертикальных координат рельсовых нитей в пределах кривой, носящее в стандартах название “возвышение наружного рельса” (измеряемое обычно в миллиметрах) и описываемое в ADAMS/Rail параметрами блока [CANT_ANGLE_PATH] файла описания рельсового пути (*.trk) – задается углом наклона отрезка, соединяющего правую и левую рельсовую нить относительно горизонтали, измеряемым в радианах.

Взаимная ориентация колес и рельсов, принятые системы координат для колес и рельсов показаны на рисунке 6. Левое и правое колесо вагона рассматриваются отдельно со своими системами координат.

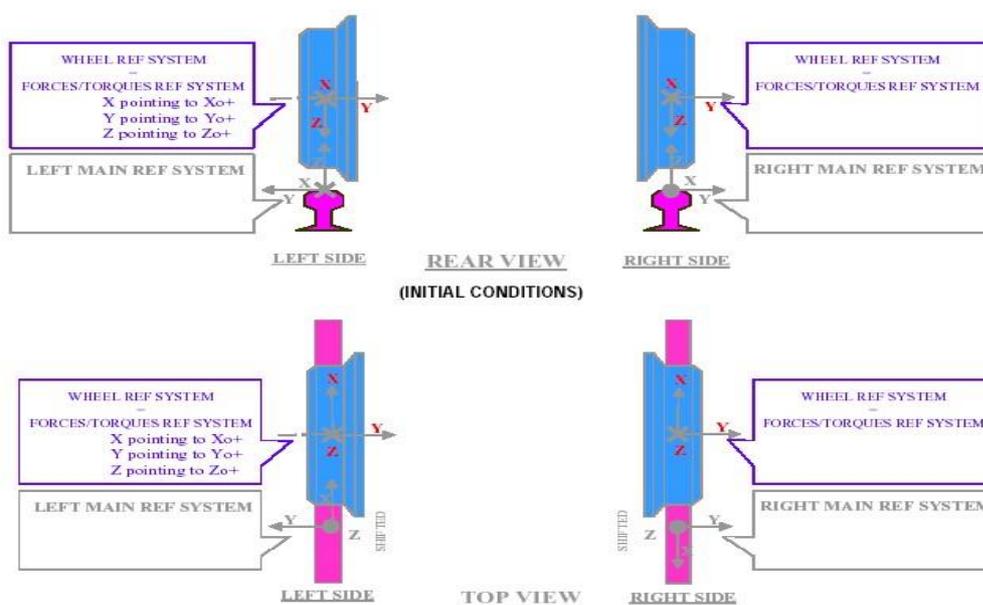


Рисунок 6 - Ориентация элементов системы колесо-рельс по левой и правой рельсовым НИТЯМ

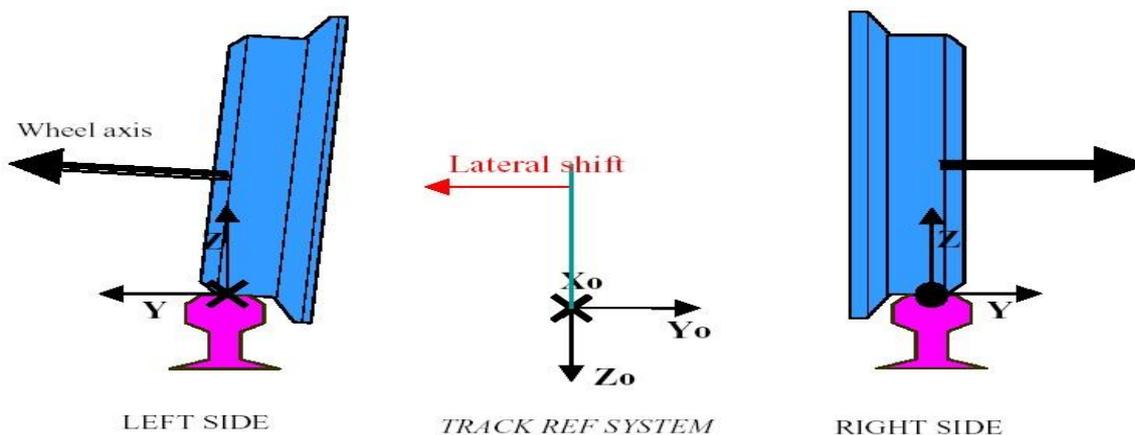


Рисунок 7 - Ориентация систем координат

В расчетах учитываются особенности рельса (его геометрические отступления в плане и профиле от проектного положения, которые могут моделироваться синусоидами, трапецевидными и степ функциями, или введением таблицы координат точек оси рельса, введением характеристик спектральных плотностей отступлений). Учитывается смещение поверхностей контакта колеса и рельсе на величину "u" (рисунок 8), которая определяется расчетом в соответствии с величинами геометрических отступлений рельсовых нитей и динамикой движения колес.

На рисунках 8-9 и в таблице 5 приведены координатные системы и определяемые параметры, характеристики контакта колеса и рельса

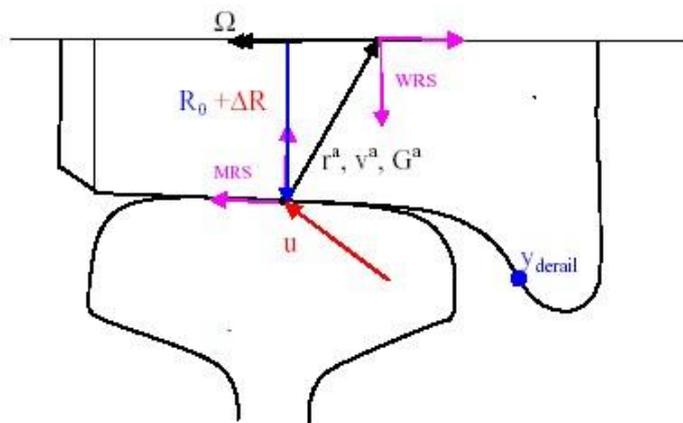


Рисунок 8 - Ориентация локальных систем координат в точке контакта колеса с рельсом

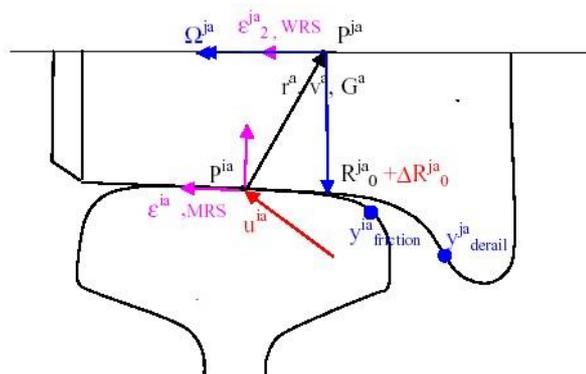


Рисунок 9 - Системы координат колеса и рельса, определяемые параметры

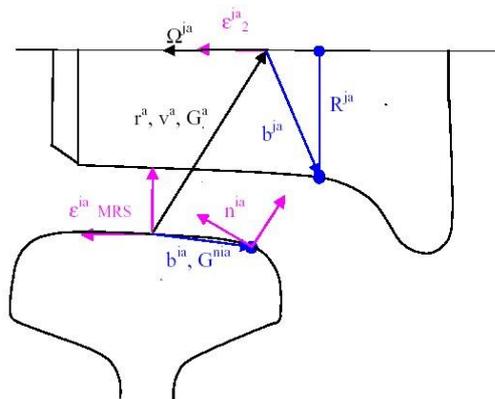


Рисунок 10 - Параметры контакта колеса и рельса

Таблица 5 – Параметры, описывающие контакт колеса с рельсом

e^{ia}	Координатная система для контактного элемента на рельсе. Это та же система, что и для поперечного профиля рельса (MRS)
p^{ia}	Начало координат MRS
e^{ja_2}	Вектор ориентации колеса. Вращение профиля колеса относительно этой оси формирует тело колеса. Ориентируется также как и профиль колеса. Определяется в относительной системе координат колеса WRS
p^{ja}	Начальная ориентация вектора e^{ja_2} в системе координат WRS
n^{ia}	Система координат для определения положения места контакта на рельсе
$w(e^{ja_2})$	Функция, описывающая поперечный профиль колеса, величина R^{ja_0} добавляется
$r(e^{ia_2})$	Функция, описывающая поперечный профиль рельса
$y^{ia}_{friction}$	Диапазон изменения характеристик трения по рельсу
y^{ja}_{derail}	Предельное положение точки контакта колеса на рельсе, соответствующее сходу колеса с рельса. Если происходит подъем контактной точки по гребню колеса, появляется сообщение о сходе колеса с рельса
R^{ja_0}	Расстояние от системы координат профиля колеса до оси вращения колеса (не всегда до оси колеса)
Ω^{ja}	Угловая скорость вращения колеса
r^a	Вектор между p^{ia} и p^{ja}
v^a	Вектор относительной скорости перемещения колеса по рельсу
G^a	Матрица преобразования системы координат точки контакта на рельсе и координатной системы рельса
ΔR^{ja_0}	Эксцентricность насадки колеса
u^{ia}	Величина отклонения рельса в плане (только смещения)
b^{ja}	Вектор точки контакта на колесе
b^{ia}	Вектор точки контакта на рельсе
G^{nia}	Матрица преобразования между системой координат точки контакта на рельсе и системы координат рельса
μ	Коэффициент трения
w	Коэффициент жесткого скольжения
λ	Эквивалентная коничность
ε	Угловой параметр точки контакта
σ	Параметр угла вращения
e_0	Половина диаметра колеса, номинальное расстояние до линии движения колесных центров

r_0	Номинальный радиус качения колеса
δ_0	Номинальный контактный угол в системе MRS
u	Поперечное смещение колеса
φ	Интегральная переменная
α	Угол набегания колеса на рельс
δ_u	Недеформированное расстояние между профилем рельса и линией контакта на колесе
w_{el}	Упругая деформация контактирующих тел

Подробное описание математической модели экипажа, уравнений колебаний экипажа под действием вертикальных сил, прилагаемых в контакте колес и рельсов, уравнений колебаний пути под действием движущихся вертикальных сил в контактах колес и рельсов, формул для оценивания показателей динамики взаимодействия пути и экипажа, приведены в работах А.Я. Когана [12].

В настоящее время в эксплуатации на железной дороге находится большое число типов различного подвижного состава. Для удобства расчетов в соответствии с разработанной математической моделью различные типы железнодорожных экипажей разделены на шесть групп в зависимости от основных конструктивных данных (числа осей, числа ступеней подвешивания и т.д.). Такое разделение является в известном смысле условным и относится только к выбранной расчетной схеме.

Первая группа – экипажи на двухосных тележках с маятниковой ступенью подвешивания. К этой группе относятся подвижной состав «Patentes Talgo, SAU»

Вторая группа – экипажи на двухосных тележках с одной ступенью подвешивания – центрального. К этим экипажам следует отнести грузовые вагоны на тележках на тележках ЦНИИ-ХЗ и МТ50. Сюда же можно отнести восьмиосные вагоны на двухосных тележках с соединительными балками.

Третья группа – экипажи на двухосных тележках с двумя ступенями подвешивания. В эту группу входят электровозы КЗ4А, КЗ8А, ВЛ60 ВЛ80с, дизель-поезд ДР1, электропоезда ЭР22.

Четвертая группа – экипажи на трехосных тележках с двумя ступенями подвешивания. К ним относятся электровозы ЧС2, ЧС4, тепловозы ТЭП60.

Пятая группа – экипажи на трехосных тележках с одной ступенью подвешивания – надбуксового. Эта группа наиболее многочисленная. В нее входят, например, тепловозы ТЭ33А (Evolution ES44ACi), 2ТЭ10Л, В, М, У, МК, ТЭМ1, ЧМЭ3.

Шестая группа – экипажи на одной (моторной) трехосной тележке и второй (поддерживающей) двухосной тележке с одной ступенью надбуксового подвешивания. К этой группе относится дизель-поезд Д1.

Расчетные характеристики для основных типов подвижного состава (25 единиц подвижного состава) приводятся в соответствии с принятой плоской линейной расчетной схемой, т.е. относятся к одной рельсовой нити.

Для нерассмотренных типов подвижного состава, исходя из общей математической модели, также можно составить частную конкретную модель.

На основе разработанной д.т.н. А.Я. Коганом методики динамических расчетов по модели «путь-экипаж», была создана система ВЭНП, обеспечивающая возможность оценки динамики взаимодействия пути и экипажа при заданных начальных условиях. Используя эту систему, становится возможным изучение влияния статистических свойств неровностей пути (изменение их спектральной плотности) на динамику взаимодействия пути определенной конструкции с экипажем конкретного типа, движущегося с заданной скоростью. На основе анализа экспериментальных данных и расчета пути на прочность установлены научно обоснованные нормы допустимых скоростей движения для локомотивов серий КЗ4АС, КЗ8А, ТЭ33А для железных дорог Республики Казахстан.

ВЫВОДЫ. Из анализа натуральных измерений процессов колебаний балочных пролетных строений следует, что спектр колебаний пролетных строений при взаимодействии с движущимся поездом является многомодальным. При этом частота отдельных составляющих существенно зависит от скорости движения поезда, а основная доля энергии процесса колебаний приходится на гармоники, соответствующие частотам собственных колебаний системы «пролетное строение – железнодорожный путь – подвижной состав». Настоящая работа посвящена разработке моделей возмущений, действующих на подвижной состав со стороны пути, для расчетов динамической нагруженности подвижного состава железных дорог, а также их применению для решения задач, связанных с планированием режимов испытаний, идентификацией параметров модели исследуемого подвижного состава, выявлением наиболее неблагоприятных неровностей пути. Приведенные примеры показывают значительно большие возможности расчетов численными методами для правильного отражения процесса взаимодействия пути и подвижного состава и для оценки безопасности движения с помощью программного комплекса ADAMS/Rail и возможности научного обоснования технических требований к механическим параметрам подвижного состава и пути и нормам их содержания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Назарбаев Н.А. Послание Первого Президента Республики Казахстан народу Казахстана // Каз. правда. – 2006. – 2 марта. – № 45-46 (25116-25117). – С. 1-3.
2. UIC Leaflet 518:2003. Testing and approval of railway vehicles from the point of view of their dynamic behavior . Safety. Track fatigue.Ride quality
3. ГОСТ 31187:2011. Тепловозы магистральные. Общие технические требования. Москва: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации.
4. Методика оценки воздействия подвижного состава на путь по условию обеспечения его надежности, утвержденная приказом Вице-президента АО «НК «ҚТЖ» от 15 июня 2004 года № ЦП-52/14/189/04.
5. The determination of admissible speed of locomotives on the railway tracks of the Republic of Kazakhstan./ Seidulla Abdullayev, Natalya Tokmurzina, Gabit Bakyt. Transport Problems. 2016 № 1. С.61-68
- 6.Абдуллаев С.С. Принципы математических расчетов взаимодействия системы «экипаж-путь» // Промышл. трансп. Казахстана. – 2005. – № 5. – С. 9-13.
- 7.Вершинский С.В., Данилов В.Н., Челноков И.И. Динамика вагона. – М.: Транспорт, 1972. – 304 с.
- 8.Крейнис З.Л., Зеленая Л.В. Корреляционный анализ очертаний рельсовых нитей на прямых участках железнодорожного пути // Вестн. ВНИИЖТ. – 1975. – № 5. – С. 40-43.
9. Путеизмерительные вагоны федеральной железнодорожной администрации США // Ж.-д. трансп. за рубежом. – 1977. – № 6. – С. 42-52.
10. Хирншродт Г. Лабораторное регистрирующее устройство измерительного вагона // Ж. д. мира. – 1987. – № 1. – С. 18-21.
11. Wenzel K, Pichler D. Structural Assessment of Railway Bridges by Ambient Vibration Testing, US-Canada-Europe Workshop on Recent Advantages in Bridge Engineering, Dubendorf and Zurich, 1997
12. Коган А.Я., Певзнер В.О., Козеренко Е.В. Оценка расстройств пути в различных условиях эксплуатации // Увеличение габаритов и повышение погонных нагрузок грузовых вагонов: сб. науч. тр. / ВНИИЖТ. – 1983. – Вып. 660. – С. 47-52.
13. Коган А.Я. Вертикальные динамические силы, действующие на путь: сб. науч. тр. / ВНИИЖТ. – М.: Трансп., 1963. – Вып. 402. – 206 с.
14. S.SAbdullayev. L.SBondor. G B. Bakyt. G.K. Ashirbayeb. A.M. Budiukin. Ye/Ye. Baubekov. Interaction of frame structures with rolling stock. News of the National Academy of

Sciences of the Republic of Kazakstan. Series of geology and technology sciences.2021.№1(445). – С.22-29

15. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakstan. Series of geology and technology sciences

16. G. Bakyt, N. Suleyeva, A. Yelshibekov, Z. Seidemetova, Z. Sadvakassova Transport Problems International scientific journal, Katowice/Poland – 2020, vol. 15 No 2, С. 59-70.

УДК 621.731

А.К. Ибраимов¹, А.А. Утешбаева¹, Т.М. Дюсенгалиева¹, Б.О. Ускембаева².

¹Академия Логистики и транспорта, г. Алматы

²Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, г. Алматы

О СОСТОЯНИИ БЕЗОПАСНОСТИ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ КАЗАХСТАНА

Аннотация. Статья содержит статданные по количеству ДТП, их экономического ущерба, а также предложения по их уменьшению.

Ключевые слова: автомобильная дорога, автомобиль, водитель, дорожно транспортное происшествие.

Аңдатпа. Мақалада жазатайым оқиғалардың саны, олардың экономикалық залалы туралы статистикалық мәліметтер, сондай-ақ оларды азайту бойынша ұсыныстар бар.

Түйінді сөздер: автомобиль жолы, автомобиль, жүргізуші, жол-көлік оқиғасы.

Abstract. The article contains statistical data on the number of accidents, their economic damage, as well as proposals for their reduction.

Keywords: highway, car, driver, traffic accident

От состояния автомобильных дорог, которые являются транспортными сооружениями, от взаимодействия четырех составляющих: водитель–автомобиль–дорога–окружающая среда зависит безопасность движения. Состояние автомобильных дорог медленно, но сдвигается с мёртвой точки. В стране за пять лет (2020-2025г.г.) планируется построить и реконструировать 12 тысяч километров дорог. В рейтинге стран по качеству дорог Казахстан занял 93-е место из 141.

В 2011 году произошло 12019 ДТП, жертвовали аварий стали 2707 человек, 14 тысяч получили увечья.

За 2012 год погибло 3022 человека и 17488 человек получили ранения различной тяжести при 14168 запротоколированных ДТП.

В 2013 году зафиксировано – 23359 ДТП, в которых погибло – 3037 человек, 29872 человек получили различные травмы. Если среднемировой показатель в 2013 составлял 17,4 на 100 тыс. населения как указано в докладе ВОЗ, то у нас цифра равна 24,2 человека.

В 2014 году количество ДТП составило 20378, число погибших 2585 человек, раненых – 25942 человека.

В 2015 году зарегистрировано 18890 ДТП, из них 17710 совершено по вине водителей, в этих ДТП погибло 2230 человек, остальные по вине пешеходов. Всего погибших за 2015-2453 человека, 24055 человек получили ранения.

В 2016 году (по состоянию по 01.11.2016 г.) по сравнению с 2013 годом количество дорожных аварий снизилось на 5%, а количество погибших на 4 процента. [1]5324 чел, в 2018 – 14416 чел (рост на 6,3 %).

В 2017 году произошло 17019 ДТП, погибло 1155 казахстанцев.

В 2018 году в ДТП погибли 1463 человека, к середине октября 2019 – 1552 человека (рост на 6,1%).