



Рисунок 1 – Расчетные конечно-элементные модели:  
а – рамы тележки; б – надрессорной балки

УДК 629.463.62.002.7

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СХЕМ УПРУГОГО КРЕПЛЕНИЯ ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ПЛАТФОРМЕ

И. А. ВОРОЖУН, А. В. ЗАВОРОТНЫЙ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Размещение и крепление грузов на открытом подвижном составе регламентируется техническими документами. Для перевозки груза, способ размещения и крепления которого не предусмотрен техническими документами, грузоотправитель обязан разработать чертежи размещения и крепления груза, а также выполнить расчеты в соответствии с требованиями, изложенными в этих документах. Однако существующая методика расчетов, основанная на понятии удельной инерционной силы, не учитывает влияние ряда факторов. Например, в приведенных формулах для определения продольной инерционной силы в случае соударения вагонов и упругом креплении груза не отражены ни скорость соударения вагонов, ни жесткость упругого крепления. В то же время разработанные способы размещения и крепления грузов на открытом подвижном составе должны подвергаться экспериментальным испытаниям на соударение вагонов. Причем эти испытания проводятся при скоростях соударения 4–9 км/ч.

Целью исследований является определение динамических сил, действующих на упругие элементы крепления труб к раме платформы, при соударении вагонов.

Определение динамических сил, действующих на элементы крепления труб к раме платформы, методом математического моделирования сводится к выбору расчетной схемы. В ходе выполнения исследований рассмотрены возможные способы размещения и крепления на универсальной железнодорожной платформе труб диаметром 1420 мм. С целью выбора рациональной схемы крепления разработаны четыре расчетные схемы при размещении на платформе труб в два яруса и пять расчетных схем при размещении труб в три яруса. Основные динамические показатели устройств крепления на платформе четырех и пяти труб приведены в таблицах 1 и 2 соответственно. Расчеты проведены для скорости соударения вагонов 5 км/ч (верхняя строка) и 9 км/ч (нижняя строка).

Таблица 1 – Динамические показатели устройств крепления четырех труб

Наименование показателей	Величина			
	схема 1	схема 2	схема 3	схема 4
Наибольшее продольное смещение труб верхнего яруса, м	0,043	0,050	0,072	0,084
	0,112	0,121	0,216	0,235
Наибольшее продольное смещение труб нижнего яруса, м	0,042	0,050	0,048	0,061
	0,111	0,121	0,131	0,148
Наибольшее значение сил в упругих элементах продольного крепления труб верхнего яруса, МН	0,08526	0,1002	0,04833	0,04624
	0,2227	0,2408	0,1702	0,1757
Наибольшее значение сил в упругих элементах продольного крепления труб нижнего яруса, МН	0,08321	0,09991	0,09515	0,1223
	0,2212	0,2416	0,2627	0,2953
Наибольшее значение сил в упругих элементах крепления промежуточных опор, кН	81,25	81,79	81,65	82,79
	88,78	90,43	92,4	95,66
Наибольшее значение сил в упругих элементах крепления поперечной обвязки, кН	80,61	80	81,7	80,39
	84,16	80	95,51	85,8
Наибольшее сжатие поглощающих аппаратов, мм	0,05	0,049	0,05	0,049
	0,086	0,085	0,086	0,085
Наибольшее значение силы в автосцепке платформы, МН	0,8581	0,8408	0,8555	0,8382
	1,466	1,447	1,46	1,441

Оценка динамических сил, действующих на трубы и элементы их крепления при соударении вагонов, позволяет выбрать рациональную схему крепления, а также параметры элементов крепления и тем самым обеспечить безопасность движения и сохранность груза.

Таблица 2 – Динамические показатели устройств крепления пяти труб

Наименование показателей	Величина				
	схема 1	схема 2	схема 3	схема 4	схема 5
Наибольшее продольное смещение верхней трубы, м	0,056	0,056	0,104	0,104	0,145
	0,125	0,126	0,233	0,236	0,367
Наибольшее продольное смещение труб среднего яруса, м	0,056	0,056	0,058	0,058	0,112
	0,125	0,126	0,132	0,132	0,272
Наибольшее продольное смещение труб нижнего яруса, м	0,056	0,056	0,057	0,057	0,067
	0,125	0,125	0,130	0,130	0,155
Наибольшее значение сил в упругих элементах продольного крепления верхней трубы, МН	0,05471	0,05471	0,04577	0,04632	0,03359
	0,1225	0,1225	0,1282	0,1323	0,095
Наибольшее значение сил в упругих элементах продольного крепления труб среднего яруса, МН	0,1112	0,1112	0,1174	0,1174	0,09013
	0,2488	0,249	0,266	0,2661	0,234
Наибольшее значение сил в упругих элементах продольного крепления труб нижнего яруса, МН	0,1111	0,1112	0,1148	0,1148	0,1336
	0,2496	0,2498	0,2591	0,2592	0,311
Наибольшее значение сил в упругих элементах крепления промежуточных опор, кН	2,226	2,226	2,384	2,387	3,588
	11,15	11,16	12,030	12,040	17,620
Наибольшее значение сил в упругих элементах крепления поперечной обвязки, кН	0,757	0,418	2,571	0,903	2,252
	3,756	1,242	12,93	7,353	17,87
Наибольшее сжатие поглощающих аппаратов, м	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049
	0,085	0,085	0,085	0,085	0,084
Наибольшее значение силы в автосцепке платформы, МН	0,8399	0,8399	0,8385	0,8385	0,8385
	1,447	1,447	1,444	1,444	1,438

УДК 629.45:621.3

## ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИИ ВАГОНОВ

Э. А. ЛИСИЧКИН

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Современный пассажирский вагон оснащен большим количеством электрического оборудования, которое обеспечивает комфорт пассажирам и безопасность их перевозки. Суммарная установленная мощность электропотребителей составляет: в вагонах без кондиционирования воздуха – свыше 10 кВт; в вагонах с кондиционированием воздуха – свыше 30 кВт; в вагонах с электрическим отоплением – свыше 60 кВт. Вес электрооборудования составляет значительную часть общей тары вагона. Решение задач энергосбережения для электрического оборудования вагона осуществляется по следующим направлениям:

- снижение количества энергии, потребляемой основными электроприемниками вагона (сетью освещения, электродвигателями, нагревателями и др.);

- замена электрооборудования, работающего на постоянном токе, на электрооборудование переменного тока;
- снижение потребления электрической энергии в процессах ремонта, испытания и технического обслуживания электрооборудования вагонов на вагоноремонтных заводах, вагонных и пассажирских участках.

Сокращение потребления электрической энергии достигается путем замены устаревшего вагонного электрооборудования энергосберегающим с более высоким КПД. Исключается использование освещения помещений вагона лампами накаливания. На смену приходит освещение энергосберегающими люминесцентными и светодиодными лампами.

Большой эффект дает переход с автономных систем электроснабжения вагонов на централизованные от внешнего источника энергии. В вагоне отсутствует генератор, а в качестве электропотребителей используется оборудование, работающее на переменном токе напряжением 380/220 В частотой 50 Гц. Это приводит к снижению массы электрооборудования. Электрическое отопление также значительно уменьшает тару вагона за счет отсутствия водяного. Однако эксплуатация пассажирских вагонов с централизованной системой электроснабжения возможна только на электрифицированных участках железной дороги.

Заслуживает внимания возможность сокращения расхода энергии при диагностике электрооборудования после ремонта вагона и при его техническом обслуживании. Энергия потребляется не только при проведении испытаний, но и в процессе подготовки к их проведению (нагрев воздуха в помещениях вагона, нагрузка электроприводов и т.п.). В таких ситуациях целесообразно применять имитаторы испытываемых процессов и систем, адекватные реальным объектам, но с меньшими затратами энергии.