

## О НОВОЙ МЕТОДИКЕ РАЗРАБОТКИ СПОСОБОВ РАЗМЕЩЕНИЯ И КРЕПЛЕНИЯ ГРУЗОВ С ПЛОСКИМИ ОПОРАМИ В ВАГОНАХ

*В. А. БОЛОТИН, Е. К. КОРОВЯКОВСКИЙ*

*Петербургский государственный университет путей сообщения*

При перевозке грузов железнодорожным транспортом необходимо обеспечить сохранность вагонов, грузов и безопасность движения. Эта задача решается на стадии разработки технической документации на размещение и крепление грузов в вагонах, при погрузке груза, а также в пути следования контролем за состоянием груза и его креплением в вагоне.

Грузы с плоской опорной поверхностью, удовлетворяющие определенным требованиям, перевозятся в соответствии с положениями главы 5 Сетевых технических условий погрузки и крепления грузов на вагонах (ТУП) и не требуют дополнительного согласования схем погрузки.

В существующих сетевых технических условиях представлено ограниченное количество типовых схем погрузки. Кроме того, нормативы на крепление грузов не отвечают новым требованиям обеспечения безопасности перевозки.

Специалистами кафедры «Коммерческая и грузовая работа» были проанализированы существующие схемы размещения и крепления грузов в вагонах, отправляемых с различных станций сети железных дорог. Установлено, что несущая способность реально применяемого крепления – ниже расчетных требуемых величин, определяемых общей методикой главы 1 ТУП. Выявлена зависимость между массой груза и несущей способностью реального крепления груза в вагоне. Установлено, что доля несущей способности крепления, реализуемая по сравнению с расчетными величинами, с увеличением массы груза уменьшается. Полученные результаты положены в основу разработки новых нормативов несущей способности отдельных видов креплений (проволочных растяжек и обвязок: гвоздевых креплений). Эти разработки включены в новую редакцию главы 5 ТУП.

Новая редакция главы 5 ТУП изменена структурно. Глава разделена на несколько разделов. Сформулированы общие правила размещения и крепления грузов с плоскими опорами с выделением приоритетов применения различных способов крепления грузов. Разработаны обобщенные типовые схемы погрузки грузов с плоской опорой на платформы и в полувагоны. В табличной форме приведены нормативы на элементы крепления грузов.

Согласно положениям новой редакции главы 5 на погрузку грузов требуется разрабатывать схему их размещения и крепления и оформлять в виде эскиза погрузки. Разработаны требования к оформлению эскизов.

Новая методика позволяет алгоритмизировать процесс разработки схем размещения и крепления грузов в вагонах. В основе алгоритмизации лежит моделирование схем в виде объектов с набором свойств (параметров размещения и крепления грузов в вагоне).

Использование объектно-ориентированного метода позволяет автоматизировать процесс разработки схем размещения и крепления грузов в вагонах. Разработано программное обеспечение «ЭС-КИЗ», обеспечивающее автоматизацию оформления эскиза погрузки и его архивацию в электронном виде. Такой документ может быть передан на пункты коммерческого осмотра в случаях выявления коммерческих браков в виде расстройств крепления грузов.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ КРЕПЛЕНИЯ ТРУБ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ПЛАТФОРМЕ

*И. А. ВОРОЖУН, А. В. ЗАВОРОТНЫЙ*

*Белорусский государственный университет транспорта*

Техническими условиями погрузки и крепления грузов предусматривается крепление трех труб диаметром 1420 мм на железнодорожной платформе посредством деревянных брусков и проволочных обвязок. Разработанная в БелГУТе схема крепления позволяет перевозить на платформе четыре и даже пять труб указанного диаметра. Применение многооборотных реквизитов, содержащих

стальные канаты с захватами и натяжными устройствами для крепления труб на платформе, позволит исключить дополнительные крепления и снизить трудоемкость погрузочно-разгрузочных работ. Целью настоящей работы является исследование влияния различных способов крепления канатов на величину продольных перемещений труб в процессе соударения вагонов при выполнении маневровых работ.

В принятой схеме пять труб диаметром 1420 мм размещены на железнодорожной платформе в три яруса, а реквизиты крепления содержат стальные канаты с натяжными устройствами. Нижний ярус труб уложен на опоры, закрепленные на раме платформы. Между нижним и средним ярусами труб установлены промежуточные опоры, которые посредством канатов прикреплены к раме платформы. Труба верхнего яруса размещена в седловине между трубами среднего яруса и посредством канатов поперечной обвязки прикреплена к раме платформы. От продольного смещения (в направлении движения платформы) трубы всех ярусов удерживаются канатами, охватывающими блоки натяжных устройств, закрепленные на торцах рамы платформы.

В рассматриваемой математической модели процесса соударения платформы, загруженной тремя ярусами труб, с группой из трех неподвижных полногрузных вагонов все тела считаются абсолютно твердыми, а элементы продольных и поперечных обвязок, а также межвагонных связей обладают упругими свойствами и имеют линейные характеристики. Равнодействующие силы сухого трения между трубами и труб по опорам считаем условно приложенными в продольном диаметральном сечении труб. Изменением углов наклона канатов продольного крепления труб в процессе соударения вагонов пренебрегаем. Движение механической системы рассматривается в продольной вертикальной плоскости на прямом горизонтальном участке пути от положения, которое она занимает в момент накатывания на группу из трех неподвижных вагонов. Продольные линейные перемещения поперечной обвязки, верхней трубы, двух труб среднего яруса, промежуточных опор, двух труб нижнего яруса, платформы и трех вагонов обозначим через  $x_1, \dots, x_{11}$  соответственно. Угловые перемещения блоков натяжных устройств обозначим через  $\varphi$ . Таким образом, рассматриваемая механическая система при принятых допущениях имеет двенадцать степеней свободы, и ее движение будет описываться двенадцатью независимыми координатами.

С учетом принятых допущений и использованием принципа Даламбера составлены дифференциальные уравнения движения масс системы. Численное интегрирование системы дифференциальных уравнений проводилось на ЭВМ для диапазона скоростей соударения вагонов от 0,5 до 3 м/с. Величина момента сил сопротивления на блоке натяжного устройства канатов продольного крепления труб варьировалась в широком диапазоне.

Результаты расчетов для различных скоростей соударения вагонов и моментов сил сопротивления на блоке натяжного устройства оформлены в виде графиков перемещений труб и платформы, а также изменения сил в упругих элементах продольного крепления труб.

Сравнительный анализ полученных результатов позволяет сделать заключение, что при рассмотренных способах крепления труб наибольшие продольные перемещения труб всех ярусов относительно платформы одинаковы, различие наблюдается лишь в остаточных перемещениях. Это вполне согласуется с результатами натурных испытаний платформы, загруженной четырьмя трубами.

В случае малого сопротивления на блоке натяжного устройства при повторных соударениях будет наблюдаться увеличение остаточных перемещений труб.

Таким образом, разработанная математическая модель позволяет учитывать способ крепления труб на железнодорожной платформе при выборе рациональных параметров элементов крепления как продольной, так и поперечной обвязок.

УДК 656.2.08

## ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

В. И. ГАПЕЕВ

*Белорусская железная дорога*

Функционирование Белорусской железной дороги в современных социально-экономических условиях страны предусматривает реализацию комплекса стратегических мер управления развитием