

На правах рукописи



Гордиенко Андрей Александрович

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК АВТОТЕХНИКИ
НА ОТКРЫТОМ ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ**

05.22.08 – Управление процессами перевозок
(технические науки)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Екатеринбург – 2015

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Уральский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВПО УрГУПС)

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент
Тимухина Елена Николаевна

Официальные оппоненты:

Третьяков Геннадий Михайлович, доктор технических наук, профессор, Открытое акционерное общество «Волжско-Уральская транспортная компания» (ОАО «ВолгаУралТранс»), генеральный директор

Желдак Константин Валентинович, кандидат технических наук, ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный университет путей сообщения», кафедра «Логистика, коммерческая работа и подвижной состав», доцент

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Иркутский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВПО ИрГУПС)

Защита состоится « 18 » декабря 2015 г. в 10 часов 00 минут на заседании диссертационного совета Д 218.013.01 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Уральский государственный университет путей сообщения» по адресу: 620034, г. Екатеринбург, ул. Колмогорова, д. 66, ауд. Б2-15 – зал диссертационных советов.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета и на сайте федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Уральский государственный университет путей сообщения» по адресу <http://www.usurt.ru>.

Автореферат диссертации разослан «__» _____ 2015 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Тимухина Елена Николаевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования и степень ее разработанности. Гарантированную безопасность перевозочного процесса, а также сохранность грузов невозможно обеспечить без надежного их крепления в вагонах. К числу грузов, создающих серьезную угрозу безопасности перевозок в случае нарушения креплений, относится перевозимая на открытом подвижном составе автотехника. В 2011 – 2014 годах доля отцепленных вагонов с автотехникой составила 35 % от общего количества отцепленных вагонов с коммерческими неисправностями.

Чаще всего коммерческие неисправности вагонов, загруженных автотехникой, являются следствием многих связанных факторов, основными из которых являются: несоблюдение скоростей роспуска вагонов с сортировочной горки; несоответствие применяемых при погрузке средств креплений установленным в погрузочной документации; недостаточный уровень знаний работников, занятых на погрузке. Не меньшее значение имеют неточности действующей методики расчетов, которые приводят к необоснованному применению вида и количества реквизита крепления.

Коммерческие неисправности вагонов с грузами, в том числе и с автотехникой, неблагоприятно сказываются не только на безопасности перевозочного процесса, но и на важнейших технологических параметрах сортировочных станций: увеличивают простой вагонов, снижают перерабатывающую способность, увеличивают враждебность в горловинах.

В связи с этим в диссертации выполнена оценка эффекта от снижения количества коммерческих неисправностей, в частности за счет разработки методики обоснования рациональной технологии крепления автотехники, учитывающей ее свойства, условия перевозок, а также воздействие пространственной системы сил.

Проблему в области обоснования и совершенствования технологий размещения и крепления грузов на открытом подвижном составе рассматривали: А.Д. Малов, Г.П. Ефимов, П.С. Анисимов, Л.О. Грачева, В.А. Болотин, В.Б. Зылев, Х.Т. Туранов, М.В. Корнеев, Е.Д. Псеровская, Н.В. Власова, Г.М. Третьяков, К.В. Желдак, Е.Н. Тимухина, А.Л. Рыков, О.В. Молчанова, Н. Андерсон, П. Ан-

дерсон, Р. Байландер и др.; в области обоснования конструктивных параметров автомобилей: И.С. Цитович, В.И. Тарасик, Г.А. Смирнов, Дж. Вонг, П.В. Аксенов, П.П. Лукин, Р.В. Ротенберг, В.Л. Бидерман, В.И. Кнороз, Я.М. Певзнер, Й. Раймпель, и др.; в области функциональной надежности работы станций: П.А. Козлов, С.В. Земблинов, В.А. Персианов, И.Б. Сотников, Н.И. Федотов, Е.Н. Тимухина и др.

Объект исследования. Линейные предприятия транспортной сети.

Область исследований. Технология и безопасность транспортных процессов.

Целью исследования является совершенствование технологии расчёта крепления автотехники на открытом подвижном составе и оценка снижения последствий для ОАО «РЖД» от отцепок коммерчески неисправных вагонов с данными грузами в результате использования предложенной методики.

Для достижения указанной цели потребовалось решить следующие задачи:

- 1) проанализировать состояние безопасности перевозок автотехники, выявить основные причины коммерческих неисправностей вагонов с ней;
- 2) оценить технологические и экономические последствия отцепок вагонов с коммерческими неисправностями;
- 3) разработать методику рационального крепления автотехники с учетом ее параметров, условий перевозок, а также воздействия пространственной системы сил;
- 4) обосновать технологию расчёта крепления автотехники на открытом подвижном составе с использованием усовершенствованной методики и доказать ее достоверность.

Научная новизна исследования

1. Разработана оригинальная модель оценки экономических последствий для ОАО «РЖД» отцепок на станциях коммерчески неисправных вагонов, основанная на использовании статистической станционной отчетности и результатов расчетов на имитационных моделях станций.

2. Предложена методика расчета креплений автотехники на открытом подвижном составе с использованием положений теории автомобилей.

3. Разработана технология обоснования рациональной схемы крепления автотехники на открытом подвижном составе, учитывающая вертикальные колебания, воздействие пространственной системы сил и позволяющая прогнозировать натяжения в креплениях при различных условиях перевозок.

Теоретическая и практическая значимость работы

1. Предложенная модель оценки экономических последствий для ОАО «РЖД» отцепок коммерчески неисправных вагонов с грузами позволяет прогнозировать уровень сокращаемых затрат при уменьшении количества коммерческих неисправностей.

2. Разработанные программы расчета сдвигов автотехники с учетом их свойств и условий перевозки позволяют при разработке грузоотправителями непредусмотренных технических условий (НТУ) размещения и крепления таких грузов в большей степени автоматизировать расчеты и более точно определять количество необходимого крепежного реквизита.

3. Обоснование технологии размещения и крепления автотехники по уточненной методике позволяет получить экономический эффект от уменьшения затрат на исправление коммерческих неисправностей вагонов в пунктах коммерческого осмотра и сокращения простоя вагонов, связанного с устранением этих неисправностей.

Методология и методы исследования. Аналитические исследования по определению сдвигов груза и натяжений в проволочных креплениях груза базируются на основных положениях теоретической механики, сопротивления материалов, теории колебаний. Для исследования технологических процессов на сортировочных станциях использовалось имитационное моделирование. Численное моделирование колебаний, креплений и вычислительные эксперименты проводились с использованием программных комплексов MathCAD, Matlab.

Результаты исследования, выносимые на защиту

1. Модель оценки экономических последствий для ОАО «РЖД» отцепок коммерчески неисправных вагонов с грузами на станциях.
2. Математическая модель крепления автотехники на открытом подвижном составе, в которой учитываются свойства груза, условия перевозки и воздействие пространственной системы сил.
3. Усовершенствованная методика обоснования рационального крепления автотехники на открытом подвижном составе, основанная на использовании положений теории автомобилей.

Степень достоверности и апробация результатов. Результаты исследований подтверждаются грамотным использованием существующих методов и теорий, корректной логикой построения исследования, а также соответствием полученных теоретических выводов результатам экспериментальных исследований. Основные положения и результаты диссертации обсуждались и были одобрены на Международной научно-практической конференции «Транспорт–2013», РГУПС, Ростов-на-Дону, 2013 г.; Международной научно-практической конференции «Инновационные факторы развития Транссиба на современном этапе», Новосибирск, СГУПС, 2012; Международной научно-практической конференции «Прогрессивные технологии в транспортных системах», Оренбург, ОГУ, 2013 г.

Публикации. Материалы, отражающие основные положения диссертационной работы, изложены в 11 печатных работах, в том числе 8 – в изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве образования и науки РФ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и 1 приложения. Общий объем текста включает 195 страниц, 72 рисунка и 6 таблиц, список литературы включает 157 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении показана актуальность исследования, указана степень разработанности, сформулирована цель работы, обозначены решаемые задачи, определены объект и область исследований. Кроме того, изложена научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе проанализирована статистика отцепок вагонов на станциях с коммерческими неисправностями. В результате выявлено, что в настоящее время неблагоприятно складывается ситуация с безопасностью перевозок автотехники, определены виды коммерческих неисправностей, возникающих при перевозке таких грузов, и основные причины их появления.

Коммерческие неисправности вагонов с автотехникой связаны прежде всего с нарушениями Технических условий (ТУ) при погрузке, а также с необоснованным применением вида и количества крепежного реквизита вследствие неточностей методики расчета (рисунок 1).

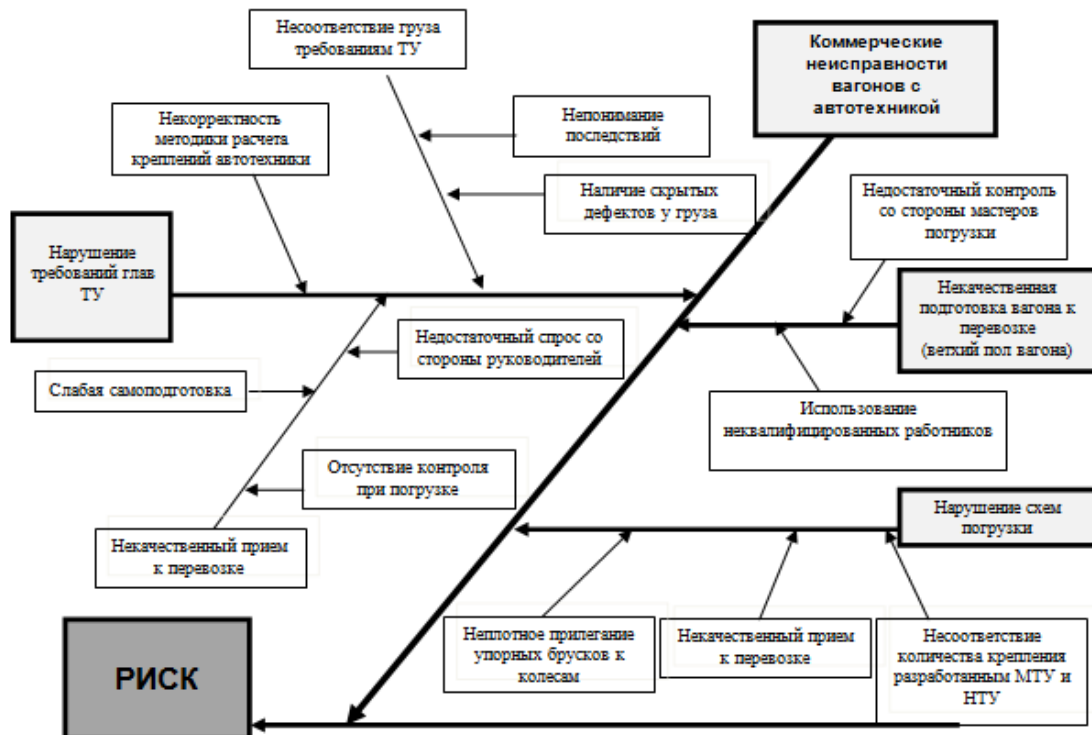


Рисунок 1 – Причинно-следственные связи возникновения коммерческих неисправностей вагонов с автотехникой

Действующая методика расчета креплений автотехники не в полной мере отражает ее индивидуальные свойства и условия перевозки. В частности, не учитываются колебания кузова автомобиля на рессорном подвешивании и упруго-диссипативные свойства шин. Расчеты выполняются без учета параметров пути, условий перевозок, не соблюдаются основные принципы механики при составлении расчетных моделей, не рассмотрено воздействие на систему пространственной системы сил.

Вторая глава посвящена исследованиям технологических и экономических последствий для ОАО «РЖД» отцепок вагонов для устранения коммерческих неисправностей.

С применением имитационного моделирования и использованием статистических данных доказано, что коммерческие неисправности негативно влияют на важнейшие технологические параметры станций: увеличивают простой вагонов, снижают перерабатывающую способность. При этом повышается вероятность нарушения сроков доставки.

На примере крупной сортировочной станции сети рассмотрены возможные технологические линии работы с вагонами, требующими отцепок вследствие коммерческих неисправностей, в зависимости от места их обнаружения.

Выявлено, что коммерческие неисправности вагонов с автотехникой чаще всего являются следствием несоблюдения технологии роспуска с горки, поэтому отцепки таких вагонов для подачи на пункт исправления коммерческих неисправностей (ПИКН) происходят обычно в парках формирования. На рисунке 2 показаны элементы станции, занятые при подаче коммерчески неисправных вагонов из парка формирования в ПИКН.

Для снижения технологических рисков на станциях от отцепок вагонов с коммерческими неисправностями, загруженными автотехникой, необходимо предусмотреть индивидуальные требования к роспуску вагонов с ней, а также рекомендовать персоналу станций уделять вагонам с такими грузами особое внимание.

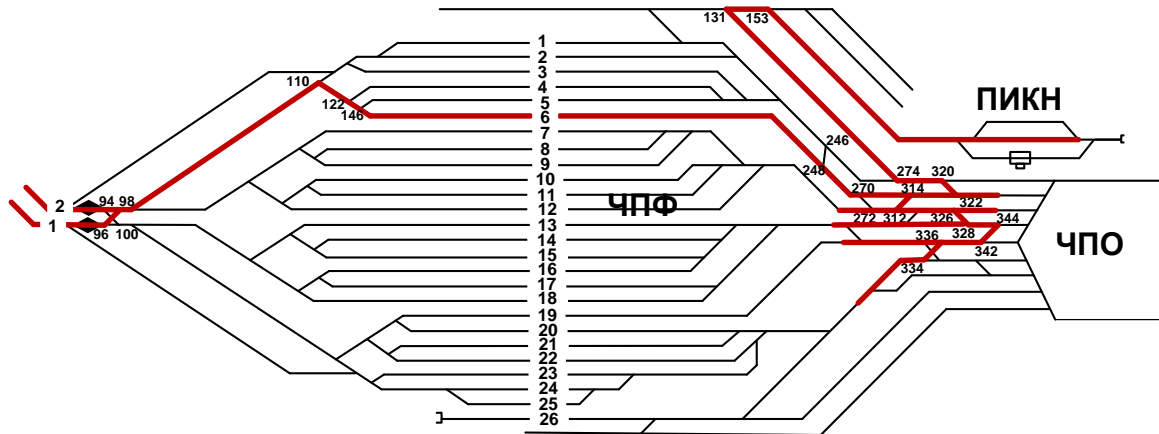


Рисунок 2 – Маршрут подачи вагонов с коммерческими неисправностями из парка формирования на ПИКН

В качестве альтернативного способа работы на станциях с вагонами, загруженными автотехникой, позволяющего уменьшить технологические и экономические потери от коммерческих неисправностей, предлагается производить осаживание вагонов через горку на пути парка формирования маневровыми локомотивами, работающими в парках формирования. Несмотря на дополнительную загрузку маневровых локомотивов, данное мероприятие позволит предотвратить возникновение сдвигов вследствие несоблюдения скоростей роспуска.

В настоящее время отцепки вагонов с коммерческими неисправностями ведут к большим технологическим и экономическим потерям для ОАО «РЖД», однако модели оценки экономических последствий не существует. В связи с этим в работе предлагается с использованием статистической станционной отчетности и данных, полученных при имитационном моделировании, построить оригинальную модель оценки экономических последствий для ОАО «РЖД» отцепок на станциях коммерчески неисправных вагонов с грузами (рисунок 3).

Исходные данные для предложенной модели (см. блок 1, рисунок 3) формируются на основании станционной отчетности. При невозможности определения отдельных показателей, необходимых при построении модели оценки экономических последствий ОАО «РЖД» от отцепок вагонов, а также для уточнения существующих исходных параметров предлагается использовать имитационное моделирование станционных процессов.



Рисунок 3 – Модель оценки экономических последствий для ОАО «РЖД» отцепок вагонов с грузами для устранения коммерческих неисправностей

Расчеты с использованием предложенной модели показали, что затраты ОАО «РЖД» на исправление коммерческих неисправностей вагонов с автотехникой в 2014 г. составили 13,941 млн руб., ущерб от претензий в просрочке доставки – 32,75 млн руб. Общие экономические потери ОАО «РЖД» от отцепок коммерчески неисправных вагонов с автотехникой – 46,692 млн руб. Таким образом, используя построенную модель и изменяя исходные параметры, возможно исследовать влияние динамики отцепок вагонов на экономические последствия для ОАО «РЖД».

Третья глава посвящена разработке пространственных математических моделей размещения и крепления автотехники на открытом подвижном составе, учитывающих ее свойства и условия перевозок.

Новизна предложенной математической модели креплений автотехники на открытом подвижном составе заключается в рассмотрении пространственного сдвига таких грузов с учетом их вертикальных колебаний при перевозке, возможного относительного движения в вагоне, а также во включении в модель жесткостей упругих элементов (шины, упругие элементы подвески и т.п.) автотехники, что не учитывается в ТУ.

В соответствии с законом Гука получена формула для определения пространственного сдвига автотехники при перевозке (Δs) по направлению действия результирующей пространственной системы сил ΔF_i (м):

$$\Delta s = \frac{\Delta F_i}{c_{ekv}^F}, \quad (1)$$

где c_{ekv}^F – эквивалентная жёсткость проволочных креплений и упруго-диссипативных элементов автотехники (кН/м), определяемая из выражения:

$$c_{ekv}^F = c_{ekvs} + c_{ks}, \quad (2)$$

где c_{ekvs} – эквивалентная жёсткость проволочных креплений автотехники (кН/м) по направлению действия результирующей пространственной системы сил:

$$c_{ekvs} = 7,854 d_i^2 \sum_{i=1}^{n_p} \frac{n_i}{l_i} \sqrt{\left(f \frac{h_i}{l_i} \cos \lambda + \frac{a_i}{l_i}\right)^2 + \left(f \frac{h_i}{l_i} \sin \lambda + \frac{b_i}{l_i}\right)^2 + \frac{h_i^2}{l_i^2}} \times \left(\frac{a_i}{l_i} \cos \lambda^{(i)} + \frac{b_i}{l_i} \sin \lambda^{(i)} + \frac{h_i}{l_i}\right) \cos \varepsilon^{(i)}, \quad (3)$$

где l_i и a_i, b_i, h_i – длины проволочных креплений и их проекции, м; d_i – диаметр проволоки крепления, мм; n_i – количество нитей в проволочном креплении, шт.; λ – угол между проекцией ΔF_i на горизонтальную плоскость и осью Ox ; ε – угол между силой ΔF_i и ее проекцией на горизонтальную плоскость; f – коэффициент трения между поверхностями пола вагона и автотехникой.

Эквивалентную жесткость шин и упругих элементов автотехники (кН/м) находят исходя из значений эквивалентной жесткости шин автомобиля C_{kj} и эквивалентной жесткости упругих элементов подвесок C_{sj} :

$$C_{ks} = \sum_{j=1}^{n_k} \frac{C_{kj} \cdot C_{sj}}{C_{kj} + C_{sj}}. \quad (4)$$

Выражение (4) доказывает, что разработанная математическая модель, в отличие от ТУ, учитывает индивидуальные характеристики упруго-диссипативных элементов автотехники: параметры шин, подвесок, амортизаторов, их вид и количество.

По величине пространственного сдвига автотехники Δs определено натяжение R_i в i -м проволочном креплении (кН), найденное, в отличие от формулы ТУ, в зависимости от геометрических параметров проволочных креплений a_i, b_i, h_i, l_i , а также углов λ и ε , учитывающих воздействие пространственной системы сил и возможные колебания при перевозке:

$$R_i = \Delta s 7,854 d_i^2 \frac{n_i}{l_i} \left(\frac{a_i}{l_i} \cos \lambda^{(i)} + \frac{b_i}{l_i} \sin \lambda^{(i)} + \frac{h_i}{l_i} \right) \cos \varepsilon^{(i)} \leq [R_i], \quad (5)$$

где $[R_i]$ – допустимое значение натяжения в проволочном креплении, определяемое по таблицам ТУ в зависимости от количества нитей n_i и диаметра d_i проволоки, кН.

Большое значение в работе уделено исследованиям вертикальных колебаний автотехники как наиболее опасным при перевозке. С использованием полученных упрощенных моделей колебаний груза на вагоне составлены дифференциальные уравнения, численные решения которых позволили построить графики колебаний и определить амплитуды вертикальных колебаний при перевозке:

$$M \ddot{z}_1 = -c_{ekv}^F (z_1 - z_2) - b_{0j} (\dot{z}_1 - \dot{z}_2) + I_{ez} - \sum_{i=1}^n R_{0i} \cdot \frac{h_i}{l_i}; \quad (6)$$

$$M_p \ddot{z}_2 = c_{ekv}^F (z_1 - z_2) + b_{0j} (\dot{z}_1 - \dot{z}_2) - c_{ekvw} z_2 - b_p \dot{z}_2 + \sum_{i=1}^n R_{0i} \cdot \frac{h_i}{l_i} + I_{ez} \sin \omega t, \quad (7)$$

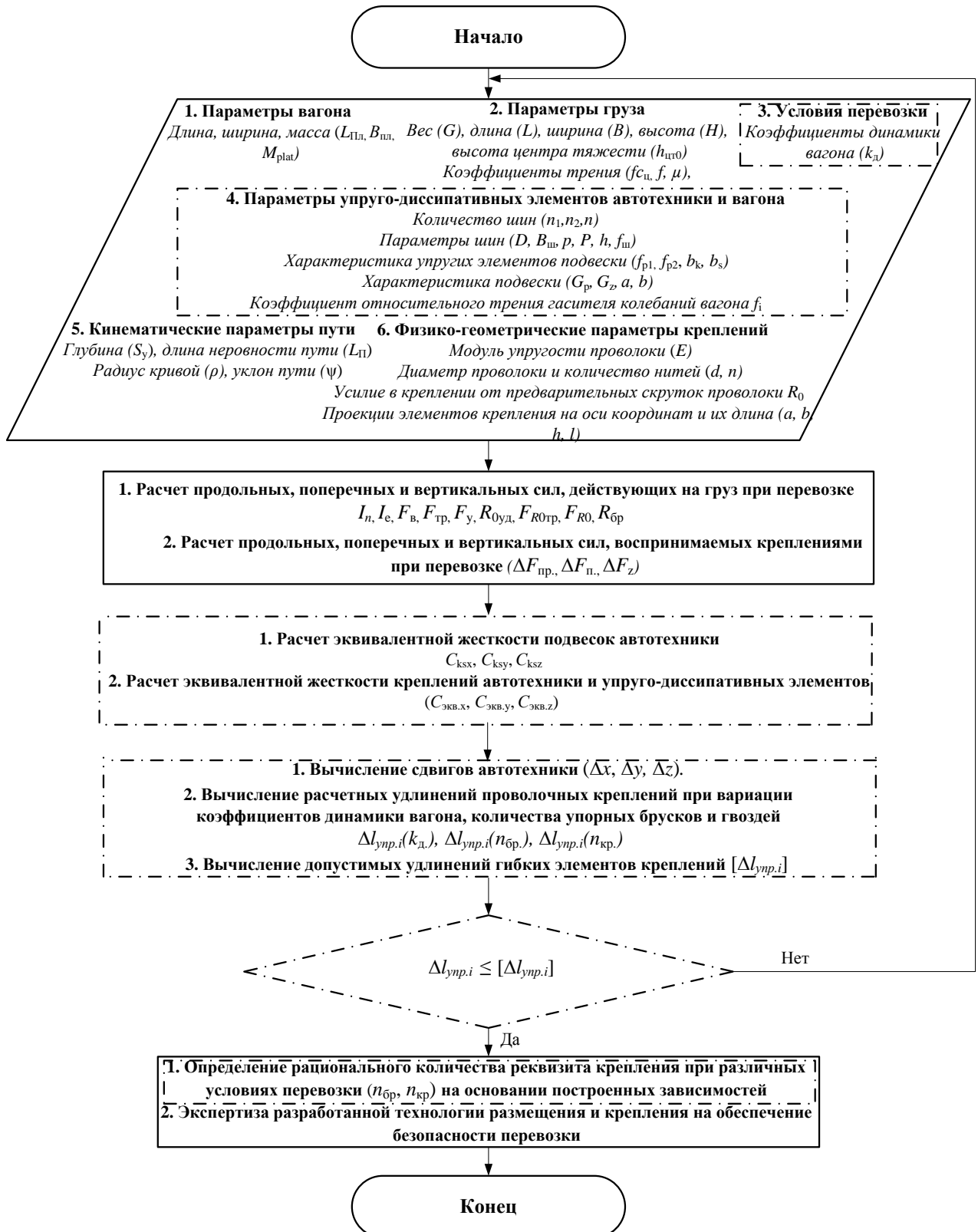
где z_1, z_2 – смещение автотехники и рамы платформы от положения равновесия, м; M, M_p – массы автотехники и рамы вагона соответственно, кг; I_{ez} – вертикальная переносная сила инерции, кН; R_{0i} – натяжение предварительных скруток проволочных креплений автотехники, кН; c_{ekvw} – эквивалентная жесткость рессорных комплектов вагона в вертикальной плоскости, кН/м; b_p – эквивалентный коэффициент вязкого трения в рессорных комплектах вагона в вертикальной плоскости, кН·с/м; b_{0j} – эквивалентный коэффициент вязкого трения в j упругих элементах автотехники, кН·с/м; ω – круговая частота внешнего возмущения, рад/с.

Сравнение амплитуд вертикальных колебаний автотехники при перевозке, полученных экспериментально и расчетным путем в вычислительной среде Matlab, показывает, что максимальное расхождение между этими значениями составляет 13 %, что свидетельствует о достоверности разработанной математической модели.

В четвертой главе приведены результаты теоретических исследований по обоснованию рациональной технологии размещения и крепления автотехники на открытом подвижном составе.

Разработанная методика расчета креплений автотехники, принципиально отличающаяся от методики ТУ, представлена в виде блок-схемы алгоритма (рисунок 4).

Предложенная технология расчета, в отличие от методики Технических условий, позволяет более точно прогнозировать сдвиги груза, удлинения каждого крепления и возникающие усилия в них, подбирать рациональный реквизит крепления при различных условиях перевозок, а также частично автоматизировать расчеты по обоснованию технологии размещения и крепления автотехники на открытом подвижном составе.



Условные обозначения:

 - отличительные блоки разработанного алгоритма от алгоритма по Техническим условиям

Рисунок 4 – Блок-схема алгоритма обоснования технологии крепления автотехники на открытом подвижном составе

Методика расчета, реализованная в программах в средах MathCAD и Matlab, позволяет производить экспертизу на безопасность разработанных технологий погрузки автотехники, что очень важно для обеспечения безопасности перевозочного процесса.

Результаты вычислений по предложенному алгоритму, например для автокрана весом 610 кН, показали, что разработанная технология его размещения и крепления на платформе представляет угрозу безопасности движения при неблагоприятных условиях перевозок: экстренном торможении и соударении при выпуске с сортировочной горки. Исследования показали, что для гарантированного обеспечения надежности крепления и безопасности перевозки рассмотренного груза рационально скорректировать количество упорных брусков или его крепежного реквизита.

Главным образом экономический эффект от внедрения предложенной усовершенствованной методики обоснования креплений автотехники может быть достигнут в результате снижения отцепок коммерчески неисправных вагонов с данными грузами.

Установлено, что внедрение усовершенствованной методики расчета креплений автотехники позволяет сократить количество отцепок вагонов с такими грузами вследствие коммерческих неисправностей от 30 % до 50 %.

С использованием разработанной модели экономических последствий исследованы зависимости потерь ОАО «РЖД» от количества коммерчески неисправных вагонов.

При снижении коммерческих неисправностей на 30 % общие годовые экономические потери снижаются на 14 млн руб., ущерб от нарушения сроков доставки – на 9,8 млн руб., затраты на исправление коммерческих неисправностей – на 4,2 млн руб. (рисунок 5). При снижении коммерческих неисправностей на 50 % потери снижаются соответственно на 23,4; 16,4 и 7 млн руб.

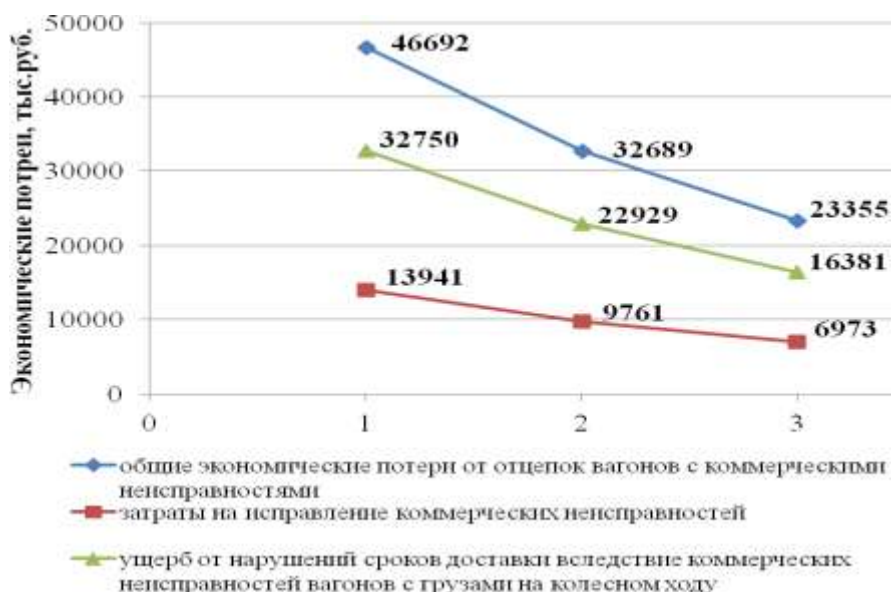


Рисунок 5 – Зависимость экономических потерь ОАО «РЖД» от количества коммерчески неисправных вагонов с автотехникой

На рисунке 5 по оси абсцисс цифрой 1 обозначен существующий уровень экономических потерь от отцепок вагонов с коммерческими неисправностями, загруженными автотехникой; цифрой 2 – экономические потери при уменьшении коммерческих неисправностей на 30 %; цифрой 3 – при уменьшении на 50 %.

Большое влияние на снижение экономических затрат ОАО «РЖД» от отцепок играет простой вагонов до подачи на ПИКН, а также простой до включения вагонов, вышедших в ПИКН, в поезда своего формирования (рисунок 6). Эти показатели напрямую зависят от эксплуатационной обстановки на станции, а также от работы оперативного персонала.

Снижение времени простоя вагонов с автотехникой до подачи на ПИКН и до включения в формирующиеся поезда с существующих 6,5 ч до 1 ч (см. рисунок 6) приводит к уменьшению затрат на 282 тыс руб. в год.

Еще одним важным параметром, влияющим на экономические последствия отцепок вагонов с коммерческими неисправностями, является количество вагонов, простаивающих на ПИКН сверх допустимой нормы (2 сут).

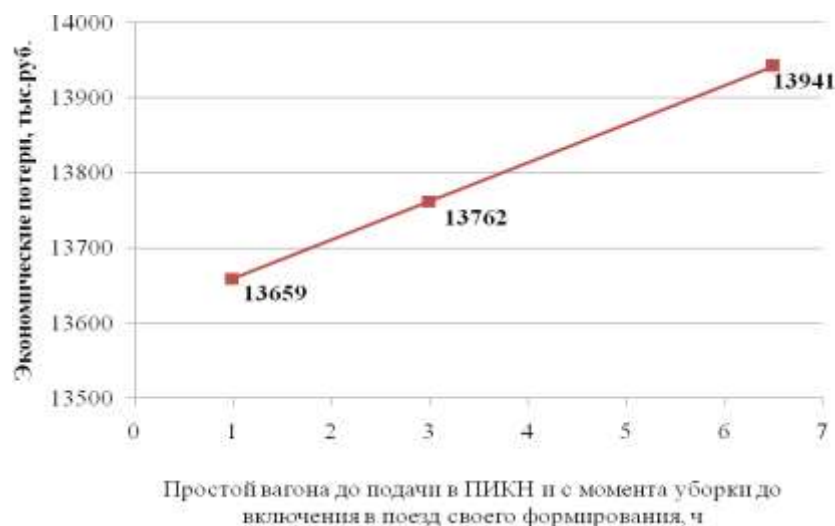


Рисунок 6 – Зависимость экономических потерь ОАО «РЖД» от простоев вагонов до подачи в ПИКН и после выхода из них

В работе исследованы экономические потери при уменьшении данного параметра на 30 %, 50 %, 70 %, 100 %, которым соответствуют цифры 2, 3, 4, 5 на оси абсцисс по сравнению с существующим уровнем, обозначенным цифрой 1 (рисунок 7).



Рисунок 7 – Зависимость экономических потерь ОАО «РЖД» от количества вагонов с автотехникой, простаивающих на ПИКН сверх нормы

Рисунок 7 показывает, что при уменьшении количества вагонов, простаивающих на ПИКН сверх нормы, максимально снижается величина такого показателя.

теля, как ущерб от нарушения сроков доставки: в частности, на 4,8 млн руб. при 50 %-ном снижении и на 9,1 млн руб. при 100 %-ном.

Проведенные исследования позволили определить, что экономический эффект от внедрения усовершенствованной методики расчетов креплений заключается в предотвращении потерь ОАО «РЖД» в размере от 14 до 47 млн руб в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации подробно исследовано неблагоприятное влияние коммерческих неисправностей вагонов с грузами на технологические процессы работы железнодорожных станций, приводящих к значительным экономическим потерям ОАО «РЖД», на примере перевозок автотехники на открытом подвижном составе.

В качестве основных мероприятий по снижению количества коммерческих неисправностей грузов, представляющих большую угрозу безопасности движения, рассматриваются альтернативные технологические линии работы на станциях с такими грузами, а также усовершенствованная методика расчета креплений с учетом индивидуальных свойств грузов.

Итогом диссертационного исследования стали следующие научные результаты:

1. Около 35 % от общего количества отцепленных вагонов – это вагоны, загруженные автотехникой. Коммерческие неисправности при перевозке таких грузов связаны с нарушениями технических условий при погрузке, несоответствием количества креплений разработанной технологии, нерациональным применением креплений вследствие погрешностей методики расчета их количества, которая не в полной мере отражает условия перевозки грузов и индивидуальные свойства.

2. Разработана оригинальная модель оценки экономических последствий для ОАО «РЖД» отцепок на станциях коммерчески неисправных вагонов, осно-

ванная на использовании исходных данных из статистической станционной отчетности и результатов, полученных в результате имитационного моделирования. Определено, что общие экономические потери ОАО «РЖД» от отцепок коммерчески неисправных вагонов с автотехникой составляют ежегодно до 47 млн руб. в год.

3. Разработаны упрощенные математические модели колебаний автотехники на открытом подвижном составе, составлены дифференциальные уравнения ее вертикальных колебаний, численные решения которых позволяют получить графики и исследовать амплитуды ее вертикальных колебаний при перевозке. При верификации модель показала расхождение расчетных амплитуд колебаний автотехники при перевозке с экспериментальными значениями в пределах 13 %.

4. Предложена технология и алгоритм обоснования креплений автотехники на открытом подвижном составе, который учитывает ее упруго-диссипативные свойства, что позволяет прогнозировать сдвиги груза, возможные удлинения каждого крепления и возникающие в них усилия при разных режимах движения. Кроме того, он позволяет выполнять проверку на прочность креплений по допустимым значениям удлинений каждого крепления, частично автоматизировать расчеты по обоснованию технологии размещения и крепления автотехники.

5. Экономический эффект от внедрения усовершенствованной методики расчетов креплений заключается в предотвращении потерь ОАО «РЖД» на отцепки коммерчески неисправных вагонов в размере от 14 до 47 млн руб в год.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации, входящие в перечень изданий, рекомендованных ВАК Министерства и образования и науки Российской Федерации:

1. Гордиенко, А.А. Исследование технологических и экономических последствий от отцепок вагонов для устранения коммерческих неисправностей / А.А. Гордиенко, Е.Н. Тимухина // Транспорт Урала. – 2015. – №. 3. – С. 23–31.
2. Гордиенко, А.А. Основные причины и технологические последствия коммерческих неисправностей вагонов с грузами на колесном ходу / А.А. Гордиенко, Е.Н. Тимухина // Транспорт Урала. – 2015. – №. 2. – С. 32–37.
3. Гордиенко, А.А. Повышение гарантированной безопасности перевозки и прочности элементов крепления колесной техники на вагоне вычислением рационального количества крепежных изделий при воздействии продольных сил / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, С.А. Ситников // Транспорт: Наука, техника, управление. – 2014. – № 5. – С. 15 – 20.
4. Гордиенко, А.А. Разработка методики оценки амплитуд вертикальных колебаний колесной техники, перевозимой на открытом подвижном составе / А.А. Гордиенко // Транспорт: Наука, техника, управление. – 2013. – № 5. – С. 64 – 68.
5. Гордиенко, А.А. Исследование влияния параметров и условий перевозки колесной техники, перевозимой на открытом подвижном составе, на амплитуды ее вертикальных колебаний / А.А. Гордиенко // Транспорт: Наука, техника, управление. – 2013. – № 6. – С. 17 – 21.
6. Гордиенко, А.А. Исследование влияния деформирования шин на упругие силы гибких элементов креплений колесной техники при ее перевозке на открытом подвижном составе / А.А. Гордиенко // Транспорт: Наука, техника, управление. – 2012. – № 1. – С. 38 – 41.
7. Гордиенко, А.А. Перспективные способы крепления колёсной техники на открытом подвижном составе / А.А. Гордиенко // Транспорт: Наука, техника, управление. – 2012. – № 7. – С. 43 – 47.
8. Гордиенко, А.А. Расчет гибких элементов крепления колесной техники от воздействия продольных сил по новой методике при вариации коэффициента продольной динамики вагона / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, С.А. Ситников // Наука и техника транспорта. – 2014. – № 2. – С. 8 – 20.

Публикации, не входящие в перечень изданий ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации:

1. Гордиенко А.А. Метод оценки безопасности разработанной технологии размещения и крепления колесной техники на открытом подвижном составе / А.А. Гордиенко // Инновационные факторы развития Транссиба на современном этапе. Международн. научн.-практич. конф, посвященная 80-летию Сибирского государственного университета путей сообщения: Тезисы конференции. Ч.1. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2012. – С. 243 – 245.

2. Гордиенко, А.А. Математическое моделирование взаимодействия шин колесной техники при ее перевозке и пола вагона / А.А. Гордиенко // Тр. Международ. научн.-практич. конф. «Транспорт – 2013». – Ростов-на-Дону: РГУПС, 2013. – С. 283 – 285.

3. Гордиенко, А.А. Принципы построения динамической и математической моделей крепления колесной техники, размещенной на открытом подвижном составе, при воздействии на нее пространственной системы сил. // Сб. статей одиннадцатой Международ. научн.-практич. конф. «Прогрессивные технологии в транспортных системах». – Оренбург: ОГУ, 2013. – С. 116 – 119.

4. Гордиенко А.А., Туранов Х.Т. Программа для ЭВМ «Расчёт продольного и поперечного сдвигов груза на открытом подвижном составе и усилий в упругих креплениях при вариации коэффициентов продольной и поперечной динамики вагона». Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2014614553 от 20.05.14 Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам по заявке № 2014611891 от 06.03.2014 г.

5. Гордиенко А.А., Туранов Х.Т. Программа для ЭВМ «Расчет рационального количества крепежных изделий для обеспечения прочности выбранных элементов крепления груза на открытом подвижном составе». Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2014614585 от 20.05.14

Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам по заявке № 2014611838 от 06.03.2014 г.

Гордиенко Андрей Александрович

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК АВТОТЕХНИКИ
НА ОТКРЫТОМ ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ**

05.22.08 – Управление процессами перевозок (технические науки)

Подписано в печать
14.10.2015

Формат 60×84 1/16
Тираж 100 экз.

Усл. печ. л 1,0
Заказ

Издательство УрГУПС, 620034, г. Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66