

629

Г 70

БЕЛОРУССКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. С. М. КИРОВА

На правах рукописи

ГОРОНОВСКИЙ АНДРЕЙ РОМАНОВИЧ

УДК 629.114.3-445.75

СНИЖЕНИЕ МЕТАЛЛОЕМКОСТИ ПРИЦЕПОВ-РОСПУСКОВ
ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОПОЕЗДОВ ПУТЕМ РАЦИОНАЛЬНОГО
СООТНОШЕНИЯ КОНСТРУКЦИИ И ПАРАМЕТРОВ
НЕСУЩЕЙ СИСТЕМЫ И ПОДВЕСКИ

Специальность 05.21.01 - Технология и
машины лесного хозяйства и лесозаготовок

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Минск 1988

Работа выполнена в Белорусском ордена Трудового Красного Знамени технологическом институте имени С.М.Кирова

- Научный руководитель - доктор технических наук
Жуков А.В.
- Официальные оппоненты - доктор технических наук,
профессор Анисимов Г.М.,
- кандидат технических наук,
доцент Лебедь С.С.
- Ведущая организация - Головное конструкторское бюро
по тракторным и автомобильным
прицепам

Защита состоится "24" мая 1988 г. в 10⁰⁰ час. на заседании специализированного совета К.056.01.01 в Белорусском технологическом институте имени С.М.Кирова (220630, г.Минск, ул.Свердлова, 13а, корпус 4, зал заседаний).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Белорусского ордена Трудового Красного Знамени технологического института имени С.М.Кирова.

Автореферат разослан "15" апреля 1988 г.

Ученый секретарь
специализированного совета

ТРОФИМОВ С.П.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986-1990 годы и на период до 2000 года предусмотрено повышение производительности труда в лесной и деревообрабатывающей промышленности на 14-16 %. Намеченный рост производительности труда может быть достигнут за счет оснащения предприятий высокопроизводительными и надежными машинами. При этом одной из основных задач ускорения технического прогресса является снижение металлоемкости машин, которая должна быть снижена к концу XII пятилетки на 13-15 %, а к 2000 году - в два раза.

Как показывает опыт эксплуатации лесовозных автопоездов, которыми в настоящее время вывозится около 86 % заготавливаемой древесины, надежность несущей системы прицепа-ропуски находится на низком уровне и уступает надежности несущих систем автомобилей-тягачей. На многих лесозаготовительных предприятиях перед вводом в эксплуатацию производят дополнительное усиление рам прицепов-ропусков, на что расходуются дополнительные трудозатраты и значительное количество металла. Низкая надежность несущей системы ропуски отрицательно сказывается на эффективности работы всего лесовозного автопоезда в целом и приводит к значительным простоям и затратам. Поэтому работы направленные на оценку напряженно-деформированного состояния, повышения ресурса и снижение металлоемкости несущих систем прицепов-ропусков являются актуальными.

Цель исследований состояла в снижении металлоемкости, повышении прочности и увеличении усталостной долговечности несущих систем прицепов-ропусков лесовозных автопоездов.

Задачи исследований:

-разработать методику расчетного определения напряженно-деформированного состояния и усталостной долговечности несущей системы прицепа-ропуски с учетом выделения типизированных функций возмущающего воздействия микропрофилей ле-

ИЗДАТЕЛЬСТВО ИТЭИ
№ 2 М. 1986

совозных дорог;

- провести теоретические исследования нагруженности и надежности несущих систем прицепов-ропусков лесовозных автопоездов;

- провести исследовательские испытания нагруженности несущей системы прицепа-ропуски ГИБ-9383 с целью проверки достоверности разработанных математических моделей, а также производственные испытания прицепа-ропуски предлагаемой конструкции для оценки его технико-эксплуатационных показателей;

- разработать рекомендации по совершенствованию конструкции несущей системы прицепа-ропуски, направленные на снижение металлоемкости и повышение надежности.

Научная новизна работы заключается в разработке методики прогнозирования динамической нагруженности и усталостной долговечности несущей системы прицепа-ропуски, основанной на использовании методов конечных элементов, статистической динамики и теории случайных функций. На основе общей классификации автомобильных лесовозных дорог по уровню повреждающего воздействия получены их типизированные статистические характеристики. Впервые получены экспериментальные и расчетные данные по нагруженности несущих систем прицепов-ропусков лесовозных автопоездов при различных условиях эксплуатации.

Практическая ценность работы заключается в том, что при использовании разработанных методик, реализованных в виде пакета прикладных программ для ЕС ЭВМ, сокращаются сроки проектирования и доводочных испытаний несущих систем прицепов-ропусков лесовозных автопоездов. Использование полученных рекомендаций и разработанных технических решений улучшает технико-эксплуатационные показатели работы лесовозных автопоездов, увеличивается ресурс и снижает металлоемкость несущих систем прицепов-ропусков.

Реализация результатов. Разработанные в результате проведенных экспериментальных и теоретических исследований рекомендации по снижению металлоемкости и повышению надежности серийного и перспективных прицепов-ропусков использованы в

ГКВ по прицепам.

Изготовленный экпериментальный образец прицепа-ропуса с несущей системой разработанной конструкции эксплуатируется в Червенском ЛПХ Минской области. Фактический годовой экономический эффект составил 1900 руб.

Апробация работы. Основные результаты работы докладывались на республиканских научно-технических конференциях в БИМСХ (декабрь 1983 г.) и БПИ (октябрь 1984 г.), научно-технической конференции молодых ученых и специалистов в Гомеле (сентябрь 1984 г.), всесоюзных научно-технических конференциях в БГИ (сентябрь 1985 г.) и в Тюмени (июнь 1987 г.), всесоюзном научно-техническом совещании в Петрозаводске (октябрь 1986 г.) и научно-технических конференциях БГИ им. С.М.Кирова по итогам научно-исследовательских работ за 1982-1987 г.г.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 6 печатных работ, получено 2 авторских свидетельства на изобретения.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 5 разделов, выводов, списка использованной литературы, включающего 148 наименований, и приложений. Основной материал изложен на 182 страницах машинописного текста и содержит 46 рисунков, 18 таблиц. Общий объем диссертации составляет 228 страниц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы и кратко изложены основные результаты исследований.

В первом разделе проведен краткий обзор конструктивных особенностей прицепов-ропусов лесовозных автопоездов, обзор литературы по исследованию динамики и нагруженности несущих систем транспортных средств. Сформулированы цель и задачи исследований.

В настоящее время лесовозные автопоезда на базе тягачей МАЗ-509А и КраЗ-255Л комплектуются прицепом-ропуском ГКВ-9383. В перспективе намечается широкая эксплуатация унифи-

дированного роспуска КСБ-9362. Проведенный анализ существующих конструкций несущих систем прицепов-роспусков и опыта их эксплуатации указывает на недостаточную их надежность.

Вопросы исследования напряженно-деформированного состояния несущих систем автотранспортных средств отражены в работах Н.Ф.Бочарова, Д.В.Гельфгата, В.А.Ошиокова, М.Н.Закса, А.А.Иванова, А.И.Черного, А.П.Мельчакова, В.Н.Зузова, Н.Г.Марьенкова, В.С.Фельзенштейна и др. Обзор литературных источников показал, что для определения нагруженности элементов несущих систем прицепов-роспусков наиболее предпочтительным является применение метода конечных элементов (МКЭ) в сочетании с методами статистической динамики.

Динамическая нагруженность транспортных средств общего назначения нашла отражение в работах А.А.Силаева, Р.В.Ротенберга, Я.М.Певзнера, И.Г.Пархиловского, Н.Н.Яценко, В.М.Семенова, А.А.Хачатурова, Н.А.Николаенко и др. Исследованию динамической нагруженности лесотранспортных машин посвящены работы С.Ф.Орлова, Б.Г.Гастева, Г.М.Анисимова, Ю.Д.Силукова, А.В.Жукова, Н.И.Библюка, И.П.Ковтуна, В.С.Николюка, А.И.Смеяна и др. Проведенные исследования показали, что конструктивные особенности схем и параметры поддрессорования прицепа-роспуска оказывают существенное влияние на колебания лесовозного автопоезда. В то же время малоизученным является вопрос влияния на нагруженность элементов несущей системы прицепа-роспуска параметров и конструктивной схемы его подвески.

Вопросу исследования микропрофиля лесовозных дорог посвящены работы Ю.Д.Силукова, Н.И.Библюка, А.В.Жукова, К.Б.Абрамовича, Ю.А.Добрынина, И.П.Ковтуна, Ю.Е.Ряскина и др. Несмотря на накопленный значительный объем данных по моделированию возмущающего воздействия микронеровностей лесовозных дорог, их использование затруднено ввиду отсутствия данных по характеристикам типизированных воздействий.

Проведенный анализ работ В.В.Болотина, Б.В.Гольда, С.С.Дмитриченко, С.В.Серенсена, А.С.Гусева, В.С.Лукинского, В.А.Рякина, Е.К.Почтенного и др., посвященных оценке надеж-

ности несущих систем транспортных машин, показал, что одной из основных причин, затрудняющих прогнозирование ресурса конструкций на стадии проектирования, является сложность расчетного определения нагрузочных режимов, соответствующих реальным условиям эксплуатации. Учитывая вероятностную природу режимов нагружения и прочностных характеристик материала, наиболее целесообразно, для прогнозирования усталостной долговечности элементов несущих конструкций, применение теории случайных функций.

Таким образом, обзор литературных источников показал, что, для оценки нагруженности и прогнозирования ресурса прицепов-ропусков, наиболее целесообразным является применение МКЭ в сочетании с методами статистической динамики. Определение динамических реакций на раму роспуска необходимо производить путем моделирования процесса движения лесовозного автопоезда по дороге с типизированными статистическими характеристиками воздействия и с учетом динамических характеристик взаимосвязанной многомассовой системы.

Второй раздел посвящен разработке методики типизации микропрофилей автомобильных лесовозных дорог по их повреждающему воздействию на несущие системы лесотранспортных машин. Основными статистическими характеристиками микропрофиля дороги, как случайного стационарного процесса, являются дисперсия ординат микронеровностей, корреляционная функция и спектральная плотность. При вывозке заготовленной древесины используются как дороги общего пользования, так и временные лесовозные дороги, степень ровности которых изменяется в широких пределах.

Анализ графиков спектральных плотностей, приведенных в литературе и полученных в результате многолетних исследований микропрофиля лесовозных дорог проведенных в БТИ им.С.М. Кирова, показал, что, не смотря на отличия спектров, характеризующих какой-либо определенный тип дороги, выявляются достаточно четкие границы диапазона, в котором они расположены (рис.1). Значения частот, соответствующих максимумам

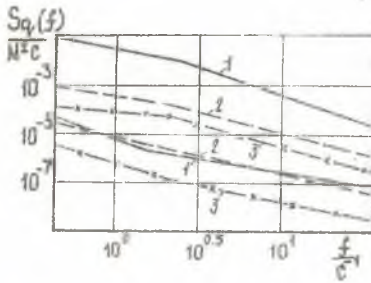


Рис.1. Границы диапазонов изменения спектральных плотностей микропрофилей лесовозных дорог: 1 - грунтовое; 2 - гравийное; 3 - асфальтобетонное покрытие

В основу принятой классификации возмущающего воздействия положены работы А.Н.Островцева, О.Ф.Трофимова, А.А.Хачатурова. При определении типизированных функций воздействия в качестве оценочного показателя принято повреждающее воздействие дороги на несущие системы лесотранспортных машин, которое может быть оценено через их ресурс:

$$T = \frac{A}{B_6^m} \left\{ S_q(\omega_0) \left[\frac{\omega_0^{n_1} V^{n_1-1}}{n_1-1} (\omega_1^{1-n_1} - \omega_0^{1-n_1}) + \frac{\omega_0^{n_2} V^{n_2-1}}{n_2-1} (\omega_0^{1-n_2} - \omega_2^{1-n_2}) \right] \right\}^{-0,5m} \quad (1)$$

где A и m - коэффициент пропорциональности ресурса и показатель степени, постоянные параметры, характеризующие материал и конструкцию; B_6 - постоянный для данной конструкции коэффициент пропорциональности виброн нагруженности; $S_q(\omega)$ - коэффициент неровности, соответствующий значению спектральной плотности при частоте ω_0 ; ω_0 - значение циклической частоты, соответствующее точке перегиба графика спектральной плотности возмущающего воздействия, построенного в двойных логарифмических координатах; n_1 и n_2 - показатели степени, характеризующие угол наклона участков графика, аппроксимирующего спектральную плотность степенного уравнения; ω_1 и ω_2 - верхняя и нижняя границы частотного диапазона, характерного для данной конструкции как динамической системы; V - скорость движения.

спектральных плотностей, для дорог с асфальтобетонным покрытием располагаются в интервале 0,3-1,5 рад/м, для дорог с гравийным покрытием - 0,15-2,2 рад/м, а для грунтового покрытия - 0,19-2,5 рад/м.

В основу принятой классификации возмущающего воздействия положены работы А.Н.Островцева, О.Ф.Трофимова, А.А.Хачатурова. При определении типизированных функций воздействия в качестве оценочного показателя принято повреждающее воздействие дороги на несущие системы лесотранспортных машин, которое может быть оценено через их ресурс:

Расчеты позволили определить типизированное возмущающее воздействие на элементы несущих систем лесовозных автопоездов для условий БССР, которое характеризуется коэффициентом неровности $S_q(\omega_0) = 0,61 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot \text{с}$ (при $\omega_0 = 1 \text{ с}^{-1}$) и показателями степени $n_1 = 2,41$, $n_2 = 2,01$.

Третий раздел посвящен разработке методики расчетного определения напряженно-деформированного состояния и усталостной долговечности несущей системы прицепа-ропуска. При определении динамической нагруженности элементов несущей конструкции, наиболее существенно повысить эффективность расчетов можно путем разделения задачи на два этапа. Так, с помощью МКЭ производится определение статических напряжений в элементах несущей системы прицепа-ропуски и элементов матриц влияния напряжений от действия единичной нагрузки. Затем, моделируя процесс движения лесовозного автопоезда, как многомассовой взаимосвязанной динамической системы, с помощью системы дифференциальных уравнений, определяются передаточные функции перемещений дискретных масс, используя которые можно определить статистические характеристики действующих на несущую систему динамических нагрузок. На основании полученных матриц влияния напряжений и характеристик динамических реакций на раму ропуска определяются корреляционные матрицы компонентов напряженного состояния для конечных элементов, которые являются исходными данными для вероятностной оценки ресурса элементов конструкции.

При составлении расчетных конечноэлементных моделей несущие системы прицепов-ропусков ГKB-9383, 9362 и ропуска предлагаемой конструкции разбивались на пластинчатые треугольные конечные элементы, определялись геометрические и физические характеристики отдельных элементов и производилась замена действующей внешней нагрузки эквивалентной ей системой узловых сил. Полная потенциальная энергия системы определялась по выражению:

$$\Pi = \sum_{j=1}^M \Pi_j^e + \sum_{k=1}^K R_k - \sum_{l=1}^L T_l, \quad (2)$$

где Π_j^e - потенциальная энергия деформации j -го конечного элемента; R_k - потенциальная энергия k -го узла с упруго-податливой опорой; T_l - потенциал приложенной к l -му узлу системы внешней нагрузки.

Определение перемещений узловых точек системы сводится к решению системы линейных алгебраических уравнений. Деформации и напряжения в конечных элементах выражаются через перемещения узловых точек.

Для определения статистических показателей колебаний лесовозного автопоезда была составлена расчетная схема, приведенная на рис. 2, описывающая колебания динамической системы в продольной и поперечной вертикальной плоскостях, которая с достаточной степенью точности отражает динамические качества системы. Система имеет восемь степеней свободы в вертикальной продольной плоскости, которые описываются обобщенными координатами: $\xi_1, \xi_2, \xi_3, \xi_4, z_1, \theta, z_3, z_4$ и шесть - в вертикальной поперечной плоскости, координаты: $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \gamma, \varphi$.

Составленная на основе использования уравнения Лагранжа второго рода, система дифференциальных уравнений в матричной форме записи имеет вид:

$$[M]\{\ddot{z}(t)\} + [K]\{\dot{z}(t)\} + [C]\{z(t)\} = [\bar{C}]\{q(t)\} + [\bar{K}]\{\dot{q}(t)\}, \quad (3)$$

где $[M], [K], [C]$ - матрицы масс, сопротивлений и жесткостей системы, соответственно; $\{z(t)\}$ - вектор обобщенных координат системы; $[\bar{C}], [\bar{K}]$ - матрицы, характеризующие жесткостные и демпфирующие свойства подвески лесовозного автопоезда; $\{q(t)\}$ - вектор ординат случайных дорожных воздействий.

После преобразования по Лапласу уравнений (3), определяя матрица амплитудно-частотных характеристик обобщенных координат:

$$[W_{z_o}(\omega)] = \frac{([\bar{C}] + i\omega[\bar{K}])\cdot[Q]}{[C] + i\omega[K] - \omega^2[M]}, \quad (4)$$

где $[Q]$ - матрица, характеризующая запаздывание воздействия на оси автопоезда.

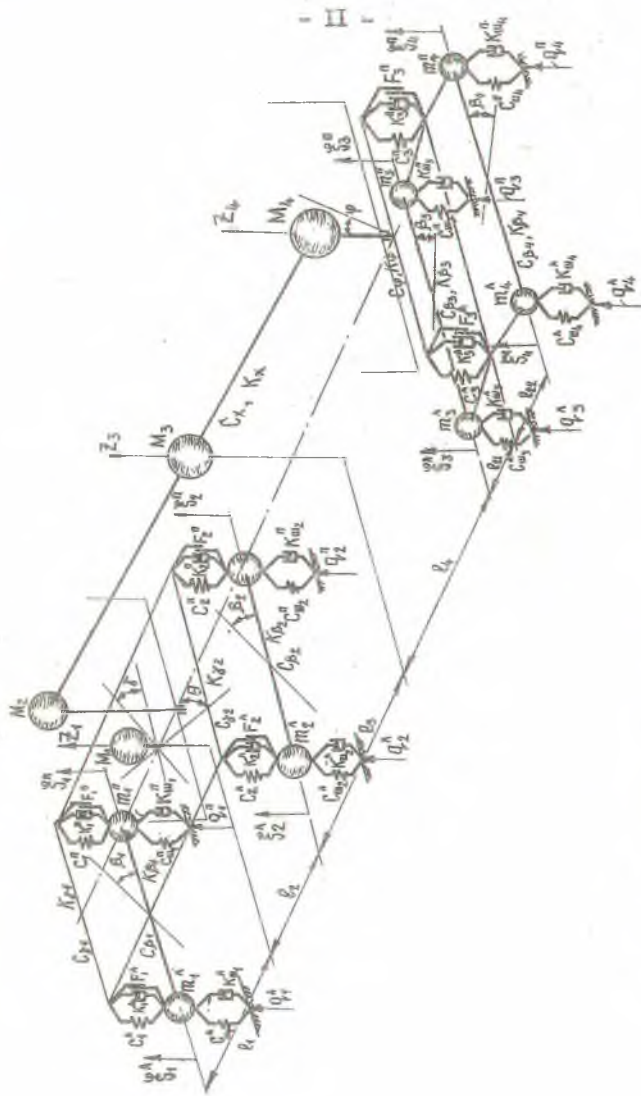


Рис. 2. Расчетная схема колебаний лесовозного автогвоздя

Полученные характеристики необходимы для определения динамической нагруженности несущей системы роспуска, которая выражалась через деформации упругих элементов. Используя, определенные по программе статического расчета МКЭ, матрицы влияния напряжений $[\sigma_j^1]$, а также дисперсии динамической реакции на раму роспуска D_R можно найти корреляционную матрицу компонентов напряженного состояния для j -го конечного элемента

$$\begin{bmatrix} D\sigma_{xj}^p & K\sigma_{xj}^p \sigma_{yj}^p & K\sigma_{xj}^p \tau_{xyj}^p \\ & D\sigma_{yj}^p & K\sigma_{yj}^p \tau_{xyj}^p \\ & & D\tau_{xyj}^p \end{bmatrix} = [\sigma_j^1] \cdot D_R^p, \quad (5)$$

где D и K - дисперсии и корреляционные моменты процессов изменения напряжений $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$; p - символ производной по времени.

На основе использования гипотезы наибольших касательных напряжений, были определены дисперсии максимальных касательных напряжений для наиболее опасных, с точки зрения усталостной долговечности, мест исследуемых конструкций. Затем производилось расчетное определение усталостных характеристик элементов несущих систем прицепов-роспусков, с учетом влияния на них остаточных напряжений от сварки. Нижняя и верхняя оценки усталостной долговечности находились по приведенной в работах В.В.Болотина, Б.В.Гольда и А.С.Гусева зависимости.

Сравнительный анализ расчетных и экспериментальных данных по оценке статической нагруженности несущей системы прицепа-роспуска ГKB-9383 показал их удовлетворительную согласованность, средняя относительная погрешность находилась в пределах 14,6%. Анализ соответствия расчетных и экспериментальных спектральных плотностей производился с помощью теста эквивалентности энергетических спектров. Величина статистики эквивалентности находилась в пределах от 1,62 до 2,84 при значении области принятия гипотезы равном 3,18.

В четвертом разделе изложены цель, задачи и методика исследовательских испытаний нагруженности несущей системы прицепа-ропуска. Приведены и проанализированы результаты исследовательских испытаний. Основной целью исследований было получение данных для оценки достоверности и точности разработанных математических моделей, а также получение данных для обоснования расчетных режимов нагружения. В качестве объекта исследований использовался лесовозный автопоезд МАЗ-509А+ГКБ-9383. В задачи исследований входило определение основных компоновочных параметров лесовозного автопоезда, напряжений в несущей системе при действии статической нагрузки. Динамические напряжения определялись при движении по дорогам с различными типами покрытий и разными скоростями, а также при выполнении поворотов, торможении и разгоне.

Запись нагрузочных режимов производилась с помощью тензоземетрической установки, включавшей тензоусилитель "Топаз-3", светолучевые осциллографы К-12-22 и тензорезисторы. Тензодатчики были наклеены в 24 наиболее характерных местах несущей системы прицепа-ропуска.

Анализ результатов исследовательских испытаний показал значительную равномерность нагруженности различных элементов несущей конструкции прицепа-ропуска ГКБ-9383. В качестве характерных расчетных режимов нагружения выделены: движение по прямой (симметричная нагрузка), движение на повороте (кососимметричная нагрузка), а также торможение (контакт дышла с поперечными балками). На этих режимах нагружения коэффициент динамичности для подкониковой балки, например, равен 1,9; 1,7 и 1,6, соответственно.

Приведены результаты производственных испытаний прицепа-ропуска с несущей системой предлагаемой конструкции (рис.3 а) Конструкция практически полностью выполнена из одного типоразмера гнutoго швеллера. Верхняя часть рамы состоит из передней, подкониковой и задней поперечных балок, связанных между собой двумя продольными балками. Гнезда оси балансиров связаны с верхним поясом распорными балками и раскосами. Значительно увеличена прочность и надежность гнезд оси балансиров.

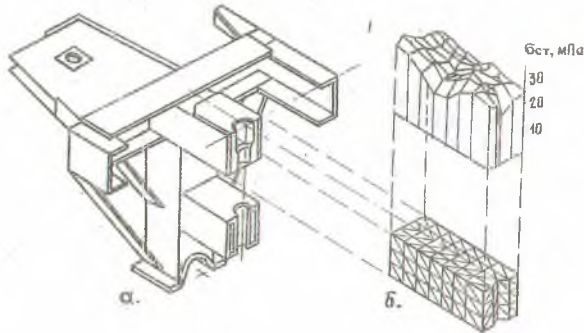


Рис. 3. Рама прицепа-ропуски предлагаемой конструкции (а) и поверхность распределения эквивалентных напряжений на верхней полке подкониковой балки (б)

Масса предлагаемой конструкции несущей системы на 60 кг ниже, чем у ГКБ-9383 и на 190 кг ниже ГКБ-9362.

Анализ результатов производственных испытаний показал, что у автопоезда с прицепом-ропуском предлагаемой конструкции среднемесячные простои при выполнении текущих ремонтов и технических обслуживаний снизились в среднем на 11,4 %, а средняя сменная производительность повысилась на 4 %. Приводится анализ технико-экономических показателей работы лесовозных автопоездов с различными типами прицепов-ропусков.

В пятом разделе приведены результаты теоретических исследований нагруженности несущих систем прицепов-ропусков. Были определены поверхности распределения эквивалентных напряжений в элементах рам прицепов-ропусков ГКБ-9383, 9362 и ропуска предлагаемой конструкции (рис. 3 б). Наиболее нагруженным элементом, лимитирующим надежность несущих систем, является подкониковая балка, напряжения в которой достигали 164 МПа у ГКБ-9383 и 132 МПа - ГКБ-9362. Установлено, что характерным недостатком рам этих прицепов-ропусков является неравномерность распределения напряжений по поверхности отдельных элементов. Это является следствием нерациональности конструкции, наличия

мест стыковки элементов с резко различающимися жесткостями, что приводит к завышенной металлоемкости отдельных мест конструкции и низкой прочности других. Проведенные исследования различных вариантов конструкций подкониковой балки и других элементов рам позволили, на основе критериев надежности, металлоемкости и технологичности, определить наиболее рациональные их сечения и характеристики. Подкониковую балку, например, целесообразно выполнять в виде тонкостенного элемента замкнутого профиля сечения с размерами 160x80x8 мм, усиленного листовыми накладками. При такой конструкции балки суммарные напряжения в ней на всех расчетных режимах нагружения не превышали 86 МПа.

Результаты расчетного определения ресурса несущих систем прицепов-ропусков показали, что надежность рамы ропуска предлагаемой конструкции в 1,7-1,9 и 1,2-1,3 раза выше, чем у рам ГКБ-9383 и 9362, соответственно. Разработанные рекомендации позволяют на 5-15 % снизить металлоемкость существующих конструкций прицепов-ропусков лесовозных автопоездов.

Значительное влияние на динамическую нагруженность рамы ропуска оказывает степень ровности покрытия дороги. При движении по веткам динамическая нагруженность несущей системы ропуска жестко-балансирной подвеской в 1,8-2,7 раза выше, чем при движении по магистральной дороге. Анализ моделирования подвески ропуска с упругими элементами показал, что введение в подвеску упругих элементов жесткостью 1300 кН/м снижает величину вертикальной динамической реакции на 20-35 %. При увеличении или снижении жесткости нагруженность несущей системы возрастает. Оптимальные значения базы балансирной тележки прицепа-ропуски лежат в пределах 1,4-1,5 м. Увеличение базы приводит к значительному увеличению дисперсии динамической реакции и, как следствие, снижению ресурса несущей системы.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Конструктивные схемы несущих систем прицепов-ропусков ГКБ-9383 и 9362 являются нерациональными. Основным их недостатком является наличие мест стыковки элементов с резко раз-

личающимися жесткостями, что приводит к значительной нагруженности конструкции и, как следствие, ее недостаточной долговечности.

Так в местах стыковки с подкониковой балкой в щеках рамы наблюдаются характерные максимумы суммарных напряжений, достигающие 97,3 МПа (рама ГКБ-9383) и 127,5 (рама ГКБ-9362). В подкониковой балке ГКБ-9383 напряжения достигают 164,1 МПа.

2. Предложена новая конструктивная схема несущей системы прицепа-ропуса, построенная на основе принципа равнопрочности. При этом масса предлагаемой конструкции снижена на 60 и 190 кг по сравнению с рамами ГКБ-9383 и 9362, соответственно, при более низком и равномерном уровне нагруженности основных несущих элементов.

3. Разработанная методика определения динамической нагруженности и усталостной долговечности несущих систем прицепов-ропусов, основанная на использовании МКЭ, методов статистической динамики и теории случайных функций, позволяет на стадии проектирования производить оценку динамической нагруженности и ресурса конструкции при различных условиях эксплуатации, характеристиках подвески и транспортируемой пачки.

Сопоставление результатов расчетных и экспериментальных исследований динамической нагруженности показало их удовлетворительную сходимость, что дает основание рекомендовать разработанные методики и программы расчетов на ЭВМ для использования при проектировании прицепов-ропусов лесовозных автопоездов.

4. Проведенная классификация возмущающего воздействия микропрофиля лесовозных автомобильных дорог позволяет разбить их на группы по уровню повреждающего воздействия на несущие конструкции лесотранспортных систем. Так, для условий БССР в качестве типизированного возмущающего воздействия следует использовать спектральную плотность микропрофиля, характеризующую коэффициентом неровности $S_q(\omega_0)$ равным $0,61 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot \text{с}$ и показателями степени $n_1 = 2,41$ и $n_2 = 2,01$.

5. В результате проведенных исследований установлена степень влияния на динамическую нагруженность и усталостную долговечность параметров системы "лесовозный автопоезд - пачка - дорога".

- при движении по веткам усталостная долговечность в 1,8-2,4 раза ниже, чем для случая движения по магистральной дороге;

- наиболее рациональным является введение в подвеску прицепа-ропуска упругих элементов $C_p = 1300$ кН/м, позволяет повысить ресурс предлагаемой конструкции в 1,95-3,15 раза по сравнению с жестко-балансирной подвеской;

- наиболее рациональной является величина базы балансирной тележки прицепа-ропуска равная 1,4-1,5 м.

6. Годовой экономический эффект от внедрения одного опытного образца прицепа-ропуска предлагаемой конструкции составил 1900 руб.

7. Разработанные методики расчета и приведенные рекомендации позволяют снизить металлоемкость рам прицепов ролпунков на 5-15 %. Ожидаемый экономический эффект от внедрения в практику проектирования разработанных математических моделей составляет 3100 руб на один проектируемый объект.

Основные результаты диссертации опубликованы в работах:

1. Смеян А.И., Тихонов А.Ф., Горонковский А.Р. Влияние типа подвески прицепа-ропуска на эффективность использования лесовозного автопоезда // Механизация лесоразработок и транспорт леса. - Минск, 1982. - Вып. 12. - С. 103-107.

2. Влияние состояния лесовозных дорог на технико-эксплуатационные показатели работы автопоездов / Жуков А.В., Абрамович К.Б., Горонковский А.Р., Доронин Л.Ф. // Тез. докл. научно-техн. конференции. - Минск, 1985. - С.116-117.

3. Оценка лесовозных дорог по возмущающему воздействию / Горонковский А.Р., Доронин Л.Ф., Асмоловский М.К., Дубкова М.З. // Механизация лесоразработок и транспорт леса. - Минск, 1985. - Вып. 15. - С. 60-63.

4. Жуков А.В., Горонковский А.Р., Мохов С.П. Моделирование нагруженности несущей системы прицепа-ропуска с исполь-

зованием метода конечных элементов // Тез. докл. всесоюзного научно-техн. совещания.- Петрозаводск, 1986.- С. 173-175.

5. Нагруженность конструкции прицепа-ропуска / Жуков А.В., Гороновский А.Р., Лагун С.И., Папко Б.А., Романов В.И. // Лесная промышленность. - 1986.- № II.- С. 30-31.

6. Жуков А.В., Гороновский А.Р. Оценка нагруженности рамы прицепа-ропуска с использованием метода конечных элементов // Технология и оборудование заготовки и переработки древесины.- Минск, 1987.- Вып. 2.- С. 30-34.

7. А.с. 1234251 СССР, МКИ³ В 60 Р 3/40. Коник транспортного средства для перевозки длинномерных грузов / А.В.Жуков, А.Р.Гороновский, В.В.Янушко, Б.А.Папко, А.И.Арабей (СССР).- Оpubл. 30.05.86, Бюл. № 20.- 2 с.: ил.

8. А.с. 1361029 СССР, МКИ³ В 60 G 5/04. Балансирная подвеска транспортного средства / А.В.Жуков, А.И.Смъян, А.Р.Гороновский, С.П.Мохов, А.И.Арабей, О.В.Травников (СССР).- Оpubл. 23.12.87. Бюл. № 47. - *2 с.: ил.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах с заверенными подписями просим прислать по адресу: 220630, г.Минск, ул.Свердлова, 13 а, БТИ, Ученый совет;



Андрей Романович Гороновский
СНИЖЕНИЕ МЕТАЛЛОЕМКОСТИ ПРИЦЕПОВ-РОСПУСКОВ
ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОПОЕЗДОВ ПУТЁМ РАЦИОНАЛЬНОГО
СООТНОШЕНИЯ КОНСТРУКЦИИ И ПАРАМЕТРОВ
НЕСУЩЕЙ СИСТЕМЫ И ПОДВЕСКИ

Подписано в печать 15.03.88 г. АТ 12538 Формат 60x84 1/16.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,17. Усл. кр.-отт. 1,17. Уч.-изд. л. 1.

Тираж 100 экз. Заказ 216 Бесплатно.

Белорусский ордена Трудового Красного Знамени
технологический институт имени С.М.Кирова.

220630, Минск, Свердлова, 13а.

Отпечатано на роталпринте Белорусского ордена Трудового
Красного Знамени технологического института им. С.М.Кирова.

220630, Минск, Свердлова, 13.