

**Национальная академия наук Кыргызской Республики
Институт машиноведения**

**Министерство образования и науки Кыргызской Республики
Кыргызский государственный технический университет
им. И. Раззакова**

Диссертационный совет Д. 05.16.523

**На правах рукописи
УДК 629.356:625.711.812(575.2 – 17)(043.3)**

Омуров Жыргалбек Макешович

**Разработка методики расчета процесса движения грузовых
автомобилей с жидким грузом в горных условиях (на примере
перевала «Тоо-Ашуу»)**

Специальность 05.22.10- Эксплуатация автомобильного транспорта

Автореферат

**диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Бишкек-2016

Работа выполнена в **Кыргызском государственном техническом университете им. И. Раззакова.**

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Давлятов Улукбек Рыскулович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, доцент
Суюнтбеков Ислам Эсенкулович

кандидат технических наук, доцент
Болотов Эркинбай Алманбетович

Ведущая организация: **Кыргызско-Российский Славянский университет им. Б.Ельцина»**
(г. Бишкек, ул. Киевская, 44)

Защита состоится 16 сентября 2016 года в 15-00 часов на заседании диссертационного совета Д.05.16.523 при Институте машиноведения Национальной академии наук Кыргызской Республики и Кыргызском государственном техническом университете им. И. Раззакова Министерства образования и науки Кыргызской Республики по адресу: г. Бишкек, ул. Скрябина, 23.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института машиноведения Национальной академии наук Кыргызской Республики и Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова.

Ваши отзывы на автореферат в двух экземплярах с подписью, заверенной гербовой печатью, просим направить по адресу: 720055, г. Бишкек, ул. Скрябина, 23, Институт машиноведения НАН КР, диссертационный совет Д.05.16.523, imash.dissovet@gmail.com.

Автореферат разослан “12“ августа 2016 г.

Ученый секретарь диссертационного
совета Д 05.16.523, к.т.н., с.н.с



Квитко С.И.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации. Автомобильный транспорт играет важную роль в экономике нашей страны. Он является единственным видом транспорта, который охватывает все области и населенные пункты по всей территории КР. В этих условиях чувствуется недостаточность конкурентоспособности автомобильных перевозок и научных исследований по обеспечению безопасности и эффективности перевозок в нашей стране.

Известно, что 65 % территории Кыргызской Республики составляют горы, по которым осуществляются перевозки грузов. В частности, международная автомобильная дорога «Бишкек - Ош» является важной автомагистралью, соединяющей столицу республики с Ошской, Жалалабадской, Баткенской, Таласской областями и соседними республиками - Узбекистаном, Таджикистаном и Казахстаном. На этой дороге интенсивность транспортного потока высока, к тому же в этих сложных высокогорных условиях перевозятся большие объемы грузов.

Протяженность автомобильной дороги Бишкек - Ош составляет 674 км, из них 428 км – горные участки, а 246 км – равнинная местность. Наиболее сложным является участок дороги со 103-го по 140-й километр, который проходит через перевал «Тоо-Ашуу». Перевал «Тоо-Ашуу» находится на высоте 3108 м над уровнем моря. Данный участок осложнен еще тем, что 12 км дороги перед вершиной перевала имеет крутой подъем, связанный с преодолением 56 опасных серпантинов с малыми радиусами кривизны в плане. Ширина проезжей части на этом участке дороги равна 8 м, а ширина обочины с каждой стороны – по 2 м. Наименьший радиус кривых в плане – 40 м, а наибольший продольный уклон составляет 83 промилле или 8,3 %.

Так как, горные условия для эксплуатации грузовых автомобилей (автопоездов) являются крайне тяжелыми, очень важно знать их режим движения при изобилии крутых подъемов, спусков, поворотов и серпантинов. Особенно этот вопрос важен при перевозке жидких грузов (например, нефтепродуктов). Всплескивание жидкого груза во время перевозок серьезно изменяет мгновенный центр тяжести автопоезда и тем самым, влияет на критическую скорость передвижения. Поэтому безопасность процесса перевозки во многом определяется правильным выбором скоростного режима автопоезда. В связи с этим разработка методики расчета процесса движения седельного автопоезда, перевозящего жидкие грузы в горных условиях, является актуальной задачей.

Разработка методики расчета позволит выбирать рациональный скоростной режим движения грузовых автомобилей для конкретных дорожных условий.

Связь темы диссертации с основными научно-исследовательскими работами. Работа выполнялась в рамках госбюджетных научно-исследовательских тем по договорам: «Определение социально-экономической предпосылки развития и обслуживания автомобильной дороги по маршруту «Бишкек-Ош» на расчетный срок до 2025 года» и «Разработка регламента перевозки опасных грузов в горных участках автомобильной дороги по маршруту «Бишкек-Ош».

Цель работы. Разработка методики расчета процесса движения и определение научно обоснованных рациональных скоростей движения для автопоездов, перевозящих жидкие грузы в горных условиях (на примере перевала «Тоо-Ашуу»).

Задачи исследования:

1. Обзор научных трудов по исследованию процессов движения автопоездов.
2. Разработка математической модели движения седельного автопоезда с учётом изменения радиусов поворотов, скорости, ускорения, продольных уклонов при подъёме и спуске, а также динамического влияния жидкости на стенки цистерны.
3. Разработка математической модели динамического влияния жидкости на стенки цистерны при движении автопоезда.
4. Разработка методики для расчета процесса движения автопоезда в виде компьютерной программы.
5. Обоснование рациональной и критической скоростей движения седельного автопоезда при перевозке жидкого груза в горных условиях.
6. Экспериментальное исследование перевозок автопоездами жидких грузов в горных условиях.
7. Разработка рекомендаций по выбору рациональных скоростей движения автопоездов с жидким грузом в горных условиях.

Основные положения диссертации, вносимые на защиту:

1. математическая модель процесса движения седельных автопоездов с учетом изменения параметров движения при динамическом воздействии жидкости на стенки цистерны позволяющая рассчитать силы реакции на передних и задних осях автомобиля, силы опрокидывания и заноса автомобиля;
2. математическая модель динамического влияния жидкости на стенки цистерны при движении автопоезда, с применением уравнения Навье – Стокса в цилиндрических координатах (r , φ , z) с учетом

воздействия перегородок внутри цистерны и изменения силы давления жидкости на стенки цистерны от ускорения, позволяющая обосновать критическую скорость движения в зависимости от силы реакции на каждом колесе автопоезда по условиям заноса или опрокидывания;

3. усовершенствованная методика расчёта процесса движения автопоезда для обоснования критической скорости движения автопоезда с жидким грузом, обеспечивающей безопасное движение в горных условиях.

Научная новизна полученных результатов заключается в следующем:

- разработанная математическая модель процесса движения седельных автопоездов отличается от известных, тем, что в ней учитываются не только изменение параметров движения, но и динамическое воздействие жидкости на стенки цистерны при движении;

- математическая модель динамического влияния жидкости на стенки цистерны при движении автопоезда, в отличие от известных учитывает воздействие перегородок внутри цистерны и зависимость изменения силы давления жидкости на стенки цистерны от ускорения;

- по методике расчёта процесса движения автопоезда для обоснования критической скорости по сравнению с известными выполняется расчет сил реакций на каждом колесе автопоезда по условиям заноса или опрокидывания.

Практическая значимость полученных результатов диссертационного исследования составляют:

- разработанные рекомендации для проекта развития автомобильной дороги «Бишкек-Ош» по выбору параметров дороги: ширины проезжих частей, значения уклонов продольного и поперечного профиля, радиусов закругления в плане, вертикальный кривых в продольном профиле;

- комплекс рекомендаций для водителей и организации перевозчика по выбору регламента движения автопоездов, перевозящих жидкие грузы по горным участкам дорог по маршруту «Бишкек-Ош».

Личный вклад соискателя в получении результатов. Основные результаты, изложенные в диссертации, получены автором лично, анализ полученных данных проведён самостоятельно с учетом имеющихся в литературе сведений.

Основная часть работы выполнена автором самостоятельно. В работах [2, 5, 7, 11], выполненных совместно с научным руководителем д.т.н., профессором У.Р. Давлятовыми, д.т.н., профессором О.Т. Шатмановым и к.т.н., доцентом Э.Д. Молдалиевым автору принадлежит равное участие в получении результатов.

Апробация результатов исследований. Основные положения и результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы совершенствования подготовки специалистов транспортных направлений» (г. Бишкек 2014 г.) и международной конференции «Транспорт. Проблемы и перспективы» (г. Бишкек, 2013 г.) КРСУ им. Б.Н. Ельцина),

Полнота отражения результатов диссертации в публикациях. Основные положения и результаты диссертационной работы опубликованы в 11 статьях, из них 2 – в зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, основных выводов и рекомендаций, списка используемой литературы из 94 наименований. Работа изложена на 133 страницах, включая 30 рисунков, 20 таблиц, 3 приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, обозначены ее основные цели и задачи, раскрыта научная новизна, отражены теоретическая и практическая значимость результатов диссертации, личный вклад.

В первой главе проведен обзор и анализ выполненных работ по исследуемой проблеме, который показал, что эффективность использования седельного автопоезда зависит от совокупности его свойств, которые проявляются в процессе эксплуатации и обуславливают пригодность к применению в заданных эксплуатационных условиях.

В рассмотренных работах не учитывается одновременное влияние жидких грузов и условий эксплуатации на режим движения автопоезда, что является важным условием для обеспечения устойчивости и безопасности движения.

Анализ проведенных работ показывает, что моделирование движения автопоездов, перевозящих жидкие грузы, является объектом многих исследователей, и в этой области получены определенные результаты. Однако комплексного влияния различных эксплуатационных и конструктивных факторов в них не рассмотрено.

На режим движения влияют условия эксплуатации автомобилей. Условия эксплуатации в целом определяются дорожными, транспортными и природно-климатическими условиями, каждое из которых характеризуется определенными факторами (рис. 1):

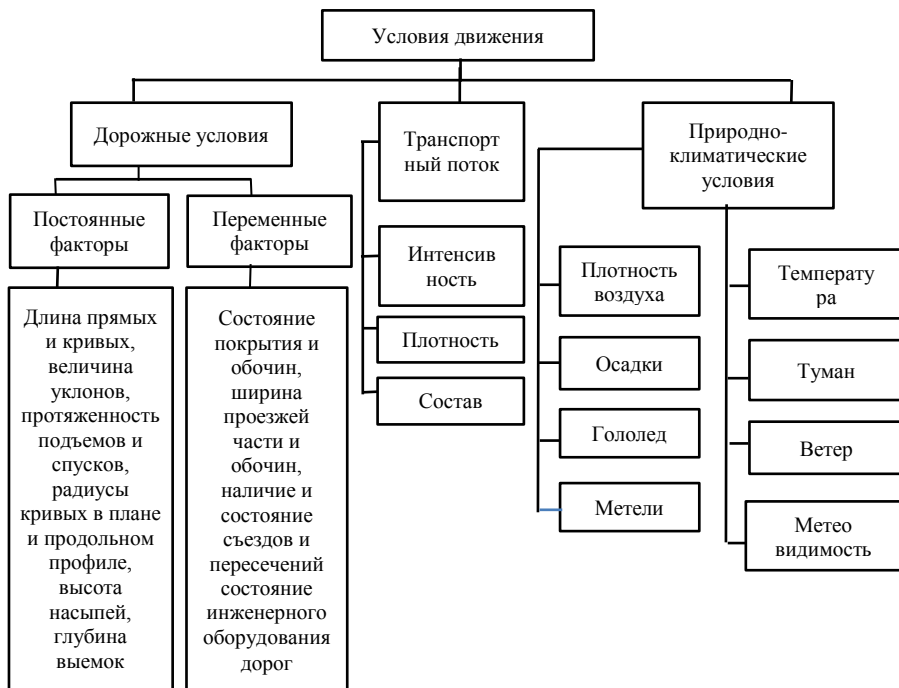


Рисунок – 1 Основные факторы, определяющие условия движения на горных дорогах

- дорожные условия: элементами профиля и плана дорог, рельефом местности, видом и ровностью дорожного покрытия, интенсивностью движения, помехами движению, стабильностью дорожного состояния, режимами движения;

- транспортные условия: видом груза, объемом перевозок, партионностью отправок, расстоянием перевозок, способами погрузки и выгрузки, режимами работы, видами маршрутов и организации перевозок, условиями хранения, технического обслуживания и ремонта;

- природно-климатические условия - особенностями зон умеренного, холодного, жаркого и высокогорного климата.

Решение всех вышеуказанных проблем нашли свое отражение в задачах исследования.

Во второй главе разработана математическая модель численного расчета процесса движения седельных автопоездов с учетом изменения основных его параметров (радиуса поворота, скорости, подъема-спуска,

ускорения, динамического воздействия жидкого груза на стенки цистерны).

Разработана методика численного расчета определения критической скорости, которая обеспечивает устойчивое, безопасное движение седельного автопоезда в различных условиях дороги с учетом и без учета влияния динамических воздействий жидкого груза на стенки цистерны седельного автопоезда;

Результаты численного расчета показали, что средняя скорость движения седельного автопоезда при перевозке нефти и нефтегрузов с учетом динамического воздействия жидкого груза на стенки цистерны меньше, чем без учета этого воздействия (8-10% при прямолинейном движении и 10-14% при криволинейном движении).

Общая схема методики исследования, включающей теоретические и экспериментальные исследования, приведена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Блок-схема методики исследования

На основании обобщения опыта эксплуатации автомобильного транспорта и обзора теоретических исследований выдвинута гипотеза о возможности повышения эффективности перевозки жидких грузов за счет определения показателей безопасного и эффективного режима движения.

При анализе факторов, влияющих на режим движения, рассматривались факторы, зависящие от эксплуатационных свойств, внешние факторы и факторы, влияющие на экономические показатели.

Криволинейное движение автопоезда в горных условиях является преобладающим, так как движение даже на строго прямолинейных участках дорог сопровождается подъемами и поворотами управляемых колес для коррекции направления движения и объезда возникающих на пути препятствий. Более 50 % своего пробега автопоезд движется по дугам окружности радиуса от 40 до 500 м. Характер криволинейного движения автопоезда зависит от его режима. Максимальное использование сцепных сил колес с дорогой при достижении необходимых скоростей движения автопоездами определяет наиболее безопасные и эффективные параметры режима движения. Отсутствие этих параметров в расчете режима движения может привести к ситуации, когда автопоезд в экстремальных условиях может потерять устойчивость движения.

Увеличение числа осей в пределах заданной базы приводит к снижению критической скорости. Уменьшает критическую скорость также увеличение массы и радиуса инерции автопоезда в горизонтальной плоскости. Также на устойчивость автопоезда большое влияние оказывают удельные величины реакций, действующих на колеса в плоскости движения, и, следовательно, их составляющие – продольная и боковая реакции.

Для эффективного использования автомобильного транспорта в определяемых условиях требуется определить безопасные и эффективные параметры режима движения данного автомобильного транспорта.

Исходя из этого разработана методика по обоснованию режима движения автопоезда с максимальной скоростью движения, при которой обеспечивается устойчивое и безопасное движение.

Методика основывается на математической модели седельного автопоезда, которая решается методом обратных задач динамики колесных машин, позволяющих определить параметры процесса движения с учётом смещения центра тяжести груза. Описание математической модели приведено в теоретическом исследовании

процесса движения автопоезда при перевозке жидких грузов в горных условиях.

Общая методика расчета по выбору безопасного и эффективного режима движения автопоезда, которая изложена в теоретическом исследовании процесса движения автопоезда при перевозке жидких грузов в горных условиях.

Начертив схему определения габаритной полосы движения седельного автопоезда (рис. 3), можно получить кривую (рис. 4), которая и является характеристикой маневренности или «вписываемости» анализируемого седельного автопоезда. Эта кривая разделяет поле графика на две области: над кривой – область «вписываемости» автопоезда в прямоугольный проезд (например, для самых узких участков дороги перевала «Тоо-Ашуу», точка «А»), под кривой – область «невписываемости».

Фактор маневренности для седельного автопоезда с тягачом «MAN TGS WW и полуприцепом–цистерной ФРЮЕХАУФ-TF34T13RBA»

$$M = \frac{B_0}{B_r} = \frac{2,5}{7,1} = 0,357 \quad (1)$$

где B_0 – габаритная ширина автопоезда по наиболее широкому звену; B_r – ширина равноширокого прямоугольного проезда, в которой полностью «укладывается» габаритная полоса движения подвижного состава.

Таким образом, фактор маневренности для седельного автопоезда с тягачом MAN TGS WW и полуприцепом–цистерной ФРЮЕХАУФ-TF34T13RBA, составил 0,357.

В третьей главе для проверки в конкретных условиях эксплуатации выдвинутых и разработанных теоретических результатов и рабочих гипотез было организовано и проведено экспериментальное исследование, в частности:

- определены силы реакций на колеса и координаты центра тяжести тягача и полуприцепа для применения в математических моделях;

- проведены исследования по определению соответствия эффективности рабочей и вспомогательной тормозных систем требованиям ГОСТ 22895-77. «Тормозные системы и тормозные свойства АТС», автопоездов с тягачами марки MAN TGS WW и полуприцепов – цистерн ФРЮЕХАУФ-TF34T13RBA. При этом установлено соответствие работы тормозной системы предъявляемым требованиям.

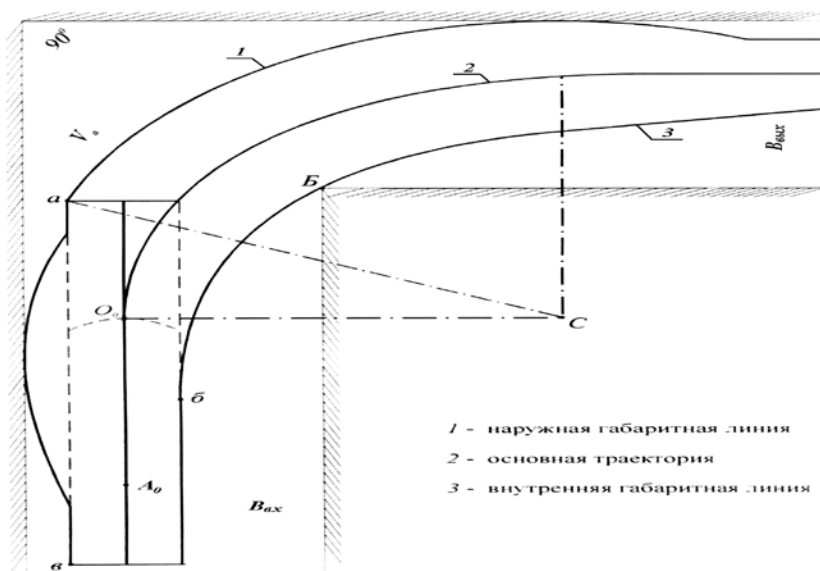


Рисунок 3 - Габаритная полоса движения седельного автопоезда



Рисунок 4 - Характеристика маневренности

- разработана программа и методика экспериментальных исследований;
- проведен хронометраж времени движения автопоездов по маршруту «Бишкек-Ош» и определена их скорость;

- по режиму движения, полученному на основе теоретических исследований, проведены реальные дорожные испытания, результаты которых подтвердили предлагаемый расчетный режим движения;

- проведено экспериментальное исследование по определению влияния динамического воздействия жидкого груза на режим движения.

Сравнительный анализ тормозных путей показал, что при торможении автопоезда с автоцистерной, заполненной жидким грузом на 95%, тормозной путь увеличивается на 9.1 %, чем при 100 % заполнении цистерны жидким грузом;

- рекомендованы средние скорости движения автопоездов, перевозящих жидкие грузы через перевал «Тоо-Ашуу».

Экспериментальные исследования проводились согласно принятой программе, методике и условий.

Нагрузки, действующие на переднюю и заднюю оси тягача определялись динамометром, установленным в местах, показанных на рис. 5 и рис. 6.

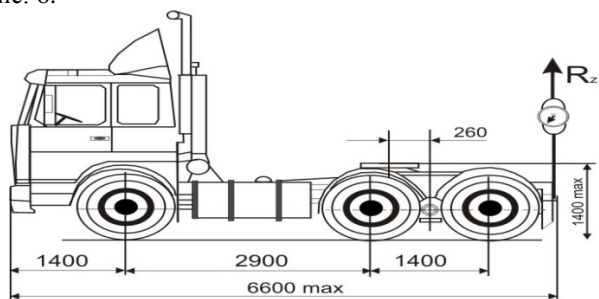


Рисунок 5 – **Схема** определения нагрузки на заднюю ось

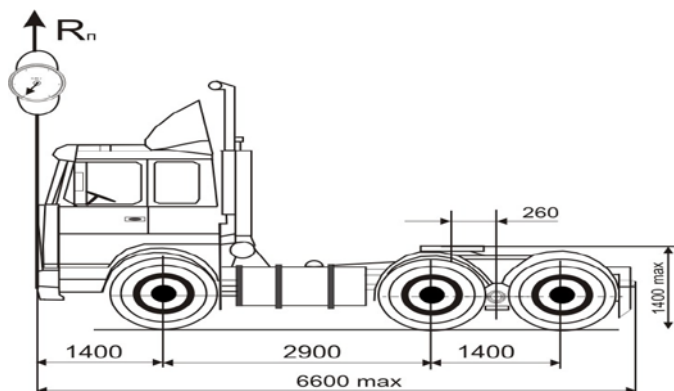


Рисунок 6 – **Схема** определения нагрузки на переднюю ось

Координаты центра тяжести тягача определялись по схеме, показанной на рис. 7.

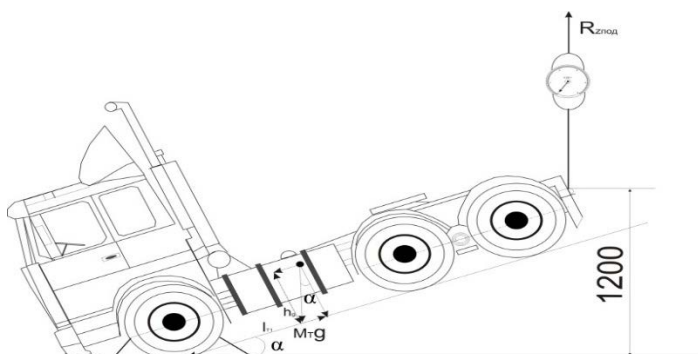


Рисунок 7 – **Схема** определения координат центра тяжести тягача

Замеры проводились по три раза каждый, их средние значения сведены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты замеров действующей нагрузки

Нагрузка		
На переднюю ось $R_{пз}$, Н	На заднюю ось $R_{zз}$, Н	На заднюю ось при поднятии на 0.56 м $R_{zпод}$, Н
41000±500	31500±500	31000±500

Силы реакций колес тягача на 2-х задних осях определены по зависимости:

$$R_{z2} = R_{zз} / 2 \quad (2)$$

R_{z2} и $R_{zз}$ - силы реакции на задние оси;

При $R_{zз}=45000$ Н реакции колес для одной оси будут равны:

$$R_{z2}=22750 \text{ Н.}$$

Аналогично определены силы реакций колес для передней оси:

$$R_{пз} (1,4 + 2,9 + 1,4) = R_{zз} (2,9 + 1,4), \quad (3)$$

где 2,9 м – расстояние между передней и задней осью;

1,4 м – расстояние между задними осями.

$$R_{z1}=54340 \text{ Н.}$$

Координаты центра тяжести определяются по зависимостям:

- расстояние от центра тяжести до передней оси:

$$M_T \ell_{T1} = R_{zmo} 3,6, \ell_{T1} = 1,71 \text{ м}$$

- высота центра тяжести:

$$R_{zmo} (L_T - l_1) \cos \alpha + M_T h_g \sin \alpha - M_T \ell_{T1} \cos \alpha - R_{zmo} h_{kp} \sin \alpha = 0, \quad (4)$$

где $M_T \ell_{T1}$ - расстояние от центра тяжести до передней оси;

ℓ_{T1} - длина перегородок цистерны;

L_T - длина полуприцепа;

l_1 - расстояние от центра тяжести до сцепного устройства;

α - продольный угол дороги.

R_{zmo} - высота центра тяжести;

$M_T h_g$ - расстояние от центра тяжести до поверхности дороги;

h_{kp} - расстояние от нижней части цистерны до поверхности дороги.

На рисунках 5 и 8 показаны габаритные размеры автопоезда и полуприцепа.

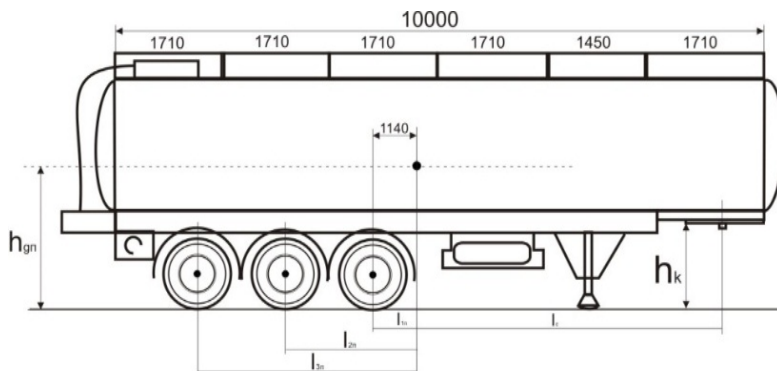


Рисунок 8 - Габаритные размеры полуприцепа ФРЮЕХАУФ-ТФ34Т13РВА: $h_{gn}=1,97 \text{ м}$, расстояние до первой оси $\ell_{n1} = 1,14 \text{ м}$

По требованиям предельная устойчивость не должна превышать 40° . Зная, что $\text{tg } 40^\circ = 0,84$, можно определить высоту центра масс.

Таким образом, по предложенной методике экспериментальных исследований определены основные параметры движения седельного автопоезда для обоснования режимов движения седельных автопоездов.

Перед испытаниями автопоезда проведен полный объем работ технического обслуживания согласно действующего положения и инструктаж водителей о задачах и ответственности эксперимента.

Экспериментальные исследования проводились согласно принятой программе и методике на установленных маршрутах через перевал «Тоо-Ашуу».

При движении по маршруту седельные автопоезда перевозили нефтепродукт из г. Бишкек в г. Ош. При этом определялись средняя техническая скорость V_{cp} и средний пробег t_{cp} .

В четвертой главе на основе результатов теоретических и экспериментальных исследований показано, что режим движения автопоездов целесообразно определять по участкам с одинаковыми условиями движения и обосновывать среднюю скорость автопоезда по каждому участку.

Эта скорость зависит от состава потока, дорожных условий, средств организации движения, погоды, ширины дороги и других показателей.

На основании анализа результатов определены и рекомендованы средние скорости на участках маршрута перевозки «Бишкек-Ош», проходящего через перевал «Тоо-Ашуу» в прямом и обратном направлении (таблица 2).

Таблица 2

Направление движения «Бишкек- Ош»		Направление движения «Ош-Бишкек»	
Участки дороги, км	Рекомендуемые скорости, км/ч	Участки дороги, км	Рекомендуемые скорости, км/ч
1	2	3	4
0	37,5	0	27
2,1	35	2,6	45,7
7,8	35,7	4,2	47,5
24,5	45,7	5,2	47,2
29,5	50	6,0	49,6
39,5	47,5	7,2	51,4
42,6	42,5	9,2	52,6
43,7	50,5	10,2	53,8
44,2	55	11,2	56,2
52,8	51,5	12,2	49,1
61,2	50,9	13,0	52
65,6	47,5	13,2	47,6
73	54	13,6	35,4
77,7	49,1	14,0	29,1
81,0	24,3	14,6	24,6

продолжение табл. 2

1	2	3	4
81,7	47,6	15,2	26,3
82,0	48,3	16,2	23
83,7	22,7	17,2	22,8
85,0	39,2	18,2	24
86,0	37,8	19,2	21,8
87,0	42,5	20,2	21,2
88,0	49,6	21,2	22,1
89,0	37,9	22,0	20
90,0	44,2	24,6	20
91,0	50,1	26,0	38,1
93,0	47,2	27,2	47,4
94,0	46	28,2	43,8
95,0	49,9	29,2	38,3
96,0	42,7	30,0	36,6
97,5	50	30,2	32,7
98,0	48,1	30,8	31,2
99,0	37,5	32,2	32,7
100,0	41,5	33,2	32,4
101,0	52	34,2	30,5
102,0	38,5	35,2	30,4
103,0	49,7	36,5	31,2
104,0	49,1	37,0	34,8
105,0	49,5	37,8	11,9
106,0	43,6	39,2	32,7
107,3	29,4	40,2	59,8
108,0	35,8	41,2	59,5
109,0	39,1	42,2	58,2
110,0	39,9	43,2	57,4
111,0	43,5	44,2	56,8
112,0	47,3	45,2	57,5
113,0	36,2	46,2	57,8
114,0	37,9	47,2	59,5
115,0	14	48,2	59,6
116,0	27,9	50,2	59,5
117,0	15,6	51,2	59,9
118,0	22,7	52,2	48
119,0	20,3	53,2	59
120,0	22,7	54,2	52,2
121,0	19,4	55,2	46
123,0	24,5	56,2	52,3
124,0	24,1	57,2	59,4
125,0	23,5	58,2	59,8

продолжение табл. 2

1	2	3	4
126,0	43	59,2	49,7
127,0	24,5	60,2	47
128,0	25,8	61,2	56,8
129,0	24,5	62,2	49,6
129,6	30	63,2	47
132,0	18	64,2	54,3
133,0	17,5	65,2	59,1
134,0	15,2	66,2	59,5
135,0	16,4	67,2	59,7
136,0	17,8	68,2	59,8
137,0	17,9	69,2	57
138,0	32,8	71,2	49
139,0	25,6	72,2	57,5
140,0	25,5	73,2	56,8
141,0	24,2	73,7	52,3
142,0	24,4	74,2	45,8
143,0	25	76,2	52,8
144,0	23,7	77,2	48,5
145,0	50	78,2	59,5
148,0	49,1	79,2	59,7
149,0	54	80,2	59,8
150,0	50	89,2	59,7
153,0	50	84,2	59,2
154,0	45	86,2	59,6

Примечание. Расчет обратного направления проводился от начала перевала до с. Сосновка.

Была выполнена оценка экономического эффекта от внедрения мероприятий по оптимизации скоростного режима движения:

себестоимость грузовых автомобильных перевозок за 1 т нефти или нефтепродукта составила 0,76 сома за 1 т груза;

прибыль в зависимости от автомобиле-дней в работе составила 8 718 436 сом в год; общая рентабельность перевозок повысилась до 26 %.

Основные выводы и рекомендации

В результате выполненных исследований решена актуальная задача обеспечения безопасной и эффективной перевозки грузов автоцистернами в горных условиях и разработка методики процесса движения грузовых автомобилей на перевале «Тоо-Ашуу».

По результатам выполненных работ можно сделать следующие общие выводы:

1. Проведенный анализ научных трудов по исследованию и моделированию движения автопоездов, перевозящих жидкий груз в горных условиях, показал, что в этом направлении достигнуты определённые успехи, но не учтено комплексное влияние различных условий эксплуатации и динамическое воздействие жидкого груза на режимы движения в горных условиях.

2. Разработана математическая модель движения седельных автопоездов, учитывающая не только изменение параметров движения (радиус поворота, скорость, ускорение, подъем-спуск, транспортный поток и др.), но и изменение динамического воздействия жидкости на стенки цистерны при движении.

3. Разработана общая методика расчёта процесса движения седельного автопоезда для обоснования критической скорости движения, производился расчет сил реакций на каждом колесе автопоезда по условиям заноса или опрокидывания. Как показали результаты расчётов, скорость автопоездов при учёте динамического воздействия жидкости на стенки цистерны должна быть меньше, чем без учёта этого воздействия: на 8 – 10 % - при прямолинейном движении и на 10 – 14 % - при криволинейном движении.

4. На основе проведенных экспериментальных исследований была скорректирована общая методика расчёта процесса движения автопоездов, перевозящих жидкие грузы в горных условиях, по условиям заноса или опрокидывания.

5. Результаты экспериментальных исследований для определения динамического воздействия жидкого груза на режимы движения седельного автопоезда при автоцистерне, заполненной жидким грузом на 95 % и 100 %, показали, что:

- при торможении седельного автопоезда с жидким грузом, заполненным на 95% объёма, при прямолинейном движении тормозной путь (25,6 м) больше, чем заполненный при 100 % объеме жидким грузом (23,46 м) на 9,1 %;

- критическая скорость движения автопоезда по криволинейной траектории (радиусом 35 м) при заполненной жидким грузом на 95 % автоцистерне меньше, чем при 100 % заполнении жидким грузом на 14,5 %.

6. Предложенный комплекс рекомендаций по выбору водителями и организациями-перевозчиками регламента движения перевозки жидких грузов в горных условиях сочетает оптимизацию скоростного

режима по условиям заноса или опрокидывания и значение тормозного пути при различных дорожных условиях.

**Основные положения диссертационной работы опубликованы
в статьях:**

1. Омуров, Ж.М. Методы формирования транспортно-логистических центров [Текст] / Б. Советбеков, Ж.М. Омуров, // Интернет журнал ВАК КР. Выпуск 1 - Бишкек, 2012.
2. Омуров, Ж.М. Разработка методики расчета по выбору безопасного и эффективного режима движения седельного автопоезда [Текст] / У.Р. Давлятов, Ж.М. Омуров, // Наука, новые технологии и инновации. Выпуск № 5. – Бишкек, 2013. - С. 29-32.
3. Омуров, Ж.М. Определение параметров устойчивого движения седельного автопоезда в горных условиях [Текст] / Ж.М. Омуров, // Наука, новые технологии и инновации. Выпуск № 5. – Бишкек, 2013. - С. 13-17.
4. Омуров, Ж.М. Определение зависимости способствующих и препятствующих сил опрокидыванию и заносу от скорости движения седельного автопоезда [Текст] / Ж.М. Омуров, // Вестник Таджикского Технического университета, № 1, 2014. – С. 82-84.
5. Омуров, Ж.М. Разработка математической модели для обоснования параметров режима движения автопоезда при перевозке жидких грузов в горных условиях эксплуатации [Текст] / У.Р. Давлятов, А.А. Шермухамедов, Ж.М. Омуров, // Наука, новые технологии и инновации. Выпуск № 1. – Бишкек, 2014. - С. 26-28.
6. Омуров, Ж.М. Перевозка жидких грузов автоцистернами в горных условиях [Текст] / Калыс у Э, Ж.М. Омуров // Известия КГТУ им.И. Раззакова. Выпуск № 31. - Бишкек, 2014. - С. 161-164.
7. Омуров, Ж.М. Экспериментальные исследования процесса движения седельных автопоездов при перевозке жидких грузов в горных условиях [Текст] / Э.Д. Молдалиев, А.Ш. Калманбетова Ж.М. Омуров // Известия КГТУ им.И. Раззакова. Выпуск № 32. - Бишкек, 2014. - С. 189-191.
8. Омуров, Ж.М. Определение параметров движения автопоезда на различных участках международной автомобильной дороги “Бишкек-Ош” [Текст] / Ж.М. Омуров // Известия КГТУ им.И. Раззакова. Выпуск № 1 (34). - Бишкек, 2015. - С. 63-68.
9. Омуров, Ж.М. Оценка работы вспомогательной тормозной системы седельного автопоезда с полуприцепом [Текст] / Ж.М. Омуров

// Известия КГТУ им.И. Раззакова. Выпуск № 1 (34). - Бишкек, 2015. - С. 84-87.

10. Омуров, Ж.М. Эксплуатационные свойства транспортных средств, влияющие на режим движения [Текст] / Ж.М. Омуров // Известия КГТУ им. И. Раззакова. Выпуск № 36 - Бишкек, 2015 – С. 141-145.

11. Омуров, Ж.М. Математическая модель и методика численного расчета процесса движения седельного автопоезда в горных условиях эксплуатации [Текст] / О.Т. Шатманов, У.Р. Давлятов, Ж.М. Омуров // Технические науки СиБАК. Выпуск № 2 (50) - Новосибирск, 2016 – С. 166-175.

Резюме

Жыргалбек Макешович Омуровдун 05.22.10-Автомобильдик унааларды пайдалануу адистиги боюнча техникалык илимдердин кандидаттыгы боюнча окумуштуулук даражага ээ болуу үчүн «Тоолу аймакта суюк жүк ташуучу атоунаалардын кыймыл аракетиндеги процесин эсептөөдөгү методикасын иштеп чыгуу» темасына жазылган диссертациясынын кыскача мазмуну

Ачкыч сөздөр: автоунаанын кыймылын эсептөөдөгү ыкмалары, автопоездин кыймыл процесинин анализи, тормоздук жолу, орточо ылдамдыгы, математикалык модели, бурулуу радиусу, ашууга чыгуу-ылдый түшүү кыймылы ж.у.с.

Изилдөөнүн объектиси: тоолу аймакта суюк жүктү сүйрөп ташуучу автопоезд MAN TGS WW жана 95% жана 100% пайызга суу менен толтурулган асылып сүйрөлүүчү прицепт-цистерна ФРЮЕХАУ-ТF34TRBA жана артынан ээрчип, кыймыл учурун тартып жүрүүчү тойот маркасындагы жеңил автоунаа.

Иш максаты: тоолу аймак аркылуу «Төө-Ашуу» ашуусу менен суюк жүк ташуучу автопоездин кыймыл процесин эксперимент жолу менен изилдөө жана эсептөө методикасын иштеп чыгуу.

Изилдөө ыкмалары: статистикалык теория методунун колдонулушу, математикалык моделди жана так эксперименталдык маалыматты колдонуу. Экспериментти жүргүзүүдө комплекстүү тетиктер жана жабдыктардын жардамы менен кыймылда жүгү менен бара жаткан автоунаанын ылдамдыгын, бурулуудагы радиусун, өйдө чыгууда жана ылдый түшүүдөгү кыймыл режимин аныктоо иши каралган.

Алынган жыйынтыктар жана анын жанылануусу: жүгү менен бара жаткан автоунаанын кыймыл учурундагы процесин эсептөө методикасы иштелип чыкты. Математикалык модель түзүлдү. «Бишкек-Ош» автоунаа жолуна коркунучтуу суюк жүк ташуу боюнча ар кайсы бөлүнгөн аралыкта комплекстүү шарттар сунушталган.

Колдонуу аймактары: автоунааны эксплуатациялоо жана жолдо жүрүү коопсуздугун системасын камсыздоо.

Резюме

диссертации Омурова Жыргалбека Макешовича на тему:
«Разработка методика расчета процесса движения грузовых автомобилей с жидким грузом в горных условиях», на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.22.10-Эксплуатация автомобильного транспорта

Ключевые слова: методика расчета движения автомобиля; анализ процесса движения автопоезда; тормозной путь; средняя скорость; математическая модель; радиус поворота; подъем-спуск и др.

Объект исследования: автопоезд в составе тягачей MAN TGS WW и полуприцепов-цистерн ФРЮЕХАУФ-TF34TRBA, перевозящий жидкий груз в горных условиях, наполненный грузом на 95 % и 100%.

Цель работы: Разработка методики расчета процесса движения и определение научно обоснованных рациональных скоростей движения для автопоездов, перевозящих жидкие грузы в горных условиях.

Методы исследования: использованы методы статистической теории, математического моделирования и натурных экспериментов. Эксперименты проводились с помощью спутниковым навигатором «Navibe GPS receiver» в комплексе с ноутбуком, для измерения скорости движения грузового автомобиля с грузом в горных условиях, радиусы поворотов, подъемов и спусков автомобиля.

Полученные результаты и их новизна: усовершенствована методика расчета процесса движения грузового автомобиля с жидким грузом, разработана математическая модель процесса движения седельного автопоезда, разработана математическая модель процесса движения седельных автопоездов с учетом изменения параметров движения при динамическом воздействии жидкости на стенки цистерны, позволяющая рассчитать силы реакции на передних и задних осях автомобиля, силы опрокидывания и заноса автомобиля; рекомендован комплекс мероприятий при перевозке жидких опасных грузов на различных участках автодороги «Бишкек-Ош»;

Область применения: эксплуатация автомобильного транспорта, система обеспечения дорожной безопасности.

Summary

**Omurova Jyrgalbek Makeshovicha dissertation on the theme:
"Development method of calculating the movement of trucks with liquid
cargo in the mountains" for the degree of candidate of technical sciences
on specialty 05.22.10-operation of road transport**

Keywords: method of calculating the movement of the vehicle, the analysis of the movement of trains, stopping distance, average speed, the mathematical model, the turning radius, climbing, descent and others.

The object of study: tractor-trailer as part of MAN TGS WW and polupritsepov- tanks FRYUEHAUF-TF34TRBA, carrying liquid cargo in the mountains, filled with a load of 95% and 100% and succeeded car toiota, equipped with devices samozapisyvayaschimi videonovigatorom GRS and laptop.

Objective: To develop a methodology and experimental study of the process of freight trains from the liquid cargo in the mountains at the pass "Too-Ashu."

Methods: used methods of statistical theory, mathematical modeling and field experiments. Experiments were carried out with the help of satellite navigation «Navibe GPS receiver» in conjunction with a laptop computer, for measuring the speed of movement of the truck with a load in the mountains, turning radius, the ups and downs of the car.

The results and their novelty: improved procedure of the process of the cargo vehicle with liquid cargo, developed a mathematical model of the process of movement of a truck train, developed a mathematical model of the process of movement of truck trains, taking into account the evolution of traffic parameters in the dynamic action of liquid to the tank wall, allows to calculate the reaction forces on the front and rear axles of the car, power tilt and skidding car; It recommended a set of measures for the carriage of liquid dangerous goods in different parts of the highway "Bishkek-Osh";

Application: Operation of motor transport, the system of road safety.

