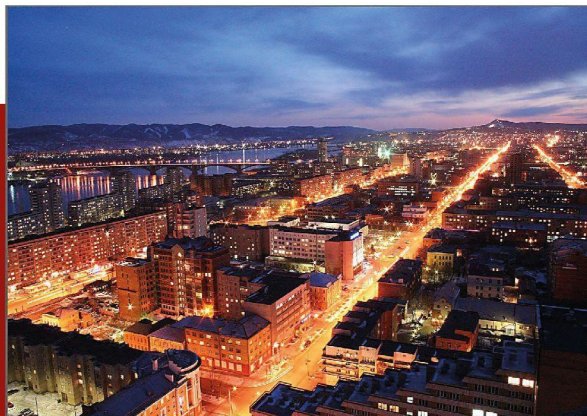


ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ СИБИРИ

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

ВСЕРОССИЙСКАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

*Посвящается 50-летию
факультета транспорта
Политехнического института
Сибирского федерального университета*

***ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ СИБИРИ
ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ***

Всероссийская научно-практическая конференция
с международным участием

(Красноярск, 17–19 октября 2013 года)

Сборник научных трудов

Под общей редакцией доктора технических наук В. В. Минина

Красноярск
СФУ
2013

УДК 629.331+656.02
ББК 39.33
Т654

Т654 **Транспортные системы Сибири. Проблемы безопасности :**
сб. науч. тр. Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием,
Красноярск, 17–19 окт. 2013 г. / под общ. ред. В. В. Минина. –
Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2013. – 296 с.
ISBN 978-5-7638-2907-5

Рассмотрены актуальные вопросы функционирования и развития транспортных систем в аспекте проблем безопасности: совершенствование организации дорожного движения; стратегическое управление городским пассажирским комплексом; совершенствование системы профилактики, диагностики, технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств; реализация системотехнических задач при проектировании и моделировании транспортных средств; топливообеспечение; информатизация на транспорте; повышение качества подготовки специалистов транспортного профиля.

Предназначен для научных, инженерно-технических работников и специалистов, занимающихся решением задач в области совершенствования транспортных систем и транспортно-технологических комплексов.

**УДК 629.331+656.02
ББК 39.33**

ISBN 978-5-7638-2907-5

© Сибирский федеральный университет, 2013

СОДЕРЖАНИЕ

Вступительное слово декана факультета транспорта ПИ СФУ И. М. Блянкинштейна	6
Еремин С. В. СИСТЕМА СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПАССАЖИРСКИМ КОМПЛЕКСОМ г. КРАСНОЯРСКА И ЕГО АГЛОМЕРАЦИИ.....	8
Корчагин В. А., Ризаева Ю. Н., Корчагина Т. В. СОЗДАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОЭКОНОМИКИ НА БАЗЕ НОВЫХ ЗНАНИЙ	15
Блянкинштейн И. М. ВИРТУАЛЬНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ И ДИАГНОСТИКИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ	21
Федотов И. В., Бойко А. В., Халезов В. П. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НОРМАЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПО ДЛИНЕ ПЯТНА КОНТАКТА ЭЛАСТИЧНОЙ ШИНЫ С БЕГОВЫМ БАРАБАНОМ И ДОРОГОЙ.....	34
Булгаков Н. Ф., Коваленко В. В., Шалимов С. Н. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОФИЛАКТИКИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ	46
Павлов В. П. РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМОТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОДНОКОВШОВЫХ ЭКСКАВАТОРОВ В КОМПЬЮТЕРНОЙ СРЕДЕ.....	54
Минин В. В. МЕТОДОЛОГИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ УНИВЕРСАЛЬНЫХ МАЛОГАБАРИТНЫХ ПОГРУЗЧИКОВ.....	61
Marek Młyńczak METHOD OF RISK ASSESSMENT CONCERNING DANGEROUS GOODS TRANSPORTATION	69
Фадеев А. И. НОРМИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ДВИЖЕНИЯ НА ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ	82
Грушевский А. И., Асхабов А. М. ТОПЛИВО БУДУЩЕГО	89
Грушевский А. И., Кащура А. С. ТОКСИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ	96
Булакина Е. Н., Моисеев В. В., Булакина О. Н. ОРГАНИЗАЦИЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ СРЕДОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СТРУКТУР.....	106
Попова И. М., Данилов И. К., Попова Е. А. ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК ПУТЕМ ОСНАЩЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ СИСТЕМОЙ ГЛОНАСС	110

Катаргин В. Н., Морозов Д. А. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СИСТЕМНОГО ПОДХОДА К РАСПРЕДЕЛЕНИЮ ФОНДА РАБОТ РЕМОНТНО-ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПЕРСОНАЛА	114
Катаргин В. Н., Писарев И. С., Хмельницкий С. В. ОПТИМИЗАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕСУРСОВ РАЗМЕРНЫХ СВЯЗЕЙ АГРЕГАТОВ АВТОМОБИЛЕЙ.....	120
Катаргин С. Н. УПРАВЛЕНИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ И РОЛЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ.....	127
Мальцев В. А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА АВТОГРЕЙДЕРА ДЛЯ СКАЛЫВАНИЯ ЛЬДА.....	135
Ковалев В. А. ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНОВ СИБИРИ	140
Махова Е. Г., Алексеев Д. А. ОСНОВАНИЯ ОСВОБОЖДЕНИЯ ОТ ВОЗМЕЩЕНИЯ УЩЕРБА, ПРИЧИНЕННОГО АВТОМОБИЛЕМ КАК ИСТОЧНИКОМ ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТИ.....	144
Архинов С. В. ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ ТРАНСПОРТНОГО ПРОФИЛЯ, РЕШАЕМЫЕ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРОЙ	156
Ковалев Ю. И. УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА ЛАБОРАТОРИИ «ВОССТАНОВЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ ГАЛЬВАНИЧЕСКИМИ ПОКРЫТИЯМИ» КАФЕДРЫ «ТРАНСПОРТ».....	166
Погодаев В. П. ОЧИСТКА ЭЛЕКТРОЛИТА ЖЕЛЕЗНЕНИЯ ОТ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ.....	174
Гринцевич В. И. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБСЛУЖИВАНИЯ ХОДОВОЙ ЧАСТИ АВТОМОБИЛЕЙ	176
Зеер В. А., Мартынов А. А., Жарков И. С. МАЛОГАБАРИТНЫЙ ВЕЗДЕХОД-АМФИБИЯ	187
Дмитриев В. А. ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА.....	197
Фадеев И. В., Рязанов В. Е. К ПРОЕКТИРОВАНИЮ СТАНЦИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ	204
Трояков А. Н. ПРАВОВАЯ ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА	209
Абрамов А. М. ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДИНАМИКОЙ АВТОПОЕЗДА.....	213

Евсеев П. П., Моисеев С. А. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАРУШЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ МНОГОСЛОЙНЫХ СТЕКЛОЛ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ОТ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ КУЗОВА АВТОМОБИЛЕЙ.....	221
Хегай Ю. А., Сарвирова Н. С. ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА.....	228
Безуглов А. С. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ БЕТНОСМЕСИТЕЛЕЙ ДЛЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ ПОГРУЗЧИКОВ.....	232
Никонов Д. Д. ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО РАЗРУШЕНИЮ СНЕЖНО-ЛЕДЯНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ НА ДОРОГАХ.....	238
Ахпашиев А. Ю. АВТОМАТИЗАЦИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ОДНОКОВШОВОГО ЭКСКАВАТОРА В MATLABSIMULINK.....	242
Марусин А. В., Сычёв А. М., Данилов И. К. РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ В ПЛУНЖЕРНОЙ ПАРЕ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЯ....	249
Хорош И. А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ НА ОСНОВЕ РАПСОВОГО МАСЛА В ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ.....	255
Черноусов В. Н., Дадар А. Х., Тапышпан А. М. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ В г. КЫЗЫЛЕ.....	263
Парилов Р. Г. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЧИСТКИ ТРУБОПРОВОДОВ ХОЛОДНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПРИ ИХ БЕСТРАНШЕЙНОМ РЕМОНТЕ	269
Захарцов А. Г., Голуб Н. В. ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ПОЛОС ВЫДЕЛЕННОГО ДВИЖЕНИЯ ДЛЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА В г. КРАСНОЯРСКЕ	272
Бойко А. В., Ле Ван Л. РАДИУС КАЧЕНИЯ КОЛЕСА В ВЕДОМОМ РЕЖИМЕ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ БЕГОВОГО БАРАБАНА.....	276
Зеер В. А., Яковлев Ю. М., Окладников Д. Л., Сорокин А. А. КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПОДВЕСОК	283

Уважаемые коллеги!

Пятьдесят лет назад приказом ректора Красноярского политехнического института (КПИ) В. Н. Борисова от 27 августа 1963 г. № 237, во исполнение приказа министра высшего и среднего специального образования РСФСР № 333 от 16 мая 1963 г., на базе четырёх кафедр: «Автомобильный транспорт», «Автомобильные дороги», «Строительные и дорожные машины», «Машиноведение» – был образован автодорожный факультет КПИ.

За минувшие полвека факультет прошел основные этапы развития учебно-научного подразделения технического вуза, сменил несколько названий: автодорожный факультет КПИ, автотранспортный факультет Красноярского государственного технического университета, факультет транспорта Политехнического института Сибирского федерального университета, но, несмотря на смену названий, миссия его всегда остается прежней – он готовит кадры для транспортной системы Красноярского края и Севера Сибири.

В подготовке первой волны преподавателей факультету помогали Московский автомобильно-дорожный институт (МАДИ), Ленинградский инженерно-строительный институт (ЛИСИ), Челябинский политехнический институт (ЧПИ). Сегодня вопросы подготовки научно-педагогических кадров факультет решает своими силами через собственную аспирантуру, что говорит о накопленном потенциале.

За минувшие годы факультет стал «донором» для нескольких подразделений нашего вуза. Так, на его базе были созданы, позднее выделились и успешно функционируют: дорожный факультет Инженерно-строительного института СФУ, Институт нефти и газа СФУ, специальность и кафедра «Экономика транспорта» Института управления и бизнес-технологий СФУ, специальность «Городской электрический транспорт» факультета энергетики Политехнического института СФУ.

За 50 лет факультетом транспорта подготовлено более 10 000 специалистов для транспортной отрасли Енисейского региона! На многих предприятиях транспортного комплекса края трудятся наши выпускники!

Нашему факультету есть чем гордиться: среди его выпускников – кандидаты и доктора наук, профессора, заслуженные деятели науки и техники России, заслуженные изобретатели России, генералы и губернаторы, министры краевого и заместители министров федерального уровней, руководители межрегиональных управлений, депутаты законодательных собраний, успешные предприниматели, бизнесмены и просто классные автомобилисты.

Хочется надеяться, что нынешние реформы высшей школы будут способствовать дальнейшему развитию факультета.

С юбилеем, факультет!

*Декан факультета транспорта ПИ СФУ
И. М. Блянкинштейн*

С. В. Еремин

Министерство транспорта Красноярского края

**СИСТЕМА СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ
ПАССАЖИРСКИМ КОМПЛЕКСОМ г. КРАСНОЯРСКА
И ЕГО АГЛОМЕРАЦИИ**

Для решения транспортных проблем в крупных городах и возникающих агломерациях необходимы средства, позволяющие решать эти проблемы с учетом множества факторов и в рамках существующих ограничений. Для этих целей требуются системы стратегического управления развитием транспорта и транспортной инфраструктуры, ориентированные как на проблемы конечных пользователей – пассажиров, так и на проблемы муниципальных хозяйств, операторов-перевозчиков, различных служб транспортного комплекса, участвующих в организации функционирования транспорта в целом. Такая постановка задачи требует построения ролевой модели для всех участников этого процесса с выделением их миссий и целей.

Это, в свою очередь, требует создания системы сбалансированных ключевых показателей (ССКП), характеризующих степень достижения целей для выделенных ролей. Наряду с формулировкой ролеориентированных критериев в виде ССКП необходимо наличие ограничений в виде регламентов качества транспортного обслуживания, позволяющих держать систему в допустимых нормах. При такой постановке задачи можно говорить об эффективном развитии транспортного комплекса в рамках стандарта на транспортное обслуживание населения.

В основу концепции стратегического управления пассажирским комплексом (СУПК) положены два принципа:

1. Принцип удовлетворения спроса на транспортные услуги согласно стандартам качества.
2. Принцип стратегического менеджмента.

Первый принцип предполагает существование нормативных документов (стандартов качества), в которых детально прописаны условия работы транспорта, гарантирующие качество предоставляемых

транспортных услуг населению. Наличие таких нормативов является «точкой опоры», позволяющей представить эту сложную проблему в некоторой «системе координат», определяемой показателями качества транспортного обслуживания. Отсюда естественным образом вытекает требование к системе организации транспортного обслуживания. Такая система должна иметь информацию о спросе населения на транспортные услуги, что предполагает наличие социально-экономического блока, в котором эта информация собирается и должным образом представляется.

Другой важный блок связан со сбором и представлением информации о транспортной инфраструктуре и ее возможностях. Система содержит возможности находить «критические точки», т. е. причины, порождающие проблемы в удовлетворении спроса.

Второй принцип находится в тесной взаимосвязи с первым принципом. Нахождение «критических точек» в системе обслуживания позволяет сформулировать стратегические цели развития транспортной инфраструктуры и разбить эти цели на подцели тактического характера. Принцип стратегического менеджмента предполагает наличие такой системы сбалансированных показателей, которая дает возможность измерить степень приближения к стратегической цели. Этот принцип ориентирует на создание такой системы управления пассажирским комплексом, в которой обозначены роли всех участников процесса управления развитием транспортного комплекса.

На рис. 1 представлена схема организации ситуационного центра для принятия решений по стратегии развития транспортного комплекса (ТК).

Система мониторинга пассажирского комплекса представляет текущую информацию:

- о подвижном составе;
- о пассажиропотоках;
- о позициях единиц подвижного состава на маршрутах;
- о состоянии инфраструктуры и пр.

Эта информация обрабатывается и накапливается в базе данных.

В дальнейшем она служит основой для принятия коллективных решений по управлению ТК.

Система когнитивной графики позволяет отображать всю информацию о состоянии ТК в наглядном виде.

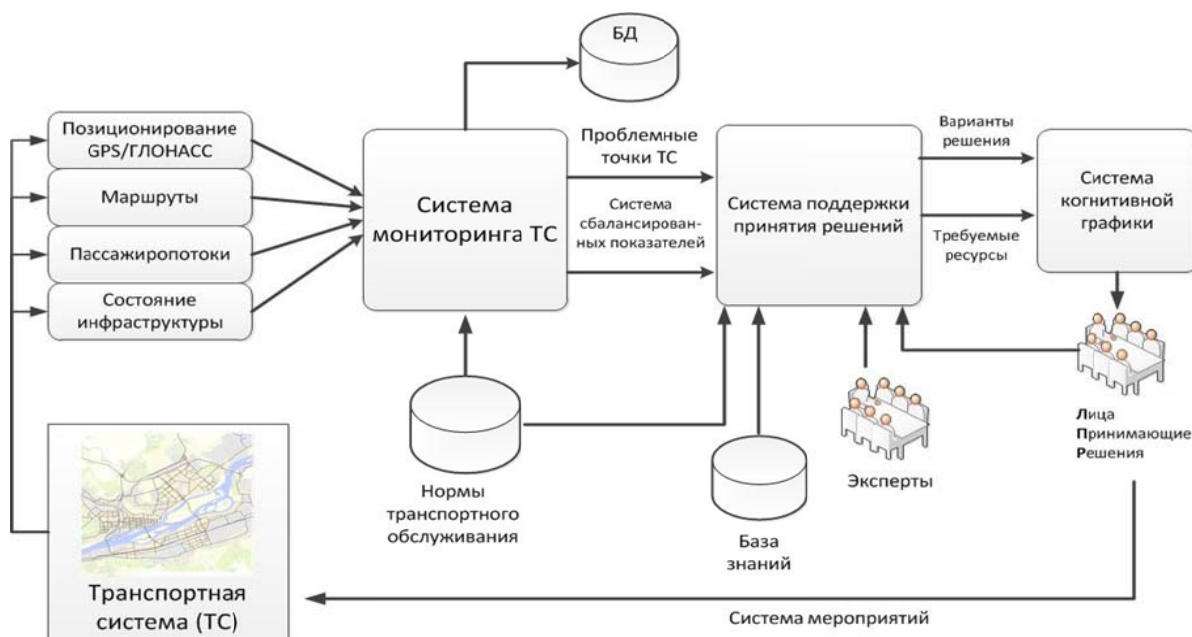


Рис. 1. Схема организации ситуационного центра

Опыт функционирования ТК обобщается и накапливается в базе знаний. Нормы (стандарты транспортного обслуживания) рассматриваются как нормативные ограничения. Возможным критерием качества ТК выступает транспортная доступность.

Характеристика СУПК:

- содержит прогностический механизм, т. е. способен отвечать на вопрос «Что будет, если ...?»;
- содержит компоненту генерации вариантов принятия решения по урбанистической ситуации: выявление критических мест в транспортной сети и генерация новых вариантов транспортных схем;
- содержит компоненту бизнес-аналитики. Здесь, в частности, рассматриваются вопросы тарифной политики как способа мягкого управления бизнес-системой;
- имеет интерфейс с системой мониторинга пассажирского транспорта;
- содержит компоненту для генерации отчетов.

Математическая модель транспортного комплекса в качестве основы имеет математическую модель транспортной сети, которая, в свою очередь, является графом.

Рассмотрим этот граф, который определяется множеством вершин S и множеством дуг R , соединяющих эти вершины. Множества вершин графа интерпретируются как станции, или остановки транспорта, или пункты посадки, или точки зарождения пассажиропотока. Далее предполагается, что все точки зарождения пассажиропотока будут иметь единый набор свойств, таких как:

- интенсивность потока пассажиров, прибывающих на станцию;
- интенсивность обслуживания пассажиров транспортным средством;
- среднее время ожидания пассажиром транспортного средства;
- наполняемость или среднее количество пассажиров, ожидающих транспортное средство;
- вероятность того, что пассажир не перейдет на альтернативный маршрут.

Дуги графа R интерпретируются как участки улично-дорожной сети, соединяющие станции. Каждая дуга имеет единый исчерпывающий состав свойств, таких как:

- средняя скорость на данном участке;
- длина участка;
- интенсивность движения на участке;
- средняя плотность движения;
- количество единиц подвижного состава на маршруте;
- вместимость единицы подвижного состава;
- парк приписки подвижного состава;
- стоимость проезда;
- средняя наполняемость подвижного состава в процентах на данном участке.

Заметим, что связность подграфов, соответствующих видам транспорта, могут обеспечить только пешеходные маршруты, которые соответствуют переходам с одного вида транспорта на другой. Пешеходные маршруты являются элементарными маршрутами.

Пересадочным узлом далее будем называть подграф графа транспортной сети, имеющий дуги, соответствующие пешеходным маршрутам. Любая станция обязательно соединяется через пешеходный маршрутс другими станциями.

Под транспортной доступностью будет пониматься совокупность свойств транспортной сети, которые характеризуют ее способность удовлетворять транспортные потребности пассажиров. Термин «доступность» интерпретируется как обеспечение доступа пассажира к заранее намеченной географической точке за определенное время и/или за определенную стоимость.

Пассажиропотоки – это сущность, которая ассоциирована с транспортной сетью, определяется как по сети в целом, так и по отдельным видам транспорта. Ниже приведены наиболее важные характеристики, связанные с пассажиропотоками:

- интенсивность потока пассажиров, прибывающих на станцию;
- интенсивность обслуживания пассажиров транспортным средством;
- среднее время ожидания пассажиром транспортного средства;
- наполняемость станции (среднее количество пассажиров, ожидающих транспортное средство);
- вероятность того, что пассажир не перейдет на альтернативный маршрут;
- интенсивность потока на транспортном маршруте;
- интенсивность потока на выделенном участке маршрута;
- средняя скорость пассажиропотока на выделенном участке;
- средняя плотность потока на выделенном участке;
- максимальный поток в сети для выделенного истока и стока;
- матрица корреспонденций.

В рамках данной работы был создан прототип системы управления пассажирским комплексом (СУПК). Система поддержки стратегических решений по управлению развитием пассажирского комплекса является универсальным инструментом и предоставляет пользователю следующие возможности:

- загрузка и сохранение существующей транспортной сети (ТС);
- просмотр ТС;
- создание элементов ТС;
- редактирование ТС;
- анализ ТС.

Подробнее все функции отображены на рис. 2.



Рис. 2. Система управления пассажирским комплексом

Основным объектом прототипа СУПК является транспортная сеть г. Красноярска и агломерации.

Программный комплекс позволяет рассматривать и анализировать все виды транспорта отдельно и вместе.

Основным объектом ТС является маршрут. Система позволяет не только анализировать существующие маршруты, но и видоизменять их, убирать и добавлять новые. Имеется возможность также изменять интервал движения подвижного состава, тарифы на проезд, вместимость и т. д.

Важным объектом транспортной сети является граф пересадок, который характеризует перевозки пассажиров с маршрута на маршрут. Он формируется благодаря так называемым зонам остановок (в рамках одной зоны пассажир может беспрепятственно передвигаться, пересеживаться с одного транспорта на другой), которые включают возможные переходы с одной остановки на другую. Например, в программе можно имитировать постройку пешеходного перехода через

автостраду, железнодорожные пути и другие преграды. Это отразится на транспортной доступности.

Таким образом, можно говорить о создании основных предпосылок для перехода на новый более качественный уровень управления пассажирским транспортным комплексом.

Список литературы

1. Пугачев И. Качественные и количественные характеристики транспортного обслуживания городов. URL: http://www.ksodd.ru/bdd/publication/qualitative_and_quantitative_characteristics_of_urban_transport_services.php
2. Нортон Д., Каплан Р. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию. – М.: Олимп-Бизнес, 2010. – 320 с. ISBN 978-5-9693-0139-9 (0-87584-651-3).
3. Поспелов Д. А. Ситуационное управление: Теория и практика. – М.: Наука. гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 288 с.

В. А. Корчагин, Ю. Н. Ризаева, Т. В. Корчагина
Липецкий государственный технический университет

СОЗДАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОЭКОНОМИКИ НА БАЗЕ НОВЫХ ЗНАНИЙ

Современная экономика и транспортные системы должны рассматриваться исходя из общего представления об устойчивости планеты и о трансграничных экологических проблемах. Экономическая система, которая построена на традиционных критериях, уже не может эффективно функционировать. В целом опасность разрушения экосферы при сохраняющихся темпах роста добычи ископаемого топлива ощутимее и ближе, чем опасность истощения природных ресурсов.

Предлагается инновационно-эффективный путь развития на основе государственной и транспортной эколого-экономической политики и понимания, что совсем скоро определяющим критерием успеха человечества станет его способность вписаться в биосферу, умение соизмерять свою деятельность с возможностями природных механизмов функционирования живой природы.

Потребности цивилизаций и возможности планеты Земля лежат в основе кризиса современной экономической теории. Проблема тесно связана с нахождением оптимального объема хозяйственной деятельности в конкретных природно-технических системах. Отрицательный эффект масштаба, когда дополнительные затраты дают убытки вместо прибыли, до сих пор не находит отражение в экономическом критерии оптимальности. Экономический рост для обеспечения вторичных средств потребления привел к тому, что под угрозой оказались природный базис жизнеобеспечения и удовлетворение первичных потребностей человека.

Совокупность естественных и искусственных производственных процессов на транспорте следует рассматривать как элемент в системе энергетического обмена всех сфер Земли, т. е. нужно использовать только открытые системы. Что же из этого следует? А то, что мы тысячелетиями жили в долг перед природой, «присваивая» результаты ее деятельности, нарушая допустимый энергетический уровень обмена и его стабильность

(равновесие) во времени. Следовательно, социальные и экономические процессы должны регулироваться законами биосферы, что позволит не нарушать природные механизмы воспроизводства естественных ресурсов и найти пути оптимизации энергоинформационного обмена.

Переход к экоэкономике – проблема, выходящая далеко за пределы как экономики, так и экологии. Чтобы осуществить такой переход, человечество должно само измениться, иначе необходимая масштабная трансформация хозяйства останется неосуществленным проектом. Недооценка этой необходимости и надежды, что гармонизация отношений цивилизации и природы может быть обеспечена научно-техническими и экономическими средствами, – распространенное явление даже среди экологов.

Однако дело в том, что экономические возможности используются теми, у кого они имеются, как правило, отнюдь не для общечеловеческих целей. Что же касается научно-технических достижений, то среди них непросто найти такое, которое использовалось бы только во благо человека, так как почти всегда есть способ употребить его во зло. И рост экономических и научно-технических возможностей как таковой в полном объеме не улучшает этой ситуации.

Поэтому путь к экоэкономике, а также к улучшению популяционного здоровья человека и социальной стабилизации лежит через формирование новой системы ценностей, через диалог культур и конфессий ради поиска новой общечеловеческой морали. Господствующая сейчас в развитом мире система ценностей сводит человека к машине для производства и потребления, а СМИ и индустрия развлечений делают всё возможное (поскольку это приносит хороший доход) для закрепления соответствующих стереотипов поведения. Таким человеком-машиной легко управлять, он удобен в обращении, как хороший «мерседес».

Сегодня мы снова должны изменить наше видение мира и наши взгляды на взаимоотношения между планетой и экономикой. Вопрос сейчас не в том, что вокруг чего вращается, а в том, является ли окружающая среда частью экономики или, наоборот, экономика является частью окружающей среды. Экономисты смотрят на экологию как на подраздел экономики. Экологи же, напротив, считают, что экономика должна быть производным от окружающей нас среды.

Экологически устойчивая экономика, или экοэкономика, требует, чтобы законы экологии были основой формирования экономической политики и чтобы экономисты и экологи работали вместе. Экологи понимают, что экономическая деятельность – и, по существу, вся жизнь – зависит от экосистемы, т. е. от совокупности особей, которые живут вместе, взаимодействуя друг с другом и со своей средой обитания. Миллионы этих особей сосуществуют в сложном балансе, сплетенные вместе пищевыми цепочками, циклами питания, гидрологическим циклом и климатическими условиями. Экономисты знают, как переводить стоящие перед ними задачи в долговременную политику. Поэтому экономисты и экологи, работая вместе, смогут создать экοэкономику, которая будет поддерживать социальный прогресс.

Хотя мысль о том, что экономика должна стать составной частью экологии, многим может показаться слишком радикальной, это единственный подход, который отражает реальность. Если наблюдения больше не подтверждают теорию, значит, пришло время менять теорию. Или, как говорит историк науки Томас Кун, пора сменить парадигму. Если считать экономику составной частью земной экосистемы (что и утверждается в данной работе), то добиться успеха сможет лишь такая экономическая политика, которая уважает экологические законы.

Пытаясь сохранить мировую экономику в неизменном виде, мы лишь истощаем природные богатства Земли. Мы тратим много времени в бесплодных попытках устранить экономический дефицит, хотя в долговременной перспективе нашей экономике угрожает, прежде всего, экологический дефицит. Экономический дефицит – это то, что мы одалживаем друг у друга, а экологический дефицит – это то, что мы отнимаем у будущих поколений.

Человек «потребляет», «использует» природу для своего эстетического развития, для воспроизводства своего духовного начала. Природа оказывает огромное влияние на этнокультурные традиции, на самоопределение человека, на формирование его социальной личности и качественной жизни. Именно в этом отношении можно говорить о природопользовании как о некой «специфической сфере общественного воспроизводства», воспроизводства человека. Если же речь идет об экономическом аспекте общественного воспроизводства, то потребление природных ресурсов однозначно является условием такого

воспроизводства. Точно так же, как потребление капитала, труда, техники и технологии, потребление природных ресурсов, использование природных условий – неотъемлемая составная часть всякого производственного процесса.

Анализ эволюционных процессов, определяющих характер общественных трансформаций в различных природных условиях, позволяет проследить четкую взаимосвязь между состоянием природной среды (ресурсно-экологическая обеспеченность, климатические условия, качество компонентов среды) и уровнем развития социоприродоэкономической системы (СПЭС). Следовательно, СПЭС может быть представлена структурообразованием, основу которого составляет единство ноосферных и общественных отношений в рамках постоянно возобновляющегося круговорота «окружающая природная среда – ресурсы – производство – окружающая природная среда». Другими словами, это образование, состоящее из дискретных экологических и экономических субсистем в условиях сложившейся территориальной организации производства. Исходя из такого понимания сущности СПЭС основная задача ее изучения состоит, в первую очередь, в оценке эколого-экономических связей, существующих между хозяйственной деятельностью и природной средой. Однако такое разграничение является условным.

Основа же СПЭС заключается в равнозначности, паритетности ее субсистем. Проявлением этой паритетности было бы достижение равновесия в круговороте «окружающая природная среда – ресурсы – производство – окружающая природная среда». Можно считать, что в результате освоения и воспроизводства природные ресурсы экономически воспроизводятся. Разница между воспроизводством традиционных материальных благ и процессом замещения (воспроизводства) выбывающих из хозяйственного оборота по различным причинам источников природных ресурсов состоит в том, что в первом случае создается изолированный по отношению к человеку и природе материальный субстрат (продукт), во втором – некоторый природный потенциал превращается в производственный ресурс. В обоих случаях затраты человеческого труда приобретают предметную форму (овеществляются), а потому не только физически воспроизводимые материальные блага, но и экономически воспроизводимые природные

ресурсы приобретают стоимость, равную затратам замещения, имеющим стандартную стоимостную структуру.

Мировоззренческой основой функционирования СПЭС являются естественно-научная картина мира, законы биосферы, экономики природы, развития мира, сотворенного человеком, идеология гуманизма и фундаментальные знания в области коэволюционного взаимодействия человека с природой и обществом.

Большое внимание уделяется поиску идей и эффективных путей реализации новой макроэкологической парадигмы развития цивилизации при создании экоэкономики, основанной на знаниях, инновациях и принципах устойчивого развития в условиях дефицита природно-климатического ресурса России.

В предлагаемой модели экоэкономики при согласовании интересов и требований экономики природы и экономики национального хозяйства ставится задача не догнать развитые страны, а достичь на основе новой этики бизнеса более высокого уровня устойчивого социально-эколого-экономического развития России с использованием ноосферных высокотехнологичных производств и менеджмента на базе новых знаний – основного производительного ресурса XXI в. Этот ресурс позволит осуществить грандиозный прогресс с сохранением человеческого в человеке и природного в природе. Инновационная экоэкономика будет способна обеспечить плановый рост производительности труда, повышение качества человека, качества жизни людей, биосферы и знания.

Современное толкование императива эколого-экономического развития транспортной системы состоит в понимании его как целенаправленного процесса, ориентированного на взаимосвязанные изменения в природохозяйственной деятельности, обеспечивающие условия устойчивого развития транспортной системы на ближайшую и долгосрочную перспективы, охватывающие воспроизводственные процессы природных ресурсов и человеческого капитала и предполагающие приоритетность инновационных решений при корректировке траекторий экономического роста в направлении экологизации экономики.

Список литературы

1. Корчагин, В. А. Государственная политика обеспечения жизнедеятельности биосферы и повышения экологического качества продукции / В. А. Корчагин, Ю. Н. Ризаева // Вестн. машиностроения. – 2003. – № 10. – С. 22–30.
2. Корчагин, В. А. Новая концепция интеграции маркетинга и логистики во всех взаимодействующих субъектах / В. А. Корчагин, Ю. Н. Ризаева // Бюллетень транспортной информации. – 2010. – № 5(179). – С. 24–27.
3. Корчагин, В. А. Научные основы организации эффективного грузодвижения: монография / В. А. Корчагин, А. А. Турсунов, Ю. Н. Ризаева. – Душанбе: ТТУ, 2012. – 160 с.

И. М. Блянкинштейн
Сибирский федеральный университет

ВИРТУАЛЬНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ И ДИАГНОСТИКИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

В последнее время практически во всех сферах деятельности измерения реализуются на цифровой основе, увеличиваются диапазоны измеряемых величин, в измерительных системах широко применяется микроэлектроника. Формируется новый класс информационно-измерительной техники – измерительные информационные системы (ИИС), осуществляющие сбор, обработку, передачу, хранение и отображение информации. Создан новый раздел теории и практики измерений – виртуальные приборы (Virtual Instruments) и интеллектуальные измерительные системы [1].

Виртуальный измерительный прибор (ВИП) представляет собой комбинацию компьютера, универсальных аппаратных средств ввода-вывода сигналов и специализированного программного обеспечения (ПО), которое и определяет конфигурацию и функционирование законченной измерительной системы. В научных исследованиях, диагностических, статистических и интеллектуальных системах компьютеры используются для решения задач управления измерительными экспериментами, сбора, регистрации, обработки и систематизации данных, представления и хранения результатов наблюдений. При этом часть функций и операций осуществляется не аппаратно, а программно – с помощью персонального компьютера [1].

Некоторые задачи контроля параметров и диагностики автотранспортных средств (АТС) уже решаются на основе применения элементов виртуальных измерительных приборов. Рассмотрим наиболее известный метод реализации средств контроля параметров транспортных средств с элементами ВИП и ИИС.

Оптическая система ATOS. Производитель – фирма GOM mbH (Gesellschaft für Optische Messtechnik, Германия) [2]. ATOS (Advanced

Topometric Sensor) – трехмерная оптическая система, с помощью которой можно быстро выполнить измерения больших и сложных объектов с высоким локальным разрешением и точностью (рис. 1). При компьютерном проектировании изделий и оснастки в производстве эта система позволяет сократить сроки оценки их качества изготовления. С помощью оптической системы оцифровки и измерений ATOS II можно за короткое время с высокой точностью оцифровать объект с поверхностью любой сложности и получить его компьютерную модель. При этом решаются задачи, возникающие в производстве и его подготовке, требующие эффективных измерительных технологий (рис. 2).

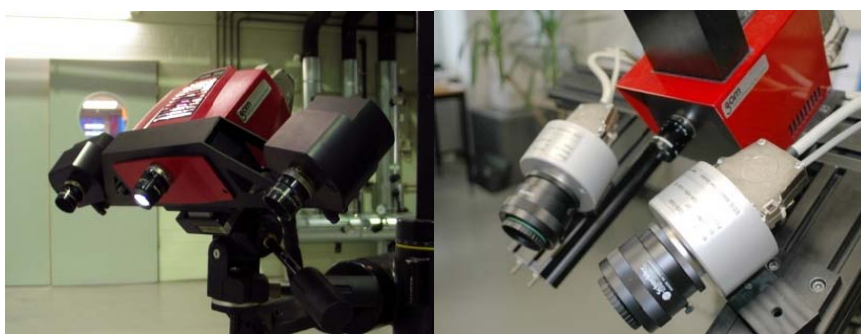


Рис. 1. Варианты исполнения систем ATOS

Системы ATOS применяются в автомобиле и турбостроении, авиастроении и аэрокосмической промышленности (оцифровка наружной поверхности, интерьера и отдельных компонентов), а также в производстве бытовой техники и в медицине [2].

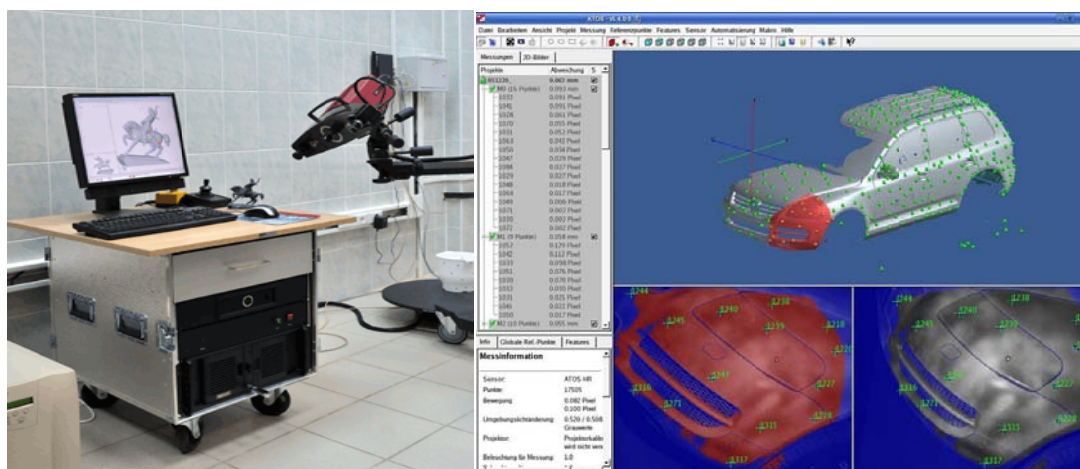


Рис. 2. Примеры объектов, оцифрованных системой ATOS

Недостатками оптической системы измерения ATOS II являются возможность проводить замеры только в статике, и ее высокая стоимость (≈ 100 тыс. евро).



Рис. 3. 3D-система PONTOS

Оптическая измерительная 3D-система PONTOS [3].Производитель – фирма GOM mbH (Gesellschaft für Optische Messtechnik, Германия). Оптическая измерительная 3D-система PONTOS позволяет получать измерения перемещений при стендовых испытаниях любых узлов и агрегатов автомобиля в динамике. Эта бесконтактная оптическая измерительная 3D-система дает возможность получать, анализировать и

документировать информацию о динамических перемещениях испытываемого объекта (рис. 3). С ее помощью при испытаниях можно в динамике получать информацию об объектах: определять и оценивать движение, деформацию объекта или его поведение под нагрузкой. В отличие от других систем здесь можно проводить измерения без установки специальных датчиков перемещений и монтажа коммутирующих линий связи с регистрирующей аппаратурой. Это значительно упрощает процесс измерения и сокращает время на подготовку объекта исследования. При этом измерению поддаются даже высокоскоростные деформации. Например, краш-тест (удар кабины автомобиля КамАЗ спереди), который происходит всего за 0,4 с., или измерения во время ресурсных испытаний рамы, мостов автомобиля. Цифровая стереозаписывающая система камер фиксирует разные состояния объекта испытаний под нагрузкой во время движения. Полученные данные позволяют проводить верификацию расчетных моделей на основе анализа результатов проведенных измерений.

Система достаточно сложная при работе и анализе полученных данных. Для ее эксплуатации необходимы как знания в области систем трехмерного моделирования и теории эксперимента, так и базовые знания английского языка, поскольку на нем «держится» и программное обеспечение для обработки результатов измерения, и инструкция к нему.

Также для проведения более сложных измерений не обойтись без знания основ программирования. Результаты замеров необходимы как конструкторам, так и исследователям для более детального анализа поведения испытываемой конструкции. Недостатком системы является ее высокая стоимость (≈ 200 тыс. евро) [3].

Система измерения геометрии кузова Siver Data [4] предназначена для измерений контрольных размеров кузова поврежденного автомобиля в процессе ремонта и для документального освидетельствования состояния кузова автомобиля в тех случаях, когда невозможно это определить визуально. Система (рис. 4) обеспечивает бесконтактное измерение координат мишени-указки (рис. 5) в пространстве путем фиксирования ее положения видеокамерами и дальнейшего трехмерного

моделирования. Система использует принцип бинокулярного зрения. Если какой-либо контрастный объект попадает в поле зрения двух камер, система может точно вычислить его пространственные координаты. Таким контрастным объектом служат расположенные в особом порядке светодиодные лампочки на мишени-указке. Достаточно в поле зрения двух камер прикоснуться щупом к любой интересующей нас точке на кузове автомобиля, чтобы определить ее положение в трехмерном пространстве. Данная технология обеспечивает быстрое и точное измерение координат. Точность измерений, обеспечиваемая системой, – 1 мм [4].



Рис. 4. Система Siver Data

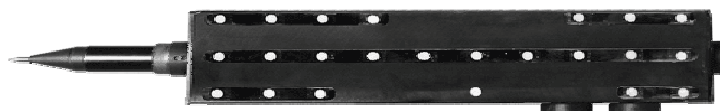


Рис. 5. Мишень-указка системы Siver Data

Связь с компьютером для передачи управляющих команд обеспечивается без использования радиоканала, посредством оптических команд.

В комплект входит несколько сменных щупов. Коммутационный блок содержит блок питания для измерительного блока и плату интерфейса для связи с компьютером.

Преимущества инновационной электронной системы измерения геометрии кузова SIVER DATA состоят в следующем:

- нет механических частей, сложной электроники, лазера;
- измерительная балка может быть расположена произвольно;
- указка механически независима, что обеспечивает гибкое и комфортное ее использование;
- не требуется установка на автомобиль мишеней, датчиков, линеек;
- система не привязана к конкретному стапелю, поэтому ее можно использовать на нескольких стапелях с минимальными затратами времени для перемещения системы;
- из-за отсутствия требований по установке системы не требуется установка машины на стапель, следовательно, можно сделать быстрый экспресс-анализ и диагностику кузова;
- не требуется наличие адаптеров (нет риска потерять адаптер, не требуется время на его смену) [4].



Рис. 6. Компьютерный 3D-стенд
«сход-развал» Техно Вектор 7

3D-стенд «сход-развал» Техно Вектор 7 с технологиями 3D и Wide Scope. Производитель – компания «Технокар», Россия [5]. Стенд содержит систему технического зрения, состоящую из четырех или двух видеокамер, расположенных в специальном корпусе, установленном перед автомобилем, а также плоских

мишеней с градиентным рисунком. Функционирование стендов основано на измерении угловых параметров осей колес автомобиля с помощью видеокамер и плоских мишеней с градиентным рисунком, закрепляемых на колесах. Специальное программно-математическое обеспечение

позволяет на базе полученных изображений с высокой точностью определить положение мишени в пространстве.

Использование технологий трехмерного моделирования (3D) обеспечивает высокую точность результатов измерений. Специальное встроенное ПО камер позволяет с высокой скоростью обновлять информацию на экране монитора.

Как следует из анализа приведенных вариантов реализации ВИП и ИИС, задачи контроля геометрических параметров объектов, в том числе транспортных средств, могут быть решены с высокой эффективностью благодаря очевидным преимуществам таких систем: отсутствию физического (механического) контакта в процессе измерения; цифровизации процессов измерения, передачи и обработки изображений объекта; удобству отображения, хранения и документирования результатов измерения.

Все рассмотренные системы содержат в себе элементы ВИП, а именно наличие универсальных средств ввода-вывода информации (видеокамеры, мониторы, принтеры), а также специализированного ПО, реализующего принцип определения физических (геометрических) параметров объекта путем анализа изображений, т. е. отсутствие прямого измерения как физического эксперимента, основанного на сравнении с эталонами.

При всем внешнем разнообразии приведенных систем и различии функциональных возможностей, обусловленных использованием разной микроэлектроники (видеоматриц), можно констатировать сходство их принципа функционирования, основанного на явлении параллакса (принципе бинокулярности зрения), независимо от того, какие алгоритмы 3D-моделирования реализуются ПО.

Представляет интерес определение области применимости данной инновационной технологии в задачах контроля и диагностики транспортных средств.

Применение этих эффективных технологий контроля сдерживается отсутствием научно обоснованной методологии их создания и приложения к новым практическим задачам.

Рассмотрим методологию создания таких систем на примере решенной на кафедре «Транспорт» Политехнического института Сибирского федерального университета задачи определения суммарного люфта рулевого управления транспортного средства [6] (рис. 6).

Разработанный способ измерения люфта рулевого управления основан на использовании элементов технического зрения и реализуется следующим образом. Величину суммарного люфта определяют по углу поворота рулевого колеса с помощью обработки видеопотоков (последовательностей кадров, изображений), поступающих с двух синхронизированных веб-камер. Для этого веб-камеру 1 устанавливают на рулевом колесе таким образом, чтобы ее оптическая ось совпадала с осью поворота рулевого колеса, а объектив был направлен в салон (кабину) автомобиля и захватывал в сцену кадра характерные рельефные фрагменты салона (граница стекла заднего вида, боковина или край водительского сиденья и пр.). Веб-камеру 2 закрепляют на диске дальнего (от рулевой колонки) управляемого колеса таким образом, чтобы ее оптическая ось была параллельна или перпендикулярна оси вращения колеса и к тому же горизонтальна, а в ее объектив (в сцену кадра) захватывались рельефные предметы, неподвижно зафиксированные на посту диагностики. Изображения с веб-камер синхронизированно поступают в компьютер. По команде «Старт» с компьютера оператор начинает медленно поворачивать рулевое колесо в одну сторону (против часовой стрелки) до момента начала движения управляемого колеса. В момент начала движения управляемого колеса влево, который определяется по началу изменения изображения с веб-камеры 2, запоминается порядковый номер кадра N_1 с веб-камеры 1. Далее подается команда оператору, который начинает медленно поворачивать рулевое колесо в противоположную сторону (по часовой стрелке) и поворачивает его до начала движения управляемого колеса вправо, что определяется по началу изменения изображения с веб-камеры 2; при этом запоминается порядковый номер кадра N_2 с веб-камеры 1. Вычисление угла (суммарного люфта в рулевом управлении) осуществляют по углу поворота изображения с веб-камеры 1 на кадре N_2 относительно кадра N_1 . Весь процесс анализа видеопотоков изображений с веб-камер и вычисления угла (суммарного люфта в рулевом управлении) осуществляется в автоматизированном режиме, в реальном времени, с применением специальной программы, установленной в ПК или «защитой» в электронном блоке. Результат вычисления угла (суммарного люфта) выдается на монитор ПК или на цифровой индикатор электронного блока.

Алгоритм вычисления суммарного люфта в рулевом управлении основывается на элементах аналитической геометрии и цифровой обработки изображений. На изображении с веб-камеры 1, установленной на рулевом колесе, выбираются две характерные точки A и B . Эти точки выбираются, например, методом подсвечивания объекта изображения (фона в фокусе веб-камеры 1) неподвижными точечными источниками, например лазерами разного цвета, либо контрастными маркированными метками. Далее при медленном поворачивании рулевого колеса влево (против часовой стрелки), а следовательно, и поворачивании изображения на некоторый угол, на видеоряде с веб-камеры 1 выбирается кадр N_1 , синхронизированный с кадром веб-камеры 2, соответствующим началу поворота управляемого колеса, что определяется по изменению изображения с веб-камеры 2. На этом кадре N_1 определяются координаты выбранных точек $A\{x_1, y_1\}$ и $B\{x_2, y_2\}$ относительно границ кадра (матрицы). Координаты определяют с использованием монохромного (соответствующего цвету лазера) фильтрования этого изображения. Выбор точек A , B и определение их координат может осуществляться и другими способами, например с использованием пакетов программ, реализующих элементы теории распознавания образов.

Далее через выбранные точки A и B мысленно проводится линия, и составляется уравнение прямой в координатной форме:

$$\frac{y - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1}, \quad (1)$$

где $\{x_1, y_1\}$ – координаты точки A ; $\{x_2, y_2\}$ – координаты точки B .

Определяется угловой коэффициент k_1 прямой, проходящей через две точки:

$$k_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}. \quad (2)$$

Далее при медленном поворачивании рулевого колеса в противоположную сторону (по часовой стрелке), а следовательно, и поворачивании изображения на некоторый угол на видеоряде с веб-камеры 1 выбирается кадр N_2 , синхронизированный с кадром веб-камеры 2, соответствующим началу поворота управляемого колеса вправо (что определяется по изменению изображения с веб-камеры 2).

На этом кадре N_2 определяются новые координаты ранее выбранных точек $A'\{x_3, y_3\}$ и $B'\{x_4, y_4\}$. Через эти точки также мысленно проводим линию, составляем уравнение прямой в координатной форме и определяем для нее угловой коэффициент k_2 прямой, проходящей через две точки:

$$k_2 = \frac{y_4 - y_3}{x_4 - x_3}. \quad (3)$$

Вычисление суммарного люфта рулевого управления сводится к вычислению угла φ между двумя прямыми AB и $A'B'$. Угол φ между двумя прямыми есть угол, на который надо повернуть первую прямую AB вокруг точки пересечения этих прямых против часовой стрелки до совпадения ее со второй прямой $A'B'$:

$$\varphi = \arctg \frac{k_2 - k_1}{1 + k_1 k_2}. \quad (4)$$

Таким образом, в соответствии с вышеизложенной идеей и алгоритмом, не применяя специальных датчиков измерения углов и датчиков начала движения управляемых колес, представляется возможным измерение суммарного люфта рулевого управления виртуальным прибором. Две веб-камеры регистрируют поведение узлов рулевого управления АТС в процессе его испытания по методике, рекомендуемой ГОСТ Р 51709, а ПК, используя синхронизированные во времени видеозаписи – оцифрованные изображения (цифровые модели) испытуемого объекта и специальное программное обеспечение, вычисляет величину СЛРУ и по ней дает оценку технического состояния рулевого управления АТС. Физическое измерение углов поворота рулевого колеса и начала движения управляемых колес в предлагаемом методе отсутствует, измерение осуществляется виртуально – посредством ПК.

Пример реализации ВИП [7] для определения суммарного люфта автотранспортного средства представлен на рис. 7. Первая веб-камера 1 с помощью адаптера 3 устанавливается на рулевое колесо. В фокусе первой веб-камеры на спинке водительского сиденья размещается экран 4 с двумя красными метками. Вторая веб-камера 2 с помощью адаптера 5 закрепляется на гайке крепления управляемого колеса АТС. В фокусе второй веб-камеры на стойке размещается экран 6 с красной меткой (рис. 8).

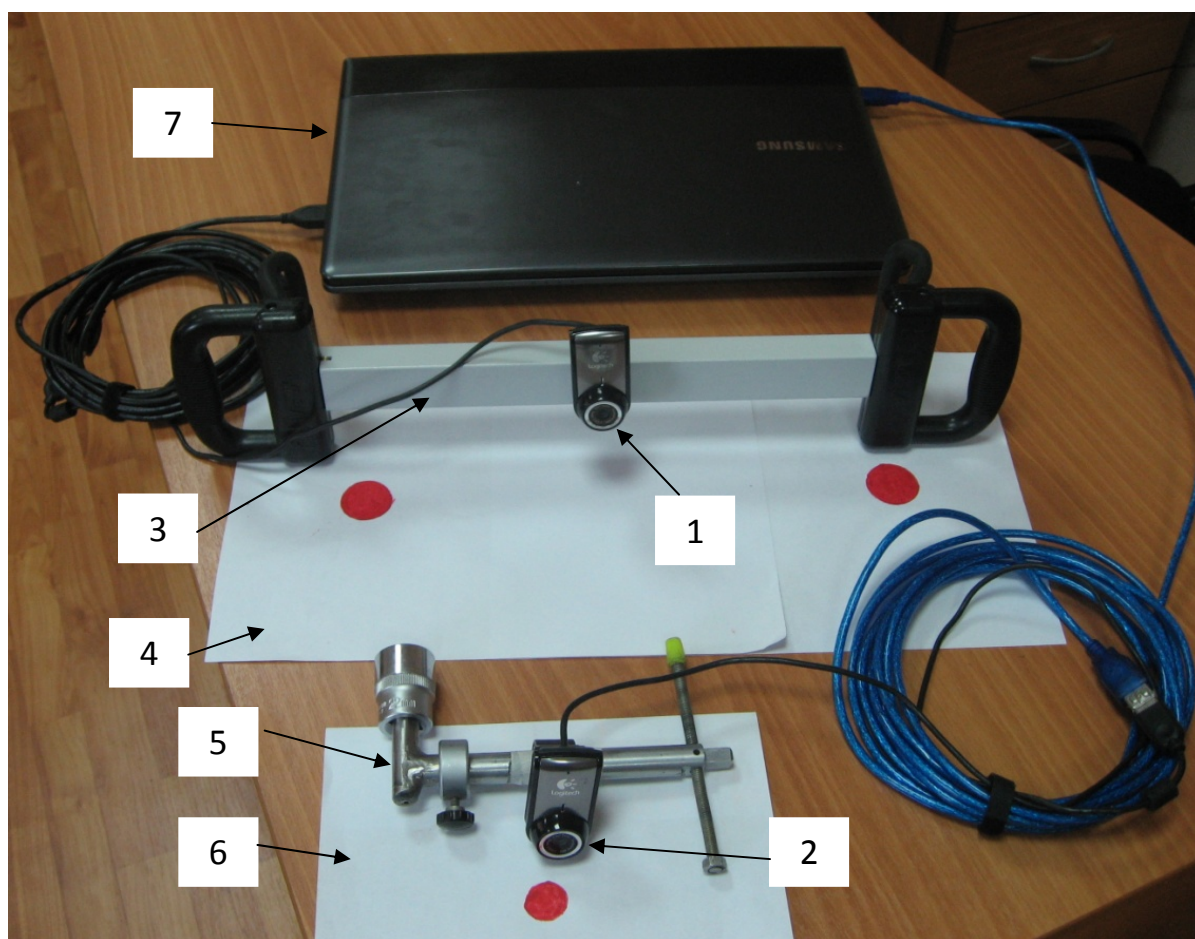


Рис. 7. Комплект аппаратуры для виртуального измерения суммарного люфта рулевого управления автотранспортного средства: 1 – первая веб-камера; 2 – вторая веб-камера; 3 – адаптер для веб-камеры рулевого колеса; 4 – экран первой веб-камеры; 5 – адаптер для веб-камеры управляемого колеса; 6 – экран второй веб-камеры; 7 – ноутбук с разработанным ПО



Рис. 8. Размещение экрана с красными метками на спинке водительского сиденья в фокусе первой веб-камеры

Интерфейс ПО измерения суммарного люфта, реализованного средствами библиотеки функций OpenCV, представлен на рис. 9.

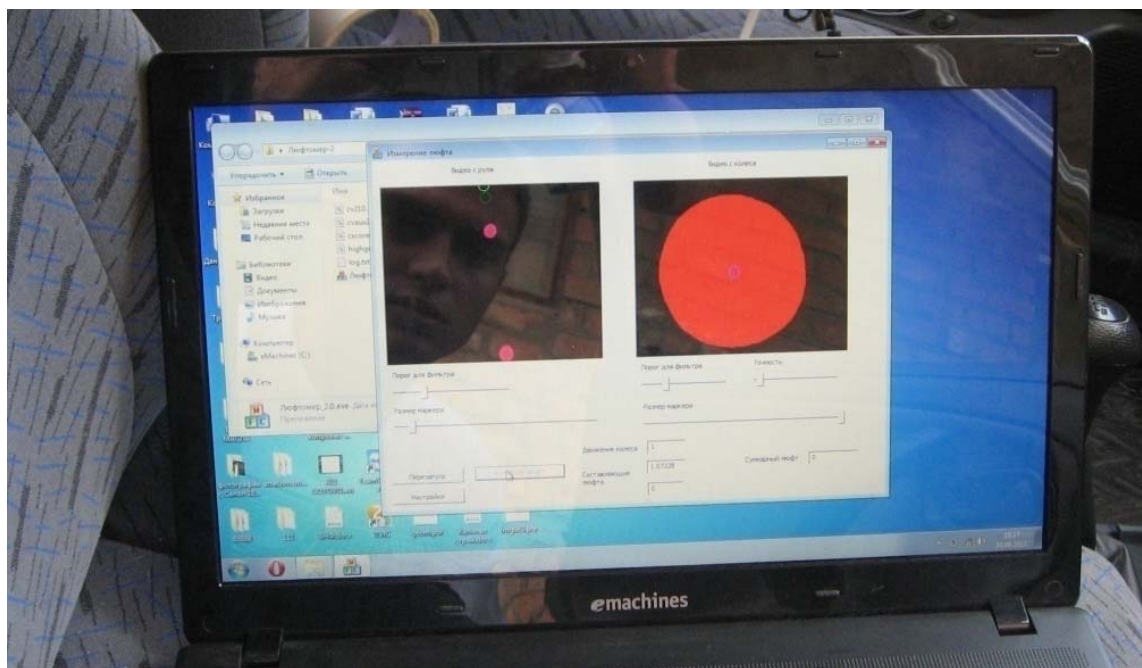


Рис. 9. Интерфейс ПО измерения суммарного люфта рулевого управления АТС

Преимуществами предлагаемого способа измерения суммарного люфта в рулевом управлении является то, что оба используемых датчика – и угла поворота рулевого колеса, и начала поворота управляемого колеса – бесконтактные (веб-камеры), что обеспечивает удобство, устойчивость и оперативность измерения. Кроме того, в ПО использован алгоритм вычисления угла, при котором точность установки веб-камер на рулевом колесе не оказывает большого влияния на процесс измерения и получаемые результаты, вследствие чего повышается точность измерения.

В данном методе измерения отсутствует прямое физическое измерение угла поворота рулевого колеса. Нулевые положения (точки отсчета) при измерении угла поворота рулевого колеса и момента начала поворота управляемых колес по сути являются виртуальными (мнимыми), так как физически они не участвуют в измерении, а в качестве них используются координаты точек на выбранных изображениях с синхронизированных кадров двух видеорядов, что и обуславливает простоту и эффективность применяемой для измерения элементной базы.

На примере решения рассмотренной задачи можно сформулировать общую методологию создания систем контроля с элементами ВИП:

- формулирование технической задачи, которая может быть решена на основе анализа визуализированной информации об объекте;
- определение физических параметров объекта, которые могут и должны регистрироваться системами технического зрения (цифровыми камерами);
- разработка математической модели объекта (процесса);
- обоснование параметров системы технического зрения;
- формирование алгоритма контроля параметров и диагностики АТС;
- разработка и отладка ПО;
- испытания виртуального измерительного прибора контроля параметров и диагностики АТС;
- решение вопросов утверждения типа и метрологического обеспечения при использовании ВИП и ИИС.

Сформулированная общая методология создания систем контроля с элементами ВИП (с незначительными изменениями, обусловливаемыми спецификой решаемой задачи) может использоваться для решения других задач контроля параметров и диагностики АТС.

Список литературы

1. Коннова, А. А. Виртуальные информационно-измерительные приборы / А. А. Коннова, Е. С. Зубченко // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 7. – С. 126–127.
2. Системы оптической оцифровки и измерения ATOS [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.mcp.by/equipment?id=28>
3. Система оптических измерений динамических смещений и деформаций PONTOS [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mcp.by/equipment?id=23>
4. Электронная система Siver Data для контроля геометрии кузова [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.siver.su/catalog/247/index.php>
5. 3D-стенд «сход-развал» Техно Вектор 7 с технологиями 3Di WideScope [Электронный ресурс]. – URL: http://www.technocar.ru/7_series.htm

6. Пат. 2457457 РФ, МПК G 01 N 17/06. Способ измерения суммарного люфта рулевого управления автотранспортного средства / И. М. Блянкинштейн, В. И. Иванов, С. А. Храмцов, Д. А. Храмцов; заявитель и патентообладатель Сиб. федер. ун-т. – № 2011111975/11(017644); заявл. 29.03.2011; опубл. 27.07.2012, Бюл. № 21. – 10 с. : ил.

7. Блянкинштейн, И. М. Метод виртуального измерения суммарного люфта рулевого управления автотранспортных средств / И. М. Блянкинштейн, В. И. Иванов // Журнал ААИ. – 2013. – № 4 (81). – С. 42–44.

А. И. Федотов, А. В. Бойко, В. П. Халезов

*Национальный исследовательский Иркутский
государственный технический университет*

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
НОРМАЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПО ДЛИНЕ ПЯТНА
КОНТАКТА ЭЛАСТИЧНОЙ ШИНЫ С БЕГОВЫМ
БАРАБАНОМ И ДОРОГОЙ**

Контроль тормозных систем автотранспортных средств (АТС) в условиях эксплуатации может осуществляться как в дорожных, так и в стендовых условиях. Наиболее эффективным контролем тормозных систем автотранспортных средств для российского климата следует считать стендовые условия.

Однако П. А. Кулько и К. В. Ушаков считают: «Предлагаемые различными фирмами стенды для оценки технического состояния тормозной системы при проведении государственного технического осмотра, например, моделей ЛТК и стационарных стендов моделей СТС Новгородского завода ГАРО и зарубежной фирмы Cartec не могут дать объективные показатели поведения в транспортном потоке» [1].

Проведенные эксперименты на кафедре «Автомобильный транспорт» НИ ИрГТУ по повторяемости измерений величины тормозной силы на одном колесе одного и того же автомобиля, на одном и том же тормозном стенде СТМ-3500 показывают, что измеренные 40 раз значения тормозной силы на колесе могут отличаться в пределах от –40 до 26,9 % [5, 6].

Причиной этого является взаимодействие колеса с опорной поверхностью бегового барабана. Как известно, на дороге пятно контакта эластичной шины длиннее и имеет более округлую форму, так как на барабане оно почти в 2 раза меньше и имеет овальную форму [3]. При проведении контроля тормозных систем АТС в дорожных условиях колесо движется по ровной опорной поверхности, а в стендовых условиях по цилиндрической опорной поверхности бегового барабана.

Благодаря многочисленным исследованиям в области механики взаимодействия колеса с опорной поверхностью дороги, сегодня имеется хорошая теоретическая база, которая описывает все процессы, происходящие в пятне контакта эластичной шины. Механика взаимодействия эластичной шины с цилиндрической поверхностью изучена не столь глубоко: мало кто работал в этом направлении. Не хватает теоретической базы для описания взаимодействия колеса с беговым барабаном, для того чтобы найти корректирующие коэффициенты, позволяющие определить, как будет вести себя автомобиль на дороге при полученных показателях эффективности и устойчивости на стенде с беговыми барабанами.

Для решения этой проблемы кафедрой «Автомобильный транспорт» НИ ИрГТУ был спроектирован и изготовлен метрологический комплекс, который позволяет исследовать процессы, происходящие в пятне контакта эластичной шины как на беговых барабанах стенда, так и в дорожных условиях [4].

Группой ученых кафедры «Автомобильный транспорт» НИ ИрГТУ спроектирован и изготовлен стенд для имитации движения колеса по беговому барабану в тормозном режиме (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид стенда для определения напряжений в пятне контакта колеса с опорной поверхностью бегового барабана, установленный НИ ИрГТУ в лаборатории диагностики кафедры «Автомобильный транспорт»

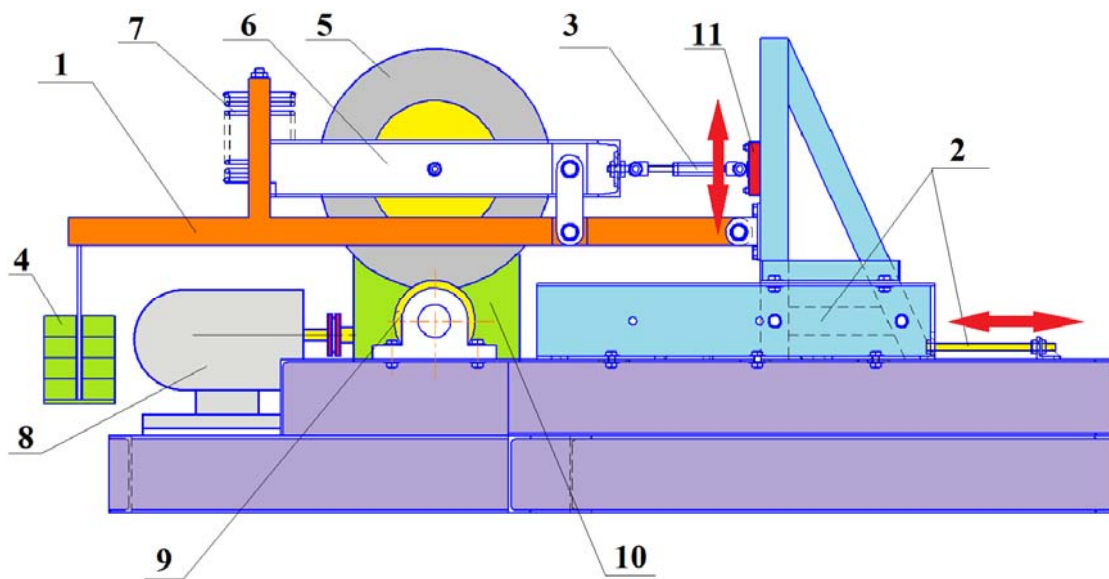


Рис. 2. Схема стенда, предназначенного для определения напряжений в контакте шин с опорной поверхностью бегового барабана

На рис. 2 представлена схема стенда, предназначенного для определения напряжений в контакте шин с опорной поверхностью бегового барабана. Колесо с испытуемой шиной 5, смонтировано на шарнирно закрепленном рычаге 6. Шина прижата пружины 7 к беговому барабану 9, который приводится во вращение электродвигателем 8 через редуктор 10. Профиль поверхности бегового барабана соответствует виду испытаний. С помощью балки 1, шарнирно закрепленной на стойке 2, создают нормальную нагрузку на пружину 7, меняя грузы 4. Рычаг 6, на котором установлено колесо с испытуемой шиной 5, прикреплен тяга 3, соединенная с датчиком 11, который предназначен для регистрации тормозной силы. Положение датчика 11 также можно регулировать вертикально (в случае если эксперименты будут проводиться с шиной других размеров).

Перед проведением испытаний, меняя длину тяги 3, колесо 5 устанавливается на беговом барабане 9 таким образом, чтобы результирующая тормозная сила была параллельна оси тяги 3.

Для исследований взаимодействия колеса с поверхностью бегового барабана от положения колеса в конструкции стенда имеется устройство для перемещения стойки 2.

Разработанный метрологический комплекс для исследований процессов, протекающих в пятне контакта колеса с опорной поверхностью, состоит из тензометрической балки 2, электронного блока усилителя сигнала 3, аналого-цифрового преобразователя (АЦП) 4 и персонального компьютера 5.

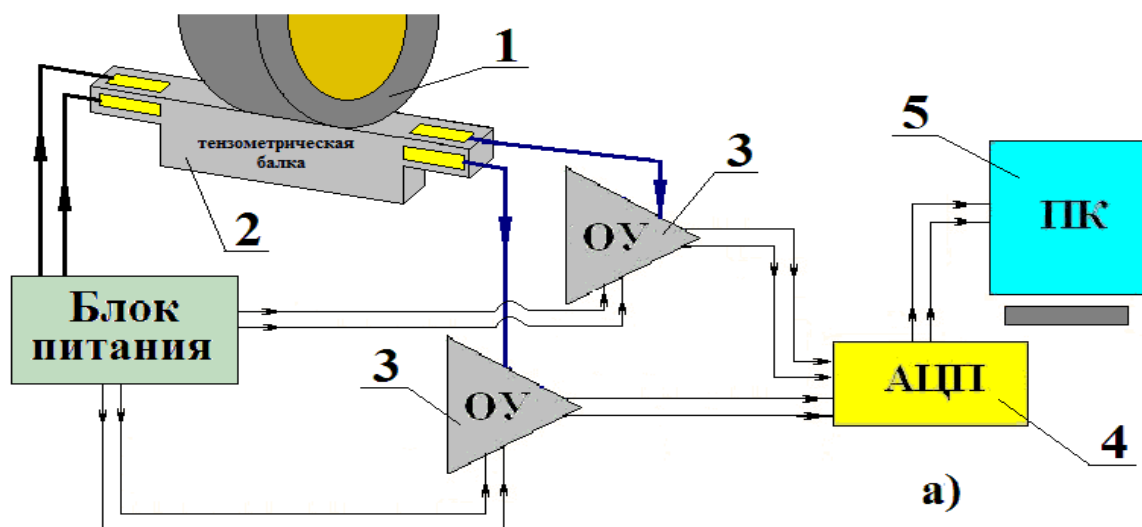


Рис. 3. Структурная схема метрологического комплекса: 1 – колесо автомобиля; 2 – тензометрическая балка; 3 – электронный блок усилителя сигнала, касательных и нормальных напряжений в пятне контакта колеса; 4 – аналого-цифровой преобразователь; 5 – персональный компьютер

Так как барабан имеет неровную поверхность, была изготовлена дугообразная площадка 2 которая крепежными болтами закрепляется в беговом барабане. Внутри площадки закреплен преобразователь, который при одном прокатывании колеса 9 позволяет фиксировать две величины: нормальное давление и касательное напряжение в продольном направлении движения колеса. Преобразователь для измерения нормальных и касательных напряжений (рис. 5) состоит из упругой пластины 1, на боковых поверхностях которой наклеены тензорезисторы 7 (рис. 4). Тензорезисторы преобразователя включаются в измерительную цепь по мостовой схеме (рис. 3). Пластина 1 двумя винтами 4 прикреплена к промежуточной опоре 3 (рис. 4), которая, в свою очередь, крепится к опорной площадке 2. Одна из боковых поверхностей пластины 1 входит в прорезь в опорном листе площадки 2. Для предотвращения поворота пластины 1 в центрах винтов 4 она имеет реактивный рычаг

5, соединенный с нежесткой пружиной 8. Эта пружина с помощью винтов закреплена на планке 6.

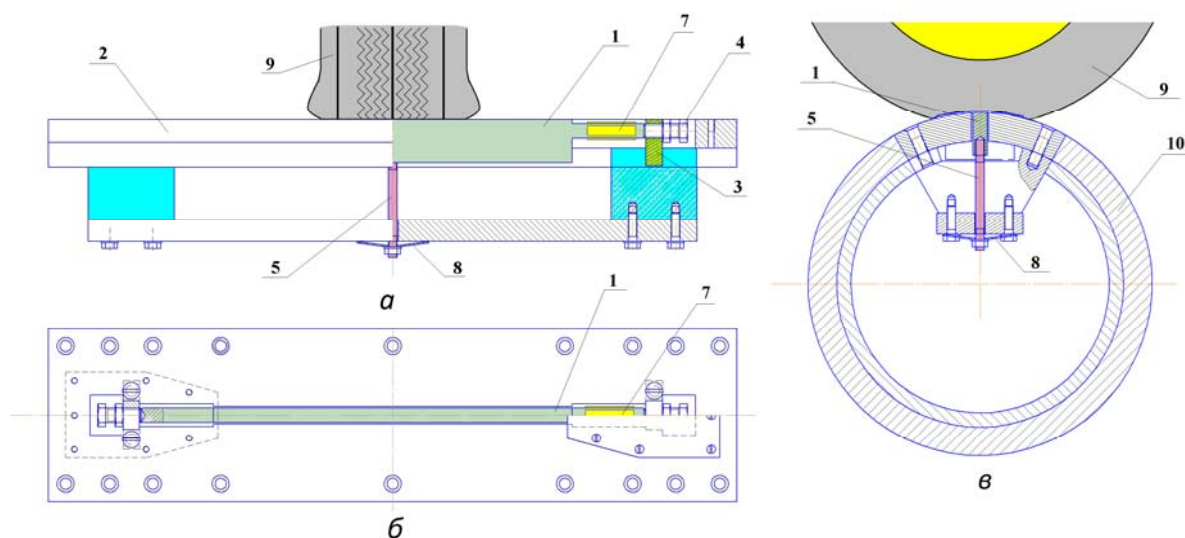


Рис. 4. Тензометрическая балка предназначена для измерения напряжений в контакте шин с опорной поверхностью бегового барабана: а – вид спереди; б – вид сверху; в – вид сбоку

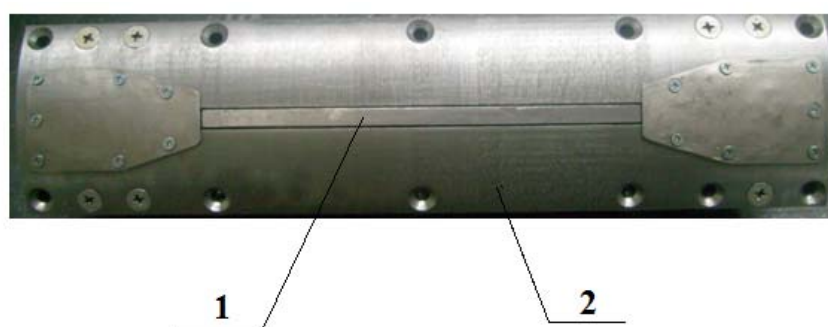


Рис. 5. Общий вид тензометрической балки для измерения напряжений в пятне контакта колеса с опорной поверхностью бегового барабана

При вращении бегового барабана, осуществляемом с помощью электродвигателя, колесо будет циклически наезжать на тензометрическую балку. В свою очередь, датчик будет фиксировать изменения нормальных и касательных напряжений в пятне контакта эластичной шины.

Аналогичную конструкцию имеет датчик для записи нормальных и касательных напряжений в контакте шин с опорной поверхностью дороги. Площадка (рис.6) представляет собой жесткую коробчатую

конструкцию 2. Внутри площадки аналогично закреплен преобразователь, который при одном прокатывании колеса 9 позволяет фиксировать две величины: нормальное давление и касательное напряжение в продольном направлении движения колеса.

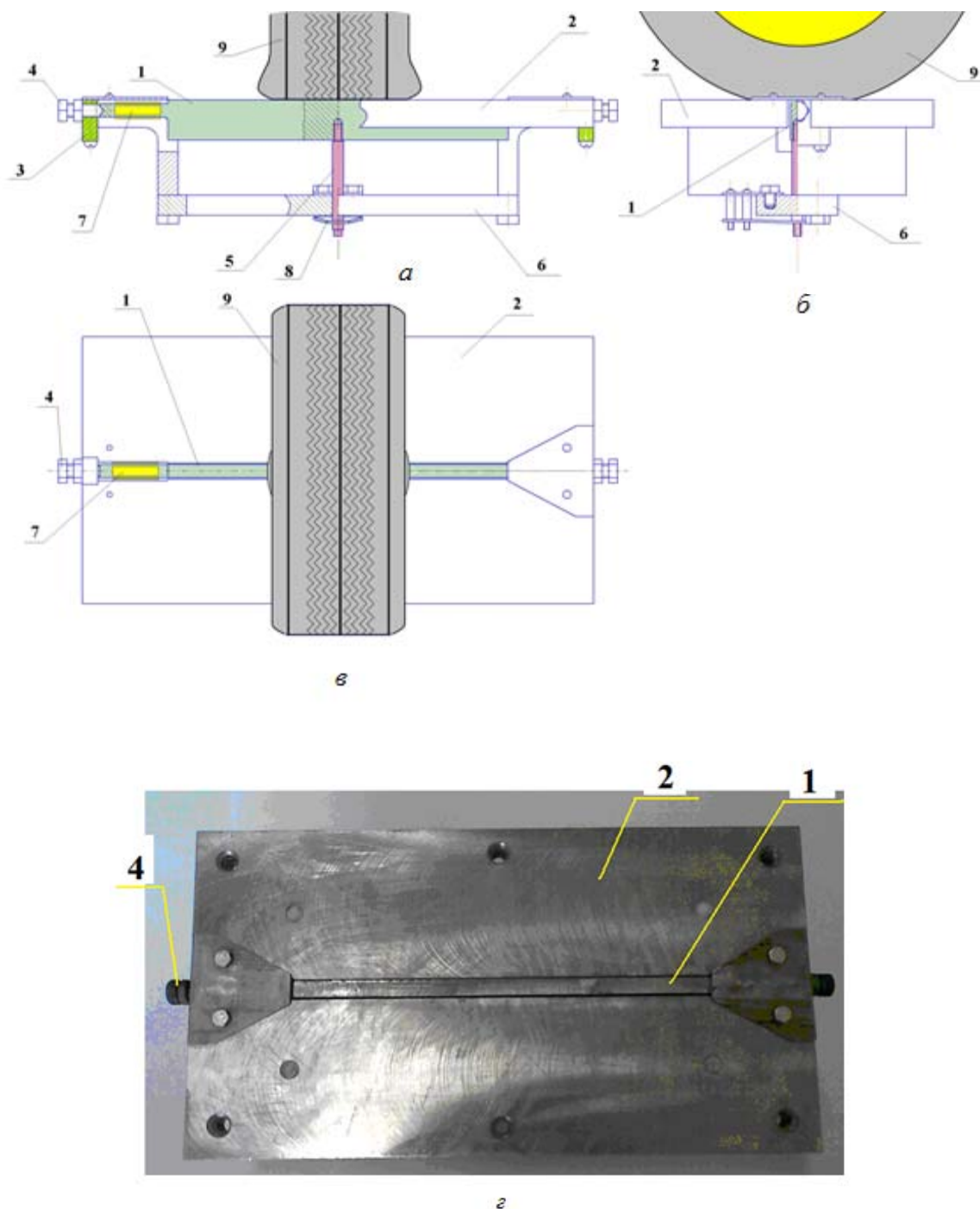


Рис. 6. Тензометрическая балка предназначена для измерения напряжений в контакте шин с опорной поверхностью на дороге: а) вид спереди б) вид с боку; в) вид сверху; г) общий вид

Разработанный комплекс позволил провести исследования процессов, протекающих в пятне контакта эластичной шины с опорной поверхностью бегового барабана и дороги и получить эпюры нормальных и касательных напряжений.

Испытаниям подвергалась летняя радиальная шина фирмы Amtel PlanetT-301 размером 185/65 R14 86H (рис. 7 и рис. 8). Высота протектора – 5 мм, что соответствует износу колеса примерно на 30 %. Нормальная нагрузка на колесо составляла 3400 Н, что соответствует весу на одно колесо передней оси автомобиля ToyotaFielder. Эксперименты проводились при разном давлении в шине, значение давления составляло: 0,231; 0, 21; 0,19; 0,17; 0,15; 0,13; 0,105 МПа.



Рис. 7. Протектор испытуемой шины Amtel Planet



Рис. 8. Общий вид испытуемой шины Amtel Planet

Эксперименты в лабораторных условиях проводились следующим образом. Данное колесо устанавливалось на стенд с беговым барабаном диаметром 240 мм таким образом, чтобы результирующая тормозная сила была параллельна оси тяги. Устанавливалось необходимое давление в шине. Измерялись геометрические размеры в пятне контакта эластичной ширины, длина и форма пятна контакта с роликом. Величина вертикальной нагрузки составляла 3400 Н.

Беговой барабан приводился во вращение электродвигателем, скорость вращения составляла 4 км/ч. Колесо циклично наезжало на датчик. К колесу постепенно прикладывался тормозной момент до тех пор, пока колесо полностью не заблокируется. И в это же время снимались измерения нормальной и касательной реакции, а также продольной силы, приложенной к колесу.

В дорожных условиях рамка с измерительным датчиком устанавливалась на ровный участок дороги вровень с дорожным полотном. Колесо устанавливалось на переднюю ведущую ось автомобиля Toyota Fielder. Перед проездом по измерительному датчику выставлялось определенное давление в колесе. Также измерялась ширина, длина и форма пятна контакта при каждом давлении в колесе. Скорость автомобиля соответствовала скорости вращения бегового барабана и равнялась 4 км/ч. Эксперименты проводились в тормозном режиме движения колеса, т. е. к колесу прикладывался тормозной момент до полной блокировки в районе измерительного датчика, и в это время измерялись нормальная и касательная реакция в пятне контакта колеса.

По окончании экспериментов в дорожных и стендовых условиях были получены эпюры распределения нормальной реакции по длине пятна контакта эластичной шины.

На рис. 9 и 10 представлены эпюры распределения нормальной реакции по длине пятна контакта в дорожных и стендовых условиях с давлением в шине 0,21 МПа.

Из рис. 9 следует, что в дорожных условиях эпюра на своей вершине имеет «полку». В стендовых условиях (рис. 10) эпюра нормальной реакции больше напоминает перевернутую параболу.

Также характерным отличием является высота эпюры. На беговом барабане она выше, чем в дорожных условиях. Это связано с тем, что длина пятна контакта эластичной шины с дорогой и беговым барабаном отличается почти в 2 раза.

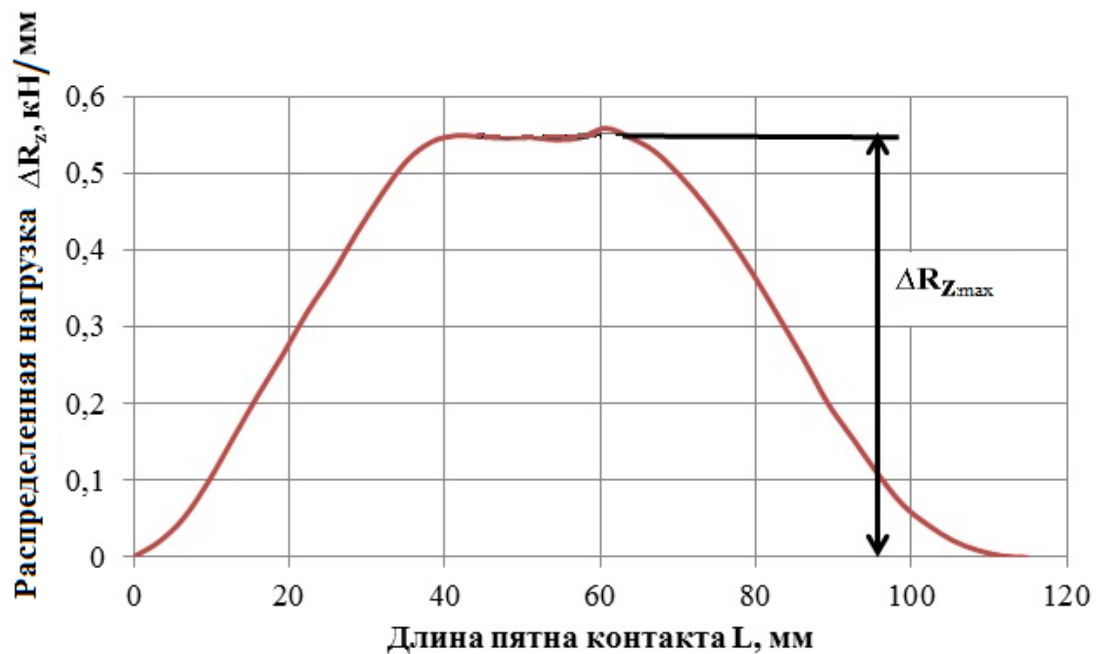


Рис. 9. Эпюра распределения нормальной реакции в пятне контакта эластичной шины при качении колеса по ровной поверхности дороги (давление в шине – 0,21МПа)



Рис. 10. Эпюра распределения нормальной реакции в пятне контакта эластичной шины при качении колеса по цилиндрической поверхности бегового барабана диагностического стенда диаметром 0,24 м (давление в шине – 0,21МПа)

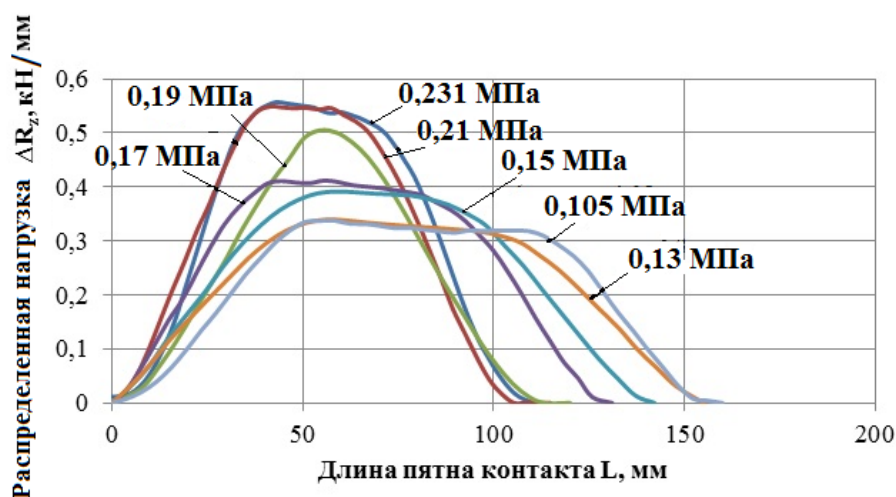


Рис. 11. Графики нормальной распределенной нагрузки ΔR_z с разным давлением в шине при качении колеса по ровной поверхности дороги

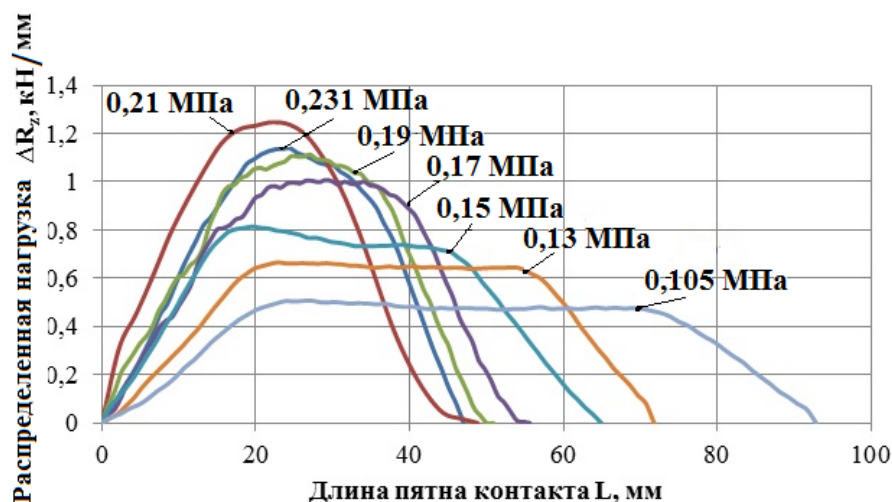


Рис. 12. Графики нормальной распределенной нагрузки ΔR_z с разным давлением в шине при качении колеса по цилиндрической поверхности бегового барабана диаметром 0,24 м диагностического стенда

На (рис. 11 и 12) показано, как изменяется длина пятна контакта шины в зависимости от изменения давления внутри шины. Изменяется «полка»: т. е. чем меньше давление в колесе, тем длиннее становится «полка».

После обработки всех экспериментов были получены следующие зависимости (рис. 13 и 14). На рис. 13 представлены зависимости максимальной нагрузки $\Delta R_{z\max}$ от давления в колесе, как в дорожных условиях, так и в стендовых. На рис. 14 представлены зависимости изменения длины пятна контакта L от давления в колесе P как в дорожных условиях, так и в стендовых.

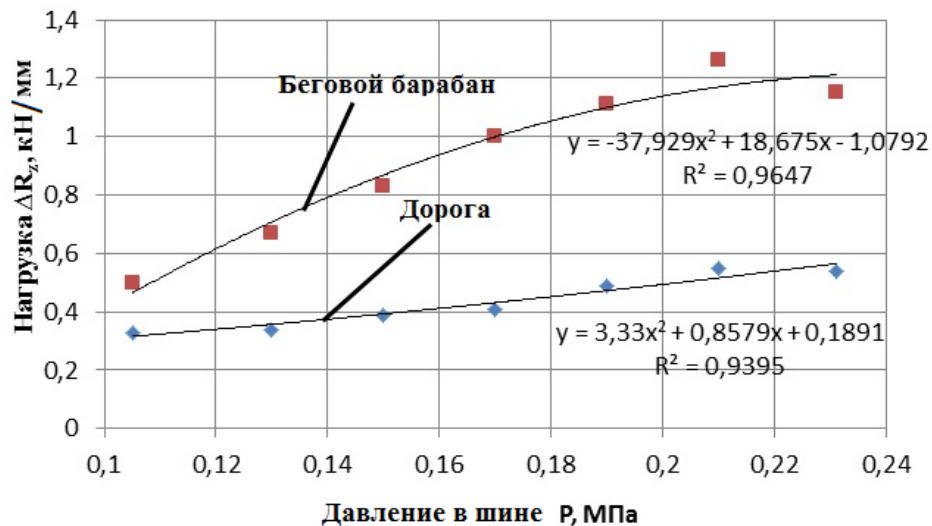


Рис. 13. Графики зависимости максимальной распределенной нагрузки ΔR_{zmax} в пятне контакта колеса от давления P в шине

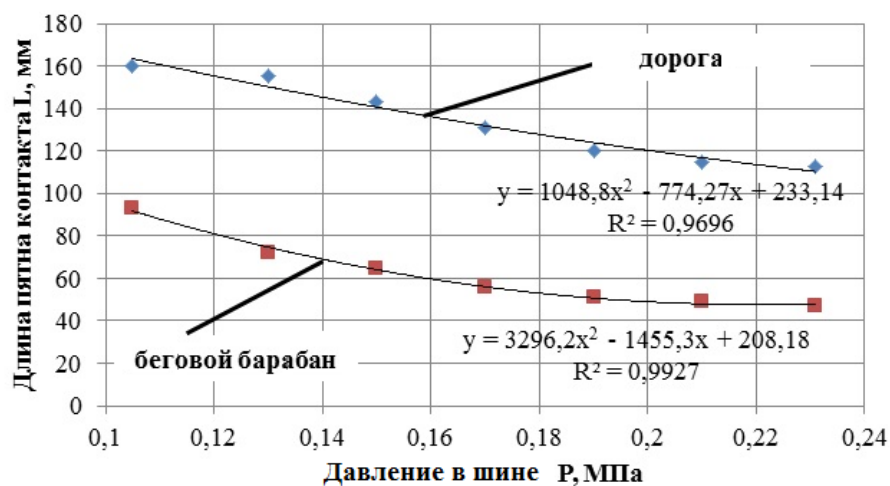


Рис. 14. Графики зависимости изменения длины пятна контакта L от изменения давления P в шине

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

- величина максимального значения эпюры распределения нормальной реакции в пятне контакта эластичной шины с беговым барабаном диагностического стенда в 2,9 раза больше, чем величина максимального значения эпюры распределения нормальной реакции в пятне контакта эластичной шины при качении по дорожному полотну;
- величина длины пятна контакта эластичной шины с беговым барабаном диагностического стенда в 1,6 раза меньше, чем величина длины пятна контакта эластичной шины при качении по дорожному полотну;

- полученные функциональные зависимости максимальной распределенной нагрузки ΔR_{zmax} в пятне контакта колеса от давления P в шине могут быть использованы в математических моделях процесса качения колеса по беговому барабану или дороге.

Список литературы

1. Кулько П. А., Ушаков К. В. Государственный технический осмотр. Проблемы и решения // Автотранспортное предприятие. – 2005. – № 9. – С. 15–19.

2. Федотов А. И., Бойко А. В. Эффективность стендовых методов контроля тормозных систем автомобилей в условиях эксплуатации // Проблемы диагностики и эксплуатации автомобильного транспорта: сб. тр. II междунар. науч.-практ. конф. – Иркутск: ИрГТУ, 2009. – С. 115–125.

3. Федотов А. И., Бойко А. В., Цогт Д. и др. Экспериментальное исследование параметров, характеризующих взаимодействие автомобильного колеса с опорными роликами диагностических стендов // Вест. ИрГТУ. – Иркутск: ИрГТУ, 2009. – № 4. – С. 72–77.

4. Федотов А. И., Бойко А. В., Халезов В. П. Экспериментальные исследования процесса взаимодействия эластичной шины с беговым барабаном и дорогой // Вестн. ИрГТУ. – Иркутск: ИрГТУ, 2012. – № 9. – С. 157–163.

5. Федотов А. И., Бойко А. В., Потапов А. С. Воспроизводимость результатов измерений параметров тормозной системы автомобиля на тормозном стенде с беговыми барабанами // Повышение эффективности эксплуатации автотранспортных средств на основе современных методов диагностирования: сб. тр. междунар. науч.-практ. конф. – Иркутск: ИрГТУ, 2007. – С. 26–32.

6. Федотов А. И., Бойко А. В. Результаты экспериментальных исследований процесса торможения автомобиля на современном тормозном стенде СТМ 3500 // Актуальные проблемы эксплуатации машинотракторного парка, технического сервиса, энергетики и экологической безопасности в агропромышленном комплексе: сб. тр. междунар. науч.-практ. конф. – Иркутск, 2007. – С. 146–150.

Н. Ф. Булгаков, В. В. Коваленко, С. Н. Шалимов

Сибирский федеральный университет

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОФИЛАКТИКИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Использование в повседневной жизни автотранспорта для современного человека стало обыденным делом. При этом используются как индивидуальные транспортные средства, так и общественные, грузовые. Это вызвало увеличение количества, расширение модельного ряда автотранспорта в городах Российской Федерации. Все большее внимание государство уделяет надежности и безопасности автотранспортных средств. Существующая система профилактики (технического обслуживания и ремонта) призвана обеспечивать высокий уровень надежности и безопасности на автотранспорте.

Система поддержания работоспособного состояния на автотранспортных предприятиях (АТП) опирается на нормативы и рекомендации заводов-изготовителя, при этом не учитывая специфичность условий эксплуатации. В результате чего инженерно-техническая служба АТП привлекает значительные средства, методы и усилия, чтобы обеспечить высокий уровень технической готовности автомобильного парка предприятия. На сегодняшний день на предприятиях отсутствуют модели оптимизации и управления процессами восстановления автотранспортных средств (АТС), информационное обеспечение, знания о закономерностях происхождения отказов (и особенно методы прогнозирования), все это приводит к не возможности поддерживать оптимальный уровень эксплуатационной надежности АТС. Распространенная на АТП стратегия поддержания АТС предусматривает проведение плановых технических обслуживаний (ТО-1 и ТО-2), а текущий ремонт (ТР) по потребности, что ведет к снижению уровня надежности и росту дополнительных затрат. Формирование планово-предупредительного ремонта на автомобильном транспорте, основываясь на данных о надежности АТС, должен обеспечить высокий уровень технической готовности парка АТП.

Вот почему создание моделей, методов и технологий для формирования планово-предупредительного ремонта является актуальным.

Функциональная модель управления системой профилактики содержит модули информационного обеспечения, формирования баз данных, оценки эффективности системы профилактики, оценивания закономерностей распределения случайных величин и показателей надежности (безотказности и долговечности), а также формирования ступеней профилактики и модуль оптимизации системы профилактики.

Предложена функциональная модель, рассматривающая процесс управления системой профилактики АТС с использованием методов профилактики и оптимизации как системой массового обслуживания (рис. 1).

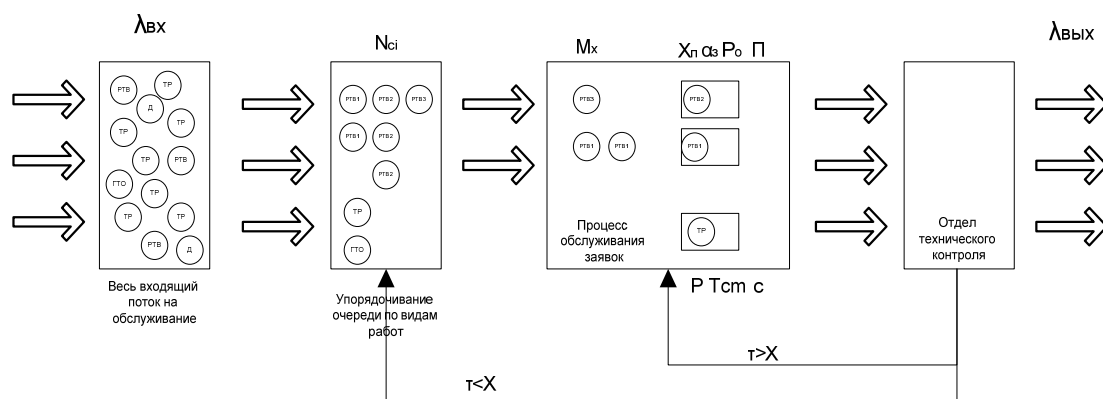


Рис. 1. Модель управления системой профилактики как системой массового обслуживания

В основе данной модели лежит принцип: весь входящий поток заявок на обслуживание (заявки на плановое ТО и ТР) проходят стадию обработки и анализа на основе данной информации. Поэтому представляется возможным оценить процесс обслуживания заявок (определить параметры загрузки и эффективности работы). По получаемым данным можно управлять как процессами формирования заявок на обслуживание, так и процессом обслуживания.

При этом модели процесса обработки информации состоит из информационного, нормативного, математического и организационного обеспечения системы профилактики. Выходными данными процесса обработки информации являются сформированные ступени профилактики,

тем самым входящий поток приобретает другие функции в предлагаемой функциональной системе управления системой профилактики АТС.

Совершенствования модели и алгоритма были реализованы на практике в виде программы ЭВМ на языке Delphi, на которое получено авторское свидетельство программ на ЭВМ. Сформированный алгоритм программы представлен на рис. 2.

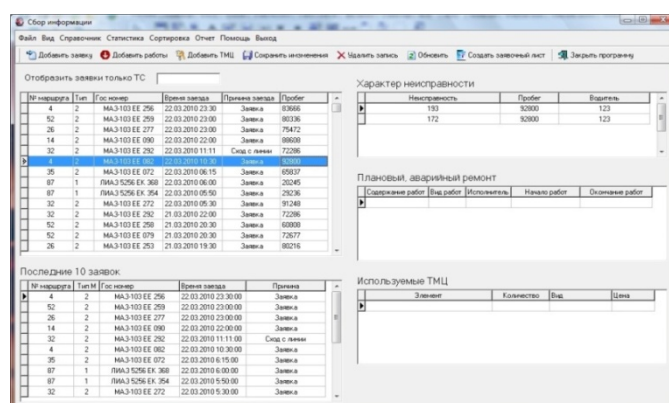


Рис. 2. Программа сбора информации на автотранспортном предприятии

Исследование и совершенствование системы профилактики основывается на показателях надежности АТС. Проблему формирования показателей надежности возможно решить с помощью разработанного алгоритма и программы сбора информации, а получение количественных показателей надежности (особенно на производстве) остается несовершенной. Решением данной проблемы является разработанный алгоритм и программа для оценивания показателей надежности (рис. 3).

Благодаря предложенным алгоритмам и программам представляется возможным сформировать карту надежности. При установке всех программ на предприятии формирование карты надежности возможно с учетом вносимых поправок в автоматизированном виде.

Разработанные программные продукты были реализованы в МП г. Красноярска КПАТП № 5, т. е. усовершенствована система информационного обеспечения, сформирована база данных элементов, лимитирующих надежность, безотказность и безопасность автобусов МАЗ-103. По предложенному алгоритму и программе рассчитаны показатели надежности элементов автобуса МАЗ-103. Полученные данные были сведены в карту надежности и нормативно-технологическую карту надежности (рис. 4).

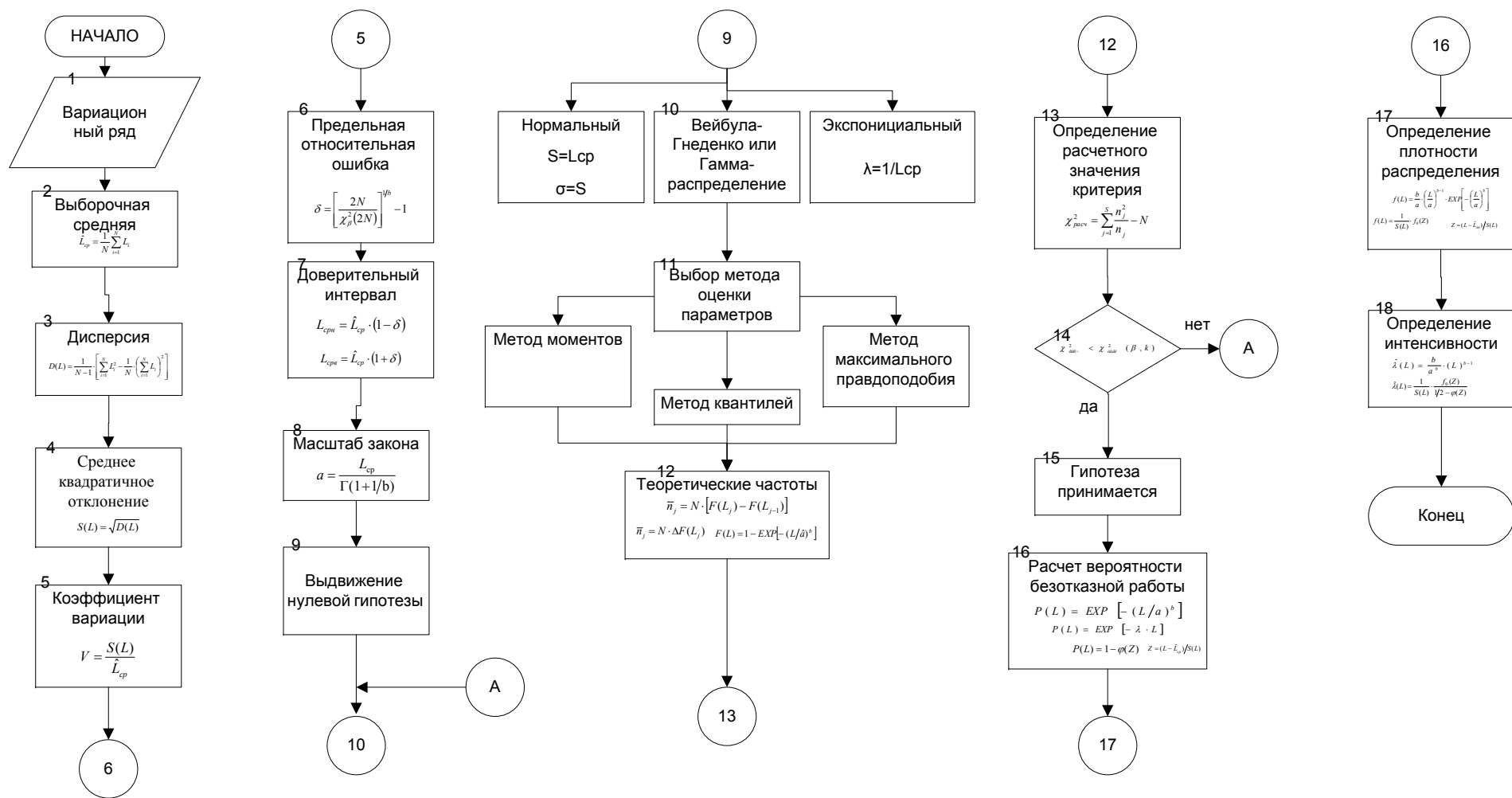


Рис. 3. Блок-схема алгоритма оценки показателей надежности АТС

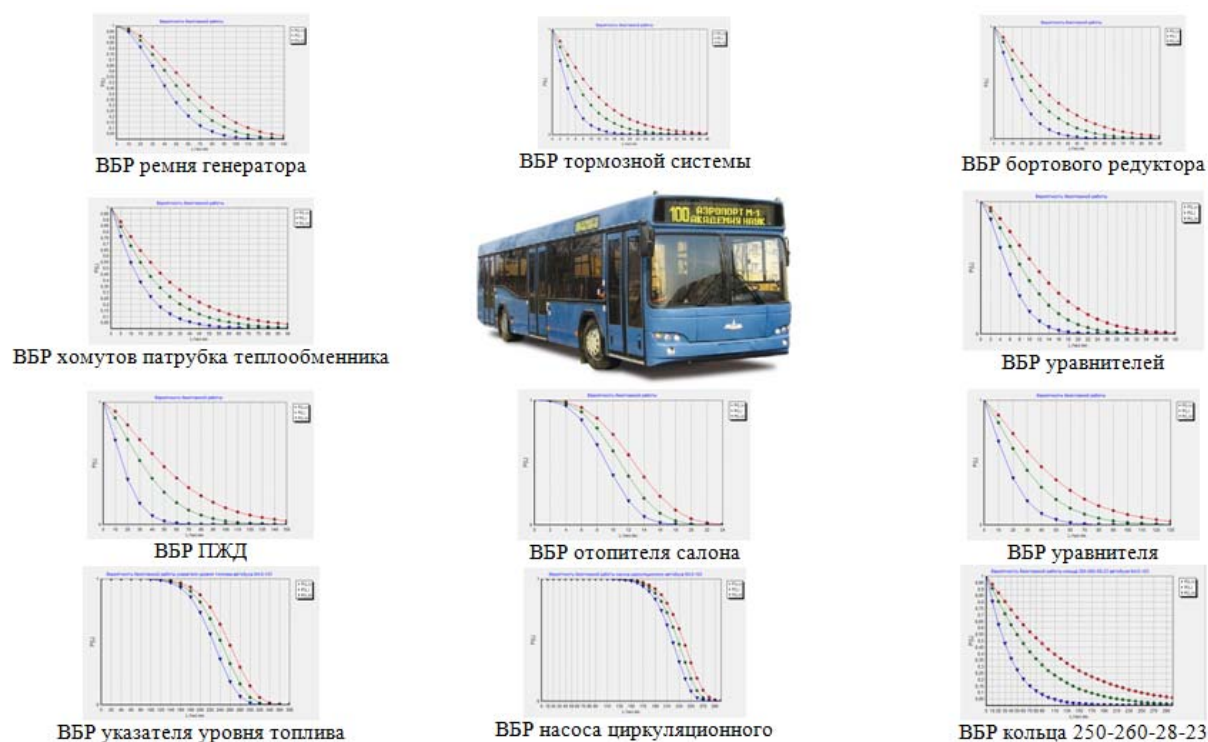


Рис. 4. Нормативно-технологическая карта надежности элементов автобуса МАЗ-103

Полученные данные о надежности элементов ТС могут быть использованы для проектирования многоступенчатой системы профилактики ТС, т. е. для разработки дополнительных ступеней обслуживания. Это позволит снизить затраты на текущий ремонт и простой транспортных средств.

На основе представленных данных был произведен расчет многоступенчатой системы профилактики для элементов, лимитирующих надежность автобуса МАЗ-103. Были рассчитаны ступени профилактики и разновидности технических воздействий (РТВ), полученные результаты сведены в график календарного планирования РТВ (рис. 5).

На основе полученного графика календарного планирования РТВ представляется возможным оценить параметры производительности, эффективности и загрузки зоны обслуживания. Полученные данные можно использовать для оценки параметров зоны обслуживания как системы массового обслуживания.

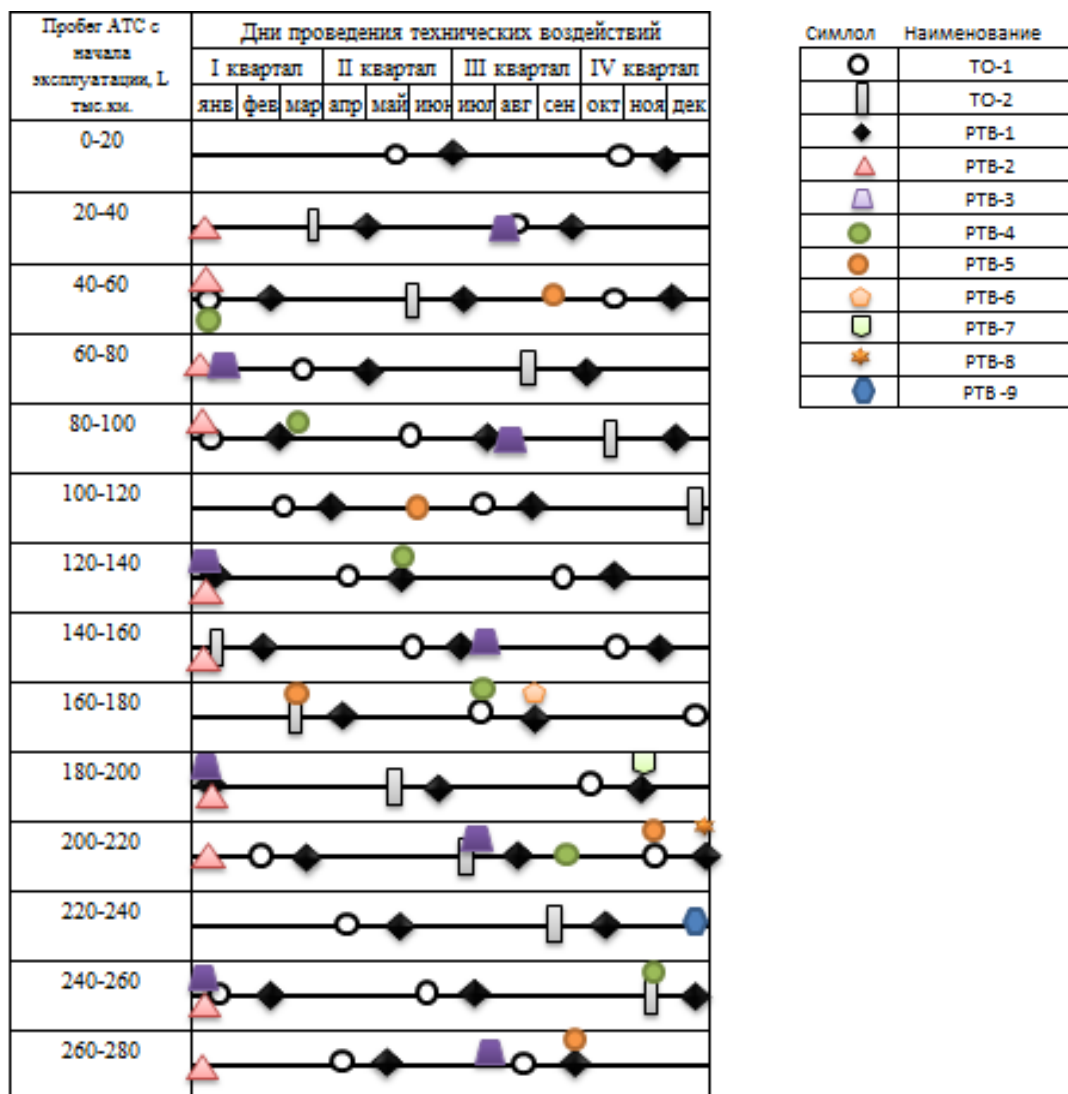


Рис. 5. График календарного планирования РТВ

Постоянно параметры обслуживания и эксплуатации требуют от системы профилактики более точных данных о номенклатуре работ, планировании ступеней. Рассмотренные модели, алгоритмы и программы доказывают, что система профилактики ТС – это сложная система, управлять которой возможно за счет применения новых методов, алгоритмов и теорий.

Список литературы

1. Булгаков Н. Ф., Коваленко В. В., Шалимов С. Н. Модель проектирования технического регламента профилактики сложных систем (на примере эксплуатации городского пассажирского транспорта Сибири) //

Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 5; URL: <http://www.science-education.ru/105-7277> (дата обращения: 26.10.2012).

2. Булгаков Н. Ф., Коваленко В. В. Технология информационного обеспечения в регламенте профилактики транспортных средств // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. – 2013. – Т. 6, № 2. – С. 203–210.

3. Булгаков Н. Ф. Исследование безотказности и долговечности автобусов МАЗ-103 (на примере топливной системе двигателя Deutz): материалы VII Всероссийской научно-технической конференции «Политранспортные системы» / Н. Ф. Булгаков, В. В. Коваленко, С. Н. Шалимов. – Красноярск – Новосибирск: СФУ, 2010. – С. 1.

4. Коваленко В.В. Модель проектирования технологического регламента профилактики транспортных средств: материалы I Всероссийской научно-практической (заочной) конференции с международным участием «Проблемы и перспективы развития Автотранспортного комплекса» / В. В. Коваленко, Л. Н. Сиренко, Н. Ф. Булгаков. – Магадан: СВГУ, 2011. – С. 222–224.

5. Булгаков Н. Ф. Оценка уровня безотказности автобусов МАЗ-103 при эксплуатации в условиях Сибири: материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященная 155-летию со дня рождения К. Э. Циолковского [Электронный ресурс] / Н. Ф. Булгаков, В. В. Коваленко, С. Н. Шалимов, Э. Э. Курочкин. – Красноярск: СФУ, 2012. – С. 3.

6. Булгаков Н. Ф. Модели и методы совершенствования системы профилактики АТС: материалы II Международной научно-практической конференции «Современная наука: тенденции развития» / Н. Ф. Булгаков, В. В. Коваленко, С. Н. Шалимов. – Краснодар: НИЦ Априори, 2012. – С. 70–76.

7. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2007613059 «Модель статистического оценивания характеристик надежности и эффективности» / Л. Н. Сиренко, Н. Ф. Булгаков, М. А. Сысоев, В. В. Коваленко. – Зарегистрировано 17.07. 2007 г. – 1 с.

8. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2008610013 «Модель оптимизации системы профилактики» / Н. Ф. Булгаков, В. В. Коваленко, Л. Н. Сиренко. – Зарегистрировано 09.01.2008 г. – 1 с.

9. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2009612900
«Модель проектирования регламента профилактики» / Н. Ф. Булгаков,
В. В. Коваленко, Л. Н. Сиренко – зарегистрировано 04.06.2009. – 1 с.

10. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2010614370
«Модель автоматизированного управления информационным
обеспечением системы профилактики» / Н. Ф. Булгаков, В. В. Коваленко,
С. Н. Шалимов. – Зарегистрировано 06.07.2010. – 1 с.

В. П. Павлов

Сибирский федеральный университет

РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМОТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОДНОКОВШОВЫХ ЭКСКАВАТОРОВ В КОМПЬЮТЕРНОЙ СРЕДЕ

Одноковшовый экскаватор (ЭО) является ведущей машиной строительного производства. Оснащение экскаватора большим набором сменного рабочего оборудования и рабочих органов делает машину универсальной, многоцелевого назначения. Повышение конкурентоспособности создаваемых одноковшовых экскаваторов обеспечивает не только снижением себестоимости, а в большей степени повышением качества машин и максимального соответствия конкретным требованиям потребителя за счет разнообразия сменного рабочего оборудования и рабочих органов. Последнее обуславливает жесткие требования к этапу проектирования, на котором определяются основные технические, технологические и экономические параметры ЭО.

Практическая исчерпанность ресурса традиционной технологии теоретического исследования и проектирования ЭО затрудняет адаптацию разработчиков к быстро изменяющимся требованиям рынка, перестройке производственных процессов и тотального управления качеством. Существующие методологические подходы и программные средства проектирования ЭО дают лишь частичное решение проблемы целостности, не учитывают необходимость информационного обмена по этапам жизненного цикла (ЖЦ) машины, не обеспечивают процесса накопления информации, а деятельность разработчиков ЭО должна быть подкреплена усилиями программистов.

Для решения задач проектирования создана компьютерная среда [1; 2], главными блоками которой являются: расчет структурно-компоновочных характеристик ЭО; модели физически неоднородных процессов (рабочие процессы, приводные системы и др.); модели эффективности, обеспечивающие оценку закономерности изменения производительности и других показателей от главного параметра – массы

ЭО (типоразмера ЭО) с учетом развития технологических параметров машины.

Современные средства проектирования (CAD/CAE-системы) обеспечивают различную технологическую последовательность выполняемых проектных процедур. Эта последовательность обеспечивается путем реализации организационных процедур и соответствующей настройки программного обеспечения. Восходящие и нисходящие алгоритмы проектирования могут начинаться с любого иерархического уровня. Поэтому формализованная последовательность выполнения процедур проектирования отличается, с одной стороны, некой общностью признаков, а с другой – множеством частных процедур, объединенных в задачи. Соответственно первые будут именоваться в дальнейшем общей задачей проектирования (ОЗП), а другие – частными задачами проектирования (ЧЗП).

ОЗП представлена как элемент жизненного цикла машины. В соответствии с принципами системного анализа внешними условиями (реакциями) являются: техническое задание (ТЗ) на проектирование и возможности производства, представленные множествами X_0 и Z_0 (рис. 1).

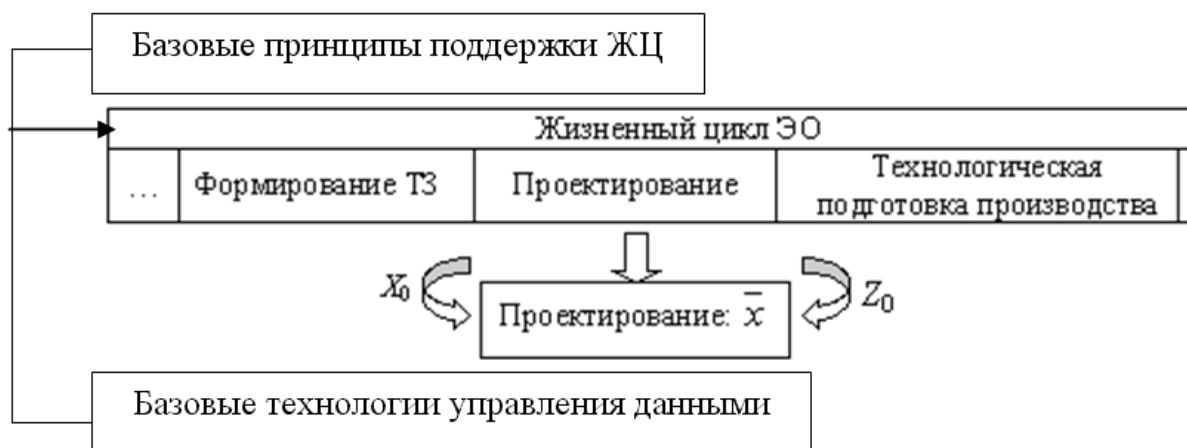


Рис. 1. Основные компоненты проекта как элемента жизненного цикла ЭО:
 X_0 – задание на проектирование; Z_0 – прогноз условий реализации проекта;
 $\bar{x}$ – рациональный вариант проекта

Реакции (X_0, Z_0) в конкретной концепции проектирования выступают в роли ограничений. При известных ограничениях возможны, как правило, несколько реализуемых проектов, удовлетворяющих заданному ТЗ.

Множество таких проектов $D_x = \{x: V_0(x, X_0, Z_0) \leq 0\}$, где $V_0(x, X_0, Z_0) \leq 0$ – некоторое формальное условие допустимости проекта x при заданных X_0, Z_0 . Для оценки альтернативных вариантов проекта в общем случае используется ряд показателей (критериев) $Y_0 = F_0(x, X_0, Z_0)$. Исходя из этого, необходимо наличие правила F_0 , ставящего в соответствие $\{x, X_0, Z_0\}$ значения компонент вектора критериев Y_0 . В случае векторного критерия предполагается, что существует некоторое правило (правило обоснования) W_0 , позволяющее по значениям критериев на множестве D_x определить наиболее предпочтительный (лучший) проект $\bar{x}$. Тогда в формализованном виде задача формирования рационального проекта (П) ЭО может быть представлена в виде следующего кортежа:

$$\dot{\mathbf{I}} = \langle X_0, Z_0, \Omega_0, V_0, D_x, Y_0, F_0, W_0, \bar{x} \rangle,$$

где X_0 – множество задач, возлагаемых на ЭО; Z_0 – условия реализуемости проекта, учитывающие имеющуюся производственную базу и достигнутый научно-технический уровень; Ω_0 – множество рассматриваемых концепций проекта; V_0 – формальное правило, выделяющее из множества рассматриваемых вариантов допустимые варианты; D_x – множество допустимых вариантов проекта; Y_0 – вектор критериев, оценивающих предпочтительность допустимых вариантов проекта; F_0 – правило, ставящее в соответствие каждому $\{x, X_0, Z_0\}$ значения вектора критериев; W_0 – правило выбора наиболее обоснованного варианта проекта из множества допустимых; $\bar{x}$ – рациональный вариант проекта.

Понятие «рациональный проект» можно отнести к любой i -й подсистеме (агрегату, узлу и т. д.) ЭО, а совокупность рассматриваемых для ЭО проектов

$$\Pi = \bigcup_{j=1}^k \Pi_j : \langle X_0, Z_0, \Omega_0, V_0, D_x, Y_0, F_0, W_0, \bar{x} \rangle,$$

где k – количество уровней конструктивной иерархии.

Среда проектирования, поддерживающая предложенную методологическую схему проектирования ЭО, обладает способностью

развертывания данной методологии в виде совокупности частных задач проектирования – ЧЗП (или линейной последовательности проектных процедур). Соподчиненность в последовательности выполнения проекта Π определяется следующей цепочкой: проектная операция $\rightarrow$ проектная процедура $\rightarrow$ ЧЗП $\rightarrow$ Π . Здесь стрелка обозначает отношение «принадлежит к».

Совокупность ЧЗП решается для входного вектора, который объединяет вопросы, требующие ответа на данном шаге проектирования. Тогда ЧЗП представляет собой совокупность ответов на поставленные вопросы, т. е. результат решения некоторой ЧЗП.

Проект Π отражает результаты выполнения процедур на определенной стадии проектирования, он включает сведения из ЧЗП. Формирование ЧЗП для заданного входного вектора $q = \{x, X_0, Z_0\}$ осуществляется на основе методики Q^M . При заданном q методика Q^M позволяет получить различные варианты ЧЗП при заданных критериях, ограничениях, неуправляемых параметрах, а также выбранного метода оптимизации. Вектор q должен быть задан таким образом, чтобы существовала необходимая для его разрешения методика Q^M .

ЧЗП является основой создания очередного вектора q_{i+1} с помощью операции Q^q . В общем случае формализации операции Q^q не существует, но она должна приводить к созданию разрешимого вектора q , т. е. такого q , для которого существует методика Q^M .

Именно это обстоятельство порождает одно из основных требований к методологии проектирования ЭО – возможность создавать разрешимые входные векторы q , что обеспечивается такими известными приемами, как идентификация, итерация, декомпозиция, агрегирование структурных элементов и характеристик.

Линейная последовательность проектных операций может быть представлена в виде технологической схемы процесса проектирования, которая включает как методологические вопросы проектирования, так и методики решения ЧЗП [2]. Анализ технологической схемы показывает, что для различных проектных решений возможно построение одинаковых методик Q^q . Это позволяет, с одной стороны, свернуть технологическую схему, а с другой – выделить в операции Q^q

определенные действия, связанные с распознаванием ситуации, сложившейся после построения проекта П. Операция распознавания ситуации обозначена как Q^P . Из рис. 1 видно, насколько существенно свертывается дерево после применения операции Q^P .

Таким образом, последовательность действий, задаваемых технологической схемой, определяется исходной информацией к проекту $q = (x, X_0, Z_0)$, а также циклом проектирования, включающим распознавание ситуации Q^P , методику Q^q , методику решения ЧЗП Q^M . Цикл завершается разработкой подпроекта на уровне ЧЗП, часть которого помещается в проект П.

Степень формализации операции Q^q , а следовательно, и степень ее готовности к автоматизации проектных процедур, может быть различной. В наибольшей степени алгоритмизированы такие процедуры, как расчет нагрузок в гидромеханизмах произвольной структуры, динамика приводных систем на базе физически неоднородных компонент, выбор расчетных положений манипуляционного рабочего оборудования, процедуры оптимизации и др. [1]. Для решения этих задач имеются соответствующие методики Q^M , а в случае появления проблемных (нетривиальных) задач увеличивается доля участия лица, принимающего решения (ЛПР) в корректировке методики Q^M . При этом усиливается роль ЛПР в блоке Q^q , а при выработке информации I^c роль ЛПР становится ведущей. Процедура принятия решения является итеративной. По этой причине необходим диалог, в процессе которого от ЛПР требуется получение дополнительной информации в виде весовых коэффициентов, условий предпочтения и т. д.

Вместе с тем ЛПР не всегда справляется с возложенными на него задачами в изменяющейся обстановке. Необходима взаимная адаптация ЛПР и ЭВМ, которая связана с учетом информации, получаемой от ЛПР в виде решающего правила. Адаптация ЛПР к задаче происходит в результате осмысления соотношения между своими потребностями и возможностями их достижения (рис. 2).

Блок ψ подготавливает информацию о характеристиках множества Парето для ЛПР в необходимой форме, а блок ϕ – данные для формирования задачи (на шаге $i+1$):

$$\varphi_{i+1}(x) \rightarrow \text{extr}_{x \in D_{i+1}}.$$

Как видно из рис. 2, диалог на i -м шаге сводится к выдаче ЛПР множества Парето и его характеристик и запросу у ЛПР дополнительной информации и т. д.

Фаза оптимизации включает в себя следующие шаги: используя полученную информацию от ЛПР на предыдущем шаге, формируется новая задача оптимизации и новая область допустимых решений; вычисляется соответствующее новым данным решение; вырабатывается информация для ЛПР.

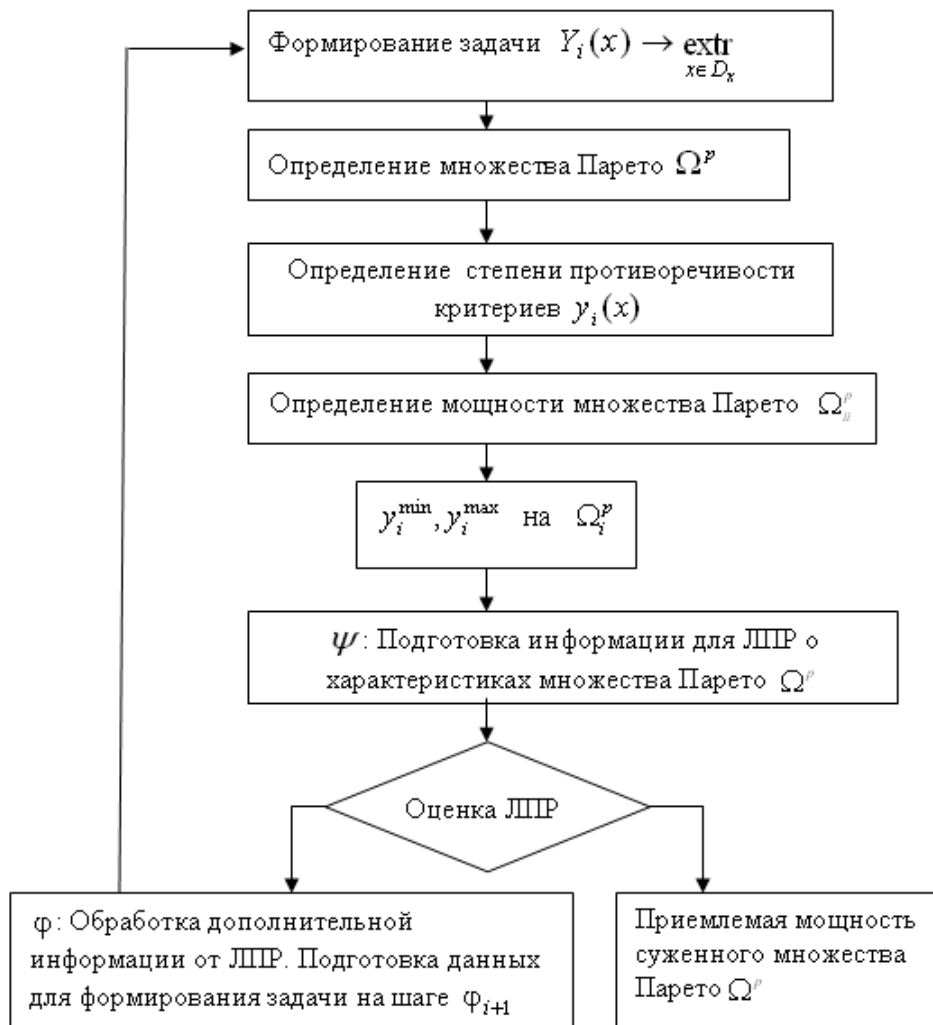


Рис. 2. Схема процесса сужения множества Парето и адаптации ЛПР к задаче

Фаза анализа включает в себя оценку предъявленного решения и определение его допустимости; если да, то процедура закончена, в противном случае анализируются новые условия формирования и передачи ЭВМ дополнительной информации I_k , с помощью которой можно вычислить новое решение. Такие человеко-машинные процедуры отличаются друг от друга содержанием и способом выполнения каждого из указанных шагов. Наиболее корректными с точки зрения ЛПР процедурами являются те, в которых взаимодействие ЛПР с ЭВМ производится в пространстве критериев.

Перераспределение решаемых задач между ЛПР и ЭВМ в компьютерной системе проектирования осуществляется по мере разработки новых алгоритмов, методик расчета, накопления знаний о прецедентах [2].

Разработанная технологическая схема проектирования многоцелевых технологических машин обеспечивает реализацию системных подходов как в сосредоточенных проектно-производственных структурах, так и в сетевых электронных предприятиях, допуская различное участие ЛПР и ЭВМ в выполнении проекта.

Список литературы

1. Павлов В. П. Основы системотехники многоцелевых землеройных машин: монография / В. П. Павлов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН; Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006. – 332 с.
2. Павлов В. П. Методология автоматизированного проектирования экскаваторов / В. П. Павлов. – Saarbruchen: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. – 336 с.

В. В. Минин

Сибирский федеральный университет

**МЕТОДОЛОГИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ УНИВЕРСАЛЬНЫХ
МАЛОГАБАРИТНЫХ ПОГРУЗЧИКОВ**

Универсальные малогабаритные погрузчики с бортовым поворотом (УМП) изобретены и внедрены в практику выполнения транспортно-технологических операций в середине XX в. Данный тип машин является наиболее представительным ввиду наличия значительного количества сменных рабочих органов циклического и непрерывного действия, экономичности, высокой мобильности и маневренности в сочетании с простотой управления. Погрузчики зарекомендовали себя как необходимое средство механизации для малых объемов работ на различных рассредоточенных объектах. В настоящий момент в мире производится более 100 тыс. машин в год.

Существенными специфическими особенностями УМП, снижающими их эффективность, являются: короткобазовое шасси, ограничивающее грузоподъемность; высокая динамическая нагруженность машины и плохая управляемость на твердых скользких поверхностях; жесткое, безрессорное крепление колес к раме; закрытое капотом пространство энергетической установки и гидropередач, снижающее теплообмен с окружающей средой; значительные затраты энергии и ресурсов на обеспечение бортового поворота и др.

Ведущие фирмы-изготовители (свыше 40) Великобритании, Германии, Италии, Канады, Кореи, России, Словакии, США, Японии и других стран производят УМП для внутреннего и внешнего рынка, постоянно совершенствуют конструктивные схемы и отдельные подсистемы машин, но решения, устраняющего все перечисленные недостатки, пока не найдено.

Проблема определения рационального варианта сочетания технико-эксплуатационных и конструктивных параметров, обеспечивающих высокую эффективность вновь создаваемых образцов, осложняется разнообразием условий и свойств среды применения УМП, оснащаемых различным сменным рабочим оборудованием. В связи с этим актуальна разработка критериев оценки эффективности для универсальных машин данного класса, которые обеспечивают высокую точность расчетов на ранних стадиях проектирования. Применение УМП в регионах Сибири и Дальнего Востока, где климатические условия существенно отличаются от европейских, без усовершенствования конструкции и определения области рациональных значений конструктивных параметров имеет ограничения.

Научная проблема порождена отсутствием теоретических основ проектирования, обеспечивающих взаимосвязь параметров подсистем универсальных малогабаритных машин с адаптируемой к условиям эксплуатации конструктивной схемой. Это создает определенные трудности, устранить которые возможно, благодаря разработанной автором концепции совершенствования УМП за счет повышения эффективности путем создания адаптивных к условиям эксплуатации конструкций и рационализации основных параметров.

Цель исследования состоит в повышении эффективности УМП путем развития теоретических основ проектирования, создания методов и моделей, учитывающих комплексную взаимосвязь основных параметров машины и ее внутренних подсистем.

При изучении механических явлений вводится ряд понятий, таких как энергия, скорость, напряжение и т. п., которые характеризуют рассматриваемое явление и могут быть заданы с помощью чисел. Все вопросы о движении и равновесии формулируются как задачи об определении некоторых функций и численных значений для величин, характеризующих явление, причем при решении таких задач физические законы и различные геометрические соотношения представляются в виде функциональных уравнений – обычно дифференциальных [1; 2]. Однако в случае определения эффективности работы УМП математическая постановка задачи не сводится только к описанию названных уравнений

и задач линейного и нелинейного программирования, поскольку мы имеем дело как с детерминированными, так и со стохастическими рабочими процессами. В этом случае для определения рациональных параметров УМП используют статистический метод и метод размерностей, адекватно отражающие реальные процессы. Анализ размерностей конструктивных и эксплуатационных параметров, входящих в целевую функцию (критерий) оценки степени совершенства (эффективности) конструкции, позволяет определить структуру математической модели в виде зависимости между безразмерными комбинациями, составленными из этих параметров [1].

Анализ основных направлений научных исследований по совершенствованию методов расчета технико-эксплуатационных и конструктивных параметров УМП, необходимых для целевой функции оценки степени совершенства, позволил определить методом анализа размерностей структуру математической модели в виде зависимости между безразмерными комбинациями, составленными из этих параметров. В обобщенной форме для УМП математическую модель взаимосвязи параметров записывают в виде $\Phi = \Phi'(H, G, Z, Q, N)$, где H – показатель назначения, имеющий линейный размер, $[H] = L$; G – эксплуатационная масса машины, $[G] = M$; Z – грузоподъемность (грузоподъемная сила), $[Z] = LMT^{-2}$; Q – производительность машины, $[Q] = LMT^{-3}$ (для сменного рабочего оборудования циклического действия); N – установочная мощность двигателя, $[N] = L^2MT^{-3}$. Также применена размерность производительности $[Q] = L^3T^{-1}$ (для сменного оборудования непрерывного действия). Для учета физико-механических свойств разрабатываемой среды (грунта) принят удельный коэффициент сопротивления A в виде отношения силы воздействия на разрабатываемую среду к площади этого воздействия (энергоемкость разработки 1 м³ материала): $[A] = L^{-1}MT^{-2}$. Экономическая эффективность учитывается внесистемной единицей $[C] = \text{руб.}$

Для математического моделирования оптимизации параметров с учетом их взаимосвязи с параметрами рабочего процесса сформирована иерархическая структура показателей (табл. 1), позволяющих производить оценку технического уровня вновь проектируемых образцов.

Таблица 1

Структура математических моделей для оценки эффективности
и технического уровня УМП

Иерархия безразмерных показателей качества	Учитываемый фактор
I уровень	
$\pi_{C_A} = \frac{AG^2}{Q^3} \sqrt{\frac{\Pi_{C_A}}{C}}$	Стоимость потерь полезной удельной работы в рабочем цикле
II уровень	
$\pi_{C_N} = \frac{AG^2}{Q^3} \sqrt{\frac{C}{\Pi_{C_N} Q}}$	Стоимость потерь мощности
III уровень	
$\pi_H = \frac{QH}{N}, \pi_Z = \frac{Z}{NG} \sqrt[3]{QH^2 G^2}, \pi_G = \frac{Z}{QG} \sqrt[3]{\frac{NG^2}{H^2}}$	Производительность при подъемно-транспортных и коммунальных работах
$\pi_N = \frac{AQ}{N}, \pi_Q = \frac{AH^4}{Q} \sqrt[3]{\frac{H^2}{G^2 N}}$	Производительность при землеройно-транспортных работах

Направления повышения эффективности УМП определяются при условиях стремления комплексов к своим предельным значениям с учетом ограничений, определяемых для каждого вида сменного рабочего оборудования (оснащаются более чем 70 видами) и заданных условий эксплуатации:

$$\pi_{C_A} \rightarrow \min \text{ при } A = \text{const}, G \rightarrow \min, Q \rightarrow \max, \Pi_{C_A} \rightarrow \min, C = \text{var};$$

$$\pi_{C_N} \rightarrow \min \text{ при } A = \text{const}, G \rightarrow \min, Q \rightarrow \max, \Pi_{C_N} \rightarrow \min, C \rightarrow \min;$$

$$\pi_H, \pi_Z, \pi_G \rightarrow \max \text{ при } Z \rightarrow \max, N \rightarrow \min, G \rightarrow \min, Q \rightarrow \max, H = \text{const};$$

$$\pi_N, \pi_Q \rightarrow \max \text{ при } A = \text{const}, H = \text{const}, G \rightarrow \min, Q \rightarrow \max, N \rightarrow \min.$$

Разработанные критериальные комплексы показывают качественную картину взаимосвязи параметров, а мультипликативная форма представления – противоречивость требований к конструкции универсальной машины. Тенденция развития конструктивных исполнений УМП учитывается путем прогнозирования численных значений безразмерных комплексов, при этом значения основных параметров рассчитывают по зависимостям вида

$$G = \frac{Z}{\pi_G Q} \sqrt[3]{\frac{N}{H^2}}, \quad N = \frac{AQ}{\pi_N}, \quad Z = \pi_G Q \sqrt[3]{\frac{GH^2}{N}} \text{ и др.}$$

Предлагаемая автором концепция (система путей решения проблемы) базируется на математическом понятии поля, где справедливы операции умножения, деления и т. д. В сложной системе (УМП) поля различны, так как параметры имеют разную размерность. Этим обосновывается необходимость применения безразмерных комплексов взаимосвязи технико-эксплуатационных и конструктивных параметров для приведения результатов исследований к математическим операциям, справедливым для обобщенного поля. На рис. 1 проиллюстрировано развитие безразмерных комплексов $\pi_1 \dots \pi_n$ во времени. Для различных промежутков времени численные значения комплексов зависят от численных значений исследуемых технико-эксплуатационных и конструктивных параметров машины.

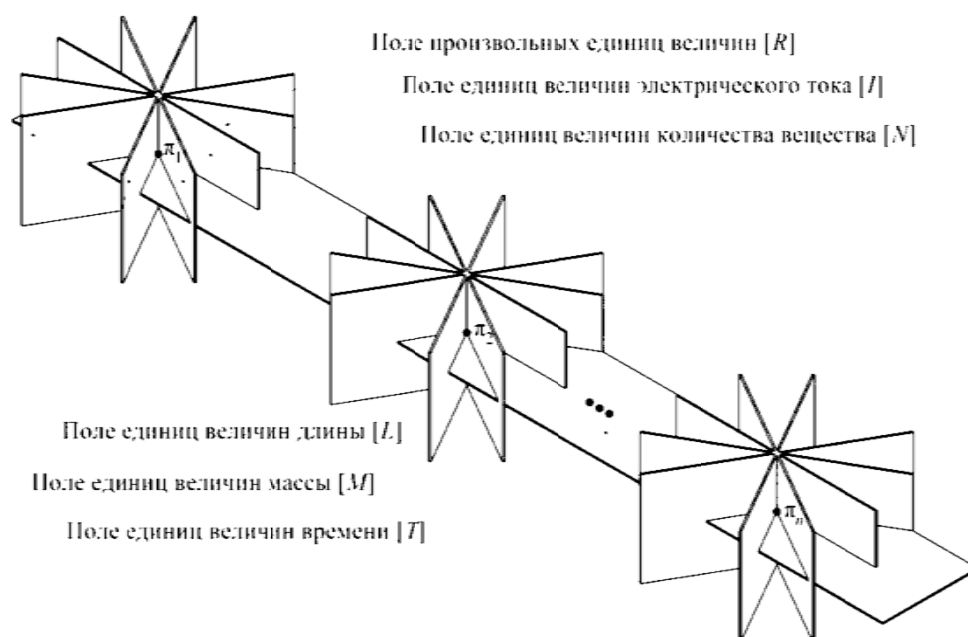


Рис. 1. Взаимосвязь математических полей
основных единиц измерения величин

На рис. 2 показана общепринятая методология оценки конструктивных вариантов техники. Каждая из точек на графике является расчетным значением одного из критериев оценки эффективности и технического уровня (табл. 1) для отдельного образца машины.



Рис. 2. Поле корреляции критериев оценки технического уровня машин на основе пространственно-временных математических моделей

В связи с юбилейной датой образования факультета транспорта на рис. 3 представлены (в качестве примера – расчет кратности критерия π_H , см. табл. 1) результаты исследований для различных типов строительных и дорожных машин за период ретроспекции – более 40 лет. Данная иллюстрация показывает тенденции повышения эффективности машин при совершенствовании их конструкции благодаря достижениям, характерным для различных поколений техники в течение времени, что доказывает важность учета фактора времени для уточненной оценки технического уровня.

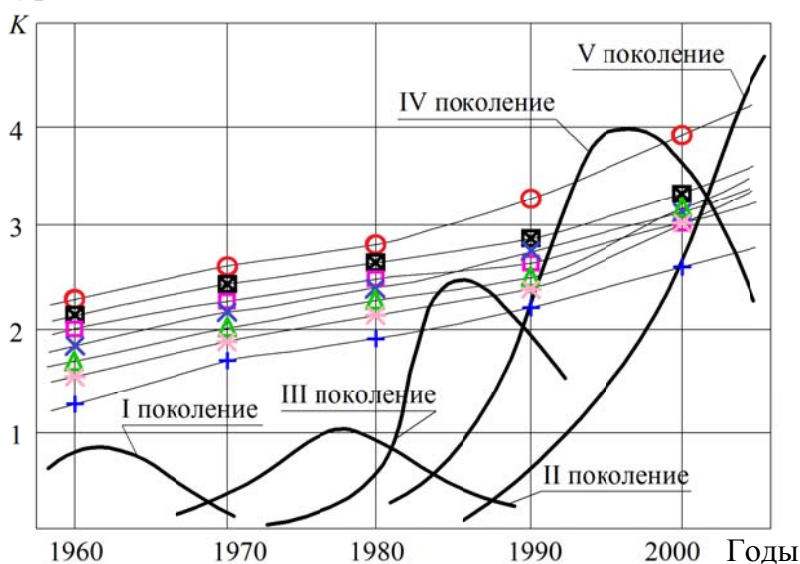


Рис. 3. Тренды среднего технического уровня машин

K – кратность увеличения значений критерия π_H стоимости машин в зависимости от года выпуска: ○ – экскаваторы одноковшовые; ☒ – краны башенные; □ – скреперы; × – бульдозеры; ▲ – краны стреловые самоходные; ✕ – автогрейдеры; + – погрузчики одноковшовые

Механизм реализации внедренной многими промышленными предприятиями России концепции [3] заключается в следующем:

1) на основе научно-технической информации создается и поддерживается компьютерная база данных по технико-эксплуатационным и конструктивным параметрам УМП;

2) с использованием программно-математического обеспечения определяются численные значения безразмерных комплексов по параметрам моделей УМП, выпускаемым фирмами-производителями;

3) методом статического вычислительного эксперимента определяются средние значения безразмерных комплексов, характеризующие средний технический уровень;

4) в зависимости от поставленной задачи совершенствования конструкции путем аналитического раскрытия выражений технико-эксплуатационных и конструктивных параметров, образующих безразмерные комплексы, формируются математические модели отдельных подсистем или машины в целом. Данная математическая операция необходима для описания физического процесса работы УМП. Мультипликативная форма безразмерных комплексов позволяет сократить количество зависимых переменных;

5) по программному обеспечению (например, в среде программирования Mathcad, Matlab и др.) с апробированными методами оптимизации определяются значения рациональных параметров конструкции УМП и статистическая погрешность расчетов;

6) путем сопоставления значений безразмерных комплексов для вариантов конструкции производится оценка степени совершенства вновь создаваемой модели УМП;

7) оценивая приращения значений безразмерных комплексов, определяем наиболее эффективное направление совершенствования конструкции отдельных подсистем машины.

Ограничением разработанной концепции является практическая (конструктивная, технологическая или производственная) реализация создания моделей УМП с найденными рациональными значениями технико-эксплуатационных и конструктивных параметров.

Список литературы

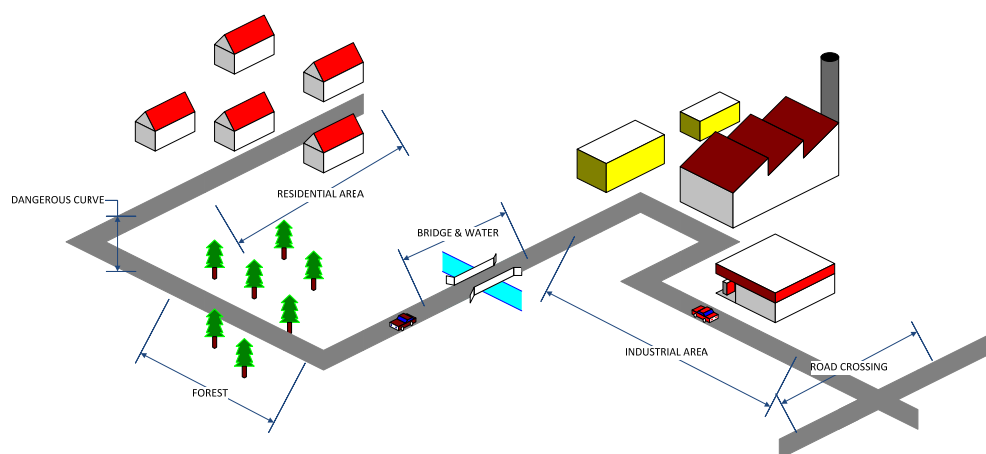
1. Зарубин В. С. Математическое моделирование в технике: учеб. для вузов / В. С. Зарубин; под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. – 496 с.
2. Седов Л. И. Методы подобия и размерности в механике / Л. И. Седов. – М. : Наука, 1965. – 388 с.
3. Минин В. В. Концепция повышения эффективности универсальных малогабаритных погрузчиков: монография / В. В. Минин. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 304 с.

Marek Młyńczak

Wrocław University of Technology

METHOD OF RISK ASSESSMENT CONCERNING DANGEROUS GOODS TRANSPORTATION

Daily observed hazard dealing with moving mass (kinetic energy) is nowadays fully accepted as hundreds of vehicles are visible around. 40 tons truck, moving about 40 km/h has a kinetic energy equivalent to explosion of 0,5 kg of TNT (trotyl), while heavy track carrying dangerous material, like a tank of 30 tons capacity of petrol carries energy stored in 30 tons of petrol which is equivalent to 300 t of TNT. We are familiar with a large number of tankers passing through residential or park area going from refineries or stores to gas stations. There are also other dangerous goods (poisonous, corrosive, etc.) transported every day to or from chemical companies. All land transportation tasks dealing with procedure, documentation, permissions, technical and law requirements should be fulfilled according to international agreements described precisely in ADR, RID or ADN, but despite of it, we still observe accidents and less or more severe consequences due to transportation of hazardous materials. The idea presented in the paper is based on observation of landscape through the car window and assessment of possible losses due to release of dangerous goods carried by the truck (fig. 1).



*Fig. 1. Idea of road segments with various object exposed
to hazard of dangerous goods transport*

Paper concerns a method of risk assessment due to transportation of dangerous goods through the areas of different exposure to hazards arisen from releasing flammable liquids, poisoning gases etc. It is assumed that risk is evaluated according to route segments, so that finally one may get a road risk profile at the transportation route (Cassini 1998). The problem stated above was previously analyzed and some data in specific cases is available (Borysiewicz & Potemski 2001, Fabiano et al. 2002, Manual 1996).

Risk analysis in technical system is based on general algorithm (Dependability management) and starts with description and identification of all factors influencing safe operation. Looking at goods transportation, it is distinguished transportation system and process. Transportation process describes changes of elements' states in time and takes place in the specific infrastructure. Transportation system is a set of elements which consists of: means of transport with operator, surroundings like technical infrastructure and natural environment. One of the most important roles in transportation process takes a human being operating and managing process. To identify hazards in goods transportation it is necessary to identify sources of hazards and potential objects exposed to hazards since consequences depend on relation hazard – exposure (Borysiewicz & Potemski 2001). From the safety point of view transportation system should be divided in two sets of objects containing: sources of hazard (hazardous active) and objects being exposed to hazard (hazardous passive).

One may also distinguish in the transportation system roughly static and dynamic elements. Change of descriptive parameters of static elements is very slow regarding time of vehicle movement (road dimension, distances among buildings, population density, etc.). Dynamic elements are represented for instance by parameters characterizing: vehicle movement, traffic, walking people, animals, wind, rain/snow, etc. Static elements describe surroundings potentially affected by active elements, though static elements can also be active in the sense of hazard (slippery or rough road, curved or sloped road, broken tree branch close to the road, etc.).

Road is divided in segments (Fabiano et al. 2002) taking into account possible exposed objects like: people, natural environment, technical infrastructure. In general, road as main static element is described by:

- road parameters (dimensions, structure, surface, conditions,...),

- road infrastructure parameters (pavements, roadside, bus/tram stops, bridges, crossroads, railway crossings,...),
- road neighbourhood parameters:
- inhabited area (type of houses, density of buildings, barriers/traffic lights, population density,...),
- uninhabited area (flora, fauna,...).

Transportation is defined as a set of transportation system and process: $TR = \langle TRS, TRP \rangle$. Transportation system represents material objects while process describes distribution of object's state in time. Adopting system definition from system theory (Ayyub & Klir 2006, Młyńczak 2012, Sadowski 1978) it is assumed that transportation system (1) is created by set of elements, its attributes and relations linking attributes to elements:

$$TRS = \langle E, W(E), R_{EW} \rangle, \quad (1)$$

where: $E = \{e_i\}$, $i = 1, 2, \dots, n$ – set of elements, $W(E) = \{w_{is}\}$, $i = 1, 2, \dots, n$, $s = 1, 2, \dots, m_i$ – set of attributes, R_{EW} – set of relations.

It is assumed that any undesired event originates from basic event related to system element. In the transportation system there are defined sets of elements called active TEA (3) and passive TEP (4) ones. Thus, transportation system is (2):

$$TRS = \{TEA, TEP\}, \quad (2)$$

$$TEA = \langle EA, W(EA), R_{AW} \rangle, \quad (3)$$

$$TEP = \langle EP, W(EP), R_{PW} \rangle, \quad (4)$$

where: EA , EP – sets of active/passive elements, $W(EA)$, $W(EP)$ – attributes of active/passive elements, R_{AW} , R_{PW} – relations among elements.

Attributes $W(EA)$ describe such features of elements that are responsible for failures and therefore they may start chain of undesired events. Attributes $W(EP)$ characterize failure modes or losses due to given dysfunction of finally affected elements.

An event during operation making abnormal, undesired state of *EA* elements initiates a chain of events resulting finally in losses of *EP*.

Hazard is defined in this context as an event which may potentially transform into undesired event i.e. event causing losses. Amount of losses depends on development scenarios which is a process of change of element attributes.

Source of hazard is located in dangerous goods and since it is moving, also hazard moves, making at following road segments various risk.

Driving along the road it may be observed various landscapes, what gives various exposures to moving hazard. Let's divide a road of length L in m uniform segments described by its length and type (5):

$$D^L = \{d_k(l_k, s_{kj})\}, \quad (5)$$

where: d_k is k -th route segment of length l_k , of type s_{kj} and $L = \sum_{k=1}^m l_k$.

Type of segment may be described as: segment passing uninhabited field, segment passing uninhabited forest or park, segment passing inhabited area, segment passing industrial zone, segment passing road junction etc.

In the transportation process involving carrying of dangerous goods by heavy truck it is included in analysis the following objects and processes: vehicle (tanker), operator (driver), freight, road, roadside, road and neighbourhood infrastructure, traffic, type of land development (compact/dispersed settlement, uninhabited, recreation ground, forest, park, field, river, lake, etc.), flora and fauna, weather conditions and process like accelerating, breaking, turning, driving up or down etc. In the system and process having such various elements and states it is difficult to find out all or the most possible hazards. It is proposed system approach to identify hazards.

Transportation system is described by attributes. Any undesired state of attributes may cause an accident having losses observed at various objects and of various modes. That analytical part of hazard identification is supported by inventive methods like HAZOP, FMECA, Cause-Consequence Analysis and the other (IEC 31000, 60300-3-9, Młyńczak 1997).

Hazard identification is done by the analysis of matrix of relations between distinguished attributes. Let's denote hazard as a source event (failure,

mishap, mishandle, external failure, etc.) consisting in causing losses. Losses are considered as excessive costs or undesired states of the system which is not included in ordinary usage or repair. Active object initiates a chain of events and finally, passive object suffers losses (fig. 2). All relations among active and passive attributes are elements of Cartesian product $W(EA) \times W(EP)$.

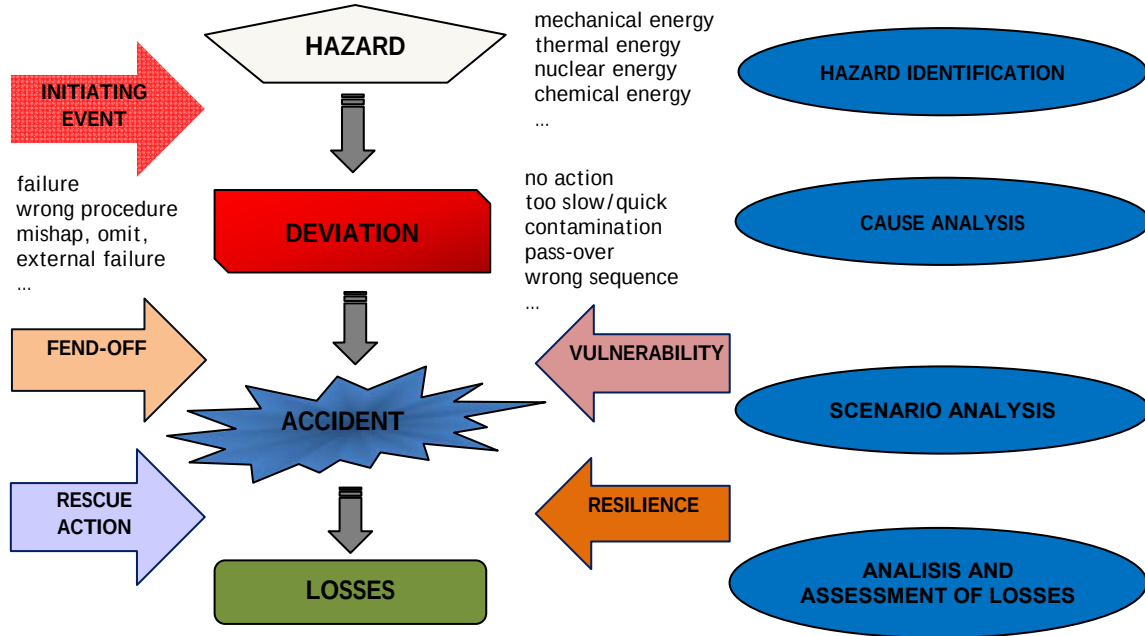


Fig. 2. Accident development from hazard to the catastrophe

If analysis of such relations reveals losses of passive element than the basic event is identified as hazard in transportation system.

Denote couple of attributes (6) according to cause – consequence relation:

$$\omega_{ij} = w(ea_i) \rightarrow w(ep_j), \quad (6)$$

where: $w(ea_i)$, $w(ep_i)$ – values of attributes of active/passive elements, what means, that ea_i acts “dangerously” on ep_i . Then the hazardous acting matrix (7) is as:

$$W(EA) \times W(EP) = \begin{bmatrix} \omega_{11} & \cdots & \omega_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \omega_{n1} & \cdots & \omega_{nn} \end{bmatrix}. \quad (7)$$

Using techniques appropriate for peculiar character of couples ω_{ij} and available in risk analysis (Dependability... 1999) we select meaningful and important relations having at the end losses of the system. Each couple in the matrix $W(EA) \times W(EP)$ is valued 0 or 1 if an influence of active object on passive one exists:

$$v(w(ea_i) \rightarrow w(ep_j)) = v(\omega_{ij}) = \begin{cases} 1 & \text{if } EA \text{ acts on } EP \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}, \quad (8)$$

where: $v(\omega_{ij})$ – values of acting relation.

Then we get matrix (9) indicating couples that are important for hazard identification:

$$v(W(EA) \times W(EP)) = \begin{bmatrix} v(\omega_{11}) & \cdots & v(\omega_{1n}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ v(\omega_{n1}) & \cdots & v(\omega_{nn}) \end{bmatrix}, \quad (9)$$

Hazards (10) correspond to all events connected to attributes of EA :

$$H(W(EA)) = \{W(EA): v(\omega_{ij}) = 1\}, \quad (10)$$

where: $H(W(EA))$ – hazard matrix.

Result of this step is a set of attributes of all active elements of transportation system that may generate losses on passive element.

Risk evaluation requires estimation likelihood and consequence magnitude due to each hazard. Likelihood corresponds to active objects EA , while consequences to passive ones EP .

Each active element is described by vector of failure likelihood (11):

$$l(ea_i) = [l(ea_{i1}) \dots l(ea_{ii}) \dots l(ea_{in})], \quad (11)$$

where: $l(ae_i)$ – likelihood of hazardous acting of i – th element, $l(ae_{ij})$ – likelihood of hazardous acting of i – th element on j – th element.

For all values $v(\omega_{ij}) = 1$, likelihood of the failure is: $l(ea_{ij}) > 0$. For all active elements we get the likelihood matrix with regard to passive elements (12):

$$L(EA) = [l(ea_{ij})], \quad (12)$$

where: $L(EA)$ – likelihood of failure matrix.

In similar way we should determine vector of consequences (13) corresponding to passive elements as a result of failure of active element.

$$c(ep_i) = [c(ep_{1i}), \dots, c(ep_{ii}), \dots, c(ep_{ni})]^T, \quad (13)$$

where: $c(ep_i)$ – consequence caused on i – th element, $c(ep_{ij})$ – consequence caused on i – th element by j – th active element.

For all passive elements we get the consequences matrix (14) regarding active elements as basic cause:

$$C(EP) = [c(ep_{ij})], \quad (14)$$

where: $C(EP)$ – matrix of consequences.

Each single hazard caused by active element produces risk (15) as:

$$r(e_{ij}) = l(ea_{ij}) \cdot c(ep_{ij}), \quad (15)$$

where: $r(e_{ij})$ – risk associated with i – th active element with consequences sustained by j – th passive element.

Finally we get for entire system a risk matrix (16) as a Hadamard product:

$$RS = L(EA) \circ C(EP) = \left[\left(l(ea_{ij}) \cdot c(ep_{ij}) \right) \right] = [r(e_{ij})]. \quad (16)$$

In fact, in some cases it may be $i=j$, what means that the failure of i -th element has serious consequence on itself.

Having matrix RS we may observe value of risk originated from failure modes of each element directed on other objects $RS(E)$. Assuming independence of all such relations it allows for summation of risks and finally we get risk vector (17) for all elements:

$$RS(E) = [r(e_{ij})] = [\sum_j r(e_{ij})]^T = [r(e_i)]^T, \quad (17)$$

where: $RS(E)$ – risk matrix for all elements, $r(e_i)$ – risk associated with i – th element.

In order to describe a risk profile of the road segment $d_k(l_k, s_{kj})$ we have to select system elements corresponding to the given road segment d_k (18):

$$\Lambda_{e_i} \left((W(e_i) \in W(d_k)) \Rightarrow r(e_i) \right). \quad (18)$$

Details of the analysis depend on knowledge about the system and data. Available data usually doesn't concern specific problem and only rough assessment is possible. Valuation of possibilities and consequences depends on scenarios of events development. The main variables influencing valuation derives from: parameters of exposure to hazards caused by dangerous materials, propagation of flame or poisonous cloud due to material density, wind speed, humidity, instant or postponed effect for passive element. For detailed analysis some data is available for instance in (Manual 1966).

For preliminary analysis it may be applied PHA requiring relative data and giving provisional assessment of risk (Manual 1996, Rausand 2004).

It is assumed route of transportation of petrol from general store to gas station. The route takes place through five road segments (fig. 3). Let us assume for simplicity that road regarding neighborhood safety has three types of segments $S = \langle s_1, s_2, s_3 \rangle$: segment passing uninhabited field s_1 , segment passing uninhabited forest or park s_2 , segment passing inhabited area s_3 . Deeper analysis may show more types of segments if necessary data is provided.

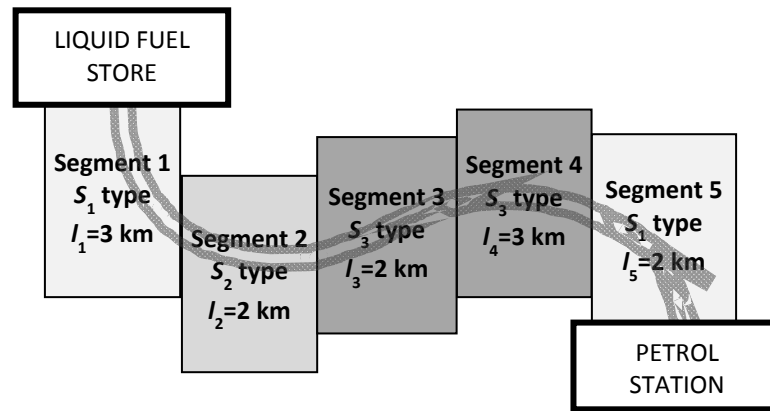


Fig. 3. Layout of the route divided in 5 segments

There are identified six elements of the transportation system: vehicle, driver, road shoulder, tree, pedestrian, residential house. Cause consequences analysis is omitted here since it is another extensive work. Only example relations among active and passive element are shown in Table 1. As exemplification of these relations it is given for instance: tanker due to brakes failure may cause an accident and set vehicle in fire, death, house destruction or break a tree. Another relation: tree at the road shoulder may be broken by stormy wind, fall down and cause an accident involving other vehicle or pedestrians. In the example, tanker failure, leakage, driver mishap and collision with other vehicle may take place at each segment, while collision with pedestrian only in segments 3 and 4.

Assume a scale of likelihood and consequences (Andrews & Moss 2002, Rausand 2004) shown in Table 2 and 3.

Then there are formulated matrices of likelihood and consequences as it is shown in one combined Table 4. Final result, i.e. risk calculated for each hazard and for elements is placed in Table 5.

Table 1

Cause-consequence relation matrix among active and passive elements

No.	Object Passive Active	Tanker	Driver	Other vehicle	Pedestrian
1	Tanker failure	1	1	1	1
2	Tank leakage	1	1	1	0
3	Driver mishap	1	1	1	1
4	Other vehicle collision	1	1	1	0
5	Pedestrian stormed into road	1	0	0	1

Table 2

Five grade likelihood scale

Very unlikely	Remote	Occasional	Probable	Frequent
1	2	3	4	5

Table 3

Four grade scale of consequences

Minor	Major	Critical	Catastrophic
1	2	3	4

Table 4

Likelihood (*L*)/Consequences (*C*) matrix

Object	Passive							
Active	Tanker		Driver		Other vehicle		Pedestrian	
	<i>L</i>	<i>C</i>	<i>L</i>	<i>C</i>	<i>L</i>	<i>C</i>	<i>L</i>	<i>C</i>
Tanker failure	4	2	2	2	2	3	3	4
Tank leakage	3	3	1	2	1	2	0	0
Driver mishap	3	3	2	2	1	3	1	3
Other vehicle collision	2	1	1	1	2	3	0	0
Pedestrian stormed into road	2	1	1	1	0	0	3	4

Table 5

Risk matrix for identified hazards

Object	Passive				Total risk for element
Active	Tanker	Driver	Other vehicle	Pedestrian	
Tanker failure	8	4	6	12	30
Tank leakage	9	2	2	0	13
Driver mishap	9	4	3	3	19
Other vehicle collision	2	1	6	0	9
Pedestrian stormed into road	2	1	0	12	15

Risk assessment for the exemplary transportation system is done in two phases: individually for each identified hazard and as a whole for each element of the system.

PHA risk matrix 4x5 (Table 6) shows that hazards assessed as more than 6 and 4 in the low left corner (high consequences) are the most severe and should be unaccepted.

Table 6

PHA risk matrix

Likelihood Consequences	1	2	3	4	5
1	1	2	3	4	5
2	2	4	6	8	10
3	3	6	9	12	15
4	4	8	12	16	20

The list of these unaccepted hazards is as follows:

Cause: Tanker failure → Consequence: Truck damage; (Risk: 8),

Cause: Tanker failure → Consequence: Bodily harm of pedestrian; (Risk: 12),

Cause: Tank leakage → Consequence: Truck damage; (Risk: 9),

Cause: Driver mishap → Consequence: Truck damage; (Risk: 9),

Cause: Pedestrian stormed into road → Consequence: Bodily harm of pedestrian; (Risk: 12).

Other risk assessment, referred to elements shows just rank of primary causes invoking largest hazard. Here there are no acceptance criteria but the order of events attracting attention to be analysed in first turn. The rank is:

1. Tanker failure (Risk: 30),
2. Driver mishap (Risk: 19),
3. Pedestrian stormed into road (Risk: 15),
4. Tank leakage (Risk: 13),
5. Other vehicle collision (Risk: 9).

Assessment of risk concerning consecutive road segments is shown in Table 7.

Table 7

Risk in road segments

	Road segment				
	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
Risk	71	71	86	86	71

The developed model shows new systemic approach to the risk analysis, where system is decomposed with respect to elements causing hazard (active) and elements being exposed to consequences (passive). That split analysis allows for precise selection of basic hazardous objects and events and finally helps in risk assessment in the entire system. In transportation system method clearly divides causes and consequences. Respectively to available data analysis may be done quantitatively or qualitatively applying for instance PHA method.

References

1. Andrews J. D., Moss T.R. 2002. Reliability and Risk Assessment. – London: Bury St Edmunds, Professional Engineering Publishing Limited.
2. Ayyub B. M., Klir G. J. 2006. Uncertainty Modeling and Analysis in Engineering and the Sciences. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, Taylor & Francis Group.
3. Borysiewicz M., Potemski S. 2001. Foundations of risk analysis and management due to transportation breakdown (in Polish). Instytut Energii Atomowej: Otwock-Świerk.
4. Cassini P. 1998. Road transportation of dangerous goods: quantitative risk assessment and route comparison. Journal of Hazardous Materials 61: 133–138.
5. Dependability management – Part 3: Application guide – Section 9: Risk assessment of technological systems. 1999. IEC 60300-3-9.
6. Fabiano B., Currò F., Palazzi E., Pastorino R. 2002. A framework for risk assessment and decision-making strategies in dangerous good transportation. Journal of Hazardous Materials 93: 1–15.
7. Manual for the classification and prioritization of risks due to major accidents in process and related industries. 1996. Inter-Agency Programme on the Assessment and Management of Health and Environmental Risks from Energy and Other Complex Industrial. Vienna: Systems. International Atomic Energy Agency.

8. Młyńczak M. 1997. Basics of risk assessment in land transportation in: *Analizaryzyka w transporcieiprzemyśle*”, Navigator, Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.
9. Młyńczak M. 2012. Methodology of field test of mechanical objects. (Monograph in Polish) Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.
10. Rausand M. 2004. System Reliability Theory. New York: John Wiley & Sons, Inc.
11. Ruben J. 2012. The VNK2-project: Quantifying flood risks in the Netherlands. Helsinki: Proceedings of ESREL 2012 Conference.
12. Sadowski W. 1978. Basics of General System Theory (in Polish). Warszawa: PWN.

А. И. Фадеев

Сибирский федеральный университет

**НОРМИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО
ТРАНСПОРТА ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ УСЛОВИЙ ДВИЖЕНИЯ НА ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ**

Оценка качества программы перевозок пассажиров по городским регулярным маршрутам, как правило, осуществляется на основе средних показателей, нормирование которых представляет нетривиальную задачу, поскольку норматив зависит от параметров транспортных потоков на сети.

Одним из показателей, определяющим качество транспортного обслуживания населения, является коэффициент использования вместимости подвижного состава. Данный параметр обуславливает экономическую эффективность перевозок: его увеличение обеспечивает повышение количества перевезенных пассажиров. Этот показатель определяет доходы от перевозок при известном тарифе или тариф при известной минимальной норме доходов.

Очевидно, что на наиболее напряженном участке маршрута количество пассажиров в транспортном средстве не должно превышать его номинальную вместимость. Для компенсации внутрисетевой неравномерности рекомендуется [2] коэффициент использования вместимости в часы пик предусматривать для наиболее напряженных участков маршрута в пределах 0,7–0,8, а в среднем за день работы транспорта – не более 0,3 (30 % использования вместимости транспортного средства). Однако до настоящего времени отсутствуют рекомендации по определению норматива коэффициента использования вместимости с учетом конкретных условий движения транспортных средств.

Таким образом возникает задача определения норматива коэффициента использования вместимости подвижного состава городского пассажирского транспорта общего пользования.

Для решения поставленной задачи предположим, что программа перевозок построена так, чтобы выполнить условие: на наиболее напряженном участке маршрута в пиковые периоды количество пассажиров в транспортном средстве не превышает его вместимости. Определим средний коэффициент использования вместимости, а также рассмотрим, как он зависит от параметров транспортных потоков на сети, от которых зависит скорость сообщения маршрутных транспортных средств.

Использование вместимости на наиболее напряженном участке маршрута будем определять коэффициентом статического использования вместимости, который рассчитывается как отношение фактического количества пассажиров в транспортном средстве к его номинальной вместимости, который на наиболее напряженном участке маршрута составляет

$$\gamma_{\max} = q_{\max} / q_n \leq 1.$$

Городские пассажирские потоки нестационарны во времени. Например, на рис. 1 приведена динамика количества перевезенных пассажиров по часам суток.

Для предотвращения превышения вместимости транспортного средства необходимо, чтобы в пиковый период интенсивность пассажирского потока на наиболее напряженном участке маршрута не превышала суммарного количества пассажиро-мест транспортных средств, проходящих через данный участок, которое определяется как сумма номинальных вместимостей транспортных средств за время Δt :

$$Q_{\Delta t}^m = \sqrt{q_n}.$$

Как упоминалось выше, интенсивность пассажирских потоков дифференцируют по часам суток. Для предотвращения превышения вместимости транспортных средств в расчетах на основе часовых интенсивностей в пиковые периоды следует учесть внутричасовые колебания пассажирских потоков, которые оцениваются следующим образом. Час разделяют на несколько расчетных периодов (Δt),

определяют коэффициент отклонения наибольшего количества пассажиров от среднего:

$$k_{\text{ч}} = q_{\text{max}}^{\text{ч}} / q_{\text{ср}}^{\text{ч}},$$

где $q_{\text{max}}^{\text{ч}}$ – максимальное количество пассажиров за Δt ; $q_{\text{ср}}^{\text{ч}}$ – среднее количество пассажиров.

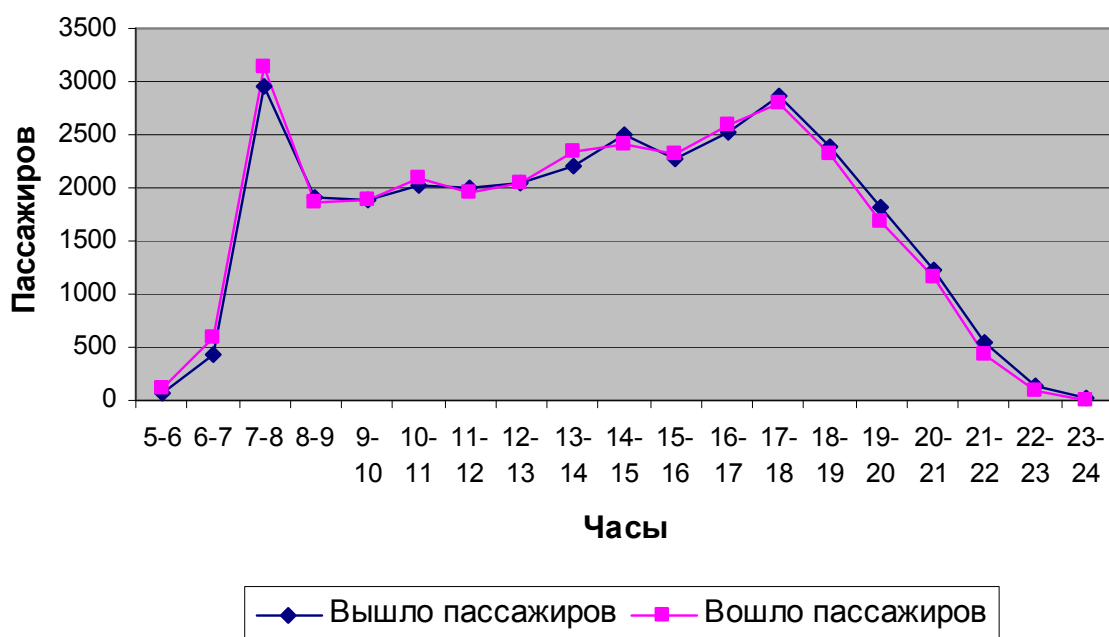


Рис. 1. Динамика количества перевезенных пассажиров по часам суток
(г. Зеленогорск Красноярского края, летнее расписание, будний день)

Между максимальным количеством пассажиров (на наиболее напряженном участке маршрута) и средним количеством пассажиров за рейс имеется следующее соотношение [1]:

$$q_{\text{max}} = q_{\text{ср}} * k_{\text{м}},$$

где: $k_{\text{м}}$ – коэффициент неравномерности распределения транспортной нагрузки по длине маршрута; $q_{\text{ср}}$ – среднее количество пассажиров в транспортном средстве за рейс;

$$q_{cp} = \sum_{i=1}^{n-1} q_i / (n-1),$$

где: q_i – количество пассажиров в транспортном средстве на i -м перегоне (на остановочном пункте после окончания операции посадки-высадки);
 n – количество остановочных пунктов маршрута.

Между q_{cp} и количеством перевезенных пассажиров за рейс существует следующее соотношение:

$$Q_p = q_{cp} k_{cm},$$

где: k_{cm} – коэффициент сменности пассажиров в транспортном средстве.

Таким образом, средний коэффициент использования вместимости за рейс

$$\gamma_{cp} = \gamma_{max} / k_m.$$

Чтобы определить коэффициент использования вместимости в среднем за оборот, необходимо учесть коэффициент неравномерности по направлениям маршрута:

$$k_{nm} = q_{cp}^{max} / q_{cp}^{об},$$

где: q_{cp}^{max} – среднее количество пассажиров в более напряженном направлении; $q_{cp}^{об}$ – среднее количество пассажиров за оборот.

Таким образом, средний коэффициент использования вместимости за рейс не может превышать:

$$\gamma_{cp} \leq \frac{1}{k_q \cdot k_m \cdot k_{nm}}$$

По результатам обследования пассажирских потоков в среднем для сети автобуса общего пользования г. Красноярска коэффициент

внутричасовой неравномерности пассажирских потоков (k_q) равен 1,1, неравномерности распределения транспортной нагрузки по длине маршрута (k_m) – 1,9, неравномерности по направлениям маршрута ($k_{н.м}$) – 1,16. Следовательно, максимально возможный коэффициент использования вместимости за один оборот по маршруту в пиковый период не может быть выше 0,41.

Интенсивность движения транспортных средств по маршрутам в течение дня работы транспорта зависит не только от пассажирских потоков, но и от других факторов, например, установленного максимального интервала, переходных процессов, ограничений режима труда и отдыха водителей и т. д. В результате не представляется возможным обеспечить какое-то рациональное соотношение между интенсивностью пассажирских потоков и движением транспортных средств по маршрутам (рациональное значение коэффициента использования вместимости подвижного состава). В пиковые периоды на маршруте работает наибольшее число подвижного состава. В межпиковые периоды количество транспортных средств уменьшается, экипажам предоставляются отстой и обеденные перерывы. Однако, как правило, падение интенсивности пассажирских потоков выше, чем снижение интенсивности движения. Соотношение между количеством перевезенных пассажиров в пиковый час суток и среднечасовым определяется посредством коэффициента неравномерности по часам, который рассчитывается как [1]

$$k_q = Q_{\text{пик}}^q / Q_{\text{ср}}^q,$$

где: $Q_{\text{пик}}^q$ – количество перевезенных пассажиров в час пик; $Q_{\text{ср}}^q$ – среднее количество перевезенных пассажиров за час.

Поскольку коэффициент использования вместимости пропорционален количеству перевезенных пассажиров, зависимость среднего коэффициента использования вместимости от программы перевозок определим через коэффициент неравномерности для часа программы перевозок. Программу перевозок будем оценивать через среднее время работы на маршруте. Коэффициент

неравномерности пикового часа программы перевозок рассчитаем следующим образом:

$$k_{nc} = \frac{Q_{\text{пик}}^{\text{ч}} * \bar{t}_{nc}}{Q},$$

где: $\bar{t}_{nc}$ – среднее время работы транспортной единицы, ч; Q – общий объем перевозок пассажиров.

Далее, рассчитав коэффициент неравномерности перевозок в час пик для разных вариантов программы перевозок, можно определить средний коэффициент использования вместимости за рабочий день:

$$\bar{\gamma}_{cp} = \gamma_{cp} / k_{nc}.$$

Из этого следует, что средний коэффициент использования вместимости снижается при увеличении времени работы подвижного состава на маршрутах. С другой стороны, данный показатель напрямую влияет на интервал движения в период завершения движения – один из наиболее актуальных в настоящее время параметров качества транспортного обслуживания (недопустимо большое время ожидания транспортных средств в вечернее время). Зависимость среднего коэффициента использования вместимости за день работы транспорта от среднего времени работы подвижного состава приведена на рис. 2. Из рис. 2 видно, что среднее время работы подвижного состава на линии не может быть менее 10 часов. Иначе в межпиковое время качество транспортного обслуживания будет ниже установленных ограничений по использованию вместимости подвижного состава.

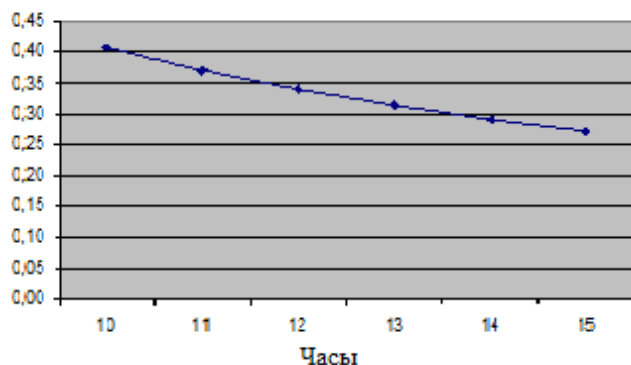


Рис. 2. Зависимость среднего коэффициента использования вместимости за день работы транспорта от среднего времени работы подвижного состава

Зависимость, приведенная на рис. 1, получена без учета колебаний скорости сообщения транспортных средств в зависимости от напряженности дорожного трафика. Сегодня в большом числе случаев скорость движения подвижного состава в пиковые периоды существенно снижается по сравнению со средней за рабочий день. При нормировании и планировании перевозок данный фактор не учитывается. Предлагается использовать коэффициент неравномерности скорости сообщения

$$k_v = V_{\text{пик}} / \bar{V} ,$$

где: $V_{\text{пик}}$ – скорость сообщения в час пик; $\bar{V}$ – средняя скорость сообщения за день работы пассажирского транспорта.

Таким образом, норматив коэффициента использования вместимости подвижного состава предлагается определять следующим образом:

$$\bar{\gamma}_{cp} = \gamma_{cp} / k_{\text{пс}} / k_v .$$

Получена расчетная зависимость для определения норматива коэффициента использования вместимости подвижного состава транспорта общего пользования в зависимости от программы перевозок и скорости сообщения. Предложен показатель для оценки колебаний скорости сообщения: коэффициент неравномерности скорости сообщения.

Список литературы

1. Ефремов, И. С. Теория городских пассажирских перевозок: учеб.пособие для вузов / Ефремов И. С., Кобозев В. М., Юдин В. А. – М.: Высш. школа, 1980. – 535 с.
2. Спирин, И. В. Перевозки пассажиров городским транспортом: справ. пособие. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 413 с.

А. И. Грушевский, А. М. Асхабов
Сибирский федеральный университет

ТОПЛИВО БУДУЩЕГО

Одной из основных причин экологической проблемы на автомобильном транспорте является несоответствие свойств топлива требованиям для работы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и условиям эксплуатации. Это соответствие регламентировалось стандартами, которые классифицировали топливо по назначению.

Постоянное ужесточение требований по назначению привело к классификации двигателей и топлива по экологическим классам ЕВРО 0, 1, 2, 3, 4, 5, однако и это не предел. В настоящее время ведутся работы зарубежом и в Российской Федерации по отысканию альтернативного более экологически чистого топлива для автомобильных ДВС.

Наболевшей проблемой автомобилестроения и автомобильного транспорта конца XX и начала XXI в. является замена традиционного топлива, вырабатываемого из нефти по известным технологиям, на альтернативное топливо не нефтяного происхождения или вырабатываемого из нефти по новым высоким технологиям.

Проблема замены традиционного дизельного топлива не надумана, а является острой необходимостью. В первую очередь это связано с истощением запасов нефти на нашей планете, а также с возрастающими экологическими проблемами на транспорте, по причине постоянного увеличения выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду. Начиная с прошлого столетия, в качестве альтернативных топлив рассматриваются природный газ; этиловый и метиловый спирты; растительные масла; водород и др.

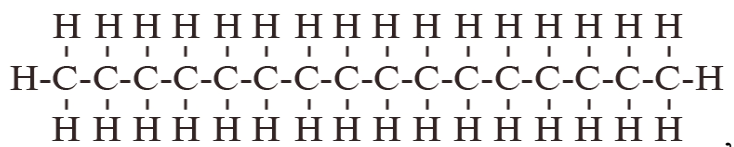
В последние годы прошлого столетия и в начале XXI в. как альтернативное топливо традиционному дизельному все чаще рассматривается диметиловый эфир (ДМЭ), особенно для дизельных автомобилей и автобусов, эксплуатируемых в городских условиях, где предъявляются высокие требования к выбросу загрязняющих веществ.

Работы по использованию ДМЭ в качестве топлива для автомобильных дизельных двигателей в настоящее время ведутся в США, Австрии, Швеции, Дании, Китае и других странах, а также в России.

Преимущество ДМЭ по сравнению с традиционным дизельным топливом очевидно: ДМЭ – CH_3OCH_3 содержит до 35 % кислорода, что обеспечивает высокую полноту сгорания углерода и водорода, доводя продукты сгорания до предельного неактивного состояния H_2O и CO_2 . Сравнивая структуру строения диметилового эфира



и широко известного углеводорода цетана, химическая формула которого $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$, имеет структуру строения



видим, что атомы углерода в молекуле ДМЭ не имеют между собой связей, а это способствует образованию активных гидроперекисей R-O-O-H во время протекания предпламенных реакций. Цетан, цетановое число которого условно равно 100 единиц, имеет пятнадцать связей между атомами углерода, в процессе предпламенных реакций может образовывать до 30 % перекисных соединений типа R-O-O-R .

Образование перекисных соединений при сгорании традиционного дизельного топлива служит одной из причин увеличения периода задержки воспламенения, возникновения жесткой шумной работы двигателя, дымного выхлопа с продуктами неполного сгорания топлива.

ДМЭ является простейшим эфиром, не токсичен и не загрязняет окружающую среду. При нормальных условиях находится в газообразном состоянии, при давлении 0,5 МПа и температуре 20 °С сжижается подобно пропан-бутановой смеси, имеет высокое цетановое число 55–60 условных единиц и может служить экологически чистой альтернативой дизельному топливу.

По данным исследований [1; 2], использование ДМЭ в качестве моторного топлива по сравнению с традиционным дизельным топливом позволит обеспечить полное отсутствие сажи в отработавших газах, в 3–4 раза снизить выбросы оксидов азота NO_x , на порядок снижается выброс оксидов углерода CO .

В табл. 1 приведены основные свойства ДМЭ как топлива по сравнению с традиционным дизельным топливом [3]. Также необходимо отметить тот факт, что стоимость производства ДМЭ сопоставима со стоимостью получения традиционного дизельного топлива.

Таблица 1

Свойства дизельного топлива и ДМЭ

Свойства	Дизельное топливо	ДМЭ
Сера, ppm	<500	<5
Ароматические углеводороды, %	25	0
Кислород, %	следы	34,7
Давление насыщенных паров, бар	0,007	8
Температура кипения, °C (1 бар)	180-370	25
Температура самовоспламенения, °C	220	235
Теплотворная способность, МДж/кг	42,5	24,8
Цетановое число, усл. ед.	40–55	55–60
Вязкость, сСт (20 °C)	2,0–3,5	0,25
Плотность, кг/л (20 °C)	0,84	0,66

К настоящему времени в России разработано несколько топливных систем для обеспечения работы двигателей на ДМЭ.

В НИИ двигателей разработана система питания, позволяющая эксплуатировать дизельный двигатель на двух видах топлива, – как традиционного так и ДМЭ. В ФГУП НАМИ разработана однопаливная система питания для автомобиля ЗИЛ-5301 «Бычок», обеспечивающая его работу на ДМЭ.

Ряд работ проводили в г. Москве при выполнении целевой программы по использованию альтернативных моторных топлив на автомобильном транспорте (постановление Правительства г. Москвы № 170-ПП от 12.03.2002 г.).

При выполнении государственного контракта №36/2011 от 26.04.2011 г. на тему «Разработка программы по снижению выбросов от автотранспорта в городах края (г. Красноярск)», также изучен вопрос применения ДМЭ в качестве топлива для дизельных автобусов с целью снижения выбросов вредных веществ в атмосферу городов. Кроме перечисленных выше достоинств ДМЭ обеспечивает легкий пуск дизельных двигателей даже при окружающей температуре минус 40 °С. Наряду с малой токсичностью отработавших газов это делает привлекательным использование такого топлива в условиях Сибири.

При применении ДМЭ как топлива для дизельных двигателей возникают проблемы уплотнения элементов системы питания эластомерами, они будут разрушаться, так как это вещество является растворителем для большинства эластомеров. Однако следует отметить, что до середины прошлого столетия все соединения в системах питания и пневмопривода выполняли из мягких эластичных металлов.

Одним из основных недостатков по использованию ДМЭ в качестве топлива для дизельных двигателей даже в технически развитых странах является отсутствие полномасштабной инфраструктуры по производству, транспортировке и заправки ДМЭ в баки автомобилей.

Получение диметилового эфира может выполняться по различным технологиям с использованием различных видов сырья. Простейшей технологией получения ДМЭ является дегидратация метанола, т. е. отделение воды от метанола при получении ДМЭ (рис. 1).

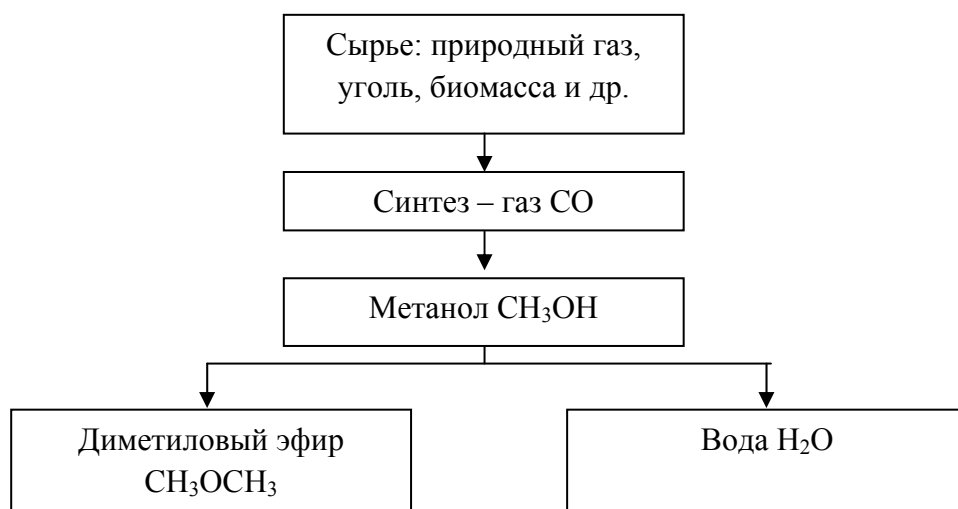


Рис. 1. Принципиальная схема получения ДМЭ

Согласно долгосрочной целевой программе «о снижении выбросов от автотранспорта в городах края (г. Красноярск) на 2013–2015 годы» предусмотрено решение определенных задач.

1. Экологически ориентированное обновление подвижного состава общественного транспорта.

2. Мероприятия по поддержанию технического состояния подвижного состава муниципального парка автобусов.

3. Экологически ориентированное кадровое обеспечение транспортного комплекса.

4. Использование экологически чистых видов топлива.

5. Организация мониторинга загрязнения атмосферного воздуха.

6. Оптимизация организации дорожного движения.

7. Формирование региональной законодательной и нормативной базы в области охраны окружающей среды от воздействия автотранспорта.

Применение данных мер должно позволить снизить уровень загрязнения атмосферного воздуха г. Красноярска на 3040,4 т. в год.

При разработке программы коллективом кафедры транспорта ПИ СФУ представлено решение поставленных задач, в том числе и по пункту 4 – использование экологически чистых видов альтернативных топлив.

Для определения снижения выбросов при использовании альтернативных топлив, а также присадок к традиционным топливам использована «Расчетная инструкция (методика) по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ от автотранспортных средств на территории крупнейших городов» (ОАО «НИИАТ» 2008 г.). В г. Красноярске эксплуатируется порядка 1125 автобусов экологического класса 0, 1, 2, 3 различной вместимости. Расчет выбросов по предельно допустимой токсичности отработавших газов согласно Директиве ЕС и Правил ЕЭК ООН по отдельным компонентам: оксид углерода CO; углеводороды CH; оксиды азота CN; твердые частицы PM (сажа). Рассчитаны следующие варианты:

- существующий автопарк (автобусы экологического класса 0, 1, 2, 3);
- обновленный автопарк, все автобусы экологического класса 3;
- все автобусы экологического класса 3 на ДМЭ топливе.

Сводные результаты этих расчетов приведены в табл. 2. Снижение выбросов при работе дизельных двигателей на ДМЭ согласно данным

зарубежных и российских исследований [1; 2] по NO_x до 80–90 %; СО и СН в 3 раза; РМ в 4 раза по сравнению с дизельным традиционным топливом.

Как следует из данных табл. 2, перевод автобусов муниципального автопарка на ДМЭ топливо в 2–4 раза эффективнее в снижении выбросов вредных веществ, чем просто обновление парка на автобусы ЕВРО 3.

Таблица 2

Результаты расчетов выбросов в атмосферу с отработавшими газами автобусов муниципальных предприятий г. Красноярск

Характеристика автопарка, применяемых присадок и топлив	Выбросы в атмосферу с ОГ автобусов муниципальных предприятий г. Красноярск, тонн/год			
	N _{ox}	СО	НС	РМ (Сажа)
Существующий парк муниципальных автобусов (ЕВРО 0, 1, 2, 3)	126,379169	51,594534	27,500461	6,527290
Обновленный автопарк, все автобусы ЕВРО 3	100,086105 (–20,8 %)	26,109419 (–49,4 %)	21,235661 (–22,8%)	3,916413 (–39,9 %)
Все автобусы ЕВРО 3 на ДМЭ топливе	73,062857 (–42,2 %)	1,305471 (–97,5 %)	5,521272 (–79,9 %)	0,235087 (–96,4 %)

Учитывая требования закона «О техническом регулировании», регламентов его наполняющих, в частности Технический регламент «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту» статья 1 (область применения) трактует: «Технический регламент устанавливает требования к топливу в целях обеспечения защиты жизни и здоровья человека, имущества, охраны окружающей среды...». Это само по себе обнадеживает, что перспективное в экологическом отношении топливо – диметиловый эфир – в ближайшем будущем получит путевку в жизнь.

Список литературы

1. Лютко, В. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания / В. Лютко, В. Н. Луканин, А. С. Хачиян. – М.: МАДИ, 2000. – 310 с.

2. Кутенёв, В. Ф. Экологическая безопасность автомобилей с двигателями внутреннего сгорания / В. Ф. Кутенёв, Б. В. Кисуленко, Ю. В. Шюте. – М.: ГУП ППП «Типография «Наука» РАН», 2009. – 253 с.

3. Лапушкин, Н. А. Использование диметилового эфира в дизельных двигателях / Н. А. Лапушкин, А. М. Савенков, И. В. Федотов // Транспорт на альтернативном топливе. – 2008. – № 3. – С. 43–49.

А. И. Грушевский, А. С. Кашура
Сибирский федеральный университет

ТОКСИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ

Бензины [1] представляют собой сложную смесь легких парафиновых (алканы), олефиновых (алкены), нафтеновых (цикланы), ароматических (арены) углеводородов и их производных с числом углеродных атомов от 4 до 10, молекулярной массой порядка 100.

Бензины – легколетучие горючие жидкости, смеси лёгких углеводородов с температурой кипения от 30 до 200 °С, температурой вспышки ниже 40 °С, застывания ниже –60 °С. Вязкость примерно в два раза ниже воды, колеблется в пределах 0,5 сСт при 20 °С. Растворимость воды в бензине составляет около 0,04 кг/м³, при нормальных атмосферных условиях поверхностное натяжение 20×10^{-3} Н/м, удельное сопротивление $(3-8) \times 10^{10}$ Ом·м, относительная электрическая проницаемость 1,75–1,80, удельная теплоемкость 2,0–2,8 кДж/кг °С, теплопроводность 0,11 Дж/мс°С при 100 °С, температурный коэффициент объемного расширения 0,0012 °С⁻¹, теплота испарения 234–270 кДж/кг, плотность порядка 0,75 г/см, теплотворная способность примерно 10500 ккал/кг (46 МДж/кг, 34,5 МДж/литр).

По составу автомобильные бензины представляют собой смесь компонентов, получаемых в результате различных технологических процессов: прямой перегонки нефти, каталитического риформинга, каталитического крекинга и гидрокрекинга вакуумного газойля, изомеризации прямогонных фракций, алкилирования, ароматизации термического крекинга, висбрекинга, замедленного коксования. Компонентный состав бензина зависит в основном от его марки и определяется набором технологических установок на нефтеперерабатывающем заводе.

Базовым компонентом для выработки автомобильных бензинов являются обычно бензины каталитического риформинга или каталитического крекинга. Бензины каталитического риформинга

характеризуются низким содержанием серы, в их составе практически отсутствуют олефины, поэтому они высокостабильны при хранении. Однако повышенное содержание в них ароматических углеводородов с экологической точки зрения служит лимитирующим фактором. К их недостаткам также относится неравномерность распределения детонационной стойкости по фракциям. В составе бензинового фонда России (табл. 1) доля компонента каталитического риформинга превышает 50 %.

Бензины каталитического крекинга характеризуются низкой массовой долей серы, октановыми числами по исследовательскому методу 90–93 единицы. Содержание в них ароматических углеводородов составляет 30–40 %, олефиновых – 25–35 %. В их составе практически отсутствуют диеновые углеводороды, поэтому они обладают относительно высокой химической стабильностью (индукционный период 800–900 мин). По сравнению с бензинами каталитического риформинга для бензинов каталитического крекинга характерно более равномерное распределение детонационной стойкости по фракциям. Поэтому в качестве базы для производства автомобильных бензинов целесообразно использовать смесь компонентов каталитического риформинга и каталитического крекинга.

Таблица 1

Компонентный состав бензинов различных стран

Компонент	США	Западная Европа	Россия
Газовый бензин	5,5	5,7	5,7
Бензин каталитического риформинга	34,6	46,9	52,8
Бензин каталитического крекинга	36,1	27,1	9,6
Изомеризат	4,7	5,0	1,5
Алкилат	13,0	5,9	0,3
Прямогонный бензин	4,0	7,6	25,2
Бензин коксования	–	–	4,9
Присадки	2,1	1,8	0,2

Массовое содержание в процентах различных групп углеводородов в компонентах бензина зависит от группового состава нефти и способа получения топливных компонентов. Тем не менее, все выше

перечисленные группы углеводородов содержатся в современных традиционных бензинах.

Для качественного определения токсичности углеводородов, как и всех химических веществ, были использованы [2] специальные классы опасности (табл. 2).

Таблица 2

Классы опасности химических соединений
в зависимости от токсических характеристик

Показатели	Класс опасности			
	I чрезвычайно опасные	II высоко- опасные	III умеренно- опасные	IV мало- опасные
ПДК _{р.з.} , мг/м ³ *	<0,1	0,1–1	1–10	>10
ЛД ₅₀ при введении в желудок, мг/кг**	<15	15–150	150–5000	>5000

Примечание:

* ПДК_{р.з.}– предельно допустимая концентрация летучего вещества в воздухе рабочей зоны;

** ЛД₅₀–летальная доза химического вещества, вызывающая при введении в организм гибель 50 % животных.

На основе анализа компонентного состава автомобильных бензинов (парафиновые, олефиновые, нафтеновые и ароматические углеводородные соединения) можно выделить их основные токсические и санитарно-гигиенические свойства.

1. Алканы (также насыщенные углеводороды, парафины, алифатические соединения) – *ациклические углеводороды* линейного или разветвлённого строения, содержащие только простые связи и образующие *гомологический ряд* с общей формулой C_nH_{2n+2} .

Санитарно-токсические свойства алканов (индивидуальные соединения и технические смеси, получаемые главным образом из нефти) приведены в табл. 3. Сравнивая их с данными табл. 2, видно, что все предельные углеводороды и их смеси относятся к категории малоопасных веществ.

Таблица 3

Санитарно-токсические характеристики предельных углеводородов (алканов)

Алканы	Растворимость в воде a , г/л	ПДК _{р.з.} , мг/м ³	ПДК _{м.р.} , мг/м ^{3*}	ПДК _{в.} , мг/л ^{**}	ЛД ₅₀ , мг/кг
Пентан C ₅ H ₁₂	0,36 (20 °С)	300	100	—	—
2-Метилбутан C ₅ H ₁₂	—	300	—	—	—
Гексан C ₆ H ₁₄	0,14 (15 °С)	300	60	—	—
Гептан C ₇ H ₁₆	0,05 (15 °С)	2000	—	—	—
Октан C ₈ H ₁₈	$4 \cdot 10^{-5}$	2350	—	—	—
Алканы с C ₁ –C ₁₀	—	300	—	—	—
Бензин – растворитель малосернистый C ₄ –C ₁₀	—	100	5	—	—
Бензин топливный (сланцевый, крекинг и др.) C ₄ –C ₁₀	—	100	0,05	0,1	62600
Керосин C ₉ –C ₁₆	—	300	—	0,1	—

Примечание:

* ПДК_{м.р.} – предельно допустимая максимальная разовая концентрация химического вещества в воздухе населенных мест;

** ПДК_{в.} – предельно допустимая концентрация химического вещества в воде водоема.

Однако следует отметить, что токсическое действие паров алканов при их высокой концентрации проявляется в ощущении удушья, недостатка воздуха, головокружения, вплоть до потери сознания. Особенно страдают люди с пониженным артериальным давлением (гипотонией).

Экологическая опасность чистых алканов для водоемов невелика из-за их чрезвычайно малой растворимости в воде. Однако сброс значительных количеств алканов в воду все же представляет определенную опасность. Это объясняется тем, что ухудшаются органолептические показатели воды (вкус, запах), а образующаяся на поверхности воды пленка препятствует растворению в ней кислорода

воздуха, необходимого как для дыхания живых организмов водоема, так и для окисления растворенных в воде органических соединений.

2. Алкены (олефины, этиленовые углеводороды) — ациклические непредельные углеводороды, содержащие одну двойную связь между атомами углерода, образующие гомологический ряд с общей формулой C_nH_{2n} . Атомы углерода при двойной связи находятся в состоянии sp^2 гибридизации, и имеют валентный угол 120° . Простейшим алкеном является этилен (C_2H_4). По номенклатуре IUPAC названия алкенов образуются от названий соответствующих алканов заменой суффикса «-ан» на «-ен»; положение двойной связи указывается арабской цифрой.

Алкены, или олефины – токсические для человека и животных вещества. При этом их действие сказывается не сразу, а через некоторое время. Алкены проявляют сильные наркотические свойства (но менее сильные, чем алканы). Их действие увеличивается с ростом углеродной цепи. Высшие алкены наряду с наркотическим обладают и судорожным действием; слабо раздражают дыхательные пути. Алкены, имеющие разветвленную углеродную цепь (изостроение), обладают более слабым действием. Наркотическое действие уменьшается также с удлинением углеродной цепи.

Алкадиены(как наркотики) действуют несколько сильнее, чем алкены с тем же числом углеродных атомов. При увеличении числа углеродных атомов их действие усиливается, а при разветвлении цепи – ослабевает. В газообразном и парообразном состоянии алкадиены раздражают слизистые оболочки гораздо сильнее, чем алкены и алканы. При высокой концентрации в воздухе дивинила $CH_2=CH-CH=CH_2$ ощущается головокружение, общая слабость, наблюдается бледность кожных покровов, частый пульс (тахикардия), возможна рвота, в более тяжелых случаях – потеря сознания.

3. Циклоалканы, также нафтенy, цикланы, или циклопарафины – алициклические насыщенные углеводороды, по химическим свойствам близки к предельным углеводородам. К циклоалканам относят предельные углеводороды с общей формулой C_nH_{2n} , имеющие циклическое строение. Названия циклоалканов строятся из названий соответствующих алканов с добавлением приставки «цикло», например циклопропан, 1,3-диметилциклогексан. Все атомы углерода в молекулах циклоалканов имеют sp^3 -гибридизацию. Однако величины углов между гибридными

орбиталями в циклобутане и особенно в циклопропане не $109^{\circ}28'$, а меньше – из-за геометрии, что создает в молекулах напряжение, поэтому малые циклы очень реакционноспособны.

Общий характер циклоалканов сходен с действием предельных углеводородов (табл. 4). Пары циклоалканов проявляют наркотическое действие.

Циклопропан – наркотик, вызывающий возбуждение нервной системы с последующим ее угнетением, что связано с преимущественным влиянием на кору головного мозга. При концентрации 25–30 % наступает смерть от остановки дыхания.

Таблица 4

Санитарно-токсические характеристики некоторых алициклических соединений

Алициклические соединения	Растворимость в воде a , г/л	ПДК _{р.з.} , мг/м ³	ПДК _{м.р.} , мг/м ^{3*}	ПДК _{в.} , мг/л **	ЛД ₅₀ , мг/кг
Циклогексан C ₆ H ₁₂	0,12 (30 °C)	80	1,4	0,1	–
Хлорциклогексан C ₆ H ₁₁ Cl	0,5 (20 °C)	50	–	0,05	3000
Гексахлорциклогексан C ₆ H ₆ Cl ₆	П.Р.	0,05	–	0,02	25
Циклогексано́л C ₆ H ₁₂ O	56 (20 °C)	10-15	0,06	0,5	–
Циклогексанон C ₆ H ₁₀ O	70 (20 °C)	10	0,04	0,2	–
Циклогексаноно́ксим C ₆ H ₁₁ NO	15 (18 °C)	10	0,1	1	–
Циклопентен C ₅ H ₁₀	–	–	–	–	2,14
Циклопентадиен-1,3 C ₅ H ₆	П.Р.	5	–	–	–
Циклогексен C ₆ H ₁₂	–	1015	–	0,02	–
Циклогексен-3-карбальдегид C ₇ H ₁₀ O	–	0,5	–	0,1	1000

Непредельные алициклические углеводороды – наркотики. Их действие проявляется сильнее, чем у предельных и непредельных углеводородов алифатического ряда. Сила наркотического действия паров возрастает с увеличением числа двойных связей. Заметно раздражают слизистые оболочки и кожу.

4. Ароматические углеводороды (арены) при попадании в атмосферу (в виде паров) и сточные воды (в виде жидкости) представляют большую опасность для жизни людей, животных, для растений и микрофлоры водоемов.

Пары ароматических углеводородов с одним бензольным ядром в высоких концентрациях обладают выраженным наркотическим действием (отличающимся от действия хирургических наркотиков). Продолжительность наркотического действия увеличивается с удлинением и разветвлением боковой цепи, связанной с бензольным ядром. Однако действие паров при остром отравлении изменяется менее закономерно, чем при действии других углеводородов. Например, толуол более ядовит, чем бензол, но уступает в этом отношении этилбензолу.

Хроническое отравление ароматическими углеводородами характеризуется поражением внутренних органов и систем – нервной, сосудистой и др., а также печени. Особенно заметны изменения в кроветворной системе. Так, при отравлении бензолом отмечается поражение костного мозга. Действия на кроветворные органы алкилбензолов выражается значительно слабее. Ароматические углеводороды оказывают раздражающее действие на кожу и слизистые оболочки. Такое действие возрастает по мере увеличения числа метильных групп – от бензола к триметилбензолу. В то же время ароматические углеводороды с четырьмя метильными группами действуют слабо. Разветвление боковых цепей и их ненасыщенность увеличивают раздражающее действие.

В табл. 5 приведены санитарно-токсические характеристики некоторых ароматических углеводородов с одним бензольным ядром. Следует также отметить, что бензол [3] и этилбензол служат добавкой к топливу для повышения октанового числа.

Таблица 5

Санитарно-токсические характеристики некоторых ароматических
углеводородов с одним бензольным ядром

Бензол и его гомологи	Растворимость в воде α , г/л	ПДК _{р.з.} , мг/м ³	ПДК _{м.р.} , мг/м ^{3*}	ПДК _{в.} , мг/л **	ЛД ₅₀ , мг/кг
Бензол C ₆ H ₆	0,72 (20 °С)	15	1,5	0,5	4600
Толуол C ₇ H ₈	0,57 (16 °С)	50	0,6	0,5	—
Этилбензол C ₈ H ₁₀	0,14 (15 °С)	1	0,02	0,01	—
<i>м</i> -Диэтилбензол C ₁₀ H ₁₄	10	10	—	0,04	—
Ксилол (смесь изомеров) C ₈ H ₁₀	0,13 (22 °С)	50	0,2	0,05	—
Пропилбензол C ₉ H ₁₂	0,017 (15 °С)	—	—	0,2	—
Изопропилбензол (кумол) C ₉ H ₁₂	861,8	50	0,014	0,1	—

Среди полициклических (многоядерных) ароматических соединений (ПАУ) особое место занимают те, которые могут оказывать токсическое и особенно канцерогенное действие. Одним из таких соединений является 1,2-бензпирен, который обладает наиболее выраженной канцерогенной опасностью. ПАУ особенно часто встречаются там, где производится термическая переработка каменного угля, нефти, а также сжигание любого топлива. Много разнообразных ПАУ встречается в саже и копоти, оседающих в выхлопных трубах автомобилей и мотоциклов. ПАУ встречаются везде, где приходится иметь дело с дымом.

Основным источником поступления ПАУ в окружающую среду являются производственные процессы, связанные с термической переработкой и неполным сжиганием топлива (табл. 6). Чем полнее сгорание топлива, тем меньше содержание ПАУ в газообразных продуктах. Однако строгой корреляции между полнотой сгорания и содержанием ПАУ нет. В то же время обнаружена другая закономерность: количество ПАУ, распространенных на производстве и в окружающей среде, прямо пропорционально раковым заболеваниям (опухоли в легких и желудке).

Что же касается других многоядерных ароматических соединений, то они поражают нервную систему, желудочно-кишечный тракт,

помутнение хрусталика (нафталин), действуют как наркотик (тетралин), раздражают слизистые оболочки, вызывают жжение и зуд кожи (антрацен), экзему и бронхиальную астму (антрахинон), заболевание крови (фенантрен), нарушают функции печени, раздражают слизистую оболочку глаз и верхних дыхательных путей (пирен).

Таблица 6

Санитарно-токсические характеристики некоторых многоядерных ароматических соединений

Вещество	Раствори- мость в воде <i>a</i> , г/л	ПДК _{р.з} , мг/м ³	ПДК _{м.р} , мг/м ^{3*}	ПДК _в , мг/л ^{**}	ЛД ₅₀ , мг/кг
Дифенил (фенилбензол) C ₁₂ H ₁₀	П.Р.	0,5	—	—	3280
ДДТ, пентахлорин C ₁₄ H ₉ Cl ₅	1 · 10 ⁻⁶	0,1	—	0,1	200
2,2-Дифенилолпропан (диан) C ₁₅ H ₁₆ O ₂	—	5	—	0,01	2500
Нафталин C ₁₀ H ₈	0,03	20	0,003	0,05	490
Антрахинон C ₁₄ H ₈ O ₂	0,5 (10 °C)	5	—	—	3500
Антрацен C ₁₁ H ₁₀	—	—	—	—	4880
Краситель бриллиантовый зеленый C ₂₉ H ₃₅ N ₂ O ₄	—	—	—	—	1
1-Метилнафталин C ₁₁ H ₁₀	—	20	—	—	1840
2-Метилнафталин C ₁₁ H ₁₀	—	20	—	—	1,63
2-Нафгойная кислота (нафталин-2-карбоновая) C ₁₁ H ₈ O ₂	0,068 (25 °C)	0,1	—	—	4500
α-Нафтол C ₁₀ H ₈ O	0,71 (21 °C)	0,5	—	0,1	250
β-Нафтол C ₁₀ H ₈ O	0,74 (25 °C)	0,1	0,006	0,4	70
Тетралин C ₁₀ H ₁₂	—	100	—	—	—
1,2-Бензпирен C ₂₀ H ₁₂	—	0,00015	—	5 · 10 ⁻⁶	—
Пирен C ₁₆ H ₁₀	—	0,03	—	1000	657
Фенантрен C ₁₄ H ₁₀	—	0,8	—	0,4	—

При производстве бензина в Российской Федерации порядка 40 млн. тонн и действующих нормах естественной убыли бензина: испарение в окружающую среду при дыхании емкостей; при переливании и заправке машин; при подтекании и подкапывании запорной арматуры, при потении швов резервуаров и труб, эта убыль составляет около 1 млн. тонн. А это значит, что ежегодно загрязняется окружающая среда довольно высокотоксичными углеводородами.

В настоящее время основное внимание обращается на экологические показатели автомобильного транспорта в основном по причине высокой токсичности отработавших газов. На этом фоне токсикологические свойства топлив отодвинуты на второй план, что наносит огромный ущерб здоровью человека и окружающей среде. В статье предпринята попытка устранить данный пробел.

Список литературы

1. Грушевский, А. И. Автомобильные топлива: учеб. пособие / А. И. Грушевский. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т; Политехн. ин-т, 2007. – 204 с. – ISBN 985-5-7636-0731-8.
2. Артеменко, А.И. Органическая химия: учеб. пособие/ А. И. Артеменко. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2005. – 605 с. – ISBN 5-06-004031-3.
3. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей. – 7-е изд., перераб. и доп.: в 3 т. Т. I. Органические вещества / под ред. Н. В. Лазарева и Э. Н. Левиной. – Л.: «Химия», 1976. – 592 с.

Е. Н. Булакина, В. В. Моисеев, О. Н. Булакина

Хакасский технический институт

ОРГАНИЗАЦИЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ СРЕДОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СТРУКТУР

Внедрение информационных технологий позволяет автоматизировать большинство рутинных операций на предприятиях. В своем развитии информационные технологии чутко реагируют на потребности предприятий и персонала этих предприятий.

В последние годы всё чаще проявляется интерес к альтернативным решениям при построении информационной структуры. К традиционным решениям в данном случае относятся настольные ПК. Согласно опросам основными аспектами классической среды ПК, стимулирующими интерес к альтернативным решениям, являются цена, безопасность, управляемость, гибкий удаленный доступ, уменьшение энергетических затрат [1]. В связи с этим наиболее интересен для нас гибкий удаленный доступ.

Для сотрудника среда обработки данных должна быть разнообразной, доступной из любой точки мира, поддерживать различные нагрузки и устройства, обеспечивать полную универсальность доступа. Сотрудник, ответственный за управление средой обработки данных, должен обеспечивать контроль за всеми данными пользователя, образами операционных систем, настройками и т. д. и в то же время быть доступной удаленно.

В связи с этим мы можем переключить внимание с управления парком устройств, количество которых все время растет, на управление средой обработки данных. Это позволит решить проблемы постоянных модернизаций, обновлений аппаратной и программной частей.

Есть множество технологий, обеспечивающих централизованный контроль в средах обработки данных. Отличия – в соотношении локальных и удаленных компонентов используемой архитектуры, сущности, различия в технологиях удаленного доступа – состоят в том,

какую часть клиентской среды мы переносим в центр обработки данных. Рассмотрим основные подходы (рис. 1).

1. ПК загружается с внешней системы хранения данных. В этом случае осуществляется доставка образа операционной системы из центра обработки данных. Таким образом, в центр обработки данных мы переносим всё, что касается инфраструктуры хранения, т. е. в персональных компьютерах полностью или частично отсутствуют жесткие диски, но при этом всё, что касается вычислительных процессов, остается на стороне клиентского устройства.

2. Виртуализация рабочих мест. При использовании этого подхода в центр обработки данных выносятся не только всё, что касается хранения данных, но и вычислительный ресурс. Приобретка графических данных остаётся на стороне клиентского устройства.

3. Публикация приложений является наиболее распространённым подходом. При этом все приложения выполняют в центре обработки данных. На клиентское устройство осуществляется доставка изображений, т. е. клиентское устройство выполняет роль терминального устройства.

4. ПК перемещается в центр обработки данных. В этом случае на стороне сотрудника остается дисплей и устройство ввода-вывода, которое не является компьютером.

5. Виртуальная машина работает на клиентском устройстве. Этот подход позволяет расширить возможности подхода виртуализации рабочих мест, предоставляя возможность выполнения задач сотрудника без подключения к центру обработки данных на его персональном компьютере в изолированной виртуальной среде [2].

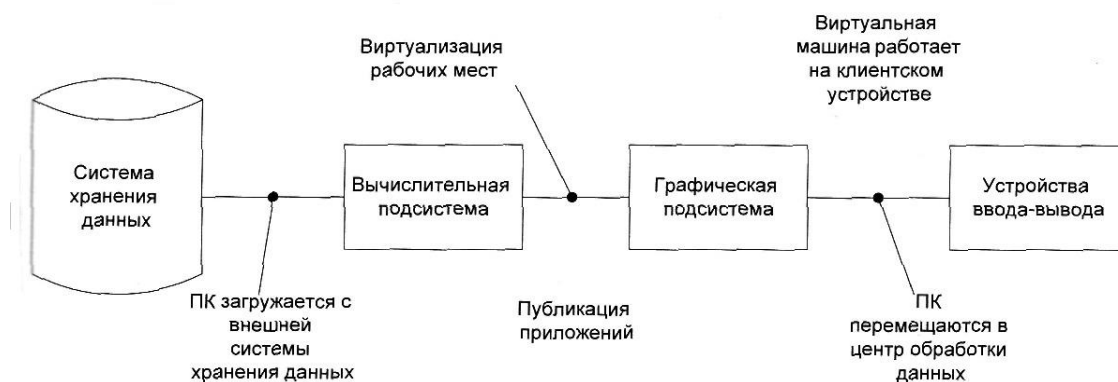


Рис. 1. Различные подходы централизованного управления

Отметим, что сложно назвать какое-то из перечисленных решений универсальным. В зависимости от требований, предъявляемых к инфраструктуре среды обработки данных, возможно применение того или иного подхода, либо их комбинаций. Здесь следует сказать, что может остаться задача, которая будет за пределами этих подходов.

Рассмотрим подходы, обеспечивающие гибкость при организации рабочей среды (рис. 2).



Рис. 2. Подходы, обеспечивающие гибкость в среде обработки данных

Для пользователя, которому необходимо обеспечить мобильность, применяющего классический набор приложений, наиболее подходящим решением является виртуализация ПК.

Если необходимо обеспечить большую вычислительную мощность, централизованную защиту данных, используют подход, при котором ПК загружается с внешней системы хранения данных.

В тех случаях, когда требуется много вычислительных ресурсов, например графические станции, применим способ перемещения ПК в центр обработки данных. Это позволит оптимизировать управление «темами» электропитания и охлаждения, а также улучшить эргономику рабочего пространства.

При выполнении специализированных приложений на мобильных компьютерах оптимальным может быть подход выполнения виртуальной машины на ПК [3].

В заключение отметим, что при выборе подхода для достижения гибкости в управлении среды обработки данных следует проводить комплексную оценку стоящих перед нами задач. Только с учетом всех требований возможно достижение результата, который удовлетворит требованиям предприятия и пользователя.

Список литературы

1. Опрос среди 565 IT-директоров в США и Европе. Source Desktop and Application Virtualization, Forester Research Inc., November 2007.
2. John Schouten, Ramesh Radhakrishnan, Ph.D. «Optimized desktop infrastructure» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.dell.com/downloads/global/power/pslq09-20090221-Radhakrishnan.pdf>. I.
3. «Delivering IT to the Virtual Workforce» [Электронный ресурс]. URL: <http://deliver.citrix.com/go/citrix/VWFTechWP>.

И. М. Попова, И. К. Данилов, Е. А. Попова
*Саратовский государственный технический
 университет им. Ю.А.Гагарина*

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК ПУТЕМ ОСНАЩЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ СИСТЕМОЙ ГЛОНАСС

Сфера пассажирских перевозок находится в тесной взаимосвязи с безопасностью и качеством обслуживания пассажиров, однако в сложившейся ситуации вопрос достижения абсолютной безопасности перевозочного процесса трудно разрешим. Общество ежедневно сталкивается с проблемой нарушения безопасности перевозок, но так как рациональных решений, к сожалению, не найдено, то количество дорожно-транспортных происшествий (ДТП) возрастает с каждым днем. И связано это не только с ростом общей численности парка автомобилей.

На примере Саратовской области была рассмотрена статистика ДТП по данным УГИБДД ГУ МВД России за 2012 г. Полученные данные представлены в табл. 1.

Таблица 1

Статистика дорожно-транспортных происшествий (ДТП)
 за 2012 г. по Саратовской области [1, 2]

За период	ДТП		Погибло		Ранено		Тяжесть последствий ДТП (количество погибших на 100 пострадавших)
	абс.	± % к АППГ	абс.	± % к АППГ	абс.	± % к АППГ	
1	2	3	4	5	6	7	8
12 мес.	2605	3,2	438	−1,4	3078	−0,2	12,5
11 мес.	2363	2,2	394	−1,3	2802	−0,3	12,3
10 мес.	2114	4,7	362	1,4	2507	0,9	12,6
9 мес.	1790	2,6	307	2	2146	0	12,5
8 мес.	1568	5,7	258	−2,3	1880	2,7	12,1
7 мес.	1267	5,7	200	−5,2	1532	5,9	11,5
6 мес.	930	−0,2	146	−10,4	1131	−0,4	11,4

1	2	3	4	5	6	7	8
5 мес.	714	6,4	112	-11,8	847	5	11,7
4 мес.	513	4,7	91	0	605	3,2	13,1
3 мес.	348	0,6	54	-15,6	418	1,7	11,4
2 мес.	256	13,8	39	-7,1	315	12,9	11,0
1 мес.	147	20,5	22	-15,4	178	14,1	11,0

Статистика погибших в ДТП показывает, что говорить о снижении аварийности пока что рано. На современном этапе актуальна необходимость внедрения системы, которая могла бы обеспечить информирование служб спасения об аварии и, как следствие, скорейшую транспортировку этими службами пострадавших.

Необходимость скорейшей транспортировки обусловлена следующим фактором. Более половины из пострадавших в авариях погибает еще до прибытия в лечебные учреждения, так как много времени уходит на прибытие к месту происшествия. Также известно, что в первый час после аварии человеческий организм мобилизует все свои ресурсы для выживания. Задача спасателей и медиков заключается в том, чтобы успеть и использовать этот «золотой час».

Искомой системой, которая позволит спасателям вовремя оказать помощь и найти место происшествия, является система мониторинга ГЛОНАСС. Она более надежна, чем система GPS, так как не зависит от вращения Земли, а следовательно, отклика месторасположения спутника. Эффективность ее внедрения доказана снижением количества ДТП в ОАО «Автокомбинат-2» г. Саратова. Например, с 1 января 2013 г. за первое полугодие число ДТП снизилось по сравнению с аналогичным периодом 2012 г. на 17 %, поскольку водителей дисциплинирует контроль скоростного режима, отслеживание режима труда и отдыха водителей, соблюдение графика движения и интервалов. Оборудование подвижного состава датчиками аварийности, особенно на междугородных пассажирских перевозках, позволит уменьшить тяжесть последствий ДТП, чем наглядно свидетельствуют и данные по этому показателю, приведенные в табл. 1.

Согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 27.11.2011 г. «Об обязательном оснащении пассажирских транспортных

средств модулями ГЛОНАСС/GPS» автомобильный транспорт России должен быть оборудован специальными терминалами «ЭРА-ГЛОНАСС». Они позволят мгновенно определять место ДТП и вне зависимости от состояния водителя и пассажиров автоматически сообщить об аварии в скорую помощь, полицию, спасателям.

Помимо рассмотренного аспекта система мониторинга позволяет идентифицировать момент аварии. В настоящий момент разрабатывается комплекс компьютерного моделирования ДТП, который будет выполнять следующие задачи:

- идентификация факта ДТП;
- запись параметров;
- определение интегрального индекса опасности ускорения;
- передача на навигационные терминалы ГЛОНАСС/GPS;
- расшифровка данных;
- компьютерное моделирование;
- формирование отчетов.

Схема передачи информации при использовании этого комплекса показана на рис. 1 [3].

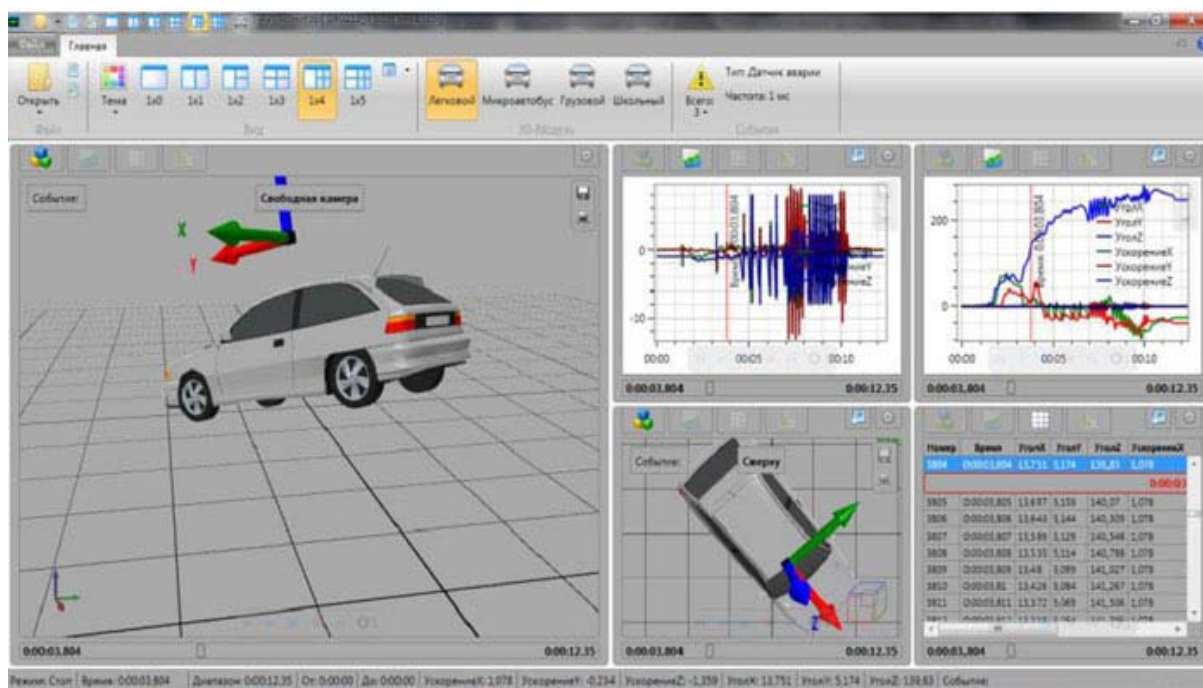


Рис. 1. Схема передачи информации с места происшествия

В основе принципа работы комплекса автоматической индентификации момента аварии заложено установление датчиков аварии, которые измеряют параметры движения подвижного состава: ускорение, угловые скорости и углы в трехмерном измерении. Данные измерения позволяют оценить тяжесть ДТП.

Существуют специальные программные обеспечения «АИ монитор» и «АИ конфигуратор», которые работают с информацией, поступившей с датчиков. Они проводят обработку информации и на основе полученных сведений формируют графики и таблицы, что позволяет определить вид ДТП.

Полученная информация формируется в отчет, который поступает в ГИБДД, МЧС и страховые компании, что обеспечивает скоординированность работы служб, отвечающих за безопасность движения.

Подобный опыт существует и в зарубежных странах. Автомобили во Франции согласно решению Национального Совета безопасности дорожного движения будут оборудованы устройствами, подобными «черным ящикам», установленным на борту самолетов. Значит, такого рода устройства позволяют зафиксировать не только хронологию событий, происходящих до столкновения, но и автоматически отправить сигнал вызова в службу спасения [4].

Таким образом, оборудование подвижного состава вместе с системой ГЛОНАСС датчиками аварийности позволит повысить безопасность перевозок и выяснить причины ДТП.

Список литературы

1. УГИБДД ГУ МВД России по Саратовской области [Электронный ресурс]. – URL: <http://gibdd64.ru/node/245>
2. Статистика ДТП в Саратовской области за 2012 год. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.vashamashina.ru/statistics_saratov_2012.html
3. ВИБС Система мониторинга. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.monitor-gps.ru/equipment/ai/>
4. Euromag. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.euromag.ru/catalogs/auto/31437.html>

В. Н. Катаргин, Д. А. Морозов
Сибирский федеральный университет

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СИСТЕМНОГО ПОДХОДА К РАСПРЕДЕЛЕНИЮ ФОНДА РАБОТ РЕМОНТНО-ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПЕРСОНАЛА

Постоянное усложнение конструкции автомобилей, изменение структуры технологических процессов сервисного обслуживания автомобилей, повышение требований к компетенциям ремонтно-обслуживающего персонала (РОП) влекут за собой необходимость корректировки как системы распределения фонда работ между специалистами из числа ремонтно-обслуживающего персонала, так и системы нормирования оплаты труда. Частным решением такой задачи является применение системного подхода к распределению фонда работ ремонтно-обслуживающего персонала.

Системный подход – направление методологии исследования, в основе которого лежит рассмотрение объекта как целостного множества элементов в совокупности отношений и связей между ними, т. е. рассмотрение объекта как системы.

Говоря о системном подходе, можно говорить о некотором способе организации действий, таком, который охватывает любой род деятельности, выявляя закономерности и взаимосвязи с целью их более эффективного использования. При этом системный подход – это не столько метод решения задач, сколько метод их постановки задач.

Системный подход основывается на нескольких основных принципах.

1. Целостность, позволяющая рассматривать одновременно систему как единое целое и в то же время как подсистему для вышестоящих уровней.

2. Иерархичность строения, т. е. наличие множества (по крайней мере, двух) элементов, расположенных на основе подчинения элементов низшего уровня элементам высшего уровня.

3. Структуризация, которая дает возможность анализировать элементы системы и их взаимосвязи в рамках конкретной

организационной структуры. Как правило, процесс функционирования системы обусловлен не столько свойствами ее отдельных элементов, сколько свойствами самой структуры.

4. Множественность, позволяющая использовать множество кибернетических, экономических и математических моделей для описания отдельных элементов и системы в целом.

Рассматриваемый системный подход состоит из блока сбора исходных данных и блока обработки исходных данных (рис. 1).



Рис. 1. Блок-схема системного подхода к распределению фонда работ ремонтно-обслуживающего персонала

Блок сбора исходных данных представляет собой иерархию взаимосвязей двух основных элементов технологического процесса сервисного обслуживания автомобилей: ремонтно-обслуживающего

персонала и перечня операций сервисного обслуживания. Связующим звеном между этими элементами является номенклатура инструмента для проведения операций сервисного обслуживания. С одной стороны, это орудие труда РОП, с другой – необходимое условие качественного выполнения операций сервисного обслуживания.

Следовательно, замеры времени работы РОП с инструментом во время проведения операции сервисного обслуживания позволяют получить данные как по распределению времени работы РОП в ряде однотипных операций, так и в рамках одной операции (табл. 1).

Таблица 1

Часть технологического процесса очистки топливной системы автомобиля Volkswagen

Операция снятия	Время, с, выполнения операции снятия							
	1	2	3	4	5	6	7	<i>i</i>
Открутить гайки 1 крышки, при необходимости открутить крепление сидений или опорный кронштейн (справа)	60	60	60	60	60	60	60	60
Определить последовательность операции	0	0	0	0	0	0	0	0
Подойти инструментальному ящику	7	8	10	8	7	7	8	5
Положить нож	3	3	1	1	2	2	1	1
Найти звезду на 10	25	12	20	20	15	23	12	15
Вернуться обратно	10	5	12	8	6	7	8	5
Определить последовательность	0	0	0	0	0	0	0	0
Открутить первый болт	18	25	32	22	15	14	20	10
Открутить второй болт	23	20	28	18	15	20	15	14
Ослабить болт	25	14	18	14	10	12	10	12
Другие действия	0	0	0	0	0	0	0	0
Определить следующую операцию и инструмент	0	0	0	0	0	0	0	0

Вторым блоком данного системного подхода является блок обработки исходных данных. На основе полученных экспериментальных данных и установленной ранее авторами зависимости (1) производится расчет текущей квалификации РОП и прогноза ее повышения.

$$i = \frac{\ln\left(\frac{0,05}{A}\right)}{-B} = \frac{-2,99 - \ln A}{-B}, \quad (1)$$

где A – начальная сложность операции (эквивалент начальной квалификации); B – скорость обучения конкретного специалиста, зависящая от индивидуальных особенностей; i – номер операции.

Полученные данные по квалификации РОП дают возможность определить сложность операции сервисного обслуживания.

Затем на основании полученных расчетных данных по квалификации РОП и сложности операций сервисного обслуживания производится корректировка системы распределения фонда работ по сервисному обслуживанию автомобилей между специалистами из числа РОП (рис. 2).

Выводы

Выбор системного подхода как средства решения задачи корректировки системы распределения фонда работ по сервисному обслуживанию позволяет:

1. оценить сложность выполнения конкретной операции сервисного обслуживания непосредственно для конкретного специалиста

по критериям обучаемости: начальная сложность и скорость обучения;

2. уточнить квалификационный разряд каждого специалиста, в частности начинающего;

предложенный подход позволяет применить систему ранжирования специалистов как инструмент управления трудовым коллективом на основе личностных качеств.

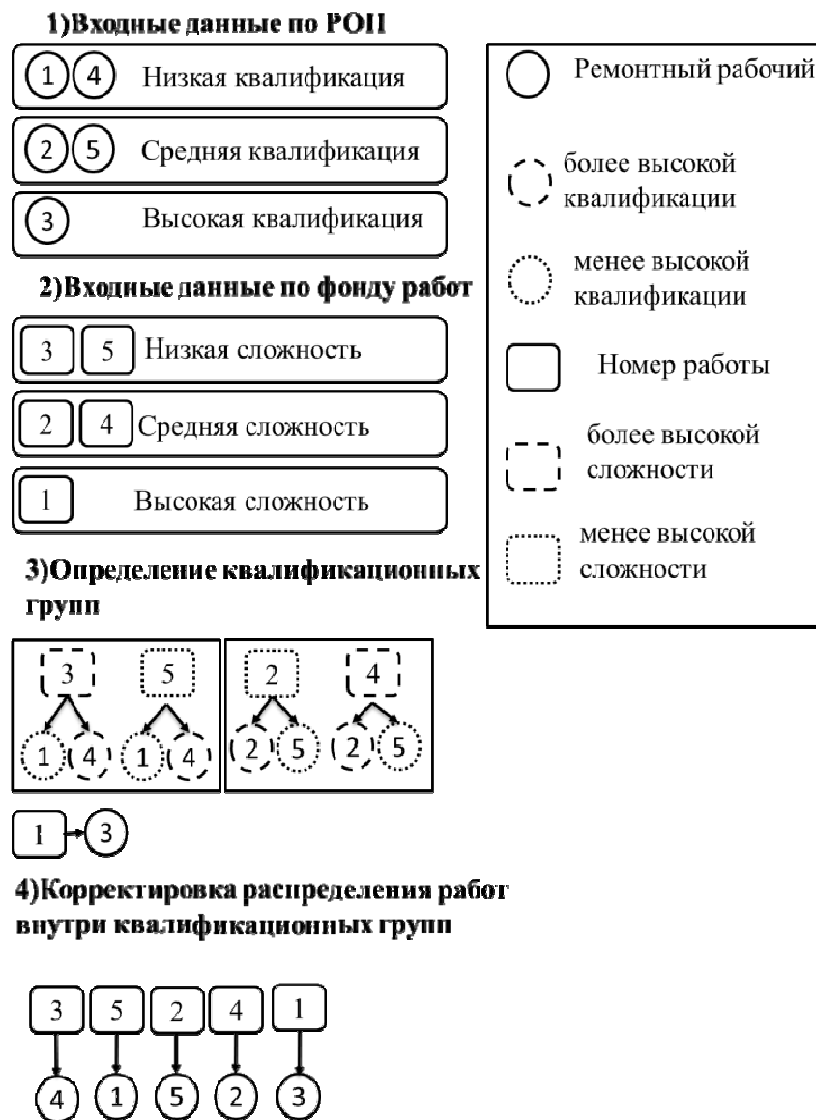


Рис. 2. Распределение фонда работ по сервисному обслуживанию

Список литературы

1. Hr-portal [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.hr-portal.ru>
2. Князьков, А. Н. Учет человеческого фактора при разработке системы технического обслуживания и ремонта автомобилей / А. Н. Князьков // Современные пути развития машиностроения и автотранспорта Кузбасса: тр. I Всеросс. науч.-техн. конф. – 2007. – С. 441–444.
3. Метод оценки квалификации ремонтно-обслуживающего персонала предприятий автомобильного сервиса/ В. Н. Катаргин [и др.] // Вестн. Краснояр. гос. техн. ун-та. – 2003. – Вып. 31. – С. 47–56.

4. Можайская, И. Методы оценки в отборе персонала// pinalab.ru: сайт агентства по подбору персонала. 1991. URL: <http://www.pinalab.ru/articles/9.html> (дата обращения 21.11.2010).

5. Катаргин, В.Н. Оценка квалификации персонала на предприятиях автомобильного сервиса на основе математической модели обучения ремонтных рабочих/ В. Н. Катаргин, М. Е. Корягин, Д. А. Морозов // Автотранспортное предприятие. – 2011. – С. 36–39.

В. Н. Катаргин, И. С. Писарев, С. В. Хмельницкий

Сибирский федеральный университет

**ОПТИМИЗАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕСУРСОВ РАЗМЕРНЫХ СВЯЗЕЙ
АГРЕГАТОВ АВТОМОБИЛЕЙ**

Нынешний этап развития автомобильного транспорта в России характеризуется резким увеличением уровня автомобилизации, созданием все большего количества малых и средних предприятий, занимающихся предоставлением коммерческих услуг перевозок различного вида.

В то же время жесткие условия конкуренции, отставание темпов роста цен на транспортные услуги от цен на запасные части и агрегаты побуждает руководство таких компаний снижать себестоимость предоставляемых услуг. В первую очередь экономия достигается за счет пересмотра и изменения подходов к методам организации обслуживания и ремонта подвижного состава, а именно – не выполняя предписанные виды работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей. Однако такой путь противоречит существующей планово-предупредительной системе технического обслуживания и ремонта автомобилей. Сложившаяся ситуация говорит о том, что выработанные рекомендации и нормативная база оказываются малоэффективными инструментами на практике и не могут обеспечить необходимого уровня организации системы поддержания автомобилей в исправном состоянии.

Все это сводится к снижению эксплуатационной надежности автомобилей, возрастанию затрат на поддержание работоспособного состояния из-за неудовлетворительного технического состояния автомобилей.

Для снижения затрат на техническое обслуживание и ремонт необходимо прежде всего совершенствовать конструкцию и технологию изготовления автомобиля [1]. Другим, не менее важным путем снижения затрат является повышение уровня организации ТО и ТР непосредственно в автотранспортных предприятиях [2].

В процессе эксплуатации автомобиля затраты на ТО и ТР зависят от интенсивности изменения технического состояния агрегатов, показателей надежности, своевременности выполнения ремонта, качества ТО и ТР автомобиля. Знание параметров зависимостей изнашивания деталей дает возможность прогнозировать износ сопряжений, что позволит снизить затраты на ТО и ТР автомобилей путем своевременного и в необходимом объеме их проведения.

Выявление закономерностей изменения технического состояния агрегатов автомобилей в процессе эксплуатации возможно при помощи функциональных зависимостей, полученных на основе статистической информации износов сопряжений деталей при работе автомобиля в различных условиях эксплуатации. Результат анализа современных методов выявления закономерностей изменения технического состояния агрегатов показывает, что они сводятся либо к установлению этих зависимостей для всей совокупности агрегатов автомобилей, либо для конкретного исследуемого единичного сопряжения [3]. Для качественной оценки уровня надежности агрегатов автомобилей оба указанных способа оказываются малоэффективными, поэтому авторы считают, что для получения таких показателей нужно привлекать альтернативные подходы. В частности, предлагается оценивать показатели надежности агрегата и, следовательно, оптимизировать издержки предприятия на основе моделирования времени жизни размерных цепей. Подробно данный подход описан в работе [4]. В основу разработанной математической модели заложена процедура исследования и моделирования параметров функциональных зависимостей износов поверхностей деталей, образующих совокупность взаимосвязанных размерных цепей. На базе такой модели получают параметры надежности исследуемого агрегата.

Апробация данного подхода показала, что полученные модельные показатели наработки на отказ имеют весьма большой коэффициент вариации, который составил в среднем 42 % для различных сессий моделирования, что позволяет в первом приближении судить о недостаточной эффективности модели за счет малой однородности полученных величин. Графический результат моделирования экспериментальных зависимостей до оптимизации представлен на рис. 1.

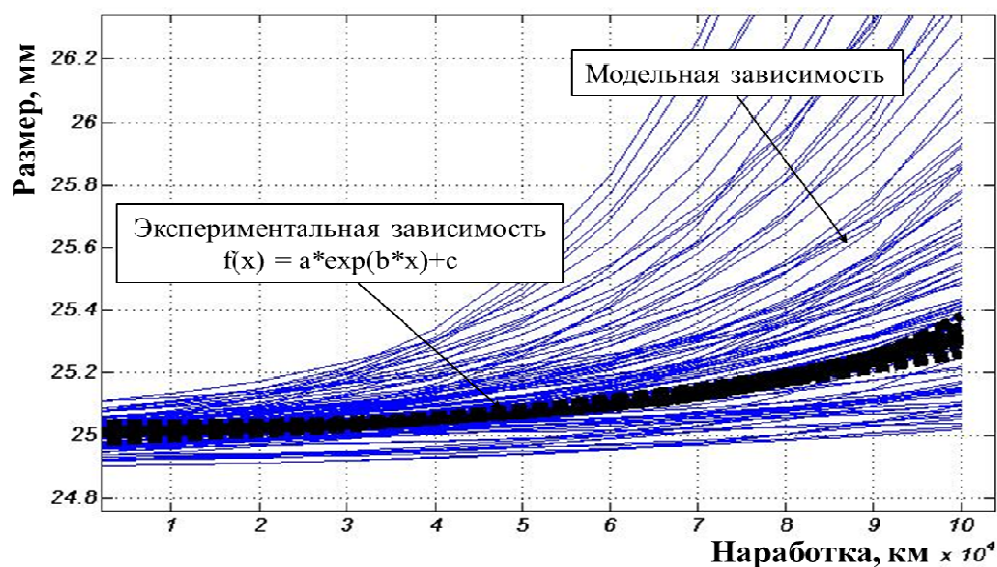


Рис. 1. Результат моделирования до оптимизации модели

По причине неудовлетворительной степени приближения модельных зависимостей износа поверхностей к экспериментальным были проведены дальнейшие исследования, направленные на более высокую адекватность разрабатываемой математической модели. Было выдвинуто предположение о том, что причиной недостаточного приближения модельных и экспериментальных зависимостей являлось прямое моделирование коэффициентов a , b , c аппроксимирующей функции

$$f(x) = a \cdot \exp(b \cdot x) + c.$$

При таком варианте функционирования модели коэффициенты уравнения принимались взаимонезависимыми и функциональное изменение одного из коэффициентов на пару других не учитывалось.

После проведенного корреляционного анализа установлено, что между исследуемыми величинами коэффициентов наблюдается большая теснота связи, оцениваемая корреляционным отношением по формуле

$$\rho = \sqrt{\sigma_{\text{гр}}^2 / \sigma_y^2},$$

где $\sigma_{\text{гр}}^2$ – межгрупповая дисперсия; σ_y^2 – общая дисперсия.

Рассчитанное значение корреляционного отношения ρ составило 0,88 и 0,89 для пар коэффициентов **ab** и **bc** соответственно, что свидетельствует о высокой статистической связи между исследуемыми парами коэффициентов. На рис. 2 отображена трехмерная диаграмма рассеивания, позволяющая зрительно интерпретировать и проследить взаимную связь между исследуемыми коэффициентами.

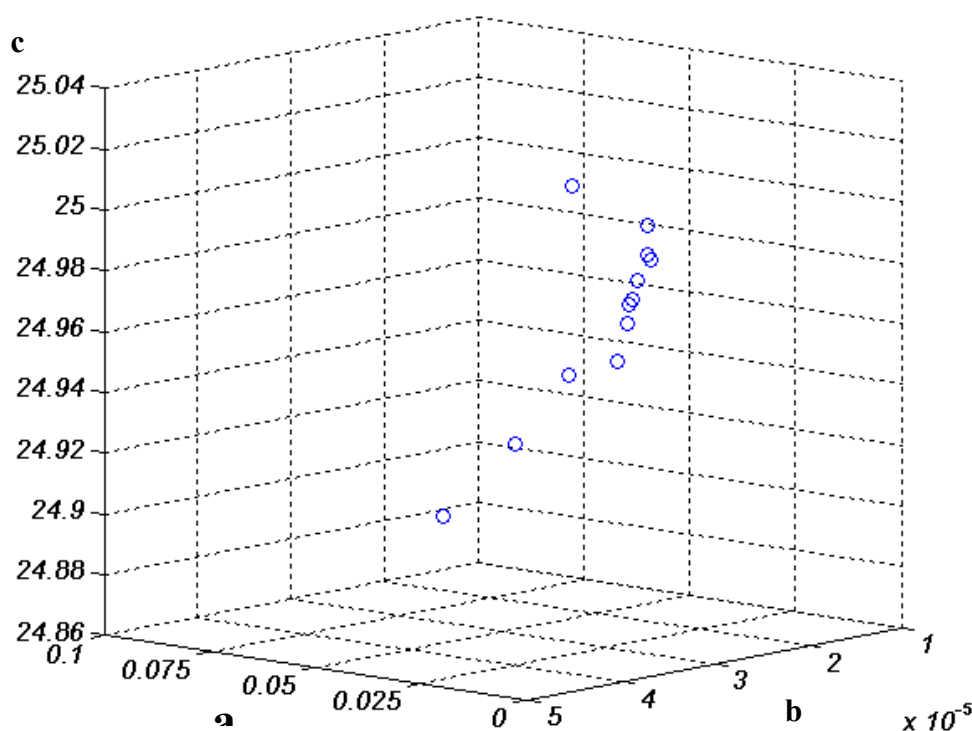


Рис. 2. Трехмерная диаграмма рассеивания коэффициентов **a** и **b**

Для математического описания характера функциональных зависимостей была предпринята попытка описать полученные экспериментальные коэффициенты степенным полиномом третьей степени следующего вида:

$$f(x) = p_1 \cdot x^3 + p_2 \cdot x^2 + p_3 \cdot x + p_4.$$

С целью оценки значимости уравнения регрессии был использован F критерий Фишера. Для этого уравнения расчетное значение критерия – F_p равно 31, а теоретическое F_T при уровне значимости $q = 0,1$ и степенях свободы $k_1 = 1$, $k_2 = 10$ по таблице F -распределения Фишера равно 4,96

(рис. 3, а). Это позволяет говорить о том, что полученные уравнения статистически значимы. Критерий детерминации R^2 для регрессионных зависимостей, изображенных на рис. 3 а, б составляет 0,982 и 0,943 соответственно, что больше порога достаточной точности $R^2_{\text{д}} = 0,75$.

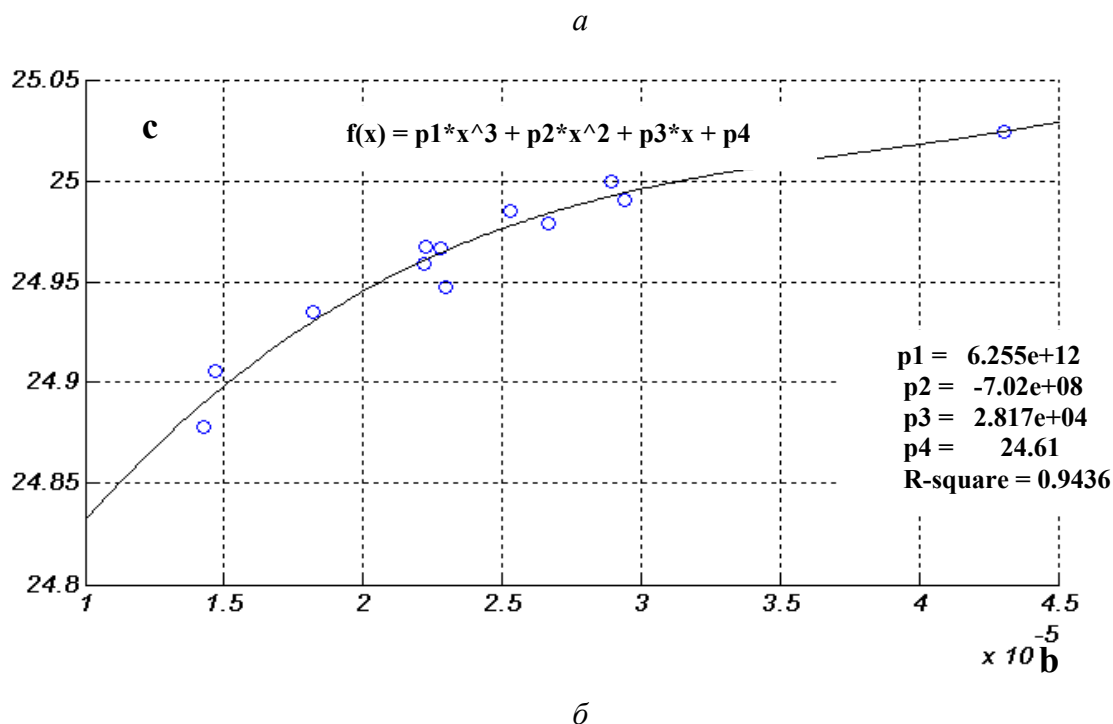
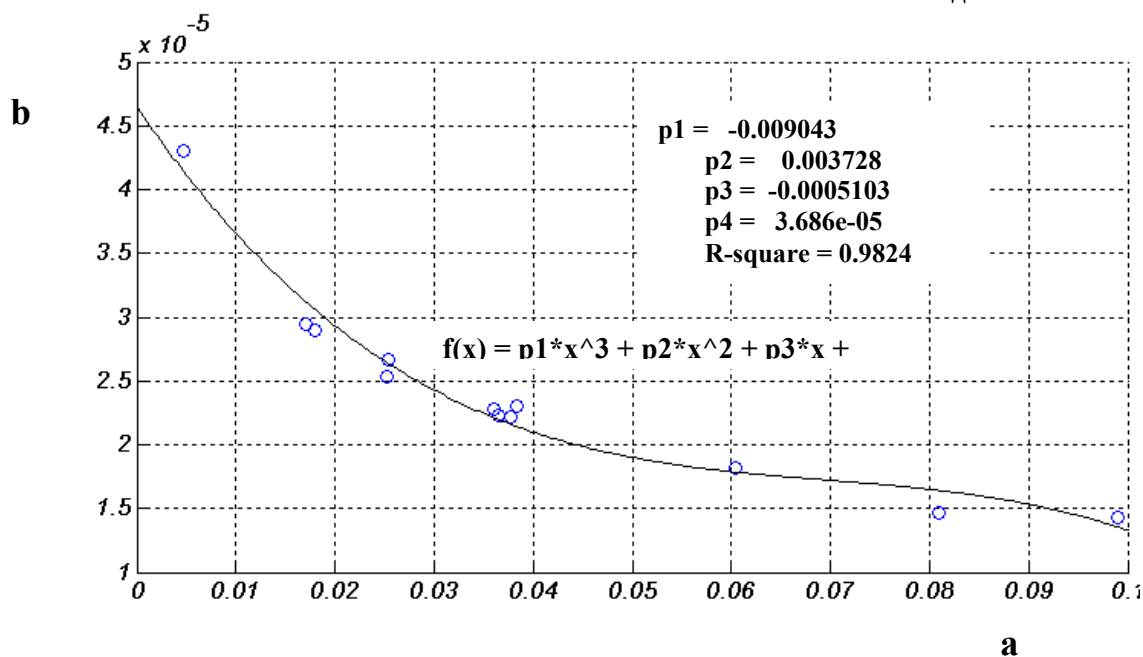


Рис. 3. Регрессионные зависимости коэффициентов а – а от б; б – б от с

На рис. 4 изображены опытные зависимости изнашивания и смоделированные в объеме 100 единиц для одной поверхности сопряжения деталей после процедуры оптимизации модели.

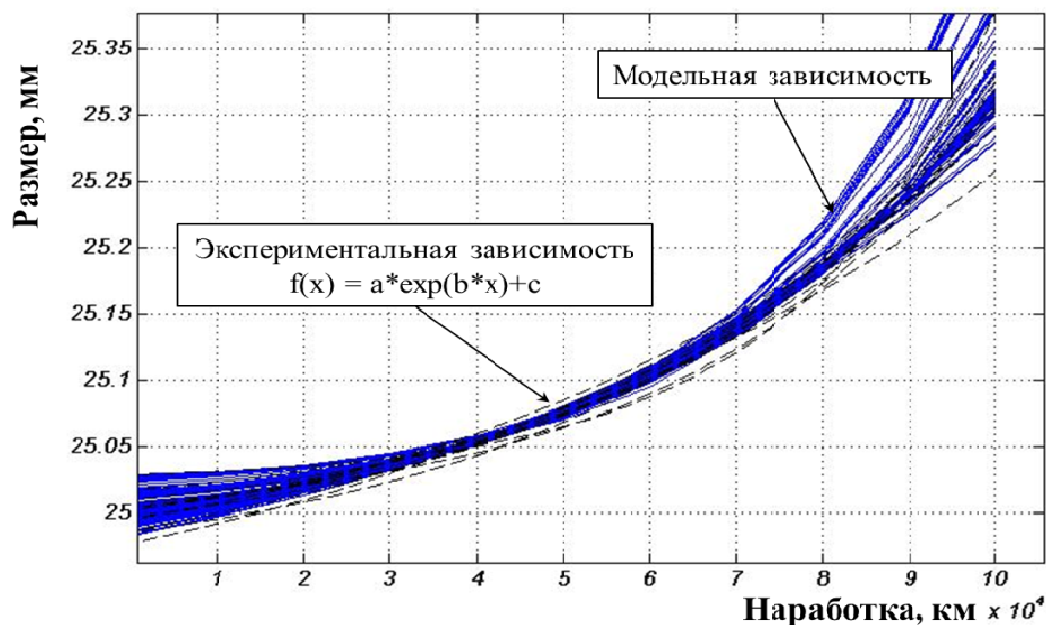


Рис. 4. Результат моделирования после оптимизации модели

Оценить вклад оптимизации модели возможно с использованием непараметрического U -критерия Манна–Уитни, служащего для сравнения двух выборок одинаковой или разной численности:

$$U = n_1 n_2 + \frac{n_x(n_x + 1)}{2} - T_x,$$

где n_1, n_2 – объем выборки 1 и 2; n_x – количество объектов в группе с большей суммой рангов; T_x – большая из двух ранговых сумм.

Выборку составляют наработки на отказ, полученные исходя из экспериментальных и смоделированных зависимостей по двум вариантам: до и после оптимизации модели.

Результаты проверки двух выборок на сходимость по U -критерию Манна–Уитни показывают, что расчетное значение U – критерия U_p до оптимизации при уровне статистической значимости $p = 0,01$ составляет

383, что меньше критического $U_k = 389$ на 6 единиц. Это говорит о том, что нулевая гипотеза отвергается на выбранном уровне значимости, и различия между выборками признаются. После оптимизации модели расчетное значение критерия U_p составило 472, что говорит о статистическом равенстве двух выборок и, значит, более достоверной и адекватной оптимизированной математической модели ресурсов размерных связей.

Таким образом, на основе выполненных исследований была проведена процедура оптимизации математической модели ресурсов размерных цепей, что положительно сказывается на уровне адекватности и точности предложенной ранее модели прогноза показателей долговечности механических коробок переключения передач автомобилей.

Список литературы

1. Авдонькин Ф.Н. Аналитическое обоснование закона распределения пробега до постепенного отказа двигателя // Двигателестроение. – 1981. – № 5. – С. 38–40.
2. Басков В.Н. Влияние эксплуатационных факторов на показатели режимов работы агрегатов автомобиля // Комплексное обеспечение показателей качества транспортных и технологических машин: сб. ст. Междунар. науч.-техн. конф. – Пенза: 111 У, 2001. – С. 452–458.
3. Гилевский Р. В. Прогнозирование технического состояния и определение периодичности контроля армейских АТС // Автомобильная промышленность. – 2009. – № 6. – С. 27–29.
4. Катаргин В. Н., Писарев И. С., Хмельницкий С. В. Оценка уровня надежности агрегатов автомобилей на основе моделирования времени жизни размерных цепей // Вестник ИрГТУ. – 2012. – № 6. – С. 89–96.

С. Н. Катаргин

Сибирский федеральный университет

**УПРАВЛЕНИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ БЕЗОПАСНОСТИ
ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ И РОЛЬ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ**

При принятии управляющих решений для достижения цели в любых сложных системах важнейшее значение имеет профессиональная информация о текущем и последующем состояниях управляемой системы. Чем полней и достоверней информация об управляемой системе, тем эффективней будет принимаемое управляющее воздействие.

Работ, посвященных проблеме информационного обеспечения процессов управления качеством дорожного движения, а конкретно, одного из его основных свойств – безопасности дорожного движения (БДД), явно недостаточно [1; 5].

Известно, информация является необходимым атрибутом в процессе принятия управляющего воздействия для субъекта – управленца. Управленцы входят в состав любой управляемой системы, а эффективность и последствия управляющего воздействия зависит от уровня управления.

Для того чтобы понять место и значение управляющих систем в обеспечении БДД необходимо описать модель такой глобальной системы. За основу можно принять концептуальную модель системы управления безопасностью дорожного движения с некоторыми изменениями, приведенную в работе [2].

Систему управления БДД можно представить в виде пяти уровней (иерархий), которые расположены друг над другом, начиная с первого. Первый уровень управления наиболее важный, так как именно от его систем (элементов) непосредственно исходит опасность в дорожном движении. Остальные уровни управления воздействуют на системы

(элементы) первого уровня в основном опосредованно через информационное обеспечение.

Первый уровень – участники дорожного движения – субъекты, непосредственно участвующие в ДД; технические и информационные объекты, обеспечивающие и обуславливающие ДД (водители, пассажиры, пешеходы, дороги и дорожные сооружения, автототранспортные средства, технические средства регулирования движения, средства контроля безопасности АТС, перевозимые грузы).

Второй уровень – нормативно-информационный, обеспечивающий деятельность физических и юридических лиц регламентирующими документами: законами, постановлениями, программами, правилами, стандартами, положениями и другими нормативно-правовыми документами:

- изготовителей автототехники, АТП и других потребителей автотранспортной техники;
- грузоотправителей, грузополучателей, автолюбителей и т. п.;
- дорожно-строительные и дорожные организации;
- СТО, ремонтные заводы и мастерские;
- испытательные лаборатории, полигоны и т. п.

Третий уровень – оперативное обеспечение и управление функционированием дорожного движения как на федеральном, так и региональном уровнях. По отношению к двум первым уровням этот уровень управляющий. К системам, входящим в этот уровень управления, относятся федеральные органы исполнительной власти: Правительство РФ; надзорный орган в лице Федеральной службы по надзору в сфере транспорта; Федеральное дорожное агентство; Министерство внутренних дел в лице департамента обеспечения безопасности дорожного движения (ДОБДД), также ряд министерств, которые действуют через органы исполнительной власти субъектов РФ, последние – через муниципальные органы. Этот уровень управления имеет многоуровневое построение и оказывает на безопасность движения опосредованное влияние, так как (за исключением ДОБДД) не воздействует непосредственно на участников дорожного движения. Воздействие этого уровня управления – информационное обеспечение дорожного движения.

Четвертый уровень – управление на основе формирования нормативно-правовой базы, т. е. нормотворчества, имеет тактическое и стратегическое значение. К системам, участвующим в управлении на этом уровне, относят: Федеральное собрание, региональные выборные органы, а также органы местного самоуправления. Исходя из изложенного, этот уровень управления также имеет многоуровневое построение и основывается на выработке информационной политики.

Пятый уровень управления – глобальный. Он основывается на формировании международной нормативно-правовой и нормативно-технологической базы. Системами, входящими в пятый уровень управления, являются международные организации, в которые Россия добровольно вошла (Комитет по внутреннему транспорту ЕЭК ООН; «Конвенция о дорожном движении» и «Конвенция о дорожных знаках и сигналах» и др.).

Таким образом, управление обеспечением БДД обеспечивается многокомпонентной, многоуровневой мегасистемой, в которой информация формируется и циркулирует на разных уровнях с запозданием и дублированием.

К основной информации, касающейся вопросов обеспечения БДД, можно отнести:

- нормативно-правовую;
- нормативно-техническую и технологическую;
- технические требования и стандарты, применяемые в различных мероприятиях по повышению БДД;
- данные по абсолютному количеству ДТП и достоверные оценки территориального уровня аварийности;
- признаки и типизация ДТП;
- основные закономерности в дорожном движении;
- количественные оценки влияния различных факторов на БДД;
- состояние и показатели параметров, характеризующие составляющие компоненты системы «Водитель – автомобиль – дорога – среда» (ВАДС) в территориальных образованиях;
- достоверно эффективные и перспективные мероприятия по БДД;
- планируемые и фактические расходы на мероприятия по БДД;

- признаковые представления о приоритетности мероприятий по БДД на различных уровнях управления;
- общественное мнение (отношение) населения и участников дорожного движения к применяемым мероприятиям.

Приведенные виды информация имеют укрупненный формат и требуют детализации применительно к ее потребителям. Мы считаем, что наиболее подходящим представлением классификации профессиональной информации и ее потребителей могут служить морфологические построения. Морфологический подход обладает преимуществом, который позволяет учесть уровни управления, признаковые аспекты деления и, главное, является инструментом технологического прогнозирования.

Информация, как известно, в процессе освоения ее потребителем трансформируется в знания, умения и навыки. Исходя из этого постулата, представляется возможным оценивать эффективность управления на основе оценки знаний и умений субъектов, принимающих управляющие решения и при необходимости корректировать последние путем подпитки достоверной информацией.

Наука о БДД сформировалась относительно недавно – с начала XX в., по мере автомобилизации общества. До сих пор в РФ отсутствует классификатор накопленных знаний и носителей их, что порой приводит к завышенным ожиданиям субъектов, принимающих управляющие решения по эффективности от проводимых мероприятий. Это происходит как на уровне лиц, непосредственно управляющих автомобилем, так на федеральном уровне. Представляется возможным на базе такого классификатора сформировать стандарт требований к знаниям потребителей информации, например в виде профессиограмм.

К важнейшим источникам информации в области обеспечения БДД относятся:

- справочники по безопасности дорожного движения;
- учебно-методические издания;
- монографии по конкретным направлениям и вопросам БДД;
- профессиональные журналы;
- реферативные журналы;

- отчеты о научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах;
- отчеты об аварийности на дорогах;
- система подготовки и переподготовки специалистов в области БДД в рамках программ, реализуемых Министерством транспорта РФ;
- электронные и базы и библиотеки;
- интернет;
- телевидение;
- радио;
- опытная информация, накопленная в процессе деятельности субъекта управления;
- вербальная (устная) информация.

Анализ источников информации в области БДД, доступной для лиц, принимающих управляющие решения в РФ, носит фрагментарный и несистемный характер. С другой стороны, информация обладает некоторыми качествами, отражающими определенный уровень познания закономерностей развития общества и природы. К таким качествам относятся знаковая структура (форма представления), семантическое (содержательное) значение и прагматическая (ценностная) нагрузка. Последнее качество имеет особое значение для лица, принимающего управляющее решение.

Следующим аспектом является измерение ценности информации с прагматичных позиций ее потребителя.

Для рассматриваемой проблемы наиболее приемлема к применению концепция оценки информации, предложенная П. Акоффом и Л. Расселом [2]. В основе этой концепции лежит функциональный бихевиоризм Сингера. При общем подходе к информации, в основе которого лежат прагматические цели, ее можно разделить по функциям на три виды: информирующую, инструктирующую и мотивирующую. Информированная составляющая информации определяет выбор последовательности действий ее потребителя; инструктирующая – изменяет вероятность достижения цели посредством выбора той или иной последовательности действий; мотивирующая – меняет значимость элементов определенной последовательности действий.

Ценность информации для потребителя может быть измерена изменением трудности решения поставленной задачи, т. е. принятия управляющего решения. Так как процессы, связанные с БДД, имеют стохастический характер, информирование субъекта изменяет объективную вероятность выбора путем изменения субъективных оценок вероятностей успеха в принятии управляющего решения.

Общая прагматическая ценность информации, переработанной в освоение, определяется как суммарное количество информации, повлиявшей на выбор управляющего действия, последовательности достижения конечной цели, т. е. как разность в априорной и конечной вероятностях достижения цели.

Функционально модель количественной оценки прагматической ценности информации можно представить следующим выражением:

$$Y_c = Y(S_2) - Y(S_1) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (p_i + \Delta p_i)(q_{ij} + \Delta q_{ij})(Y_j + \Delta Y_j) - \sum_i^m \sum_J^n p_i q_{ij} Y_j,$$

где Y – ценность информации; S_1 и S_2 – состояния системы до и после получения информации; p_i – вероятность выбора пути; q_{ij} – вероятность того, что путь i приведет к результату; J – относительная ценность J -го результата для достижения цели; Δp_i ; Δq_{ij} ; ΔY_j – изменение вероятностей соответствующих событий в результате получения информации; m – число возможных путей; n – число возможных результатов.

Программно-целевой подход к решению проблем эффективности функционирования сложных систем позволяет достигать удовлетворительных результатов. Однако, несмотря на декларирование такого подхода к системам, обеспечивающим БДД в нашей стране, до сих пор не получен положительный результат. Причинами этому могут являться, в том числе:

- функциональный, а не целевой подход при построении структурных схем взаимосвязи систем (элементов), входящих в мегасистему;
- отсутствие целевых указателей по этапам решения проблем;
- отсутствие методов оценки вклада каждой системы (подсистемы) в интегральную цель – снижение аварийности;

- отсутствие минимальных информационных стандартов обеспечивающих каждого субъекта – потребителя информации по уровням управления;
- отсутствие классификации потребителей информации, принимающих управляющие воздействия, включая непосредственных участников дорожного движения;
- фрагментарность и недостаточность информации (знаний) о закономерностях в дорожном движении, особенно в условиях формирования аварийности;
- ограниченность, искаженность или недоступность к достоверной профессиональной информации об аварийности в дорожном движении и закономерностях ее формирования;
- недостаточность научно подтвержденных знаний о влиянии профилактических мероприятий на аварийность применительно к условиям конкретной страны или региона;
- отсутствие действенных систем доведения информации и контроля профессиональных знаний о дорожном движении ее потребителям при существующей системе подготовки и переподготовки специалистов и водителей.

Поставленные в статье вопросы требуют углубленного исследования, а разрешение их, на наш взгляд, могут служить научной основой для решения проблемы повышения безопасности движения в стране путем выбора оптимальных управляющих решений в условиях большей определенности о состоянии параметров и факторов систем.

Список литературы

1. Коноплянко В. И. Информативность транспортных средств. – М.: Машиностроение, 1984. – 96 с.
2. Rassel L., Accoff P. Co behaviour connection. Managing scientific. – 1956. – 4, 3. – С. 218–234.
3. Рун Эльвик, Аннэ Боргер Мюнсен, Трюле Во. Справочник по безопасности дорожного движения: пер. с норв. / под ред. В. В. Сильянова. – М.: МАДИ (ГТУ), 2001. – 754 с.

4. Рябчинский, А. И., Литвинова Т. А. Проблемы управления безопасностью дорожного движения // Автомобильная промышленность. – № 11. – 2002. – С. 1–4.

5. Лукьянов В. В. Обеспечение безопасности дорожного движения: учеб. пособие. – М.: Академия МВД СССР, (для СП № 1028) 1979. – 379 с.

В. А. Мальцев*Сибирский федеральный университет***ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ РАБОЧЕГО
ОРГАНА АВТОГРЕЙДЕРА ДЛЯ СКАЛЫВАНИЯ ЛЬДА**

В зимний период на дорогах возможно образование наледей в результате превращения снега в лед или порыва водопроводных и теплосетей. Все это значительно увеличивает аварийность на автодорогах, ведет к травматизму людей и т. д. Стандартными способами удалить лед с дорог при низких температурах воздуха зачастую не удастся, а посыпание солевой смесью не всегда рационально, так как ведет к засолению почвенного покрова, разъеданию кузовов автомобилей, обуви людей и т. д. С целью повышения безопасности на автодорогах и улучшения проходимости машин на обледенелых участках предлагается новая конструкция [4] рабочего органа автогрейдера, представленная на рис. 1.

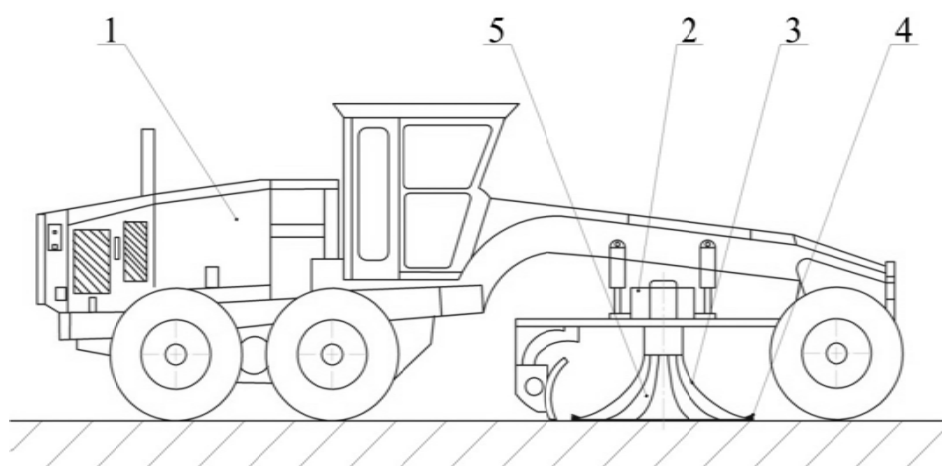


Рис. 1. Схема автогрейдера с рабочим органом вращательного действия

Она включает автогрейдер 1, гидромотор 2, рабочий орган 3 в виде усеченного конуса с режущими зубьями 4 и поверхностями секторов 5 в виде параболитических гиперболоидов. При поступательном движении автогрейдера и вращении рабочего органа 3 зубья 4 пропиливают

в ледяной массе щель, в которую входят поверхности 5, имеющие подъем в двух плоскостях, что позволяет делать скол льда менее энергоемким и более эффективным.

Одним из факторов, влияющих на разрушение снежно-ледяных образований, является частота вращения рабочего органа. Рассмотрим привод рабочего органа автогрейдера, выполненный по закрытой схеме (рис. 2), которая состоит из насоса 1, гидромотора 2, рабочего органа 3 с нагрузкой M_B , подпитывающего насоса 4 и предохранительных клапанов 5.

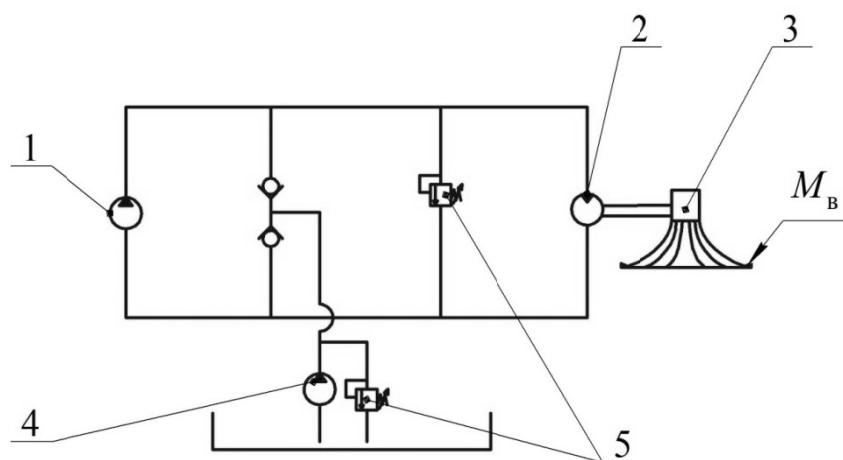


Рис. 2. Схема привода рабочего органа автогрейдера

Чтобы определить частоту вращения рабочего органа, запишем уравнение вращения вала гидромотора рабочего органа в виде [2]

$$I_{\text{пр}} \frac{d^2\varphi}{dt^2} + k \frac{d\varphi}{dt} + M_B = W(P_H - P_C), \quad (1)$$

где $I_{\text{пр}}$ – приведенный момент инерции всех вращающихся масс к валу гидродвигателя; φ – угол поворота вала гидродвигателя; k – коэффициент вязкого трения; t – время; M_B – момент сопротивления на рабочем органе; W – характерный объем гидродвигателя; P_H – давление в нагнетающей гидролинии; P_C – давление в сливной гидролинии.

Умножая дифференциальное уравнение (1) на частоту вращения вала гидродвигателя $\frac{d\varphi}{dt}$, получим зависимость, описывающую связь между расходом через гидродвигатель и основными параметрами привода рабочего органа:

$$I_{\text{пр}} \frac{d\varphi}{dt} \frac{d^2\varphi}{dt^2} + k \left(\frac{d\varphi}{dt} \right)^2 + M_{\text{в}} \frac{d\varphi}{dt} = (P_{\text{н}} - P_{\text{с}}) Q_{\text{двиг.}}, \quad (2)$$

где $Q_{\text{двиг.}}$ – расход рабочей жидкости на выходе из гидродвигателя; $(P_{\text{н}} - P_{\text{с}}) = P$ – перепад давления на гидродвигателе.

Расход рабочей жидкости, проходящей через насос равен

$$Q_{\text{н}} = Q_{\text{двиг.}} + Q_{\text{ут.}} + Q_{\text{сж.}}, \quad (3)$$

где $Q_{\text{ут.}}$ – величина утечек из гидролинии нагнетания, которая включает внешние и внутренние утечки в насосе и гидродвигателе; $Q_{\text{сж.}}$ – расход, идущий на восполнение объема за счет сжатия рабочей жидкости и деформации гидролинии.

Из уравнения (3) находим, что расход рабочей жидкости, проходящей через гидродвигатель равен

$$Q_{\text{двиг.}} = Q_{\text{н}} - Q_{\text{сж.}} - Q_{\text{ут.}}. \quad (4)$$

Используя известную формулу расхода реальной жидкости через насос получим

$$Q_{\text{н}} = W_{\text{н}} \Omega_{\text{н}},$$

где $W_{\text{н}}$ – характерный объем насоса; $\Omega_{\text{н}}$ – частота вращения вала насоса.

Увеличение расхода рабочей жидкости вследствие повышения давления в гидроприводе связано как с деформацией рабочей жидкости, находящейся в гидролинии нагнетания, так и деформацией элементов гидропривода и в первую очередь трубопровода.

Величина расхода сжатия в этом случае определится по выражению

$$Q_{\text{сж.}} = \frac{V}{\chi_{\text{пр.}}} \Delta P,$$

где $Q_{\text{сж.}}$ – расход рабочей жидкости в результате повышения давления на ΔP за время Δt ; $V = V_{\text{н}} + V_{\text{м}} + V_{\text{т}}$ – объем жидкости, находящейся в гидролинии нагнетания (равен сумме объемов рабочей жидкости, находящейся в выходной камере насоса, во входной камере гидродвигателя и в гидролинии, соединяющей выходную камеру насоса с входной камерой гидродвигателя, соответственно); $\chi_{\text{пр.}}$ – приведенное значение модуля объемной упругости гидропривода.

Утечки рабочей жидкости в гидродвигателе и насосе можно определить по известному выражению [3]

$$Q_{\text{ут.}} = 2 \cdot 10^{-4} e^{c(T-T_0)} \sum_{t=1}^n P_{\text{max}} W \Omega,$$

где T_0 – начальная температура рабочей жидкости в гидроприводе; T – реальная температура рабочей жидкости в гидроприводе; P_{max} – рабочее давление, при котором определяется величина утечек; Ω – частота вращения вала гидромашины; $c = 0,025$ – эмпирический коэффициент.

Решая совместно уравнения (2) и (4) и подставляя все найденные значения, получим

$$I_{\text{пр}} \frac{d\varphi}{dt} \frac{d^2\varphi}{dt^2} + k \left(\frac{d\varphi}{dt} \right)^2 + M_{\text{в}} \frac{d\varphi}{dt} = P (Q_{\text{н}} - Q_{\text{сж.}} - Q_{\text{ут.}}) \quad (5)$$

или

$$I_{\text{пр}} \frac{d\varphi}{dt} \frac{d^2\varphi}{dt^2} + k \left(\frac{d\varphi}{dt} \right)^2 + M_{\text{в}} \frac{d\varphi}{dt} = P \left(W_{\text{н}} \Omega_{\text{н}} - \frac{V}{\chi_{\text{пр.}}} \Delta P - 4 \cdot 10^{-4} e^{c(T-T_0)} P_{\text{max}} W \Omega \right). \quad (6)$$

Таким образом, получили зависимость, выражающую взаимосвязь между всеми основными параметрами привода рабочего органа автогрейдера.

Решая уравнение (6) относительно $\frac{d\phi}{dt}$, определим частоту вращения вала гидродвигателя рабочего органа с учетом влияния всех параметров привода, т. е.

$$\dot{\phi} = \left[0,25k^{-2}M_B^2 - \frac{P \left(W_H \Omega_H - \frac{V}{\chi_{пр.}} \Delta P - 4 \cdot 10^{-4} e^{c(T-T_0)} P_{max} W \Omega \right)}{k} \left(\frac{1}{e^{\frac{2kt}{I_{пр.}}}} - 1 \right) \right]^{0,5} - \frac{M_B}{2k}. \quad (7)$$

Полученная зависимость позволяет выбирать параметры привода рабочего органа с учетом внешней нагрузки и других факторов.

Список литературы

1. Пискунов Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисление: учеб. – М.: Физматлит, 1996. – 560 с.
2. Башта Т. М., Руднев С. С. Гидравлика, гидромашины, гидропривод. – М.: Машиностроение, 2002. – 422 с.
3. Бородачев И. П. Справочник конструктора дорожных машин. – М.: Изд-во Машиностроение, 1973. – 504 с.
4. Пат. 2398928 Российская Федерация, МПК E01H 5/12. Рабочий орган для удаления льда и уплотненного снега с дорожных покрытий/ В. А. Мальцев, А. С. Радыгина; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет» (СФУ) – № 2009124250/11; заявл. 24.06.2009; опубл. 10.09.2010. Бюл. № 25.

В. А. Ковалев

Сибирский федеральный университет

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНОВ СИБИРИ

Современные проблемы развития специализированного парка подвижного состава автомобильного транспорта приобретают особо важное значение для таких регионов страны, как Сибирь и Дальний восток. Так, например, в повышении эффективности производительных сил и решении комплексных экономических проблем Красноярского края большое значение приобретает развитие транспортной системы. Необходимость первоочередного развития и технического оснащения всех видов транспорта в восточных регионах обусловлена ускоренным развитием производительных сил Сибири и улучшением производственных связей в условиях известной территориальной разобщенности.

Развитие производительных сил Красноярского края, расширение внешнего и внутреннего грузооборота невозможно без дальнейшей рационализации транспортно-экономических связей – одной из крупнейших комплексных проблем. Ее решение имеет большое значение для повышения эффективности перевозок, кооперации, специализации транспорта и играет важную роль в перераспределении перевозочной работы между различными видами транспорта.

Особое место в решении вышестоящих задач отводится автомобильному транспорту. Это объясняется тем, что на каждую единицу транспортной работы, выполняемой автомобильным транспортом, требуется почти в 8 раз больше трудовых затрат, чем на железнодорожном транспорте.

Себестоимость единицы транспортной работы на автомобильном транспорте в 20 раз дороже, чем на железнодорожном и речном транспорте.

В настоящее время на одну и ту же транспортную работу автомобильный транспорт расходует в 13,8 раз больше топлива, чем железнодорожный, и в 13–14 раз больше, чем морской и речной транспорт. Однако это не стало препятствием на пути широкого использования автомобильного транспорта. Более того, развитие этого вида транспорта

все сильнее утверждает себя в экономике края не только как средство удовлетворения постоянно растущих общественно необходимых потребностей, но и как один из важнейших процессов, связанный с ускорением развития производительных сил, повышением эффективности общественного производства, с реализацией программ социального развития.

В этих условиях задача снижения трудоемкости и энергоемкости автомобильных перевозок, повышение эффективности использования подвижного состава становится еще острее и неотложнее. Ее решение связано с расширением специализированного подвижного состава, как одного из звеньев комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ в производственных процессах в промышленности, строительстве, сельском хозяйстве, торговле и других отраслях.

Практика перевозок показала, что большую часть номенклатуры грузов целесообразно перевозить контейнерным и пакетным способами. В первую очередь это касается грузов предприятий торговли, системы материально-технического снабжения и ряда других отраслей, где имеет место наибольшие простои автомобильного транспорта. Например, доставка грузов торговли в пакетированном виде специализированным подвижным составом повышает социальную и экономическую эффективность реализации товаров. Это позволяет уменьшить затраты времени населения на покупку товаров в среднем на 20–25 %, на 1/3 сократить количество рабочих, в 1,5–2 раза увеличить уровень механизации труда, на 20–25 % повысить эффективность использования торговых площадей. Экономическая эффективность от внедрения прогрессивной технологии распределяется в следующем соотношении: торговля – 15 %, промышленность – 36 %, автомобильный транспорт – 9 %.

При контейнерном и пакетном способах перевозок грузов вопросы комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ на предприятиях с крупными постоянными грузопотоками решаются за счет оснащения их постоянными подъемно-транспортными механизмами.

Расширение пакетных и контейнерных перевозок грузов вовлекает в сферу все большее число предприятий с небольшим грузооборотом, где установка и содержание подъемно-транспортных машин невозможна или экономически нецелесообразна. В этих условиях повышение уровня механизации погрузочно-разгрузочных работ может быть достигнуто

за счет использования специализированных автотранспортных средств, оборудованных необходимыми грузоподъемными устройствами.

Проблема повышения эффективности перевозок грузов пакетным и контейнерным способами успешно решается в Политехническом институте Сибирского федерального университета на кафедре «Транспорта». Коллектив кафедры работает в направлении разработки транспортных средств, предназначенных для перевозки и механизированной погрузки, разгрузки грузов в контейнерах (см. рис. 1) или пакетированных на поддонах на любую из боковых сторон от транспортного средства.

Применение предлагаемого транспортного средства позволит сократить простой транспортных средств в 10–15 раз по сравнению с ручной переработкой грузов (в 3–4 раза – по сравнению с механизированной переработкой контейнеров с помощью крана); в 2,5– 3,5 раза сократить численность водителей и вспомогательных рабочих; в 1,5 раза сократить площади приобъектных складских помещений; на 12–13 % снизить себестоимость перевозок.

Данная разработка может найти широкое применение в доставке объектов стратегического назначения в места чрезвычайных ситуаций (передвижные пункты оперативной связи, управления); перевозке грузов промышленности (газовые и нефтяное технологическое оборудование), наливных грузов в цистернах, а также длинномерных грузов (трубы, лес).

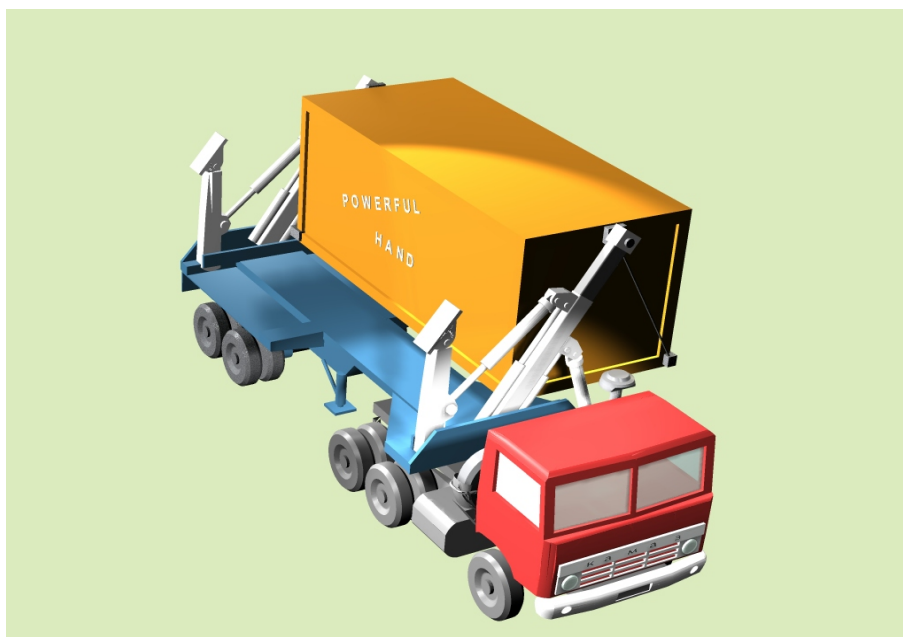


Рис. 1. Транспортное средство для перевозки и механизированной погрузки, разгрузки крупнотоннажных контейнеров

Снижение трудоемкости и энергоемкости автомобильных перевозок, повышение эффективности использования подвижного состава предусматривает расширение специализированного подвижного состава как одного из звеньев комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ в производственных процессах в промышленности, строительстве, сельском хозяйстве, торговле и других отраслях экономики.

Список литературы

1. Пат. 2288112, Российская Федерация, МПК В 60 Р 1/48, В 66 С 23/80. Транспортное средство для перевозки контейнеров / В. А. Ковалев; заявитель и патентообладатель В. А. Ковалев; заявл. 14.0405; опубл. 27.11.06. Бюл. № 33. – 6 с.: 4 ил.

Е. Г. Махова, Д. А. Алексеев
Сибирский федеральный университет

**ОСНОВАНИЯ ОСВОБОЖДЕНИЯ ОТ ВОЗМЕЩЕНИЯ
УЩЕРБА, ПРИЧИНЕННОГО АВТОМОБИЛЕМ
КАК ИСТОЧНИКОМ ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТИ**

Вопросы возмещения вреда регулируются положениями гл. 59 Гражданского кодекса Российской Федерации (далее ГК РФ). Особенности ответственности за вред, причиненный деятельностью, создающей повышенную опасность для окружающих, предусмотрены ст. 1079 гл. 59 ГК РФ. Данная статья гласит, что юридические лица и граждане, деятельность которых связана с повышенной опасностью для окружающих (использование транспортных средств, механизмов, электрической энергии высокого напряжения, атомной энергии, взрывчатых веществ, сильнодействующих ядов и т. п.; осуществление строительной и иной, связанной с нею деятельности и др.), обязаны возместить вред, причиненный источником повышенной опасности. Понятие транспортного средства содержится в Федеральном законе «О безопасности дорожного движения» и в Федеральном законе «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельцев транспортных средств» – это устройство, предназначенное для перевозки по дорогам людей, грузов или оборудования, установленного на нем. Судебная практика относит к ним автомобили, мотоциклы, мопеды, троллейбусы, трамваи и иные дорожные транспортные средства (включая прицепы и полуприцепы), электровозы, тепловозы и т. п.

За вред, причиненный источником повышенной опасности, ГК РФ предусматривает более строгую ответственность, по сравнению с предусмотренной общими правилами об обязательствах, возникающих вследствие причинения вреда, поэтому остановимся подробно на основаниях освобождения владельца источника повышенной опасности от обязанности возместить потерпевшему причиненный вред. О. А. Красавчиков в своей работе «Возмещение вреда, причиненного

источником повышенной опасности» 1966 г. разделял такие основания на две группы:

- юридические факты, безусловно и полностью освобождающие владельца источника повышенной опасности от возмещения вреда;
- юридические факты, освобождающие владельца от указанного возмещения полностью или частично в зависимости от конкретных условий, при которых имело место причинение вреда потерпевшему [1].

Именно ко второй группе юридических фактов следует относить в силу ч. 1 ст. 1079 ГК РФ умысел потерпевшего и непреодолимую силу. Так, например, при самоубийстве граждан, бросившихся под автомобиль, поезд и любой другой источник повышенной опасности, ни владелец источника повышенной опасности, ни непосредственный причинитель вреда (шофер, машинист и т. д.) вред не возмещают в связи с наличием умысла потерпевшего.

Понятие непреодолимой силы дано в п. 1 ч. 1 ст. 202 и ч. 3 ст. 401 ГК РФ. В юридической литературе предложены различные критерии отграничения непреодолимой силы от простого случая. Если суммировать признаки непреодолимой силы, получившие отражение в законодательном определении этого понятия (ч. 1 ст. 202 ГК РФ), то ее характеристика выражается в трех моментах: чрезвычайности, относительности и объективной непредотвратимости. Рассмотрим каждый из них. То или иное разрушительное (вредоносное) событие естественного (ураган, наводнение, оползень и т. д.) или общественного (эпидемии, военные действия) характера приобретет качество непреодолимой силы лишь в связи с таким воздействием на деятельность людей, которое они не могут предвидеть, либо, хотя и предвидят, но не могут предотвратить наступления вызываемых им вредных последствий. В соответствии с указанными характеристиками наличие льда на дороге не является непреодолимой силой, освобождающей ответчика от ответственности [2]. В рассматриваемом в 2000 г. судом деле дорожно-транспортное происшествие произошло из-за того, что в нарушение правил дорожного движения на проезжую часть выбежала пешеход, создав помеху для движения автомобиля КАМАЗ. Водитель КАМАЗа во избежание наезда на пешехода выехал на полосу встречного движения, где и произошло столкновение с автомобилем ВАЗ-2108. Суд правомерно указал, что для водителя автомобиля ВАЗ-2108 выезд на встречную полосу движения

автомобиля КАМАЗ, вызванный неправомерным поведением пешехода, не может быть расценен как непреодолимая сила [3].

Другим объективным признаком, характеризующим явления непреодолимой силы, служит внешний характер воздействия непреодолимой силы на деятельность по эксплуатации источников повышенной опасности. Непреодолимая сила – это всегда внешнее по отношению к деятельности, причиняющей убытки, обстоятельство.

Поэтому если вред вызывается внутренними вредоносными свойствами источника повышенной опасности, то он не рассматривается в качестве причиненного вследствие действия непреодолимой силы. Так, невозможность мгновенной остановки транспорта, самовозгорание горючих или летучесть ядовитых и некоторых химических веществ и т. п. не могут квалифицироваться в качестве непреодолимой силы, хотя их неустранимость, непреодолимость при определенных обстоятельствах очевидна.

Неправомерное завладение источником повышенной опасности третьим лицом может рассматриваться как основание освобождения от ответственности владельца источника повышенной опасности в том случае, если отсутствовала вина последнего в противоправном изъятии этого источника из его обладания (ч. 2 ст. 1079 ГК РФ). Третьи лица можно разделить на две группы:

- первая – лица, с которыми еще до факта причинения вреда владелец источника повышенной опасности связан определенными правоотношениями;
- вторая – все остальные лица, с которыми владелец ИПО не состоял в указанных юридических отношениях.

Что касается первой группы, то судьи иногда забывают, что не признается владельцем источника повышенной опасности и не несет ответственности за вред перед потерпевшим лицо, управляющее источником повышенной опасности в силу исполнения своих служебных или трудовых обязанностей, в том числе на основании трудового или гражданско-правового договора.

Так, Фрунзенским районным судом г. Владимира было рассмотрено дело по иску Б-на (пешеход) к С-ну (водитель такси) о возмещении материального ущерба и компенсации морального вреда [4]. В качестве соответчика к участию в деле было привлечено ООО СК

«Русский мир», в котором застрахована гражданская ответственность С-на, а в качестве третьего лица привлечено ООО «Форсаж» – работодатель С-на, который совершил наезд на пешехода во время исполнения трудовых обязанностей. Суд, удовлетворив иск Б-на частично, правильно сослался на ст. 1079, 1083 ГК РФ и взыскал с ООО СК «Русский мир» в пользу Б-на в возмещение материального ущерба в виде затрат на лечение вследствие причинения тяжкого вреда здоровью более 40 тыс. руб. Но, взыскав с С-на в пользу Б-на компенсацию морального вреда, суд неправильно применил материальный закон, поскольку владельцем источника повышенной опасности в данном случае является ООО «Форсаж» даже тогда, когда собственником автомобиля значится сам водитель.

Совершенно по-иному решается вопрос освобождения от обязанности возмещения вреда потерпевшему владельцем источника повышенной опасности при оценке поведения третьих лиц, несвязанных с владельцем источника повышенной опасности никакими правоотношениями до факта причинения вреда.

В таком случае владелец источника повышенной опасности не отвечает за вред, причиненный действием этого источника, если он вышел из обладания владельца помимо его воли, не по его вине, в результате противоправных действий третьих лиц.

Лица, совершившие эти противоправные действия, возмещают вред по правилам ответственности владельцев источника повышенной опасности, а когда этому способствовало виновное поведение владельца источника повышенной опасности (например, ненадлежащим образом организованная охрана, не соблюдены правила пожарной охраны, не выработаны правила трудовой дисциплины и т. д.), то ответственность за вред, причиненный источником повышенной опасности, может быть возложена на лицо, противоправно завладевшее источником повышенной опасности, и на его владельца в зависимости от степени вины каждого из них (ч. 2 ст. 1079 ГК РФ).

Так, например, владелец автомобиля будет освобожден от обязанности возмещения вреда, причиненного его машиной, если при принятии всех возможных и необходимых мер охраны его автомобиль все-таки будет украден. За вред, причиненный источником повышенной опасности, в данном случае будут нести ответственность третьи лица,

противоправно завладевшие автомобилем, и в результате чьих действий и был причинен вред.

Если вред потерпевшему (другому участнику ДТП) причинен в результате повреждения его автомобиля по вине лица, управлявшего транспортным средством без законных оснований (например, при угоне автомобиля, использовании его работником мастерской, производившим ремонт, для поездки по городу и т. п.), то у страховщика отсутствует обязанность по выплате страховой суммы по договору обязательного страхования, поскольку в данном случае указанное лицо не является субъектом страховых отношений. Лицо, управляющее автомобилем без законных оснований, не является владельцем транспортного средства, поэтому его ответственность не застрахована по договору обязательного страхования. Однако такое лицо не освобождается от гражданско-правовой ответственности. При возложении ответственности за вред, причиненный транспортным средством, на лицо, управлявшее автомобилем без законных оснований, необходимо выяснить обстоятельства, при которых произошло выбытие автомобиля из обладания законного владельца, и исходить из положений ч. 2 ст. 1079 ГК РФ.

Так, например, гражданин Х. обратился в суд с иском к (...) ОВД и (...) о возмещении ущерба, причиненного в результате дорожно-транспортного происшествия, происшедшего по вине гражданина П., управлявшего служебным автомобилем. Решением Железнодорожного районного суда г. Красноярска сумма ущерба взыскана в долях с (...) ОВД (30 %) и П. (70 %) со ссылкой на то, что П., выйдя на работу, самовольно взял автомобиль без прохождения инструктажа и предрейсового осмотра, между тем по делу установлено, что П. являлся сотрудником (...) ОВД и за ним был закреплен автомобиль, на котором он совершил дорожно-транспортное происшествие. Противоправного завладения автомобилем (угона) не установлено. Ответчик автомобиль в розыск до совершения дорожно-транспортного происшествия не объявлял. Кассационная инстанция решение в части взыскания суммы ущерба с П. отменила и в иске отказала, в остальной части решение изменила, взыскав всю сумму ущерба с (...) ОВД как с владельца источника повышенной опасности [5].

Похожая ситуация рассмотрена Федеральным арбитражным судом Московского округа [6]. П. обратился с иском к Р. о возмещении ущерба,

причиненного автомобилю в результате дорожно-транспортного происшествия, произошедшего по вине водителя ответчика. В удовлетворении иска Арбитражным судом г. Москвы отказано. При этом суд первой инстанции исходил из того, что автомобиль, принадлежащий ответчику, выбыл из его владения в результате противоправных действий, в связи с чем ответчик не должен нести ответственность за ущерб, нанесенный при его использовании.

Судом апелляционной инстанции установлено, что ответчик не доказал факта выбытия транспортного средства из его обладания в результате противоправных действий водителя, управлявшего автомобилем в момент дорожно-транспортного происшествия. При этом судом апелляционной инстанции сделан правильный вывод о том, что несоблюдение работником ответчика должностной инструкции, выразившейся в самовольном отъезде в нерабочее время, и нахождение водителя в состоянии алкогольного опьянения также не подтверждает данный факт. Судом также установлено, что ответчиком не приняты все необходимые меры, препятствующие несанкционированному выезду служебного автотранспорта с территории ответчика, не обеспечена надлежащая охрана автотранспорта. Иск П. к Р. судом апелляционной инстанции удовлетворен.

Кроме того, нужно помнить, что при взаимодействии источников повышенной опасности вред их владельцам возмещается по общим правилам ст. 1064 ГК РФ, т. е. при наличии вины одного из них либо обоих.

В этом случае суды правильно принимают меры к установлению вины владельцев транспортных средств путем анализа имеющихся доказательств о привлечении того или иного водителя к административной ответственности за нарушение Правил дорожного движения, а также путем назначения автотехнической экспертизы, когда необходимо установить наличие причинно-следственной связи между нарушением Правил и столкновением. Необходимо иметь в виду, что при отсутствии вины владельцев источников повышенной опасности во взаимном причинении вреда ни один из них не имеет права на возмещение.

В качестве примера можно привести дело, рассмотренное Гусь-Хрустальным городским судом по иску Бр-на к Ст-вой и ООО

«Росгосстрах- Центр» о взыскании компенсации морального вреда и материального ущерба в результате столкновения транспортных средств. А обстоятельства дела таковы, что первопричиной происшествия было нарушение Правил дорожного движения велосипедистом, двигавшимся перед автомобилем Ст- вой, которая по заключению нескольких автотехнических экспертиз не имела технической возможности предотвратить наезд на велосипедиста, выехала на полосу встречного движения, где и столкнулась с автомобилем под управлением Бр-на. Суд правильно отказал в удовлетворении иска Бр-ну в связи с отсутствием вины Ст-вой.

Владелец источника повышенной опасности может быть освобожден судом от ответственности полностью или частично также по основаниям, предусмотренным ч. 2 и ч. 3 ст. 1083 ГК РФ. Подробно остановимся на ч. 2 ст. 1083 ГК РФ, состоящей из 3-х абзацев. Согласно абзацу 1 ч. 2 ст. 1083 ГК РФ, если грубая неосторожность самого потерпевшего содействовала возникновению или увеличению вреда, в зависимости от степени вины потерпевшего и причинителя вреда размер возмещения должен быть уменьшен. Следовательно, в предмет доказывания по данной категории дел должны быть включены следующие обстоятельства: является ли неосторожность потерпевшего грубой небрежностью или простой неосмотрительностью, не влияющей на размер возмещения вреда.

При грубой неосторожности нарушаются обычные, очевидные для всех требования, предъявляемые к лицу, осуществляющему определенную деятельность. При простой неосторожности, наоборот, не соблюдаются повышенные требования. Вопрос о том, является ли допущенная потерпевшим неосторожность грубой небрежностью или же относится к простой неосмотрительности, в каждом случае должен решаться с учетом фактических обстоятельств дела (характера деятельности, обстановки причинения вреда, индивидуальных особенностей потерпевшего). В частности, грубой неосторожностью должно быть признано нетрезвое состояние потерпевшего, содействовавшее причинению вреда его здоровью при исполнении им трудовых обязанностей, грубое нарушение Правил дорожного движения.

Это может быть проиллюстрировано следующим делом.

Решением Заводского районного суда г. Орла от 11.01.2011 г., оставленным без изменения судом кассационной инстанции, частично

удовлетворены исковые требования А. В. Некрасова к А. Е. Пахомову о взыскании материального и морального вреда, причиненного в результате ДТП [7].

В ходе рассмотрения дела судом установлено, что в действиях потерпевшего Некрасова А. В. имела место грубая неосторожность, содействовавшая возникновению вреда в результате произошедшего ДТП, так как он переходил дорогу в неположенном месте, за что был привлечен к административной ответственности по ст. 12.29 ч. 1 КоАП РФ. В связи с чем судом был уменьшен размер компенсации морального вреда по сравнению с заявленным со ссылкой на п. 2 ст. 1083 ГК РФ.

Абзацем 2 ч. 2 ст. 1083 ГК РФ установлено, что при грубой неосторожности потерпевшего и отсутствии вины причинителя вреда в случаях, когда его ответственность наступает независимо от вины, размер возмещения должен быть уменьшен или в возмещении вреда может быть отказано, если законом не предусмотрено иное. При причинении вреда жизни или здоровью гражданина отказ в возмещении вреда не допускается.

Судебной практикой в соответствии с постановлением Пленума Верховного суда Российской Федерации от 20 декабря 1994 г. № 10 утрата близких родственников признается причинением вреда нематериальным благам и неимущественным правам без предоставления доказательств, свидетельствующих об ухудшении здоровья.

В практике иногда возникают вопросы, связанные с определением круга лиц, имеющих право на компенсацию морального вреда в случае гибели потерпевшего. Верховный суд РФ уже высказывался по данному поводу в связи с рассмотрением гражданских исков, заявленных в рамках уголовных дел, и в обзоре за 4 кв. 2008 г. повторил, что в случае причинения вреда вследствие гибели близкого родственника право на возмещение такого вреда имеют супруг, родители, дети, родные братья и сестры, дедушки, бабушки и внуки.

Такую позицию необходимо учитывать и при рассмотрении гражданских дел, когда предметом требований является компенсация морального вреда близкому родственнику в случае гибели гражданина от воздействия источника повышенной опасности даже при отсутствии вины владельца транспортного средства. При определении размера компенсации морального вреда каждому из истцов необходимо

учитывать конкретные обстоятельства причинения гибели потерпевшего: отсутствие вины водителя; нарушение самим потерпевшим Правил дорожного движения, если таковое имело место; характер взаимоотношений родственника и потерпевшего.

Так, Радужным городским судом было рассмотрено дело по иску Ив-вой к 3-му о возмещении материального ущерба и компенсации морального вреда в связи с гибелью дочери в результате наезда автомобиля под управлением 3-кого, вины последнего в наезде не было установлено. Суд удовлетворил требования о возмещении материального ущерба и взыскал компенсацию морального вреда матери – инвалиду 1-й группы – 100 тыс. руб. Затем, спустя полтора года в суд с иском о компенсации морального вреда обратились отец и брат погибшей, и суд правомерно удовлетворил их требования соответственно на 30 тыс. руб. и 10 тыс. руб.

Если в абзаце 1 ч. 2 ст. 1083 ГК РФ предусмотрен критерий уменьшения размера возмещения потерпевшему при наличии грубой неосторожности потерпевшего и вины владельца источника повышенной опасности – степень вины каждого из них, то в абзаце 2 ч. 2 ст. 1083 ГК РФ не прописано, чем должен руководствоваться суд при уменьшении ответственности невиновного владельца источника повышенной опасности, когда его ответственность наступает независимо от вины. Решение этого вопроса отдано на усмотрение судьи.

И, наконец, владельцу источника повышенной опасности необходимо помнить, что согласно абзацу 3 ч. 2 ст. 1083 ГК РФ вина потерпевшего не учитывается при возмещении дополнительных расходов, при возмещении вреда в связи со смертью кормильца, а также при возмещении расходов на погребение.

Характер дополнительных расходов уточнен в ч. 1 ст. 1085 ГК РФ, в котором прописано: «При причинении гражданину увечья или ином повреждении его здоровья возмещению подлежит утраченный потерпевшим заработок (доход), который он имел либо определенно мог иметь, а также дополнительно понесенные расходы, вызванные повреждением здоровья, в том числе расходы на лечение, дополнительное питание, приобретение лекарств, протезирование, посторонний уход, санаторно-курортное лечение, приобретение специальных транспортных средств, подготовку к другой профессии, если установлено,

что потерпевший нуждается в этих видах помощи и ухода и не имеет права на их бесплатное получение».

Обратим внимание, что в ст. 1083 ГК РФ говорится только о грубой неосторожности потерпевшего как об обстоятельстве, снижающем размер возмещения вреда. Простая неосторожность не влияет на размер возмещения.

Это нашло непосредственное отражение в судебной практике.

Н. Ю. Сергеева и Л. А. Майданик подвергают критике тот факт, что в ст. 1083 ГК РФ размер возмещения снижается только при наличии грубой неосторожности потерпевшего, и придерживаются точки зрения о том, что и простая неосторожность потерпевшего должна учитываться при определении размера возмещения вреда [8]. Л. Г. Могилянский еще более требователен к законодателю и считает, что должна учитываться не только грубая неосторожность потерпевших, но и любая степень вины [9]. Л. Д. Туршук, напротив, поддерживает позицию законодателя, считая, что размер возмещения владельцем источника повышенной опасности не подлежит уменьшению в случае наличия простой неосторожности потерпевшего [10].

По какому признаку грубая неосторожность отличается от простой неосторожности? Ни закон, ни судебная практика не дают ответа на этот вопрос. Вопрос о том, является ли неосторожность потерпевшего грубой небрежностью или простой неосмотрительностью, не влияющей на размер возмещения вреда, разрешается судом в каждом случае с учетом конкретных обстоятельств.

Согласимся с позицией А. А. Тебряева, который предпринял попытку разграничить эти понятия следующим образом: «...грубая неосторожность является таким поведением потерпевшего, когда он предвидел или должен был предвидеть возможность причинения ему вреда, но легкомысленно надеялся избежать этого или безразлично относился к возможности причинения вреда. Например, к такому поведению потерпевшего можно отнести посадку или высадку пассажира из двигавшегося транспортного средства, нетрезвое состояние, употребление различных технических жидкостей, суррогатов как алкогольных напитков и т. п. К простой неосторожности следует относить обычную неосмотрительность, опрометчивость, легкомыслие в предотвращении, избегании какой-либо опасности» [11].

Данная позиция гармонично сочетается с официальным толкованием грубой неосторожности, которое отражено в актах высших судебных инстанций. Так, в абзаце 4 п. 23 постановления Пленума Верховного суда Российской Федерации от 28 апреля 1994 г. № 3 «О судебной практике по делам о возмещении вреда, причиненного повреждением здоровья» в качестве грубой неосторожности определено нетрезвое состояние потерпевшего, содействовавшее возникновению или увеличению вреда [12]. В п. 9 Обзора практики рассмотрения споров, связанных с исполнением договоров страхования (Информационное письмо Президиума Высшего арбитражного суда Российской Федерации от 28 ноября 2003 г. № 75), как грубая неосторожность квалифицировано нарушение страхователем правил безопасности эксплуатации строительной техники – пропуск срока технического осмотра башенного крана [13]. Представляется, что все же требуется законодательно установить критерии простой и грубой неосторожности, а не оставлять решение этого вопроса на усмотрение судей.

Список литературы

1. Красавчиков О. А. Возмещение вреда, причиненного источником повышенной опасности. М.: Юрид. литература, 1966. С. 385.
2. Постановление Федерального арбитражного суда Северо-Кавказского округа от 6 декабря 2006 г. № Ф08-5627/06 (извлечение) [Электронный ресурс] // Информационно-поисковая система: Гарант.
3. Постановление Президиума Верховного суда Российской Федерации от 1 ноября 2000 г. [Электронный ресурс] // Информационно-поисковая система: Гарант.
4. Проблемы применения законодательства, возникающие при рассмотрении судами Владимирской области гражданских дел, связанных с возмещением вреда, причиненного повреждением здоровья за 2008 год [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://oblsud.wld.sudrf.ru>
5. Обзор кассационной и надзорной практики судебной коллегии по гражданским делам Красноярского краевого суда за 2001 год (извлечение) [Электронный ресурс] // Информационно-поисковая система: Консультант Плюс: Красноярский край.

6. Постановление Федерального арбитражного суда Московского округа от 16 октября 2003 г. № КГ-А40/7778-03 [Электронный ресурс] // Информационно-поисковая система «Гарант».

7. Интернет-портал ГАС «Правосудие». Орловский областной суд – Обзор судебной практики рассмотрения дел о возмещении вреда, причинного здоровью от 14 ноября 2011 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.sudrf.ru

8. Майданик, Л. А. Материальная ответственность за повреждение здоровья / Л. А. Майданик, Н. Ю. Сергеева. М.: Госуд. изд-во юрид. литературы, 1968. 232 с.

9. Могилянский, Л. Г. Возмещение ущерба при столкновении автотранспорта / Л. Г. Могилянский. М. :Юрид. литература, 1987. 112 с. Цит. по: Мамай, В. И. Вопросы возмещения вреда при дорожно-транспортных происшествиях / В. И. Мамай // Транспортное право. 2004. № 3. С. 21.

10. Туршук, Л. Д. Учет вины потерпевшего в обязательстве из причинения вреда жизни и здоровью гражданина / Л. Д. Туршук // Правоведение. 2008. № 1. С. 69.

11. Тебряев, А. А. Вина причинителя вреда в деликтных обязательствах / А. А. Тебряев // Юрист. 2002. № 3. С. 30.

12. Постановления Пленума Верховного суда РФ от 28 апреля 1994 г. № 3 «О судебной практике по делам о возмещении вреда, причиненного повреждением здоровья» // Бюллетень Верховного суда Российской Федерации. 1994. № 7.

13. Информационное письмо Президиума Высшего арбитражного суда Российской Федерации от 28 ноября 2003 г. № 75 // Вестник Высшего арбитражного суда Российской Федерации. 2004. № 1.

С. В. Архипов

Сибирский федеральный университет

**ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ
БАКАЛАВРОВ ТРАНСПОРТНОГО ПРОФИЛЯ, РЕШАЕМЫЕ
ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРОЙ**

Проблема повышения качества высшего образования в нашей стране обозначена в качестве одного из национальных проектов, причем эта проблема существовала всегда, а в современных условиях она обострилась чрезвычайно, так как рынок труда предъявляет к выпускникам вузов повышенные требования. А ведь образование является единственной сферой, которая удовлетворяет запросы населения в образовательных услугах и специализируется на воспроизводстве главной производительной силы общества – квалифицированных работников для всех отраслей материального производства – одно из важных показателей благосостояния страны.

Данной проблеме посвящено достаточно много разработок, в которых сформулированы основные направления в работе вузов по совершенствованию управления качеством подготовки специалистов, по созданию в вузах систем качества и их сертификации.

Рассматривая проблему повышения качества работы вуза, большинство авторов относят вузы к большим системам с множеством элементов с их связями и отношениями, образующими целостное формирование, в котором возможно использование современной методологии менеджмента качества. При этом имеется в виду, что применительно к конкретному вузу можно утверждать, что в нем создана и эффективно функционирует система управления качеством образовательных услуг, действительно гарантирующая тот уровень, на который рассчитывают потребители этих услуг. Более того, большинству потребителей известно, что мировой практикой уже свыше 15 лет назад был выработан способ оценки надежности механизма управления качеством: сравнение механизма с моделями, заложенными в международных стандартах ИСО серии 9000. Если система управления

качеством в вузе соответствует указанным моделям и подтверждается сертификатом соответствия, то лучшего доказательства высокого качества предоставления вузом образовательных услуг и не требуется.

Однако настоящее время в России не более двух десятков вузов, в которых разрабатываются системы менеджмента качества на основе стандартов ИСО серии 9000. Причиной такого положения, на наш взгляд, является трудность разработки и внедрения моделей качества на основе стандартов ИСО серии 9000 из-за несоответствия организационных систем деятельности вузов возможностям применения данных стандартов.

Способность организационных систем использовать модели качества на основе стандартов ИСО серии 9000 предполагает системный подход к управлению качеством, однако не на каждом его этапе развития возможно применение стандартов качества. Дело еще в том, что постоянный рост и усложнение организационных систем изменяет содержание системного подхода, и как следствие, организационных структур управления.

Положение выпускающих кафедр в связи с переходом на подготовку магистров и бакалавров ещё более усложняется, тем более что на ряде направлений сохраняется специалитет. Всё это привело к разработке образовательных программ в большом количестве, поэтому организационные структуры в вузе не в состоянии обеспечить управление образовательными программами на основе системного подхода.

Изменения в содержании системного подхода показывают, что он имеет два этапа в своем развитии: системно-дифференцирующий и системно-интегрирующий. В основе своей они являются только разновидностями системного подхода и могут представлять соответствующие стратегии развития и совершенствования организационных систем.

Организационные системы, основанные на системно-дифференцирующем подходе, не могут по своей природе адаптировать системы качества на основе стандартов ИСО серии 9000, а такие организационные структуры характерны для большинства российских вузов. Сибирский федеральный университет (СФУ) не является исключением из них. Эти организационные системы строятся на основе непрерывного деления составляющих элементов в соответствии с поставленной целью. Структура управления становится линейно-

функциональной, при которой в соответствии с определенными функциями формируются функциональные звенья с обособлением в виде управлений, отделов, бюро и т. п. Далее такая организационная система развивается по нарастающей: при возникновении новой функции или усложнении существующих происходит их обособление путем создания новых структурных подразделений. Если внимательно присмотреться к таким системам, то можно выделить характерные для них закономерности:

- при их создании прежде всего происходит обособление органов управления, т. е. формируется аппарат управления или субъект управления;

- взаимоотношения по вертикали (отношения подчинения по иерархическим уровням управления) более прочны, чем горизонтальные (отношения между функциональными подразделениями);

- развитие таких систем происходит главным образом экстенсивно: количественный рост потенциала системы приводит к увеличению аппарата управления и усложнению организационных связей.

Как и всем экстенсивным системам развития характерен предел «насыщения», когда начинается резкое снижение эффективности управления из-за отсутствия согласованности и необходимого взаимодействия в деятельности функциональных подразделений. Эти явления незамедлительно скажутся на экономических результатах, которые будут ухудшаться. Жизнь требует, чтобы на смену системно-дифференцирующему подходу пришел системно-интегрирующий, сущность которого состоит в интеграции различных видов деятельности, необходимых для достижения конкретных целей, и концентрации необходимых для этого ресурсов.

Системно-интегрирующий подход позволяет создавать матричные типы организационных структур с интегрированными органами управления, на которые возлагаются все вопросы ответственности за достижение поставленных целей, при этом реализуется интенсивное развитие организационной системы, а управление осуществляется не столько по вертикальным связям, которые предельно упрощены, сколько по горизонтальным.

Дальнейшее развитие системно-интегрирующего подхода получило в стандартах ИСО серии 9000 версия 2000 в виде процессного подхода. В соответствии с методологией, предусмотренной стандартами ИСО серии 9000:2000, процесс – это деятельность, направленная на достижение установленной цели, которая имеет количественное выражение – результат. Поэтому для реализации процессного подхода организационная система должна переориентироваться с функционального управления на управление результатами, совокупность которых должна обеспечить повышение эффективности системы и конкурентоспособности предприятия.

К сожалению, структура СФУ, выраженная в создании отдельных институтов, на наш взгляд, не дала ожидаемого эффекта, так как в основе управления остаётся системно-дифференцирующий подход.

Реализовать процессный подход в условиях СФУ не представляется возможным по ряду причин. Во-первых, организационные структуры управления, в которых деятельность дифференцирована и не нацелена на конечный результат, полностью не соответствует процессному подходу. Например, управление трудовой деятельностью в вузе рассредоточено по функциональным подразделениям, не связанным с главными производителями образовательной услуги – кафедрами. Это касается отдела кадров, службы охраны труда и техники безопасности, планового отдела и бухгалтерии. Эти подразделения, имеющие различные обязанности, решают свои задачи, получают свои результаты, но прямого отношения к качеству образовательной услуги не имеют. Второй причиной является отсутствие нормативно-методической документации для работы в новых условиях и неготовность большинства руководителей кафедр к руководству интегрированными управленческими структурами.

Третья причина – психологическая неготовность руководителей и специалистов к преодолению трудностей, связанных с освоением процессного подхода.

Но начинать когда-то надо и начинать надо с кафедры, где процессный подход реализуется ежедневно, так как деятельность кафедры направлена на достижение цели, установленной в рабочей программе каждой дисциплины учебного плана, а также указан конкретный вид контроля и результат. Очевидность такого подхода можно проиллюстрировать следующим образом.

Качество работы любого вуза оценивается потенциальными заказчиками (потребителями) одной, и притом косвенной возможностью оценки результатов образовательной деятельности на основе анализа, сложившегося имиджа вуза и соответствующей рекламы.

Но при этом как-то выпускается из виду сама природа образовательной услуги, природа формирования ее качества. На наш взгляд, на эту проблему надо посмотреть с другой стороны, прежде всего с рассмотрения результатов деятельности вуза, который представляет суммарный результат его структурных подразделений, а в рамках отдельных специальностей – результат работы конкретных кафедр. Более того, результаты деятельности каждого вуза укладываются, практически в следующие основные направления:

- оказание услуг образовательного характера;
- разработка научно-технической продукции;
- разработка интегрированной продукции на базе научно-технической продукции и образовательных услуг;
- разработка учебно-методической продукции;
- хозяйственная деятельность.

Если внимательно рассмотреть функциональную значимость каждого направления, то нетрудно заметить, что определяющими являются образовательные услуги, так как для их создания и предоставления и создавался любой вуз, а основным подразделением этой технологической цепочки является кафедра, поэтому, на наш взгляд, политикой управления качеством образования должно стать обеспечение качества образовательной услуги, представляемой на уровне кафедры, осознание образования как сферы образовательных услуг и всемерное повышение их качества.

Образовательные услуги – это нематериальные услуги, которые относят к социально-культурным, имеющим свои особенности, описанные в различных работах, но им присущи те же характеристики, что и любой услуге как таковой. Таких характеристик несколько, поэтому целесообразно некоторые из них:

а) образовательные услуги недостижимы, и до момента их приобретения в полном объеме невозможно представить всю совокупность знаний и практических навыков, получаемых человеком;

б) образовательные услуги неотделимы от своего источника и прежде всего от педагогического работника;

в) образовательные услуги невозможно транспортировать и тем более хранить, что характеризует рассредоточенность и локальность образовательных учреждений и рынка этих услуг;

г) непостоянство качества, характеризуемое не только уровнем научно-образовательного потенциала вуза, а точнее кафедры, но и уровнем подготовки абитуриентов, а затем студентов даже в рамках одной специальности.

Здесь налицо проявляется неравномерность уровня предоставляемых услуг, а следовательно, и их стоимость даже в условиях отдельного вуза, что составляет его престиж и авторитет. Следует обратить внимание на два момента, характеризующих особенности образовательной услуги, предоставляемой на кафедре.

Во-первых, специфика образовательной деятельности затрудняет немедленную оценку потребительских свойств услуги. Об этом можно лишь косвенно судить после отзыва конкретных предприятий о качестве конкретных специалистов, подготовленных на кафедре, в том числе по рекламе.

Во-вторых, в отличие от материально-вещественного производства, процессы создания и потребления услуги соединены: момент создания профессорско-преподавательским составом вуза (кафедры) образовательных услуг одновременно выступает начальным моментом их потребления обучающимися.

И, продолжая мысль о неравномерности уровня предоставляемых услуг, подчеркнем, что объекты получения этих услуг даже в условиях кафедры крайне дифференцированы: от студентов-первокурсников и учащихся колледжей до студентов-выпускников, а также специалистов разных рангов, индивидуально заинтересованных в переподготовке и повышении квалификации.

Не менее важным моментом является то, что вуз при предоставлении образовательных услуг взаимодействует главным образом с отдельными личностями и акт обмена протекает в форме передачи и потребления отдельной личностью знаний и практических навыков на конкретной специальности в обмен на денежные средства, оплачиваемые полностью или частично государством или полностью или частично самой

личностью. Практика показывает, что объем негосударственного финансирования, в том числе из бюджета домашних хозяйств, постоянно возрастает и проблема обеспечения качества услуг крайне обостряется, т. е. результаты услуг, предоставляемых сегодня, должны обеспечить конкурентоспособность выпускников в производстве через 6–8 лет в будущем. Это крайне важная и не менее деликатная задача вуза, ведь кроме качества вообще, вуз должен обеспечить и прогноз востребованности своей продукции на длительный срок, определяющий суть существования самого вуза.

О важности качества образования для любой страны можно сказать одно: это один из важнейших системообразующих факторов, основа социального развития, устойчивого экономического роста. Устойчивое развитие России есть новое качество социально-экономических механизмов развития, включающее в себя:

- образование как ведущий механизм воспроизводства общественного интеллекта России;
- закон опережающего развития качества человека, качества общественного интеллекта, качества образовательных систем в обществе;
- управление качеством образования с созданием системы мониторинга качества.

Особые требования предъявляются к высшему образованию, в этом и состоит суть реформ, осуществляющихся в этой сфере образовательных услуг. Здесь нельзя не отметить и еще одну особенность современного этапа – это возрастание требований к качеству образовательных услуг со стороны потребителей этих услуг как в сфере промышленного производства, так и в сфере обслуживания.

Рассмотрим проблемы качества образования в вузе на основе конкретного его проявления – это качество образовательной услуги. Где этот источник встроен в систему менеджмента качества в вузе? На кафедре и только там. В недавнем прошлом советской высшей школы, в его нормативных документах было законодательно указано: кафедра – главное звено высшей школы. На наш взгляд, роль и значение кафедры и на современном этапе в деле повышения качества подготовки специалистов трудно переоценить, особенно в условиях укрупнения выпускающих кафедр.

Нетрудно заметить, что в структуру образовательной услуги входят основные факторы, составляющие основу деятельности каждой кафедры, а именно:

- качество образовательных программ;
- уровень профессиональной подготовки педагогического коллектива;
- технология обучения (методика обучения, применение ТСО, обеспеченность литературой и т. д.);
- организация учебного процесса.

В совокупности все эти факторы представляют ту или иную стадию жизненного цикла предоставления любой услуги, более того, мы видим, какие стадии являются определяющими при формировании качества услуги. Определение факторов не решает проблемы качества, требуется обоснованный и аргументированный выбор методов и способов воздействия на указанные факторы, позволяющих обеспечить достижение поставленной цели. В практике менеджмента качества хорошо известен так называемый цикл Деминга, который можно положить в основу процессов управления качеством образовательной услуги как своеобразную технологию:

- планирование образовательных услуг;
- их реализация;
- проверка результатов;
- анализ и необходимая корректировка.

Если отвлечься от известных в практике определений для кафедр, в отсутствие разработанных и внедренных систем качества основными направлениями работы останутся: качество проекта предоставления услуг (структура и содержание программ обучения); качество ресурсного обеспечения процесса предоставления услуг (материально-техническое, методическое, кадровое и финансовое); качество организации и реализации применяемых технологий предоставления образовательных услуг (структура взаимодействия субъектов, форма и содержание образовательных процессов, мотивационные факторы); качество контроля за процессом предоставления образовательных услуг и контроля результатов.

Надо считаться и с тем, что рыночные отношения пришли и в сферу образования, а вместе с ними и конкуренция. В условиях рынка уже

сформировалось новое представление о качестве образования, которое довольно точно определяет, что качество в образовании – это не только результат учебы, но и система, модель, организация и процедуры, которые гарантируют, что студенты получают комплексное личное и общественное развитие, дающее им возможности удовлетворить свои потребности и требования к ним общества.

Если в это определение добавить понятие государственного образовательного стандарта и деятельность «третьей стороны», то можно говорить о сертификационном обеспечении качества предоставления образовательных услуг.

Решение задачи повышения качества образования обоснованно связывают с необходимостью создания комплексных систем управления качеством образовательных услуг.

Сегодня на кафедрах только формируются подходы к качеству подготовки бакалавров транспортного профиля. Если инженер всегда был связан с техническим прогрессом, передовыми технологиями, то бакалавр в меньшей степени связан со знаниями. Он связан со сферой предоставления транспортных услуг. Он знает, где узнать и больше ничего. Он формирует компетенции, которые можно продать. Компетенции – это знания о том, где можно где-либо узнать. Образно говоря, на наш взгляд, бакалавр является персонифицированным выражением безличных форм движения капитала в сфере транспортных процессов.

Если труду инженера предшествовал труд коллектива кафедры в концентрированном виде, то труду бакалавра в лучшем случае будет предшествовать труд налогового инспектора.

Нужно понять, что высшее образование – это не бизнес, а непрерывно возобновляемая попытка создать тонкий слой мыслящих людей, которых, к сожалению, не прибавляется, залогом чего становится Федеральный закон «Об образовании», принятый государственной думой 21.12.2012 г.

В настоящее время создание в вузе подобной системы с опорой на методические основы, изложенной в МС ИСО серии 9000, является не вполне состоятельным, так как ряд подразделений вообще не готово работать по международным стандартам, что противоречит политике

качества предприятий, пытающихся приобщиться к современным взглядам на менеджмент качества.

Эффективного управления качеством можно добиться только через управление качеством образовательных процессов, также через управление качеством образовательных услуг, а здесь главным звеном в высшей школе была и остается кафедра.

Это утверждение основывается на том, что на современном этапе менеджмента качества в образовании наиболее важным является принцип постоянного улучшения качества. Кафедра в своей основе представляет соединение человеческих и материальных ресурсов, где, на наш взгляд, первый имеет определяющее значение. Поэтому, решая проблему обеспечения постоянного улучшения качества, результативности и эффективности деятельности вуза, необходимо прежде всего добиваться формирования нового психологического стереотипа как управленческого персонала, так и профессорско-преподавательского состава на кафедрах. Для этого нужно сделать упор на формирование новых подходов к качеству образовательной услуги, понять, что потребности общества никогда не достигнут своего предела и что они сегодня, как и весь мир, меняются быстрее, чем в прошлом. Важнейшей задачей становится воспитание и укрепление убежденности работников, их воли, необходимой для обеспечения непрерывного, а точнее – постоянного улучшения своей работы и, следовательно, ее результатов.

Список литературы

1. Архипов С. В. Кафедра – главный фактор обеспечения качества образовательной услуги // Вест. Краснояр. филиала Московского государственного социального ун-та в г. Красноярске / КФ МГСУ. – Красноярск, 2004. – 279 с.

Ю. И. Ковалев

Сибирский федеральный университет

**УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА ЛАБОРАТОРИИ
«ВОССТАНОВЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ
ГАЛЬВАНИЧЕСКИМИ ПОКРЫТИЯМИ»
КАФЕДРЫ «ТРАНСПОРТ»**

Работа по становлению лаборатории в аудитории В-503 началась с 1969 г. под руководством молодого кандидата технических наук Намаконова Бориса Васильевича.

Лаборатория была оснащена в короткие сроки самодельными установками из трех ванн по 16–20 л каждая для использования в учебном процессе. Одна установка предназначалась для выполнения лабораторной работы по изучению технологического процесса хромирования, другая – железнения. Позже в гальваническом отделении появилась установка из 4 ванн для изучения технологического процесса защитного цинкования.

В работах по изучению технологических процессов гальванических покрытий использовалось следующее оборудование:

- аналитические весы АДВ-200, 2 кл. с точностью 0,1 мг;
- горизонтальный металлографический микроскоп МИМ-8М;
- лабораторный осциллограф ЛО-70;
- машина трения МИ-1М;
- микротвердомер ПМТ-3 (на кафедре ТКМ);
- потенциостат П-5827;
- профилограф-профилометр модиф. «Калибр-201» (на кафедре ТМС);
- профирометр П-72 (на кафедре ТМС);
- РН-метр милливольтметр РН-673;
- самопишущий потенциометр КСП-4;
- сушильный шкаф КС-65;
- титратор фотоэлектрический Т-107;
- универсальный ультратермостат ИТИ-4/84;

- устройство для определения коэффициента сцепления, конструкция студента группы ФТ-06-01 В.И. Грачева 2011 г.;
- шлифовально-полировальный станок;
- цикломер собственного изготовления на базе токарного станка.

Первая хозяйственная тема № 53 была заключена научно-исследовательским сектором Красноярского политехнического института в том же 1969 г. с Березовским авторемонтным заводом. На кафедре была разработана документация для изготовления установки проточного железнения нижних головок шатунов автотракторных двигателей. Заводом в соответствии с договором приобретены необходимые материалы, оборудование и изготовлена установка. Отладку и запуск технологического процесса осуществляли сотрудники лаборатории. При этом в технологическом процессе использовался горячий электролит высокой концентрации хлористого железа (680 г/л) и постоянный ток.

В 1973 г. группой сотрудников Красноярского политехнического института был разработан тиристорный источник тока (ТИТ), который позволил наносить покрытия в холодных электролитах [9]. При этом к параметрам режима при железнении на асимметричном токе, используемом с 1971 г., к коэффициенту асимметрии добавилась относительная длительность катодного и анодного импульсов. После вышедших публикаций по результатам использования ТИТа в адрес авторов начали поступать письма с просьбами по передаче технической документации. Для передачи технической документации на кафедре была создана группа, которая занималась ответами по поступающим запросам, тем более что их становилась все больше.

При взаимодействии с предприятиями в разные годы были запущены линии железнения и гальванические участки на Щетинкинском авторемонтном заводе (с. Городок) Минусинского района, Шушенском заводе по ремонту двигателей, ремонтном заводе «Западэлектросетьстрой» (г. Минск), а также технологические процессы железнения для ряда деталей на авторемонтном заводе п/о «Красноярскавторемонт».

Для проведения работ по изучению и интенсификации технологического процесса железнения широко привлекались студенты 4–5-х курсов специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство».

В [3] работе были использованы результаты изучения влияния параметров режима железнения на микротвердость, что являлось до некоторого времени основным критерием для выбора параметров режима железнения. Известно, что значение одной и той же величины твердости может быть получено при разных сочетаниях параметров режима, эту неоднозначность можно исключить, если учитывать износостойкость покрытий.

При изучении возможности использования методики «Расчетной оценки износостойкости пар трения деталей машин», разработанной в Государственном научно-исследовательском институте машиноведения им. акад. А.А. Благонравова, студентом АД-17-3 В.А. Миллером в 1982 г. на примере сопряжения шкворень – не только втулка доказана возможность, но произведено сравнение нового сопряжения с восстановленным железнением.

Годом позже в дипломных проектах студентами группы АТ-18-4 А.Н. Денисовым, С.В. Анцуповым, В.В. Ковтуном на сопряжениях соответственно: диск ведущий – диск ведомый сцепления, толкатель – втулка, поршневой палец – втулка была подтверждена та же возможность.

В связи с отсутствием на кафедре «Автотранспорт» профилографа, без которого расчет износостойкости производить невозможно, изучалась возможность использования для этих целей металлографического микроскопа МИМ-8М, который позволял вести фотографирование образцов с большим увеличением. Студент группы АД-17-3 И.Н. Черемных в том же 1982 г. произвел сопоставление необходимых для расчета параметров микрогеометрии полученных на профилографе и по фотографиям с микроскопа, и получил вполне удовлетворительные результаты.

При изучении железных покрытий студентом группы АТ-18-4 Беньковым Ю.В. в 1983 году было установлено, что с увеличением плотности катодного тока ($D_k=10\div30$), коэффициента асимметрии ($\beta = D_k/D_a = 2\div10$) и относительной длительности катодно и анодного импульса ($\alpha = \tau_k/\tau_a = 3\div9$) пористость электролитического осадка увеличивается.

Студентом группы АТ-18-4 А.П.Гарбуз в 1983 г/ были выявлены оптимальные соотношения электрических параметров режима железнения

повышающих прочность сцепления покрытия с материалом восстанавливаемой детали: $\beta = 1,15-0,03\alpha$.

Студентом группы АТ-18-4 В.М.Федоровым в 1983 г. установлены закономерности по определению катодного и анодного выходов по току с учетом поправки на химическое растворение электролитического осадка в период бестоковой паузы при использовании ТИТа в качестве источника тока. В результате для определения эффективного выхода металла по току рекомендована зависимость:

$$\eta_{\text{эф}} = [\beta \cdot \eta_{\kappa} - \eta^a - v^x / (1 + \alpha) \cdot I^a \cdot c] / (\beta - 1),$$

где η_{κ} – катодный выход металла по току, η^a – анодный выход металла по току, v^x – скорость химического растворения, г/час, I^a – среднее значение анодного тока, А; c – электрохимический эквивалент, г/(А·ч).

В результате проведенных экспериментов студентом заочного факультета М. Г. Бондаревым в 1984 г. было выявлено, что активность поверхности стальных деталей значительно возрастает, если перед нанесением покрытия провести обработку поверхности детали при $\alpha = 5$; $\beta = 1,0$; и катодной плотности $D_k = 3 \text{ А/дм}^2$ в течение 5 минут. Для деталей же из серого чугуна студентом заочного факультета Антаковым Г. М. был найден оптимальный режим обработки поверхности при $\alpha = 5$; $\beta = 1,0$; $D_k = 15 \text{ А/дм}^2$.

При изучении влияния параметров режима железнения на усталостную прочность поверхности детали и параметры микрогеометрии, характеризующие качество поверхностного слоя покрытия студентом группы АТ-10-4 Ю.Ф. Друговым в 1985 г., студентом группы АТ-12-1 А.А. Певневым в 1987 г. и студентом группы АТ-13-1 А.В. Никитенко в 1988 г. выявлены соответствующие закономерности в диапазонах: $D_k = 10 \div 30 \text{ А/дм}^2$; $\beta = 2 \div 5$; $\alpha = 1 \div 2$. Значения параметров микрогеометрии: b , ν , R_{max} , R ; констант фрикционной усталости σ^0 , t^y ; модуля Юнга (E); коэффициента Пуассона (μ) представилось возможным определять через параметры режима железнения, в последующем результаты этих работ были использованы в написании методических указаний [7].

Студент группы АТ-12-1 В.А.Марков в 1987 г. в результате проведенных экспериментов при использовании асимметричного тока с отсечкой пришел к выводу, что можно исключить из технологического процесса железнения операцию анодной обработки в 30 %-ом растворе серной кислоты, если активировать поверхность восстанавливаемой детали в самом электролите железнения в течение 10–12 мин при $D_k = 6 \text{ А/дм}^2$, длительности катодного импульса, $\tau_k = 0,01 \text{ сек}$; $\alpha = 5$; $\beta = 0,91$.

Выявлением мероприятий, связанных с сохранностью электролита железнения, занимался студент группы АТ-12-1 П.П. Евсеев. Так содержание электролита при низких температурах, при $P_n = 0,3$ и добавлением иодистого калий из расчета 25 г/л снижают скорость окисления электролита, что позволяет использование электролита железнения при электронатирании.

Длительность выдержки без тока в ванне железнения после анодной обработки в 30 %-ом растворе серной кислоты изучалась студентом заочного факультета Д.А. Клистюковым в 1992 г., результат работы был использован при написании в [3] источнике лабораторной работы №14.

Выявлением влияния эффективной плотности тока ($D_{эф} = D_k(1-1/\beta)$) и коэффициента асимметрии на эффективный выход металла по току ($\eta^{эф}$) при использовании совмещенного источника тока и $\alpha = 2$ занимался студент группы АТ-18-4 А.А. Тюменцев в 1993 г., в результате проведенных экспериментов была установлена зависимость:

$$\eta^{эф} = 29,39 + 9,36D_{эф} - 14,33\beta - 0,31D_{эф}^2 + 0,85\beta^2 + 0,24D_{эф} * \beta.$$

Вопросом исправления электролита железнения после длительного перерыва в работе занимался студент группы АТ-19-3 А.В.Чернодуб в 1994 г. Длительность снижения ($\tau_{Fe^{+3}}$) начальной концентрации трех валентного железа в электролите ($C_{Fe^{+3}}^H$) при $D_k = 15 \text{ А/дм}^2$ до $C_{Fe^{+3}}^K = 2 \text{ г/л}$:

$$\tau_{Fe^{+3}} = (C_{Fe^{+3}}^H - 2) / (1,49D_v - 0,34), \text{ час},$$

где D_v – объемная плотность тока, А/л.

Длительность снижения (τ^{HCl}) концентрации соляной кислоты (C_{HCl}^H) до необходимого её значения (C_{HCl}^K) при $D_k=15 \text{ A/дм}^2$:

$$\tau^{HCl} = (C_{HCl}^H - C_{HCl}^K) / (2,62 - 3,61 D_v).$$

При изучении скорости осаждения ($v_{oc}^{МЖ}$) местного железнения на внутренние цилиндрические поверхности студентом группы АТ-14-2 А.А. Первовым в 1999 г. была установлена зависимость для диапазона ($D_k=10 \div 22 \text{ A/дм}^2$ и $\beta=2 \div 5$), мм/час:

$$v_{oc}^{МЖ} = 0,0065 D_k + 0,0118 \beta - 0,0168.$$

Влияние параметров режима электронатирания на скорость осаждения ($v_{oc}^{ЭН}$) при использовании электролита железнения изучал студент группы АТ-14-2 А.Г. Кузнецов в 1999 г. и вывел зависимость для диапазона ($D_k=50 \div 150 \text{ A/дм}^2$ и $\beta=2 \div 5$), мм/час:

$$v_{oc}^{ЭН} = 0,00137 D_k + 0,02017 \beta - 0,0393.$$

При изучении вопросов загрязнения промывочной ванны кислотой электролита (Ph) и продолжительности (T) её очистки с помощью электрокоагулятора студентом группы АТ-15-3 С.М. Жавновым в 2000 г. были установлены зависимости:

$$Ph = 7,0 - 2S/V; \quad T = (Ph - 3,07) \cdot V / (18,12 \cdot D_v),$$

где S – суммарная площадь промываемых поверхностей, дм^2 ; V – объём промывочной емкости, л.; D_v – объемная плотность тока, А/л.

Студентом группы ФТ-07-01 И.В. Лариным в 2012 г. сопоставлялись режимы разгона на рабочий режим железнения. Это режим разгона с рабочей плотности катодного тока путем увеличения коэффициента асимметрии и режим разгона с минимальным значением катодной плотности. Второй режим разгона обеспечивает большую прочность сцепления.

Результаты некоторых экспериментов отражены в публикациях [1, 2, 4, 5, 6, 8], а также при написании методических указаний [3, 7].

Выводы

1. Выбор параметров режима железнения представляется возможным производить не только по эквивалентной твердости, но и с учетом их износостойкости.

2. Использование определенных форм асимметричного тока позволяет исключить из технологического процесса железнения операцию анодной обработки в 30 %-ом растворе серной кислоты.

3. Величину эффективного выхода металла по току можно определять при наличии бестоковой паузы используемой формы тока через катодный и анодный выход металла по току, а при отсутствии бестоковой паузы – через катодную плотность тока и коэффициент асимметрии.

4. Длительность проработки неработающего длительного времени электролита определяется исходя из начальной концентрации трехвалентного железа в электролите.

5. Скорость осаждения электролитического железа при местном железнении и электронатирании рассчитывается исходя из катодной плотности тока и коэффициента асимметрии.

6. Загрязнение промывочной ванны кислотами используемых электролитов значительно снижается с помощью электрокоагулятора.

Список литературы

1. Арсентьев, Д. В. Влияние параметров режима электронатирания на производительность процесса восстановления деталей класса полые цилиндры / Д. В. Арсентьев, Ю. И. Ковалев // Сб. материалов 6-й Всеросс. науч.-технич. конференции студентов, аспирантов и молодых ученых 20–25 апреля 2010 г. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011.

2. Бычков, А. Н. Производительность местного железнения внутренних цилиндрических поверхностей / А. Н. Бычков, Ю. И. Ковалев // Политранспортные системы: материалы 5-й Всеросс. НТК, Красноярск, 21–23 ноября 2007 г.: в 2 ч. Ч. 2. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т; Политехн. ин-т, 2007. – С. 55–61.

3. Евсеев П. П., Катаргин В. Н., Ковалев Ю. И. Способы восстановления деталей машин: лаб. практикум. – Красноярск: КГТУ, 1997. – 128 с.

4. Король, Р. И. Влияние параметров режима железнения при использовании асимметричного тока на толщину получаемого покрытия / Р. И. Король, Ю. И. Ковалев // Политранспортные системы: материалы 7-й Всеросс. НТК, Красноярск, 25–27 ноября 2010 г. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2010. – С. 341–344.

5. Ланг, А. А. Очистка промывочных вод на гальваническом участке / В. И. Гаврилов, Ю. И. Ковалев, А. А. Ланг // Автомобильный транспорт в условиях перехода к рынку: материалы межвузовской науч.-практ. конференции; КрПИ. – Красноярск, 1993. – С. 157–162.

6. Плясов, А. А. Восстановление корпусных деталей местным железнением / А. А. Плясов, Ю. И. Ковалев // сб. науч. тр. науч. конференции «Проблемы транспорта Красноярья на пороге 21 века» / КГТУ. – Красноярск, 2002. – С. 70–71.

7. Ремонт автотранспортных средств. Методические указания по контрольным работам и курсовому проектированию для студентов заочного факультета специальности «Автомобильное хозяйство» / сост. Ю. И. Ковалев; КрПИ. – Красноярск, 1991. – 27 с.

8. Стыврин, А. В. Влияние концентрации и температуры на изменение кроющей способности хлористого электролита железнения / А. В. Стыврин, Ю. И. Ковалев // Молодежь и наука: материалы конференции. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. – С. 355–357.

9. Суворин А. В., Намаконов Б. В., Бульбик Я. И., Ковалев Ю. И. Информационный листок № 281–73 Тиристорный источник тока для восстановления автотракторных деталей твердымосталиванием: МТЦНТИП. – Красноярск, 1973. – 4 с.

В. П. Погодаев*Сибирский федеральный университет***ОЧИСТКА ЭЛЕКТРОЛИТА ЖЕЛЕЗНЕНИЯ
ОТ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ**

Современные материалы для футеровки ванн, перемешивания и прокачки хлористого электролита железнения содержат в себе органические вещества, которые могут частично растворяться и попадать в электролит железнения. Обычно это полиамидные составляющие поливинилхлорида (пластификаторы), полиэтиленгликоль, содержащийся в полипропиленовых материалах (анодных чехлах, армированных ПВХ шлангах и др.). Возможно попадание растворимой органики от изолирующих покрытий: краски, ПВХ-изолянты, полипропиленовый скотч, парафино-канифольевая мастика. Попадание водорастворимой органики становится заметно при изменении качества покрытий при железнении. Они делаются более хрупкими, ухудшается адгезия с основой, снижается прочность и твердость.

В литературе предлагается очистка электролита с помощью активированного угля, а также замена в крайних случаях, когда очистка не дает требуемых результатов [1]. Кроме этого, предлагается очистка электролита путем его проработки до хлопьев гидроокиси железа и последующей ее фильтрации [2, 3].

Поскольку гель гидроокиси железа обладает хорошими сорбционными возможностями, то нами отработывалась методика очистки электролита от органических примесей с помощью геля гидроокиси железа.

Необходимо установить pH образования геля, анодно-катодное соотношение площадей при проработке электролита, плотность анодного и катодного тока для максимального получения гидроокиси, время проработки в расчете на 1 литр электролита по количеству электричества. Количество получаемой гидроокиси и способы фильтрования.

Состав электролита: FeCl_2 – 350 г/л, HCL до pH 0,3, KJ 5 г/л; анодно-катодное соотношение – 3:1. Проработка велась на стальных (Ст3) анодах и катодах плотность катодного тока 10 А/дм². Объем электролита 300 л. Кислотность при проработке постепенно снижается и в течение 7 дней pH достигает значения 1,5–1,6 при пропускании 1100 А.ч. (3,7 А.ч /л). После этого при проработке снижение кислотности не наблюдается. По всей вероятности из-за гидролиза хлористого железа раствор приобретает буферные свойства. В процессе проработки кислотность может составлять до

pH 2,0. Затем при отключении и выдержке в течение нескольких часов кислотность опять поднимается до pH 1,6–1,7. При проработке до вышеуказанной кислотности поверхность электролита покрывается хлопьями гидроокиси железа. Поскольку количество хлопьев гидроокиси коррелирует с количеством возможной адсорбции примесей, то очень важно определить то количество гидроокиси, которое может обеспечить очистку электролита, так как значительная проработка электролита приводит к избыточному расходу кислоты для восстановления кислотности и времени для восстановления свойств электролита.

На качественном уровне проработка была прекращена тогда, когда вся поверхность электролита была покрыта хлопьями гидроокиси железа. Последующая фильтрация электролита проводилась в отдельную емкость через хлопчатобумажную ткань и обратно в рабочую ванну – через шерстяную ткань. При фильтрации значительная часть гидроокиси оставалась на фильтре. В дальнейшем из-за этого он снижал свою производительность и время фильтрации возросло до 2 ч. Электролит после пропускания через фильтр имел бурый цвет и кислотность pH 1,7.

После восстановления требуемой кислотности и проработки электролита до начальных условий качество покрытий возрастает и удовлетворяет требованиям, предъявляемым при ремонтном восстановлении коленчатых валов, а именно: твердость покрытия лежит около 60 HRC, измеренная портативным твердомером; ТН 130 адгезия обеспечивается отсутствием отслаивания покрытия при шлифовке валов; толщина соответствует расчетным параметрам.

Конкретизирована методика очистки электролита железнения методом получения гидроокиси железа с последующей ее фильтрацией (для качественных осадков железа).

Список литературы

1. Неклюдов И. И. Практика осталивания деталей машин по усовершенствованной технологии. Хабаровск, 1972. 124 с.
2. Мелков М. П. Твердое осталивание автотракторных деталей. М.: Транспорт, 1971. 222 с.
3. Пиявский Р. С. Гальванические покрытия в ремонтном производстве. Киев: Техника, 1975. 174 с.

В. И. Гринцевич

Сибирский федеральный университет

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБСЛУЖИВАНИЯ ХОДОВОЙ ЧАСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

Известно, что параметры установки колес и осей автомобиля оказывают значительное влияние на его устойчивость, управляемость и, как следствие, безопасную эксплуатацию транспортного средства. Нарушение этих параметров вызывает повышение сопротивления качению колес, интенсивность изнашивания составных частей ходовой части автомобиля, увеличение расхода топлива и концентрации токсичных веществ в окружающей среде.

В ходовой части автомобиля можно выделить группы неподвижных, подвижных и шарнирных сопряжений, обеспечивающих ее исправное техническое состояние. Техническое состояние неподвижных сопряжений, к которым относятся картер рулевого механизма, кронштейн маятникового рычага, стабилизатор поперечной устойчивости, крепление амортизаторов, проверяют пробным подтягиванием при техническом обслуживании автомобиля. Группу подвижных соединений (подшипники ступиц колес, сопряжения «шестерня – рейка» или «червяк – ролик» рулевого управления) проверяют и регулируют при плановом техническом обслуживании. Наиболее опасны неисправности группы шарнирных соединений, к которым относятся шаровые шарниры рулевых тяг, шаровые шарниры рычагов подвески, сайлент-блоки. Сопряжения проверяют при диагностировании, а неисправности устраняют путем замены деталей.

При неисправностях ходовой части автомобиль подвергается боковому уводу, снижается его устойчивость и управляемость, повышаются интенсивность изнашивания шин, расход топлива, увеличивается вредное влияние автомобиля на персонал, население и окружающую среду.

Технологический процесс доведения сопряжений до технически исправного состояния требует проведения заключительных операций, связанных с регулировочными и восстановительными работами. Предшест-

вующее выявление конкретных неисправностей еще не полностью обеспечивает заключительные операции информацией о конкретных технических воздействиях, чему до настоящего времени уделяется недостаточно внимания исследователей.

К примеру, такая ситуация сложилась при обслуживании сопряжений ходовой части автомобиля, когда технологический процесс устранения неисправностей требует проведения цикла операций, включающего разборку узла, замену или изменение геометрических параметров регулировочного устройства, сборку узла с выполнением необходимых требований крепежных работ, измерение полученных результатов и в случае необходимости неоднократного повторения операций.

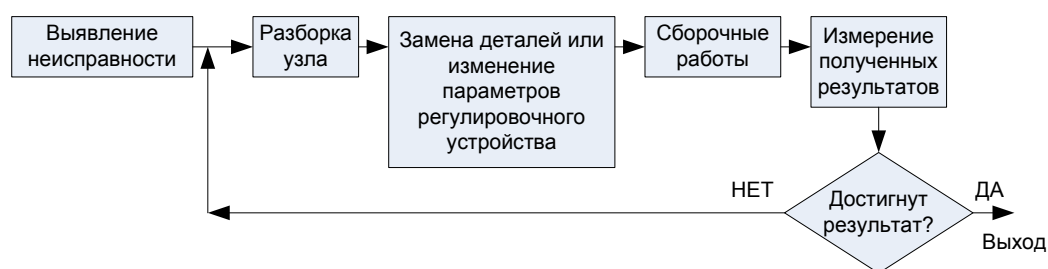


Рис. 1. Схема итерационного технологического процесса регулировки сопряженных элементов ходовой части автомобиля

Распределение трудоемкости работ при этом показывает, что значительная их часть приходится именно на заключительный этап обслуживания узла.

Причиной такого состояния является отсутствие или несовершенство существующей технологии работ по обслуживанию рассматриваемой составной части автомобиля. Имеются нормативы и технические условия изготовителя. Однако технология их достижения за один прием технических воздействий не регламентируется. В результате часто приходится работать по методу «проб и ошибок» с выполнением неопределенного количества итераций. В частности, схема технологического процесса восстановления и обслуживания сопряжений ходовой части автомобиля иллюстрируется рис. 1.

Очевидна необходимость разработки методов и средств восстановления работоспособности неисправных составных частей ходовой части автомобиля, позволяющих выполнить весь цикл за один прием технических воздействий путем использования более совершенного информационного обеспечения или автоматизации технологического процесса. Схема такого процесса представлена на рис. 2.

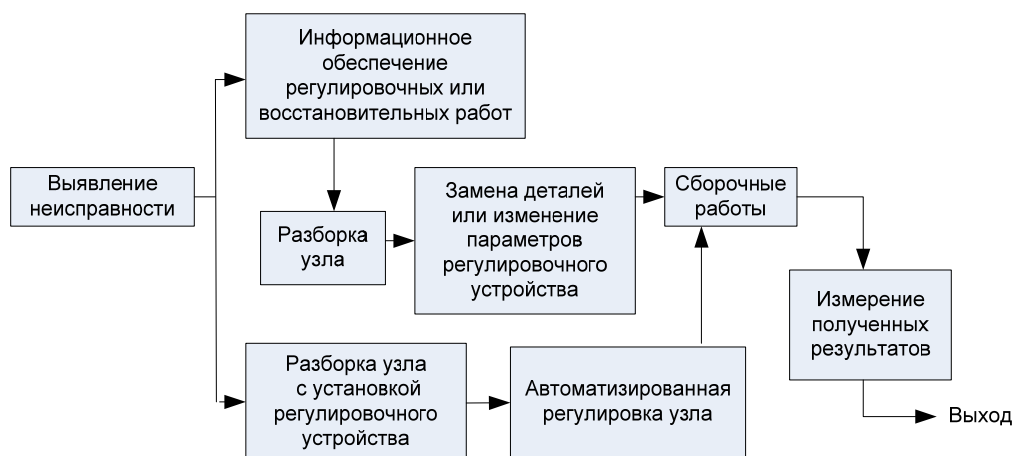


Рис. 2. Схема технологического процесса восстановления работоспособности узла автомобиля за один прием технических воздействий

Реальное положение рассмотрим на примере определения и устранения люфтов в шарнирных и подвижных сопряжениях ходовой части автомобиля.

Постановка задачи 1. Имеется довольно много работ, посвященных вопросам обслуживания ходовой части и механизмов управления автомобилем. Интегральным показателем состояния сопряженных элементов является люфт рулевого колеса автомобиля. Показатель не содержит никакой информации о предположительном месте нахождения неисправностей.

В соответствии с ГОСТ 51709–2006 люфты определяют органолептическими методами при повороте рулевого колеса относительно нейтрального положения на $40\text{--}60^\circ$ в каждую сторону и приложением непосредственно к деталям рулевого привода знакопеременной силы. Метод субъективен, трудоемок, требует высокой квалификации операторов.

Люфт-детекторы позволяют в автоматизированном режиме осуществлять колебания управляемых колес в горизонтальной и вертикальной плоскостях, тем самым вызывая взаимные перемещения неподвижных, подвижных и шарнирных элементов сопряжений. Однако оценка их технического состояния производится оператором органолептическими методами.

Известные патентованные способы позволяет определить лишь группу сопряженных элементов, в которой находится сама неисправность. Известный способ измерения с помощью электрических приборов взаимного перемещения деталей рулевого привода при осуществлении знакопеременных нагрузок подачей сжатого воздуха (Владимирский политехнический институт) очень трудоемок.

К решению задачи 1. Предложенный способ диагностирования технического состояния переднего моста автомобиля [1] позволяет локализовать неисправности, автоматизировать процесс поиска неисправностей, повысить достоверность и сократить трудоемкость работ. Способ заключается в использовании зависимостей вынужденных колебаний колес в горизонтальной и вертикальной плоскостях от наличия люфтов в конкретных сопряжениях элементов моста. Распознавание неисправностей происходит при использовании имитационной модели проявления различных сочетаний неисправностей переднего моста автомобиля.

Реализация способа может осуществляться с использованием существующих люфт-детекторов. Выявленные дефекты устраняют заменой деталей.

Постановка задачи 2. Параметры положения осей автомобиля при использовании специализированных компьютерных стендов оцениваются углом тяги, степенью рассогласования колесной базы, угловым и параллельным смещением осей, углом движения оси автомобиля. Для выявления отклонений от нормативов этих параметров в стендах используются специальное программное обеспечение, инфракрасные и лазерные излучатели. Однако до настоящего времени эта сложная техника позволяет лишь отслеживать текущие результаты восстановительных и регулировочных работ. Стенды не дают информационного обеспечения проведения технологических операций, позволяющих выполнить необходимые технические воздействия за один прием.

Большинство существующих способов позволяют оценить лишь относительное смещение осей, не привязываясь к продольной оси автомобиля.

К решению задачи 2. Предложенный способ [2] определения положения мостов автомобиля позволяет получить информацию о необходимых смещениях для каждого моста автомобиля относительно его продольной оси, за которую следует принять линию симметрии днища кузова или рамы, ориентируясь как на базовые технологические элементы (к примеру, дренажные отверстия в порогах автомобиля).

Реализация данного способа с использованием современных технических средств измерения расстояний между базовыми элементами ходовой части автомобиля позволяет произвести требуемую установку каждого моста автомобиля за один прием технических воздействий, что существенно сокращает трудоемкость и повышает качество выполняемых работ.

Постановка задачи 3. Правильная установка схождения колес и соотношения углов их поворота повышают устойчивость и управляемость автомобиля. Изготовители рекомендуют нормативы этих параметров, обеспечивающие минимальное сопротивление качению колес при различных направлениях движения автомобиля, основываясь на результатах испытаний в лабораторных условиях.

Современные специализированные компьютерные стенды позволяют выполнять регулировку схождения, отслеживая на экране монитора текущие результаты регулировочных работ. Считается достаточным достижение результатов регулировки, попадающих в диапазон установленных изготовителем допустимых значений.

Однако рекомендуемые изготовителем нормативы схождения колес для конкретных моделей автомобилей имеют довольно широкий диапазон допустимых значений. Эти нормативы не учитывают того факта, что оптимальное схождение колес зависит от их развала, твердости дорожного покрытия, скоростного и нагрузочного режимов функционирования автомобиля.

Способ регулировки схождения колес по боковым силам позволяет установить схождение колес, обеспечивающее отсутствие или минимальные значения боковых реакций колес при заданных скоростном и нагрузочном режимах стенда, что повышает качество установки требуемых параметров. Однако способ требует специализированного оборудования и характеризуется повышенной трудоемкостью работ, поскольку необходимо использовать метод «проб и ошибок».

Как известно, оптимальное соотношение углов поворота управляемых колес автомобиля обеспечивает его устойчивость и управляемость на поворотах и при движении по прямой траектории в силовом режиме. Параметр обеспечивается симметричностью рулевой трапеции относительно продольной оси автомобиля и регулируется одновременно со сходом управляемых колес.

К решению задачи 3. Предложенный способ [3] позволяет выполнить оптимальную регулировку схождения и соотношения углов поворота управляемых колес в автоматизированном режиме. Для этого требуется использовать как инструмент предложенную конструкцию регулировочного устройства, устанавливаемую на период регулировки вместо боковых штатных рулевых тяг, и стенд с беговыми барабанами, к примеру тормозной инерционный стенд.

Технология предусматривает обеспечение требуемой ориентировки продольной оси автомобиля относительно продольной оси стенда и неподвижное состояние кузова автомобиля при установленном нейтральном положении колеса рулевого управления.

Способ позволяет выполнить оптимальную регулировку этих параметров для заданных скоростном и нагрузочном режимах, характерных для эксплуатации конкретного автомобиля за один прием технических воздействий.

При оснащении автомобиля таким регулировочным устройством вместо штатной конструкции в реальных условиях эксплуатации возможно выполнение регулировок данных параметров в автоматизированном режиме для сложившихся скоростного и нагрузочного режимов при достаточных расстояниях перевозок, к примеру при междугородных маршрутах движения автомобиля.

Постановка задачи 4. Известно, что параметры установки колес и осей автомобиля оказывают значительное влияние на его устойчивость, управляемость и, как следствие, безопасную эксплуатацию транспортного средства. Нарушение этих параметров сопровождается повышением сопротивления качению колес, увеличением интенсивности изнашивания составных частей ходовой части автомобиля, расхода топлива и концентрации токсичных веществ в окружающей среде.

Основными жалобами владельцев автомобилей являются: увод автомобиля в сторону, «сбитый руль», интенсивное изнашивание шин. Все это возникает при нарушении параметров установки колес из-за износа и деформации деталей подвески и неправильной регулировки параметров установки колес.

К основным факторам, влияющим на разброс результатов регулировки параметров установки колес автомобиля, относятся:

- ошибки определения значений параметров технических воздействий при регулировке развала и особенно продольного наклона осей поворота колес;

- ошибки реализации расчетных значений параметров технических воздействий, связанные с необходимостью при каждом цикле повторения регулировок производить демонтажно-монтажные работы в полном объеме с соблюдением технических условий, так как при отклонении от этих требований фактически установленные значения регулировочных параметров будут значительно отличаться от требуемых значений.

Наибольшие сложности представляет совместная регулировка развала и продольного угла наклона оси поворота колес автомобилей с вильчатыми рычагами подвески.

В настоящее время наряду с использованием специализированных компьютерных стендов, имеющих большую разрешающую способность, изготовители автомобилей предписывают регулировку параметров установки колес в диапазонах, значительно отличающихся от предпочтительных значений.

Некоторую информацию для выбора технических воздействий дают рекомендуемые изготовителем зависимости [4]. Дополнением к этим рекомендациям являются лишь указания о том, что угол продольного наклона оси поворота увеличивается при перестановке шайб с заднего болта на передний. Такие рекомендации явно недостаточны для выбора оптимальных параметров технических воздействий.

Способ использования номограмм [5, 6] основан на предварительных расчетах по установленным экспериментальным зависимостям между изменением развала и продольного угла наклона оси поворота колеса ($\Delta\alpha_i$ и $\Delta\gamma_i$) и изменением толщины регулировочных прокладок под передним и задним болтами вильчатого рычага ($\Delta X_{1i}, \Delta X_{2i}$) для i -го колеса передней оси автомобиля (для классической компоновки элементов переднего моста легковых автомобилей). Метод позволяет выбрать количество прокладок, определив предварительно необходимые изменения регулировочных параметров сначала для оси поворота одного колеса, а затем – для технических воздействий на оси поворота другого колеса. Точность установки параметров при этом методе не превышает толщины регулировочных скоб. При этом методе операции производятся за один прием технических воздействий, однако имеются определенные сложности, связанные с необходимостью построения номограмм и учета ограничений: минимальной и максимально допустимой толщины регулировочных шайб, допустимой разницы их толщины под передним и задним болтами вильчатого рычага, соблюдения средних значений нормативов, равенства регулировочных параметров обоих колес и т. д.

Метод отслеживания изменения развала и продольного наклона оси поворота колеса на мониторе современного компьютерного стенда, к примеру SUNALIGN 4500, неизбежно связан с необходимостью повторения операций монтажно-демонтажных работ для изменения параметров регу-

лировочных элементов (шайб, кулачков, пазов), что увеличивает трудоемкость работ.

Известен способ получения информации о необходимых регулировочных воздействиях [7] при настройке параметров установки колес на автомобилях с вильчатыми рычагами подвески на основе отслеживания изменения развала и продольного угла наклона оси поворота колеса от изменения значений регулировочных элементов на экране монитора специализированных компьютерных стендов. Способ позволяет производить совместную регулировку развала и продольного угла наклона оси поворота колес на автомобилях с вильчатыми рычагами подвески по рассчитанной программой компьютера требуемым изменениям толщины прокладок под одним болтом вильчатого рычага. При этом способ нацелен на получение результатов расчетов в заранее установленном, достаточно широком диапазоне отклонений углов установки колес (УУК) от рекомендуемых изготовителем автомобилей предпочтительных значений рассматриваемых установочных параметров колес и позволяет изменить диапазон допускаемых отклонений параметров установки колес. Однако способ не лишен недостатков. Так, например, при регулировке УУК возникают сложности в расчетах определения толщины прокладок, особенно для несимметричных конфигураций шарнирных рычагов, не предусматривается учет начальной толщины регулировочных прокладок, нет учета ограничений, связанных с допустимой толщиной прокладок и разницей их толщины под передним и задним болтами вильчатого рычага.

К решению задачи 4. На наш взгляд, наиболее эффективное решение вопроса достигается использованием имитационной модели самого процесса регулировок рассматриваемых параметров. В основе метода лежат, как и в способе [5, 6], математическая зависимость изменения геометрических параметров регулировочных элементов и соответствующих изменений развала и продольного угла наклона оси поворота колеса, имитация изменения параметров процесса в заданных условиях и ограничениях с использованием программного обеспечения ЭВМ.

Метод может использоваться и для регулировки установочных параметров передних колес переднеприводных автомобилей и обслуживания параметров независимой подвески задней оси автомобиля.

Предлагаемый метод информационного обеспечения процесса выбора оптимальных параметров для технических воздействий позволяет обес-

печить получение результатов в пределах разрешающей способности современных измерительных стендов, сократить продолжительность операций регулировок за счет выполнения необходимых технических воздействий «за один прием».

Постановка задачи 5. Известно, что дисбаланс колес автомобиля вызывает увеличение интенсивности изнашивания шин, деталей рулевого механизма и его привода, деталей подвески, сопровождается дискомфортом пассажиров транспортного средства, повышает утомляемость водителя, что снижает его реакцию на изменение условий дорожного движения.

В настоящее время для устранения дисбаланса колес применяют балансировочные станки, позволяющие производить балансировку со снятием и без снятия колеса. Стенды со снятием колеса имеют широкое распространение, но достаточно дороги, не учитывают влияние неуравновешенных масс других элементов вращающихся деталей колесного узла: ступиц, тормозных барабанов или дисков. Балансировка без снятия колес требует дорогостоящего оборудования и недостаточно точна.

Балансировка ухудшается при износе протектора шин, вкраплении посторонних предметов, ослаблении или разрыве нитей корда шины. Балансировку колес производят в плановом порядке при ТО-2 и при шиномонтажных работах. Поскольку при этом балансировка колес носит эпизодический характер, то в промежутках между плановыми обслуживаниями довольно велика наработка автомобилей без балансировки неуравновешенных масс колесного узла.

К решению задачи 5. Одним из решений является способ [www.Stobomond.ru/balansirovo-chnyegranuly; www.impex-group.de/ru/granula.htm/], заключающийся в том, что внутрь шины засыпают определенное количество гранул (бисера) вещества с электростатическими свойствами, позволяющими при вращении колеса с определенной постоянной скоростью притягиваться к внутренней поверхности определенных мест покрышки, тем самым уравнивая дисбаланс колеса. Способ рекомендуется использовать для грузовых автомобилей и автобусов.

Применение этого способа для автоматической балансировки колес легковых автомобилей имеет значительные сложности, связанные с малой продолжительностью эксплуатации автомобилей на постоянных скоростных режимах, а для легковых автомобилей, как известно, характерны большие диапазоны изменения ускорения, замедления и скорости движения.

Недостаток способа также заключается в том, что после закрепления балансировочных грузиков в проблемных местах исчезает трение внутри массы частиц и между частицами и внутренней поверхностью шины. При этом статическое электричество не накапливается, а стекает. Притяжение частиц ослабевает, и при достаточно продолжительных остановках и стоянке автомобиля электростатическое поле ослабевает и сил притяжения балансировочных частиц к внутренней поверхности шины может быть недостаточно для удержания их в проблемном месте. При этом балансировка нарушается, и поэтому цикл настройки автоматической балансировки необходимо повторять вновь. Способ требует доработки.

Одним из вариантов являются автоматическое балансировочное устройство, включающее полые металлические кольца, закрепляемые по обеим сторонам обода колеса, а также использование жидкости, частично заполняющей полое пространство тора, и набора клапанных устройств двустороннего действия внутри полости тора. Перемещение масс жидкости к проблемным местам через клапаны торов на достаточно высокой постоянной скорости движения автомобиля позволяет корректировать пространственное положение плоскости вращения масс колесного узла относительно оси вращения колеса. По достижении балансировки вибрации отсутствуют и клапанные устройства препятствуют дальнейшему перетеканию жидкости – она остается в проблемном месте при остановках и стоянке автомобиля. При этом масса жидкости в каждом отдельном клапанном устройстве будет определять точность балансировки колесного узла.

Представленные способы решения задач показывают возможность совершенствования технологических процессов для восстановления работоспособности составных частей ходовой части автомобиля. Реализация этих способов на основе использования современных вычислительных средств и измерительной техники при их внедрении в практику действующих автотранспортных и автосервисных предприятий позволяет снизить трудоемкость обслуживания, устанавливать более «предпочтительные» значения регулировочных параметров, способствует уменьшению изнашивания элементов ходовой части автомобиля. Это способствует повышению устойчивости и управляемости автомобилей, снижению расхода топлива, уменьшению вредного влияния автомобилей на персонал, население и окружающую среду.

Список литературы

1. Пат. 2446387 Российская Федерация, МПК G01M 17/06 (2006.01) . Способ определения технического состояния переднего моста автомобиля / В. И. Гринцевич; заявитель и патентообладатель ФГАОУВПО «Сибирский федеральный университет» (RU). № 2010135062/11; заявл. 20.08.2010; опубл. 27.03.2012. Бюл. № 9. 10 с.
2. Пат. 2121141 Российская Федерация, МПК 6 G01 M 17/06. Способ определения смещений мостов транспортного средства / В. И. Гринцевич; заявитель и патентообладатель Красноярский государственный технический университет. № 96120394/28; заявл. 03.10.96; опубл. 27.10.98, Бюл. № 30. 6 с.
3. А. с. № 1342804 СССР, МКИ В 62 D 17/00. Мост транспортного средства с изменяемыми углами установки управляемых колес / В. И. Гринцевич, А. Ф. Демидов, А. В. Мошенский, В. Г. Зеленский (СССР). № 4086856/31-11; заявл. 03.07.86; опубл. 07.10.87, Бюл. № 37. 4 с.
4. Пятков К. Б. и др. Руководство по ремонту ВАЗ-2121, 21212, 21219. Эксплуатация, обслуживание. М.: Ливр, 1995. 149 с.
5. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов / Е. С. Кузнецов, А. П. Болдин, В. М. Власов и др. 4-е изд., перераб. и дополн. М.: Наука, 2001. 535 с.
6. Типовое руководство по организации и проведению работ на постах контроля углов установки управляемых колес легковых автомобилей. Министерство автомобильного транспорта РСФСР. Техническое управление. М., 1988.
7. Система регулировки углов установки колес. Серия 511/ Версия 2. (<http://www.hunter.com.ru/upload/pdf/manual/4813TE-35pdf>).

В. А. Зеер, А. А. Мартынов, И. С. Жарков

Сибирский федеральный университет

МАЛОГАБАРИТНЫЙ ВЕЗДЕХОД-АМФИБИЯ

В современном мире высокие темпы урбанизации населения вызывают потребность людей в активном отдыхе и туризме, где часто применяются различные виды авто-мототехники, большую долю которых составляют легковые автомобили особо малого класса (квадроциклы).

По экспертным оценкам в Красноярском крае резко возрастает спрос на квадроциклы, снегоходы и гидроциклы. За последние годы число приобретаемых единиц такого рода техники возросло на 40–70 %.

Квадроциклы находят широкое применение в различных отраслях народного хозяйства. Например, утилитарные квадроциклы это прекрасная альтернатива мини-тракторам. Они могут работать с различными видами навесного оборудования (плуги, культиваторы, сеялки, ножи-отвалы, шнеки для уборки снега и т. д.).

Применение квадроциклов в лесном хозяйстве позволяет увеличить производительность труда лесников (в некоторых регионах РФ уже сейчас планируется производить массовую закупку мини-вездеходов для лесников).

Условия эксплуатации данной техники очень широки. Это проселочные дороги, лесные тропы, болота, снег, водные преграды независимо от времени года и погодных условий. Однако у большинства выпускаемых машин эксплуатационные свойства ограничены. По этой причине ставится цель – создание конкурентоспособного ТС-амфибии особо малого класса с улучшенными показателями проходимости и функциональности. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: провести аналитический обзор существующих конструкций такого типа машин; спроектировать ТС-амфибию особо малого класса повышенной проходимости и высокого уровня комфортабельности; провести комплексную оценку конкурентоспособности проектируемого ТС; изготовить и провести сертификационные испытания проектируемого квадроцикла.

На сегодняшний день можно выделить три основных типа транспортных средств (ТС) данного класса: квадроцикл, мотовездеход и вездеход-амфибия (рис. 1).

Квадроцикл (рис. 1, *а*) – это четырехколесное ТС, обладающее повышенной проходимостью, возможностью перевозки грузов и буксировки прицепа или оборудования, оснащенное системой управления мотоциклетного типа и его «верховой» посадкой. Квадроциклы имеют сравнительно небольшие габариты, рассчитаны преимущественно на одного человека.



Рис. 1. Типы ТС: а – квадроцикл; б – мотовездеход; в – вездеход-амфибия

Мотовездеход (рис. 2, *б*) – это квадроцикл автомобильного типа, имеющий более удобную посадку. По массогабаритным показателям мотовездеход уступает квадроциклу. Рама применяется пространственная с трубами, образующими каркас безопасности, что делает мотовездеход более безопасным. В задней части мотовездеходы имеют опрокидывающийся кузов.

Вездеход-амфибия (рис. 2, *в*) представляет собой вездеход с колесной формулой 6×6 или 8×8, не имеющий подвески и рулевого управления, разворот осуществляется изменением скорости вращения колес с одного или другого борта. Максимальная скорость вездехода-амфибии до 40 км/ч.

Для обеспечения высокого уровня пассивной безопасности и возможности преодоления водных преград была спроектирована пространственная рама. Достоинством пространственной рамы является высокое отношение крутильной жёсткости к ее массе. Также благодаря пространственной конструкции удалось получить большой объём кузова, необходимый для обеспечения плавучести машины без увеличения ее массы [1], поскольку все панели кузова не только предохраняют от попадания воды внутрь машины, но и придают дополнительную жесткость, связывая элементы пространственной рамы. При проектировании рамы использовались современные CAD- и CAE-технологии (рис. 2).

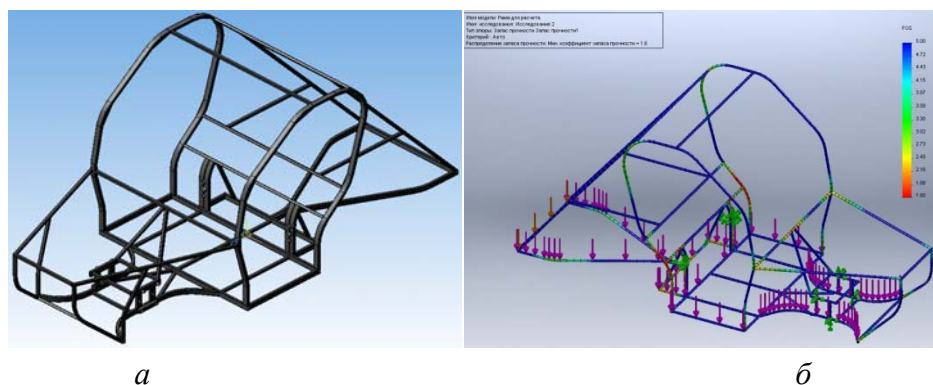


Рис. 2. Рама проектируемого квадроцикла-амфибии:
а – трехмерная модель рамы ТС; б – эпюра запаса прочности рамы

Безопасность конструкции гарантируется в том случае, если действующие наружные силы не вызывают остаточных деформаций и повреждений, т. е. когда отношение предельных сил к действительным силам больше единицы $n > 1$. Нагружая модель рамы действительными силами, равными трехкратной статической нагрузке, получаем эпюру запаса прочности (рис. 2, б), минимальное значение которой равно $n = 1,6$, что свидетельствует об отсутствии деформаций и повреждений во время эксплуатации.

Габариты проектируемого ТС принимались из расчёта перевозки его в стандартных прицепах, предназначенных для транспортировки снегоходов, квадроциклов, мотоциклов.

В качестве энергетической установки для квадроцикла-амфибии был выбран силовой агрегат автомобиля «Ока» ВАЗ 1111: надежный, экономичный, с жидкостной системой охлаждения и сравнительно небольших массогабаритных размеров. Следует отметить, что выбранный силовой агрегат не проходит по нормам токсичности, предъявляемым к современным ТС, поэтому конструкция рамы под силовой агрегат предполагает установку современных силовых установок со схожими характеристиками.

В качестве движителя в проектируемой машине используется роlikо-фрикционный привод колес (рис. 3), в котором для увеличения передаваемого крутящего момента на ролик имеются зубья в форме канавок протектора шины колеса. Ролик имеет регулировку силы его прижатия к ведущим колесам, что позволяет менять давление в шинах, устанавливать ролики и колеса различных типоразмеров. Предлагаемая схема привода ведущих колес позволяет упростить трансмиссию и уменьшить её массу,

так как не требует отдельного привода для каждого колеса. Улучшить геометрическую проходимость машины логично благодаря высокому расположению агрегатов трансмиссии, предохранить трансмиссию от динамических перегрузок, особенно часто возникающих на бездорожье, – за счёт проскальзывания ролика по колесу. Применение балансирной задней подвески позволяет избежать вывешивания ведущих колес при преодолении препятствий, сохраняя постоянный контакт с дорогой.



Рис. 3. Роликовый фрикционный привод ведущих колес проектируемого ТС

Для выбора рациональных параметров ролико-фрикционного привода были проведены стендовые исследования его характеристик. На рис. 4 показана зависимость удельной реакции γ от коэффициента скольжения λ . Характер кривой изменения удельной реакции колеса и ролика от коэффициента скольжения близок к аналогичной кривой для колеса и дороги, что подтверждает достоверность результатов испытаний. При этом точка перегиба кривой смещается к большим значениям коэффициента скольжения в диапазон от 25 до 40 %. К тому же можно проследить тенденцию уменьшения удельной реакции γ при увеличении силы прижатия колеса и ролика, т. е. уменьшения коэффициента сцепления при увеличении силы прижатия. Смещение точки перегиба кривой в диапазон больших значений λ можно объяснить использованием при испытаниях внедорожной шины с высокими грунтозацепами, что приводит к увеличению упругого скольжения (восходящая часть графика соответствует постепенному увеличению упругого скольжения, обусловленного возрастанием момента и увеличивающейся площади контактной поверхности шины, проскальзывающей относительно ролика).

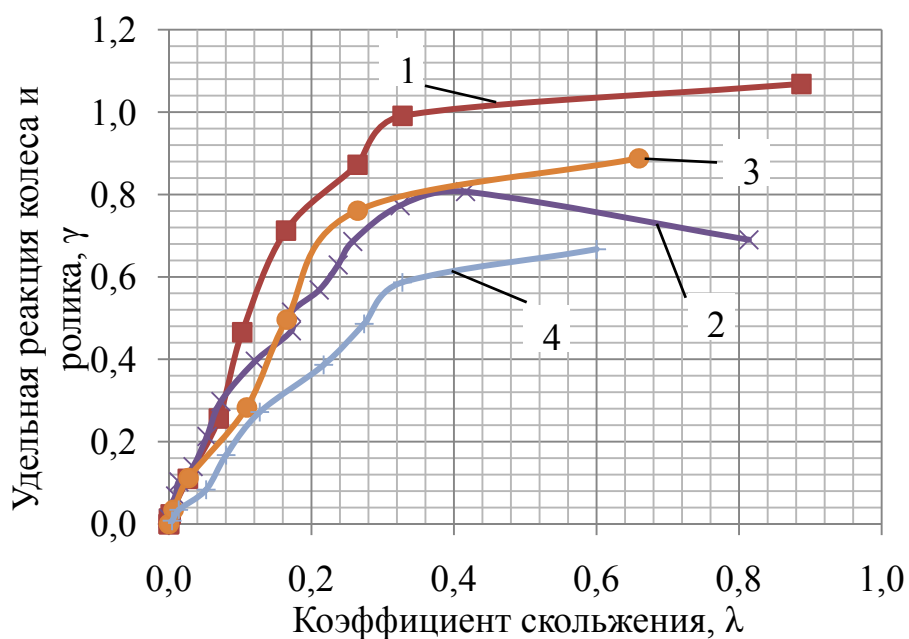


Рис. 4. Зависимость удельной реакции гладкого ролика и колеса от коэффициента скольжения: 1 – ролик диаметром 322 мм, усилие прижатия 1873,40 Н; 2 – ролик диаметром 322 мм, усилие прижатия 3746,80 Н; 3 – ролик диаметром 150 мм, усилие прижатия 1873,40 Н; 4 – ролик диаметром 150 мм, усилие прижатия 3746,80 Н

На рис. 5 представлена зависимость КПД привода от коэффициента скольжения при различных диаметрах ролика и прижимных усилий колеса к ролику. Выявлено, что наибольший КПД достигается при коэффициенте скольжения от 10 до 20 %.

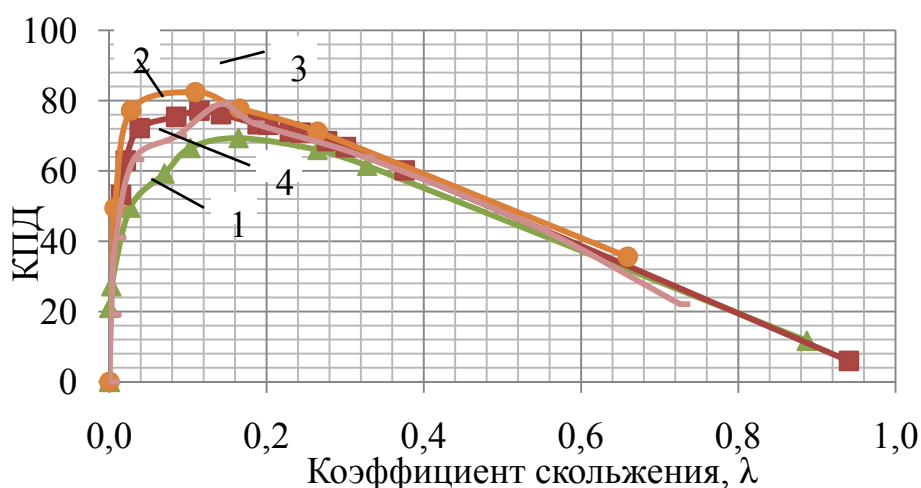


Рис. 5. График зависимости КПД от коэффициента скольжения: 1 – ролик диаметром 322 мм, усилие прижатия 1873,40 Н; 2 – ролик диаметром 322 мм, усилие прижатия 3746,80 Н; 3 – ролик диаметром 150 мм, усилие прижатия 1873,40 Н; 4 – ролик диаметром 150 мм, усилие прижатия 3746,80 Н

Также выявлено, что передаваемый крутящий момент зависит от диаметра ролика и силы прижатия колеса и ролика (рис. 6). С ростом диаметра ролика увеличивается передаваемый крутящий момент, то же наблюдается при увеличении прижимного усилия.

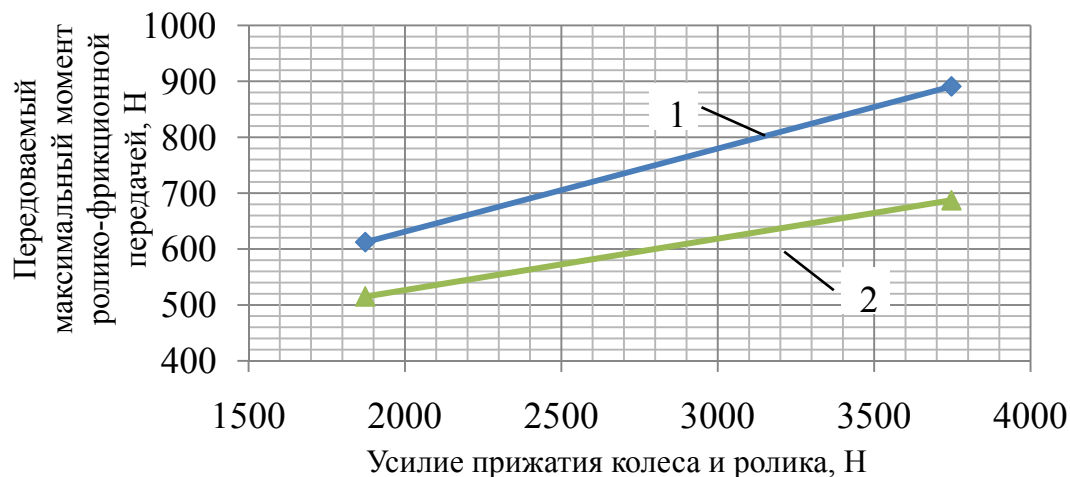


Рис. 6. График зависимости передаваемого крутящего момента от силы прижатия колеса и гладкого ролика: 1 – ролик диаметром 322 мм; 2 – ролик диаметром 150 мм

Для повышения показателей геометрической проходимости проектируемой машины и ее комфортабельности спроектирована пневматическая подвеска с возможностью регулирования дорожного просвета [2]. Упругие свойства подвески обеспечиваются пневматическими элементами диафрагменного типа со встроенными гидравлическими амортизаторами. Важнейшим преимуществом пневматической подвески является возможность осуществления автоматического регулирования подвески таким образом, чтобы статический прогиб упругих элементов оставался постоянным независимо от нагрузки. При этом одновременно с увеличением общей энергоемкости системы можно получить подвеску с меньшей начальной жесткостью по сравнению с подвеской без компенсации. На рис. 7 представлена упругая характеристика пневматического элемента. Применение регулируемой пневматической подвески приводит к значительному уменьшению частоты собственных колебаний кузова; повышается плавность хода и сохраняется комфортабельность независимо от загрузки автомобиля; снижаются динамические нагрузки на шины, колеса и шасси автомобиля (особенно при малонагруженном или порожнем автомобиле).

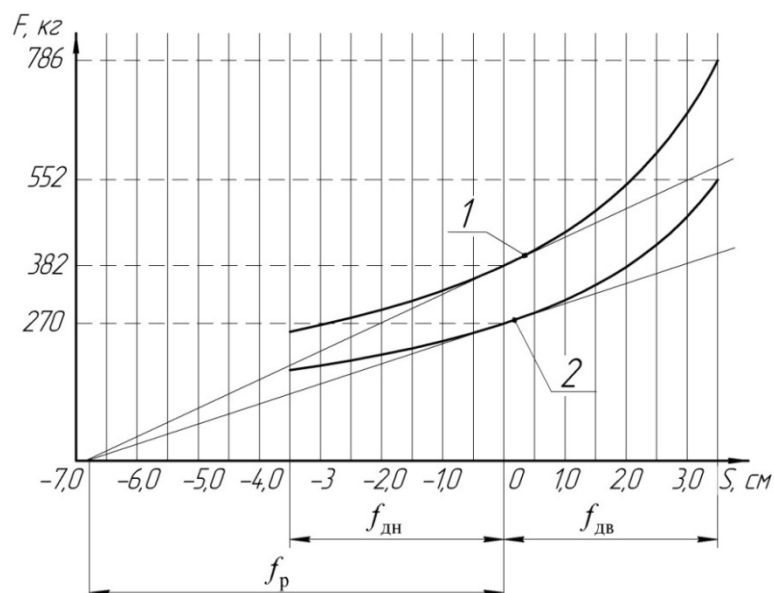


Рис. 7. Упругая характеристика пневматического элемента:
 1 – для ТС при максимальной нагрузке; 2 – для ТС в снаряженном состоянии;
 f_p – статический прогиб; $f_{дв}$ и $f_{дн}$ – динамический ход до верхнего
 и нижнего ограничителей соответственно

Предлагаемая подвеска работает по следующему принципу (рис. 8). Воздух накачивается компрессором в ресивер, из ресивера поступает в распределительную коробку, откуда идет в корректирующие клапана и упругие элементы. Вторая магистраль служит для отвода воздуха из упругих элементов при разгрузке машины и выпуска через распределительную коробку в атмосферу или для подачи дополнительного воздуха при регулировании дорожного просвета. Диапазон регулирования дорожного просвета от 100 до 250 мм.

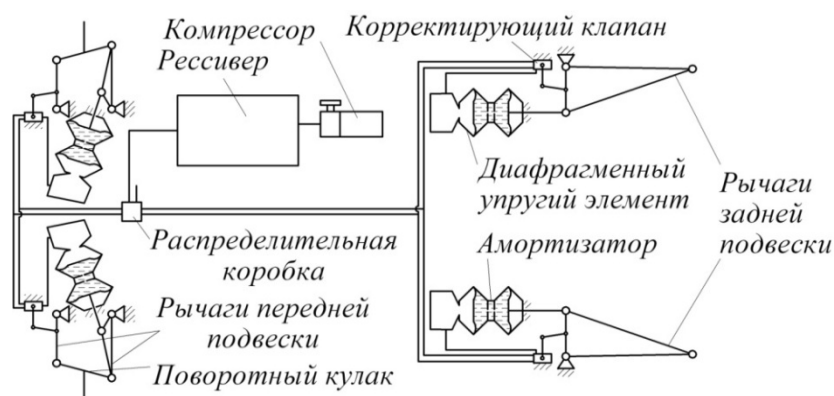


Рис. 8. Принципиальная схема гидропневматической подвески колес

Тягово-скоростные свойства проектируемого ТС представлены в виде зависимости динамического фактора от скорости движения (рис. 9) [3]. Из которой следует: максимальная скорость движения на горизонтальном участке дороги – 75 км/ч, максимальный преодолеваемый подъем (коэффициент сцепления $\phi = 0,7$) – 34 %.

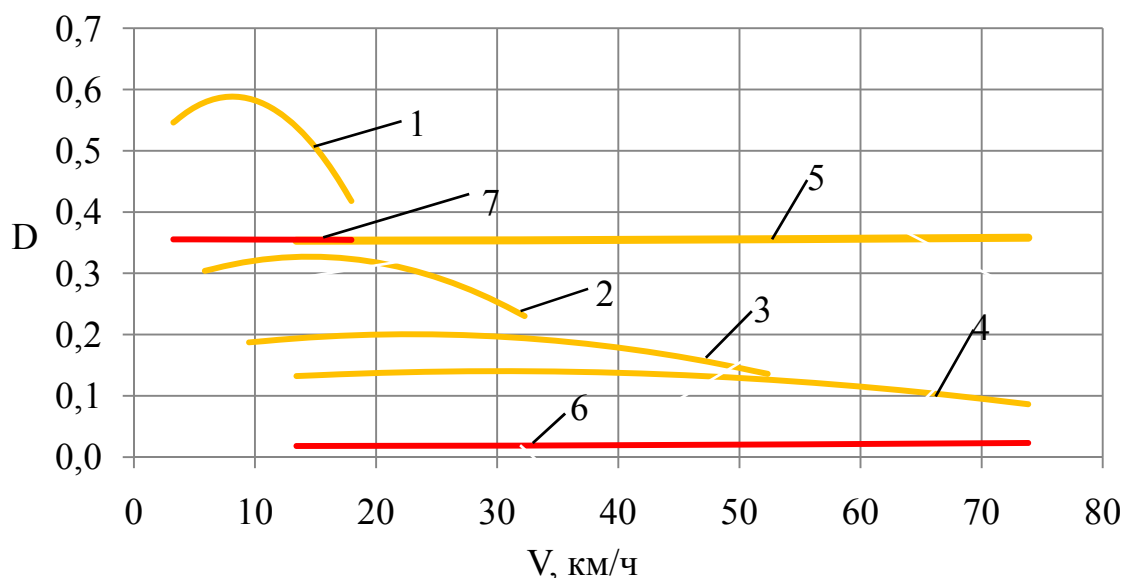


Рис. 9. Динамическая характеристика проектируемого ТС:

- 1 – динамический фактор на 1-й передаче; 2 – на 2-й передаче; 3 – на 3-й передаче;
4 – на 4-й передаче; 5 – динамический фактор на подъёме ($\phi = 0,7$) 34 %;
6 – динамический фактор на горизонтальном участке дороги;
7 – динамический фактор по сцеплению при $\phi = 0,7$

В целом проектируемое ТС имеет: колесную формулу 6×4, одинаковую колею передних и задних колес, заднее расположение силового агрегата, что увеличивает коэффициент сцепной массы и в целом улучшает ее опорно-сцепную проходимость на грунтах с небольшой несущей способностью. Снаряженная масса до 500 кг, полная масса 860 кг, при этом на переднюю ось приходится 286 кг, на задние оси – по 287 кг.

Основные параметры профильной проходимости проектируемого ТС представлены на рис. 10, показатели плавучести представлены на рис. 11.

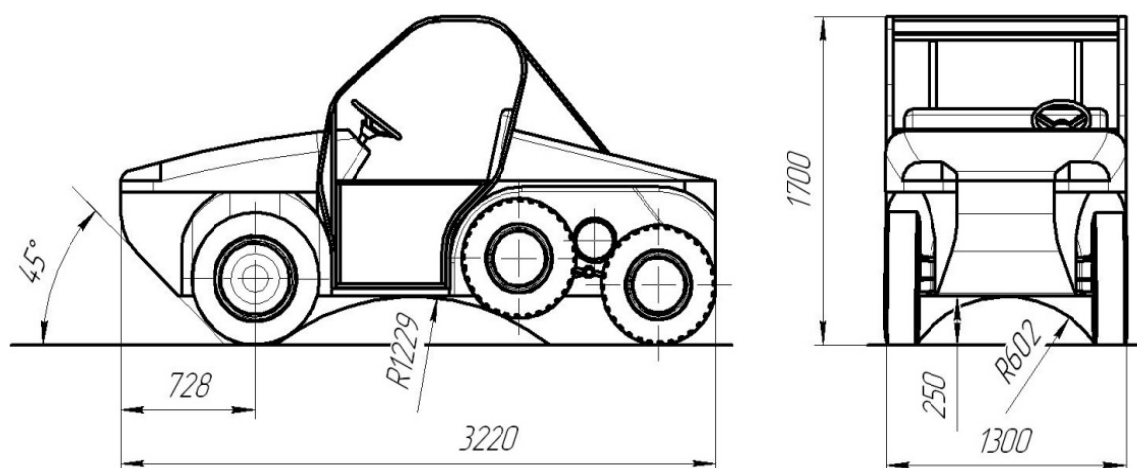


Рис. 10. Показатели профильной проходимости проектируемой машины

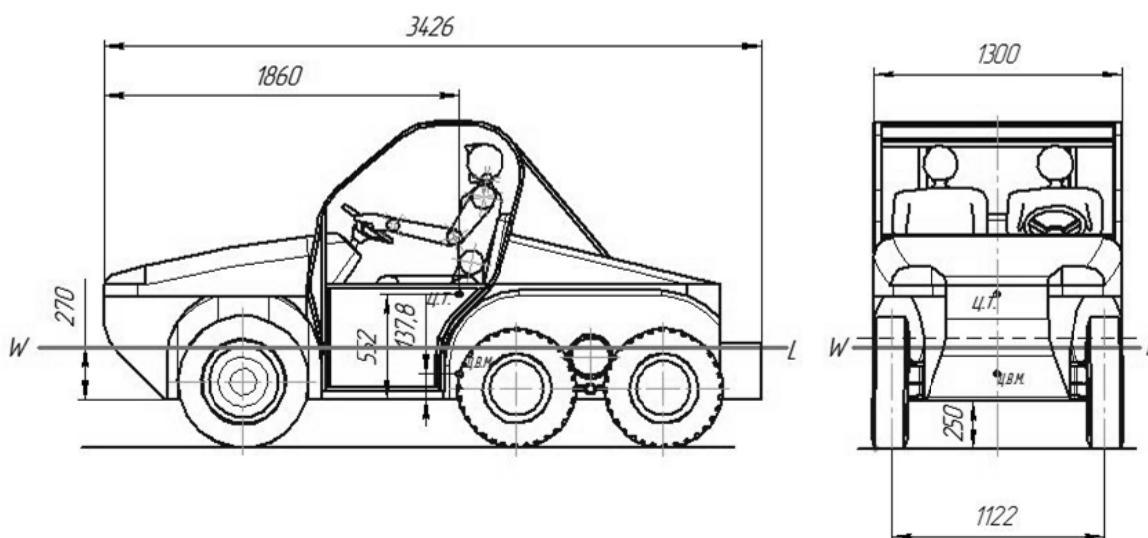


Рис. 11. Показатели плавучести проектируемой машины: WL – ватерлиния; ЦТ – центр тяжести машины; ЦВМ – центр величины машины

Для комплексной оценки конкурентоспособности проектируемого ТС [4] воспользуемся балльным методом. В качестве сравниваемых параметров задаются: X1 – цена, X2 – массогабаритные параметры, X3 – простота конструкции, X4 – проходимость, X5 – комфортабельность. В соответствии с методом составляется матрица смежности (табл. 1), затем осуществляем балльную оценку (количество баллов от 1 до 5) каждого выбранного параметра для каждого из вариантов ТС (табл. 2).

Таблица 1

Матрица смежности

	X1	X2	X3	X4	X5	Bxi	bxi
X1	=1	>1,5	=1	=1,5	>1,5	6,5	0,26
X2	<0,5	=1	<0,5	<0,5	>1,5	4,0	0,16
X3	=1	>1,5	=1	<0,5	>1,5	4,5	0,18
X4	>1,5	>1,5	>1,5	=1	>1,5	7,0	0,28
X5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	=1	3,0	0,12
						25,0	1,00

Таблица 2

Бальная оценка значимости параметров

Модель		bxi					Пк
		0,26	0,16	0,18	0,28	0,12	
		X1	X2	X3	X4	X5	
A	Квадроцикл	4	5	3	4	4	3,98
B	Мотовездеход	3	4	3	4	4	3,56
C	Вездеход-амфибия	3	4	5	5	3	4,08
D	Проектируемое ТС	5	3	4	4	5	4,22

Показатель конкурентоспособности Пк для каждой из анализируемых моделей находится как сумма произведений значений bxi на соответствующее балльное значение параметра модели. Модель с максимальным значением показателя конкурентоспособности наиболее предпочтительна.

Проектируемое ТС обладает высокими технико-экономическими показателями, за счет применения пространственной рамы с каркасом безопасности и необходимым для обеспечения плавучести водоизмещением, роliko-фрикционного привода последовательно расположенных ведущих колес и пневматической подвески колес, что повышает его конкурентоспособность среди существующих машин данного типа.

Список литературы

1. Степанов А. П. Конструирование и расчет плавающих машин. М.: Машиностроение, 1983. 200 с.
2. Равкин Г. О. Пневматическая подвеска автомобиля. М.: МАШГИЗ, 1962. 288 с.
3. Тарасик В. П. Теория движения автомобиля. СПб.: БХВ-Петербург, 2006. 479 с.
4. Родикова Л. Н. Организация конструкторской подготовки производства: учеб. пособие. Красноярск: КГТУ, 2003. 233

В. А. Дмитриев

Сибирский федеральный университет

ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА

Экономический кризис в России и других странах высветил реальную проблему степени востребованности и эффективности инженерных кадров. Не секрет, что снижение престижности инженерной профессии – результат принятия ошибочных управленческих решений, основанных на представлении, что стихийный рынок сам расставит приоритеты в определении стратегии развития страны. Как известно, ключевым моментом в этом вопросе является степень готовности профессиональных кадров непосредственно вносить свой вклад в темпы развития экономики страны. Особая роль отводится инженерному корпусу, участвующему в разработке инновационных проектов. Инновационная деятельность инженера – его основная функция, которая не только реализуется в ходе решения проблем общественного производства, но и определяет степень востребованности, позволяет состояться как личности и быть успешным в профессиональной деятельности. Для этого имеются все необходимые ресурсы. К ним можно отнести: врожденную творческую потребность, объективную внешнюю информацию, природные данные, мыслительную функцию, воображение, фантазию, неисчерпаемый объем накопленных человечеством знаний, глобальную потребность в развитии материальной и духовной культуры. Однако перечисленные компоненты не образуют функциональной, работоспособной системы активного сознания человека, способного эффективно совершенствовать мир. В чем причина? Казалось бы, все есть для того, чтобы каждый мог внести свою долю интеллектуального труда в развитие цивилизации.

Здесь мы подошли к пониманию роли и сущности образования. Выполнение человеком своей основной функции, связанной с творческой деятельностью, невозможно без наличия у него качеств созидательной творческой личности. Формирование этих качеств должно происходить еще с раннего детства, и здесь наиважнейшая роль отводится системе образования.

Однако целевые установки, сам процесс и результат существующего образования не позволяют сегодня сделать вывод о том, что они готовят к жизни творческих людей. Здесь существует несколько причин.

Одной из главных причин является сложившийся в массовом сознании устойчивый стереотип о том, что главная функция образования сводится к воспитанию подрастающего поколения путем передачи ему накопленного опыта, в усвоении молодыми людьми культурно-исторического наследия предшествующих поколений. Но только ли к этому должна сводиться деятельность системы образования?

Другой, не менее важной причиной, по которой сегодняшнее образование не может готовить и выпускать в жизнь творцов, является отсутствие эффективных способов формирования таких людей. Эта причина еще усугубляется тем, что в образовании укоренилась точка зрения, согласно которой развитие личности происходит вследствие «присвоения» культуры в процессе учебной деятельности. Однако практика показывает, что «присвоенная» культура на уровне «прочных знаний» и сложившихся теоретических понятий формирует в сознании обучаемых устойчивые стереотипы, которые представляют собой некие якоря сознания, выход за которые невозможен в силу их «прочности». Этому способствует один из основных принципов дидактики – принцип «прочных знаний». Однако потребление готового (знаний, понятий и т. д.), даже если это произошло очень эффективно и качественно, вовсе не означает развития. Феномен развития как раз и предполагает разрушение в сознании сложившихся стереотипов, выход за пределы знаний и создание новых понятий, представлений и образов. Они не копируют существующие, а разрешают противоречие в изменяемом объекте, тем самым создают объективные условия наращивания основной системообразующей функции (главной полезной функции) совершенствуемых систем.

Основой выживания общества является его постоянное развитие. Общество не может выживать без развития, которое осуществляется за счет эффективной творческой деятельности людей. Для того чтобы творческая деятельность была эффективна, необходимы специально подготовленные люди. У них должен быть соответствующий опыт успешной творческой самореализации, результатом которой будут принципиально новые идеи, обеспечивающие процессы развития систем материальной и духовной культуры.

По поводу возможности нашего сознания в ходе осуществления творческого процесса рождать принципиально новые идеи существуют два противоположных мнения. Одни исследователи считают, что процесс создания новых идей не может быть формализован и в этом смысле он всегда непознаваем, в нем отсутствуют строгие закономерности, которые можно было бы изучить и которым можно было бы научить. А этот опыт эффективно передавать подрастающему поколению.

Однако эта точка зрения, на наш взгляд, не оставляет очень многим людям ни малейшего шанса на самореализацию и творческое самоутверждение. Представление о природе творческого процесса как об особом даре отдельно избранных гениев и талантов «вбивает в сознание» миллионов людей устойчивый стереотип о том, что им-то этого не дано и поэтому они никогда не смогут реализовать свой творческий потенциал.

Другой взгляд на природу творческого процесса сводится к пониманию того, что неспособных к творчеству людей в принципе нет, что в каждом человеке от природы заложен потенциальный гений, а потому творчество доступно каждому. В творческом процессе можно обнаруживать закономерности, а, следовательно этому можно научить.

Творчество рассматривается нами как процесс взаимодействия человеческого сознания с бесконечно изменяющимся миром, результатом которого является появление ранее не известных, новых знаний. Движущей силой творческого процесса является неудовлетворенная потребность людей.

Удовлетворение потребностей вне успешного творческого акта создания новых знаний, согласующих внутренние представления сознания человека с изменившимся миром, невозможно. Поэтому человек обречен на творчество, чтобы выживать и получать наивысшее удовлетворение от самореализации на высшем – интеллектуально-творческом уровне. Мы считаем, что независимо от того, есть у человека творческие способности или их нет, каждый человек должен иметь шанс на успех в творчестве. Но для этого нужна хорошая система организации эффективной творческой деятельности, нужна эффективная технология творчества!

Такая технология творчества была создана в нашей стране еще в 1950-е годы Г.С. Альтшуллером, автором теории решения изобретательских задач (ТРИЗ). Известный исследователь, изобретатель, писатель и автор многочисленных публикаций по эвристической системе ТРИЗ Г.С. Альтшуллер, рассматривал творчество «как точную науку». Суть ос-

новых положений теории сводится к тому, что в основе успешного решения проблемных задач лежат объективные законы развития технических систем, которые познаваемы, их можно изучить, им можно научить и их можно сознательно использовать для конструирования новых знаний.

Секрет успешного поиска идей при решении творческих задач, задач открытого типа не в каком-то особенном складе ума человека, а в том, что он умеет применять особые методологические знания (приемы, стандарты, алгоритм и т. д.) для переработки внешней информации в проблемные задачи с последующим их решением. В результате такой деятельности, которую учебной уже никак не назовешь, неопределенная информация преобразуется в конкретную задачу с последующей постановкой цели и получением решения в виде концептуально новых знаний, разрешающих противоречия в совершенствуемом объекте.

Естественно, что с появлением ТРИЗ у каждого есть шанс стать успешным в творческом поиске. Каждый сможет, не прибегая к чужому опыту проживания различных жизненных ситуаций, иметь реальную возможность обрести свой собственный выход за пределы накопленных знаний, а потому и ценный опыт постижения истины.

Здесь тоже существует устойчивый стереотип: представление о том, что научить эффективной творческой деятельности невозможно, что способность к творению предопределена изначально еще на генетическом уровне. Не подвергая этот тезис сомнению, тем не менее хотелось бы высказать точку зрения о том, что именно творческой деятельности можно и нужно обучать. Изобретателями могут быть не все, но изобретательный ум нужен всем!

Мы глубоко убеждены в том, что успех в жизни начинается с мысли, идеи, являющейся результатом творческой деятельности человека (обучаемого), разрешающей противоречия в системах окружающей реальной действительности, совпадающей с объективной потребностью человечества (прежде всего, в развитии) и представляющей собой решение новой, ранее никем не решенной задачи.

Для обеспечения такой успешности необходимо решить основной философский вопрос, который существует на протяжении всей истории существования системы образования, чему учить.

Если исходить из объективной потребности человечества в самосохранении и развитии и учитывать родовые потребности самого человека,

то на вопрос, чему учить, однозначно возникает ответ: учить надо эффективной творческой деятельности!

Однако, если под развитием понимать количественные и качественные изменения личности и прежде всего его сознания, то неизбежно возникает вопрос, а как эти изменения обнаружить. Что является критерием изменения сознания личности обучаемого? Исходя из сказанного ранее, таким критерием может выступать сама мысль человека, ее характерные качественные и количественные параметры. Например, количество зафиксированных в устной или письменной форме идей, их качество, определяемое степенью новизны, ее актуальность, обоснованность и степень реализуемости. Отслеживая динамику появления новых идей, можно в рамках образовательного процесса выявлять, диагностировать и самое главное управлять процессами развития обучаемых. Если образовательный процесс будет базироваться на творческой деятельности учащихся, результатом которой будут новые идеи учеников, то в этом случае можно будет говорить о системе образования совершенно нового типа. Главный производственный процесс такого образования – его глубинный смысл, будет заключаться в развитии. Образовательная система из структуры, в которой общество приобщалось к мировой культуре, превращается в структуру, в которой не только бы происходило воспроизводство накопленной культуры, но развитие культуры и через это – развитие самого человека.

Для реализации такого подхода сегодня в образовании имеются все необходимые ресурсы, нужно лишь только умело их использовать и рассматривать мысль обучаемого, разрешающую противоречие в объектах материальной и духовной культуры, как наивысшую ценность. Это должно стать нормой и главным показателем оценки творческого образования.

Однако здесь возникает серьезная проблема. Система образования не знает, как обучать творческой деятельности. Необходима концепция и технология эффективного обучения творческой деятельности. Необходимы также грамотные, хорошо подготовленные специалисты, способные сами продуктивно творить и уметь этому качественно обучать. Смысл разрешения противоречий в этой проблеме лежит в плоскости создания таких условий функционирования системы образования, которые позволили бы согласовать главную полезную функцию обучаемого (человека) с над системным требованием всего общества в развитии. Для этого необходимо

перейти от учебной, репродуктивной функции системы образования к активной изобретательской деятельности, в основе которой должна быть апробированная технология творчества. В данном случае речь идет о ТРИЗ. На основе вышесказанного можно сделать следующие выводы:

1. Для повышения эффективности общего и профессионального образования необходимо на системном уровне и с точки зрения философских подходов рассмотреть смыслы, роль и место профессионального образования в системе «природа – общество – культура – образование – человек».

2. Существующая система профессионального образования и общество образуют между собой замкнутую систему, обеспечивающую воспроизводство существующей культуры и сложившиеся в обществе системы ценностей, направленные на удовлетворение существующих потребностей.

3. Замкнутая система общего и профессионального образования, функционирующая в сложившемся, социокультурном пространстве, ориентирована на подготовку общества потребления, способного к простому воспроизводству духовных и материальных ценностей, необходимых для удовлетворения потребностей сегодняшнего дня, но не потребностей будущего.

4. Общество, ориентированное на потребление, обречено на деградацию и самоуничтожение. Необходимо от общества потребления перейти к обществу созидания;

5. Для создания общества созидания необходимо, чтобы система образования формировала и готовила к будущей жизни саморазвивающихся творческих личностей, а не просто грамотных специалистов;

6. Это станет возможным, если образование будет открытой работоспособной системой, выполняющей не только социальный заказ общества на простое воспроизводство системы сложившихся нравственных, духовных и материальных ценностей, но и обеспечит требование бесконечного развития со стороны природы;

7. Природа является объективным источником информации, обеспечивающим идеальное содержание для системы образования, в которой сама информация выступает не в виде готовых знаний, а в качестве исходного «сырья», необходимого для переработки в сознании людей в новые знания.

8. Система «природа – человек – культура – образование – общество» – представляет собой открытую образовательную систему, ориентиро-

ванную на развитие человеческого общества, культуры и сохранения самой природы. Главной полезной функцией такой системы является создание условий успешного производства новых знаний, имеющих глубинный смысл развития всех систем окружающей действительности, включая и самого человека.

9. В открытой образовательной системе «задачедателем» являются объективно существующие, непознанные явления природы, которые формируют объективную потребность в их познании. При этом сам человек является субъектом познания, система образования выступает в качестве средства познания и развития человека, а результатом функционирования такой системы будет выступать измененная, новая культура и измененный человек.

Список литературы

1. Дмитриев В. А. Подготовка инженеров и педагогов профессионального образования к творческой деятельности на основе инновационного проектирования: монография. Томск: STT, 2006. 260 с.

2. Альтшуллер Г. С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. 225 с.

И. В. Фадеев, В. Е. Рязанов

*Волжский филиал ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет (МАДИ)»*

К ПРОЕКТИРОВАНИЮ СТАНЦИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Из года в год увеличивается выпуск легковых и грузовых автомобилей в мире. В 2011 году в нашей стране совместно с иностранными фирмами было произведено 1071300 автомобилей, в то время как российскими автозаводами выпущено 665700 [2].

Основными покупателями автомобилей являются транспортные предприятия и частные лица. Если первые имеют достаточно хорошо оснащенные пункты технического обслуживания и ремонта подвижного состава, то вторым самим приходится решать вопрос по поддержанию автомобиля в технически исправном состоянии, чаще всего обращаясь для этого на станцию технического обслуживания автомобилей (СТОА).

В настоящее время сеть СТОА может удовлетворить спрос автовладельцев по поддержанию автомобилей в технически исправном состоянии только на 45–50 %. Критическое состояние этого вопроса сложилось особенно в сельской местности в связи с отсутствием или недостаточным количеством СТОА. Открывать новую СТОА в сельской местности не всегда рентабельно из-за их неравномерной загрузки в течение года и отсутствия квалифицированных специалистов.

Городские СТОА не соответствуют требованиям по своей технической оснащенности, в связи с чем редко где можно провести полнокомплексный ремонт автомобиля. Многие автообслуживающие учреждения имеют 1–3 рабочих поста и не могут выполнить сложный ремонт, включая ремонт двигателя, кузовные работы и противокоррозионную обработку автомобиля. Они не конкурентноспособны и существуют преимущественно за счет относительно низкой цены на свои услуги.

В г. Чебоксары в настоящее время насчитывается 242 автообслуживающих предприятия, но из них только 16 могут полнокомплексно и качественно выполнить ТО и ремонт автомобиля.

Дальнейшее совершенствование системы ТО и ремонта легковых автомобилей с целью обеспечения их полноценного и качественного обслуживания, а также минимизации затрат при более полном удовлетворении потребностей автолюбителей необходимо осуществлять в двух тесно взаимосвязанных направлениях, а именно:

строительство новых СТОА;

реконструкция, расширение и перевооружение существующих предприятий.

Оба направления требуют предварительной разработки проектов, характеризующихся типом и мощностью СТОА, которые в основном определяются парком автомобилей и его структурой в зоне проектируемой или совершенствуемой станции.

Число легковых автомобилей N_a , принадлежащих населению в данной сельской местности или городе, с учетом роста парка автомобилей может быть определено на основе отчетных (статистических) данных или исходя из средней насыщенности населения легковыми автомобилями (количество автомобилей на 1000 человек) [1, 2]:

$$N_a = 0,001Ad,$$

где A – численность населения, чел.; d – число автомобилей на 1000 жителей, ед./1000 чел.

Если численность населения A из-за постоянства демографической ситуации в стране и регионах существенно не меняется, то насыщенность населения автомобилями d из года в год увеличивается. Она зависит от уровня экономического развития региона и даже в одной и той же стране имеет существенное отклонение от среднего показателя. Так, на 01.01.2011 г. в Приволжском регионе этот показатель составил:

по Чувашской республике – 124,7;

по республике Татарстан – 190,6;

по Нижегородской области – 189,8;

по Саратовской области – 200,9;

по республике Башкортостан – 219,8;

по Оренбургской области – 220,8 ед./1000 чел., а в экономически развитых странах этот показатель имеет большее значение, например, еще в 1998 г. в США он был равен 580 ед./1000 чел.

Учитывая, что определенная часть автовладельцев ТО, ремонт и устранение текущих неисправностей своих автомобилей проводит собственными силами или обращается к отдельным специалистам, расчетное число автомобилей, обслуживаемых на станции $N_{\text{сто}}$, можно определить по выражению:

$$N_{\text{сто}} = N_a K,$$

где K – коэффициент, учитывающий число владельцев автомобилей, пользующихся услугами СТОА.

Принято считать, что $K = 0,45–0,55$ по автомобилям отечественного производства, $K = 0,75–0,90$ по автомобилям иностранного производства.

По данным анкетирования, проведенного нами, у 220 владельцев автомобилей отечественного производства значение этого коэффициента составило $K = 0,74$.

Выполнить прогноз на перспективу по количеству автомобилей N_a или насыщенности населения автомобилями d желательно в следующей последовательности:

1.Получить статистические данные по этим показателям по годам. При этом за независимые переменные принять рассматриваемые последние 4–5 лет, условно обозначить их через $X(1,2,3\dots)$; за зависимую переменную принять изучаемый показатель, обозначив его как Y .

2.Построить точечный график этой зависимости в координатной сетке $Y = f(X)$.

3.Подобрать тип зависимости Y от X . Обычно зависимость в настоящее и ближайшее время опишется уравнением прямолинейной регрессии.

4.Чтобы доказать принятую зависимость (гипотезу), следует провести корреляционный анализ, для чего необходимо вычислить коэффициент линейной корреляции r , его ошибку S_r и критерий существования корреляции t_p :

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} ;$$

$$S_r = \sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}};$$

$$t_p = \frac{r}{S_r} > t_{\text{таб}}(j=0,95; v=n-2),$$

где $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ – среднее значение независимой переменной; $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$ – среднее значение зависимой переменной; t_p и $t_{\text{таб}}$ – расчетное и табличное значение t – критерия Стьюдента при вероятности $j = 0,95$ и числе степеней свободы v ; n – число точек, взятых под анализ.

При этом доверительный интервал уравнения регрессии

$$S_{y/x} = \pm S_r \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2},$$

тогда уравнение регрессии в общем виде следующее:

$$y = a + bx \pm S_{y/x}.$$

Неизвестные коэффициенты a и b вычисляются по системе нормальных уравнений, полученных методом наименьших квадратов:

$$\begin{cases} na + b \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i \\ a \sum_{i=1}^n x_i + b \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i y_i \end{cases}.$$

Пример. По Чувашской Республике имеются данные по насыщенности населения автомобилями за 2008–2011 годы [3] (табл. 1).

Таблица 1

Насыщенность населения Чувашской Республики
легковыми автомобилями за 2008–2011 гг.

Годы	X_i	X_1 (2008 г.)	X_2 (2009 г.)	X_3 (2010 г.)	X_4 (2011 г.)
Насыщенность населения автомобилями, ед./1000 чел.	Y_i	99,9	110	124,9	129,7

После корреляционного и регрессионного анализа имеем:

$$r = 0,9865;$$

$$S_r = 0,115;$$

$$t_p = 8,578 > t_{\text{таб}}(j=0,95; v=4-2) = 4,3.$$

Уравнение регрессии будет иметь вид

$$Y = 90,65 + 10,14X \pm 2,7.$$

Следовательно, принимая нижнюю границу доверительного интервала на 2012 год ($X = 5$), имеем

$$Y_{x=5(2012 \text{ год})} = 90,65 + 10,14 \cdot 5 \pm 2,7 = (138,65 - 144,05) \text{ ед./1000 чел.}$$

Фактически насыщенность населения Чувашской Республики легковыми автомобилями в 2012 году составила 143,4 ед./1000 чел.

Расхождение между фактическим и расчетным значениями составляет:

$$\varepsilon = \frac{|143,4 - 144,05|}{143,4} \cdot 100 \% = 0,45 \%;$$

$$\varepsilon = \frac{|143,4 - 138,65|}{143,4} \cdot 100 \% = 3,31 \%,$$

что в пределах допустимой относительной ошибки.

Вывод: предложенную методику расчета количества автомобилей или насыщенности населения автомобилями на перспективу можно применять для проектирования станций технического обслуживания автомобилей.

Список литературы

1. Власов В. М., Жанказиев С. В., Круглов С. М. и др. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учебник / под ред. В. М. Власова. М.: Изд. центр «Академия», 2003. 480 с.
2. Родионов Ю. В. Производственно-техническая инфраструктура предприятий автомобильного сервиса: учеб. пособие. Ростов н/Д: Феникс, 2012. 439 с.
3. Транспорт в Чувашии. 2011. Чебоксары, 2012. 92 с.

А. Н. Трояков

*Учебно-научный центр безопасности дорожного
движения ООО «Туваконсалтинг»*

ПРАВОВАЯ ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Изменение развития транспортного комплекса в России требует формирования обновленной законодательной нормативной правовой базы транспортной деятельности. Вместе с тем в условиях принципиального изменения характера экономической деятельности вводится в действие большое количество законов, нормативно-правовых актов, знание которых позволяет обеспечивать эффективное взаимодействие предприятий транспорта, защиту прав потребителей транспортных услуг, безопасность транспортного комплекса и охрану окружающей среды.

Анализ образовательных программ в части правовой подготовки студентов направления «Эксплуатация транспортных средств» государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования свидетельствует:

- о узкой направленности по специальностям направлений подготовки (видам деятельности) будущего специалиста автомобильного транспорта;
- о недостаточных объемах аудиторной работы;
- о некорректности названий дисциплин, которые не соответствуют сути изучаемой дисциплины («Автотранспортное право», «Правовое обеспечение профессиональной деятельности», «Транспортное право», «Транспортное законодательство» и др.).

В связи с этим такие правовые вопросы, как основы административного, семейного, налогового, уголовного, трудового права, охраны труда, охраны окружающей среды, закона прав потребителей и другие необходимые будущему специалисту остались без внимания.

При этом заметим, что наиболее объемными оказались программы по следующим направлениям подготовки: «Организация перевозок и управления транспортными системами», «Организация и безопасность движения».

С другой стороны, система подготовки, переподготовки, повышения квалификации специалистов автомобильного транспорта с последующей аттестацией лиц, занимающих должности исполнительных руководителей и специалистов предприятий транспорта (персонала в сфере безопасности дорожного движения, ответственных за перевозку опасных грузов), а также квалификационной подготовки специалистов юридических лиц и предпринимателей, осуществляющих перевозочную деятельность на автомобильном транспорте, не восполняет пробел в правовой подготовке автотранспортников. В программах обучения даны лишь основные законодательные и иные нормативно-правовые акты, регламентирующие организацию грузовых и пассажирских перевозок, налоговую систему, безопасность движения, экологические нормы и правила, а также правила и нормы охраны труда, техники безопасности, противопожарной защиты на автомобильном транспорте.

В связи с этим считаем, что основной целью преподавания дисциплины по основам права должна быть возможность дать студентам необходимые знания о праве, законе, законности, тех правовых проблемах, с которыми им предстоит наиболее часто встречаться как в повседневной жизни, так и в производственной деятельности, и о навыках их практической реализации. При этом направления подготовки специалистов не имеет значений, поскольку выпускник, получивший образование по одному направлению подготовки (видам деятельности), не всегда имеет возможность работать по приобретенной специализации. Особенно это становится актуальным, когда специалист осуществляет предпринимательскую деятельность в транспортной сфере.

Транспортное право и транспортное законодательство – понятия, тесно связанные друг с другом, но не тождественные.

Транспортное право – это комплексная отрасль права, представляющая собой совокупность правовых норм, регулирующая отношения в области транспортной деятельности. Эти нормы формируются в составе нормативно-правовых актов специального транспортного законодательства и входят в состав нормативно-правовых актов фундаментальных отраслей права (например, деятельность всех видов транспорта в целом и отдельные ее разновидности регулируются общими и отдельными положениями Гражданского кодекса РФ, вопросы безопасности движения, лицензирования, экологических правонарушений – Кодексом об административных правонарушениях РФ).

Транспортное законодательство – это совокупность нормативно-правовых актов по специфическим вопросам транспортной деятельности, регулирующих отдельные транспортные отношения. Это касается определения договора перевозки груза и пассажиров, положений, связанных с ответственностью за неподачу транспортных средств, утрату, недостачу и повреждения (порчу) груза или багажа, регулирование отношений при перевозке грузов в прямом и смешанном сообщениях и др.

На всех видах транспорта приняты и действуют транспортные уставы, кодексы и правила, регулирующие отношения между перевозчиками и клиентурой, и это законодательство постоянно совершенствуется, динамично развивается с учетом изменений в экономике страны.

Поскольку обучение студентов правовым вопросам выходит за пределы транспортного права и транспортного законодательства, то возникает необходимость формирования профессиональной компетентности студентов автодорожных специальностей на основе изучения основ права, касающихся не только специальности, но и других областей права. В связи с этим дисциплина должна иметь название «Основы права», и для реализации указанной выше цели в процессе преподавания курса должны решаться следующие задачи:

1. Раскрываются теоретические и методологические основы правовой науки, ее взаимосвязь с другими науками и специальными дисциплинами.

2. Анализируется весь комплекс основных методологических и методических правовых проблем на автомобильном транспорте, определяется предмет, задачи и основные направления правового обеспечения автотранспортной деятельности.

3. Рассматривается механизм расследования административных, уголовных правонарушений, изучаются права и обязанности сторон в гражданском и арбитражных процессах, а также ответственность за противоправные деяния в транспортном процессе.

4. Формируются навыки самостоятельной работы студентов по изучению юридической научной литературы, методологии правового обеспечения предпринимательской автотранспортной деятельности и методике регулирования правоотношений в автотранспортно-дорожном комплексе.

5. Закладываются навыки самостоятельной практической подготовки будущих специалистов с высшим образованием по основным прикладным аспектам правового обеспечения профессиональных функций.

Программа учебного курса «Основы права» должна содержать следующие основные разделы, посвященные основным понятиям теории государства и права; основам административного, арбитражного, гражданского, семейного, трудового, налогового, международного, уголовного права; вопросам правового регулирования автоперевозочной, транспортно-экспедиционной и других видов автотранспортной деятельности; юридическим вопросам бухгалтерского учета и налогообложения автотранспортных предприятий; правовым аспектам административной, уголовной и гражданско-правовой ответственности за нарушение ПДД и эксплуатации транспорта, причинение вреда, а также процессуальные взаимоотношения сторон в административном, арбитражном, гражданском и уголовном процессах.

Подготовка по указанной программе позволит будущим специалистам автотранспорта свободно ориентироваться в области права и быть успешными при решении многих задач автомобильного транспорта.

А. М. Абрамов

*Новгородский государственный
университет имени Ярослава Мудрого*

ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДИНАМИКОЙ АВТОПОЕЗДА

Обеспечить высокие среднетехнические скорости автопоезда, сохраняя при этом безопасность движения, могут только автоматизированные электронные системы управления. Быстродействие последних и их реакция на изменения дорожной ситуации несоизмеримо превосходят возможности водителя (человека-оператора).

До недавнего времени проблема обеспечения безопасности автопоездов решалась за счет внедрения антиблокировочных (*ABS*) и противобуксовочных (*ASR*) систем. Сегодня же наиболее актуальными стали тормозная система с электронным управлением (*EBS*) и система динамической стабилизации движения (*ESP*).

Система динамической стабилизации *ESP* постоянно сравнивает фактическое поведение автопоезда с расчетным, задаваемым водителем через угол поворота управляемых колес тягача. В случае возникновения рассогласования между действительной траекторией и расчетной или в случае возникновения вероятности опрокидывания автопоезда, *ESP* торможением полуприцепа и тормозными импульсами, прикладываемыми к одному из колес тягача, корректирует траекторию движения автопоезда. Однако известно [1, 2], что при торможении и разгоне реализуемая сила взаимодействия колеса с дорогой существенным образом зависит от коэффициента проскальзывания (рис. 1).

При значениях коэффициента проскальзывания S равных 0.1–0.15 коэффициент сцепления шины с дорогой ϕ_x имеет максимальное значение при всех дорожных условиях, а возможность шины реализовывать боковую силу резко снижается при возрастании продольной составляющей тормозных сил (рис. 2).

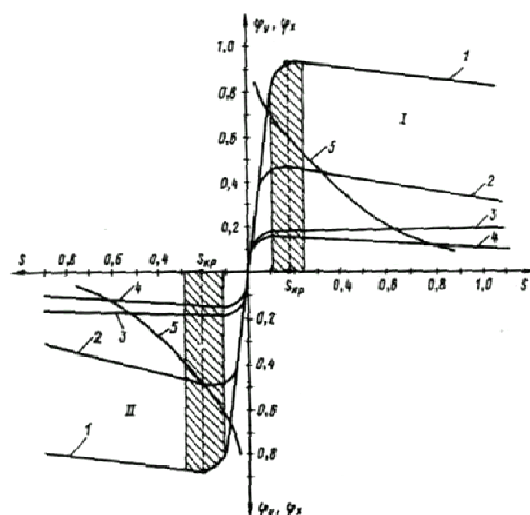


Рис. 1. Диаграмма тормозного I и тягового II режимов движения АТС для различных дорожных условий

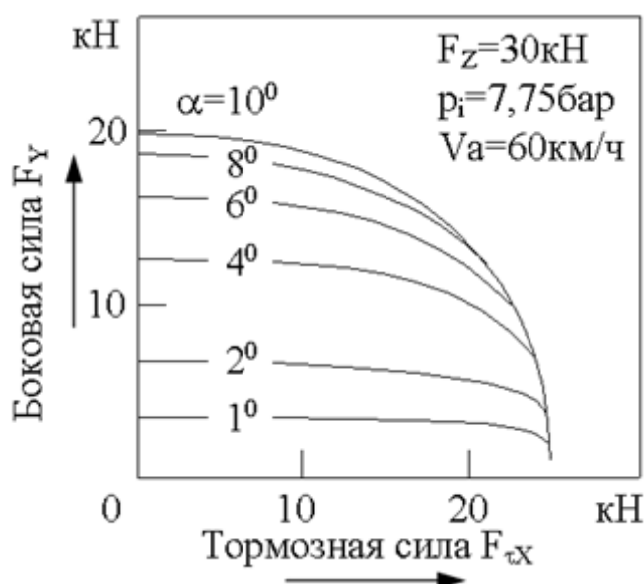


Рис. 2. Боковое усилие как функция тормозного усилия.
Параметр: угол увода

Электронная система управления динамикой движения автопоезда (ЭСУДДАП) представляет собой систему автоматического управления с обратной связью. ЭСУДДАП объединена с рулевым управлением, тормозной системой, системой питания двигателя и с третьей управляемой осью полуприцепа. Используя потенциальные возможности современных систем EBS, ABS и ASR, ЭСУДДАП улучшает активную безопасность за счет нового алгоритма управления динамикой автопоезда.

Как и в системах предотвращения опрокидывания *RSP* и *ESP*, для снижения скорости автопоезда в ЭСУДДАП используется тормозная система тягача и первой и второй осей полуприцепа. Корректирование же траектории полуприцепа в случае проявления склонности к заносу осуществляется за счет поворота колес третьей оси, торможение которой в этом режиме движения не осуществляется и поэтому боковая составляющая силы взаимодействия колеса с дорогой может быть полностью реализована для корректирования траектории движения полуприцепа. В режиме же экстренного торможения в работе тормозной системы полуприцепа задействованы все оси полуприцепа. Структурная схема контроллера ЭСУДДАП приведена на рис. 3.

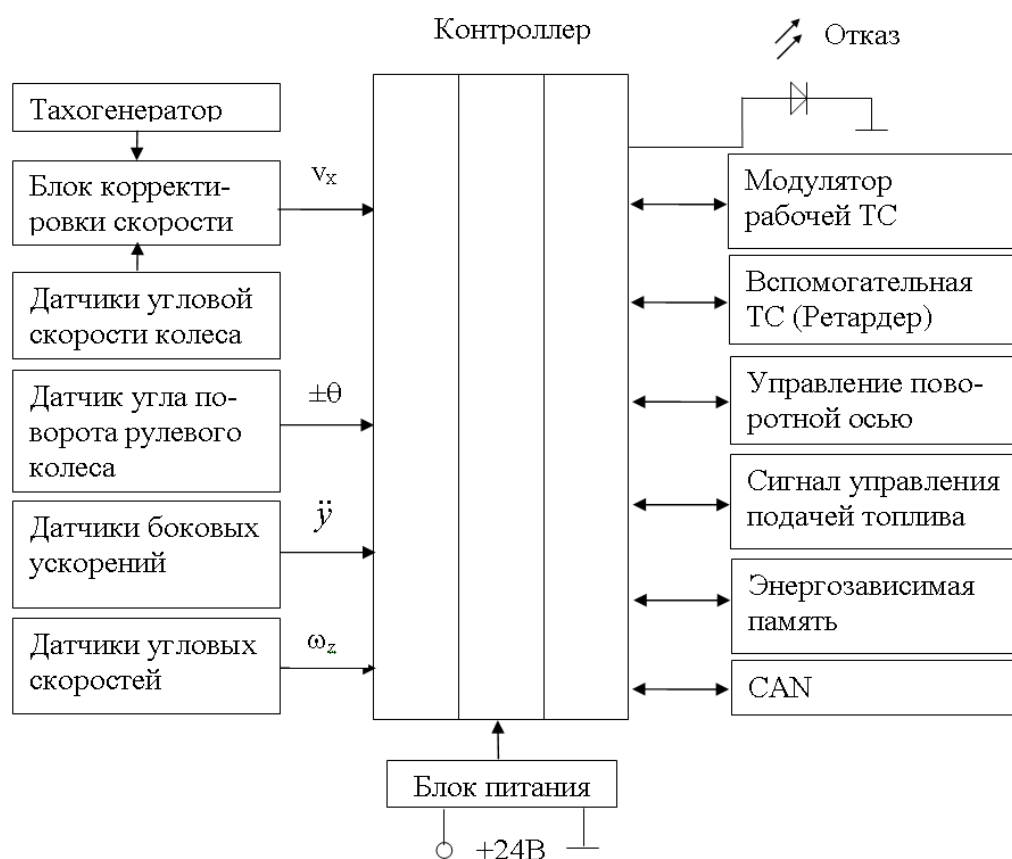


Рис. 3. Структурная схема контроллера ЭСУДДАП

Информация на контроллер ЭСУДДАП поступает с пяти датчиков. С тахогенератора и датчиков угловой скорости колес на ПИС процессор поступает импульсный сигнал о скорости движения автопоезда, а с остальных датчиков поступают аналоговые сигналы.

В качестве выходных ключей управления работой модуляторов рабочей и вспомогательной тормозных систем используются интеллектуальные ключи фирмы Siemens.

Контроллер СУДДАП имеет FLASH-память, где записываются коэффициенты передачи для расчета скорости движения, информация о сбоях, коэффициенты для работы системы адаптации контроллера СУДДАП. Обмен данных на автопоезде осуществляется через CAN шину SAEJ 1939.

В работе контроллера СУДДАП реализуются алгоритмы нечеткой логики [3]. Процедуры обработки входной информации состоят из её оцифровки, интегрирования, фазификации, обработки правилами и дефазификации. Параллельно с этими процедурами работает программа интерполятора, прогнозирующая развитие процесса движения автопоезда и фиксирующая возникновение критических ситуаций.

Применительно к случаю предотвращения опрокидывания автопоезда реализация аппарата нечеткой логики и алгоритм управления строится следующим образом.

1. *Определение входных множеств суждений.* Параметр «скорость» представляем четырьмя термами: (МАЛАЯ, СРЕДНЯЯ, ВЫСОКАЯ, ОЧЕНЬ ВЫСОКАЯ) показанными на рис. 4. Для каждого терма имеем функцию принадлежности, которая может принимать значения от 0 (суждение отсутствует) до 1 (суждение присутствует полностью).

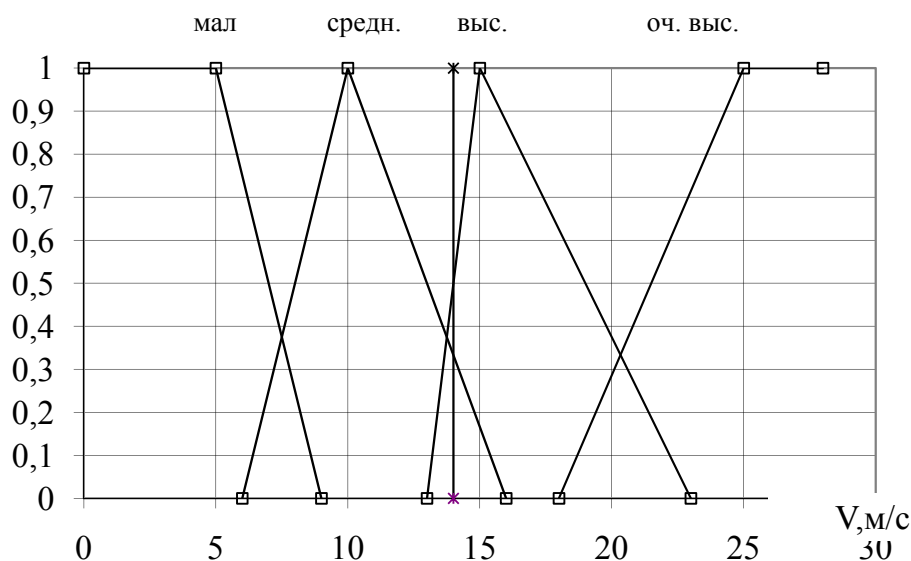


Рис. 4. Множество суждений о скорости

Например, для скорости движения автопоезда равной 14 м/с имеем следующие суждения о величине скорости (табл. 1).

Таблица 1

Суждения о скорости автопоезда при $V=14$ м/с

Малая	Средняя	Высокая	Очень высокая
0.0	0.35	0.5	0.0

Из данной таблицы видно, что при преобразовании четких данных о скорости движения автопоезда в нечеткие, максимальное значение весового коэффициента имеет значение «высокая».

Аналогичным образом определяются входные множеств суждений о параметрах «Угол поворота рулевого колеса», «Режимный коэффициент».

2. *Написание правил нечеткого контроллера.* В табл. 2 представлен пример написания правил выбора управляющего воздействия ЭСУДДАП с использованием нечеткого контроллера. Пример написания правил нечеткого контроллера при скорости движения автопоезда 14м/с, угле поворота управляемых колес тягача равном 3.5° и режимном параметре K_{Π} (угле поворота рулевого колеса на единицу пройденного пути) 0.007 рад/с.

Таблица 2

Суждения о выборе воздействия

F	Скорость средняя (0.35)	AND	Угол малый (0.2)	AND	K_{Π} малый (0.15)	THEN	Никакого воздействия
F	Скорость высокая (0.5)	AND	Угол малый (0.2)	AND	K_{Π} малый (0.15)	THEN	Никакого воздействия
F	Скорость высокая (0.5)	AND	Угол средний (0.5)	AND	K_{Π} малый (0.15)	THEN	Уменьшение подачи топлива
F	Скорость средняя (0.35)	AND	Угол средний (0.5)	AND	K_{Π} малый (0.15)	THEN	Никакого воздействия

Для правил с одинаковыми воздействиями выполнится то воздействие, которое имеет большую силу. Сила воздействия меняет свою величину от 0 (воздействие минимальное) до 1 (воздействие максимальное). Для данного примера, по выходным нечетким данным, полученным после обработки

входной информации табл. 3, управляющим воздействием, имеющим наибольший весовой коэффициент, является «уменьшение подачи топлива», что приведет к снижению скорости движения автопоезда и уменьшению вероятности возникновения критической ситуации.

Таблица 3

Суждения о виде и величине воздействия

Никакого воздействия	Уменьшение подачи топлива	Вспомогательная тормозная система	Рабочая тормозная система
0.2	0.5	0.0	0.0

Для удобства написания правил нечеткой логики и отладки алгоритма управления ЭСУДДАП разработана программа «СПО 2.3». Внешний вид окна настройка правил нечеткой логики представлен на рис. 5. Данная программа позволяет быстро и удобно написать правила для алгоритма работы нечеткого контроллера.



Рис. 5. Окно настройки правил нечеткой логики

Общий вид окна программы оптимизации терм нечеткого контроллера представлен на рис. 5. С помощью данной программы используя в качестве исходных (начальных) данные о режиме движения автопоезда и его конструктивных параметрах оптимизируется форма и параметры терм

описывающих значение переменных «Скорость автопоезда», «Режимный коэффициент» и других, влияющих на поведение автопоезда в заданных дорожных условиях, рассчитываются области возникновения критической ситуации и определяются необходимые управляющие воздействия.

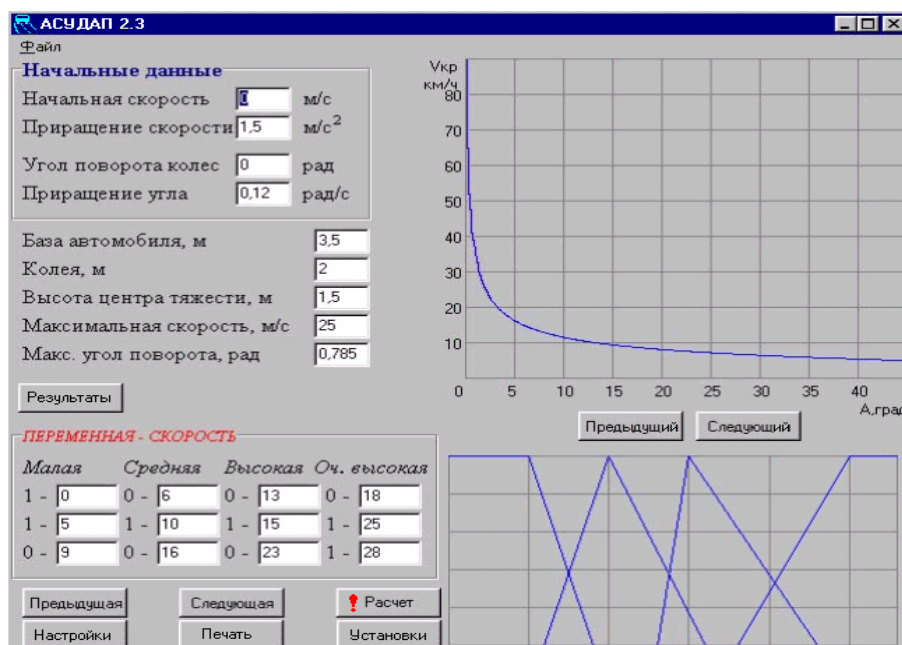


Рис. 6. Общий вид программы окна программы оптимизации терм нечеткого контроллера

ЭСУДДАП используя входные параметры: угол поворота управляемых колес тягача, скорость автопоезда, а также информацию от датчика поперечного ускорения полуприцепа, встроенного в модулятор *EBS* обнаруживает, когда появляется опасность переворачивания. При обнаружении опасности переворачивания, на колеса, движущиеся по внешней стороне поворота, подается тормозное давление и таким образом предотвращается переворачивание прицепа.

При обнаружении склонности к заносу полуприцепа с помощью задней поворотной оси полуприцепа корректируется траектория движения автопоезда. Торможение поворотной осью в этом режиме не осуществляется, что позволяет реализовывать максимально возможные по сцеплению боковые силы.

Разработан алгоритм для электронной системы управления динамикой движения автопоезда, позволяющий повысить активную безопасность автопоезда. При этом повышение поперечной устойчивости (предохранение от опрокидывания) осуществляется за счет торможения полуприцепа, а

повышение курсовой устойчивости в сложных дорожных условиях (движение на дороге с минимальным коэффициентом сцепления) за счет боковых сил создаваемых третьей управляемой осью полуприцепа.

Список литературы

1. Mitschke M., Wallentowitz H. Dynamik der Kraftfahrzeuge. 4. Aufl. Berlin: Springer, 2004. 799 s.
2. Автомобильный справочник: пер.с англ. М.: Изд-во «За рулем», 2004. 992 с.
3. Прикладные нечеткие системы: пер. с япон. / К. Асаи, Д. Ватада, С. Иваи и др. М.: Мир, 1993. 368 с.

П. П. Евсеев, С. А. Моисеев

Сибирский федеральный университет

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАРУШЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ
МНОГОСЛОЙНЫХ СТЕКОЛ
ПРИ ТЕРМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ОТ РАБОТЫ СИСТЕМЫ
ОТОПЛЕНИЯ КУЗОВА АВТОМОБИЛЕЙ**

Насколько важны лобовые стекла в автомобиле прекрасно осознает любой водитель. Основная функция, которую они выполняют – защитная. Стекло защищает водителя и пассажира от различных атмосферных явлений. Более того, лобовое стекло является важным элементом силовой конструкции кузова, который участвует в равномерном распределении нагрузки при эксплуатации транспортного средства. В процессе эксплуатации автомобиля стекло постоянно подвергается механическому воздействию песка, мелкого гравия и камней, что приводит к различным повреждениям. Также на стекле может образоваться трещина вследствие неправильной эксплуатации. Современные автомобильные стёкла могут защитить не только от ветра (поэтому переднее стекло называют ветровым) и дождя, но и от солнечного света (ультрафиолетового и инфракрасного излучения), а также от летящих камней из-под колёс других машин. Трещины, преимущественно в нижней части лобового стекла, появляются при чрезмерном нагреве от работы обдува печки автомобиля. Это может произойти когда, садясь в холодную машину на морозе, владелец хочет быстрее обогреть салон и убрать ледяную корку с лобового стекла. Как правило, для этого включается обдув лобового стекла на полную мощность. Трещина может возникнуть, когда зимой водитель приезжает на мойку и неквалифицированные работники начинают мыть автомобиль, направляя поток горячей воды на холодное лобового стекла.

Рассмотрим механизм возникновения напряжений в многослойном стекле (триплекс) применительно к условиям эксплуатации автомобилей. Стекло реагирует на температурные изменения как упругое тело и возникают временные термоупругие напряжения, исчезающие (если стекло не разрушилось) при выравнивании температуры. При нагреве стекла за счет

обдува горячим воздухом внутренний слой будет нагреваться значительно быстрее, чем внешний, поэтому стекло нагревается неравномерно. Если бы секторы внешнего слоя не были связаны между собой, то один из них имел бы иные линейные размеры, чем другой, а между ними образовались свободные пространства. Но так как слои триплекса между собой связаны клеевым слоем, между ними возникают напряжения растяжения, которые могут довести холодный слой до разрушения, т. е. до образования трещин, перпендикулярно к линиям градиента температуры. Фактически на многих автомобилях эти трещины расположены параллельно горизонтальной рамке лобового стекла. Если принять во внимание, что стекло сопротивляется растяжению во много раз хуже, чем сжатию, а прочность стекла сильно зависит от состояния поверхности, то разрывающее напряжение предельных значений присутствует в более холодном слое стекла. Термостойкость стекла зависит главным образом от температурного коэффициента линейного расширения, модуля упругости, предела прочности при растяжении. В основном термостойкость стекла определяется температурным коэффициентом линейного расширения: чем он меньше, тем выше термостойкость. Для стеклоизделий термостойкость в значительной степени зависит от состояния поверхности и однородности стекла. Сколы, царапины, трещины, неоднородность состава и плохой отжиг – все это резко снижает термостойкость стекла. Плохая теплопроводность способствует неравномерному распределению напряжений по сечению охлаждающего стекла при термическом воздействии, поэтому чем тоньше и равномернее по сечению стенки изделия, тем выше его термостойкость. Термическое расширение стекла характеризуется обычно температурным коэффициентом линейного расширения. Температурный коэффициент линейного расширения характеризует относительное увеличение длины образца стекла при нагревании на один градус. Температурный коэффициент линейного расширения зависит от химического состава стекла. Термостойкостью называется способность стекла сопротивляться резким изменениям температуры. Мемой термостойкости является температурный перепад, который выдерживает стекло без разрушения. Термостойкость имеет большое значение для автомобильных стекол, для их эксплуатации в суровых климатических условиях, при отрицательных температурах. При изменении температуры окружающей среды, в стекле возникают напряжения, под действием которых стекло может разрушиться.

Возникновение напряжений обусловлено следующими факторами:
низкой теплопроводностью стекла;

появлением значительных температурных градиентов при нагреве или охлаждении;

неравномерным изменением размеров и объема отдельных участков нагревающегося или охлаждающегося стекла.

Можно сделать вывод, что наличие трещины только в одном слое стекла «триплекс» – есть однозначный признак его неравномерного нагрева.

Определим разницу температур, при которой на половине лобового стекла вследствие неравномерного нагрева должна появиться трещина.

Изменение длины слоя стекла от нагрева составит [8]:

$$\Delta l = l\alpha\Delta T, \quad (1)$$

где Δl – изменение длины, м; l – длина нагретого участка стекла, равная 0,65 м; α – термический коэффициент линейного расширения, равный для стекла $9 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$.

Напряжение в растянутом слое стекла определяется по формуле [9]:

$$\sigma = F/S, \quad (2)$$

где σ – напряжение растяжения, предельное значение для незакаленного стекла составляет $25 \text{ МПа} = 25 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$; S – площадь поперечного сечения стекла в зоне трещины, м^2 ; F – усилие растяжения-сжатия, Н.

Исходя из определения модуля Юнга [9]:

$$E = \frac{F/S}{x/l} = \frac{Fl}{Sx}, \quad (3)$$

где E – модуль упругости, измеряемый в паскалях; F – сила в ньютонах; S – площадь поверхности, по которой распределено действие силы; l – длина деформируемого стержня; x – модуль изменения длины стержня в результате упругой деформации (измеренного в тех же единицах, что и длина l) в данном случае $x = \Delta l$.

Модуль Юнга для стекла $E = 6,5 \cdot 10^4 \text{ МПа}$.

Таким образом, объединяя формулы (1), (2) и (3), получаем

$$E = \sigma/(\Delta l/l) = \sigma/(l\alpha\Delta T/l) = \sigma/(\alpha\Delta T).$$

Поскольку нас интересует критическая величина разности температур, при которой наступит зарождение трещины, то преобразуем формулу

$$\Delta T = \sigma / (E\alpha) = 25 / (6,5 \cdot 10^4 \cdot 9 \cdot 10^{-6}) = 42,7 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Таким образом, при разнице температур более чем 42,7 градуса стекло может лопнуть. Разумеется в реальной обстановке характеристики различных стекол значительно отличаются. Если в формулу подставить нижние пределы прочности стекла, то критическая разница температур составит 23 градуса. ГОСТ 5727–88 не предъявляет особых требований по термостойкости стекол.

Для экспериментального исследования процесса разрушения стекла при работе системы отопления была собрана экспериментальная установка. Она представляет собой коробку, имитирующую салон (кабину) автомобиля, внутри находится нагреватель воздуха, на стенке коробки вырезано отверстие и приклеен кусок лобового стекла. Температура выхода воздуха из нагревателя равняется 90 °С. В наружном и внутреннем слоях стекла просверлены каналы параллельно границе раздела слоев и туда вклеены термопары для определения температур слоев.

Порядок проведения опыта:

1. Включаем нагреватель воздуха, имитирующий элемент системы отопления, и направить поток на вырезанный кусок лобового стекла;
2. Фиксируем показания датчиков температуры, подсоединенных к внутреннему и внешнему слою лобового стекла;
3. По достижении температуры внутреннего слоя лобового стекла, равной 80 °С останавливаем эксперимент.

Опыт был проведен два раза: без прозрачной тонирующей пленки на внутреннем слое лобового стекла, и с пленкой. В ходе проведения первого эксперимента было принято решение насыпать снега на внешний слой лобового стекла. Результаты проведения опыта представлены на рис. 1 и 2 в виде графиков, показывающих зависимость температуры от времени.

Как видно из рис. 1, нагрев лобового стекла до 80 °С (по ГОСТ 5727 – 88) без пленки на его внутренней поверхности происходит за 5,5 минуты. При этом нагрев внутреннего и внешнего слоя происходит местами неравномерно. После достижения 5,5 минут было решено посыпать снег на внешний слой лобового стекла. Температура начала падать, и достигнув разрыва в 20 градусов на 6,5 минуте стекло начало трескаться.

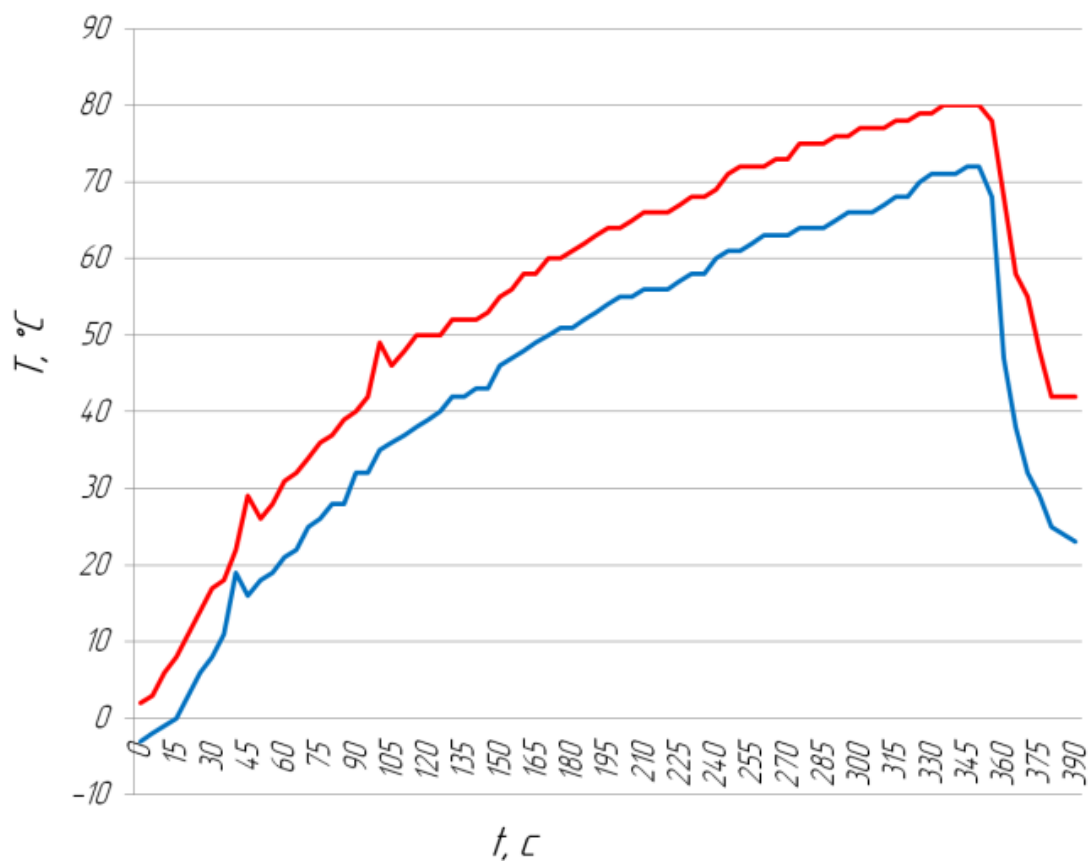


Рис. 1. Результат проведения опыта без пленки. Нижняя линия на графике показывает температуру внешнего слоя стекла

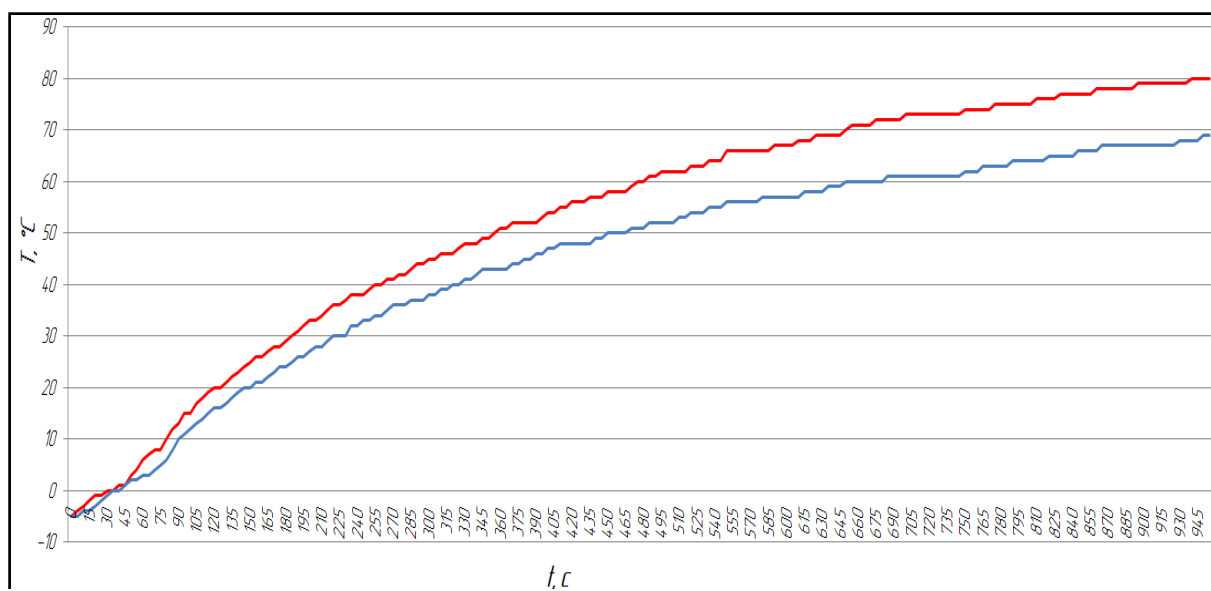


Рис. 2. Результат проведения опыта с тонирующей пленкой. Нижняя линия на графике показывает температуру внешнего слоя стекла

На рис. 2 показана зависимость температуры нагрева от времени лобового стекла с приклеенной прозрачной пленкой на внутреннем слое. График показывает, что достижение температуры 80 °С происходит за 15,5 минут, что почти в три раза дольше, чем это произошло при первом испытании. График имеет плавную линию роста температуры, без значимых отклонений между двумя линиями температуры.

По результатам проведения опыта можно сделать следующий вывод: нанесение прозрачной тонирующей пленки на внутренний слой лобового стекла автомобиля может значительно снизить негативное влияние воздействия высокой температуры, выходящей из дефлекторов системы отопления.

Список литературы

1. Автомобильные материалы: справочник / Г. В. Мотовилин, М. А. Масино, О. М. Суворов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1989. 464 с.
2. ГОСТ 27.002–89 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. М., 1989.
3. ГОСТ 51709–2001. Автотранспортные средства. Требования к техническому состоянию и методы проверки. Госстандарт России. М., 2001.
4. ГОСТ 5727–88 Стекло безопасное для наземного транспорта. Общие технические условия. М., 1988.
5. ГОСТ Р 50993–96. Автотранспортные средства. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования. Требования к эффективности и безопасности. М., 1996.
6. ГОСТ Р 52032–2003 Автомобили легковые. Системы очистки и омывания ветрового стекла. Технические требования. Методы испытаний. М., 2003.
7. Изменения № 1 ГОСТ 51709–2001. Автотранспортные средства. Требования к техническому состоянию и методы проверки. Утверждено и введено в действие приказом федерального агентства по стандартам и техническому регулированию 26.08.2005. № 215 ст.
8. Кутателадзе С. С., Боришанский В. М. Справочник по теплопередаче. М.: Госэнергоиздат, 1958. 414 с.

9. Маркова Б. Н. Сопротивление материалов: учеб. пособие. М.: КДУ, 2006. 256 с.

10. Материаловедение: учебник для высших технических учебных заведений / Б. Н. Арзамасов, И. И. Сидорин, Г. Ф. Косолапов и др.; под общ. ред. Б. Н. Арзамасова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1986. 384 с.

11. Исследование автотранспортных средств в целях определения стоимости восстановительного ремонта и оценки. Методическое руководство для судебных экспертов / Е. Л. Махнин, А. С. Козюлин, С. В. Федотов и др. М., 2007. 73 с.

12. ОСТ 37.001.248–86. Автотранспортные средства. Методы определения и оценки водопыленепроницаемости кабин и кузовов. М., 1986.

13. Павловский Я. Автомобильные кузова: пер. с польского. М.: Машиностроение. 1977. 544 с.

Ю. А. Хегай, Н. С. Сарвинова

Сибирский федеральный университет

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Автомобильный транспорт представляет собой важнейшую отрасль народного хозяйства. В настоящее время развитие экономики страны невообразимо без четко налаженной транспортной системы. От его организованности и безопасности находится в зависимости производственный темп предприятий строительства, промышленности и сельского хозяйства. Наравне с другими видами транспорта автомобильный транспорт создает условия для рационального производства и обращения продукции сельского хозяйства и промышленности, удовлетворяет необходимость населения в перевозках.

Парк автомобильного транспорта постоянно растет. За последнее десятилетие число автомобилей в России увеличилось более чем в 2 раза. Стремительными темпами растет не только парк личных автомобилей, но и коммерческий автомобильный парк. Рост автомобильного транспорта порождает совокупность проблем, а именно: загрязнение окружающей среды, дорожную аварийность, перегрузку дорог, чрезмерное потребление энергоресурсов. Данные проблемы имеют межотраслевой характер. Их решение должно быть главным приоритетом транспортной политики России. Процесс автомобилизации является противоречивым. Способствуя развитию рыночной экономики и обеспечивая новое качество жизни людей, автомобилизация имеет и негативные последствия, связанные с ущербом от дорожных происшествий, перегрузкой дорог, проблемой утилизации автотранспортных средств, загрязнением окружающей среды и другими факторами.

Характерной чертой автомобильного транспорта является высокая доля перевозок, которые выполняются парком нетранспортных организаций. Многие нетранспортные организации осуществляют перевозочную деятельность, не имея соответствующие лицензии на занятие соответствующей деятельностью, что значительно снижает безопасность перевозки как грузов, так и населения.

Также важной задачей развития автомобильного транспорта является модернизация правовой базы. Необходимо постоянное совершенствование нормативных документов, регламентирующих деятельность автотранспортных предприятий, организаций и клиентов, которые пользуются услугами автомобильного транспорта.

Автомобильный транспортный бизнес, вынужденный бороться с большим количеством проблем, в данный период времени переживает этап активной модернизации. Разумеется, через пару лет российские компании, которые занимаются грузовыми перевозками, не смогут превзойти по качеству предоставления услуг зарубежные компании, но смогут конкурировать на рынке и в дальнейшем занять основную долю рынка автомобильных транспортных услуг.

Основное внимание необходимо концентрировать на изношенности автомобильного парка, являющегося основой многих компаний-грузоперевозчиков. Большая часть автомобильного транспорта имеет двадцатилетний срок эксплуатации, что с учетом качества дорожного полотна, не делает чести такому парку. Очень важным является качественный расчет амортизационных отчислений и определение оптимального срока службы транспортных средств. Необходимо принять во внимание, что рационально применять различные подходы к исчислению срока службы для подвижного состава, исходя из страны-производителя конкретного автомобиля. Для автомобильных средств отечественного производства оптимальным является полезный срок эксплуатации 6–8 лет, а для зарубежных автомобилей – 9–12.

Существенной проблемой, влияющей на развитие транспортной системы, является проблема, связанная с законодательными сложностями, с которыми постоянно сталкиваются транспортные предприятия. Особенно важны моменты, усложняющие таможенное оформление товара на границе. После вступления Российской Федерации в ВТО транспортный бизнес помимо преимуществ, получил и ряд недостатков. Основными из них являются унификация транспортных тарифов, унификация тарифов на погрузочно-разгрузочные работы.

Также необходимо уделять внимание проблемам, которые связаны с техническим оснащением и наличием высокопрофессиональных логистов на транспортном предприятии. В настоящее время эффективная деятельность автомобильного транспорта невозможна без средств ком-

муникации и слежения за передвижением автотранспорта. Таким образом, предприятия должны уделять внимание высокотехническому оснащению предприятия [1].

Все проблемное поле транспортной отрасли, а также потребность разгрузить грузопотоки в местах с интенсивным движением транспорта, необходимость в улучшении экологической обстановки, безотлагательно требует изменения направлений развития автомобильного транспорта.

Одновременно необходимо решить проблемы совершенствования тарифной политики, развития информационно-аналитической системы управления автомобильным транспортом, мониторинга функционирования транспорта, модернизации системы диспетчерского управления транспортом, снижения вредного воздействия транспортных средств на окружающую среду.

Особенность функционирования автомобильного транспорта определяется необходимостью согласования экономических интересов транспортных предприятий и потребностей населения в транспортных услугах. Необходимо государственное регулирование тарифов и создание рыночной экономики, которая бы являлась стимулом для предприятий к введению новизны в транспортном обслуживании.

Предоставление льгот и субсидий на транспортное обслуживание населения в целях компенсации перевозчику убытков, которые возникли вследствие регулирования тарифов и перевозки льготных категорий граждан, должно обеспечивать мобилизацию внутрихозяйственных резервов транспортных предприятий, оптимизацию их деятельности.

Мониторинг тарифов в целях ограничения их инфляционного влияния, обеспечение ценовой прозрачности рынка, обеспечение стабильности и унификации тарифов позволит усовершенствовать тарифную политику, создать эффективный механизм, способствующий регулированию рынка транспортных услуг с учетом социальной значимости.

Осуществление диспетчерского управления обеспечивает оперативное управление транспортным средством и формирует реальную информацию о его функционировании. Необходимо в рамках системы управления транспортом информационно объединить центральные диспетчерские службы, диспетчерские пункты на транспортных предприятиях.

Диспетчерское управление повысит качество транспортного обслуживания населения за счет постоянного автоматизированного контроля

движения автомобильного транспорта, координацию и синхронизацию работы транспортных организаций, эффективность и рациональность использования транспортных средств.

С каждым годом все более важной является проблема защиты окружающей среды от неблагоприятного воздействия транспортных средств, нанося ощутимый вред атмосфере. Несоответствие автомобильного транспорта экологическим требованиям, продолжающийся рост транспортных потоков, неудовлетворительное состояние автомобильных дорог – все это приводит к постоянному ухудшению экологической обстановки. Главной причиной неблагоприятного воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду остается низкий технический уровень подвижного состава и отсутствия системы нейтрализации отработавших газов. Снижение вредного воздействия автомобильного транспорта на здоровье населения и окружающую среду достигается за счет перехода на применение транспортных средств, которые работают на экологически чистом топливе и альтернативных источниках энергии.

Анализ современных направлений и проблем модернизации транспортной отрасли свидетельствует о том, что они имеют системный характер и требуют комплексного подхода к их решению. Постоянный рост спроса на перевозки автомобильным транспортом, негативные явления в транспортной системе в целом и отдельных ее подотраслях, формируют угрозу экономическому росту России в целом и отдельных ее регионов, ослабления позиций России на мировом рынке транспортных услуг [2].

Автомобильный транспорт должен обеспечивать комфортную доступность территорий страны, безопасность и надежность транспортного обслуживания населения, не причинять вредного воздействия экологии. Необходимо развитие единой транспортной системы, которая обеспечивает взаимодействие, взаимодополняемость различных видов транспорта.

Список литературы

1. Транспортная стратегия Российской Федерации. 2013. Режим доступа: <http://www.mintrans.ru:8080/prensa/TransStratGossovetRabGroop6.htm>
2. Транспорт Российской Федерации / Перспективы развития автомобильно-дорожной сети Российской Федерации до 2030 г. 2012. Режим доступа: <http://www.rostransport.com/themes/7062/>

А. С. Безуглов

Сибирский федеральный университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ БЕТОНОСМЕСИТЕЛЕЙ ДЛЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ ПОГРУЗЧИКОВ

Применение на универсальных малогабаритных погрузчиках с бортовым поворотом (УМП) съемного бетонорастворосмесительного оборудования и наличие многообразия конструктивных решений и способов перемешивания не позволяет выбрать оптимальный вариант, обладающий минимальной потребительской стоимостью, определяемой энергозатратами. Отсутствие [1] в настоящее время теории смешивания, объясняющей энергоемкость технологической операции возникновения поверхности раздела фаз компонентов (рис. 1) определило гипотезу применения к исследованиям метода анализа размерностей.

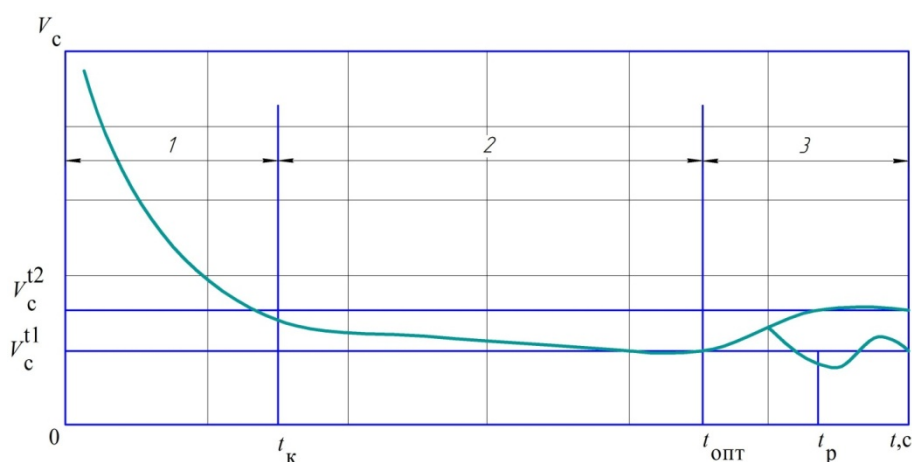


Рис. 1. Зависимость коэффициента неоднородности от времени смешивания

Участок 1 данного графика характеризует процесс конвективного смешивания, участок 2-диффузионного, 3-сегрегации. Наибольшее влияние на состояние смеси оказывает конвективное смешивание.

Для оптимизации параметров бетонорастворосмесителей используем следующие критерии оптимизации [2] (для более оптимальной конструкции значения критериев стремятся к максимуму):

$$\pi_N = \frac{AQ}{N}; \pi_Q = \frac{AH^4}{Q} \sqrt[3]{\frac{H^2}{G^2 N}}; \pi_N, \pi_Q \rightarrow \max \text{ при } \begin{cases} A = \text{const}, \\ H = \text{const}, \\ G \rightarrow \min, \\ Q \rightarrow \max, \\ N \rightarrow \min. \end{cases}$$

Где A – удельная энергоемкость рабочего процесса, Па; Q – производительность машины, м³/с; N – установочная мощность двигателя, кВт; H – линейный размер, м; G – масса машины, кг; Z – грузоподъемность (грузоподъемная сила), Н.

В результате сокращения числа зависимых переменных для бетонорастворосмесителей получены следующие выражения:

$$\pi_N = \frac{V}{Sl} = \frac{V}{StR\omega} = \frac{V}{SRn} = \frac{V}{S\vartheta t},$$

где V – объем замеса; S – площадь лопатки; l – длина пути частицы; R – радиус лопаток; ω, ϑ – линейная и угловая скорость вала; t – время перемешивания; n – количество оборотов вала.

Критерии π_N должен стремиться к максимуму, поэтому для перемешивания одинакового объема нужно иметь смесительный орган с как можно меньшей площадью лопаток, расположенных на малом радиусе, причем и скорость вращения должна быть минимальной.

По критерию π_Q :

$$\pi_Q = \frac{1}{VG^{2/3}} \cdot \frac{1}{S} \cdot \sqrt[3]{\frac{M^2 R^7 t^4}{l}} = \frac{1}{VG^{2/3}} \cdot \frac{n}{S} \sqrt[3]{\frac{M^2 R^{11}}{\omega^4}} = \frac{1}{VG^{2/3}} \cdot \frac{t}{S} \cdot \sqrt[3]{\frac{M^3 R^{11}}{\omega}}.$$

На критерий π_Q существенное влияние оказывают силовые характеристики привода $M^{2/3}$ и обратно пропорционально $\omega^{1/3}$, а также геометрические параметры смесителя $\frac{R^{11/3}}{S}$ и в прямой зависимости находится время t .

График зависимости мощности двигателя смесителя от времени показан на рис. 2.

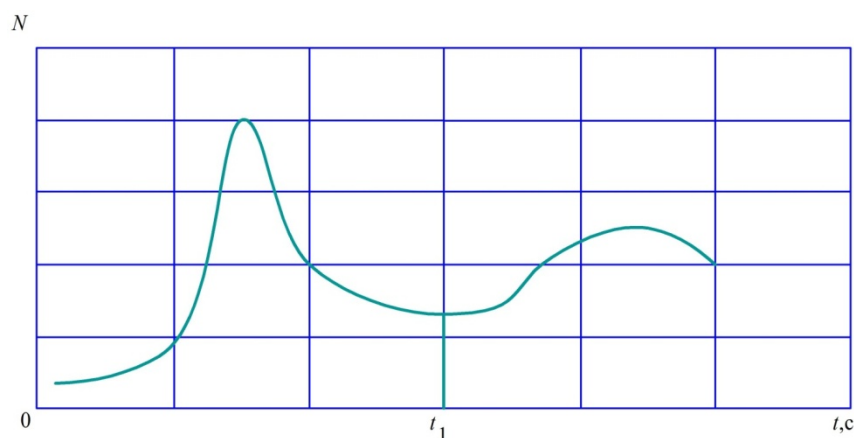


Рис. 2. Зависимость мощности двигателя смесителя от времени

Из графика зависимости мощности от времени видно, что при времени больше t_1 происходит увеличения мощности. Это объясняется ухудшением реологических характеристик бетонной смеси. Сравнивая оба графика можно предположить, что t_1 и $t_{\text{опт}}$ равны. Далее делаем вывод, что изменения коэффициента неоднородности оказывает влияние на изменения мощности.

$$N = kV_c^t,$$

где k — коэффициент зависимости мощности от коэффициента неоднородности.

Коэффициент неоднородности на участке конвективного смешивания можно приближенно описать с помощью прямой:

$$V_c^t = a + bt,$$

где a — начальное значения коэффициента неоднородности, b — скорость изменения.

Приравнивая эти две формулы получаем:

$$N = ka + kbt.$$

На скорость изменения коэффициента неоднородности оказывают влияние и характеристики самого смесителя, поэтому

$$b = k_1 N,$$

где k_1 — коэффициент характеризующий смеситель и его рабочий орган.

После преобразования исходного выражения уравнение записывается в виде:

$$N = ka + kk_1 Nt$$

или

$$N = \frac{ka}{1 - kk_1 t}.$$

Для нахождения коэффициента k_1 воспользуемся формулами выведенные профессором К.М. Королевым при обработке статических данных бетоносмесителей.

Тарелчатые смесители принудительного действия:

$$N = 39V^{0.92}; N = 4D^{2.3}.$$

Лотковые двухвальные смесители:

$$N = 34V^{0.98}; L = 1.55V^{0.3}; R = 0.55V^{0.3}.$$

Лотковые одновальные смесители:

$$N = 36V^{1.05}; L = 2.35V^{0.35}; R = 0.7V^{0.4},$$

где V – объем готового замеса, м^3 ; N – мощность двигателя, кВт; L – длина смесителя, м; R – радиус лопасти, м; D – наружный диаметр корпуса смесителя, м.

Для тарелчатых смесителей принудительного действия получаем следующие зависимости:

$$k_1 = \frac{39V^{0.92} - ka}{39ktV^{0.92}}; k_1 = \frac{4D^{2.3} - ka}{4ktD^{2.3}}.$$

Для лотковых двухвальных смесителей:

$$k_1 = \frac{34V^{0.98} - ka}{34ktV^{0.98}}; k_1 = \frac{8.11L^{3.27} - ka}{8.11ktL^{3.27}}; k_1 = \frac{240.2R^{3.27} - ka}{240.2ktR^{3.27}}.$$

Для лотковых одновальных смесителей:

$$k_1 = \frac{36V^{1.05} - ka}{36ktV^{1.05}}; k_1 = \frac{2.77L^3 - ka}{2.77ktL^3}; k_1 = \frac{88.46R^{2.625} - ka}{88.46ktR^{2.625}}.$$

Зависимость критерия π_N от конструктивных параметров при измененном объеме представляет собой гиперболу.

Для построения эффективного типоразмерного ряда УМП, оснащаемых лотковыми бетонорастворосмесителями, монтируемыми в основное рабочее оборудование-ковш, примем в качестве основного параметра эксплуатационную массу машины. Средневероятную мощность двигателя УМП найдем из известного выражения $N = -3.42 + 0.015G$. Для нахождения оптимального объема бетонорастворосмесителя используем результаты статистических исследований отечественных и зарубежных бетоносмесителей К.М. Королева $N = 34V^{0.98}$, $L = 1.55V^{0.3}$ (для одновального смесителя).

Преобразуя вышеперечисленные выражения, получаем следующие зависимости для бетонорастворосмесителей:

$$\begin{aligned} \text{двухвального } V &= (-0.101 + 0.0004G)^{1.02}; L = 1.55(0.0004G - 0.101)^{0.31}; \\ \text{одновального } V &= (-0.095 + 0.0006G)^{0.95}; L = 2.35(0.0006G - 0.095)^{0.33}. \end{aligned}$$

График зависимости объема бетонорастворосмесителя от массы УМП представлен на рис. 3.

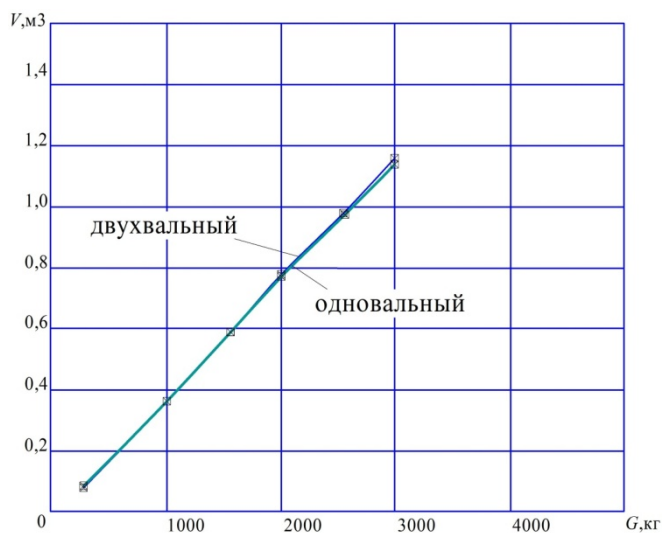


Рис. 3. Зависимость объема бетонорастворосмесителя от массы УМП

График зависимости длины бетонорастворосмесителя от массы УМП представлен на рис. 4.

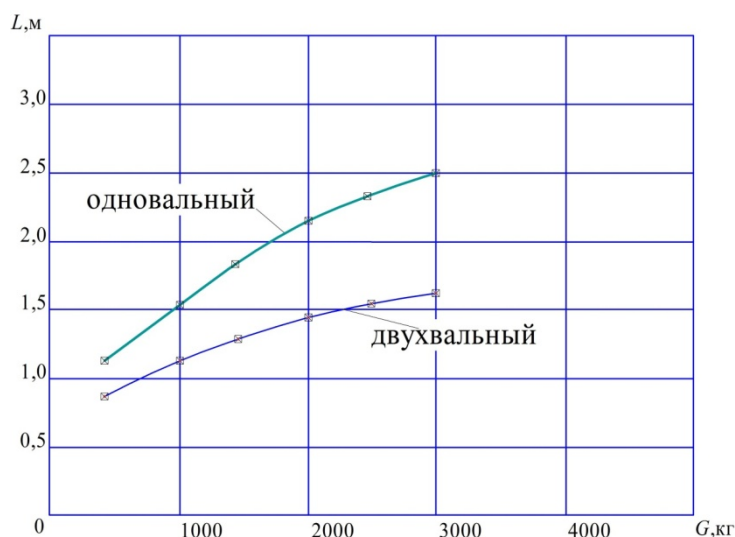


Рис. 4. Зависимость длины бетонорастворосмесителя от массы УМП

Анализ исследований, проведенных в среде MathCAD, позволяют сделать следующие выводы:

1. Получены выражения взаимосвязи конструктивных параметров бетонорастворосмесителей для УМП;
2. Двухвальные и одновальные смесители, при установке на машину одной и той же массы, не значительно отличаются по объему;
3. Двухвальные смесители обладают меньшей длиной, чем одновальные, но они обладают большей массой за счет ширины и сложной конструкцией привода.

Список литературы

1. Борщевский А. А., Ильин А. С. Механическое оборудование для производства строительных материалов и изделий: учебник для студентов вузов. 2-е изд., стер. М.: Альянс, 2009. 368 с.
2. Минин В. В. Концепция повышения эффективности универсальных малогабаритных погрузчиков: монография. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. 304 с.

Д. Д. Никонов

Сибирский федеральный университет

ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО РАЗРУШЕНИЮ СНЕЖНО-ЛЕДЯНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ НА ДОРОГАХ

Удаление снежно-ледяных образований на дорожных покрытиях и тротуарах является одной из проблем дорожных служб Красноярского края. Для очистки заснеженных поверхностей традиционно используют автогрейдеры и специальные снегопогрузчики. Данная технология не применима в стесненных условиях, где возможно, при соответствующем дооснащении рабочего оборудования, использование универсальных малогабаритных погрузчиков с бортовым поворотом (УМП).

С целью определения рациональных параметров конструкции сменного рабочего оборудования ударного действия к УМП создан [1] экспериментальный стенд (рис. 1, а). Его механическая часть состоит из основания и непосредственно ударника, который содержит рукоять с закрепляемыми на ней грузом и сменными ножами. Масса ударника составляет 5 кг.



*Рис. 1. Стенд ударного разрушения снежно-ледяных образований:
а – оборудование для исследований и регистрации параметров; б – рабочие органы*

Ножи (рис. 1, б) изготовлены из стали 40×12 и имеют четыре вида заточки: 30, 45, 60 и 90 градусов. Толщина ножей – 0,005 м. Уголки с ши-

пами (шаг между шипами – 0,0015 м, 0,002 м и 0,0025 м). Для измерения и регистрации параметров виброскорости применялся анализатор спектра A19U2 с датчиком вибропреобразования скорости AP2037, подключенный к ноутбуку TOSHIBA satellite A200-1M8 с установленным программно-математическим обеспечением ZETLab.

В соответствии с планом эксперимента варьировались следующие параметры: угол наклона инструмента к плоскости удара, высота падения инструмента, семь видов рабочих органов (табл. 1). При этом замерялись значения виброскорости (рис. 2) и массы отколовшихся от поверхности фрагментов наледи (табл. 2, рис. 3).

Таблица 1

Характеристики рабочих органов
для льдоскалывающего оборудования

№ п/п	Тип исполнения	Угол заточки, град.	Шаг между шипами, м
1	Нож	30	—
2	Нож	45	—
3	Нож	60	—
4	Нож	90	—
5	Уголок с шипами	—	0,0015
6	Уголок с шипами	—	0,0020
7	Уголок с шипами	—	0,0025

Примечание. Масса рабочего органа и ударника составляет – 5 кг.

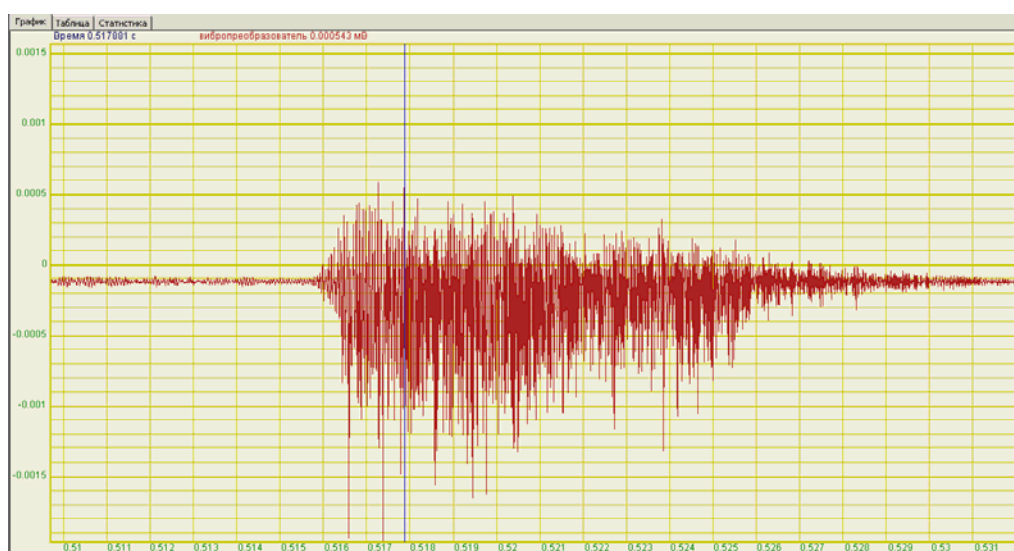


Рис. 2. Пример записи осциллограммы виброскорости рабочего органа при взаимодействии с наледью

Усредненные значения результатов измерения виброскорости

Высота падения рабочего органа, м	Угол наклона рабочего органа, град.		
	60	75	90
0,4	0,000548 (0,028)	0,001018 (0,018)	0,000604 (0,016)
0,6	0,000593 (0,036)	0,001197 (0,028)	0,001116 (0,022)
1	0,000596 (0,046)	0,001652 (0,028)	0,001710 (0,038)

Примечание. Нож с углом заточки 60 градусов, в скобках указаны значения веса отколовшихся фрагментов наледи, кг.

Эффективность каждого из типов рабочих органов оценивалась по значениям КПД рабочего процесса в виде отношения полезной работы к затраченной по классическим зависимостям. Результаты такой оценки представлены на рис. 4.

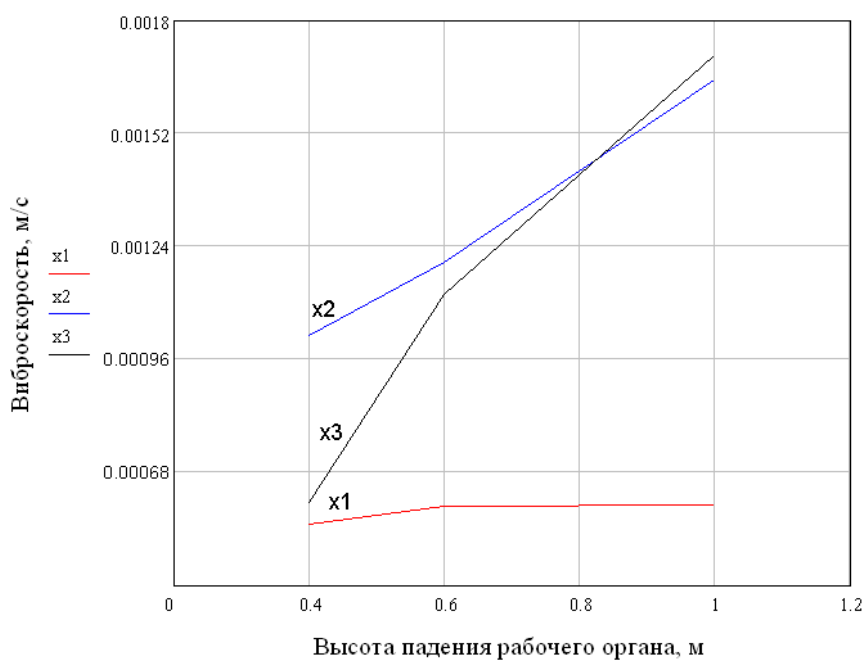


Рис. 3. Зависимости виброскорости от высоты падения рабочего органа
(x1, x2, x3 – углы наклона рабочего органа к плоскости удара:
60, 75 и 90 градусов, соответственно)

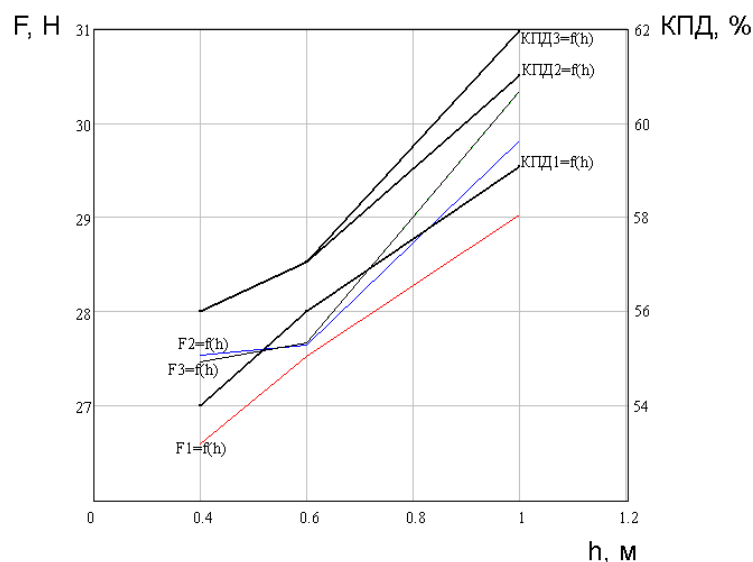


Рис. 4. Зависимость реакции на рабочий орган при отделении наледи (F), высоты падения рабочего органа (h) и КПД рабочего процесса (углы наклона к плоскости удара: 60, 75 и 90 градусов соответствуют индексам 1, 2 и 3)

Анализ результатов многочисленных экспериментов, проводившихся в различных погодных условиях, позволяет сделать ряд рекомендаций по созданию и совершенствованию рабочих органов ударного действия для удаления снежно-ледяных образований на дорогах и тротуарах. Наиболее эффективными являются следующие параметры: угол заточки ножа – 60 градусов, высота падения – 0,6 метров, угол наклона к плоскости удара – 75 градусов. Несомненно, что варианты конкретных конструкций сменного рабочего оборудования в целом могут иметь отклонения от рекомендуемых значений в пределах погрешностей измерения.

Список литературы

1. Минин В. В. Концепция повышения эффективности универсальных малогабаритных погрузчиков: монография. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. 304 с.

А. Ю. Ахпашев

Сибирский федеральный университет

**АВТОМАТИЗАЦИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОЧЕГО
ОБОРУДОВАНИЯ ОДНОКОВШОВОГО ЭКСКАВАТОРА
В MATLAB SIMULINK**

Simulink – интерактивный инструмент для моделирования, имитации и анализа динамических систем. При моделировании с использованием Simulink реализуется принцип визуального программирования, что дает возможность строить графические блок-диаграммы, имитировать динамические системы, исследовать работоспособность систем и совершенствовать проекты. Simulink полностью интегрирован с MATLAB, обеспечивая немедленным доступом к широкому спектру инструментов анализа и проектирования.

В свою очередь Simulink имеет ряд подпрограмм для моделирования и анализа различных систем. В данном случае будут рассмотрено приложение Simulink для моделирования и анализа механических систем.

SimMechanics – это библиотека Simulink для физического моделирования механических систем. Позволяет создавать модели механических объектов и совместно с другими пакетами разрабатывать реальные прототипы систем управления, т. е. позволяет задавать координаты, массы и моменты инерции тел, виды их соединений, число степеней свободы и моделировать динамику полученной конфигурации в трех измерениях [1].

Основные функциональные возможности пакета:

- моделирование механических систем с использованием модели твердого тела;
- допускается объединение механических блоков с другими типами блоков системы Simulink;
- анализ трехмерных моделей и моделирование;
- библиотеки соединений и ограничений;

- моделирование линейных и угловых движений, заданных уравнениями сил и моментов;
- поддерживает операции триммирования и линеаризации при проектировании систем управления.

Для создания модели механической системы, такой как рабочее оборудование одноковшового экскаватора в Simulink необходимо поэтапно создать все блоки и их связи с соответствующими параметрами. То есть для создания блока имитирующего, например рукоять РО, проектировщику необходимо вручную ввести количественные характеристики декартовых координат кинематических соединений и центра масс данной детали, а также массовые характеристики. В итоге получается очень трудоемкий процесс, требующий повышенной точности, так как деталей и их соединений в модели большое количество.

В SimMechanics возможен экспорт 3D-моделей из SolidWorks со всеми геометрическими и массовыми характеристиками.

Для экспортирования модели из SolidWorks в SimMechanics требуется установить необходимые дополнения (Smlink) для MATLAB доступные для скачивания на официальном сайте. После установки Smlink на панели инструментов в SolidWorks появится вкладка SimMechanics Link. Необходимым условием для этого является отсутствие русскоязычных названий деталей и их свойств, а также указание материала. Корректность модели в Simulink будет зависеть от правильности задания сопряжений в 3D-модели SolidWorks.

Рассмотрим в качестве примера 3D-модель рабочего оборудования одноковшового экскаватора (рис. 1).

Данная модель состоит из 14 деталей. Основные элементы – стрела, рукоять, ковш. Гидроцилиндры моделируются двумя телами (шток, цилиндр) с возвратно-поступательным движением относительно друг друга. Всего в модели 11 шарнирных и 4 поступательных (цилиндрических) кинематических соединений (рис. 2). Данные виды соединений моделируются соответствующими типами сопряжений при сборке модели. Для экспорта необходимо нажать во вкладке SimMechanics Link – Export – SimMechanics First Generation. Модель экспортируется в формате *.xml со всеми геометрическими и массовыми характеристиками.



Рис. 1. 3D-модель рабочего оборудования одноковшового экскаватора

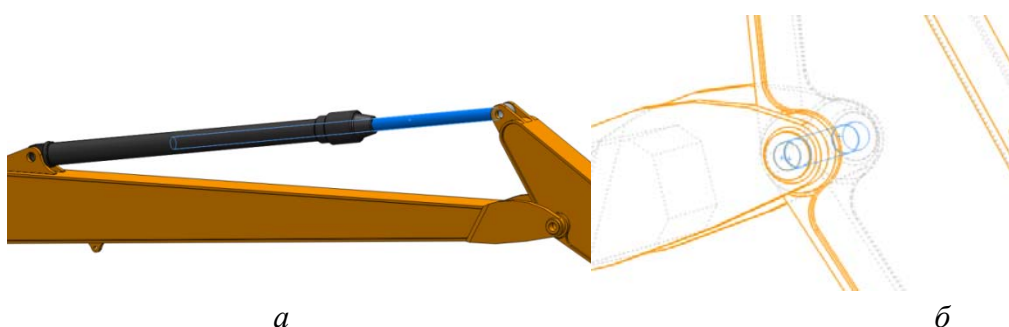


Рис. 2. Кинематические соединения элементов:
а – поступательное; б – вращательное

Первым этапом моделирования является импортирование 3D-модели в Simulink. Импорт модели в Simulink начинается с запуска приложения Import Physical Modeling XML. Для этого необходимо в командной строке MATLAB ввести команду *mech_import*. В появившемся окне указываем путь к XML-файлу импортируемой модели. В случае успешного импорта автоматически запускается Simulink-модель. Так как модель строится автоматически, то после построения её необходимо подкорректировать для наилучшей наглядности (рис.3). В дальнейшем для удобства можно оптимизировать модель путём объединения блоков в подсистемы. В них объединим блоки, моделирующие гидроцилиндры, основание и механизмы ковша.

При этом все параметры всех блоков Simulink-модели задаются автоматически:

- для каждого тела (блок Body): масса, координаты собственного центра масс, а также координаты точек присоединения (шарниров) к другим телам.

- для каждой кинематической пары (соединения) (блоки Joint): оси вращения и поступательного движения для соответствующих блоков.

Для непосредственного этапа моделирования в Simulink-модель необходимо добавить блоки, задающие характер движения и регистрирующие результаты.

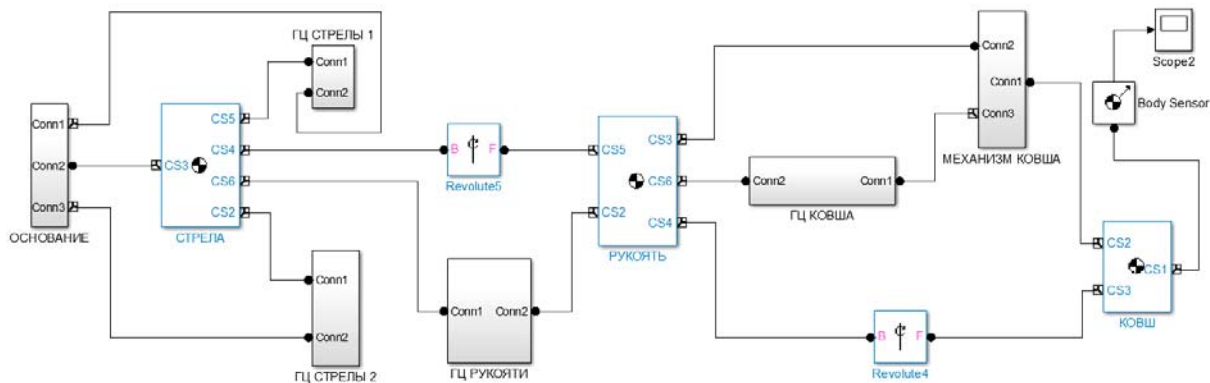


Рис. 3. Simulink модель ПО ОЭ с подсистемами

Перед проведением моделирования задаем характер движения её элементов. В SimMechanics за это отвечают два типа блоков (рис. 4):

- Body Actuator – блок приложения силы или крутящего момента к телу. Блок «привода» тела;
- Joint Actuator – блок приложения к кинематическому соединению (шарниру) заданного вращающего момента или усилия. Блок «привода» шарнира.

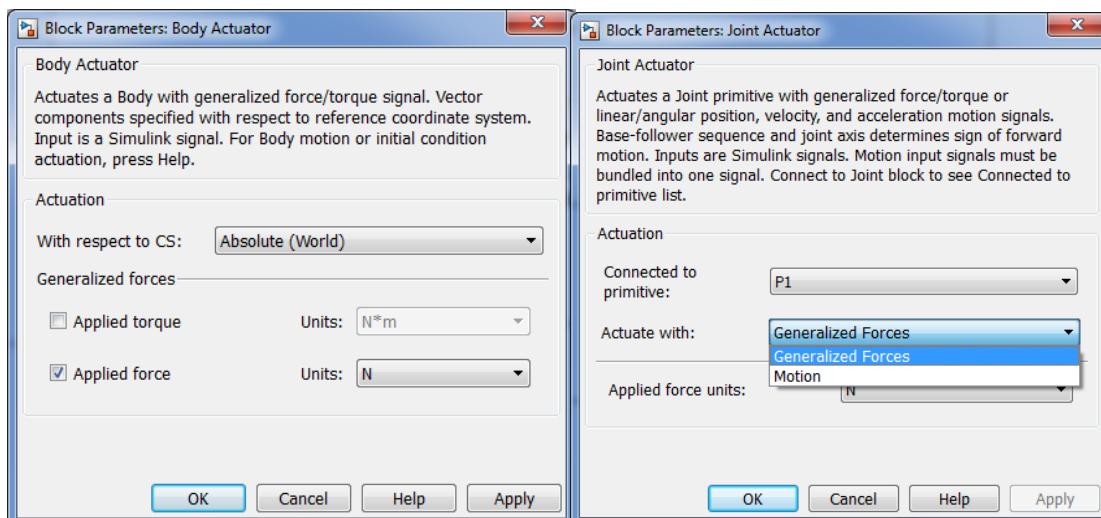
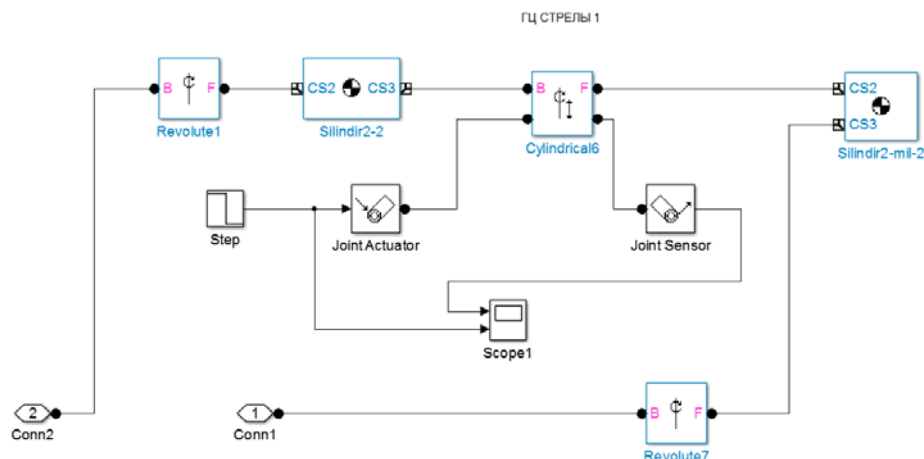
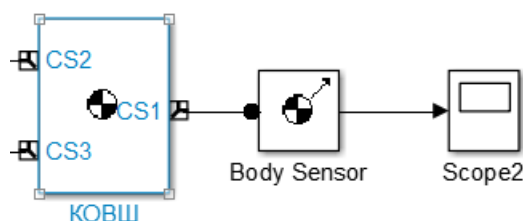


Рис. 4. Параметры блоков Body Actuator и Joint Actuator

В данной модели симулируем движение гидроцилиндра подъема стрелы сначала вверх потом – вниз (в течение 16 секунд). Для этого необходимо использовать блок Joint Actuator с переменным входным сигналом Step. В поступательную пару гидроцилиндра подъема стрелы, состоящего из двух тел (рис. 5, а) добавляем два порта для подключения блоков Joint Actuator и Joint Sensor.



а



б

Рис. 5. Подключение блоков: а – Joint Actuator и Joint Sensor; б – Body Sensor

Для регистрации сигналов применяем блоки Joint Sensor и Body Sensor (рис. 6).

Joint Sensor – виртуальный датчик кинематического соединения. Выходными сигналами являются величины линейного или углового перемещения, скорость и/или ускорение.

Body Sensor – виртуальный датчик тела. Выходными сигналами являются величины линейного или углового перемещения, скорость и/или ускорение определенной точки тела в заданной системе координат.

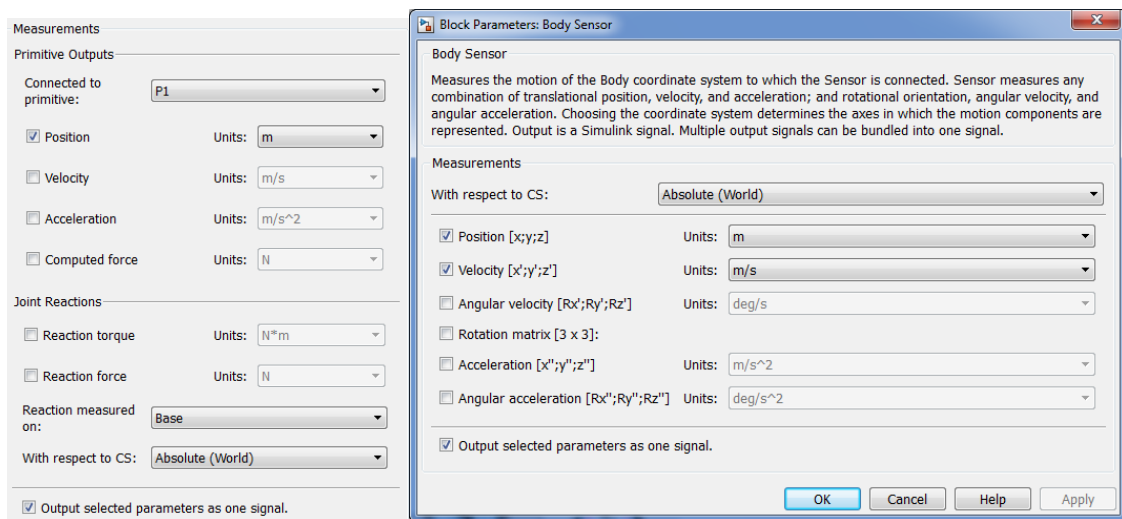


Рис. 6. Параметры блоков Joint Sensor и Body Sensor

Эти блоки можно применять к любому элементу модели, что дает возможность измерять линейные и угловые перемещения, скорости, ускорения любого элемента механизма в динамике на протяжении заданного времени моделирования, а также силы, действующие на них, с учетом массовых и инерционных характеристик. Для визуализации данных применяется блок осциллографа Scope (рис. 5, б).

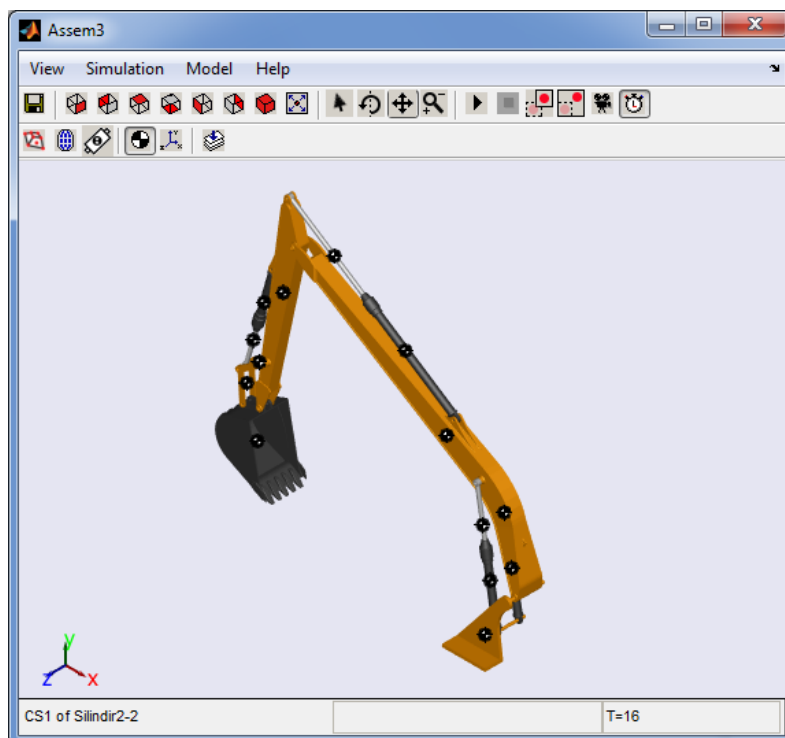


Рис. 7. Окно моделирования РО ОЭ в Simulink

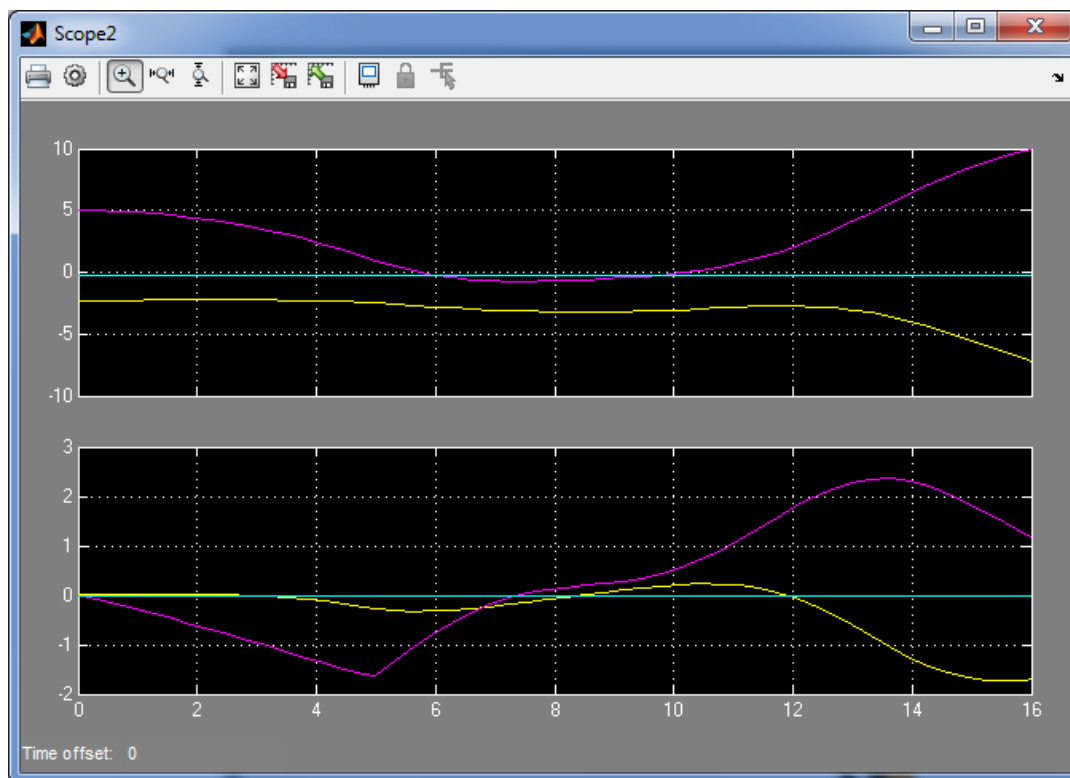


Рис. 8. Диаграмма перемещений и скорости ковша

В данной модели на ковш (центр масс ковша) был установлен виртуальный датчик Body Sensor; выходным сигналом на осциллограф Scope передавались численные значения линейного перемещения и скорость ковша. Время моделирования составляет 16 секунд. Во время моделирования 3D-модель движется согласно заданному сигналу на блоке JointActuator, симулирующего подъем; идет опускание ГЦ стрелы (рис. 7). Вместе с элементами механизма двигаются и их координаты центров масс, отображенные на 3D-модели.

В результате моделирования на диаграмме отображается линейное перемещение (x, y, z) и скорость ковша (x', y', z') (рис. 8).

Автоматизация процедур построения модели в Simulink путём её экспортирования из SolidWorks сводит время для построения и дальнейшего моделирования к минимуму.

Список литературы

1. Моделирование и визуализация движений механических систем в MATLAB: учеб. пособие / В. С. Щербаков, М. С. Кoryтов, А. А. Руппель, В. А. Глушеч и др. Омск: Изд-во СибАДИ, 2007. 84 с.

А. В. Марусин, А. М. Сычёв, И. К. Данилов

Саратовский государственный технический университет

**РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ В ПЛУНЖЕРНОЙ
ПАРЕ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЯ**

Анализ научно-технической литературы зарубежных и российских авторов [1–5] по математическому моделированию процессов в системе топливоподачи (ТП) дизелей с электронным управлением показал наличие в дифференциальных уравнениях, описывающих процессы каждого из элементов математической модели системы ТП большого количества параметров, которые существенно влияют на динамику изменения мгновенных значений давления дизельного топлива. Вместе с тем, в этих работах не рассматриваются функции чувствительности и показатели изменения параметров математических моделей, вопросы оценки степени количественного влияния параметров математических моделей на результаты моделирования, отсутствуют чёткие рекомендации по оценке степени чувствительности и значимости каждого из параметров математических моделей элементов топливной аппаратуры в отдельности. Кроме того, в математических моделях процессов плунжерного топливного насоса высокого давления (ТНВД) имеется много параметров, существенно и взаимно влияющих на результаты моделирования.

Предварительные исследования математических моделей процессов в плунжерной паре ТНВД, проведённые нами, показали высокое влияние на результаты моделирования значений давления в надплунжерном пространстве следующих параметров модели ТНВД: величины зазора в плунжерной паре; коэффициента сжимаемости дизельного топлива; скорости движения плунжера; коэффициента кинематической вязкости дизельного топлива; изменения объёма над плунжером и пр.

В связи с этим были сформулированы задачи теоретического исследования: разработать математическую модель процессов в плунжерной паре ТНВД дизеля; количественно оценить влияние значений следующих параметров математической модели плунжерной пары ТНВД – величины за-

зора в плунжерной паре, коэффициента сжимаемости, изменения объёма над плунжером, изменения скорости движения плунжера, коэффициента кинематической вязкости дизельного топлива, на результаты моделирования процессов в ТНВД.

Целесообразно рассматривать процессы плунжерной пары ТНВД в отдельности для того, чтобы исключить влияние процессов протекающих в других элементах системы ТП дизеля. На первом этапе исследования рассматривается только один из элементов математической модели системы ТП дизеля – собственно математическая модель процессов в одной плунжерной паре ТНВД дизеля с закрытым выходом. Развиваемая производительность плунжерной пары, т. е. подача дизельного топлива, при закрытом выходе ТНВД переходит в утечки по щели между втулкой и плунжером.

При моделировании процессов в отдельно взятой плунжерной паре с закрытым выходом ТНВД использовались следующие допущения: не учитывался перепад давлений в нагнетательном клапане насоса вследствие малости его по сравнению с давлениями, создающимися в системе топливоподачи при впрыске; значения коэффициента динамической вязкости и сжимаемости изменяются с ростом давления топлива над плунжером; вся подача плунжерной пары соответствовала утечкам по зазору между плунжером и втулкой.

Дифференциальное уравнение, описывающее процесс изменения давления над плунжером ТНВД, учитывая коэффициент сжимаемости топлива, имеет вид [1]

$$\alpha_m(p) \cdot V_p(\varphi) \cdot dp/dt = f_p \cdot c_p + Q_{pH}, \quad (1)$$

где $\alpha_m(p)$ – коэффициент сжимаемости топлива; $V_p(\varphi)$ – объём полости над плунжером; f_p и c_p – площадь сечения и мгновенная скорость плунжера насоса; p – давление топлива над плунжером; t – время; Q_{pH} – объёмный расход утечек через щель «плунжер-втулка» ТНВД; φ – частота вращения распределительного вала дизеля.

В исследовании использовалась табличная экспериментальная зависимость среднего и истинного значений коэффициентов сжимаемости топлива от начального давления p [1], которая в форме графиков приведена на рис. 1.

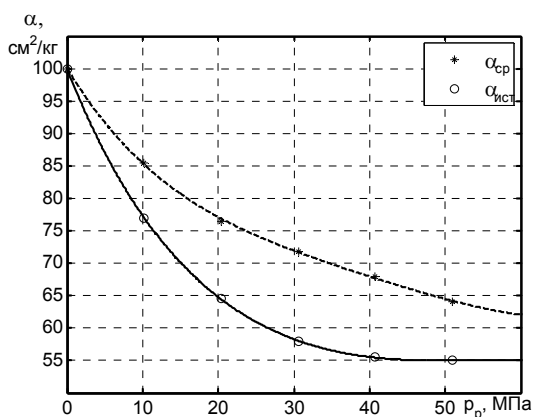


Рис. 1. Зависимость коэффициента сжимаемости дизельного топлива от начального давления p : $\alpha_{ист}$ – значения истинного коэффициента сжимаемости; $\alpha_{ср}$ – средние значения коэффициента сжимаемости

пятого порядка:

$$\alpha_{ист} = a_1 \cdot p^5 + a_2 \cdot p^4 + a_3 \cdot p^3 + a_4 \cdot p^2 + a_5 \cdot p + a_6, \quad (3)$$

где $a_1 = -7,5712 \cdot 10^{-8}$; $a_2 = 1,4734 \cdot 10^{-5}$; $a_3 = -0,0014$; $a_4 = -2,9671$; $a_5 = 0,0825$; $a_6 = 99,997$.

Коэффициент сжимаемости дизельного топлива обычно вводится в дифференциальное уравнение математической модели при расчетах процесса подачи.

Исследования по моделированию процессов в плунжерной паре с закрытым выходом ТНВД проводились для конструкции дизельного плунжерного топливного насоса высокого давления с электромагнитным клапаном производства ООО «ППП Дизельавтоматика».

При моделировании процессов в ТНВД использовалась экспериментальная табличная зависимость значений перемещения плунжера (h_p) ТНВД от угла поворота (φ) распределительного вала дизеля 16ЧН26/26, которая для относительных значений перемещения плунжера приведена в форме графика на рис. 2. Интерполяция табличной зависимости перемещения плунжера от угла поворота распределительного вала (φ) была получена с использованием кубической сплайн-интерполяции – численного метода вычислительной математики.

По табличным данным [1, 2] построены регрессионные математические зависимости: значений среднего коэффициента сжимаемости дизельного топлива ($\alpha_{ср}$) от начального давления (p_p) в форме многочлена четвертого порядка:

$$\alpha_{ср} = a_1 \cdot p^4 + a_2 \cdot p^3 + a_3 \cdot p^2 + a_4 \cdot p + a_5, \quad (2)$$

где $a_1 = 5,1569 \cdot 10^{-6}$; $a_2 = -8,3799 \cdot 10^{-4}$; $a_3 = 0,0531$; $a_4 = -1,9148$; $a_5 = 100,06$; значений истинного коэффициента сжимаемости дизельного топлива ($\alpha_{ист}$) от начального давления над плунжером (p_p) в форме многочлена

Значения ускорения (a_p) и скорости (v_p) плунжера рассчитывались численным дифференцированием интерполяционной табличной зависимости перемещения плунжера (h_p) по углу поворота (φ) распределительного валика ТНВД.

При расчёте относительных значений ускорения (a_p), скорости (v_p) и перемещения (h_p) плунжера были использованы их максимальные значения соответственно $a_{p\max} = 0,383 \text{ м/с}^2$ при $\varphi = 19^\circ$ п.р.в.; $v_{p\max} = 2,017 \text{ м/с}$ при $\varphi = 23^\circ$ п.р.в.; $h_{p\max} = 0,022 \text{ м}$ при $\varphi = 56^\circ$ п.р.в.

Уравнение объёмного расхода топлива в зазоре по сопряжению «плунжер-втулка» ТНВД имеет следующий вид [1]:

$$Q_{pH} = \pi \cdot \beta_3 \cdot \Delta p^2 \cdot \delta^3 \cdot d \cdot \ln(c_\mu) / (12 p_0 \cdot \delta \cdot \mu_{\text{то}} \cdot l \cdot (c_\mu^{\Delta p/p_0} - 1)) \pm (\pi \cdot u \cdot d \cdot \delta / 2), \quad (4)$$

где δ – величина кольцевого зазора; u – скорость плунжера ТНВД; d и l – соответственно диаметр и длина втулки; β_3 – поправочный коэффициент на эксцентricность сопряжения (от 1,15 до 1,4); $\Delta p = p_p - p_0$ – перепад давлений в уплотнении; $c_\mu = 1,0025$ – коэффициент с постоянным значением; $\mu_{\text{то}}$ – динамическая вязкость топлива при атмосферном давлении $p_0 = 0,1 \text{ МПа}$.

В уравнение (4) включено уравнение зависимости коэффициента динамической вязкости $\mu_{\text{тр}}$ от давления p_p над плунжером ТНВД [1]:

$$\mu_{\text{тр}} = \mu_{\text{то}} \cdot c_\mu^{p/p_0}. \quad (5)$$

Известны различные зависимости коэффициента кинематической вязкости топлива от температуры. Коэффициенты кинематической (ν) и динамической ($\mu_{\text{тр}}$) вязкости дизельного топлива связаны между собой следующим выражением:

$$\nu = \mu_{\text{тр}} / \rho_{\text{т}}, \quad (6)$$

где $\rho_{\text{т}}$ – плотность дизельного топлива.

По табличным данным экспериментальной зависимости кинематической вязкости (ν) дизельного топлива от его температуры ($T_{\text{т}}$) [3] построена соответствующая ей регрессионная зависимость, которая имеет следующий вид:

$$\nu_p = a + c \cdot \log(T_{\text{т}}) + d \cdot \log(T_{\text{т}})^2, \quad (7)$$

где $a = 0.76149543$; $c = -0,36487040$; $d = 0,043988593$; ν_p – расчётная кинематическая вязкость дизельного топлива.

Регрессионная зависимость (7) кинематической вязкости (ν) дизельного топлива от его температуры (T_T) в форме графика приведена на рис. 3.

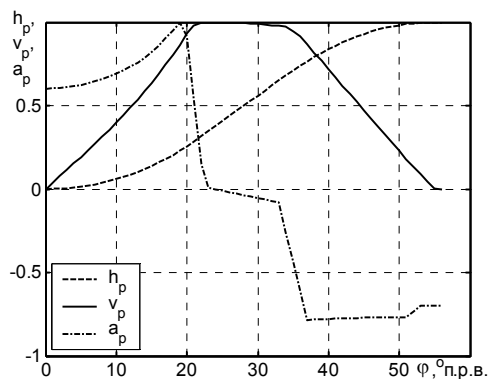


Рис. 2. Зависимость относительных экспериментальных значений перемещения (h_p) и расчётных значений скорости (v_p) и ускорения (a_p) плунжера ТНВД от угла поворота кулачкового вала дизеля 16ЧН26/26

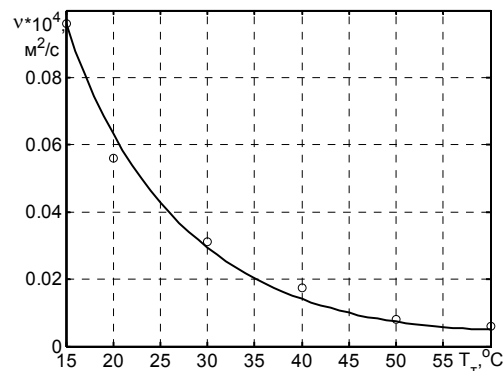


Рис. 3. Зависимость кинематической вязкости (ν) дизельного топлива от его температуры (T_m): «o» – данные эксперимента; «—» – расчёт по регрессионной модели

По представленным уравнениям процессов в плунжерной паре ТНВД с закрытым выходом построена структурная схема её обобщенной математической модели в форме элементов среды визуального графического программирования Simulink, которая отражена на рис. 4.

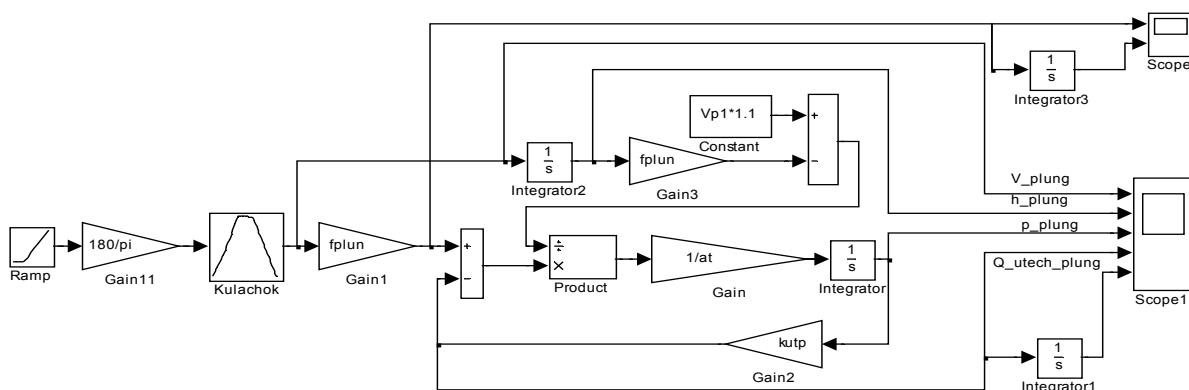


Рис. 4. Структурная схема математической модели ТНВД с замкнутым выходом (прикладная программа Simulink)

Интегрирование рассматриваемой математической модели процессов в плунжерной паре ТНВД дизеля производилось численным методом вычислительной математики – математическим методом численного интегрирования «жёстких» дифференциальных уравнений с обыкновенными производными третьего порядка.

Таким образом, учет свойств топлива позволит более наглядно и качественно представить математическую модель процессов, происходящих в плунжерной паре ТНВД дизеля.

Список литературы

1. Двигатели внутреннего сгорания: Системы двигателей внутреннего сгорания / Д. Н. Вырубов, Н. А. Иващенко и др.; под ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. 4-е изд. М.: Машиностроение, 1983. 372 с.
2. Грехов Л. В., Иващенко Н. А., Марков В. А. Топливная аппаратура и системы управления дизелей: учебник для вузов. М.: Легион-Автодата, 2004. 344 с.
3. Файнлейб Б. Н. Топливная аппаратура автотракторных дизелей: справочник. Л.: Машиностроение, 1990. 352 с.
4. Kristina Ahlin. Modelling of pressure waves in the Common Rail Diesel Injection System. LinkAoping, December 11, 2000. 57 p.
5. XuanTheien Tran. Modelling and simulation of electronically controlled diesel injectors. Sydney, Australia, 2003. 155 p.

И. А. Хорош

Сибирский федеральный университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ НА ОСНОВЕ РАПСОВОГО МАСЛА В ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Нефть является основным материалом для изготовления горючесмазочных материалов (ГСМ), в том числе и рабочей жидкости (РЖ) гидропривода (ГП). С каждым годом увеличивается число автомобилей, сельхозтехники, машин специального назначения и агрегатов, в которых тем или иным образом задействован гидропривод, рабочей жидкостью для него является гидравлическое масло, получаемое из нефти. Нефть и продукты, получаемые из неё, при взаимодействии с окружающей средой, оказывают на неё пагубное влияние.

В последние годы в ряде стран учёными из различных областей науки проводится поиск альтернативных источников энергии и экологически чистых материалов. Энергетическая безопасность страны – лишь один из вопросов, поставленных перед исследователями. И одним из путей решения стало создание и использование нового экологически чистого моторного топлива органического происхождения, в частности – на основе рапсового масла. Его вполне можно использовать в качестве альтернативного топлива для дизельных двигателей [1]. На сегодняшний день всё более актуально применение альтернативных видов масел из возобновляемого сырья растительного происхождения, поэтому логичным продолжением данных исследований может стать решение вопроса сокращения ассортимента поставляемых на предприятия ГСМ путём использования жидкостей на основе всё того же рапсового масла. Нами предлагается оценить возможность использования рапсового масла в качестве РЖ для гидросистем, в первую очередь для привода рабочего оборудования сельскохозяйственных тракторов.

Хотя такая РЖ и не поддается однозначному химическому определению, растительные масла обладают близкой к индустриальным маслам смазывающей способностью [2], поэтому представляют хорошую альтернативу им и могут быть использованы как в «чистом» виде, так и в составе

смеси масел, причём отличительной особенностью данных масел является низкое негативное влияние на окружающую среду.

Применение растительного масла в ГП тракторов позволяет:

- полностью или частично заменить масла из невозобновляемых природных ресурсов;
- значительно уменьшить негативное влияние энергетических установок на окружающую среду и почву;
- использовать уже существующий парк тракторов без изменений их конструкции;
- создать автономное сельскохозяйственное производство;
- ввести в оборот неиспользованные пахотные земли за счёт возделывания масличных культур;
- решить проблему сбалансированности кормовых ресурсов по белку, поскольку продуктами переработки семян рапсового масла являются ценные кормовые белковые добавки;
- освободиться (хотя бы частично) от нефтяной зависимости.

Рапсовое масло в данном случае можно считать самым перспективным, поскольку оно имеет ряд преимуществ:

- вопрос об его истощении не возникает, так как оно относится к классу возобновляемых ресурсов;
- оно обладает полной совместимостью с окружающей средой;
- при нормальных условиях масло является жидкостью. Следовательно, не требуется специального обучения для обращения с ним, не возникает проблем с хранением масел.

При возделывании рапсовой культуры имеются следующие характерные положительные особенности:

- при выращивании рапса на площади 1 га в земле накапливается до 65 кг азота, до 60 кг калия и до 34 кг фосфорной кислоты;
- возможна рекультивация радиоактивно загрязненных земель;
- рапс – один из лучших медоносов, что позволит развивать сопутствующее пчеловодство;
- солома рапса может быть использована в качестве топлива в хозяйстве;
- жмых из семян рапса становится ценным белковым кормом для скота;

- при реакции метанолиза возможно получение до 100 кг глицерина в качестве побочного полезного продукта.

Тем не менее следует отметить, что при использовании рапсового масла возникают определённые проблемы. Одна из главных проблем при работе дизеля на чистом рапсовом масле – повышенное количество углеродистых отложений на поверхности камеры сгорания и закоксовывание сопловых отверстий распылителей форсунок. Повышенные по сравнению с дизельным топливом плотность и кинематическая вязкость способствуют увеличению дальноточности топливного факела и диаметра капель распылённого топлива. Меньший коэффициент сжимаемости биодизельного топлива приводит к увеличению угла опережения впрыска и максимального давления в форсунке. Высокое цетановое число биотоплива способствует сокращению периода задержки воспламенения и более «жёсткой» работе дизеля. Повышенная температура вспышки вызывает высокую пожароопасность. При переводе двигателя на биотопливо для сохранения номинальных параметров требуется перерегулировка топливной аппаратуры.

Для получения достоверных результатов использования рапсового масла в гидроприводе возникла необходимость в проведении экспериментальной проверки его работоспособности при использовании в качестве РЖ рапсового масла на типичных режимах функционирования. Было принято решение провести испытания гидроаппаратуры с использованием рапсового масла в качестве рабочей жидкости [3].

Методика экспериментальных исследований включает программу и методы проведения стендовых испытаний гидравлической аппаратуры, а также характеристику применяемых регистрационно-измерительных приборов, оборудование и методику обработки экспериментальных данных.

В качестве методической основы при проведении работ был использован ГОСТ 24055-88 «Техника сельскохозяйственная. Методы технологической оценки. Общие положения» [2].

При проведении эксперимента соблюдалась такая последовательность:

- определение плотности и вязкости гидравлического масла на разных температурах, а также уточнение его марки (рис. 1);

- определение плотности и вязкости чистого рапсового масла, предоставленного для проведения эксперимента, при разных температурах;
- проведение экспериментальной проверки работоспособности гидросистемы на типичных режимах функционирования при использовании в качестве РЖ рапсового масла.

Вязкость масел определялась с помощью вискозиметра в температурном пределе 20–100 °С с интервалом в 10 °С. По полученным данным построен сравнительный график вязкости рапсового и гидравлического МГЕ-10 (МГ-15-В) масел (см. рис. 1).

Программа исследований предусматривала:

- оценку эффективности работы гидростенда при использовании гидравлического масла МГЕ-10;
- оценку эффективности работы гидростенда при использовании чистого рапсового масла.

После каждого цикла эксперимента на каждой из температур дроссель постепенно закрывался, величину проходного сечения контролировали по давлению на манометре. В каждом из опытов величина давления слива была равна 25, 37,5 и 50 кг/см².

Проверка герметичности системы проводилась путем визуального осмотра соединений при работающей установке.

Первоначальный прогрев масла до температуры 10 °С осуществлялся при работе стенда с частично закрытым дросселем.

Установление среднего значения времени опускания и подъёма штока гидроцилиндра при полностью либо частично открытом дросселе, температуре гидравлического либо рапсового масла 10 (30 и 50) °С и давлении подачи насоса 12,5 МПа проводилось в течение серии из пяти опытов с постоянным контролем температуры.

Заполнение гидробака чистым рапсовым маслом проводилось с использованием очищающих фильтров с целью обеспечения очистки и дегазации рабочей жидкости.

Обработка результатов эксперимента проводилась с использованием программного пакета MathCad.

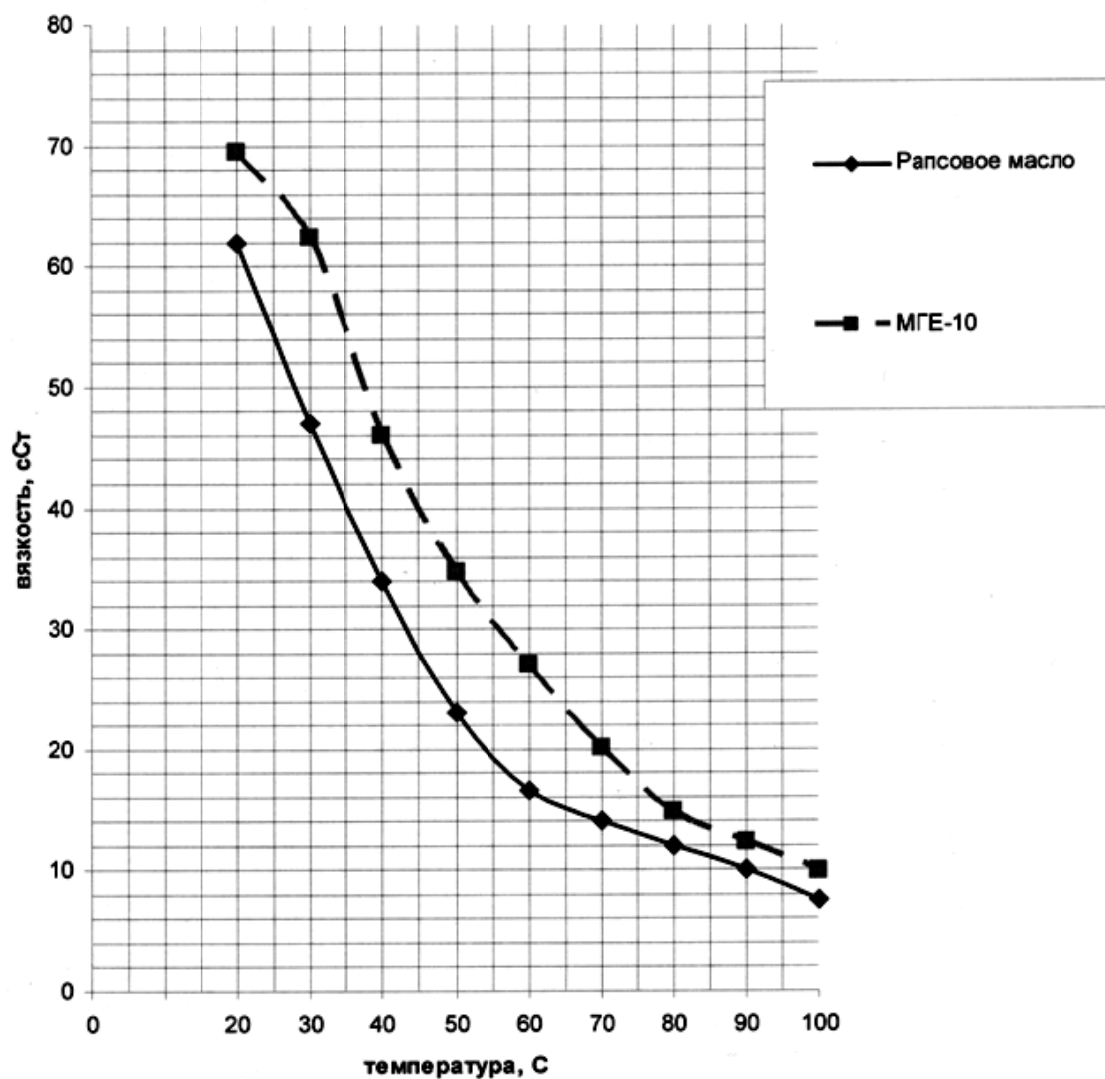


Рис. 1. График вязкости рапсового и гидравлического масел

Фактическая скорость подъёма/опускания цилиндра рассчитывалась по формуле

$$v_{\text{ф.под.}} = \frac{H}{t_{\text{под.}}} \text{ и } v_{\text{ф.оп.}} = \frac{H}{t_{\text{оп.}}},$$

где $v_{\text{ф.под.}}$ и $v_{\text{ф.оп.}}$ – фактические скорости подъёма и опускания, соответственно, м/с; H – высота подъёма, м; $t_{\text{под.}}$ и $t_{\text{оп.}}$ – время подъёма и опускания, с.

Теоретическая скорость подъёма/опускания цилиндра рассчитывалась по формулам

$$v_{\text{т.под.}} = \frac{Q_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{вц}}}{47,1 \cdot D^2} \cdot 10^3 \text{ и } v_{\text{т.оп.}} = \frac{Q_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{вц}}}{47,1 \cdot (D^2 - d^2)} \cdot 10^3,$$

где $v_{т.под.}$ и $v_{т.оп.}$ – теоретические скорости подъёма и опускания, соответственно, м/с; Q_n – подача насоса, л/мин; $\eta_{вц}$ – объёмный КПД гидроцилиндра; D – диаметр поршня гидроцилиндра, мм; d – диаметр штока гидроцилиндра, мм.

КПД гидросистемы при подъёме и опускании штока оценивался по формулам

$$\eta_{оп} = \frac{v_{ф.под.}}{v_{т.под.}} \quad \text{и} \quad \eta_{оп} = \frac{v_{ф.оп.}}{v_{т.оп.}}.$$

Повышение температуры в системе осуществлялось с помощью нагревательного элемента, установленного в баке, а также в результате сопротивления движению жидкости при дросселировании.

Контроль температуры производился лабораторным термометром, предел измеряемой температуры 0–300 °С, цена деления 1 °С.

Время опускания и подъёма штока гидроцилиндра измерялось электронным секундомером.

Результаты замеров скоростей опускания и подъёма штока гидроцилиндра на различных маслах и различных режимах, а также значения КПД системы представлены в виде таблиц (см. табл. 1 и 2) и графических зависимостей (рис. 2).

Таблица 1

КПД гидросистемы при опускании штока гидроцилиндра

№ опыта	МГЕ-10 (МГ-15-В)			РЖ на основе рапсового масла		
	10°C	30°C	50°C	10°C	30°C	50°C
1	0,83	0,74	0,65	0,89	0,87	0,85
2	0,8	0,72	0,61	0,86	0,83	0,82
3	0,74	0,73	0,59	0,86	0,8	0,79
4	0,7	0,66	0,53	0,79	0,76	0,74
5	0,66	0,56	0,38	0,69	0,66	0,61

Таблица 2

КПД гидросистемы при подъёме штока цилиндра

№ опыта	МГЕ-10 (МГ-15-В)			РЖ на основе рапсового масла		
	10°C	30°C	50°C	10°C	30°C	50°C
1	0,94	0,94	0,91	0,87	0,87	0,93
2	0,94	0,93	0,89	0,84	0,84	0,9
3	0,87	0,92	0,88	0,89	0,79	0,87
4	0,84	0,89	0,8	0,83	0,81	0,82
5	0,8	0,79	0,69	0,75	0,73	0,73

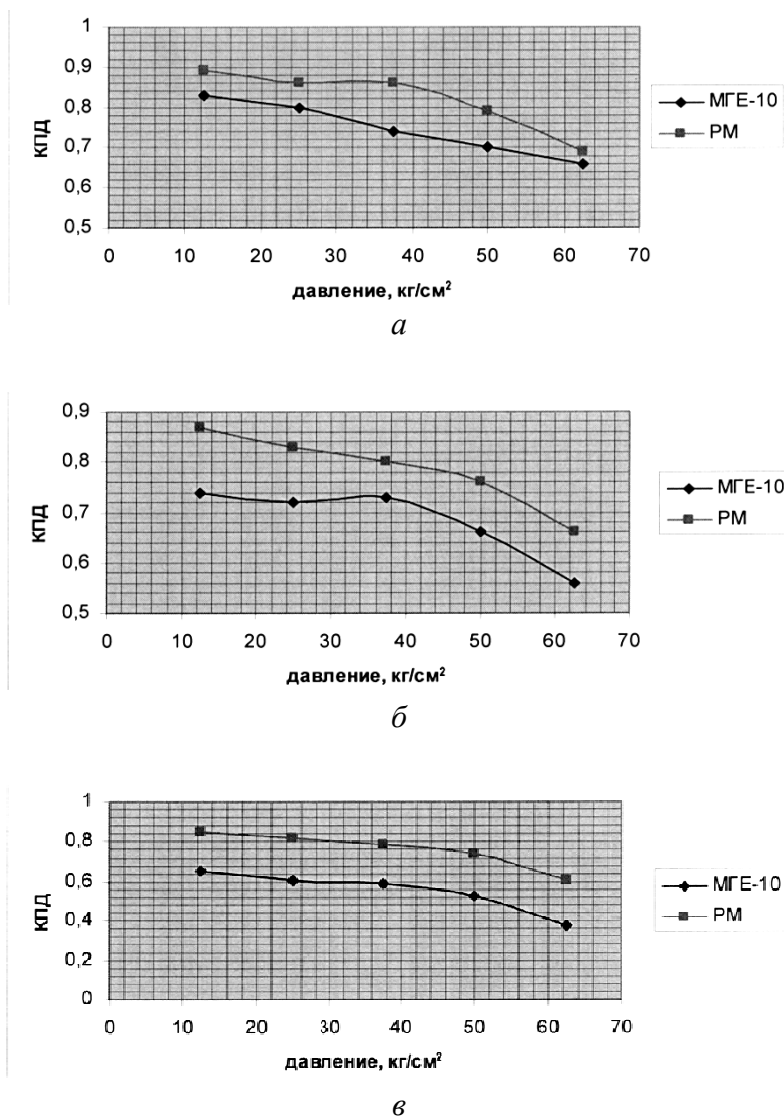


Рис. 2. Зависимость КПД гидросистемы от давления при подъёме штока на разных температурах работы: а – 10 °C; б – 30 °C; в – 50 °C

В результате проведённых исследований можно сделать вывод, что РЖ на основе рапсового масла и минеральное масло обладают сравнимыми физическими свойствами, КПД гидросистемы при использовании РЖ на основе рапсового масла под нагрузкой даже несколько выше, чем КПД при использовании в системе гидравлического масла МГЕ-10 (МГ-15-В). Тем не менее для широкого использования растительных масел в качестве альтернативных РЖ для гидросистем потребуется решение ряда проблем по предотвращению отложений на деталях гидросистем и проведение мероприятий по улучшению их смазывающих и противоокислительных свойств. Недостаточный объём исследований пока не позволяет однозначно судить о смазывающих показателях гидросистем, работающих на рас-

тительном масле. На основании же того небольшого опыта работы с рапсовым маслом, который получен в результате проведённых экспериментальных исследований, можно предположить, что использование растительных масел в качестве рабочей жидкости гидропривода рабочего оборудования самоходной техники вполне возможно.

Список литературы

1. Санников Д. А. Повышение эффективности использования почвообрабатывающих агрегатов при работе на рапсовом масле: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Красноярск, 2009. 22 с.
2. ГОСТ 24055–88. Техника сельскохозяйственная. Методы технологической оценки. Общие положения. М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов. 18 с.
3. Хорош И. А., Селиванов Н. И., Хорош А. И. Гидропривод сельскохозяйственной техники: учеб. пособие; Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2006. 230 с.
4. Семёнов В. Г., Рудаченко С. В. Влияние физико-химических показателей биодизельного топлива на параметры дизеля и его эколого-эксплуатационные характеристики // Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 1. С. 8–10.
5. Ефимов В. В. Обеспечение эксплуатационной надёжности гидросистем сельскохозяйственной техники при альтернативном использовании рапсового масла в качестве рабочей жидкости: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Самара, 2000. 20 с.
6. Бугаев А. М. Использование рапсового масла в качестве основы рабочей жидкости для повышения ресурса гидросистем тракторов автореф. дисс. ... канд. техн. наук. М., 2010. 19 с.

В. Н. Черноусов, А. Х. Дадар, А. М. Тапышпан

Тувинский государственный университет

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ В г. КЫЗЫЛЕ

Анализ существующего положения

1. Организация и управление дорожным движением в г. Кызыле не имеет системного характера, так как все организации, деятельность которых связана с дорожным движением, занимаясь своей непосредственной деятельностью, не имеют координационных связей между собой. Отсутствует взаимосвязь перспективного развития генплана г. Кызыла, в т. ч. нового строительства, с дорожным движением.

2. Технические средства регулирования дорожного движения не соответствуют его уровню. Загруженность транспортными средствами центральной части города (ул. Ленина, ул. Кочетова, ул. Красноармейская, ул. Рабочая) приводит к бессистемному движению транспортных и пешеходных потоков, что снижает уровень безопасности, увеличивает количество участников, нарушающих правила дорожного движения (ПДД). Эти обстоятельства снижают скорость сообщения, увеличивают вероятность возникновения ДТП, ухудшают экологическую обстановку в городе.

3. Научно-техническое обеспечение системы организации и управления дорожным движением не соответствует современным требованиям и перспективам развития города.

4. Отсутствует программа совершенствования организации и управления дорожным движением с учетом перспектив развития в плане строительных, коммунальных, технических и организационных звеньев, а также согласованный механизм ее реализации.

Совершенствование организации и управления дорожным движением в Кызыле

Задачи:

- совершенствование существующей организации дорожного движения (ОДД), включая светофорное регулирование на основе натуральных

обследований очагов аварийности с разработкой организационно-технических мероприятий по улучшению ОДД;

- разработка и внедрение координированного светофорного регулирования;
- натурное обследование улично-дорожной сети существующих и перспективных районов города на соответствие параметрам дорожного движения (интенсивность, пропускная способность, скорость движения, скорость сообщения, задержки движения, экологические параметры и т. д.), выработка рекомендаций по регулированию транспортных ситуаций;
- совершенствование и внедрение современных средств регулирования дорожного движения.

При реализации данного направления предлагается на первом этапе совершенствование существующего ОДД с проведением натурных обследований с целью снятия напряженности в основных очагах аварийности.

На втором этапе – разработка координированного светофорного регулирования, прогнозирование изменения параметров транспортных и пешеходных потоков, оценка предлагаемых мероприятий. Это даст возможность улучшить показатели дорожного движения, снизить вероятность возникновения дорожно-транспортного происшествия (ДТП), улучшать экологическую обстановку в городе, улучшить взаимоотношения участников движения.

Разработка градостроительных принципов формирования и развития городской застройки на основе перспективного развития транспортных коммуникаций

Задачи:

- разработка методов реконструкции улично-дорожной сети на основе анализа пропускной способности;
- анализ условий безопасности дорожного движения с выявлением причин, их вызывающих, и закономерностей формирования очагов аварийности;
- прогнозирование роста интенсивности дорожного движения и изменения состава транспортного потока;
- разработка проектов совершенствования существующей дорожной сети и проектных решений для вновь застраиваемых территорий, развитие генерального плана города и роста интенсивности транспортных и пешеходных потоков.

Рост количества автомобилей на улицах города за последние годы явно «подчеркнул» недостатки сложившейся улично-дорожной сети города, главным образом обострились проблемы увеличения ДТП, пропускной способности, скорости сообщения, парковки транспортных средств.

Развитие генерального плана предусматривает формирование транспортного комплекса, но как вспомогательной системы. Архитектурные и планировочные решения принимаются с учетом формирования транспортной системы только с точки зрения пожарной безопасности и обеспечения безопасности жизнедеятельности.

Реконструкция уличной сети планируется на основе среднего многолетнего пророста парка автомобилей, что не соответствует современным требованиям.

Повышение эффективности использования капитальных вложений, выделяемых на устранение участков с повешенным количеством ДТП

Задачи:

- анализ концентраторов аварийности и условий возникновения ДТП с целью выявления основных причин и определения направлений совершенствования организации дорожного движения;
- обследование схемы дорожного движения на участках повышенной концентрации ДТП, разработка вариантов устранения очагов аварийности и их оценка по результативности и капиталоемкости;
- разработка методики определения оптимальных направлений использования капвложений, выделяемых на устранение участков концентрации ДТП;
- анализ тенденции развития системы ОДД с целью прогнозирования возникновения концентраторов ДТП.

При реализации данного направления предполагается разработать методику, которая бы позволяла:

- при известных капвложениях, выделяемых на устранение ДТП, спланировать работы таким образом, чтобы получить максимальный эффект снижения аварийности;
- определять необходимый объем капвложений при заданном уровне снижения аварийности.

Кроме того, предполагается осуществить анализ тенденции развития закономерностей в ОДД с целью выявления «узких мест», которые могут возникнуть в перспективе. Это не только обеспечит снижение числа ДТП,

но и позволит сэкономить капиталовложения за счет комплексного решения возникающих проблем.

Анализ методов формирования общественного сознания, направленных на повышение безопасности дорожного движения

Задачи:

- изучение общественного мнения с целью выявления основных причин нарушения ПДД;
- разработка и классификация методов повышения дисциплины участников дорожного движения;
- переподготовка кадров по организации дорожного движения в соответствии с современными требованиями;
- создание целевой системы обучения детей в рамках программы обеспечения безопасности дорожного движения (БДД);
- учет социально-психологических и личностных качеств сотрудников ГИБДД в процессе совершенствования БДД.

Реализацию данного направления на первом этапе предполагается основывать на анкетировании участников дорожного движения. Для этого необходимо разработать методику, которая позволила бы выявлять и оценивать факторы, оказывающие негативное влияние на поведение участников дорожного движения.

На следующем этапе следует разработать эффективные методы воспитания участников дорожного движения. Для этого необходимо проанализировать методы воспитательного воздействия на участников дорожного движения в автомобильноразвитых странах.

Особое внимание нужно уделить детскому травматизму при ДТП. Должен быть разработан и реализован комплекс организационных мероприятий воспитательного воздействия для его предупреждения в зависимости от возрастных категорий, а также следует ввести в учебные программы дошкольных и школьных учебных учреждений часы по изучению ПДД и БДД с применением современных технических средств (видеофильмы, учебные фильмы, компьютерные игры и т. д.).

Социально-психологические и личностные качества сотрудников ГИБДД дополняют факторы, влияющие на БДД. Создание автоматизированной методики тестирования сотрудников ГИБДД позволит разработать рекомендации корректировки социально-психологических качеств сотрудников ГИБДД.

Диагностика состояния сети улиц города

Задачи:

- мониторинг состояния улично-дорожной сети;
- проведение мероприятий по ремонту и содержанию улиц и дорог с учетом первоочередности работ;
- оперативный контроль качества производимых работ;
- составление паспортов на улично-дорожную сеть города;
- установление соответствия строительства и эксплуатации улично-дорожной сети города параметрам дорожного движения;
- разработка современных проектов улично-дорожной сети;

На основе данных паспортов на улично-дорожную сеть есть возможность прогнозировать участки повышенной аварийности. Кроме того, информация паспортов необходима для определения вариантов совершенствования организации дорожного движения.

На основе анализа улично-дорожной сети и транспортных потоков могут быть обоснованы типы транспортных развязок, их размещение с учетом существующей застройки.

На базе паспортов должна быть осуществлена разработка мероприятий, направленных на уменьшение числа ДТП, снижение их тяжести посредством изменения геометрии улиц и архитектурно-планировочных решений.

Совершенствование информационной системы ОДД

Задачи:

- разработка алгоритмов и программного обеспечения анализа информации о дорожном движении;
- анализ направлений развития информационной системы ОДД, технико-экономическая оценка вариантов;
- упорядочение знаковой информации с применением технических компьютерных систем в совокупности с средствами регулирования дорожного движения;
- введение службы оперативного управления и регулирования движения транспортных и пешеходных потоков.

Все существующие информационные компьютерные системы в основном хранят информацию, в них слабо реализованы функции ее обработки, в результате чего резко снижается эффективность системы.

Данное направление является актуальным потому, что информация служб ГИБДД находится на недостаточном уровне, т. е. требуется выбрать

такое направление развития информационной системы, чтобы в дальнейшем не появилась необходимость в переработке для удовлетворения потребностей, которые могут возникнуть в перспективе.

Разработка мероприятий по снижению загрязнения окружающей среды вредными выбросами автомобильного транспорта

Задачи:

- натурное обследование улично-дорожной сети города на соответствие ПДК, нормативам содержания вредных веществ в воздушном бассейне и уровня шума;
- составление карты загазованности и шумности города, выявление опасных участков улиц и дорог;
- выявление значимых факторов, формирующих уровень газового и шумового загрязнения окружающей среды;
- разработка математической модели, позволяющей прогнозировать уровень газового и шумового загрязнения;
- разработка комплексных мер по снижению вредных выбросов автотранспорта с учетом мер по обеспечению безопасности движения.

Для оценки существующего состояния шумового и газового загрязнения на улицах и дорогах города необходимо проведение экспериментальных исследований по определению содержания вредных веществ и уровня транспортного шума в различные периоды времени. На основе полученных статистических данных экспериментальных исследований с помощью математической обработки необходимо создать математическую модель, позволяющую прогнозировать уровень загрязнения вредными выбросами автомобильного транспорта.

Составление карты загазованности и шумности города позволит внедрить современные меры на наиболее опасных участках улиц и дорог, решая вопросы как охраны окружающей среды, так и повышения безопасности движения.

Данные материалы могут быть частью городской программы совершенствования ОДД в г. Кызыле.

Список литературы

1. Клинковштейн Г. И. Организация дорожного движения: учебник для вузов. М.: Транспорт, 2001. 247 с.
2. Кременец Ю. А. Технические средства регулирования дорожного движения. М.: Транспорт. 1997. 255 с.

Р. Г. Парилов

Сибирский федеральный университет

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЧИСТКИ ТРУБОПРОВОДОВ
ХОЛОДНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ
ПРИ ИХ БЕСТРАНШЕЙНОМ РЕМОНТЕ**

Протяженность значительно изношенных трубопроводов России составляет более 2 млн км. Наиболее интересны трубопроводы холодного водоснабжения и водоотведения, так как их ремонт осложнен следующими факторами: большим количеством отводов, сужений, смотровых колодцев, повышенной коррозионной агрессивностью среды и высокими санитарно-гигиеническими требованиями. Необходимо их восстановление в кратчайшие сроки, но эта работа очень трудоемка.

В настоящее время в России применяются преимущественно траншейные способы ремонта, недостатками которых являются большие сроки, стоимость и объемы работ по устройству траншей, удалению и восстановлению асфальтовых покрытий. Эти недостатки могут быть устранены использованием способов бестраншейного ремонта трубопроводов.

По сравнению с традиционным (открытым) методом ремонта трубопроводов, бестраншейные технологии исключают на 80–90 % затраты на земляные работы, разрушение и последующее восстановление асфальтовых покрытий. При этом исключаются помехи для движения автотранспорта и обеспечивается полная сохранность коммуникаций, проходящих рядом с saniруемым трубопроводом.

После восстановления срок службы действующих систем водоснабжения и водоотведения дополнительно увеличится на 50 лет и существенно уменьшатся эксплуатационные затраты на их содержание.

Одной из основных операций при бестраншейном ремонте трубопроводов является их качественная очистка от коррозии и различных отложений. Все многообразие существующих технологий очистки можно разбить на пять принципиально отличающихся групп: механическая, гидродинамическая, гидробародинамическая, импульсная и химическая. Наиболее эффективной из них является механическая.

Достоинствами этого способа очистки являются:

- минимальный объем подготовительных работ;
- экологическая чистота;
- невысокая стоимость оборудования.

Анализ конструкции известных устройств для очистки трубопроводов механическим способом (патенты на изобретения РФ № 2027534, РФ № 2074312, РФ № 2182528; авторские свидетельства СССР на изобретения № 133722, 1736643, 1834093) позволил выявить их основные недостатки:

- недостаточная универсальность, которая проявляется в необходимости изготовления устройства для каждого конкретного диаметра трубопровода, что приводит к увеличению материалоемкости и затрат на изготовление комплекта таких снарядов для всей номенклатуры трубопроводов;
- невозможность выполнения рабочих ходов устройства в прямом и обратном направлениях без его переориентации.

Для устранения указанных выше недостатков разработана новая конструкция очистного снаряда, схема которого представлена на рис. 1.

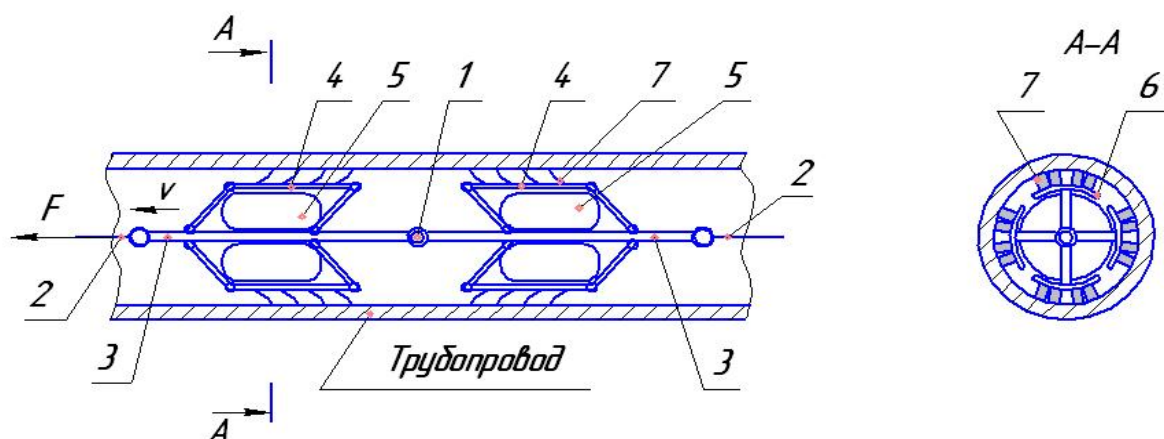


Рис. 1. Предлагаемая конструктивно-технологическая схема универсального устройства для очистки трубопроводов: 1 – шарнир; 2 – трос; 3 – звено; 4 – параллелограмная рамка; 5 – тороид; 6 – овальная пластина; 7 – скребок

Устройство состоит из двух одинаковых узлов, соединенных между собой шарниром 1. При этом каждый узел подсоединен к правой и левой лебедкам (на рис. 1 не показаны) с помощью троса 2. Каждый из узлов включает в себя горизонтальное звено 3, к которому на шарнирах присоединены четыре параллелограмных рамки 4. На каждое из звеньев 3 одет удлиненный накачанный воздухом тороид 5. На каждой рамке 4 закрепле-

на овальная пластина 6 со скребками 7, расположенными на ней в шахматном порядке. Имеются два шланга (на рис. 1 не показаны), соединенные с компрессором и тороидами 5 при помощи ниппелей для регулирования (давления в них).

Работает предложенное устройство следующим образом. С помощью шарнира 1 соединяем два узла между собой и прикрепляем к ним трос, наматываемый на соответствующую лебедку (на рис. 1 не показана). Также производим подсоединение шлангов к компрессору и каждому из тороидов. Вводим готовую конструкцию в трубопровод. По диаметру очищаемого трубопровода регулируем размер параллелограммных рамок с помощью давления воздуха в торах, накачиваемых компрессором (на рис. 1 не показан). При этом для движения влево производим накачку только левого тора, правый остается спущенным. Воздушный тороид после его накачивания воздухом заставляет рамки с расположенными на них скребками прижаться достаточно плотно к стенкам трубы, что обеспечивает хорошую степень их очистки от коррозионных и прочих отложений. Направление скребков на каждом из звеньев противоположно ходу движения устройства. Затем с помощью лебедки перемещаем устройство влево, при этом скребки производят очистку трубопровода. После прохода по всей длине трубы производим спуск воздуха из левого тора и накачиваем правый. С помощью второй лебедки перемещаем устройство в правую сторону, тем самым происходит очистка в обратном направлении. Такой цикл операций необходимо повторять 5–6 раз (в зависимости от характера отложений внутри трубопровода).

Основные выводы:

1) предложена новая конструкция устройства для бестраншейной очистки трубопроводов;

2) разработанный комплект таких устройств на всю номенклатуру применяемых трубопроводов позволит существенно уменьшить его материалоемкость (за счет уменьшения в 2–3 раза числа устройств в комплекте) и повысить производительность труда (за счет уменьшения в цикле числа и длительности вспомогательных операций).

А. Г. Захарцов, Н. В. Голуб

Сибирский федеральный университет

**ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ПОЛОС ВЫДЕЛЕННОГО
ДВИЖЕНИЯ ДЛЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА
В г. КРАСНОЯРСКЕ**

В настоящее время актуальной проблемой является наличие транспортных заторов на улицах больших городов. Данная проблема возникла по двум причинам:

- темпы строительства и расширения дорог не поспевают за темпами роста автомобилизации населения;
- ширина улиц не была рассчитана на современные объемы транспортных потоков, так как большинство крупных городов были основаны 2–3 века назад.

Одной из основных мер по увеличению пропускной способности дороги, а также уменьшению времени нахождения пассажиров общественного транспорта в пути, является применение полос выделенного движения.

Полоса выделенного движения – это полоса, предназначенная для движения общественного транспорта в общем потоке движения. Чаще всего данные полосы выделяют у бордюра со стороны основного движения, однако они могут находиться в любом месте дороги. В европейских странах и США такие полосы обозначаются нанесением на них слова «BUS». В России они обозначаются нанесением буквы «А», а также установкой знака «5.14» или «3.1» при въезде и знака «5.11» при начале такой полосы.

Наибольшего успеха при внедрении подобных полос достигли в Европе, в частности в Германии, так как автобусы там ходят четко по расписанию, вне зависимости от трафика в городе. Главный секрет – грамотное применение выделенных полос. В общем объеме дорожной сети они занимают небольшую часть, однако работают очень эффективно. В больших городах на широких улицах располагают такие полосы слева, справа или по центру, часто дополнительно отделяя от основной дороги специальными разделителями – газонами. Основную часть пути автобусы едут по свободной дороге, словно по колее.

Наибольший интерес представляет решение проблемы в том случае, когда ширина улицы не позволяет сделать выделение полосы для движе-

ния общественного транспорта. В этом случае автобусы в Германии получают преимущество не на всем протяжении улицы, а только там, где особенно высока вероятность заторов. Такие участки могут быть совсем короткими (от нескольких десятков до пары сотен метров), однако этого достаточно для того, чтобы автобус объехал затор.

Еще один очень эффективный способ, способный уменьшить время простоя автобуса в пробках, – выделение пространства, которое позволяет объехать скопившиеся перед перекрестком машины. При таком способе светофор устанавливается за несколько метров до перекрестка, а справа создается специальный «карман», проезжая через который, автобус объезжает стоящие перед светофором автомобили. Дополняет перекресток светофор со специальной секцией. Пока для основного потока горит красный, автобусы могут проехать перекресток.

Немаловажным фактором, влияющим на график движения общественного транспорта, является то, что все светофоры связаны в единую сеть и практически по всем дорогам, по которым совершают движение автобусы, образована зеленая волна.

В качестве эксперимента водителям на маршрутах выдали специальные устройства, которые напоминают пульт дистанционного управления. С помощью них водители, подъезжая к перекрестку, могут включить зеленый сигнал светофора и без задержек преодолеть перекресток.

Одними из первых в России перенимать опыт западных стран начали власти города Москвы. Повсеместное внедрение выделенных полос в Москве началось в 2011 году. К концу 2012 г. общая протяженность полос выделенного движения составила 93 км, а общее число улиц, которые имели данные полосы, равнялось 15. К концу 2013 г. власти Москвы обещают добавить еще 5 полос выделенного движения, а общая протяженность составит больше 150 км. Данное решение положительно сказалось на скорости движения общественного транспорта, однако в некоторых местах скорость движения личного транспорта упала на 7,3–17,7 %. В общей сложности, по оценкам властей, им удалось повысить скорость движения автобусов на 7,3 %, а пассажиропоток вырос на 23,2 %. Рост скорости свидетельствует о правильности мер, предпринимаемых правительством Москвы при решении транспортной проблемы.

Следующим шагом при ликвидации заторов на дороге стало отделение полосы для общественного транспорта от остальной проезжей части бордюром. Данная мера должна отбить у водителей желание выезжать на полосы общественного транспорта. Если данная мера оправдает ожидания

властей, подобным образом автобусные полосы могут отгородить и на других улицах Москвы.

Не так давно подобные меры при решении проблем с заторами на дороге начали применять и в городе Красноярске. Первые полосы выделенного движения появились на улицах Ленина и Маркса в начале 2012 года, однако должного эффекта они не принесли по нескольким причинам:

- водители нашего города при заторе заезжают на перекресток, хотя подобное действие строго запрещено по Правилам дорожного движения. Чтобы повернуть на смежную улицу, необходимо перестроиться на полосу выделенного движения, которая имеет пунктирную разметку перед перекрестком (примером служит пересечение улиц Ленина и Кирова). Водители, перестраиваясь в правую полосу, предназначенную для движения общественного транспорта, не могут повернуть направо из-за наличия затора, тем самым создают помеху для движения автобусов;

- Правилами дорожного движения запрещены остановка и стоянка на полосе выделенного движения на ул. Ленина, однако все видят, как в течение всего рабочего дня правая полоса занята припаркованными автомобилями. Водители автобусов, видя издалека припаркованные автомобили, перестраиваются в левую полосу и продолжают движение, не перестраиваясь обратно, так как через пару десятков метров могут стоять такие же, неправильно припаркованные автомобили;

- улицу Маркса, которая является одной из главных городских артерий, также не прошли проблемы стороной. Власти выделили полосу общественного движения с правой стороны, однако от остановки «Кино-театр Луч» до остановки «Перенсона» справа у тротуара расположены «карманы» для парковки автомобилей. Часто данные автомобили припаркованы неправильно, что вызывает трудности для движения не только общественного транспорта. Автобусам в таких случаях часто приходится перестраиваться в левую полосу, создавая помеху для движения всего транспорта;

- одной из основных причин наличия пробок на ул. Маркса является частая парковка такси на остановке «ул. Перенсона». Водителям автобусов для того, чтобы объехать такие автомобили, приходится перестраиваться в левый ряд. Так как автобус имеет большие габаритные размеры, им приходится частично заезжать в третий ряд, создавая помеху для движения всего транспорта;

- парковка автомобилей у ТЦ «Евразия» вторым рядом также негативно сказывается на движении по улице Маркса. Все участники дорожно-

го движения вынуждены поворачивать на Коммунальный мост иногда всего в один ряд, что приводит к заторам;

- нельзя не отметить тот факт, что водители автобусов часто совершают правонарушения, обгоняя впереди идущие автобусы, выезжают за пределы выделенной полосы движения, что также ведет к уменьшению эффективности от введения данных полос.

Все вышеперечисленное отрицательно сказывается на скорости движения не только автобусов, но и всего транспорта на улицах города Красноярска. Власти предпринимают меры по улучшению дорожной обстановки, однако процесс этот медленный и эффект не ежеминутный.

Одним из вариантов улучшения ситуации может стать изучение опыта зарубежных специалистов, но при этом могут возникнуть следующие проблемы:

- отделение полос бордюром может привести к тому, что зимой эти бордюры превратятся в небольшие сугробы, что негативно скажется на безопасности движения автобусов;

- в Красноярске не удастся снабдить водителей автобусов устройствами, с помощью которых можно переключать сигналы светофора, так как количество автобусов в нашем городе намного больше, чем в зарубежных городах. В европейских странах только половина пассажиров перевозится с помощью автобусов, вторая половина – на электрическом общественном транспорте. В Красноярске автобусами перевозится до 90–95 % пассажиров;

- применение специальных «карманов», которые позволили бы автобусам объезжать скопления автомобилей перед светофорами, также затруднительно, так как ширина ул. Ленина и Маркса практически на всем своем протяжении не позволяет выделять данные «карманы».

Для того чтобы освободить полосы выделенного движения от припаркованных автомобилей, необходимо увеличивать штрафы за неправильную парковку. Также положительный эффект достигается путем применения эвакуаторов на улицах города.

Можно добавить, что создание полос выделенного движения стало важным шагом на пути к улучшению дорожной ситуации в г. Красноярске. При должном решении проблемы с неправильно припаркованными автомобилями скорость движения автобусов должна увеличиваться. Как следствие, некоторые автомобилисты предпочтут общественный транспорт личному, что положительно скажется на дорожной обстановке в городе.

А. В. Бойко, Ле Ван Л.

*Национальный исследовательский Иркутский
государственный технический университет*

РАДИУС КАЧЕНИЯ КОЛЕСА В ВЕДОМОМ РЕЖИМЕ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ БЕГОВОГО БАРАБАНА

На сегодняшний день диагностирование технического состояния АТС в большинстве случаев выполняется на стендах с беговыми барабанами, потому что они позволяют использовать принцип обратимости движения, что в свою очередь дает возможность производить диагностику в закрытых помещениях. С другой стороны, поверхности опорных роликов имеют большую кривизну, два пятна контакта у одного колеса. Кривизна поверхности бегового барабана влияет на механику взаимодействия шины с опорными роликами, тем самым снижая стабильность измеренных диагностических параметров [2–4]. Еще одним из важных факторов, влияющих на процесс диагностирования, является перемещение колес автомобиля по роликам стенда во время диагностирования. Отсутствие возможности установки диагностируемых осей параллельно осям роликов стенда также негативно сказывается на точности измерения параметров. В итоге колебания измеренных значений как тяговых, так и тормозных сил может достигать от –40 до +27 %. Таким образом, достоверность и информативность диагностирования АТС на стенде с беговыми барабанами крайне незначительная [1–3]. Как следствие автомобиль приходится диагностировать несколько раз, из-за этого увеличивается трудоемкость и простой АТС. Кроме того, низкое качество измерения ведет к неправильным заключениям технического состояния АТС, а также к снижению его активной безопасности и экономических показателей.

Процесс взаимодействия автомобильного колеса с опорной поверхностью роликов диагностических стендов изучен очень слабо. Поэтому в этой области ведется исследование, для снижения погрешностей силовых кинематических параметров. Один из экономически выгодных способов – это математическое моделирование.

Но для качественной математической модели необходимо корректное математическое описание кинематического радиуса в ведомом режиме в зависимости от статического радиуса и нормальной нагрузки на колесо.

Радиус качения эластичного колеса в ведомом режиме при качении по цилиндрической поверхности отличается от радиуса качения колеса в ведомом режиме по плоской поверхности дороги [4; 5], однако в большинстве случаев во всех расчетах используют зависимость радиуса качения колеса в ведомом режиме как качения колеса по плоской поверхности дороги [6; 7].

Поэтому задача получения функциональной зависимости описывающей радиус качения колеса в ведомом режиме от нагрузки на колесо и диаметра бегового барабана является актуальной.

Эта зависимость выражается так:

$$r_{Ko} = f(r_{cm}, R_z, d_B), \quad (1)$$

где r_{CT} – статический радиус, м; d_B – диаметр бегового барабана, м; R_z – нормальная реакция со стороны бегового барабана, Н.

С этой целью были проведены исследования радиуса качения колеса в ведомом режиме при качении колеса по цилиндрической опорной поверхности.

Исследованию подвергались шины марки Amtel T301 175/65R14, YokohamaDecibel 205/65R15. Было проведены испытания на разных беговых барабанах с диаметрами 240 мм, 310 мм и 1600 мм, нормальная нагрузка на колесо менялась в диапазоне от 1700 до 4700 Н. Давление в шинах устанавливалось на уровне 0,19 МПа. Свободный радиус шины марки Amtel T301 175/65R14 составлял 291,6 мм, а шины марки YokohamaDecibel 205/65R15 – 323,8 мм.

В результате проведенных исследований были получены графики изменения статического радиуса колеса от нагрузки на колесо (рис. 1, 2).

Полученные зависимости (рис. 1, 2) были аппроксимированы функцией вида

$$r_{cm} = r_{CB} + A_B \cdot d_B + B \cdot R_z, \quad (2)$$

где r_{CB} – свободный радиус; A_B , B – коэффициенты.

Изменение диаметра кривизны опорной поверхности от 1600 мм до 240 мм в приводит к уменьшению статического радиуса колеса не более чем на 2 %, а изменение нагрузки на колесо в диапазоне от 1700 до 4700 Н, приводит к уменьшению статического радиуса колеса более чем на 5 % (рис. 1, 2).

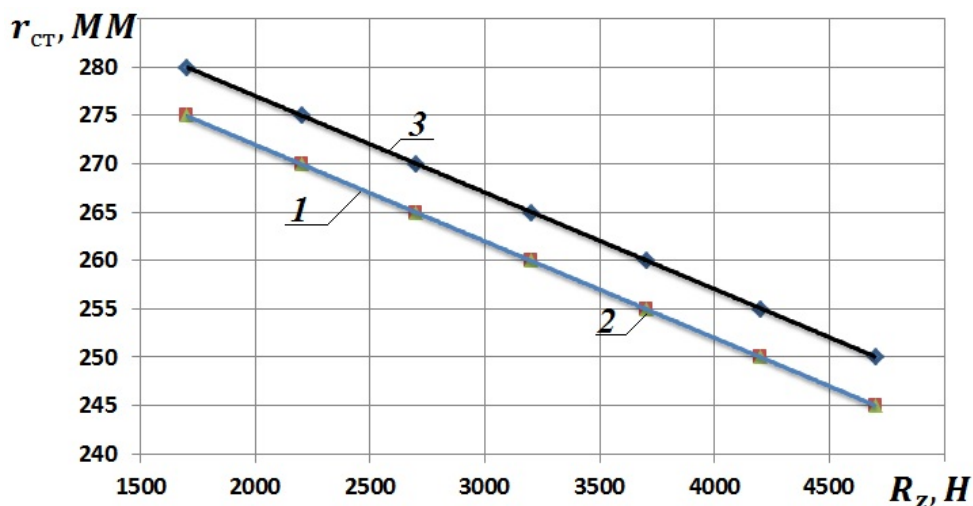


Рис. 1. График изменения статического радиуса колеса шины марки Amtel T301 175/65R14 в зависимости от диаметра бегового барабана:
 1 – диаметр бегового барабана 240 мм; 2 – диаметр бегового барабана 310 мм;
 3 – диаметр бегового барабана 1600 мм

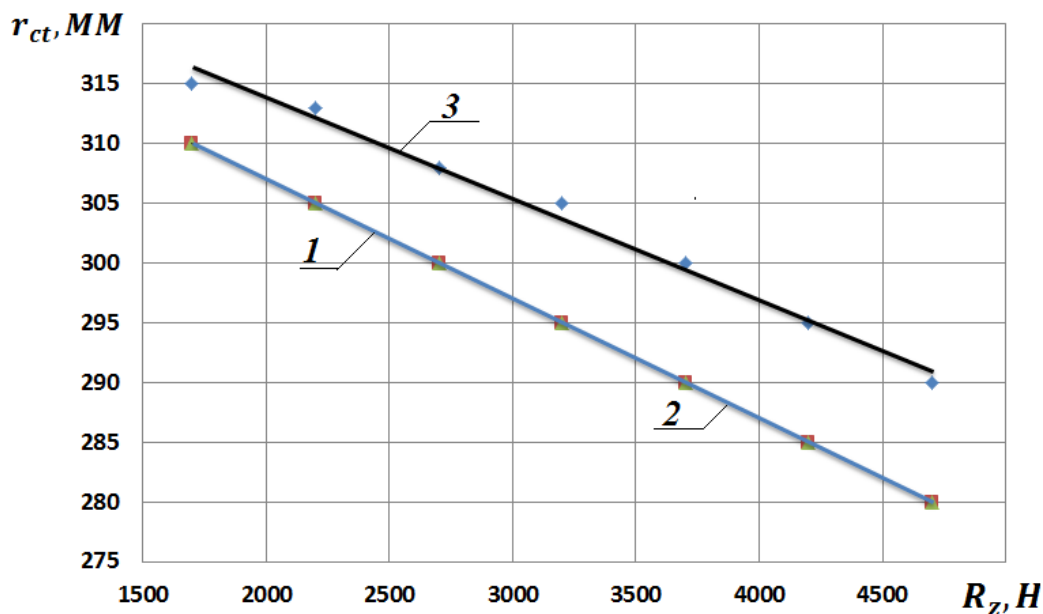


Рис. 2. График изменения статического радиуса колеса шины марки Yokohama Decibel 205/65R15 в зависимости от диаметра бегового барабана:
 1 – диаметр бегового барабана 240 мм; 2 – диаметр бегового барабана 310 мм;
 3 – диаметр бегового барабана 1600 мм

Для аппроксимации экспериментальных зависимостей, изображенных на рис. 1 и 2, при помощи функции (2) были установлены коэффициенты A_{σ} и B , позволяющие выполнить расчеты статического радиуса колеса в зависимости от величины нагрузки, приходящейся на колесо при его взаимодействии с вышеназванными поверхностями. Численные значения коэффициентов приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Коэффициенты функционала, позволяющего учитывать статический радиус от нормальной реакции для шины марки Amtel T301 175/65R14

Диаметр бегового барабана, мм	Коэффициент		Достоверность аппроксимации
	A_{σ}	B	
240	0,003	-0,01	0,98
310	0,003	-0,01	0,98
1600	0,003	-0,01	0,98

Таблица 2

Коэффициенты функционала, позволяющего учитывать статический радиус от нормальной реакции для шины марки Yokohama Decibel 205/65R 15

Диаметр бегового барабана, мм	Коэффициент		Достоверность аппроксимации
	A_{σ}	B	
240	0,01	-0,01	0,98
310	0,01	-0,01	0,98
1600	0,004	-0,0085	0,98

Радиус качения колеса в ведомом режиме больше при качении по ролику с большим диаметром при одинаковых нормальных реакциях на колесо R_z (см. рис. 3 и 4).

Изменение диаметра кривизны опорной поверхности от 1600 до 310 мм приводит к уменьшению радиуса качения колеса в ведомом режиме не более чем на 3 % (рис. 3 и 4).

Изменения радиуса качения колеса в ведомом режиме, вызванные изменением нагрузки на колесо в диапазоне от 1700 до 4700 Н, также незначительны и составляют около 3,2 % (рис. 3 и 4).

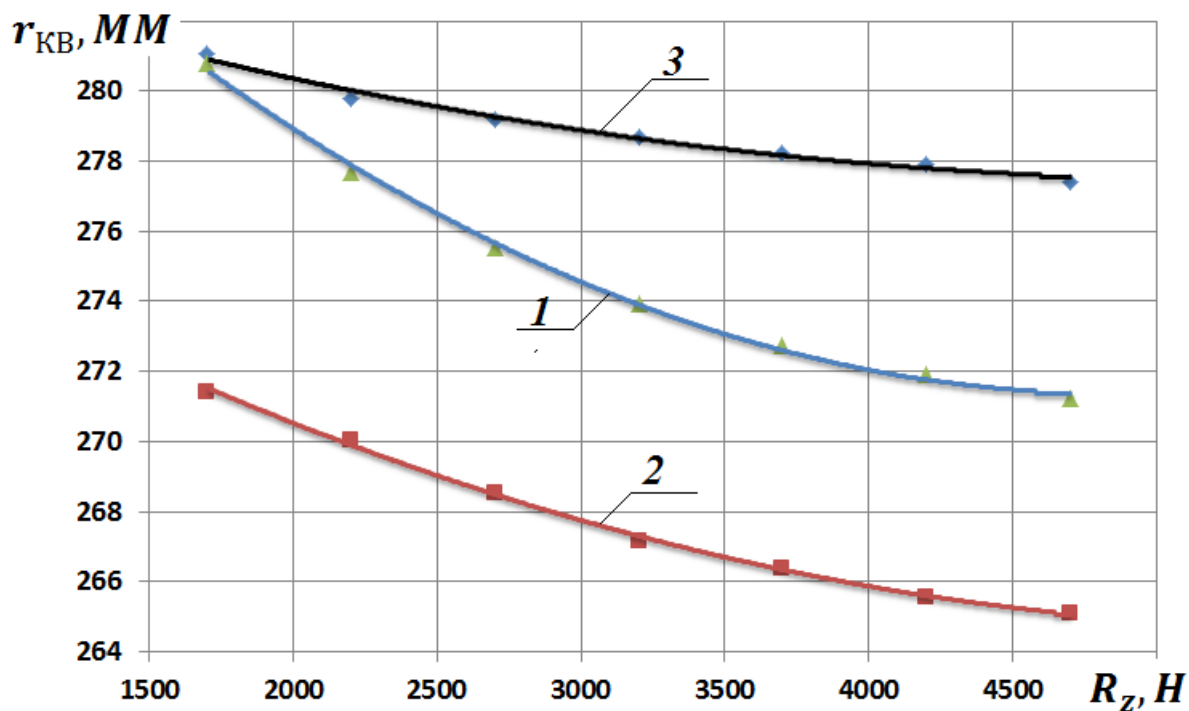


Рис. 3. График изменения радиуса качения колеса в ведомом режиме от нормальной нагрузки на колесо (шина марки Amtel T301 175/65R14):
 1 – диаметр бегового барабана 240 мм; 2 – диаметр бегового барабана 310 мм;
 3 – диаметр бегового барабана 1600 мм

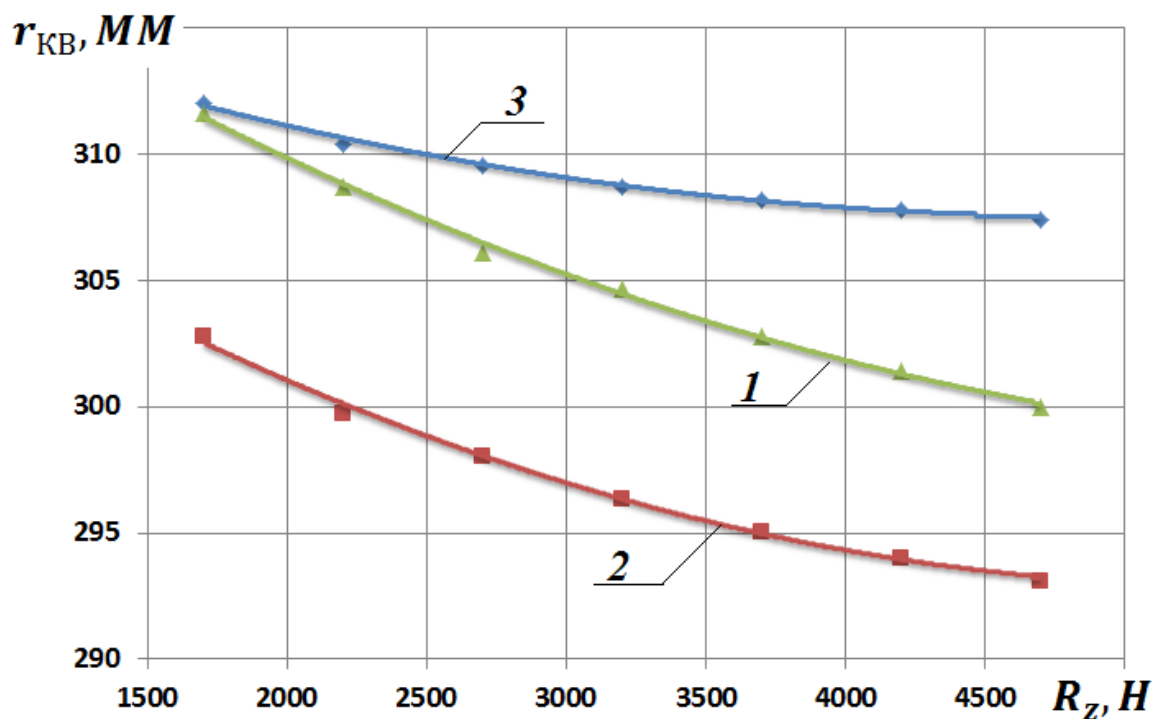


Рис. 4. График изменения радиуса качения колеса в ведомом режиме от нормальной нагрузки на колесо (шина марки Yokohama Decibel 205/65R15):
 1 – диаметр бегового барабана 240 мм; 2 – диаметр бегового барабана 310 мм;
 3 – диаметр бегового барабана 1600 мм

Полученные зависимости (рис. 3 и 4) были аппроксимированы функцией вида

$$r_{KB} = r_{CT} + A_1 \cdot d_B + A \cdot R_Z^2 + B_1 \cdot R_Z, \quad (3)$$

где A_1 , A , B_1 – коэффициенты.

Для аппроксимации экспериментальных зависимостей, изображенных на рис. 3 и 4. при помощи функции (3) были установлены коэффициенты A , A_1 , и B_1 , позволяющие рассчитать кинематический радиус качения колеса в ведомом режиме (в зависимости от величины нагрузки, приходящейся на колесо при его взаимодействии с вышеназванными поверхностями). Численные значения коэффициентов приведены в табл. 3 и 4.

Таблица 3

Коэффициенты функционала, позволяющего учитывать кинематический радиус в ведомом режиме от нормальной реакции для шины марки Amtel T301 175/65R14

Диаметр бегового барабана, мм	Коэффициент			Достоверность аппроксимации
	A_1	A	B_1	
240	-0,04	$4 \cdot 10^{-7}$	0,0044	0,997
310	-0,02	$4 \cdot 10^{-7}$	0,0044	0,998
1600	-0,0067	$4 \cdot 10^{-7}$	0,0064	0,987

Таблица 4

Коэффициенты функционала, позволяющего учитывать кинематический радиус в ведомом режиме от нормальной реакции для шины марки Yokohama Decibel 205/65R 15

Диаметр бегового барабана, мм	Коэффициент			Достоверность аппроксимации
	A_1	A	B_1	
240	-0,02	$4 \cdot 10^{-7}$	0,0044	0,997
310	-0,054	$4 \cdot 10^{-7}$	0,0034	0,997
1600	- 0,0077	$4 \cdot 10^{-7}$	0,0043	0,992

Результаты выполненного экспериментального исследования позволили установить, функциональные зависимости величина радиуса качения

колеса в ведомом режиме, в зависимости от величины нагрузки и диаметра бегового барабана, которые могут быть использованы в математических моделях процесса торможения или разгона эластичного колеса при качении по цилиндрической опорной поверхности бегового барабана диагностического стенда.

Список литературы

Кулько П. А., Ушаков К. В. Государственный технический осмотр. Проблемы и решения // Автотранспортное предприятие. 2005. № 9. С. 15–19.

Федотов А. И., Бойко А. В. Эффективность стендовых методов контроля тормозных систем автомобилей в условиях эксплуатации // Проблемы диагностики и эксплуатации автомобильного транспорта: сб. тр. II Международной научно-практической конференции. Иркутск: ИрГТУ, 2009. С. 115–125.

Федотов А. И., Бойко А. В. и др. О повторяемости измерения параметров процесса торможения автомобиля на стенде с беговыми барабанами // Вестник ИрГТУ. Вып. 1. Иркутск: ИрГТУ, 2008. С. 63–71.

Федотов А. И., Бойко А. В. и др. Экспериментальное исследование радиуса качения колеса в ведомом режиме на опорных роликах диагностических стендов: материалы II Международной научно-практической конференции. Иркутск, 2009. С. 217–225.

Федотов А. И., Бойко А. В. и др. Экспериментальное исследование параметров, характеризующих взаимодействие автомобильного колеса с опорными роликами диагностических стендов // Вестник ИрГТУ. Вып. 4. Иркутск: ИрГТУ, 2009. С. 72–77.

Федотов А. И., Бойко А. В., Портнягин Е. М. Моделирование процесса торможения автомобиля с ABS на полноопорном диагностическом стенде с беговыми барабанами // Вестник ИрГТУ. 2008. Т. 36. № 4. С. 95–100.

Федотов А. И., Бойко А. В., Потапов А.С. Моделирование процесса функционирования противобуксовочной системы при разгоне автотранспортного средства на диагностическом стенде с беговыми барабанами // Проблемы диагностики и эксплуатации автомобильного транспорта: материалы III Международной научно-практической конференции. Иркутск: ИрГТУ, 2011. С. 192–210.

В. А. Зеер, Ю. М. Яковлев, Д. Л. Окладников, А. А. Сорокин

Сибирский федеральный университет

КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПОДВЕСОК

Подвеска автомобиля выполняет одновременно несколько важных функций, так как от ее конструкции и рабочих характеристик зависят управляемость, устойчивость, плавность хода и другие свойства автомобиля. Очевидно, что нерегулируемая подвеска автомобиля оказывается неоптимальной в каждой из конкретных текущих дорожных ситуаций, отличающихся от расчетной. Так, при движении автомобиля по сравнительно гладкой дороге оптимальной является более жесткая подвеска; при движении этого же автомобиля по неровной дороге хотелось бы, чтобы подвеска становилась более мягкой. В настоящее время автомобили уже оснащаются адаптивными подвесками, которые позволяют управлять их характеристиками вручную или автоматически.

В современных амортизаторах, применяемых на автомобилях малого класса, усилие сопротивления на ходе сжатия и ходе отбоя варьируется в пределах от 250 до 400 Н и от 800 до 1100 Н соответственно, при этом величина рассеиваемой энергии в среднем составляет 350 Вт. Так как работа любого амортизатора основана на силе трения, то энергия механических колебаний, поглощенная амортизатором, рассеивается в окружающую среду в виде теплоты.

В последние годы все большее внимание уделяется исследованию и применению возобновляемых источников энергии. Одним из перспективных направлений является использование энергии колебания, тряски, вибрации какого-либо физического тела или среды для выработки электроэнергии для локальных потребителей.

Цель: разработать концептуальную схему амортизатора подвески с возможностью рекуперирования энергии колебаний в электрическую энергию.

Амортизаторы в равной мере служат как для безопасности, так и для комфортабельности автомобиля. Они должны соответствовать основным параметрам колебательной системы (подрессоренная масса и жесткость

упругих элементов подвески) и оптимальному соотношению сил сопротивления при ходах сжатия и отбоя в заданном режиме движения (скорость, дорога), предотвращая отрыв колес от дороги и гася колебания кузова.

Таким образом, выбор оптимальных параметров затухания колебаний автомобиля всегда решается на основе компромисса между обеспечением наилучшей его плавности хода и максимальной устойчивости.

Применяемые в автомобилестроении амортизаторы можно классифицировать по следующим признакам:

- по принципу гашения колебаний – фрикционные, гидравлические или электромагнитные;
- по характеру действия сил сопротивления – одностороннего или двухстороннего действия, с линейной, прогрессивной или регрессивной характеристиками симметричного либо несимметричного вида;
- по виду рабочих тел, обеспечивающих функционирование амортизатора – гидравлические, гидропневматические или электромагнитные;
- по конструкции – рычажные (дисковые, поршневые или лопастные), телескопические (одно- или двухтрубные) с внутрикорпусной или выносной компенсационной камерой, с разгрузочными клапанами или без них или электромагнитные;
- по степени приспособленности к нагрузкам – простые, адаптивные или релаксационного типа.

Рассмотрим более подробно вышеперечисленные признаки. Фрикционные амортизаторы обладают сопротивлением пропорциональным перемещению и не зависящим от скорости перемещения. Поэтому они в прямом смысле слова являются демпферами, так как выполняют только одну функцию – гашение колебаний. В гидравлических амортизаторах сила сопротивления зависит от скорости перемещения штока. Принцип работы амортизатора заключается в возвратно-поступательном движении поршня, поршень через калиброванное отверстие перепускает масло из одной камеры в другую, превращая механическую энергию в тепловую. Работа электромагнитных амортизаторов основана на взаимодействии статора и ротора и описывается законами электромагнетизма.

Силовая характеристика телескопического амортизатора – это зависимость силы сопротивления перемещению поршня в рабочем цилиндре от скорости его перемещения. Для рычажного амортизатора это зависимость силы сопротивления от скорости перемещения конца рычага при неподвижном корпусе. Виды характеристик амортизаторов представлены на рис. 1.

У амортизаторов с регрессивной характеристикой (рис. 1, *а*) сила сопротивления пропорциональна квадратному корню из скорости перемещения поршня. Как видно из графика, в начале движения поршня сопротивление растет быстро, а затем существенно медленнее. В связи с этим амортизаторы с регрессивной характеристикой хорошо противостоят боковому крену кузова автомобиля при крутых поворотах и продольному крену («кивкам») при резком торможении. При этом воздействие мелких дорожных неровностей гасится ими менее эффективно, чем амортизаторами с другими видами характеристик. Небольшой подъем характеристики при повышенной скорости поршня соответствует ограничению максимальных сил, развиваемых амортизатором и воздействующих на подвеску и кузов.

У амортизаторов с прогрессивной характеристикой, близкой к классической параболе (рис. 1, *б*), сила сопротивления растет пропорционально квадрату скорости поршня. При малой скорости поршня развиваются небольшие усилия сопротивления, а при ее увеличении они существенно возрастают. В связи с этим амортизаторы с прогрессивной характеристикой хорошо «сглаживают» мелкие неровности на дороге даже при относительно жестких шинах, активно предотвращают отрыв колес на плохих дорогах (что улучшает сцепление с дорогой), но с боковым и продольным креном справляются хуже, чем амортизаторы с регрессивной характеристикой.

Амортизаторы с линейной характеристикой (рис. 1, *в*) представляют собой компромисс между ранее описанными вариантами.

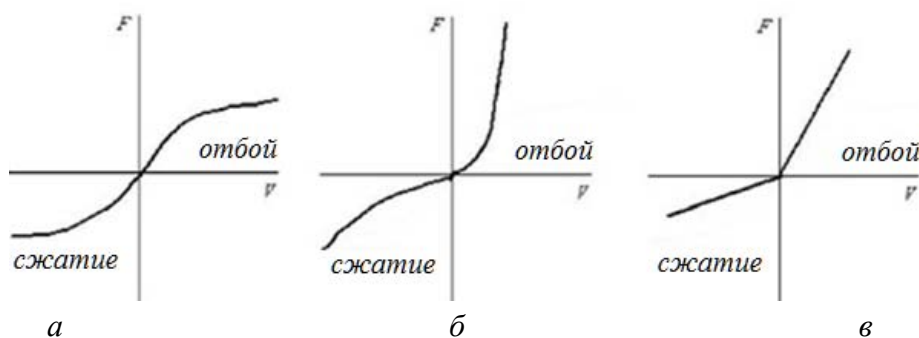


Рис. 1. Амортизаторы с характеристикой: *а* – регрессивной; *б* – прогрессивной; *в* – линейной

Для инженерных расчетов амортизаторов их характеристики удобно представлять в линеаризованном виде из четырех линейных участков (рис. 2, *а*).

Участки $0б$ и $0в$ соответствуют дроссельным режимам сжатия и отбоя, а участки $ба$ и $вг$ – клапанным режимам. Точки $би$ соответствуют моментам открытия клапанов сжатия и отбоя. У современных амортизаторов открытие клапанов происходит при относительных скоростях поршня $0,3\text{--}0,5$ м/с.

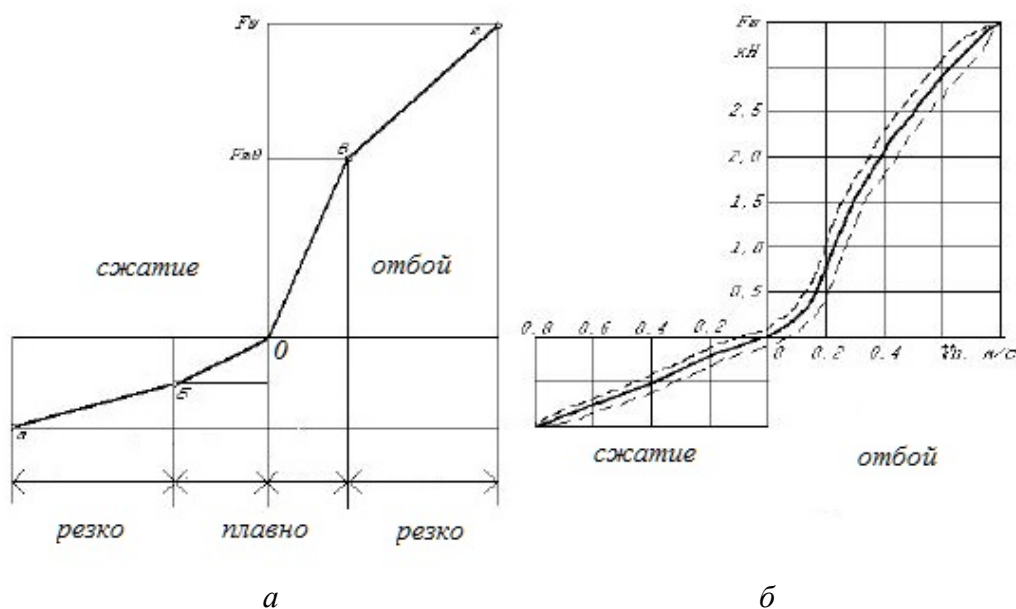


Рис. 2. Расчетная характеристика амортизатора:
 а – линейные участки; б – реальная характеристика

Реальная характеристика (рис. 2, б), естественно, отличается от теоретической (линеаризованной). Она нелинейна, линии нагрузки и разгрузки не совпадают, что обусловлено упругостью элементов крепления амортизатора, инерционными свойствами его деталей и возможностью эмульсирования рабочей жидкости. Поэтому реальная характеристика имеет вид петли гистерезиса.

Таким образом, реализация предъявляемых к характеристике амортизатора требований без применения автоматического регулирования возможна только на основе компромиссных решений. Сложившиеся в настоящее время взгляды на формирование характеристик амортизаторов современных наземных транспортных средств предусматривают их несимметричность при ходах сжатия и отбоя. При этом усилие сопротивления на штоке амортизатора при ходе отбоя рекомендуется задавать в 2–5 раз больше, чем при ходе сжатия ($F_{от} = (2...5) F_{сж}$).

Несимметричность характеристик рекомендуется закладывать тем меньшей, чем лучше преимущественные дорожные условия использования разрабатываемого автомобиля, чем легче его неподрессоренная масса и чем меньше сухое трение в подвеске. Поэтому несимметричность характеристик задается меньшей у легковых автомобилей, а большей – у грузовых.

При рассмотрении конструктивных особенностей следует выделить наиболее распространенные принципиальные схемы амортизаторов. На рис. 3 показан фрикционный амортизатор. Один рычаг этого амортизатора шарнирно соединен с рамой автомобиля, а другой – со ступицей колеса. На концах рычагов имеются диски, между которыми установлены фрикционные шайбы, стягиваемые болтом и гайкой. Пружинная шайба обеспечивает равномерное давление на диски и компенсирует небольшой износ фрикционных шайб. Колебания рамы вызывают поворот рычагов, в результате чего между дисками и фрикционными шайбами возникает трение, гасящее их.

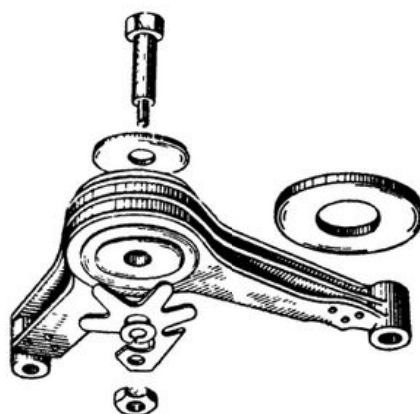
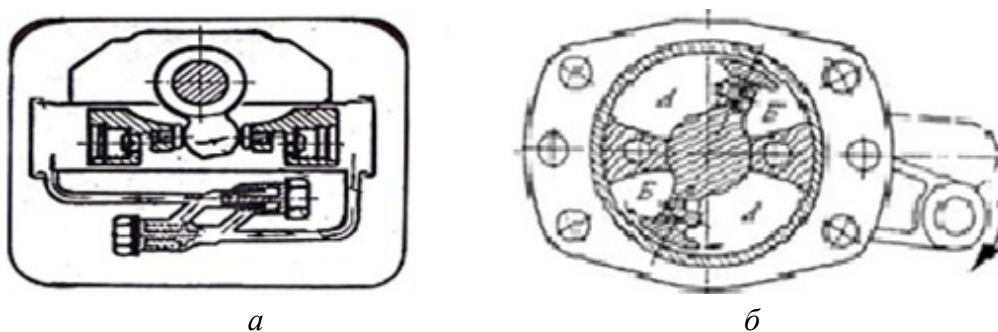


Рис. 3. Фрикционный амортизатор

Преимуществами фрикционных амортизаторов являются способность гасить колебания даже при самых минимальных перемещениях рычагов, легкость регулировки. К недостаткам такой конструкции следует отнести такие: сопротивление, зависящее от скорости перемещения, нестабильность работы при нагреве, малый ресурс, а также повышенный шум при работе.

Также возможны рычажные амортизаторы с применением жидкости в качестве рабочего тела (рис. 4). Как правило, корпус расположен горизонтально с размещенными в нем поршнями или лопастями, перемещаемыми посредством рычага.



*Рис. 4. Гидравлические рычажные амортизаторы:
а – рычажный гидравлический амортизатор поршневого типа;
б – рычажный гидравлический амортизатор лопастного типа*

Преимуществами рычажных гидравлических амортизаторов являются компактность, возможность внешней регулировки, простота крепления к кузову автомобиля. К недостаткам следует отнести высокое внутреннее давление (15–30 МПа) при больших силах сопротивления и, как следствие, неудовлетворительное демпфирование колебаний колес автомобиля, большую массу (по сравнению с телескопическими), плохой отвод теплоты, высокую стоимость, повышенный износ в местах контакта рычага с поршнями.

Телескопические амортизаторы выполняются в виде телескопического устройства, располагаемого в подвеске (вертикально или наклонно). По сравнению с рычажными амортизаторами обладают в два раза меньшей массой и работают при пониженном давлении (2,5–8,0 МПа). Увеличенная поверхность теплоотдачи телескопических амортизаторов обеспечивает им меньший нагрев при работе. Телескопические амортизаторы выполняются по однотрубной (рис. 5, а) или двухтрубной (рис. 5, б) схемам.

Однотрубные амортизаторы по сравнению с двухтрубными имеют ряд преимуществ:

- давление газа, передаваемое жидкости через разделительный поршень, полностью исключает ее кавитацию, обеспечивая стабильность гашения колебаний на всех режимах работы;
- теплоотвод эффективнее, что способствует стабилизации характеристик амортизатора;
- при одинаковой энергоемкости однотрубный амортизатор значительно легче двухтрубного, а его применение обеспечивает некоторое

уменьшение неподрессоренных масс подвески и повышение комфортности передвижения;

- при одинаковых наружных диаметрах амортизаторов площадь поршня в однотрубной конструкции больше, чем в двухтрубной;
- однотрубный амортизатор работоспособен в любом положении, тогда как двухтрубный устанавливать можно только таким образом, чтобы в экстремальных условиях эксплуатации угол наклона к вертикальной плоскости не превышал 45 гр.;
- в однотрубном амортизаторе сжатый под большим давлением газ служит дополнительным упругим элементом подвески с нелинейной (прогрессивной) характеристикой.

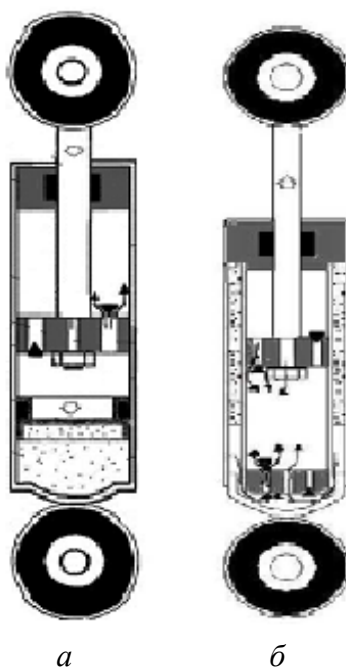


Рис. 5. Телескопические амортизаторы: а – однотрубные; б – двухтрубные

Таким образом, повышенная стабильность характеристик однотрубных амортизаторов обеспечивает более надежный контакт колес автомобиля с дорогой, улучшая тем самым его тормозные свойства, плавность хода, устойчивость и управляемость.

Однако, наряду с очевидными достоинствами однотрубные амортизаторы обладают и рядом недостатков, которые обусловлены применением газа высокого давления. Основную трудность представляет обеспечение герметичности узла уплотнения в направляющей втулке штока. Имеются

также определенные сложности в обеспечении герметичности подвижного сопряжения «разделительный поршень – внутренняя поверхность цилиндра». Герметичность указанных узлов обеспечивается повышенной износостойкостью штока, высокой точностью изготовления как штока, так и уплотняющих изделий, а также применением для них высококачественных материалов.

На современных автомобилях применяются подвески с возможностью регулирования кинематических параметров (величина дорожного просвета) и энергоемкости (жесткость подвески) с учетом нескольких вариантов. Например, в подвеске Hydactive, устанавливаемой на автомобилях Citroen XM, подвеска регулируется гидропневматическими амортизаторами: на каждой оси – по три пневматических резервуара, работающих в роли амортизатора. Водитель может также изменить клиренс (например, в зависимости от скорости движения, качества дороги, а также при остановке автомобиля).

Встречаются амортизаторы, оснащенные специальным электромагнитным клапаном с переменным сечением. Электронный блок управления подает напряжение разной величины на клапан амортизатора, тем самым изменяя его проходное сечение, причем регулировка может осуществляться как на всех амортизаторах синхронно, так и для каждого индивидуально. Примерами таких подвесок является Volkswagen DCC Adaptive Chassis, TEMS (Toyota Electronically Modulated Suspension) – электронная система управления. При этом электроклапан не единственное решение.

Амортизатор может иметь стандартную конструкцию, а в качестве жидкости использовать так называемую магнитореологическую жидкость (MRF), которая представляет собой суспензию в масле очень мелкодисперсных металлических магнитных частиц (диполей). Диполи могут управляться внешним магнитным полем, создаваемым соленоидом, заставляющим их одновременно ориентироваться в заданном направлении, например вдоль или поперек потока жидкости, что и приводит к изменению вязкости MRF в заданном направлении. Примером подвески с MRF является подвеска MagneRide, устанавливаемая на автомобилях Cadillac Catera, Audi с подвеской magnetic ride.

Помимо таких управляемых элементов подвески были разработаны также активные элементы, например амортизатор, в который из

внешнего резервуара под высоким давлением может впрыскиваться масло или откачиваться из него. Такой амортизатор сам может активно воздействовать на автомобиль, надо лишь правильно управлять им. Примером такого рода активной подвески является подвеска Active Body Control (ABC), которой с 2002 года оснащаются автомобили Mercedes Benz CL500 и CL600. При помощи гидравлики высокого давления, многочисленных датчиков и мощных микропроцессоров эта активная подвеска мгновенно подстраивает поддрессирование кузова под соответствующую дорожную ситуацию.

Проанализированные системы имеют свои достоинства и недостатки; в частности системы типа TEMS не являются адаптивными, так как в них могут закладываться несколько алгоритмов управления, которые настраивают подвеску под определенный профиль дорожного полотна. К тому же в некоторых случаях системы такого типа оснащаются дополнительным оборудованием (например, упругий пневмоэлемент в подвеске Adaptive Chassis, требующий в дополнительных энергозатрат, удорожания и усложнения конструкции, повышения массогабаритных размеров). Системы с применением MRF могут иметь лишь две предустановки и нуждаются во внешнем источнике энергии. Представленная адаптивная подвеска Active Body Control и аналогичные ей системы справляются со своими задачами и требуют больших энергозатрат в сравнении с вышеперечисленными.

Идея электромагнитной подвески, суть которой сводится к использованию поля между двух магнитов, не нова. Основным из разработчиков электромагнитных подвесок на сегодняшний день является Амар Боуз (основателя Bose Corporation), профессор Массачусетского технологического института, создавший электромагнитные стойки, в которых роль как упругого элемента, так и демпфера выполняли статоры, чьим неподвижным элементом являлись сами стойки, а роторы находились в жесткой связи с каждым из колес (рис. 6).

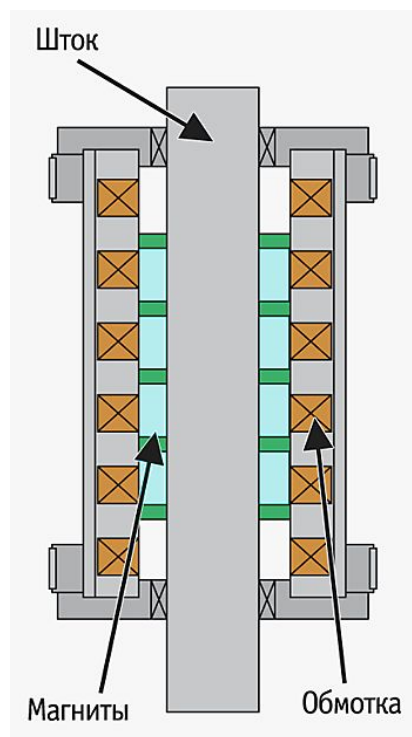


Рис. 6. Электромагнитная подвеска BOSE

Весь комплекс получает сигналы от центрального контроллера, который анализирует данные различных датчиков и сенсоров и на основе их управляет магнитным полем по средствам заложенного алгоритма. Неоспоримый «плюс» этой системы – в скорости реакции (намного быстрее любой гидравлики), «минус» – больших энергозатратах на работу электромагнитов.

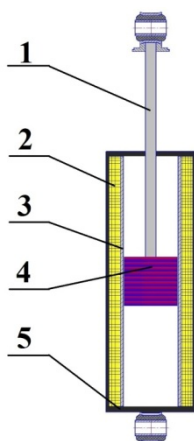
Еще одними из разработчиков электромагнитных подвесок являются Технологический университет Эйндовена совместно с фирмой SKF (рис. 7). Разработчики намерены решить эту проблему за счет использования электромагнитной «капсулы» только в качестве демпфера, а функция упругого элемента остается за обычной пружиной. «Капсула» состоит из электромагнитного актюатора, управляющего блока и батареи. Общая потребляемая энергия системы – около 500 Вт.

Более того, разработчики заверяют, что батареи могут заряжаться от дорожной вибрации – энергии сжатия, – которая у обычного амортизатора уходит в тепло. В случае выхода из строя электроники подвеска не проседает, а продолжает работать как обычная пружинная, только без амортизатора.



Рис. 7. Электромагнитная стойка разработки университета Эйндховена и SKF

На основе проведенного анализа предлагается схема электромагнитного амортизатора (рис. 8) с возможностью изменения выходных параметров в широком диапазоне, генерации и накопления электроэнергии, а также рекуперации её в бортовую сеть автомобиля. Тем самым решается вопрос не только адаптивности подвески, но и управления ею без отбора энергии из бортовой сети.



*Рис. 8. Принципиальная схема электромагнитного амортизатора линейного типа:
1 – шток; 2 – обмотка; 3 – магнитопровод; 4 – кассета магнитов; 5 – корпус*

На данном этапе разработки проектируемые амортизаторы могут иметь несколько вариантов конструктивного исполнения (при этом все схемы представляют собой электрическую машину на постоянных магнитах):

- закрепленная на штоке обмотка и установленные в корпусе магниты;
- использование в качестве отбойника постоянных магнитов (принцип магнитной пружины);
- применение различных видов обмоток: одно или трехфазная, с постоянным либо переменным сечением;
- сочетание электромагнитного амортизатора линейного типа с гидравлической системой.

В качестве дополнительного источника электрической энергии возможно применение в конструкции амортизатора отбойника, оснащенного пакетом пьезоэлементов (рис. 9).

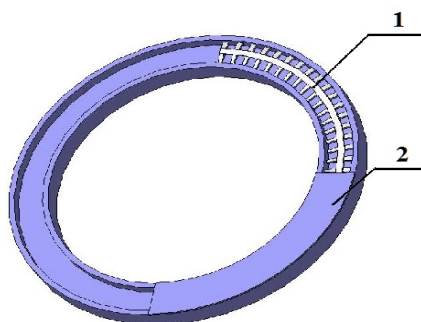


Рис. 9. Пьезоподушка: 1 – пакет пьезоэлементов; 2 – упругий корпус

Как альтернативный вариант конструктивного исполнения электромагнитного амортизатора предлагается схема с генераторами вращательного типа (рис. 10), представляющая собой два генератора на постоянных магнитах закрепленных на корпусе 1. Роторы приводятся от шестерни 3 через обгонные муфты 6, что позволит избежать динамических (инерционных) нагрузок от роторов генераторов 7.

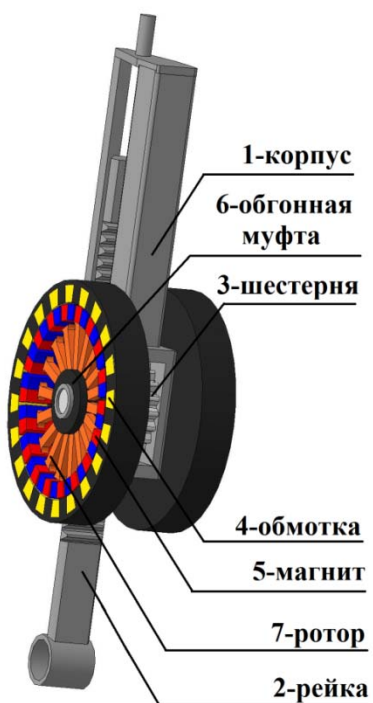


Рис. 10. Принципиальная схема электромагнитного амортизатора с генераторами вращательного типа

Данная схема возможна в довольно компактном исполнении за счет увеличения частоты вращения ротора генератора, что положительно скажется на КПД всего узла в целом.

Применение в подвесках автомобилей электромагнитных амортизаторов позволит снизить нагрузку на бортовые источники электроэнергии (аккумуляторную батарею и генераторную установку), а также задать необходимые характеристики подвески под различные условия эксплуатации, что положительно отразится на эксплуатационных свойствах автомобилей. К тому же данное направление приобретает особую актуальность при проектировании автомобилей с гибридными силовыми установками и электромобилей.

Список литературы

1. ОСТ 37.001.277–84. Подвеска автотранспортных средств. Термины и определения. Введ. с 01.01.85. М.: НАМИ, 1984.
2. Острцов А. В., Устименко В. С. Оценка эффективности работы амортизаторов на автомобиле // Грузовик &. 2002. № 11.
3. Ротенберг Р. В. Подвеска автомобиля. М.: Машиностроение, 1972.
4. Дербаремдикер А. Д. Амортизаторы транспортных машин. М.: Машиностроение, 1985.
5. Шарипов В. М. Конструирование и расчет тракторов. М.: Машиностроение, 2004.
6. Хитерер М. Я., Овчинников И. Е. Синхронные электрические машины возвратно-поступательного движения. СПб.: Корона-принт, 2008.
7. Centre of Electromechanics. University of Texas. Research activities. Режим доступа: www.utexas.edu/research/cem/

Научное издание

ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ СИБИРИ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Всероссийская научно-практическая конференция
с международным участием

(Красноярск, 17–19 октября 2013 года)

Сборник научных трудов

Под общей редакцией доктора технических наук В. В. Минина

Подготовлено к публикации ИЦ БИК СФУ

Подписано в печать 14.10.2013. Печать плоская. Формат 60×84/16.
Бумага офсетная. Усл. печ. л. 17,2. Тираж 100 экз. Заказ № 3326

Издательский центр
Библиотечно-издательского комплекса
Сибирского федерального университета
660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79
Тел./факс (391) 206-21-49, e-mail: rio@lan.krasu.ru

Отпечатано Полиграфическим центром
Библиотечно-издательского комплекса
Сибирского федерального университета
660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 82а
Тел./факс (391) 206-26-58, 206-26-49
E-mail: print_sfu@mail.ru; <http://lib.sfu-kras.ru>