av0318.fm Page 1 Thursday, March 15, 2018 12:53 PM

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ

Издается с мая 1930 года

Москва "Машиностроение"

УЧРЕДИТЕЛИ:
МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ,
науки и технологий РФ,
ОАО "АВТОСЕЛЬХОЗМАШ-ХОЛДИНГ"

АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

№ 3 • март • 2018

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 05.22.10

МОТИВАЦИЯ И СТИМУЛИРОВАНИЕ ПЕРСОНАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ

ДУБОВИК Е.А.
Донской ГТУ (+ 7.863. 273-85-11)

Рассматриваются основные технологии мотивации и стимулирования персонала на современном предприятии.

Ключевые слова: *персонал, предприятие, мотивация, стимулирование.*

Dubovik E.A.

MOTIVATION AND STIMULATION OF PERSONNEL

This paper considers the main technologies of motivation and stimulation of personnel in modern enterprise.

Keywords: *personnel, enterprise, motivation, stimulation.*

Близкие, на первый взгляд, понятия стимулирование и мотивация нельзя считать тождественными. Как метод управления персоналом стимулирование направлено на закрепление существующего положения, а мотивация — на его изменение в лучшую сторону. При этом мотивация и стимулирование дополняют друг друга и обязательно должны соответствовать интересам человека, его способностям и, конечно, потребностям сотрудника.

Влияние на трудовую мотивацию персонала оказывают различные факторы, среди которых самые распространенные: уровень заработной платы, система экономических и социальных льгот и норм, отношения в семье, взаимодействие в коллективе, карьерный и личностный рост, интересная работа, постоянный риск и адреналин, желание самоутверждения и самореализация, внутренняя и внешняя культура и т.д.

Существуют самые разные методы мотивации персонала [1]. Двух совершенно одинаковых людей на свете нет, поэтому мотивация для каждого человека должна быть индивидуальна, так же как и вознаграждение. Следовательно, разработка мотивационных программ в компаниях, на предприятиях и других заведениях должна быть основана на реальном "мотивационном профиле" своего уникального персонала.

Исследователь Б.Г. Прошкин определяет методы мотивации как "способы управленческих воздействий на персонал, направленные на достижение высоких целей предприятия. В основе данных методов лежат законы и закономерности управления. Их действие предусматривает использование руководством предприятия различных приёмов влияния на персонал в целях активизации его деятельности. Методы мотивирования персонала могут быть самыми разнообразными и зависят от общей системы управления, проработанности системы мотивации и специфики деятельности самого предприятия".

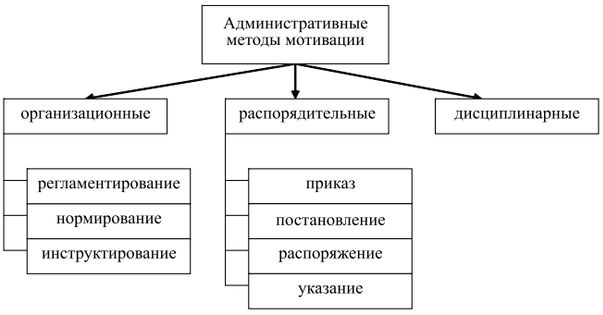
По мнению Г.Х. Бакировой, в основе классификации методов мотивирования персонала должна лежать "их мотивационная характеристика, т.е. те мотивы, на активизацию которых они направлены" [2]. Автор выделяет экономические и неэкономические методы мотивации, а в рамках второй группы — административные и социально-психологические. "Используемые методы должны представлять собой единую систему, что говорит о принципе системности. Также они должны осуществляться в форме, которая позволит адаптировать их к изменяющейся ситуации (принцип адаптивности). Использование выбранного метода должно обеспечивать достижение максимально возможного социального и экономического эффекта при условии минимальных затрат на проведение мероприятий, которые реализуют данный метод (принцип эффективности)".

Также Г.Х. Бакирова утверждает, что "группу экономических методов (материальная мотивация) используют как в виде материального вознаграждения за количественный и качественный труд, так и в форме материальной санкции за недостаточное количество и несоответствующее качество труда. Различают коллективную и индивидуальную заинтересованность. Поэтому данные экономические методы должны быть

стимулом в деятельности предприятия для удовлетворения потребностей общества и мотиватором для самого персонала предприятия. Исходя из этого, выделяют три уровня экономической мотивации: стимулирование со стороны государства, стимулирование структурных подразделений предприятия со стороны управленческого персонала, стимулирование персонала предприятия. Методами первого уровня является налогообложение, госзаказ, финансирование" [3].

Налогообложение как метод стимулирования подразумевает то, что государство может способствовать развитию предприятий и организаций, меняя ставки налогов, и наоборот, может уменьшать их активность. Сущность госзаказа как метода стимулирования заключается в гарантированном сбыте продукции предприятия. Финансирование (в виде субсидирования и кредитования) заключается в финансовой поддержке предприятия государством, в развитии которого оно заинтересовано. Основной экономический метод, который используется на предприятии, это внутрипроизводственный хозяйственный расчёт, исходными принципами которого являются: закрепление за подразделениями ресурсов, которые необходимы для деятельности предприятия; возможность использования заранее оговоренной прибыли по усмотрению подразделения; при невыполнении подразделениями своих обязательств — использование наказания в виде штрафных санкций. При определении размеров и методов персонального экономического воздействия (третий уровень мотивации) следует исходить из положения о том, что благосостояние работников служит источником эффективности всего предприятия и развития общества. В состав экономической мотивации входят материальное вознаграждение (заработная плата, бонусы, премии), штрафы, участие в прибыли, налогообложение.

Необходимость административных методов заключается во взятии работниками на себя определённых обязанностей, в ответственности за качественное выполнение порученной работы и ответственности за результаты деятельности предприятия в целом. Поэтому требуется определённая группа методов, с помощью которых будут определяться место отдельного сотрудника и его группы на предприятии, их обязанности, права и меры ответственности, способы координации их действий в процессе трудовой деятельности. Такими методами и являются административные методы, которые в свою очередь: прямо воздействуют на человека, что выражается в обязательности выполнения распоряжений и в их однозначности; устанавливают минимально допустимую результативность, при недостижении которой работника просто ждёт увольнение; не предусматривают каких-либо вознаграждений, только различного рода наказания; оказываются наиболее эффективными в самых примитивных ситуациях; являются эффективными в случае использования на предприятии системы контроля их исполнения; дают возможность установления строгой дисциплины на предприятии; требуют выполнения строго конкретных действий, а не лучшего решения проблемы; ведут к концентрации управления; позволяют обеспечить выбранную технологию производства и управления; наконец, не способствуют развитию творческого начала личности, поэтому зачастую негативно оцениваются персоналом. Административные методы мотивации делятся на три группы: организационные, распорядительные и дисциплинарные (см. рисунок).



Организационные методы заключаются в привлечении сотрудников к участию в делах предприятия. Регламентирование предполагает установление статуса функционирования целей, прав и обязанностей, ответственности. Нормирование как метод воздействия на работников и коллективы использует нормы, имеющие конкретные числовые выражения, и нормативы, которые носят общий, типовой характер и являются основой для разработки норм. Инструктирование предусматривает знакомство сотрудников с условиями работы, со стоящими перед ними задачами, с принятыми решениями и последствиями невыполнения каких-либо заданий.

Использование распорядительных методов происходит при необходимости вмешательства в процесс управления в целях устранения существующих отклонений и реализации появившихся возможностей [4]. Документом, в котором сформулированы содержание, цели, объёмы выполнения заданий, указаны условия их выполнения и исполнители, определено должностное лицо, которое осуществляет контроль исполнения данных заданий, является приказ. Он издаётся руководителем предприятия или должностным лицом, которому делегированы данные полномочия. Постановление принимается на уровне предприятия совместно администрацией и общественными организациями. Распоряжение представляет собой письменное или устное требование к подчинённому персоналу выполнить конкретный вид работ для решения каких-либо задач. Распоряжение, как правило, издаётся функциональным руководителем или линейным руководителем среднего уровня. Указание даётся в устной форме и используется на низшем уровне управления. Дисциплинарные воздействия регламентируются Трудовым кодексом РФ и используются в случае невыполнения работником своих обязанностей.

Административные методы сегодня утратили роль главного рычага управления производством и заняли подчинённое положение по отношению к вышедшим на передний план экономическим методам мотивации персонала. Однако целый ряд управленческих задач при использовании экономических методов мотивации нуждается в организационно-распорядительных

действиях, поэтому может быть решён лишь административным способом.

Н.С. Пряжников в своих работах пишет: "Социально-психологические методы имеют связь с социальными отношениями. В основе данных методов лежат моральные стимулы к трудовой деятельности и оказание воздействия на личность посредством психологических приёмов. Данные методы предназначены для создания и поддержания таких внутриорганизационных условий, при которых работники, во-первых, стремятся к увеличению собственной результативности и результативности предприятия, во-вторых, имели бы все возможности для саморазвития в выбранных ими направлениях. В основе данных социально-психологических методов лежит единство жизненных ценностей предприятия и его работников. Это единство является обязательным, так как именно на этой основе возможно развитие у сотрудников чувства патриотизма по отношению к предприятию. Проявление данного чувства наблюдается в сознательном стремлении работника отдавать предприятию больше усилий и времени, чем оно ему оплачивает. Это возможно в случае, если предприятие обеспечивает работника не только высоким уровнем заработной платы, но и даёт возможность удовлетворять потребности высших уровней. Среди социально-психологических методов выделяют соревнования, социологические исследования, методы морального порицания и поощрения, преодоление и использование конфликтов, психологическое влияние, методы планирования и развития карьеры работников, убеждение".

Изложенная схема классификации методов мотивации персонала — классическая. Условием эффективного управления персоналом любой организации является комплексное использование всех групп методов трудовой мотивации в деятельности предприятия.

В основе методов мотивации лежат *базовые принципы*: "солидарности, принуждения, приспособления и вознаграждения". Рассмотрим эти принципы более детально.

Принцип *солидарности*, формируемый у сотрудников посредством убеждения, воспитания или обучения, развивают у людей стремления, совпадающие или близкие к целям предприятия. В результате сотрудник начинает рассматривать благополучие предприятия в качестве основы своего благополучия, а его успехи и неудачи — как свои личные. Данный метод является очень эффективным современным методом мотивации труда. Солидарность, дружественные взаимоотношения между рабочими, руководством, отделами и коллективами разных уровней, взаимовыручка являются одним из основных методов мотивации трудовой деятельности.

Принцип *принуждения* предполагает воздействие на персонал посредством угрозы штрафа, увольнения, перевода на низкооплачиваемую должность. Данный метод принуждения используется как форма, связанная со страхом быть публично униженным, оскорблённым или подвергнутым стрессу. В этих условиях человек становится покорным, что, однако, не приводит к согласованию целей и интересов предприятия и его сотрудников. Вот почему требуется корректное использование данных методов принуждения. Они должны устанавливать зоны действий, переступать которые не допускается.

Принцип *приспособления* позволяет работникам оказывать влияние на цели и задачи предприятия, подстраивая их частично к своим целям. Человек охотнее следует своим установкам, чем чужим. У персонала появляется ощущение совладельца, соучастника стратегических вопросов деятельности предприятия. Он связан с широким делегированием полномочий, что способствует облегчению выбора целей и задач предприятия всё большим числом работников, что служит мощным мотивом внутреннего объединения целей предприятия с индивидуальными целями его работников.

Вознаграждение может осуществляться в денежной (например, подарок, дополнительный отпуск) и нематериальной формах (благодарность, награда). Вознаграждение — это всё, что человек считает ценным для себя и ради чего готов работать". Оно всегда должно быть связано с приятными эмоциями сотрудника. Различают внешнее и внутреннее вознаграждение. Внешнее вознаграждение даётся предприятием. Это заработная плата, знаки служебного статуса и престижа, продвижение по карьерной лестнице, похвалы и признание коллег и руководства, дополнительный отпуск, дополнительные выплаты, служебный автотранспорт, различные награды. Внутреннее вознаграждение даёт сама работа. Сюда относится чувство удовлетворения от процесса труда, достижения намеченного результата. В процессе труда работник удовлетворяет свою человеческую потребность в общении с другими людьми.

Как видим, существует огромный перечень методов и принципов стимулирования персонала, которые различны и находятся в полной зависимости от специфики деятельности той или иной организации и проработанности системы её стимулирования. Современные методы мотивации рассчитываются на персонал, который, с одной стороны, уже имеет высокий уровень образованности, а с другой — мотивирован к обучению. Лишь комплексное использование всех методов мотивации персонала способствует эффективному управлению предприятием в целом.

Стимулирование и мотивация персонала представляют собой гибкие системы, требующие постоянного совершенствования. Для этого нужно знать, в каком направлении двигаться, какие изменения и в какой области стимулирования проводить и т.п. Это возможно только после проведения оценки уже действующей на предприятии системы стимулирования труда.

Как таковых специальных методов оценки системы стимулирования труда не существует. Но, как уже было сказано, система стимулирования является составной частью системы управления персоналом на предприятии, поэтому методы оценки системы управления персоналом можно применять и для оценки системы стимулирования труда. Их можно разделить на три группы: методы обследования, методы обоснования и методы анализа.

К методам обследования (сбора данных) относятся: интервьюирование и анкетирование.

Интервью даёт возможность получить значимую информацию о системе стимулирования и её воздействии на человека. Это опрос "лицом к лицу", получение информации в личном общении. В отличие от беседы, роли участников интервью различны: опрашиваемый выступает как объект исследования, другой — как субъект. То есть интервью — не обмен мнениями, а именно получение информации от одного лица — опрашиваемого. Суть метода такова: разрабатываются вопросы интервью либо для рабочих предприятия, либо для специалистов, выступающих в роли опрашиваемых. После проведения интервью делаются выводы о системе стимулирования труда и её воздействии.

Анкетирование позволяет получить достоверные данные об объекте или для их использования в управлении. Суть анкетирования в наличии системы логически последовательных методических и организационно-технических процедур, связанных между собой единой целью: получить объективные достоверные данные об изучаемом объекте или процессе для их последующего использования в практике управления.

К методам обоснования относятся также два метода: сравнений и оценки экономической эффективности.

Метод сравнений позволяет сравнить существующую систему стимулирования труда на предприятии пищевой и других отраслей с подобной системой передовой организации соответствующей отрасли, с нормативным состоянием или состоянием в прошлом периоде.

Метод оценки экономической эффективности системы премирования предполагает, что система премирования формирует уровень оплаты на предприятии в соответствии со степенью выполнения показателей и условий премирования и обеспечивает достижение эффекта большего, чем соответствующая ему премиальная часть заработной платы, или равного этой части.

Для качественной оценки эффективности системы премирования выявляется соответствие установленных показателей премирования к задаче предприятия, а также обоснованность размеров поощрения. Как показывает практика, система премирования не оказывает стимулирующего воздействия, если премии составляют менее 7—10 % должностного оклада.

Количественная оценка эффективности системы премирования даётся с позиций выгодности её применения для работодателя. Она предполагает:

— определение достигнутого уровня выполнения показателя премирования в период оценки эффективности ($У_д$);

— сравнение его с уровнем выполнения показателя в базисном периоде или каким-либо другим уровнем выполнения показателя, принимаемого за базу ($У_б$), и определение величины изменения показателя;

— определение эффекта в денежном выражении, полученном от изменения показателей премирования ($Э_д$);

— сравнение экономического эффекта с соответствующей премиальной оплатой и определение абсолютной или относительной эффективности системы премирования.

Под *абсолютной эффективностью системы премирования* ($А_э$) понимается разница между эффектом от изменения уровня показателей премирования в рассматриваемом периоде ($Э_д$) и соответствующей этому изменению величиной выплачиваемых премий (П). Рассчитывается по формуле: $А_э = Э_д - П$. *Относительная эффективность* ($О_э$) — это отношение экономического эффекта от изменения уровня показателей премирования к сумме выплаченной премии. Относительная эффективность вычисляется по формуле: $О_э = Э_д/П$.

Показатели абсолютной и относительной эффективности используются для сравнения различных систем премирования по степени их выгодности для работодателя. Эффект в денежном выражении, полученный на основе прямого сопоставления достигнутого и базисного уровня показателей, рассчитывается по формуле: $Э_д = Э_н = У_д - У_б$.

При расчёте *долгосрочного экономического эффекта* премирования наиболее целесообразно, по мнению ряда экспертов, брать средний уровень выполнения показателя в базисный период. При расчёте экономической эффективности расходы на премирование надо брать вместе с приходящимися на премии отчислениями во внебюджетные федеральные фонды (пенсионный фонд, фонд социального страхования, медицинского страхования).

Таким образом, по системе премирования можно судить о системе стимулирования труда на предприятии. Если система премирования экономически эффективна ($Э_д > 0$, $А_э > 0$, $О_э > 1$), то система стимулирования труда эффективно выполняет свою стимулирующую роль (функцию) и является эффективной с экономической точки зрения.

Методов анализа известно четыре: системный анализ, функционально-стоимостной анализ, экспертно-аналитический метод и метод Паттерна.

Системный метод ориентирует исследователя на изучение системы стимулирования труда в целом и составляющих её компонентов: целей, функций, структуры, средств (методов) стимулирования, информации; на выявление типов связей этих компонентов между собой и внешней средой (другие подсистемы, например, система оплаты труда, система качества) и сведение их в единую целостную картину. Системный анализ состояния системы стимулирования труда преследует несколько целей: определение настоящего положения системы стимулирования; выявление изменений в состоянии системы стимулирования в пространственно-временном разрезе; выявление основных факторов, вызывающих изменения в состоянии системы стимулирования; прогноз основных тенденций будущего состояния системы стимулирования.

Данный метод оценки основан на анализе определённых показателей, характеризующих систему стимулирования труда, таких как производительность труда, рост заработной платы по предприятию, их соотношение, текучесть персонала, показатель качественного состава рабочих (по возрасту, образованию, стажу), показатель брака продукции, дисциплинированность. После проведения анализа соответствия данных показателей необходимому уровню делается вывод о систе-

ме стимулирования труда в целом. Чем больше несоответствия и расхождений, тем менее эффективно функционирует система стимулирования. Достоинства данного метода оценки — его проведение не требует непосредственного участия рабочих предприятия, соответственно меньше затрат, нужно только анализировать документацию по показателям. Но в то же время не учитываются мнения тех, для кого функционирует система стимулирования, на кого она направлена — рабочих предприятия. В этом недостаток данного метода оценки.

Функционально-стоимостной анализ системы стимулирования труда — это метод технико-экономического исследования функций системы стимулирования на предприятии, направленный на поиск путей совершенствования и резервов снижения затрат на организацию системы стимулирования в целях повышения её эффективности.

Экспертно-аналитический метод — один из наиболее распространённых методов оценки не только системы стимулирования труда. Этот метод оценки базируется на рациональных доводах и на интуиции высококвалифицированных специалистов-экспертов.

Метод Паттерн (от англ. pattern — модель, образец) был разработан в 1962—1964 гг. [5]. Он предполагает:

— расчленение изучаемой проблемы на ряд подпроблем, отдельных задач и элементов, подлежащих экспертной оценке;

— выстраивание "дерева решений";

— определение важности каждой задачи, каждого элемента;

— открытое обсуждение выдвигаемых отдельными экспертами оценок.

Мотивационный механизм управления поведением сотрудников базируется на таких факторах, как система формальных процедур и правил выполнения функций и работ, предназначенных для достижения целей фирмы и представления менеджмента о реальных интересах, мотивах, потребностях людей, работающих в организации, способах их удовлетворения, значимых ценностях и нормах поведения.

Литература

1. Митрофанова Е.В. Управление персоналом. Теория и практика. Компетентностный подход в управлении персоналом. — М.: Проспект, 2016. — 87 с.
2. Прошкин Б.Г. О прямой мотивации труда / Управление персоналом. — 2016. — № 16. — С. 10.
3. Бакирова Г.Х. Психология развития и мотивации персонала. — М.: Юнити-Дана, 2014. — 108 с.
4. Захаров Н.Л. Управление настроем персонала в организации: учебное пособие. — М.: Инфра-М, 2015. — 225 с.
5. Боулз С., Поланья — Рейес С. Экономические стимулы и общественные предпочтения. // Вопросы экономики. — 2016. — № 4. — С. 50—52.

АСМ-факты

Производство автомобильной техники предприятиями России в 2017 г. и прогноз на 2018 г.
(по информации ОАО "Автосельхозмаш-холдинг")

Тип АТС	Январь — декабрь 2017 г.	Январь — декабрь 2016 г.	Годовой прирост, %	Прогноз на 2018 г.	Прогноз прироста, %
Грузовые автомобили (включая малотоннажные и шасси), в том числе:	160 795	135 609	+18,6	167 000	+3,9
— отечественных брендов	131 984	121 888	+8,3	145 000	—
— зарубежных брендов	28 811	13 721	+110,0	22 000	—
Легковые автомобили, в том числе:	1 348 029	1 124 310	+19,9	1 400 000	+3,9
— отечественных брендов	349 772	299 178	+16,9	1 050 000	—
— зарубежных брендов	998 257	825 132	+21,0	350 000	—
Автобусы, в том числе:	42 875	44 012	—2,6	44 000	+2,6
— отечественных брендов	32 452	34 468	—5,8	35 000	—
— зарубежных брэндов	10 423	9 544	+9,2	9 000	—
Троллейбусы	250	210	+19,0	240	—4
* Лёгкие коммерческие автомобили	123 454	117 019	+5,5	125 000	+1,3
Примечание: * — разных типов автотранспортные средства малой грузоподъёмности и пассажировместимости.					

Производство автомобильной техники странами СНГ в 2017 г.
(по информации ОАО "Автосельхозмаш-холдинг")

Тип АТС, страна	Январь — декабрь 2017 г.	Январь — декабрь 2016 г.	Годовой прирост, %
Грузовые автомобили			
Россия	160 795	135 609	+18,6
Республика Беларусь	8 703	6 000	+45,1
Украина	1 442	837	172,3
Казахстан	1 634	1 892	86,4
Азербайджан	—	247	—
Легковые автомобили			
Россия	1 348 029	1 124 310	+19,9
Республика Беларусь	3 580	10 090	—64,5
Украина	7 296	4 340	+68,1
Казахстан	16 789	8 397	+99,9
Узбекистан	140 247	88 152	+59,1
Автобусы			
Россия	42 875	44 012	—2,6
Республика Беларусь	1 145	1 169	—2,1
Украина	804	321	+150,5
Казахстан	648	362	+79,0

* * *

Автомобильный рынок России в январе—декабре 2017 года (по информации ОАО "Автосельхозмаш-холдинг")

ЛЕГКОВЫЕ АВТОМОБИЛИ

Оптовые продажи легковых автомобилей в январе—декабре 2017 года выросли на 14,6 % по отношению к январю—декабрю 2016 года и составили 1553,6 тыс. ед. Сравнение структуры рынка легковых автомобилей по их происхождению в январе—декабре 2017 и 2016 годов выявляет рост абсолютных объёмов продаж во всех сегментах рынка, кроме импорта новых автомобилей. В отношении занимаемых долей рынка можно отметить расширение доли в сегменте зарубежных моделей российской сборки с 58,7 до 61,0 %; доля отечественных — выросла до 21,5 %, доля импорта подержанных автомобилей зарубежного производства также выросла — до 3,1 %, а доля импорта новых автомобилей снизилась с 17,2 до 14,3 %.

Продажи отечественных автомобилей в январе—декабре 2017 года выросли на 15,3 % — до 334,3 тыс. ед. Оптовые продажи автомобилей ВАЗ в январе—декабре 2017 года выросли на 17,6 %, а их доля составила 20,2 %. Продажи зарубежных моделей российской сборки занимают доминирующее положение на рынке легковых автомобилей, их продажи выросли на 19,1 % — до 948,3 тыс. ед. Совокупная доля продаж автомобилей, собранных в России (отечественных и зарубежных брендов), увеличилась с 80,1 до 82,5 % в январе—декабре 2017 года.

Импорт новых автомобилей сократился на 4,5 % до 222,4 тыс. ед., а их доля на рынке убавилась с 17,2 % в январе—декабре 2016 года до 14,3 % по итогам двенадцати месяцев 2017 года; ввоз подержанных машин за 2017 года составил 48,5 тыс. ед. (+ 31,5 %), а их доля составляет 3,1 % (расчёт рынка произведён с учётом импорта по ГТД и ТПО).

По данным Ассоциации Европейского Бизнеса, совокупный объём дилерских продаж новых легковых и лёгких коммерческих автомобилей в России в январе—декабре 2017 года составил 1 595 737 ед., что на 11,9 % больше, чем в январе—декабре 2016 года (1 425 786 ед.). Импорт легковых автомобилей по ТПО (включен в расчёт рынка) составил в январе—декабре 2017 года 25 781 ед. против 18 816 ед. годом ранее; из них на подержанные автомобили пришлось 23 208 ед. и 17 084 ед. соответственно.

ГРУЗОВЫЕ АВТОМОБИЛИ (ВКЛЮЧАЯ МАЛОТОННАЖНЫЕ)

Структура рынка грузовых автомобилей по происхождению	Январь—декабрь 2017 г.	Январь—декабрь 2016 г.
Отечественные	117 955 (60,3 %)	109 441 (72,1 5)
Российской сборки зарубежные модели	25 841 (13,2 %)	14 158 (9,3 %)
Импортированные новые	50 195 (25,7 %)	27 149 (17,9 %)
Импортированные подержанные	1 504 (0,8 %)	1 110 (0,7 %)
Весь рынок (100 %)	195 495 (+28,7 % к 2016 г.)	151 858

АВТОБУСЫ И МИКРОАВТОБУСЫ

Структура рынка автобусов по происхождению	Январь—декабрь 2017 г.	Январь—декабрь 2016 г.
Отечественные	29 939 (69,5 %)	32 507 (73,0 %)
Отечественной сборки зарубежные модели	10 637 (24,8 %)	9602 (21,6 %)
Импортированные новые	2355 (5,5 %)	2308 (5,2 %)
Импортированные подержанные	129 (0,3 %)	115 (0,3 %)
Весь рынок (100 %)	43 096 (3,2 % к 2016 г.)	44 532

* * *

В Московском автомобильно-дорожном государственном техническом университете (МАДИ) прошёл очередной конкурс "Юный автолюбитель", приуроченный к профессиональному празднику работников автомобильного транспорта. В нём приняли участие более ста учащихся из 23 московских школ и лицеев — завтрашних студентов университета. Конкурс состоялся при поддержке Департамента образования Москвы, ЦТПО МАДИ, факультета "Автомобильный транспорт" и кафедры "Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервис" МАДИ.

Сколько лошадиных сил в 1 кВт?.. На какой машине ездил агент 007?.. На такие вопросы отвечали ребята. А ещё на скорость закручивали "хитрые" болты с гайками, заправляли спортивный болид, участвующий в заезде на экономичность, автомобильным топливом с точностью до 1 миллилитра.

В финале лучшие юные автолюбители сели за руль болида Формула-Студент МАДИ. Всё как в реальном состязании: прогревочный круг, а потом зачётная попытка. Увереннее всего за рулём чувствовал себя пилот из реутовской школы № 10 Александр Чернышёв. Его время прохождения круга оказалось на 3 с лучше времени Тимофея Епихина (шк. № 1256, Москва). Третьим стал Егор Куприянов из 1494-й московской школы.

Все участники конкурса получили море положительных эмоций, практические знания и навыки по обслуживанию автомобилей. Успех ребят во многом был обеспечен мощной поддержкой болельщиков. Победителей конкурса наградили ценными призами.

В следующем году конкурс планируется сделать ещё масштабнее — как по числу участников, так и по насыщенности конкурсной программы.

Руководитель ЦТПО МАДИ А.А. Хазиев

av0318.fm Page 7 Thursday, March 15, 2018 12:53 PM

КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

УДК 621.43

ОБОСНОВАНИЕ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЛАДКОЙ И ШЕРОХОВАТОЙ ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЦИЛИНДРОВ ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Д-р техн. наук **ПУТИНЦЕВ С.В.**,
канд. техн. наук **КИРИЛЛОВ А.Г., РАТНИКОВ А.С.**
МГТУ имени Н.Э. Баумана, Владимирский ГУ
имени А.Г. и Н.Г. Столетовых (putintsev50@yandex.ru)

Обозначена существующая проблема применения технологии плосковершинного хонингования при выполнении ремонтно-восстановительных работ корпусных деталей поршневых двигателей. Описано одно из альтернативных решений проблемы надёжности работы деталей цилиндро-поршневой группы на основе возврата к применению гладкой трущейся поверхности цилиндра при условии гарантированного маслоснабжения сопряжения "цилиндр—поршень". Обоснована актуальность, практическая значимость и сформулирована постановка задачи сравнительного анализа эффективности гладкой и шероховатой поверхностей цилиндров поршневых двигателей.

Ключевые слова: *цилиндр, поршень, цилиндро-поршневая группа, плосковершинное хонингование, масло, маслоснабжение, расход масла на угар.*

Putintsev S.V., Kirillov A.G., Ratnikov A.S.

BASIS AND STATEMENT OF THE PROBLEM ON ANALYSIS OF EFFICIENCY A SMOOTH INTERNAL CYLINDER SURFACE IN COMPARISON WITH A ROUGH-FINISHED ONE OF PISTON ENGINES

The existing problem of application of the flat-topped honing (FTH) technology of is designated at performance of a damage control of case details of piston engines. One of alternative solutions of a problem of reliability of work of details of cylinder and piston assembly (CPA) on the basis of return to application of a smooth rubbing surface of the cylinder under condition of guaranteed oil supply for coupling "cylinder—piston" is described. The urgency, the practical importance is proved and statement of a problem of the comparative analysis of efficiency of smooth and rough cylinder surfaces of piston engines is formulated.

Keywords: *cylinder, piston, cylinder and piston assembly, flat-topped honing, oil, oil supply, oil waste consumption.*

Для финишной обработки внутренних поверхностей цилиндров и цилиндровых отверстий блоков быстроходных поршневых двигателей практически повсеместно применяется технология плосковершинного хонингования. По мнению исследователей и эксплуатационников, за счёт характерной топографии, представляющей собой сочетание достаточно равномерно чередующихся фрагментов впадин с участками плоской поверхности (рис. 1), она обеспечивает: высокую точность выполнения заданных размеров отверстия; исправление незначительных по величине отклонений формы (овальность, конусность и др.); ускорение и повышение качества приработки цилиндров, поршней и поршневых колец; сопротивляемость поверхности цилиндра износу и задиру [1—5 и др.].

Будучи нанесённой по всей площади трущейся поверхности цилиндра, сетка винтовых перекрещивающихся микроканавок (рис. 2) — следов прохода абразивных брусков хонинговальной головки — придаёт поверхности высокую маслоёмкость. Это свойство ПВХ-топографии, способствующее удерживанию (резервированию) моторного масла во впадинах микрорельефа, безусловно может быть отнесено к разряду положительных, поскольку позволяет снижать риск возникновения прижогов поршневых колец и задиров поршня при масляном голодании — местном временном дефиците смазочного материала в зонах одновременной локализации высоких температур, интенсивного трения и изнашивания.

Вместе с тем, как показывают экспериментальные исследования, в частности [5, 6], в применении именно к цилиндрам ДВС, где моторное масло неизбежно попадает в зоны высоких температур и участвует в процессе горения, ПВХ-топография несёт в себе существенный недостаток, заключающийся в ухудшении уплотнения поршневыми кольцами зазора сопряжения "цилиндр—поршень" и, как следствие, в снижении максимального давления сжатия (потере "компрессии"), а также в повышении расхода масла на угар,

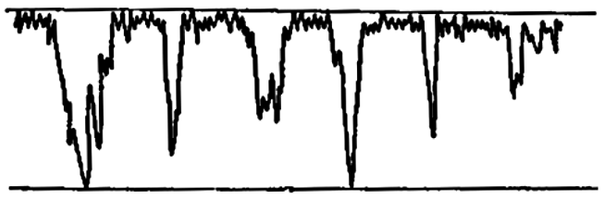


Рис. 1. Типичный вид профилограммы поверхности цилиндра после плосковершинного хонингования [4]

Рис. 2. Внутренняя поверхность цилиндровых отверстий блока после хонингования

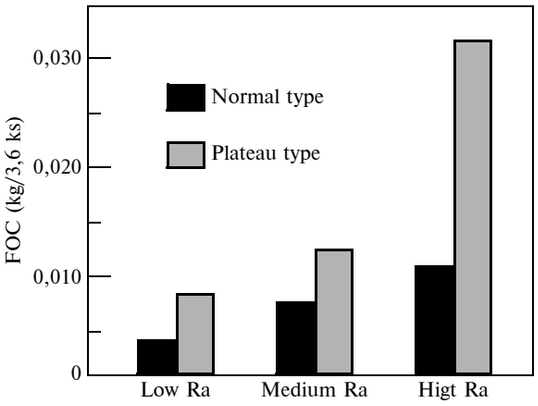


Рис. 3. Влияние типа топографии и шероховатости поверхности цилиндра на расход масла на угар поршневым двигателем [6]

возрастающего пропорционально росту шероховатости плоских участков — так называемых "плато", заключённых между впадинами плосковершинного профиля (рис. 3).

В последнее время достоянием сообщества автолюбителей стали результаты целого ряда эксплуатационных испытаний, согласно которым, несмотря на доминирование вот уже более 45...50 лет технологии плосковершинного хонингования, гладкая (практически зеркальная благодаря минимальной шероховатости порядка R_a = 0,05...0,25 мкм) внутренняя поверхность цилиндра при гарантированном маслообеспечении трущихся деталей цилиндро-поршневой группы вызывает гораздо меньший износ и трение, обеспечивая при этом значимо лучшие показатели расхода масла на угар и компрессии по сравнению с регулярно-шероховатой топографией после плосковершинного хонингования. В связи с этим стоит напомнить, что до 1970-х годов внутренние поверхности цилиндров поршневых двигателей изготавливали предельно гладкими (неслучайно в технической литературе трущуюся поверхность цилиндра называли "зеркалом"), и такие цилиндры обеспечивали работоспособность до тех пор, пока не стали причиной сдерживания дальнейшего форсирования двигателей по скоростному и нагрузочному режимам из-за участившихся случаев прижогов поршневых колец и задиров поршней. Именно эту проблему и удалось в своё время снять путём перехода от гладкой к шероховатой (хонингованной) внутренней поверхности цилиндров.

Однако в целом ряде случаев, особенно при выполнении ремонтно-восстановительных работ корпусных деталей, осуществлять такое финиширование трущихся поверхностей цилиндров становится невыгодным не только с экономической, но и с эксплуатационной точек зрения: не совпадающая по шагово-высотным параметрам с исходной заводской, ремонтное хонингование поверхности увеличенного (ремонтного) диаметра, часто не улучшает, а ухудшает показатели двигателя по обеспечению компрессии и расхода масла на угар [5]. Поэтому в настоящее время двигателисты-практики и автомобилисты, занимающиеся тюнингом и ремонтом, пробуют отказываться от плосковершинного хонингования как финишной операции, пытаясь (и далеко не безуспешно) путём либо операции полирования, либо хонингования мелкоабразивными брусками, либо иными способами получить гладкую поверхность, предназначенную для работы с одним важным и непременным условием — гарантированным маслообеспечением сопряжения "поршень—цилиндр", а также тщательной доводкой профиля юбки поршня. Результаты применения такого подхода очень интересны: на форумах и сайтах сети Интернет более чем достаточно эксплуатационных доказательств практического преимущества "зеркала" перед хонингованной поверхностью. Но, конечно, есть и ярые сторонники плосковершинного хонингования, главный аргумент которых сводится к следующему: если бы с ним было что-то не так, то ведущие авто- и двигателепроизводители давно (и снова первыми) вернулись бы к гладкому "зеркалу" цилиндра.

В связи с этой проблемой, решаемой пока на сугубо эмпирическом уровне, имеет прямой смысл проанализировать и сопоставить эффективность хонингованной и гладкой топографии трущейся поверхности цилиндра с научной точки зрения. Актуальность такой работы обусловлена общей важностью и нерешённостью проблемы надёжной работы ЦПГ в условиях форсирования поршневых двигателей.

Одной из главных задач, которую решало применение технологии плосковершинного хонингования в своё время, было обеспечение работоспособности сопряжений "цилиндр—поршневое кольцо" и "цилиндр—поршень" за счёт квазисмазывания в условиях недостаточного маслоснабжения, а нормальная работа гладкого цилиндра базировалась, наоборот, на обеспечении гарантированного маслоснабжения. Следовательно, резонно принять условием сравнения эффективности функционирования хонингованной и гладкой поверхностей цилиндра наличие смазочного материала, без остатка заполняющего зазор сопряжения движущейся детали (поршня, поршневого кольца) с цилиндром. Этот подход позволяет применить для осуществления сравнительного анализа хорошо апробированные положения классической гидродинамической теории смазки.

Таким образом, задача сравнительного анализа может быть поставлена в следующей формулировке: "Для обобщённого случая сопряжения деталей типа "ползун—опора" вычислить и сопоставить значения гидродинамической несущей способности, формируемой при прочих равных условиях гладкой и хонингованной шероховатой опорной поверхностями, после чего при необходимости показать трибологические преимущества (возможности минимизации трения и изнашивания) одной из сравниваемых поверхностей перед другой".

Независимо от исхода (результата) анализа, пользу такого исследования составит расширение представлений о гидродинамической природе процессов на смазываемых сопряжённых поверхностях указанных деталей ЦПГ и раскрытие возможностей адресного влияния на эти процессы в целях минимизации потерь энергии и материалов.

av0318.fm Page 9 Thursday, March 15, 2018 12:53 PM

Литература

1. Гильзы и цилиндры зарубежных автомобильных двигателей: Обзорная информация / С.С. Воробьев, В.Е. Щурков, М.Н. Сильницкая и др. — М.: ЦНИИТЭИавтопром, 1988. — 48 с.
2. Григорьев М.А., Кошелев А.Г., Галактионов А.Е. Для повышения износостойкости поверхностей трения // Автомобильная промышленность. — 1990. — № 11. — С. 12—14.
3. Чеповецкий И.Х., Стрижаков В.Л., Бараболя А.В. Определение величины приработочного износа и маслоёмкости поверхности после плосковершинного алмазного хонингования // Сверхтвёрдые материалы. — 1986. — № 3. — С. 42—44.
4. Баранов М.Н., Исупов М.Г., Исупов Г.П. Модификация поверхности трения // Вестник ИжГТУ. — 2008. — № 4 (40). — С. 5—7.
5. Уплотнение цилиндров: плосковершинное хонингование [Электронный ресурс], URL http://www.ab-engine.ru/rec_hone_1.html (Дата обращения 22.01.2017).
6. Pistons and engine testing /I. Binder, K. Bing, Th. Deuss a.o. — Stuttgart: Mahle GmbH (Ed.), 2012. — 284 p.

УДК 629.1-43:629.017

КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ ПОВЫШЕНИЯ КУРСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРИЦЕПОВ

Канд. техн. наук **ТОПАЛИДИ В.А.**
УНЦ "БилимИнтерТранс" (vat051246@gmail.com)

Классифицированы известные и новые способы и средства повышения курсовой устойчивости прицепов. Их установка увеличит критические скорости автопоездов.

Ключевые слова: *прицеп, автопоезд, курсовая устойчивость, критическая скорость, увод шин.*

Topalidi V.A.

CLASSIFICATION OF WAYS AND MEANS OF IMPROVING OF TRAILERS COURSE-KEEPING ABILITY

Known and new ways and means to improve trailers course-keeping ability are classified; their installation will increase the critical speeds of road trains.

Keywords: *trailer, road train, course-keeping ability, critical speed, tire sleep.*

Виляние прицепов, как известно, порождено главным образом таким свойством автомобильных шин, как боковой увод. Случайные силы, действующие на прицепные звенья автопоезда, за счёт бокового увода заставляют их двигаться криволинейно, что вызывает центробежные силы, которые в зависимости от условий могут быть как стабилизирующими, так и дестабилизирующими. То есть сделать систему устойчивой, если углы увода передних колёс больше углов увода задних, либо неустойчивой, если углы увода передних колёс меньше углов увода задних.

Кроме центробежных сил на прицеп действуют стабилизирующие силы — упругости шин и тяги. Связь между силами выражается через критерий устойчивости равновесия: система устойчива, если сумма работ активных сил на возможных перемещениях, подсчитанных до бесконечно малых второго порядка, отрицательна; если же эта сумма положительна, то система неустойчива [АП, 2001, № 7].

Следовательно, решение проблемы устойчивости прямолинейного движения автопоезда лежит на путях увеличения отрицательных работ, а следовательно, и сил. Такой подход позволяет оценивать различные технические решения с точки зрения устойчивости: если решена проблема превышения углов увода передних колёс по сравнению с задними, то проблема решена полностью. Если это не удаётся, то нужно найти способы увеличения жёсткости либо обоих, передних и задних колёс, либо одних только задних, что эффективнее.

Сказанное вытекает из формулы для критической скорости прицепов при прямолинейном движении автопоездов: $V_{кр}\sqrt{\dfrac{L}{\left(\dfrac{m_2}{K_2}-\dfrac{m_1}{K_2}\right)}}$. Здесь L — база прицепа; m_2 — масса, приходящаяся на задние колёса; m_1 — масса, приходящаяся на передние колёса; K_2 — коэффициент сопротивления уводу задних колёс; K_1 — коэффициент сопротивления уводу передних колёс.

Если отношение $m_1/K_1 > m_2/K_2$, то в знаменателе появляется минус, что даёт мнимый корень, иными словами, критической скорости не будет, система устойчива.

Если увеличить L, это равносильно увеличению жёсткости колёс, так как на каждое колесо при действии возмущающего момента будет действовать меньшая сила, а это добавит в баланс работ отрицательные (стабилизирующие) члены. Увеличение m_1 будет увеличивать центробежную силу, а она — сила стабилизирующая для передних колёс, т.е. даст также отрицательную работу в общем балансе работ.

Увеличение K_2 и K_1 путём сдваивания шин при снижении давления в них увеличит отрицательные члены в балансе работ. Увеличение лишь одного K_2 уменьшит величину положительной работы в общем балансе работ.

Добавки момента, действующего на прицеп, за счёт использования тангенциальных упругих сил шин, например применением блокирующего колёса вала, равноценно увеличению жёсткости (K_1 и K_2) передних и задних шин.

Возможность подключить тяговую силу в качестве источника для создания отрицательной работы тангенциальных упругих сил даст торможение задних колёс специальным тормозом.

Таким образом, все варианты технических решений, направленные на решение проблемы устойчивости прямолинейного движения прицепов, можно разделить на две группы: приводящие к абсолютной устойчивости (углы увода $\delta_1 > \delta_2$) и приводящие к повышению критической скорости (разность $\delta_2 - \delta_1$ уменьшается). К первой группе относится, например, способ увеличения массы, приходящейся на передние колёса и т.п., а ко второй — увеличение базы прицепа и тяговой силы, сдваивание шин на обеих осях, использование блокирования колёс прицепа при торможении задних колёс и др.

Проанализируем ещё ряд известных технических решений по предотвращению виляния прицепа, предложенных многими исследователями и автором статьи.

Зазоры в сцепных устройствах. Следует различать зазоры — боковой и продольный. Продольный зазор исключает использование силы сопротивления качению и тормозной силы в качестве факторов, растягивающих автопоезд, а стало быть не способствует стабилизации устойчивости движения. Боковой же зазор предотвращает поворот поворотной тележки прицепа в нежелательную сторону, т.е. в сторону, которая приводит к уменьшению углов увода шин передней оси. Таким образом, наличие зазора в существующей конструкции сцепки петля—крюк имеет двойственное влияние на устойчивость движения прицепов. Продольный зазор следует стремиться минимизировать, а боковой — обеспечить. Эта конструктивная мера может быть отнесена ко второй группе технических решений.

Длина дышла прицепа. Чем она больше, тем больше критическая скорость за счёт того, что при воздействии случайного момента уменьшается угол поворота оси управляемых колёс. Это, в свою очередь, приводит к меньшему изменению угла увода управляемых колёс в нежелательную сторону (вторая группа решений).

Масса прицепа. Её изменение в целом не влияет на устойчивость движения, но распределение по осям имеет значение. Чем большая доля массы приходится на передние колёса, тем устойчивость выше. Это объясняется тем, что величина вертикальной реакции влияет на величину угла увода колёс (вторая группа решений).

Коэффициент сопротивления боковому уводу шин. Существенное влияние оказывает соотношение этих коэффициентов для передних и задних колёс. Устойчивое движение прицепа обеспечивается, если у передних колёс он выше, чем у задних, и чем больше эта разница, тем лучше. Этого можно достичь тремя путями: установкой радиальных шин на задние оси и диагональных на передние; уменьшением давления в шинах передних колёс; постановкой двухскатных колёс на задней оси (вторая группа решений).

Жёсткость упругих элементов подвески. Влияние этого конструктивного параметра проявляется по-разному. С одной стороны, более жёсткие упругие элементы, уменьшают крен звеньев при повороте, что оказывает положительное влияние на устойчивость прямолинейного движения прицепов, а с другой — при жёстких упругих элементах большее влияние будут оказывать неровности опорной поверхности, увеличивая вертикальные колебания подрессоренных масс. Увеличение вертикальных колебаний ведёт к отрыву колёс от опорной поверхности, нестабильности вертикальных нагрузок по колёсам, что ухудшает устойчивость и управляемость. В связи с этим некоторый положительный эффект оказывает использование стабилизаторов и амортизаторов подвески (вторая группа решений).

Передаточное число привода управляемых колёс. С точки зрения устойчивости прямолинейного движения передаточное число должно быть отрицательным. Это обеспечивает поворот управляемых колёс в сторону, противоположную повороту дышла, что увеличивает углы увода передних колёс (первая группа технических решений). Но такой поворот возможен, естественно, лишь в ограниченных пределах, иначе окажется невозможным поворот прицепа в нужную сторону. В этом случае может быть достигнуто значительное соотношение между углами увода шин ($\delta_1 > \delta_2$).

Конструкция дышла современных прицепов обязательно приводит к уменьшению угла увода передних колёс по сравнению с углом задних, несмотря на то, что шины передних и задних колёс одинаковы и центр масс прицепа расположен посередине базы. Это, в свою очередь, приводит к появлению инерционных сил, стремящихся отклонить прицеп в сторону. Уменьшение угла увода передних колёс связано с направлением поворота оси передних колёс при приложении к прицепу случайного возмущающего момента. Если изменить это направление на обратное, то угол увода передних колёс будет больше угла увода задних, что обеспечит устойчивость движения при любых скоростях. Такую кинематику обеспечивает специальный четырёхзвенный механизм, введённый в дышло прицепа (АС № 1541104).

Крепление рессоры прицепа. Повышению устойчивости прямолинейного движения прицепов автотракторного поезда могло бы способствовать весьма простое по конструктивному выполнению мероприятие: в рессорной подвеске прицепов поменять местами рессорные пальцы и серьги. Традиционно и у поворотной тележки, и у рамы прицепа серьги расположены сзади. Следует же в обоих случаях серьги устанавливать впереди (АС № 1782840).

Дело в том, что центробежная сила, возникшая при криволинейном вследствие бокового увода шин движении прицепа, вызывает крен кузова. При этом дополнительно деформируются рессоры наружных по отношению к центру поворота колёс. Рессоры же внутренних колёс оказываются менее деформированными. При традиционном расположении пальца впереди передняя половина рессоры наружных колёс, выпрямляясь, удлиняется и смещает ось назад. Менее же деформированные рессоры внутренних колёс укорачивают длину передней половины, перемещая ось вперёд. В результате этого оси колёс прицепа поворачиваются в самую неблагоприятную, с точки зрения устойчивости прямолинейного движения, сторону. Такой поворот уменьшает угол увода передних и увеличивает угол увода задних колёс. А это, как было показано выше, приводит к неустойчивости. Если поменять опоры местами, то поворот осей будет уменьшать угол увода задних и увеличивать угол увода передних колёс, повышая устойчивость.

Приведённый выше анализ и квалификация способов и средств повышения курсовой устойчивости прицепов позволят на этапе эскизного проектирования прицепного состава учесть и использовать конструктивные возможности для увеличения критических скоростей автопоездов при прямолинейном движении.

Литература

1. Ронгинский Н.В., Топалиди В.А., Усманов Ш.Х. Курсовая устойчивость многозвенных автопоездов. М.: Машиностроение. Автомобильная промышленность. № 7. 2001. С. 19—22.

av0318.fm Page 11 Thursday, March 15, 2018 12:53 PM

УДК 656.13:681.5

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ КЛИМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА АВТОБУСА: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Кандидаты техн. наук **КУЛЬКО А.П., КУЛЬКО П.А.**
Волжский ПИ (филиал) ВолгГТУ, ООО
"Трансавтоматика", (8443.33-75-75)

Рассмотрены недостатки типовых климатических систем автобусов. Предложена погодозависимая распределённая система на основе CAN интерфейса управления климатическим оборудованием автобуса.

Ключевые слова: *распределённое управление, энергосбережение, сеть CAN.*

Kulko A.P., Kulko P.A.

ENERGY-SAVING BUS CLIMATIC SYSTEM BASED ON CLIMATE CONTROL USING THE CAN INTERFACE: PROBLEMS AND SOLUTIONS

The article discusses the shortcomings of typical bus climatic systems. A distributed control system based on the CAN interface to control of the bus climate equipment are developed.

Keywords: *distributed control, energy saving, CAN network.*

Климатические системы современных городских и междугородных автобусов отечественного производства должны, как известно, соответствовать ГОСТ Р 53832—2010 [1]. С экономической же точки зрения — иметь оптимальный расход топлива на поддержание необходимого температурного режима в салоне и в рабочей зоне водителя при воздействии всех внешних факторов. При этом в системе отопления салона автобуса в качестве горячего теплоносителя используется охлаждающая жидкость двигателя, которая может дополнительно нагреваться в автономном дизельном подогревателе жидкости.

Исследования температуры в пассажирском салоне и на рабочем месте водителя автобуса [2, 4] показали, что динамика температурных режимов в этих зонах различна. Температурный режим на рабочем месте водителя в большой степени подвержен возмущающим воздействиям внешних факторов: интенсивный теплообмен с окружающей средой происходит через поверхность ветрового стекла; на внутренние стенки кабины воздействуют лучи солнечной радиации; значителен поток наружного воздуха через фронтальный отопитель. Температура воздуха в рабочей зоне водителя может изменяться в течение одного часа на 10 °С, тогда как в пассажирском салоне амплитуда изменения температуры воздуха составляет лишь 5 °С. В результате довольно часто складываются условия для образования конденсата на ветровом стекле, и в то же время происходит перерасход топлива, сжигаемого в автономном ПЖД, в процессе отопления салона автобуса. Большую часть времени водитель автобуса работает в состоянии либо переохлаждения, либо теплового стресса, что в конечном счёте ведёт к снижению безопасности движения.

Таким образом, в кабине водителя городского автобуса необходимо поддерживать более высокую температуру, чем в пассажирском салоне [1]. Однако проблема стабилизации теплового режима в салоне автобуса до сих пор не решена: отсутствуют российские разработки терморегулирующих устройств, обеспечивающих автоматизированное поддержание благоприятного теплового режима в кабинах транспортных средств объёмом от 5 до 7 м^3, в пассажирских салонах автобусов и в салонах других крупногабаритных транспортных средств.

Известные централизованные системы отопления отечественных автобусов не позволяют раздельно регулировать климатические условия в пассажирском салоне и в кабине водителя. Централизованная система отопления содержит один гидравлический контур с подачей охлаждающей жидкости по подводящим трубопроводам из системы охлаждения двигателя. В этой системе выявлены следующие недостатки: скорость прогрева воздуха в рабочей зоне водителя в 5...6 раз меньше нормативной скорости прогрева [1], которая составляет 2 °С/мин (рис. 1); перегрев воздуха в кабине в течение рабочей смены; недостаточная теплоотдача отопителя кабины водителя городского низкопольного автобуса, где имеется значительное гидравлическое сопротивление трубопроводов одноконтурной системы отопления.

Причина нарушений температурного режима на рабочем месте водителя при одноконтурной системе отопления состоит в том, что фронтальный отопитель расположен в самом удалённом месте от циркуляционных насосов системы охлаждения двигателя и автономного жидкостного дизельного подогревателя. Поэтому при централизованной системе отопления с большим гидравлическим сопротивлением отопитель кабины водителя недостаточно снабжается теплоносителем из-за перетока большой части жидкости в отопители пассажирского салона и образования воздушных пробок в отопителе рабочего места водителя.

Малым инновационным предприятием при ВолгГТУ — ООО "Трансавтоматика" при финансовой поддержке Фонда содействия малым формам предприятий в научно-технической сфере за период 2013...2016 гг. разработаны основные элементы распределённой системы климат-контроля на основе *CAN*-интерфейса (*control area network* — коммуникационная сеть контроллеров с интерфейсами ввода/выво-

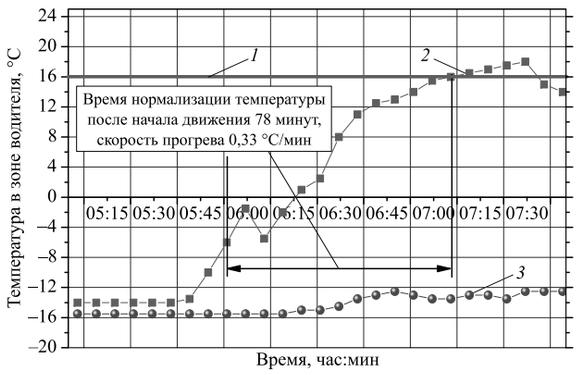


Рис. 1. Изменение температуры при прогреве кабины водителя автобуса с централизованной системой отопления:

1 — нормативная температура; *2* — температура в зоне водителя; *3* — наружная температура

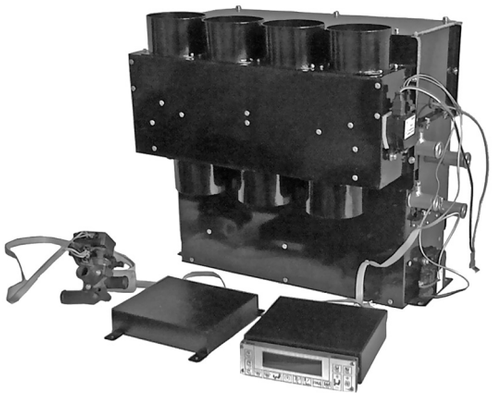


Рис. 2. Экспериментальный образец фронтального отопителя и модельные образцы климат-контроллеров

да датчиков и исполнительных устройств использует витую пару проводов). Разработаны экспериментальный образец автоматизированного фронтального отопителя [5] кабины водителя автобуса и модельные образцы климат-контроллеров (рис. 2) с процессором *AT90CAN128* семейства *AVR*, со встроенным аппаратным контроллером *CAN*-шины, программным и математическим обеспечением.

Результаты исследований теплового режима салона автобуса легли в основу концепции разделения системы отопления автобуса на две различные по своим тепловым свойствам зоны: зона пассажирского салона и зона рабочего места водителя. Регулирование теплового режима в последней — в зависимости от текущей потребности в тепле и независимо от зоны пассажирского салона.

Анализ известных схем зонального регулирования систем водяного отопления показал, что система с трёхходовым клапаном, предпочтительнее для применения в салоне автобуса, чем система с двухходовым клапаном и байпасом. Она позволяет избежать операций по гидравлической регулировке и сделать наладку системы более простой. Данная система не может быть гидравлически разбалансирована; нет и риска возникновения гидравлического шума, как в системах с регулируемым дифференциальным клапаном. Система с трёхходовым клапаном предпочтительна ещё и потому, что удовлетворяет следующим требованиям к водяным системам отопления: расход воды через каждую зону должен оставаться постоянным в любых условиях для обеспечения стабильных условий теплоотдачи; расход воды через автономный подогреватель должен оставаться постоянным для обеспечения его нормального функционирования.

Системы отопления современных зарубежных автобусов, оборудованных автоматической системой управления микроклиматом, имеют как минимум два зональных контура отопления: рабочая зона водителя и пассажирский салон. В качестве теплоносителя в системе используется охлаждающая жидкость двигателя. Из-за разных тепловых режимов отопители рабочей зоны водителя и пассажирского салона автобуса снабжаются теплоносителем независимо друг от друга. Водяные клапаны с электроприводом предназначены для пропорционального изменения расхода теплоносителя в отопительных контурах. Климатическая система зарубежных автобусов обычно управляется централизованно электронно-диагностической системой управления сети *CAN* (блоки автоматического управления климатическим оборудованием обмениваются данными по каналам сети).

Известные типовые схемы зонального регулирования систем жидкостного отопления [6] имеют регулирующие зональные клапаны с электроприводами. Клапан увеличивает или уменьшает поток теплоносителя в пределах одной зоны отопления при помощи установленного на нём электропривода. Таким образом, достигается требуемый тепловой поток в салон, что обеспечивает температурный комфорт и экономию тепла.

Зональный климат-контроллер получает данные о температуре воздуха внутри и снаружи автобуса, необходимые для расчёта и подачи той тепловой мощности, которая требуется в данный момент для пассажирского салона или рабочего места водителя. При этом используются распределённые по соответствующим климатическим зонам средства измерения, преобразователи, микропроцессорные средства обработки с передачей информации по шине данных; учитываются гидравлические, аэродинамические, тепловые характеристики органов управления тепловым потоком — клапанов, вентиляторов, теплообменников.

Распределённая конфигурация контроллеров системы управления с использованием *CAN*-шины примерно на 40 % меньше по объёму и на 20 % легче по весу по сравнению с аналоговой бортовой электрической сетью за счёт исключения длинных многопроводных пучков электропроводки. *CAN*-шина существенно сокращает трудоёмкость монтажа, а также упрощает и ускоряет процесс диагностики неполадок [7].

В отечественных автобусах управление такими кузовными системами, как системы открывания дверей, отопления и кондиционирования, осуществляется в ручном режиме и через аналоговою сеть контроллеров на основе протокола *CAN* стандарта *SAE J1939* [8] для управления через панель места водителя системами двигателя и трансмиссии.

Структура распределённой сети климат-контроля (рис. 3) в автобусе разрабатывается как вариант распределения функций автоматического терморегулятора между управляющим и ведомым контроллерами на примере контура отопления кабины водителя и блоков кондиционирования пассажирского салона и кабины водителя.

В состав конструкции управляющего контроллера, включены информационные преобразователи с устройством сравнения (не показаны); задающее устройство (не показано); устройства управления (не показаны); исполнительные механизмы *М3-1...М3-10, М2-9,* (электроприводы вентиляторов), *М1-4* (электропривод топливного насоса автономного подогревателя), *М3-11*, *М2-6, М2-10, М2-11* (электроприводы воздушных заслонок и дросселирующих клапанов); регулирующие органы *В1-5* (дозирующий топливный насос), *В2-7* (дросселирующий трёхходовой клапан), *В2-10* (цент-

av0318.fm Page 13 Thursday, March 15, 2018 12:53 PM

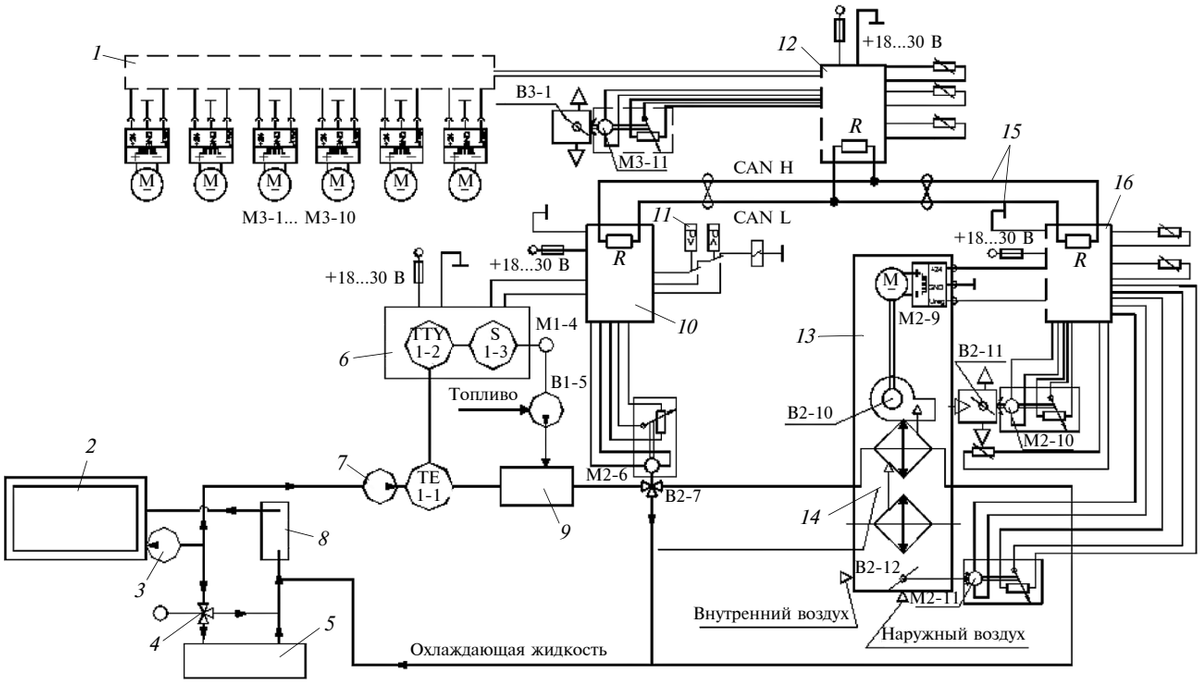


Рис. 3. Схема распределённой системы климат-контроля автобуса:

1 — блок реле крышных вентиляторов; *2* — ДВС; *3* — насос системы охлаждения; *4* — термостат системы охлаждения; *5* — радиатор системы охлаждения; *6* — контроллер автономного подогревателя; *7* — циркуляционный насос системы отопления; *8* — радиатор охлаждения; *9* — автономный подогреватель; *10* — контроллер отсека подогревателя; *11* — компрессор; *12* — контроллер кондиционера; *13* — климатическая установка водителя; *14* — блок отопления охлаждения кабины; *15* — *CAN*-линия климат-контроля; *16* — управляющий климат-контроллер

робежный вентилятор), *В3-1, В2-11, В2-12* (воздушные заслонки).

Ведущий контроллер отслеживает температуру воздуха за бортом и в кабине, сравнивая её с заданной температурой. В зависимости от результатов сравнения контроллер, согласно встроенным логическим алгоритмам, подаёт управляющие сигналы через аналоговые выходы на исполнительные механизмы регулирующих органов ведущего контроллера в кабине водителя и через *CAN* интерфейс — на трансивер *TTY2-4* ведомого контроллера управления дросселирующим трёхходовым клапаном *В2-7* и автономным дизельным подогревателем жидкости.

Управляющий контроллер и дросселирующий трёхходовой клапан *В2-7* размещены в задней части автобуса (рис. 4) в целях уменьшения потерь тепла в трубопроводе при транспортировке излишков нагретой охлаждающей жидкости через обводной трубопровод обратно в систему охлаждения двигателя автобуса в процессе регулирования клапаном подачи охлаждающей жидкости в кабину водителя. Управляющий контроллер в рабочей зоне водителя предназначен для ввода установок и управления функциями охлаждения и отопления зоны водителя.

Контроллер крышной установки управляет режимами вентиляции и кондиционирования воздуха пассажирского салона на основе установок, наружных и внутренних температур воздуха. Контроллер в задней части автобуса управляет включением/отключением муфты компрессора, зональным отоплением, автономным подогревателем.

При увеличении количества тепла, возвращаемого с охлаждающей жидкостью через обводной трубопровод в систему охлаждения двигателя, увеличивается температура жидкости в системе охлаждения, что способствует уменьшению продолжительности включения топливной горелки автономного подогревателя. Её запуск или выключение происходит в зависимости от температуры поступающей жидкости. Включение подогревателя — при температуре 73 °С, выключение — при температуре 78 °С. При одновременном нагреве воздуха на рабочем месте водителя и в пассажирском салоне выше установленной температуры система климат-контроля принудительно выключает автономный подогреватель в целях оперативного реагирования на изменение теплового режима в контролируемых зонах.

Предлагаемая инновационная погодозависимая зональная система распределения тепла в салоне должна оперативно регулировать продолжительность включения подогревателя в зависимости от текущей потребности салона в тепле. Разработанные зональная компоновка и геометрические параметры элементов отопительных контуров автобуса, адаптивный алгоритм работы системы климат-контроля, модель в пространстве состояний теплопередачи теплообменников отопительных устройств в совокупности обеспечивают качество регулирования тепловой мощности и уменьшают затраты тепловой энергии на отопление салона автобуса в условиях эксплуатации при температуре окружающей среды ниже минус 8 °С.

Одной из задач проекта является импортозамещение. Пока российские производители автобусов при-

av0318.fm Page 14 Thursday, March 15, 2018 12:53 PM

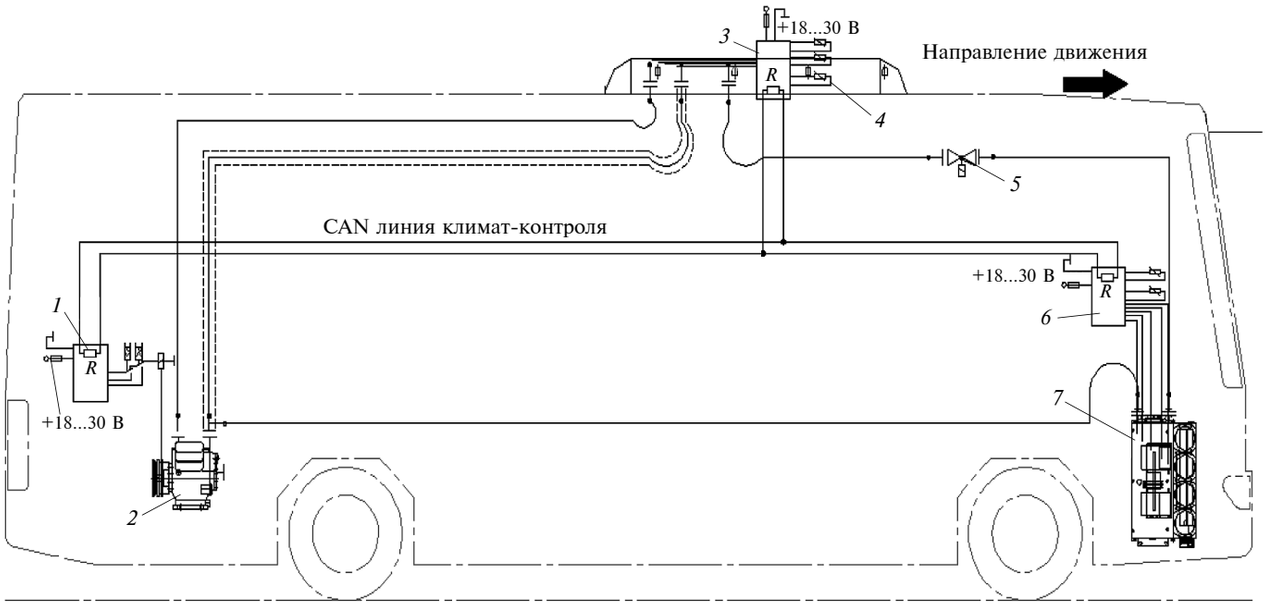


Рис. 4. Расположение элементов климатической CAN-сети в автобусе:
1 — контроллер компрессора и подогревателя; *2* — компрессор; *3* — контроллер кондиционера; *4* — крышная установка кондиционирования; *5* — электромагнитный клапан; *6* — управляющий климат-контроллер; *7* — климатическая установка водителя

обретают дорогие импортные климатические установки в комплекте с климат-контроллерами. Расчётная цена предлагаемой ООО "Трансавтоматика" распределённой системы климат-контроля с *CAN*-интерфейсом в 3—4 раза ниже зарубежных аналогов.

В России не производятся основные климатические компоненты для крупногабаритных транспортных средств с электрическим напряжением бортовой сети 24 В. Это двойные центробежные вентиляторы, электромоторедукторы для привода воздушных заслонок, дросселирующие жидкостные клапаны с электроприводом. Эти факторы обусловливают отсутствие отечественного производства накрышных кондиционеров для салонов автобусов. Зарубежные системы автоматического климат-контроля автобусов ориентированы на поддержание комфортного микроклимата, а вопрос сбережения топлива, расходуемого на отопление салона автономным подогревателем, там не считается актуальным и поэтому не решён.

Тепловые расчёты показывают, что при эксплуатации автобуса в условиях мягкой западной и центрально-европейской зимы теплопоступлений из системы охлаждения ДВС в пределах 15...20 кВт достаточно для обогрева салона и рабочего места водителя. Проведённый расчёт теплового баланса, учитывающий теплотехнические особенности и размеры наружных ограждений кузова автобуса большого класса, его вентиляцию и пассажировместимость, выявил, что при температуре наружного воздуха ниже минус 6°С теплоты охлаждающей жидкости ДВС автобуса уже недостаточно для поддержания в салоне автобуса комфортной температуры 17...18 °С. В Европейской части России при эксплуатации автобуса между линиями изотерм января "минус 8" (Астрахань—Калач на Дону—Белая Калитва) и линией — "минус 16" (Оренбург—Пермь—Воркута) необходимое теплопотребление салона составляет 20...28 кВт. В Сибири же температура наружного воздуха в январе составляет −16...−40 °С. Дополнительную потребность в теплопотреблении салона обеспечивает автономный подогреватель, который запускается в режиме догрева жидкого теплоносителя. И в этом случае актуален вопрос автоматизации работы подогревателя в зависимости от требуемой температуры воздуха в салоне. Особенно это актуально в связи с возросшей активностью государства по освоению Арктических территорий России.

Использование перспективных вентильно-индукторных электродвигателей, автоматического управления распределением теплоносителя и режимами работы подогревателя позволят получить экономический эффект $Э_{\Sigma}$, руб./год. Расчёт выполнен за календарный год на 1 автобус по формуле: $Э_{\Sigma} = Э_{ПЖДг} + Э_{ВИДг} + Э_{долг}$, где $Э_{ПЖДг}$ — предполагаемый годовой экономический эффект от экономии дизельного топлива при автоматизированном управлении отоплением; $Э_{ВИДг}$ — годовой экономический эффект от использования бесщёточных вентильно-индукторных двигателей в системе отопления и кондиционирования автобуса; $Э_{долг}$ — снижение годовых эксплуатационных расходов при замене щёточных электродвигателей на вентильно-индукторные.

Ожидаемый годовой эффект $Э_{ПЖДг}$ от экономии дизельного топлива, расходуемого автономным подогревателем, на отопление салона с автоматизированной системой управления отоплением в рабочей зоне междугороднего автобуса "Волгабус" был рассчитан для средней наружной температуры, $T_н = -14$ °С при работе на линии в течение 170 рабочих дней в году, когда в автобусе включается система отопления (за вычетом

простоев при ТО-1, ТО-2 [4]). Годовой эффект на одном автобусе составит $Э_{ПЖДг} \approx 35\ 000$ руб.

Бесщёточные вентильно-индукторные двигатели, выпускаемые московским ООО "ГИОР", имеют КПД $\eta_{ВИД} = 0{,}80$, в то время как КПД $\eta_{щет}$ щёточного электродвигателя постоянного тока не более 0,60. Следовательно, уменьшится потребление тока (по 0,5 А) электрическими двигателями: пятью салонными отопителями, одним отопителем кабины водителя $\Delta I_{от} = 3{,}5$ А и десятью (по 1 А) накрышного кондиционера на $\Delta I_{конд} = 10$ А, при напряжении бортовой сети $\Delta U = 26$ В.

Ожидаемый годовой эффект от применения вентильно-индукторных электродвигателей в системе отопления и кондиционирования автобуса большого класса "Волгабус" может составить $Э_{ВИДг} \approx 18\ 000$ руб.

Вентильно-индукторные электродвигатели благодаря простоте конструкции и отсутствию скользящих контактов имеют в 3...4 раза более высокую надёжность и втрое больший (8 лет) срок службы [3], в сравнении со щёточными коллекторными. Снижение годовых эксплуатационных расходов в течение ресурса вентильно-индукторных электродвигателей может составить $Э_{долг} \approx 4600$ руб.

В результате использование таких двигателей автоматического управления распределением теплоносителя и режимами работы подогревателем обеспечат экономию $Э_{\Sigma}$ в год на один автобус: $Э_{\Sigma} = Э_{ПЖДг} + Э_{ВИДг} + Э_{долг} = 35\ 000 + 18\ 000 + 4600 \approx 57\ 600$ руб./год.

При оборудовании только 30 % от 200-тысячного российского парка автобусов большого и особо большого классов предлагаемой энергосберегающей климатической системой автобусов на основе климат-контроля с использованием *CAN*-интерфейса экономия топлива, расходуемого на работу автономных подогревателей, составит до 3,8 млрд рублей в год.

Литература

1. ГОСТ Р 53828—2010 Автомобильные транспортные средства. Система обеспечения микроклимата. Технические требования и методы испытаний.
2. Кулько А.П., Гололобов Ю.А. Температурный режим в салоне автобусов в холодное время года и методы повышения эффективности системы отопления автобусов // Труды КГТУ. — Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006. — № 4. — С. 162—167.
3. Овчинников И.Е. Вентильные электрические двигатели и привод на их основе (малая и средняя мощность). — СПб.: Корона век, 2006. — 336 с.
4. Степанов И.С., Покровский Ю.Ю., Ломакин В.В., Москалева Ю.Г. Влияние элементов системы водитель—автомобиль—дорога—среда на безопасность дорожного движения: Учебное пособие — М.: МГТУ "МАМИ", 2011. — 171 с.
5. Пат. 131673 РФ. Отопительные устройства для салона транспортного средства / Кулько А.П., Мачехин Р.М., Князев В.Н., Мартыненко Д.В. // Бюл. — 2013. — № 241.
6. G. Carlo Bertangol. Системы с зональным регулированием // Термометръ. — февраль 2009. — С. 38—49. [Электронный ресурс]: — Режим доступа к сайту: http://termometer.com.ua/, свободный. — Загл. с экрана.
7. Вознесенский А.Н., Чепурнов А.С., Грибов И.В. CAN-технологии для транспортных систем // Электроника и электрооборудование транспорта. — 2006. № 5. — С. 2—5.
8. Shuttle bus with J1939 air-conditioning [Электронный ресурс]: CAN in Automation (CiA) / J1939 climate control — Режим доступа к журн.: can-cia.com/index.php?id=1839&L=2, свободный. — Загл. с экрана.

УДК 629.3.027

К ВОПРОСУ КОНСТРУКЦИИ ОБОДА КОЛЕСА ДЛЯ ШИН РЕГУЛИРУЕМОГО ДАВЛЕНИЯ ВОЗДУХА

Д-р техн. наук **БАЛАБИН И.В.**,
кандидаты техн. наук **ПОПОВ С.Д., ЧАБУНИН И.С.**
МНТК производителей и потребителей колёсной и шинной продукции; МГТУ имени Н.Э. Баумана; МВОКУ

Ставится вопрос о целесообразности применения колёс с так называемыми "тороидальными полками", обеспечивающими, по мнению их авторов, плотную посадку бортов шин с регулируемым внутренним давлением воздуха, а также о необходимости более глубокого анализа силового взаимодействия шин этого типа с ободом колеса.

Ключевые слова: *колёсные машины, обод колеса, шины с регулируемым давлением воздуха, тороидальные посадочные полки.*

Balabin I.V., Popov S.D., Chabunin I.S.

TO THE QUESTION CONSTRUCTION OF WHEEL RIM FOR TYRES WITH ADJUSTABLE AIR PRESSURE

The article raises the question about expediency of application of wheels with the so-called "toroidal shelves", which provides, in the opinion of their authors, the fit between the sides of the tire with regulated internal air pressure, and the need for more in-depth analysis of force interaction of tires with this wheel rim.

Keywords: *wheel machine, wheel rim, tires with adjustable air pressure, toroidal planting shelves.*

Как известно, пневматическая шина, допускающая при движении снижение внутреннего давления воздуха до уровня 0,05 МПа (0,5 кгс/см^2) и менее, обеспечивает автомобилю способность двигаться по деформируемым грунтам [1, 2 и др.]. Традиционная конструкция колеса для шин с регулируемым давлением воздуха и шин сверхнизкого давления — разборный обод, состоящий из двух половин, стянутых при помощи болтов со специальными гайками, и распорного кольца. Борта шины оказываются плотно зажатыми между закраинами обода и распорным кольцом, благодаря чему шина надёжно удерживается на ободе, а крутящий момент передаётся независимо от давления воздуха в шине (рис. 1) [3].

Следует заметить, что такая конструкция отличается повышенной сложностью, так как помимо распорного кольца содержит множество резьбовых соединений, которые интенсивно окисляются в грязесолевой среде, доставляя много неудобств при эксплуатации автомобиля, особенно если уход за резьбовым соединением поводится нерегулярно; отвинчивание гаек затрудняется настолько, что зачастую приходится резать болты для демонтажа шины. Если, кроме того, учесть значительную массу колеса и большое число его деталей, становится очевидной необходимость поиска альтернативы.

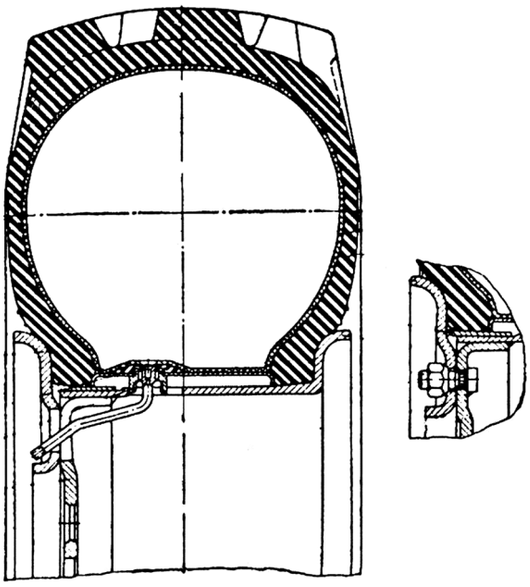


Рис. 1. Конструкция колеса с разборным ободом и распорным кольцом

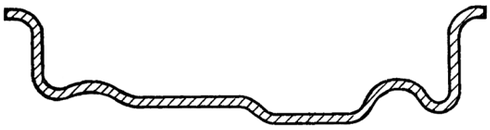


Рис. 2. Профиль обода с тороидальными посадочными полками

Скорее всего, именно этими соображениями руководствовались специалисты существовавшего до 1987 года ЦКТБ колёсного производства НПО "НИИТавтопром", предложившие для шин с регулируемым давлением воздуха конструкцию обода, посадочные полки которого имели криволинейный профиль (рис. 2) и предназначались для осуществления плотной посадки шины, имеющей внутри борта два проволочных металлических сердечника или "бортовых кольца" (так называемый обод с "тороидальными полками") [4, 5]. По замыслу авторов, плотность соединения бортов шины с ободом и передача крутящего момента при этом осуществляются за счёт выпуклости посадочной полки в зоне между бортовыми кольцами шины, обеспечивающей надёжное соединение шины с ободом, в том числе и при снижении в ней давления воздуха.

Опытные образцы таких колёс были испытаны с участием специалистов АМО "ЗИЛ" в лабораторных условиях при движении автомобиля ЗИЛ-131 по специальной трассе в виде восьмёрки, представленной руководству завода как маршрут и режим движения, воспроизводящие наиболее тяжёлые условия работы колеса. После завершения испытаний, которые подтвердили для этих условий надёжность посадки шины на ободе при снижении давления воздуха до 0,1 МПа (а не 0,05 МПа), было принято решение о запуске конструкции в серийное производство, как обеспечивающей существенную экономию затрат в производстве и в эксплуатации.

Внешне это техническое решение выглядело безупречным. Однако по какой-то причине то, что предложенная конструкция обода не в состоянии надёжно работать при давлении воздуха в шине ниже 0,1 МПа, не было принято во внимание. Хотя именно давления ниже этого уровня обеспечивают автомобилю наилучшую проходимость, и шина была на это рассчитана. Остаётся неясным, почему руководство АМО "ЗИЛ" пожертвовало проходимостью автомобиля в угоду экономическим соображениям. Создалась ситуация, при которой потенциальные возможности дорогостоящей шины переменного давления, спроектированной с учётом возможности работы при 0,05 МПа, не используются.

Рассмотрим подробнее процесс взаимодействия шины и обода в зоне сопряжения их посадочных поверхностей.

Как известно, плотность и точность посадки шины на ободе обычно достигаются использованием на ободе посадочного конуса с углом образующей 5° у колёс легковых автомобилей, 10° — у колёс с арочными шинами и 15° — у колёс с бескамерными шинами грузовых автомобилей. Во всех случаях фактором, обеспечивающим надёжность соединения и удерживание шины на посадочных полках, является номинальное внутреннее давление воздуха в шине.

С инженерной точки зрения замысел обеспечить плотность посадки шины на обод за счёт выпуклостей посадочных полок обода (так называемых "тороидальных посадочных поверхностей") в зоне между бортовыми кольцами шины не соответствует представлениям о силовом сопряжении эластичной шины с жёстким ободом. Он основан на идее о том, что существует некий (мнимый) замок, который обеспечивает перенос максимального усилия сопряжения из зоны под бортовым кольцом шины в зону между ними. Со временем из-за релаксации резины это неизбежно приведёт к образованию углубления поверхности борта шины там, где будет действовать выпуклая часть посадочной полки, и вызовет ослабление контакта между шиной и ободом со всеми негативными последствиями.

Далее, движение автомобиля с давлением воздуха в шинах, близким к рекомендованным допустимым нижним значениям обычно осуществляется по слабым деформируемым грунтам и сопровождается интенсивным колееобразованием. Часто при этом требуется ещё и преодолевать различные профильные препятствия (крутые подъёмы, поперечные уклоны, валики, канавы и т.д.). В таких условиях для движения требуется реализовать в пятне контакта колеса движущие силы, значительно превышающие силы, действующие при прямолинейном движении. Ясно, что необходимый для этого повышенный крутящий момент передаётся от обода к шине усилиями трения на поверхностях соприкосновения шины и обода. При ослаблении, по любой причине, посадки шины на обод возникает угроза проскальзывания её относительно обода ("проворачивания шины"), которое сопровождается выходом колеса из строя с потерей автомобилем подвижности, а также невосстановимым повреждением самой шины, что и случается в реальной эксплуатации авто-

мобилей повышенной проходимости на местности. Происходит это даже с почти новыми шинами при полном и точном соблюдении водителем рекомендаций инструкций по эксплуатации автомобиля [3].

Следует также обратить внимание на принятую при сравнительных испытаниях конфигурацию трассы в форме "восьмёрки" с асфальто-бетонным покрытием, которая, по утверждению автора разработки нового обода, обеспечивала воспроизведение максимально возможных при эксплуатации автомобиля боковых нагрузок на бортовую часть шины. При анализе этой методики становится очевидным несоответствие такой трассы целям форсированных испытаний: поскольку при прохождении "восьмёрки" боковые силы, действующие на посадочную полку обода, периодически изменяют знак, то сдвигая, то надвигая борт шины на полку. Это компенсирует сдвигающие усилия и исключает возможность объективной и показательной проверки эффективности тороидальных посадочных полок.

Более адекватными реальным условиям эксплуатации колёс с вездеходными шинами на автомобилях, были бы испытания при движении автомобиля по кругу, когда имеет место одностороннее воздействие на шину, обеспечивающее более правильную, показательную и эффективную проверку надёжности конструкции, удерживающей борт шины на ободе.

Таким образом, незначительное, на первый взгляд, изменение одного из конструктивных элементов обода колеса имеет следствием целый ряд серьёзных негативных последствий, снижающих эффективность внедорожных автомобилей в целом, ухудшающих экономические показатели их эксплуатации (преждевременный аварийный выход из строя шин), а также чреватый угрозой срыва выполнения автомобилем решаемых задач вплоть до возможности уничтожения колёсной машины и её экипажа, если подвижность потеряна в боевой обстановке. Ситуация усугубляется также и тем обстоятельством, что внедорожные автомобили и специальные колёсные машины, как правило, двигаются группами по общему колонному пути. В этой ситуации внезапная потеря подвижности одной из машин требует от двигающихся позади сложного маневрирования с выходом из колеи, что сопряжено с большой потерей времени, а часто неосуществимо вообще.

Таким образом, представляется целесообразным и крайне актуальным вернуться к этой проблеме и провести в полном объёме комплекс исследований, позволяющих объективно установить, насколько конструкция колеса с тороидальными полками, применяемая в настоящее время на автомобилях, оборудованных шинами с регулируемым давлением воздуха и пришедшая на смену конструкции с разъёмным ободом и распорным кольцом, отвечает требованиям к внедорожным колёсным машинам, способна обеспечить надёжную посадку бортов шины на ободе (в том числе при пониженном давлении воздуха) и обеспечить установленный нормативами пробег шины.

Литература

1. Агейкин Я.С. Вездеходные колесные и комбинированные движители. — М.: Машиностроение, 1972. — 184 с.
2. Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин. — М.: Машиностроение, 1990. — 352 с.
3. Автомобиль ЗИЛ-131 и его модификации. — М.: Машиностроение, 1966. — 369 с.
4. ГОСТ 28744—90 "Колеса с разборным ободом для полноприводных автомобилей".
5. Савельев С.Г. Автомобильные колеса. — М.: Машиностроение, 1983. — 151 с.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС АТС

УДК 629.3.017.5

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ, УПРАВЛЯЕМОСТИ И ПЛАВНОСТИ ХОДА АВТОПОЕЗДОВ

Д-ра техн. наук **НЕВОЛИН Д.Г., КОВРИКОВ И.Т., НОВОСЁЛОВ В.Л.**
Уральский ГУПС, Оренбургский ГУ
(3432.221-24-42, vladimirl.n@yandex.ru)

Решается задача повышения устойчивости, управляемости и снижения уровня колебаний автопоездов при движении по неровным дорогам и местности. Рассмотренные решения применимы на автопоездах с любым числом осей.

Ключевые слова: *автопоезд, подвеска, амортизатор, устойчивость, управляемость, плавность хода.*

Nevolin D.G., Kovrikov I.T., Novosyolov V.L.

IMPROVEMENT OF STABILITY, CONTROLLABILITY AND RIDE TRAINS DUE TO IMPROVEMENTS

In the article the problem of increasing the stability, controllability and reduce the level of vibrations of the trains when driving on uneven roads and terrain. Possible to use on the trains with any number of axes.

Keywords: *train, suspension, shock, stability, handling, smoothness.*

При расчётах плавности хода, определении динамической нагруженности подвески при наездах на единичное препятствие и препятствие, заданное периодической функцией, используется известная динамическая схема (рис. 1). Согласно ей, авторами выполнен расчёт динамической нагруженности автопоезда в сна-

av0318.fm Page 18 Thursday, March 15, 2018 12:53 PM

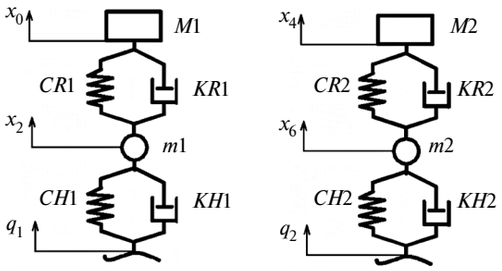


Рис. 1. Динамическая схема подвески:

x_0 — перемещение подрессоренной массы переднего моста; x_2 — перемещение неподрессоренной массы переднего моста; x_4 — перемещение подрессоренной массы заднего моста; x_6 — перемещение неподрессоренной массы заднего моста; q_1 — неровность дорожного покрытия под передними колёсами; q_2 — неровность дорожного покрытия под задними колёсами; $M1$, $m1$ — подрессоренная и неподрессоренная массы переднего моста; $M2$, $m2$ — подрессоренная и неподрессоренная массы заднего моста; $CR1$, $KR1$ — жёсткость и коэффициент демпфирования передней подвески; $CH1$, $KH1$ — жёсткость и коэффициент демпфирования шин передних колёс; $CR2$, $KR2$ — жёсткость и коэффициент демпфирования задней подвески; $CH2$, $KH2$ — жёсткость и коэффициент демпфирования шин задних колёс

Таблица 1

№	Формула	Примечания
1	$\begin{cases} M1\ddot{x}_0 + KR1(\dot{x}_0 - \dot{x}_2) + CR1(x_0 - x_2) = 0 \\ m1\ddot{x}_2 - KR1(\dot{x}_0 - \dot{x}_2) - CR1(x_0 - x_2) + KH1(\dot{x}_2 - \dot{q}_1) + CH1(x_2 - q_1) = 0 \\ M2\ddot{x}_4 + KR2(\dot{x}_4 - \dot{x}_6) + CR2(x_4 - x_6) = 0 \\ m2\ddot{x}_6 - KR2(\dot{x}_4 - \dot{x}_6) - CR2(x_4 - x_6) + KH2(\dot{x}_6 - \dot{q}_2) + CH2(x_6 - q_2) = 0 \end{cases}$	M, m — подрессоренная и неподрессоренная массы одной подвески; C, K — жёсткость и коэффициент демпфирования подвески
2	$\{M1\dot{x}_1 + KR1(\dot{x}_0 - \dot{x}_2) + CR1(x_0 - x_2) = 0 \quad \dot{x}_0 = x_1\}$	—
3	$D(t, x) = \begin{bmatrix} x_1 \\ -\frac{KR1}{M1}(x_1 - x_3) - \frac{CR1}{M1}(x_0 - x_2) \\ x_3 \\ \frac{KR1}{m1}(x_1 - x_3) + \frac{CR1}{m1}(x_0 - x_2) - \frac{KH1}{m1}(x_3 - wq_0\cos(wt)) - \frac{CH1}{m1}(x_2 - q_0\sin(wt)) \\ x_5 \\ -\frac{KR2}{M2}(x_5 - x_7) - \frac{CR2}{M2}(x_4 - x_6) \\ x_7 \\ \frac{KR2}{m2}(x_5 - x_7) + \frac{CR2}{m2}(x_4 - x_6) - \frac{KH2}{m2}(x_7 - wq_0\cos(wt)) - \frac{CH2}{m2}(x_6 - q_0\sin(wt)) \end{bmatrix}$	—
4	$\{m1\ddot{x}_3 - KR1(\dot{x}_0 - \dot{x}_2) - CR1(x_0 - x_2) + KH1(\dot{x}_2 - \dot{q}_1) + CH1(x_2 - q_1) = 0 \quad \dot{x}_2 = x_3\}$	—
5	$x := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$	—
6	$q_1 = q_2 = q_0\sin(t)$	q_0 — амплитуда неровности, м; ω — циклическая частота, рад/с
7	$\omega = 2\pi\nu$	ν — частота колебаний (частота воздействия неровностей), Гц
8	$V = S\nu = 4$ м/с	S — расстояние между вершинами неровностей, м
9	$D(t, x) := \begin{bmatrix} x_1 \\ -\frac{KR1}{M1}(x_1 - x_3) - \frac{CR1}{M1}(x_0 - x_2) \\ x_3 \\ \frac{KR1}{m1}(x_1 - x_3) + \frac{CR1}{m1}(x_0 - x_2) - \frac{KH1}{m1}[x_3 - q_0 e^{-t^2}(-2t)] - \frac{CH1}{m1}(x_2 - q_0 e^{-t^2}) \\ x_5 \\ -\frac{KR2}{M2}(x_5 - x_7) - \frac{CR2}{M2}(x_4 - x_6) \\ x_7 \\ \frac{KR2}{m2}(x_5 - x_7) + \frac{CR2}{m2}(x_4 - x_6) - \frac{KH2}{m2}[x_7 - q_0 e^{-t^2}(-2t)] - \frac{CH2}{m2}(x_6 - q_0 e^{-t^2}) \end{bmatrix}$	

av0318.fm Page 19 Thursday, March 15, 2018 12:53 PM

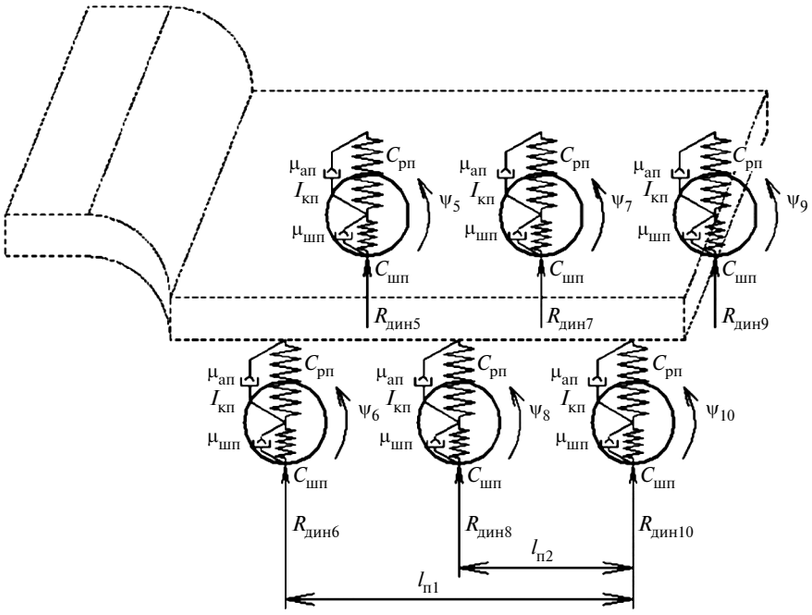


Рис. 2. Расчётная схема в объёме

ряженном состоянии и при полной загрузке, с резиновыми втулками и без них. Для существующих автопоездов коэффициент распределения подрессоренной массы (ε_y) принимает значения, позволяющие рассматривать колебания подрессоренных масс, приходящихся на оси независимо друг от друга.

Математическая модель представляет собой систему уравнений 1 (табл. 1). При её составлении были приняты следующие допущения: учитываются только вертикальные колебания; жёсткости и коэффициенты сопротивления подвесок и шин постоянны; контакт колеса с дорогой точечный; коэффициент распределения подрессоренной массы (ε_y) принимает значения 0,8...1,0. Если принять $\varepsilon_y = 1$, получается, что колебания подрессоренных масс независимы. Расчётная схема показана на рис. 2.

При решении систем дифференциальных уравнений в программе *"MathCAD"* дифференциальные уравнения высоких порядков представляются в виде дифференциальных уравнений первого порядка. Например, уравнение $\ddot{x}_0 = g$, где g — некоторое выражение или константа, представляется в виде двух уравнений первого порядка: $\dot{x}_0 = x_1$ и $\dot{x}_1 = g$. В задачах динамики x_0 имеет смысл перемещения, $\dot{x}_0 = x_1$ — скорость, $\ddot{x}_0 = \dot{x}_1$ — ускорение. Таким образом, первое уравнение математической модели: $M1\ddot{x}_0 + KR1(\dot{x}_0 - \dot{x}_2) + CR1(x_0 - x_2) = 0$ можно представить в виде двух уравнений первого порядка (формула 2).

Правые части уравнений, выраженные относительно $\dot{x}_0$ и $\dot{x}_1$, занесены в оператор $D(t, x)$ ввода системы дифференциальных уравнений (первая и вторая строки), формула имеет вид 3. Оператор представлен для случая, когда неровности задаются периодической функцией.

Второе уравнение математической модели (системы 1) представляется также в виде двух уравнений первого порядка, рассчитывается по формуле 4, и, аналогично, выраженные относительно $\dot{x}_2$ и $\dot{x}_3$ заносятся в оператор $D(t, x)$ — третья и четвёртая строки и т. д.

В оператор начальных условий x заносятся значения x_0, x_1 (перемещение и скорость подрессоренной массы передней подвески), x_2, x_3 (перемещение и скорость неподрессоренной массы передней подвески), x_4, x_5 (перемещение и скорость подрессоренной массы задней подвески), x_6, x_7 (перемещение и скорость неподрессоренной массы задней подвески) в начальный момент времени, формула имеет вид 5.

Оператор решения системы дифференциальных уравнений: $Z := \mathrm{R}_{\mathrm{kadapt}}(x, 0, 10, 10000, D)$, где x — искомые функции, 0, 10 — начальное и конечное значения интервала интегрирования (по переменной t — время), 10 000 — количество точек на интервале интегрирования. Число шагов интегрирования меньше на единицу: $n := 0...9999$.

В системах (программах) символьной математики, к которым относится и *"MathCAD"*, не показываются логические связи, цепочки, блоки сравнения и т. д., а все данные заносятся в определённом символьном виде.

После оператора $Z := \mathrm{R}_{\mathrm{kadapt}}(x, 0, 10, 10000, D)$, можно вывести значения искомых функций x_i (выводятся в виде $Z_{n,i}$) в соответствии с табл. 2. То есть $Z_{n,1}$ — перемещение массы $M1$, $Z_{n,2}$ — скорость массы $M1$ и т. д. Используя также и другие константы выражения, можно получить, например, комбинации: $(Z_{n,1} - Z_{n,3}) \cdot CR1$ — дополнительная динамическая составляющая в упругом элементе передней подвески; $(Z_{n,1} - Z_{n,3}) \cdot CR1 + M1 \cdot g$ — суммарное усилие в передней подвеске (динамическое плюс статическое); $(Z_{n,2} - Z_{n,4}) \cdot KR1$ — усилие в амортизаторе и т. д.

Выбор внутренних параметров системы: $M1 = 500$ кг, $m1 = 100$ кг, $M2 = 500$ кг, $m2 = 100$ кг. Жёсткость подвесок выбираем исходя из статического прогиба $f_{ст} = 0{,}2$ м: $CR1 = CR2 = 5000$ Н/0,2 м = 25 000 Н/м. Статический прогиб шин принимаем 14 % от ширины профиля (0,175 м) и он составляет 0,0245 м. Исходя из этого, жёсткость шин: $CH1 = CH2 = 6000$ Н/0,0245 м = = 245 000 Н/м. Коэффициенты демпфирования амортизаторов принимаем исходя из того, что при проезде единичной неровности подрессоренная масса должна совершить 1,5...2 колебания: $KR1 = KR2 = 1000$ кН · с/м. Коэффициенты демпфирования шин: $KH1 = KH2 =$ = 100 кН · с/м.

Таблица 2

x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
$Z_{n,1}$	$Z_{n,2}$	$Z_{n,3}$	$Z_{n,4}$	$Z_{n,5}$	$Z_{n,6}$	$Z_{n,7}$	$Z_{n,8}$

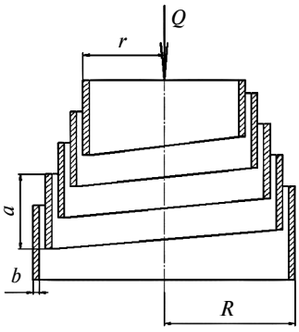


Рис. 3. Расчётная схема буферной пружины:
a — высота пружины; *b* — ширина пружины; *r* — наименьшее расстояние от центра приложенной силы до буферной пружины; *R* — наибольшее расстояние от центра приложенной силы до буферной пружины; *Q* — приложенная сила

Неровность дорожной поверхности при периодическом расположении препятствий определяется по формуле 6, где ω — циклическая частота, рад/с, которая в свою очередь определяется по формуле 7. Если расстояние между вершинами неровностей $S = 2$ м, $\nu = 2$ Гц (2 колебания в с), то это соответствует скорости движения, определяется по формуле 8. $V = 4$ м/с; $\omega = 12{,}56$ рад/с.

При решении систем дифференциальных уравнений в программе *"MathCAD"* вначале задаются оператор начальных условий *x*, далее оператор *D*(*t*, *x*) ввода системы дифференциальных уравнений, оператор решения системы дифференциальных уравнений, далее представляются необходимые результаты решения. Исходные данные и результаты решения — в СИ.

При моделировании наезда на единичную неровность оператор *D*(*t*, *x*) ввода системы дифференциальных уравнений имеет вид формулы 9. Здесь неровность в начальный момент времени имеет высоту q_0 и убывает по закону $q_0 \cdot e^{-t^2}$. Может быть принят любой желаемый закон, задающий форму неровности.

На автопоездах-тяжеловозах всё большее распространение получает пневматическая подвеска, поскольку нагрузки на раму она распределяет равномернее, чем подвески других типов, а кроме того, обладает хорошими возможностями в плане компоновки и унификации элементов конструкции. Однако несмотря на все преимущества пневматическая подвеска не обеспечивает достаточной плавности хода автопоездов, необходимой не столько ради комфорта, сколько для решения многих других задач. И обнаруживается это, как правило, уже на стадии эксплуатации образцов автопоездов, что крайне невыгодно, в том числе экономически.

Этой задачей занимаются исследователи, конструкторы, эксплуатационники и даже дорожники [1—3], поскольку основные источники колебаний, возникающих при движении, — это неровности дорожного полотна и биения колёс. Но, к сожалению, на практике в ряде случаев подвеска даже с оптимально подобранными характеристиками обеспечить требуемую плавность хода автопоездов не может, особенно если требования достаточно жёстки. Предлагаемые конструктивные решения позволят существенно снизить колебания автопоездов при движении по неровным дорогам и местности.

Во-первых, это ограничители хода колёс, предохраняющие упругие элементы подвески от перегрузки. Обычно их выполняют с упругой, как правило, резиновой подушкой, смягчающей удар при "пробивании" подвески. На характеристику подвески ограничители практически не влияют. Вместо упругого упора можно устанавливать подрессорник в виде буферной пружины, имеющей значительную деформацию и увеличивающей жёсткость подвески в конце хода и её потенциальную энергию. Предпочтительно применение буферных пружин конического типа с витками прямоугольного сечения (рис. 3).

Во-вторых, резиновые втулки в монтажных узлах амортизаторов. Их использование не ухудшает плавности хода, так как жёсткость пневмоподвески регулируется, но уменьшает вероятность отрыва колёс от дороги вследствие диапазона частот, при котором происходит отрыв и смещение этого диапазона в сторону больших частот возмущения. Втулки очень эффективно гасят высокочастотные колебания небольшой амплитуды. Исследования показали, что за счёт применения в конструкции автопоезда резиновых втулок и симметричных амортизаторов величина ускорений вертикальных колебаний снизилась в снаряженном состоянии на 12,4 %, а в нагруженном — на 11,2 %.

В-третьих, сами амортизаторы, а точнее их характеристика. Поскольку для обеспечения оптимальной плавности хода с ростом скорости движения автопоездов требуется, по крайней мере, неубывание эквивалентного коэффициента сопротивления подвески, регрессивная характеристика амортизатора может быть сразу же признана непригодной. В меньшей степени противоречит требованиям плавности хода линейная характеристика, а наиболее целесообразна — прогрессивная.

Анализ влияния степени несимметричности характеристик амортизаторов на колебания автопоезда при детерминированных и случайных возмущениях показал, что никаких существенных преимуществ у несимметричного амортизатора по сравнению с симметричным нет. Единственное преимущество амортизаторов, имеющих коэффициент сопротивления при сжатии меньше коэффициента сопротивления при отбое, состоит в ограничении максимальной силы, передающейся на раму при переезде одиночных бугров. В случае переезда одиночных впадин, наоборот. В обычных условиях движения возмущения носят случайный характер, и несимметричный амортизатор практически не отличается от симметричного. Очень большая несимметричность отрицательно сказывается на безопасности движения автопоезда вследствие вероятности отрыва колёс от дороги. При этом также возрастают и средние квадратические деформации рессор.

Отрицательное действие проявляется ещё и в том, что математическое ожидание деформации рессор при этом отличается от статической деформации. Дополнительно к статической деформации рессор уменьша-

ется динамический ход подвески, что особенно заметно у автопоездов с мягкими рессорами. Это может привести к увеличению вероятности пробоя подвески вследствие большого влияния хода подвески на эту вероятность.

Однако можно указать случаи, когда несимметричная характеристика амортизатора оптимальна, например, при существенно несимметричной характеристике рессор. Если при статическом прогибе рессор остаётся малое расстояние до ограничителей хода подвески, то установка такого амортизатора позволяет сместить нулевую линию колебаний (положение динамического равновесия) и улучшить тем самым плавность хода. Например, в подвеске автопоезда, у которого ход отбоя мал (~35 мм) и амортизатор с несимметричной характеристикой заметно его увеличивает (на 8...12 % при движении по асфальтовому шоссе). При этом значительно уменьшается вероятность включения жёсткого ограничителя хода отбоя, так что эквивалентная жёсткость рессор уменьшается. Поскольку нецелесообразно исправлять недостатки упругой характеристики характеристикой демпфирования, то применение амортизаторов с несимметричной характеристикой для таких целей рекомендовать, по-видимому, нельзя. Таким образом, для обеспечения хорошей плавности хода и безопасности движения следует устанавливать амортизаторы с симметричной характеристикой.

Рассмотренные способы доработки автопоездов осуществимы в том числе в процессе технического обслуживания и ремонта и весьма перспективны для улучшения параметров плавности хода, снижения колебаний до уровня неощутимых. Возможно их применение на автопоездах с любым числом осей.

Литература

1. Кулешов М.Ю. Повышение плавности хода автомобиля путём управления демпфированием / М.Ю. Кулешов // Ассоциация автомобильных инженеров. Выпуск № 9. Материалы конференций за 2001—2002. — С. 156—158.
2. Устименко В.С. Расчёт и доводка характеристик системы подрессоривания АТС / В.С. Устименко, А.Г. Сингур, Н.М. Назаров, В.В. Быкин // Автомобильная промышленность. — 2002. — № 6. — С. 27—29.
3. Пономаренко В.С. Улучшение устойчивости движения трёхосного полноприводного автомобиля при торможении на поверхности с низким коэффициентом сцепления: дис. ... канд. техн. наук. — Омск, 2004. — 118 с.

УДК 004.9:629.067: 629.783

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ВОДИТЕЛЯ АВТОМОБИЛЯ В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА ВИЗУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Д-ра техн. наук **АРАЛБАЕВ Т.З., СУЛТАНОВ Н.З., САРАЙКИН А.И.**
Оренбургский ГУ (3532.37-25-51)

Представлена ассоциативно-мажоритарная модель системы поддержки принятия решения по выбору режима позиционирования автомобиля, определены организация и архитектура высокопроизводительных устройств распознавания образов, используемые для информационной поддержки водителя в условиях дефицита визуальной информации.

Ключевые слова: *система информационной поддержки водителя, дефицит визуальной информации, сигнатурный подход, ситуационный подход.*

Aralbaev T.Z., Sultanov N.Z., Saraykin A.I.

INCREASE OF PRODUCTIVITY OF THE SYSTEM OF THE INFORMATION SUPPORT OF THE DRIVER OF THE VEHICLE IN THE VISUAL FIELD INFORMATION GAP

The article presents the associative-majority model of decision support system for choosing the vehicle positioning mode, the organization and architecture of the high-performance image recognition device used to inform the driver of the car in the conditions of a lack of visual field information gap.

Keywords: *system of the information driver's support, visual field information gap, signature approach, situational approach.*

Дефицит визуальной информации, возникающий из-за ухудшения погодных условий, сложной геометрии автомобильной дороги, неисправности системы освещения автомобиля, является одной из причин возникновения аварийной ситуации. Способствовать решению указанной проблемы призваны разработка и совершенствование методов и средств повышения активной безопасности автомобилей.

Системы активной безопасности обрабатывают значительные объёмы данных, поступающие от различных источников информации. В процессе эксплуатации автомобиля ими учитывается состояние дорожного полотна, окружающей среды, водителя, автотранспортного средства и автотранспортных потоков. Требование высокой достоверности и производительности принятия решения, предъявляемые к современным системам информационной поддержки водителя, обуславливает их реализацию в виде специализированных аппаратных средств с максимально возможной степенью параллелизма выполнения операций.

Анализ современных публикаций [1—5] показал, что, несмотря на значительные достижения в области методологии построения систем активной безопасности автотранспортных средств, существующие методы и средства информационной поддержки водителя имеют следующие недостатки. Во-первых, недостаточное быстродействие и малую выборку учитываемых информативных признаков и распознаваемых образов (ситуаций в процессе эксплуатации АТС). Во-вторых, отсутствие интеграции в одной системе подсистем обучения, определения угла поворота рулевого колеса и скорости движения автомобиля, визуализации и обмена полученной информацией между участниками дорожного движения.

Поэтому авторами настоящей статьи поставлена задача повышения активной безопасности автомобиля именно за счёт усовершенствования информационной поддержки водителя. Для этого разработана ассоциа-

тивно-мажоритарная модель, а также определена организация и архитектура высокопроизводительных устройств распознавания образов, используемые для информационной поддержки водителя в условиях дефицита визуальной информации, на основе сигнатурного и ситуационного подходов.

Ситуационный подход позволяет оценить промежуточные результаты распознавания для выбора такого порядка опроса признаков, при котором в первую очередь будут опрошены признаки с наибольшим приоритетом, и процесс отнесения неизвестного образа к образу-эталону произойдет за меньшее число опрошенных признаков. Сигнатурный подход повышает адаптивность порога распознавания в разделяющих функциях. Оба подхода используются в современных поисковых системах, а также при управлении сложными техническими, эргатическими и организационными системами. Сложность задачи ситуационного управления распознаванием образов заключается в сравнительной оценке большого количества признаков (от нескольких десятков — до нескольких сотен) для принятия оптимального решения.

Характерная особенность передвижения автомобиля в условиях дефицита визуальной информации — высокая интенсивность изменений величины управляющих воздействий $Q = \{q_1, q_2, ... q_j, ..., q_n\}$, к которым относятся: угол поворота автомобиля α относительно края кромки проезжей части и его скоростной режим v, а также информативные признаки S с известными распределениями значений $P(s)$. К информативным признакам $S = \{s_1, s_2, ..., s_i, ..., s_m\}$, обрабатываемым системой информационной поддержки водителя, относятся следующие: навигационная база автомобиля; дискретность и погрешность навигационных данных, матрица коэффициентов сцепления дорожного полотна.

Основная отличительная особенность разработанной ассоциативно-мажоритарной модели, определяющая её новизну, — принцип принятия решения, основанный на рассогласовании навигационной базы автомобиля с оцифрованной линейной частью границы дорожного полотна. Под навигационной базой автомобиля понимается представление транспортного средства как протяжённого пространственного линейного объекта, достигающееся установкой антенн средств спутниковой навигации на максимально возможном расстоянии друг от друга вдоль продольной оси автомобиля.

Для формализации задачи распознавания ситуаций в процессе эксплуатации АТС и рекомендации водителю величины управляющих воздействий использованы следующие условные обозначения: q^x — неизвестная распознаваемая ситуация (образ) в процессе эксплуатации АТС; $<s_i>$ — зарегистрированное значение i-го признака, $i = 1, m$; $<S^x>$ — вектор зарегистрированных значений признаков q^x; D — множество диапазонов изменения значений признаков для каждого класса управляющих воздействий; $V\{q^x, Q_j\}$ — мера близости между q^x и j-м рекомендуемым водителю величины управляющего воздействия из множества эталонных управляющих воздействий Q, $j = 1, 2, ..., n$; $v_{ij}\{<s_i>, Q_j\}$ — частный параметр оценки ассоциативности значения $<s_i>$ признака s_i из множества S для всех классов управляющих воздействий из Q; $\Phi\{<S^x>, Q_j\}$ — функционал для вычисления меры близости $V\{q^x, Q_j\}$. Математическое описание процедуры распознавания q^x представляет собой совокупность формул 1—4, помещённых в таблице.

№	Формула	Примечания
1	$V\{q^x, Q_j\} = \Phi\{<S^x>, Q_j\}$ $j = 1, n$	—
2	$\Phi\{<S^x>, P, Q_j\} = \sum_{i=1}^{n} v_{ij}\{<s_j^x>, Q_j\}$ $j = 1, n$	—
3	$M\{<S^x>, Q\} = \begin{pmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_{m1} & v_{m2} & \dots & v_{mn} \end{pmatrix}$	$v_{ij}\{<s_i^x>, Q_j\} =$ $= \begin{cases} 1, \text{если } <s_i^x> \in D_{ij}; \\ 0, \text{если } <s_i^x> \notin Q_j \end{cases}$
4	$q^x \in Q^* \in Q: V\{q^x, Q^*\} \equiv$ $\equiv \max V\{q^x, Q_j\}$ $Q_j \in Q$ $j = 1, n$	—
5	$\Delta P = \frac{(n_1 - n_2)k}{n_1 k} \cdot 100\ \%$	k — число испытаний

В матрице формулы 3 каждый столбец соответствует (ассоциирует) частным мерам близости v_{ij} множества $<S^x>$ для каждого класса рекомендуемых величин управляющих воздействий по всем признакам. Сумма элементов каждой строки соответствует сумме выражений 2. Выражение 4 описывает разделяющее правило, при котором отнесение q^x к одному из классов рекомендуемых величин управляющих воздействий Q^* производится по максимальной величине меры близости, соответствующей сумме элементов в каждой строке матрицы.

Процесс принятия решения при неизвестной ситуации q^x сводится к вычислению суммы элементов матрицы 3 по каждой строке, соответствующих $<s^x>$ и $<S^x>$, и выбору искомого управляющего воздействия по максимальной сумме. Принятие решения по максимальной сумме элементов строки матрицы с учётом сигнатурного подхода позволяет реализовать мажоритарный принцип и повышает достоверность распознавания образов.

Сигнатурный и ситуационный подходы позволяют оценить промежуточные результаты матрицы мер близости (совокупность кодов сигнатур) для опроса информативных признаков под наиболее вероятную ситуацию и повысить производительность принятия решения по выбору величины управляющего воздействия. На рис. 1 и 2 представлены структуры используемых в системах информационной поддержки водителя высокопроизводительных устройств распознавания образов на основе ситуационного и сигнатурного подходов соответственно.

av0318.fm Page 23 Thursday, March 15, 2018 12:53 PM

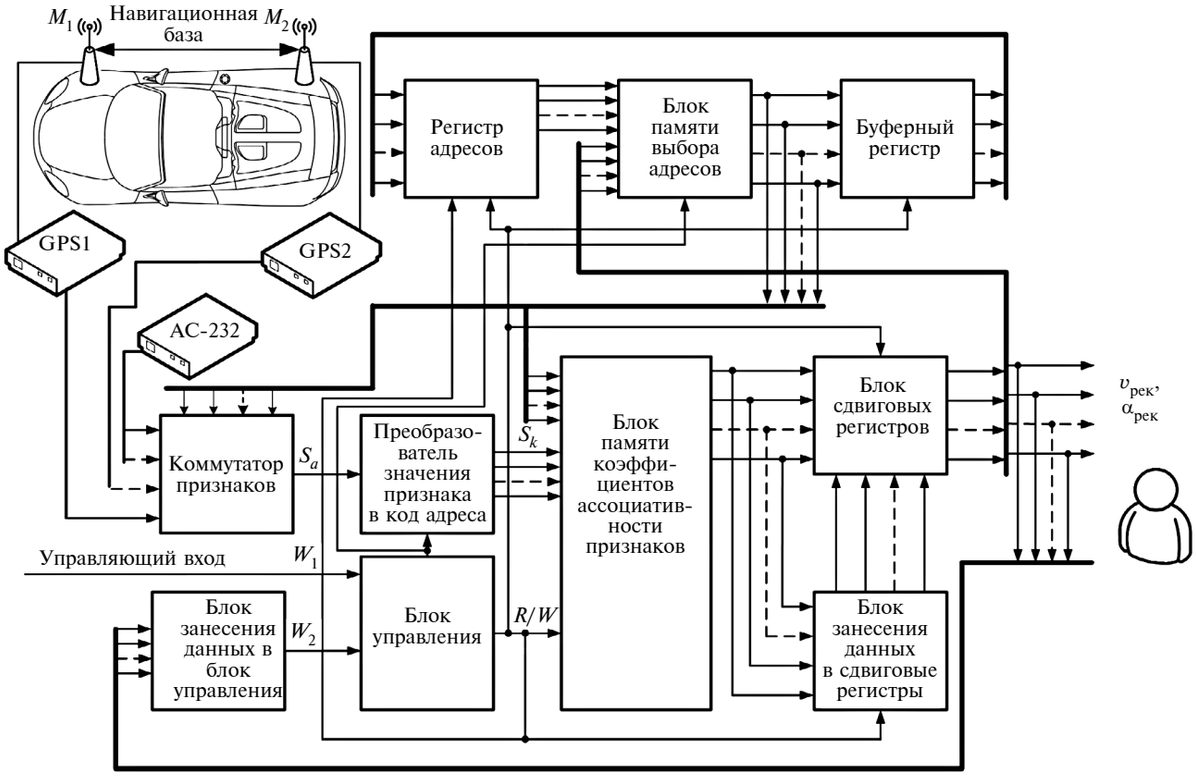


Рис. 1. Структура высокопроизводительного устройства распознавания образов на основе ситуационного подхода

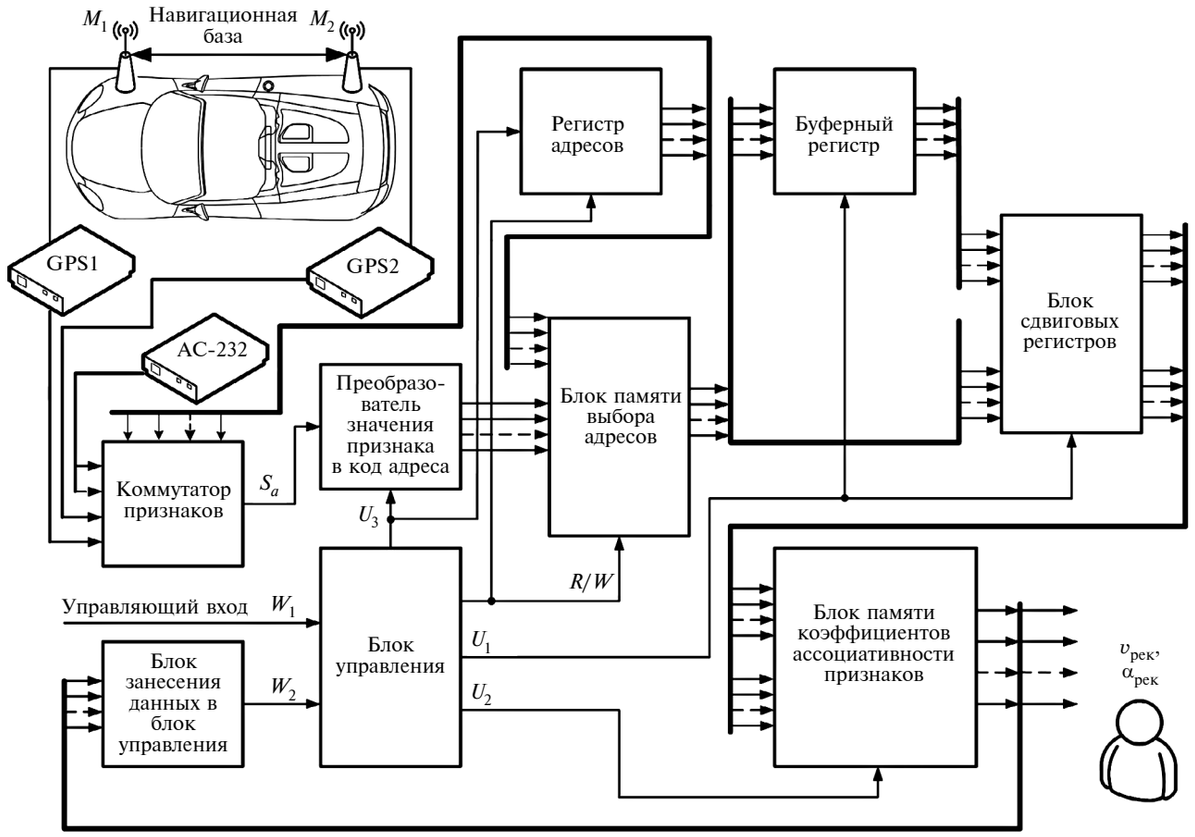


Рис. 2. Структура высокопроизводительного устройства распознавания образов на основе сигнатурного подхода

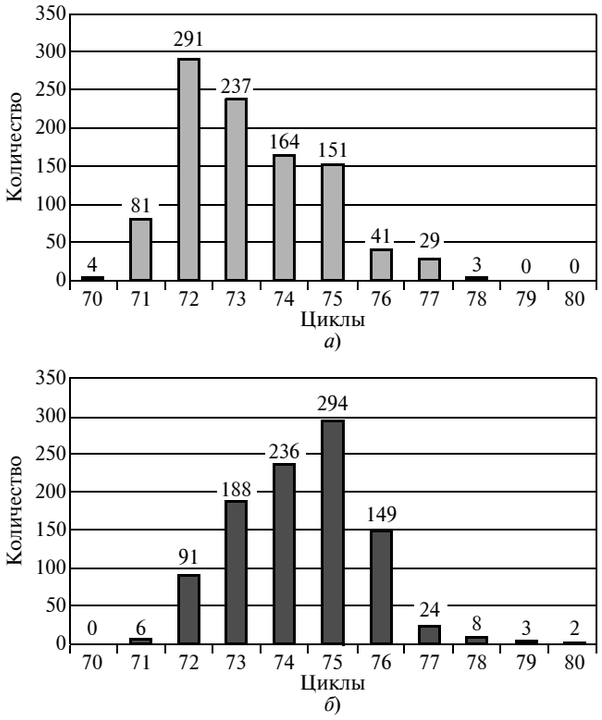


Рис. 3. Диаграммы распределения длительности распознавания неизвестного образа по ряду значений их параметров:
а — ситуационный подход; *б* — сигнатурный подход

Оценить производительность заявляемых устройств помогают диаграммы распределения длительности распознавания неизвестного образа по ряду значений их параметров, приведённые на рис. 3. Параметры вычислительного эксперимента следующие: количество классов образов $m = 20$, количество признаков распознавания $n = 100$, длина диапазонов значений признаков $d = 58$, число испытаний k в эксперименте равно 1000, равномерный закон распределения значений признаков.

Прирост производительности оценивается по формуле 5, где n_1 и n_2 — число опрошенных признаков, достаточных для принятия решения по распознаванию неизвестного образа соответственно в устройстве-прототипе и в заявляемом устройстве. Для указанного примера в известном устройстве-прототипе каждое распознание завершается за 100 тактов, при этом общее число тактов равно 100 × 1000 = = 100 000. Таким образом, для рассмотренного примера (рис. 3, *а*) прирост производительности составит

$$\Delta P = \frac{100\,000 - 73\,250}{100\,000} \cdot 100\,\% = 0{,}26\,\% \cdot 100\,\% = 26\,\%.$$

Расчёты показывают, что для ситуаций при $m = 20$, $n = 100$, $d = 58$, $k = 1000$ по сравнению с классическим ассоциативно-мажоритарным устройством распознавания образов общая производительность устройства на основе сигнатурного подхода выше на 17 %, а устройства на основе ситуационного подхода — на 26 %. Кроме того, к достоинствам предлагаемых устройств следует отнести возможность их использования в задачах с большим количеством признаков распознавания и классов образов, а также высокую оперативность распознавания ситуаций и выдачи водителю рекомендаций величины управляющих воздействий.

Литература

1. Бахмутов С.В. Международный автомобильный научный форум (МАНФ-2016) "Интеллектуальные транспортные системы повышения энергоэффективности и безопасности движения" // Труды НАМИ. — 2016. — № 267. — С. 6—12.
2. Гайсин С.В., Бахмутов С.В., Ендачёв Д.В. и др. Развитие интеллектуальных систем помощи водителю (ADAS) в Российской Федерации // Труды НАМИ. — 2016. — № 265. — С. 6—12.
3. Гусаров А.П. Тенденции регламентации требований к бортовым интеллектуальным транспортным системам в комитете по внутреннему транспорту ЕЭК ООН // Журнал автомобильных инженеров. — 2011. — № 3 (68) — С. 4—8.
4. Ходес И.В. Компьютерная поддержка активной безопасности автомобиля [Текст] / И.В. Ходес, М.В. Бондаренко // Автомобильная промышленность. — 2008. — № 7. — С. 20—23.
5. Broggi A., Cerri P., Felisa M. et al. The VisLab Intercontinental Autonomous Challenge: an Extensive Test for a Platoon of Intelligent Vehicles // Intl. Journal of Vehicle Autonomous Systems. — 2012. — Vol. 10, No. 3. — P. 147—164. doi:10.1504/IJVAS.2012.051250

УДК 656.137

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО АТП ЗА СЧЁТ ОПТИМИЗАЦИИ КОЛИЧЕСТВА И ТИПА АВТОТРАНСПОРТНО-КОНТЕЙНЕРНОГО ПАРКА

Канд. техн. наук **ЛЮБИМОВ И.И.**,
д-р техн. наук **СУЛТАНОВ Н.З.**
Оренбургский ГУ (8.7353.291-22-26)

Рассмотрена методика повышения эффективности функционирования специализированного автотранспортного предприятия с использованием элементов программно-целевого планирования.

Ключевые слова: *оптимизация, методика, автотранспортное предприятие, программно-целевое планирование, количество, тип, автотранспортно-контейнерный парк.*

Lyubimov I.I., Sultanov N.Z.

IMPROVEMENT OF EFFICIENCY OF THE FUNCTIONING OF THE SPECIALIZED MOTOR TRANSPORT ENTERPRISE FOR THE ACCOUNT OF OPTIMIZATION OF THE QUANTITY AND TYPE OF THE AUTO TRANSPORTATION AND CONTAINER PARK

The technique of increase of efficiency of functioning of the specialized motor transportation enterprise with use of elements of program-target planning is considered.

Keywords: *optimization, methodology, trucking enterprise, program-target planning, quantity, type, motor transport and container park.*

Любые методы планирования, так или иначе, связаны с достижением конкретных целей. В случае применения программно-целевого планирования в основу положены определение и постановка целей, и только

av0318.fm Page 25 Thursday, March 15, 2018 12:53 PM

после проведения этой процедуры подбираются пути их достижения [1—3]. При этом используется единая логическая схема: "цели—пути—способы—средства".

Цель данного исследования вынесена в заголовок статьи. Задачами же его являются следующие: анализ существующих методов и средств обеспечения оптимальной структуры подвижного состава и контейнерного парка специализированного автотранспортного предприятия по сбору и вывозу твёрдых бытовых отходов; разработка математической модели функционирования специализированного автотранспортного предприятия и критерия эффективности функционирования; разработка алгоритма формирования оптимальной структуры подвижного состава и контейнерного парка специализированного автотранспортного предприятия; разработка методики оптимизации структуры автотранспортно-контейнерного парка специализированного автотранспортного предприятия; формирование оптимальной структуры подвижного состава и контейнерного парка специализированного автотранспортного предприятия с учётом критерия эффективности функционирования (на примере г. Оренбурга).

Объект исследования — процесс сбора и вывоза твёрдых бытовых отходов с территории населённого пункта специализированным автотранспортным предприятием. Предмет исследования — закономерности влияния структуры автотранспортного и контейнерного парков специализированного автотранспортного предприятия и параметров маршрутов сбора и вывоза таких отходов на критерий эффективности функционирования специализированного автотранспортного предприятия.

Эффективность функционирования автотранспортного предприятия оценивается объёмами перемещения грузов и пассажиров на заданные расстояния ав-

Рис. 1. Модель выбора структуры транспортных средств

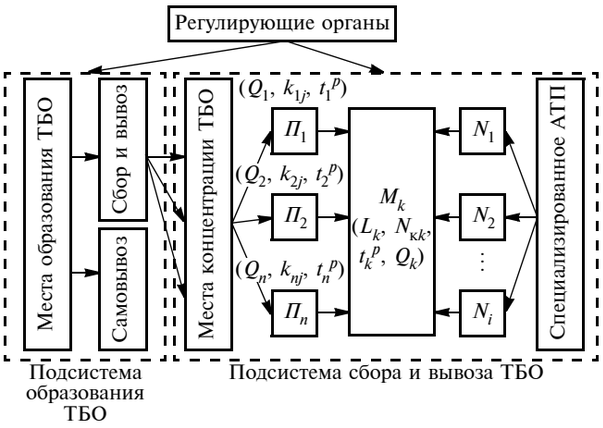


Рис. 2. Схема системы сбора и вывоза твёрдых бытовых отходов:

Q — объём ТБО в u-м пункте концентрации; k — количество контейнеров j-го типа в u-м пункте концентрации; t_u^p — продолжительность разгрузки контейнеров в u-м пункте концентрации; $П_u$ — пункт концентрации ТБО; M_k — маршрут сбора и вывоза ТБО; L_k — протяжённость k-го маршрута; $N_{кk}$ — количество контейнеров на маршруте; t_k^p — продолжительность разгрузки контейнеров на маршруте; Q_k — объём вывозимого ТБО на k-м маршруте; N_i — количество автомобилей i-го типа

тотранспортными средствами, а также затратами на поддержание их в работоспособном состоянии — хранение, материально-техническое обеспечение, обслуживание и ремонт. Соотношение объёмов транспортной работы и затрат на обеспечение работоспособности парка автотранспортных средств зависит от структуры парка. Существующую схему выбора типа транспортного средства, обеспечивающего выполнения предъявляемых к нему требований, можно представить в виде схемы (рис. 1).

Автотранспортные предприятия подразделяются на пассажирские, грузовые и осуществляющие смешанные перевозки — как грузов, так и пассажиров. Установление потребности в пассажирских автотранспортных средствах базируется на анализе пассажиропотоков, определяемых в зависимости от необходимого количества перевозимых людей или от плотности населения. При выборе типа грузового подвижного состава необходимо учитывать: характеристики груза; объёмы перевозок, необходимые для выбора рациональных маршрутов движения и определения количества автотранспортных средств; карту движения — геометрические параметры, характеризующие расстояния между пунктами назначения, используемые также при формировании рациональных маршрутов движения; условия эксплуатации автомобиля (природно-климатические, дорожные), определяющие специфические требования к автотранспортным средствам и сказывающиеся на эксплуатационных затратах.

Для формирования математической модели эффективности функционирования автотранспортного предприятия представим систему сбора и вывоза твёрдых бытовых отходов и входящее в неё специализированное автотранспортное предприятие в виде схем (рис. 2 и 3).

av0318.fm Page 26 Thursday, March 15, 2018 12:53 PM

Целевые функции F_i, образующие вектор полезного эффекта, можно представить в виде формулы 1 (см. таблицу). Переменные параметры целевой функции составляют модели транспортных средств (формула 2) и типы используемых контейнеров (формула 3). Параметром внешней среды служит объём твёрдых бытовых отходов Q, который можно представить в виде суммы объёмов, собираемых на i-м числе маршрутов Q_i (формула 4).

Для k-го маршрута объём перевозок выразим формулой 5, где $t_{\text{пр}j}$ — продолжительность погрузочно-разгрузочных работ при использовании j-го контейнерного парка (формула 6). Годовой объём перевозок на маршруте $Q_{\text{г}k}$ можно представить в виде формулы 7, где $Д_{\text{рг}j}$ — число дней в году работы подвижного состава на маршруте при использовании j-го контейнерного парка. Число дней в году работы подвижного состава на маршруте зависит от периодичности $П_j$ вывоза твёрдых бытовых отходов при использовании j-го контейнерного парка (формула 8). Общий годовой объём перевозок можно выразить формулой 9.

№	Формула	Примечания
1	$F = \{F_1, F_2, ...F_n\}$	F_i — себестоимость транспортировки 1 м^3 твёрдых бытовых отходов; n — количество типов транспортных средств
2	$N_i = \{N_1, N_2, ..., N_n\}$	N_i — число специализированных автомобилей i-й модели
3	$K_j = \{K_1, K_2, ..., K_m\}$	K_j — количество контейнеров j-го типа
4	$Q = \sum_{k=1}^{m} Q_k$	Q_k — объём перевозок на k-м маршруте; m — количество маршрутов
5	$Q_k = \dfrac{T_{\text{н}} q_i N_i}{\dfrac{l_{\text{ег}i}}{\beta V_{\text{т}}} + t_{\text{пр}j}}$	$T_{\text{н}}$ — время в наряде, ч; q_i — вместимость i-го типа транспортного средства, м^3; $l_{\text{ег}i}$ — длина ездки с грузом i-го типа транспортного средства, км; β — коэффициент использования пробега; $V_{\text{т}}$ — техническая скорость транспортного средства, км/ч; $t_{\text{пр}j}$ — продолжительность погрузочно-разгрузочных работ, ч
6	$t_{\text{пр}j} = t_{1\text{к}j} K_j$	$t_{1\text{к}j}$ — продолжительность разгрузки одного j-го контейнера, ч; K_j — количество j-х контейнеров, шт.
7	$Q_{\text{г}k} = \dfrac{T_{\text{н}} q_i N_i Д_{\text{рг}j}}{\dfrac{l_{\text{ег}i}}{\beta V_{\text{т}}} + t_{1\text{к}j} K_j}$	—
8	$Д_{\text{рг}j} = \dfrac{365}{П_j}$	
9	$Q = \sum_{k=1}^{n} \sum_{j=1}^{u} \dfrac{T_{\text{н}} q_i N_i Д_{\text{рг}j}}{\dfrac{l_{\text{ег}i}}{\beta V_{\text{т}}} + t_{1\text{к}j} K_j}$	n — число типов подвижного состава; u — число типов контейнеров
10	$A = \{a_1, a_2, ...a_n\}$	—
11	$F = \dfrac{\sum_{i=1}^{n} N_i a_i + \sum_{j=1}^{u} K_j b_j}{\sum_{k=1}^{n} \sum_{j=1}^{u} \dfrac{T_{\text{н}} q_i N_i Д_{\text{рг}j}}{\dfrac{l_{\text{ег}i}}{\beta V_{\text{т}}} + t_{1\text{к}j} K_j}} \to \min$	$N_j \geq 0$; $K_j \geq 0$; $Q_{\text{опт}} = Q_{\text{исх}}$ $a_i = \text{const}$; $b_j = \text{const}$; $i = 1...n$; $j = 1...u$

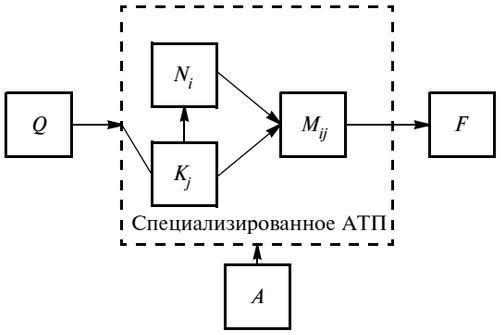


Рис. 3. Связь показателя эффективности функционирования специализированного автотранспортного предприятия со структурой подвижного состава и контейнерного парка:

Q — объём образования ТБО, т; N_i — число автотранспортных средств i-го типа, ед.; K_j — число контейнеров j-го типа, ед.; M_{ij} — параметр маршрута сбора и вывоза твёрдых бытовых отходов при использовании i-х типов автотранспортных средств и j-х типов контейнеров; $\vec{F}$ — себестоимость перевозки 1 т · км ТБО; A — эксплуатационные затраты

Под вектором фиксированных внутренних параметров принимаются эксплуатационные затраты на поддержание подвижного состава в технически исправном состоянии, описываемые зависимостью 10, где a_i — затраты на поддержание подвижного состава транспортных средств i-й группы в технически исправном состоянии.

На основании рассмотренных зависимостей установлен общий вид целевой функции оптимизации стоимости транспортной операции по критерию минимума затрат — формула 11. В процессе формирования модели за неизменные величины принимаются — время нахождения автомобиля в наряде и техническая скорость автомобиля [7—11].

Таким образом, при оптимизации структуры подвижного состава и контейнерного парка автотранспортного предприятия различного типа и назначения рекомендуется использовать математическую модель в виде формулы 11, описывающую взаимосвязь эффективности сбора и вывоза твердых бытовых отходов со структурой парка автомобилей и контейнеров специализированного автотранспортного предприятия и учитывающую как внешние возмущающие факторы, так и внутренние фиксированные параметры. В качестве параметра оптимизации структуры подвижного состава и контейнерного парка — стоимость вывоза 1 м^3 ТБО, в качестве варьируемых параметров модели оптимизации — структуру подвижного состава и контейнерного парка, а в качестве внешних факторов — изменение транспортной работы.

Литература

1. Бондаренко Е.В. Оптимизация инфраструктуры сбора и вывоза твёрдых бытовых отходов с территории населённого пункта / Е.В. Бондаренко, А.О. Зуев, И.И. Любимов, К.И. Манаев, А.Н. Мельников // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2011. № 4. С. 92а-96.
2. Вагапова Н.В. Управление функциональными процессами городских пассажирских перевозок / Н.В. Вагапова, Б.А. Портников, Н.З. Султанов, И.И. Любимов // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2009. № 2. С. 49—56.
3. Любимов И.И. Методические основы оптимизации процесса сбора и вывоза твёрдых бытовых отходов / И.И. Любимов, К.И. Манаев, А.Н. Мельников, Н.З. Султанов // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2011. № 2. С. 35—40.
4. Любимов И.И. Разработка алгоритма оптимизации структуры подвижного состава и контейнерного парка в процессе сбора и вывоза твёрдых бытовых отходов / И.И. Любимов, К.И. Манаев, А.Н. Мельников, В.И. Рассоха // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2011. № 4. С. 174—182.
5. Любимов И.И. Формирование целевой функции оптимизации транспортно-логистической схемы сбора и вывоза твёрдых бытовых отходов / И.И. Любимов, К.И. Манаев, А.Н. Мельников, Н.З. Султанов // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2011. № 3. С. 5—8.
6. Любимов И.И. Методические основы оптимизации процесса сбора и вывоза твёрдых бытовых отходов / И.И. Любимов, К.И. Манаев, А.Н. Мельников, Н.З. Султанов // Интеллект. Инновации. Инвестиции: Академический журнал. — 2011. — № 2. — С. 35—40.
7. Любимов И.И. Оптимизация автомобильного и контейнерного парка при сборе и вывозе твёрдых бытовых отходов / К.И. Манаев, А.Н. Мельников // Вестник Оренбургского государственного университета. — 2014. — № 10. — С. 130—134.
8. Любимов И.И. Концепция управления муниципальными автомобильными перевозками / Е.В. Бондаренко, И.И. Любимов, К.И. Манаев, А.Н. Мельников // Мир транспорта и технологических машин. — 2015. — № 2. — С. 110—116.
9. Расчёт количества и типа автотранспортных средств специализированного автотранспортного предприятия [Электронный ресурс]: свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ / И.И. Любимов, К.И. Манаев, А.Н. Мельников; правообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". — № 2016616975 заявл. 01.07.2016 зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 30.08.2016. — 1 с.
10. Любимов И.И. Результаты совершенствования процесса сбора и вывоза твёрдых бытовых отходов с территории населённого пункта / И.И. Любимов, К.И. Манаев, А.Н. Мельников // Прогрессивные технологии в транспортных системах: сборник материалов X Международной научно-практической конференции (24—26 апреля 2013 г.). — Кумертау: Кумертауская городская типография, 2013. — С. 345—350.
11. Melnikov A.N., Lyubimov I.I., Manayev K.I. Improvement of the Vehicles Fleet Structure of a Specialized Motor Transport Enterprise. Science Direct: Procedia Engineering. — 2016. — Volume 150. — P. 1200—1208.

УДК 653.13

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОВОЗНОЙ СПОСОБНОСТИ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА С УЧЁТОМ ВОЗМОЖНОСТИ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ

Д-ра техн. наук **ЯКУНИНА Н.В., ЯКУНИН Н.Н.,**
канд. техн. наук **ДРЮЧИН Д.А., ЛЕГАЩЕВ С.В.**
Оренбургский ГУ (legso@bk.ru)

Приводятся результаты исследования структурных показателей транспортного процесса, основанного на новом представлении о назначении маршрутной улично-дорожной сети городов. Исследовано влияние структуры городского маршрутного пассажирского транспорта на участке улично-дорожной сети на основе моделирования процесса перевозки с определением граничных значений, состоящих в предотвращении заторов.

Ключевые слова: *улично-дорожная сеть, удельная провозная способность маршрутной улично-дорожной сети, средневзвешенный динамический габарит пассажира.*

Yakunina N.V., Yakunin N.N., Dryuchin D.A., Legashiov S.V.

MODELING OF THE VEHICLE CAPACITY OF URBAN PASSENGER TRANSPORT WITH THE ACCOUNT OF THE POSSIBILITY OF A STREET-ROAD NETWORK

The paper presents the results of a study of structural indicators of the transport process, based on a new idea of the designation of a route street-road city. The influence of the structure of urban route passenger transport on the street-road network section is investigated on the basis of modeling the transportation process with the definition of boundary values consisting in prevention of congestion.

Keywords: *Street-road network, the specific carrying capacity of a route street network, the average weighted dynamic envelope of a passenger.*

В последние годы в России значительную часть от общей доли пассажирских транспортных средств составляют автобусы малой и особо малой вместимости, из-за чего возникает проблема повышенной загруженности городской маршрутной транспортной инфраструктуры [1]. То есть пассажирский автомобильный парк требует реструктуризации.

Основной показатель, характеризующий транспортно-эксплуатационные качества городских улиц, — их пропускная способность. К настоящему времени накоплен значительный теоретический и практический базис в этой сфере [2, 3]. Однако проблема продолжает усугубляться. Решение её должно быть основано на новом представлении о назначении городских улиц, которое состоит в том, чтобы не столько обеспечивать движение самих транспортных средств, сколько обеспечивать перемещение пассажиров и грузов с использованием этих транспортных средств.

Цель данного исследования — повышение провозной способности улично-дорожной сети за счёт оптимизации структуры используемых пассажирских автотранспортных средств. В качестве гипотезы принято влияние структуры подвижного состава пассажирского транспорта на пропускную способность участков улично-дорожной сети. Теоретической базой для такой оценки являются исследования [4, 5], развивающие положения о том, что провозная способность дорог должна оцениваться в перевезённых пассажирах, а не в транспортных средствах.

В транспортном потоке взаимодействие автомобилей между собой и окружающей их средой зависит от множества факторов, таких как габаритные размеры транспортных средств, скорости движения, профессиональная подготовка водителей, состояние дорожного покрытия и др. Некоторую часть этих показателей со-

держит в себе такая характеристика, как *динамический габарит транспортного средства*. Именно это понятие используется при составлении математической модели структуры потока транспортных средств с учётом перемещающихся в них пассажиров.

Из теории движения автомобиля следует, что его динамический габарит $L_и$ может быть определён по формуле 1 (табл. 1). Если минимальный необходимый зазор $L_б$ безопасности будет принят равным длине транспортного средства $L_а$, значение динамического габарита транспортного средства может быть определено по формуле 2. В состав транспортного потока входит огромное количество транспортных средств, которые имеют разные габариты и динамические характеристики. Именно поэтому на динамический габарит транспортных средств существенное влияние оказывает состав транспортного потока.

Таблица 1

№	Формула	Примечания
1	$L_и = L_р + L_t + L_б + L_а$	$L_р$ — отрезок пути, проходимый автомобилем за время реакции водителя, м; L_t — длина тормозного пути, м; $L_б$ — минимальный необходимый зазор безопасности, м; $L_а$ — длина транспортного средства, м
2	$L = VT_р + \frac{V^2}{2J} + 2L_а$	$T_р$ — время реакции водителя, с; V — скорость движения транспортного средства, м/с; J — среднее замедление транспортного средства при экстренном торможении, м/с^2; $L_а$ — длина транспортного средства, м
3	$L^{пасс} = \frac{L_и}{yq}$	—
4	$L = \frac{\sum_i L_{пасс\,i} A_i}{\sum A_i}$	—
5	$d_{УДС} = \frac{L_{УДС} K_{авт} K_z K_н}{Q_{поезд}}$	$L_{УДС}$ — длина городской улично-дорожной сети, м; $Q_{поезд}$ — пассажиропоток за среднее время поездки, пасс./ч
6	$L_{пасс}^{ср.вяз} \le d_{УДС}$	—
7	$\frac{\sum L_i A_i}{\sum A_i} \le \frac{L_{УДС} K_{авт} K_z K_н}{Q_{поезд}}$	—
8	$Q_{общ} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + ... Q_{лег}$	—
9	$Q_{общ} = M_1 A_1 + M_2 A_2 + M_3 A_3 + ... M_{лег} A_{лег}$	—
10	$\begin{cases} \frac{\sum L_i A_i}{A_i} \le \frac{L_{УДС} K_{авт} K_z K_н}{Q_{поезд}} \\ Q_{общ} = \sum_{i=1}^{n} M_i A_i + M_{лег} A_{лег} \end{cases}$	—
11	$Q - Q' = a_2 A_2 + a_3 A_3 ...$ $Q - Q'' = a_3 A_3 + a_4 A_4 ...$	—

Когда пассажир находится в транспортном средстве, он занимает не только некоторую часть транспортного средства, но и некоторую часть городской маршрутной сети. Занимаемая пассажиром, в момент нахождения его в транспортном средстве, часть маршрутной сети города зависит от вместимости и длины используемого транспортного средства. Ширина полос движения изменяется в пределах 3,0...3,75 м, поэтому в дальнейшем достаточно рассматривать не площадь, а длину улично-дорожной сети. Так как пассажиры перевозятся разнообразными транспортными средствами, имеет смысл говорить о средневзвешенном значении динамического габарита пассажира $L_{пасс}^{ср.взв}$ [3, 4].

Математическая формулировка динамического габарита $L_{пасс}$ одного перевозимого пассажира базируется на понятии динамического габарита $L_и$ транспортного средства. С учётом вместимости транспортного средства q и коэффициента γ использования вместимости определяется формула 3 динамического габарита пассажира. Каждый типоразмер подвижного состава имеет свое значение параметра $L_{пасс}$. С учётом структуры подвижного состава городского наземного пассажирского автомобильного и электрического транспорта значение средневзвешенного динамического габарита $L_{пасс}^{ср.взв}$ пассажира определяют по формуле 4. Он характеризует протяжённость городской маршрутной сети, занимаемой одним среднестатистическим пассажиром, который перевозится подвижным составом, единица измерения — метр.

Для сокращения заторов в части, обусловленной маршрутными транспортными средствами, средневзвешенное значение динамического габарита пассажира должно быть не более способности маршрутной улично-дорожной сети пропускать пассажиров в транспортных средствах с учётом их вместимости. Удельная провозная способность $d_{УДС}$ маршрутной улично-дорожной сети пропускать без заторов одного среднестатистического пассажира зависит от размеров сети, приходящейся на одного пассажира, находящегося в поездке, с учётом корректирующих коэффициентов и может быть определена по формуле 5, где $K_{авт}$ — коэффициент, определяющий отношение городского подвижного состава маршрутного пассажирского транспорта к общему количеству подвижного состава, проходящего по маршрутной улично-дорожной сети; определяется натурными исследованиями; K_z — коэффициент, зависящий от загрузки дороги движением, определяется натурными исследованиями; $K_н$ — коэффициент, зависящий от неравномерности загрузки дороги движением на различных участках маршрутной улично-дорожной сети, определяется натурными исследованиями.

Удельная провозная способность городской маршрутной сети $d_{УДС}$ пропускать без заторов одного среднестатистического пассажира должна быть больше или равна средневзвешенному динамическому габари-

av0318.fm Page 29 Thursday, March 15, 2018 12:53 PM

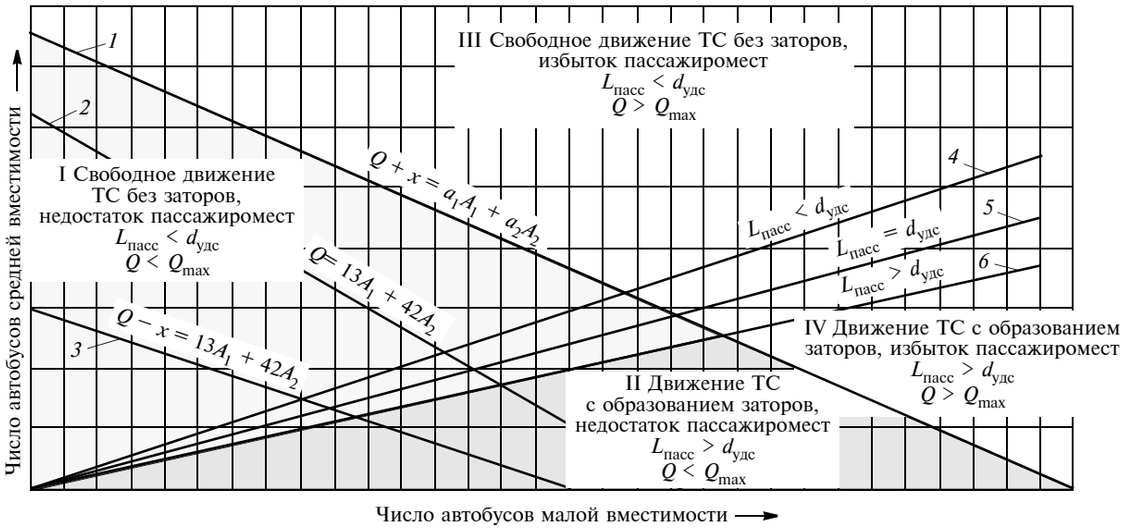


Рис. 1. Моделирование структуры подвижного состава для двух типоразмеров автобусов и различного пассажиропотока:
1, 3 — количество подвижного состава; *2* — ограничение по пассажиропотоку; *4, 5, 6* — удельная пропускная способность улично-дорожной сети

ту $L_{пасс}^{ср.взв}$ одного пассажира (формула 6) [5, 6]. С учётом формул 4, 5 выражение 6 примет вид формулы 7.

Математическую модель транспортного потока, перевозящего пассажиров, можно представить формулой 8, где Q_1, Q_2, Q_3, ... — пассажиропотоки, перевозимые автобусами особо малой, малой, средней вместимости, пасс./ч, а $Q_{лег}$ — пассажиропоток, перевозимый легковыми автомобилями. Развернув эту формулу, получаем выражение 9, в котором M_1, M_2, M_3, ..., $M_{лег}$ — соответствующие математические ожидания перемещения пассажиров, пасс., а A_1, A_2, A_3, ..., $A_{лег}$ — числа соответствующих транспортных средств, ед./ч.

Совместное решение формул 7, 9 позволит определить допустимую область использования транспортных средств различной вместимости при существующей маршрутной улично-дорожной сети (система 10) [7, 8]. В графическом виде для двух типоразмеров транспортных средств решение представлено на рис. 1.

Ограничение по пассажиропотоку — представляет собой наклонную прямую, выраженную математической моделью $Q = a_1A_1 + a_2A_2$. Точки пересечения с осями указывают на максимальное число автомобилей, необходимых для перевозки существующего пассажиропотока при отсутствии других транспортных средств. Чем меньше пассажиропоток, тем ниже будет смещаться наклонная прямая, выраженная математической моделью 11. Угол наклона и значения A_i зависят от вместимости пассажирских транспортных средств.

Ограничение по пропускной способности маршрутной улично-дорожной сети — представляет собой прямую, выходящую из начала координат. Угол её наклона зависит не только собственно от пропускной способности улично-дорожной сети, но и от вместимости транспортных средств, перевозящих пассажиров.

Точка пересечения этих линий и является решением при выполнении равенства формулы 7. Опустив перпендикуляр на ось x, можно определить максимально возможное число автомобилей данной вместимости, а на ось y — соответствующее число автомобилей другой вместимости. Всё множество решений системы 10 лежит на отрезке прямой ограничения по пассажиропотоку, между данной точкой и осью y.

Чем больше пассажиропоток, тем выше располагается линия, показывающая число транспортных средств разных типов. Чем выше располагается линия, исходящая из начальной точки (0; 0) и показывающая пропускную способность улично-дорожной сети, тем, разумеется, больше эта пропускная способность. Область, находящаяся ниже графика пропускной способности улично-дорожной сети, показывает, что при передвижении по данному участку рассматриваемого пассажиропотока данными транспортными средствами движение будет ограничено из-за перенасыщенности улицы транспортными средствами и образования на ней заторовых ситуаций. В области выше прямой пропускной способности улично-дорожной сети движение будет свободным.

При изменении величины пассажиропотока в меньшую сторону, на графике можно определить точку, отражающую требуемое число транспортных средств каждого типа для осуществления перевозки. Также эта точка покажет, является ли выбранное количество подвижного состава оптимальным для перевозки рассматриваемого числа пассажиров без образования заторовых ситуаций.

Исследования проводились в г. Оренбурге на участках маршрутной улично-дорожной сети по улице Театральной. Экспериментально определена удельная способность маршрутной улично-дорожной сети пропускать одного пассажира при условии недопущения заторов. Её значение составило 2,02 метра на одного пассажира. Определены значения показателя динамического габарита пассажира для автобусов разной вместимости: особо малой — 5,73 м/пасс.; средней — 1,73 м/пасс.; большой — 0,81 м/пасс. Для троллейбуса

av0318.fm Page 30 Thursday, March 15, 2018 12:53 PM

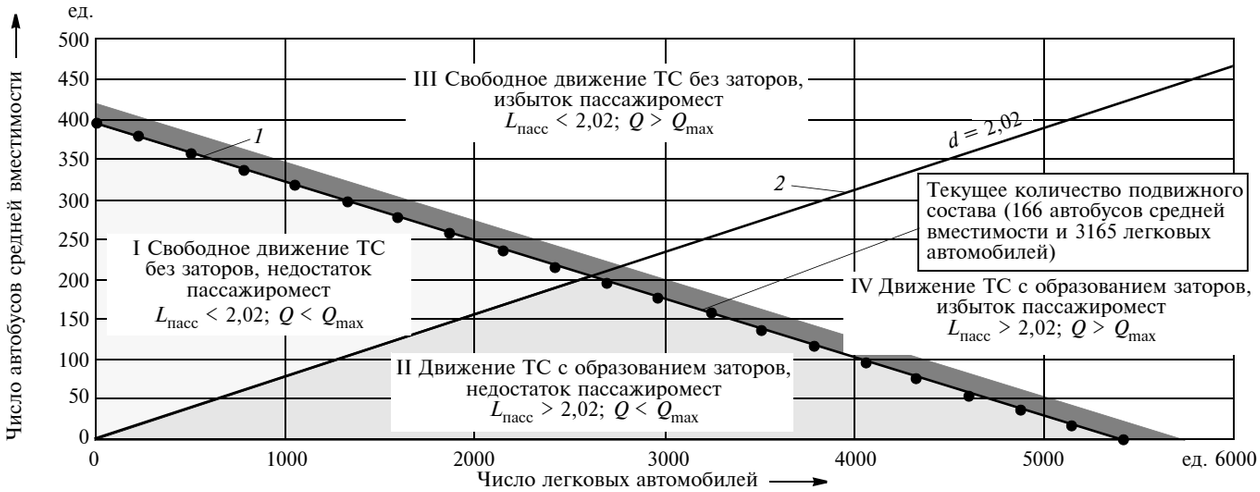


Рис. 2. Графическое определение необходимого количества автобусов средней вместимости при прохождении по наиболее загруженному участку ул. Театральной г. Оренбурга в сочетании "легковые автомобили — автобусы средней вместимости":

1 — ограничение по пассажиропотоку, *2* — удельная пропускная способность улично-дорожной сети

этот показатель составил — 0,95 м/пасс., для легкового автомобиля — 21,6 м/пасс. [9]. Определены значения неизвестных, составляющих выражение 10. Экспериментально определены математические ожидания вместимости пассажирских транспортных средств.

Таблица 2

Количество подвижного состава для перевозки 16 683 пассажиров			
Городские автобусы средней вместимости		Автомобили легковые	
Число АТС	Распределение пассажиров		Число АТС
397	16 683	0	0
380	15 960	723	235
360	15 120	1563	508
340	14 280	2403	781
320	13 440	3243	1054
300	12 600	4083	1328
280	11 760	4923	1601
260	10 920	5763	1874
240	10 080	6603	2147
220	9240	7443	2420
200	8400	8283	2693
180	7560	9123	2966
166	6972	9711	3165
160	6720	9963	3240
140	5880	10 803	3513
120	5040	11 643	3786
100	4200	12 483	4059
80	3360	13 323	4332
60	2520	14 163	4605
40	1680	15 003	4878
20	840	15 843	5151
0	0	16 683	5425

Применив данную формулу для сочетания транспортных средств "автобусы средней вместимости — легковые автомобили", несложно рассчитать число транспортных средств, необходимых для перевозки определённого числа пассажиров (табл. 2) и построить график (рис. 2). В данном случае для перемещения 16 683 пассажиров использованы только автобусы средней вместимости и легковые автомобили.

Количество подвижного состава на улице Театральной города Оренбурга составило 166 маршрутных автобусов средней вместимости и 3165 личных легковых автомобилей в час. При существующих состоянии улично-дорожной сети и пассажиропотоке использование такого числа транспортных средств приводит к образованию заторов на рассматриваемом участке улично-дорожной сети, так как находится ниже линии пропускной способности участка. Удельная провозная способность городской маршрутной сети $d_{удс}$ пропускать без заторов одного среднестатистического пассажира должна быть больше или равна средневзвешенному динамическому габариту одного пассажира.

Таким образом, смоделирован процесс перевозки пассажиров на участке улично-дорожной сети. Графически определены области свободного движения транспортных средств без образования заторовых ситуаций, соответствующие максимальному значению пассажиропотока и максимальному значению удельной пропускной способности улично-дорожной сети. Установлены граничные значения числа автобусов средней вместимости и максимально допустимое число легковых автомобилей, необходимое для беспрепятственного перемещения пассажиров по участку улично-дорожной сети.

Тем самым решена важная научно-практическая задача повышения провозной способности городского пассажирского транспорта на основе нового представления о назначении городских улиц, состоящем в том, чтобы не столько обеспечивать движение транспортных средств, сколько обеспечивать перемещение са-

мих пассажиров по ним с использованием этих транспортных средств. Для этого предложено использовать новый показатель — динамический габарит пассажира. Моделирование свидетельствует о зависимости провозной способности городского пассажирского транспорта от пропускной способности улично-дорожной сети и структуры подвижного состава с учётом его номинальной вместимости. На основании изложенного можно утверждать: разработан новый теоретический подход к повышению пропускной способности существующей улично-дорожной сети городов без дорогостоящей реконструкции на основе оптимизации структуры подвижного состава. Результаты работы могут иметь широкое использование при оптимизации структуры подвижного состава городского пассажирского транспорта, а в конечном итоге будут способствовать повышению эффективности его деятельности.

Литература

1. Справка о состоянии городского пассажирского транспорта Российской Федерации http:/www.mintrans.ru_pressa/DAT_010704_Spravka.htm
2. Отраслевой дорожный методический документ. Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах [Электронный ресурс]: Отраслевой дорожный методический документ / — Режим доступа: http://www.consultant.ru. — 04.06.2015
3. Сильянов В.В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.В. Сильянов, Э.Р. Домке. — 2-е изд., стер. — М.: Издательский центр "Академия", 2008. — 352 с.
4. Якунина Н.В. Совершенствование методологии определения структуры подвижного состава городского пассажирского автомобильного транспорта / Н.В. Якунина // Вестник Оренбургского государственного университета. — 2011. — № 10 (129). — С. 13—19.
5. Якунина Н.В. Расчёт структуры подвижного состава пассажирского автомобильного транспорта на регулярных городских маршрутах с ограничениями, накладываемыми улично-дорожной сетью / Н.В. Якунина, Н.Н. Якунин, Р.Ф. Аминев // Грузовое и пассажирское автохозяйство. М. — 2012. — № 3. — С. 65—70.
6. Якунина Н.В. Вероятностное распределение динамического габарита пассажира по видам транспорта / Н.Н. Якунин, Н.В. Якунина, Т.А. Куйсоков // Грузовое и пассажирское автохозяйство. — 2014. — № 7. — С. 58—63.
7. Якунина Н.В. Перевозки пассажиров автомобильным транспортом по регулярным маршрутам: теоретические основы методологии повышения качества / Н.В. Якунина // Стандарты и качество. — 2015. — № 2. — С. 92—93.
8. Якунина Н.В. Методология повышения качества перевозок пассажиров общественным автомобильным транспортом: монография / Н.В. Якунина, Н.Н. Якунин. — Оренбург: ООО ИПК "Университет", 2013. — 289 с.
9. Якунина Н.В. Критерии определения структуры подвижного состава городского пассажирского транспорта / Н.В. Якунина // Мир транспорта и технологических машин. — 2011. — № 2 (33). — С. 112—119.

УДК 629.3.014.2.017

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ СОСТАВОВ ДЛЯ ПРОДЛЕНИЯ РЕСУРСА ИЗНОШЕННОЙ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ

ЛИСЕНКОВ Д.В., канд. техн. наук **ДУНАЕВ А.В.**
ООО "Оптикомтранс", ВИМ (dunaev135@mail.ru)

Описан опыт работы ООО "Оптикомтранс" по внедрению технологии безразборного ремонта агрегатов автотракторной техники: автотракторных ДВС, агрегатов силовых передач, ТНВД и гидравлических систем автомобилей.

Ключевые слова: *триботехнический состав, агрегат, механизм действия, ресурс, экономическая эффективность, человеческий фактор.*

Lisenkov D.V., Dunaev A.V.

ORGANIZATIONAL FEATURES OF APPLICATION OF TRIBOLOGICAL COMPOUNDS TO EXTEND WORN-OUT AUTOMOTIVE VEHICLES

Describes the experience of OOO "Opticontrast" on implementation of technology CIP re-monts units automotive engineering: automotive engine, power transmission units, fuel pump and hydraulic systems of cars.

Keywords: *tribotechnical composition, assembly, mechanism of action, resource, economic efficiency, the human factor.*

Существенно сократить затраты на эксплуатацию автотранспортной техники и промышленного оборудования позволяют безразборные технологии восстановления работоспособности изношенных узлов трения. Внедрением таких экспресс-технологий занимается, в частности, ООО "Оптикомтранс", производящее с 2002 г. композиционной трибосостав "Рутек" на основе гидросиликатов магния, никеля, алюминия. Трибосостав поступает в розничную продажу частным лицам, профессионалам "безразборного ремонта" и предприятиям технического сервиса автотранспортной техники в Центральном Федеральном округе РФ. Само ООО трибообработку уже не проводит, но обучает этому специалистов и поставляет трибосостав. При этом в отличие от других организаций [1—8], занимающихся безразборными технологиями, "Оптикомтранс" работает с предприятиями на гарантийных условиях.

Предварительным анализом различных российских трибосоставов прошлого века была выявлена их неуниверсальность для обработки некоторого оборудования, а также нестабильность результатов их применения. Поэтому в течение нескольких лет специалисты компании "ВИККО" (в которую входит "Оптикомтранс" как производственное подразделение) провели научно-исследовательскую работу для производства трибосостава, пригодного для обработки многих узлов и агрегатов автотракторной техники.

В итоге и был разработан трибоматериал "Рутек", отличительными качествами которого являются: стабильность состава и трибоэффективности, универсальность (для обработки многих узлов, за незначительным исключением), конкурентоспособность (низкая стоимость благодаря оптимизации производства) и надёжность (специалисты фирмы консультируют потребителей по применению трибосостава и диагностическому оборудованию для контроля "безразборного ремонта").

Данный композиционный трибосостав — продукт на основе порошка минералов группы серпентина

(гидросиликаты магния, никеля, алюминия и др. металлов) с оптимизированной дисперсностью: это масляная суспензия частиц минералов, твердостью по Моосу до 3 ед. Можно сказать, что он является катализатором физико-химической модификации изношенных и деформированных поверхностей трения. При этом трибосостав вначале "тёркой" открывает ювенильные, каталитически активные поверхности трения, на них вырастает силикатная сталагмитовая структура, показанная к.т.н. Любимовым Д.Н. На этой структуре с высоким уровнем поверхностной энергии происходит трибополимеризация компонентов смазки, а далее, на самой поверхности трибопокрытия образуется алмазоподобная углеродная плёнка (*DLC films*), которая, как можно предположить, имеет высокую активность не только по удержанию смазки, но и по её дальнейшей трибополимеризации, когда покрытие от мкм наращивается до 70, 120, 200, 300, 600 и даже до 1000 мкм.

Специфика композиционного триботехнического состава "Рутек" и в его оптимальной фракционности. Так, при малом размере частиц минерала (2—3 мкм) они без диспергирующих веществ образуют шаровидные, отфильтруемые скопления. Поэтому перед внесением трибосостава в картерные масла необходимо диспергировать скопления частиц минералов. Это возможно только в специальных растворах или в моторных маслах со щелочным числом 8—9 мг КОН/г.

В то же время при дисперсности частиц трибосостава 2—3 мкм время обработки сопряжений трения возрастает в 2—3 раза, особенно сопряжений, работающих в гидродинамической смазке и при отсутствии абразива, который должен активировать поверхности трения для проведения "безразборного ремонта". Всё это учтено для обеспечения высокой эффективности трибосостава.

Как и его аналоги, "Рутек" вводится непосредственно в картерное масло работающего агрегата. Итогом трибообработки является полное или частичное устранение неаварийных износов, деформаций, упрочнение и снижение шероховатости поверхностного слоя на наиболее нагруженных участках поверхностей трения. Такой эффект подтверждён вот уже более чем 25-летней практикой "безразборного ремонта", наиболее широко внедряемого в РФ, Японии, Финляндии, Китае, Германии и в некоторых других странах мира.

Многолетняя работа ООО "Оптикомтранс" по внедрению технологии "безразборного ремонта" агрегатов автотракторной техники показала, что с небольшими материальными и трудовыми затратами можно выстроить систему обслуживания автотранспорта, обеспечивающую повышение эксплуатационного ресурса машин, снижение расхода запасных частей, топлива и простоев в ремонте. Это подтверждают и некоторые итоги такой работы с дорожно-эксплуатационными предприятиями. Итоги анализа оказались весьма характерными.

По характеру ведения бизнеса эти предприятия разделили на две группы: стремящиеся к росту выручки без учёта сопутствующих издержек и стремящиеся повышать рентабельность бизнеса. Общим у этих предприятий была высокая доля расходов на содержание и обслуживание автотранспорта, составляющая 10—15 % прибыли. Также общим является и то, что эти предприятия не стремятся сокращать эксплуатационные затраты. Первые — в силу своего менталитета, вторые — в силу объективных и разумных доводов. Каковы эти доводы?

На предприятиях первой группы принято платить работникам невысокую заработную плату и допускать воровство топливо-смазочных материалов, чем (с учётом украденного и "откатов" руководителям ремонтных служб) платить полную зарплату и налоги на фонд оплаты труда. Невысокая зарплата, но компенсируемая "оригинальным" дополнением к ней снижает налогооблагаемую базу и уменьшает налоговые выплаты. Вот такая "организация" бизнеса.

На предприятиях второй группы, стремящихся к росту доходов, помимо экономии на налогах добавляется такой принцип действия (менталитет) руководителя: заплатить и получить быстрый результат, но не совершенствовать обслуживание техники и тем самым сокращать эксплуатационные затраты.

Такому положению способствует и система учёта затрат на обслуживание техники: затраты на ремонты, обслуживание и ТСМ учитываются бухгалтерией по актам и накладным от службы главного механика. При этом рациональность этих расходов никто не анализирует. А при ремонте собственной техники сторонними организациями имеется порочная практика "откатов" руководству — владельцу техники. Фактически имеет место коррупционная практика: "Чем выше стоимость ремонта, тем больше "благодарность" от его исполнителя".

Вот возможный пример организации сервиса машин в дорожно-эксплуатационном предприятии, где 70 % автопарка — отечественная техника в предремонтном состоянии. Если "завыл" редуктор ведущего моста автомобиля КамАЗ (пробег более 240 тыс. км), то можно применить инновационный приём введением триботехнического состава. Шумы исчезают, редуктор работает ровно и спустя 15 тыс. км пробега. При этом обслуживание стоимостью 1 тыс. р. производится самим водителем и занимает 20 мин. Если в профилактических целях вводить трибосостав регулярно, один раз за 30—50 тыс. км пробега машины, то работоспособность агрегатов будет поддерживаться постоянно. То есть продлить эксплуатационный ресурс редуктора ведущего моста автомобиля ещё на 100 тыс. км пробега можно за 5—7 тыс. руб. А замена редуктора стоит около 50 тыс. руб., выполняется сторонней организацией и занимает не менее трёх дней простоя машин.

Но, увы, чаще руководитель сервисной службы от профилактических работ отказывается. Возражает: "Неясно, даст ли это эффект". А то, что сэкономленные на отказе от ремонта средства можно направить на профилактическое обслуживание всего автопарка, аргументом не является. Часто корыстнее руководителю сервисной службы провести ремонт, и чем выше его стоимость, тем больше размер "благодарности" ему.

Попытки ООО "Оптикомтранс" упорядочить и систематизировать процесс обслуживания АТС с помощью программы учёта *"Transpro"* также встречали два вида препятствий: первый — руководство ремонтных подразделений возражало: "Вы что, нас контролировать будете?"; второй — оперативно собирать информацию о работе ремонтной службы невозможно из-за бухгалтерии, итоговые документы которой готовятся только раз в месяц.

Справедливости ради надо отметить, что предприятия, где работа по обслуживанию автотранспортной техники построена на высоком уровне, тоже существуют. Например, в Тверском предприятии "СпецМосМонтажСтрой" ремонтная служба успевает не только обслуживать свой автопарк, но и транспорт сторонних организаций. Здесь мотивация персонала выстроена так, что быстрая, качественная и особенно экономичная работа службы позволяет её работникам получать дополнительный и весьма существенный доход. Предложенный руководителю ремонтной службы безразборный ремонт агрегатов автотранспорта и малой механизации (вибротрамбовки) после испытаний успешно внедряли. Но такие предприятия — скорее исключение из правил.

Показательны многие работы по "безразборному ремонту" машин и оборудования составом "Рутек", проведённые ООО "Оптикомтранс". Последнее наше исследование проведено по применению данного трибосостава для редукторов автомобилей КамАЗ на одном из дорожно-эксплуатационных предприятий Тульской обл. Полученные результаты полезны сервисным службам в профилактическом обслуживании и в ремонте агрегатов. При последнем "ремонте" уточнялись условия наиболее рационального и безопасного применения трибосостава для редукторов ведущих мостов и коробок передач большегрузных автомобилей. В данном случае "ремонт" проведён на автомобиле КамАЗ-6515 выпуска 2010 г с пробегом 272 тыс. км.

Состояние редукторов ведущих мостов автомобиля было "предремонтным", с постоянным звуком высокого тона (воя) и шума во время движения автомобиля. Поэтому в каждый редуктор мостов согласно инструкции залили по 50 мл трибосостава — около 1 % объёма масла в редукторах. Для подачи трибосостава к сопряжениям трения автомобиль сразу вышел на работу. И через два дня его эксплуатации (500—600 км пробега) шумы в мостах исчезли. После пробега более 5 тыс. км никакие шумы в мостах не появлялись и автомобиль долгое время эксплуатировался в штатном режиме. По просьбе водителя для профилактики 50 мл трибосостава было залито и в коробку передач этого же автомобиля.

В итоге использование трибосостава отодвинуло ремонт каждого редуктора с затратами около 35 тыс. руб. как минимум на 5 тыс. км. Отсюда при стоимости 50 мл состава 1000 руб. и увеличении эксплуатационного ресурса редукторов с нормативных 270 тыс. км даже на 5 тыс. км, видно, что экономическая эффективность "безразборного ремонта" высока. Кроме того, применение трибосостава происходит в эксплуатации автомобиля, а ремонт связан с простоем и привлечением сторонних его исполнителей.

Следует иметь в виду, что применение трибосоставов, когда имеются признаки поломки каких-либо деталей, не всегда эффективно. Наблюдением за автомобилем было установлено, что, не дожидаясь появления неисправностей, применять состав "Рутек" в профилактических целях для редукторов целесообразно регулярно один раз в год. В этом случае эксплуатационный ресурс редукторов и коробок передач автомобилей КамАЗ каждый раз увеличивается примерно на 50 тыс. км пробега. Отсюда при нормативном ресурсе редуктора 250 тыс. км увеличение его на 20 % при затратах в 7 раз ниже стоимости ремонта представляется весьма целесообразным.

Специалисты указанного дорожно-эксплуатационного предприятия положительно оценили влияние трибосостава и на ресурс коробки передач, цилиндропоршневой группы дизеля КамАЗ-740, топливной аппаратуры и гидравлической системы автомобиля. В целом технико-экономическая эффективность "безразборного ремонта триботехническими составами на основе серпентиновых геомодификаторов, к которым относится и состав "Рутек", разнообразна [2].

Для ДВС зафиксировано: снижение темпа изнашивания основных узлов на 30...50 %; увеличение срока службы до капитального ремонта на 50...150 тыс. км пробега автомобилей, на год-два тракторных дизелей; увеличение на 5...15 % эффективной мощности; экономия топлива 2...4 % на номинальном режиме, 3...7 % — в городском цикле, 15...20 % на холостом ходу, а для дизеля в городском цикле — 3...4 %; повышение давления в системе смазки на несколько кгс/см^2; улучшение пневмоплотности цилиндров; уменьшение угара, старения масла и продление в 1,5 раза его срока службы; безаварийная работа с недостатком масла, а без гидрокомпенсаторов ГРМ обеспечивается проезд при потере масла в щадящем режиме на 200...300 км; раскоксовывание деталей ЦПГ, очистка клапанов ГРМ и сопел форсунок, обеспечение лёгкого безаварийного пуска непрогретых ДВС на морозе; уменьшение содержания монооксида углерода и несгоревших углеводородов в отработавших газах бензиновых двигателей на 10...20 %, сажи и дымности отработавших газов дизелей на 15...40 %, но увеличение на 7...8 % выхода оксидов азота; после обработки ДВС расширяется зона частоты вращения с постоянным и высоким значением крутящего момента.

Для агрегатов силовой передачи машин отмечено: продление срока службы на год—два—три работы машин; уменьшение ударной нагрузки, вибраций, шума, температуры; затормаживание старения и увеличение срока службы масел; повышение чистоты поверхностей зубьев зубчатых колёс, улучшение их приработки, уменьшение ударных нагрузок и повышение срока службы.

Применение качественных серпентиновых триботехнических составов для отечественной автотракторной техники весьма актуально. При этом затраты на ремонт, обслуживание и эксплуатацию машин умень-

шаются в 1,5...2 раза, простои из-за неисправностей — в 1,5 раза, повышается производительность машин и оборудования. В целом рентабельность применения геомодификаторов трения по различным эксплуатационным проверкам достигает 500...1200 %.

Литература

1. Белый И.Ф., Меркулов А.Ф., Белый В.И., Голубев И.Г. Эффективное использование антифрикционных добавок к трансмиссионным и моторным маслам. М.: ФГНУ "Росинформагротех", 2011. — 52 с.
2. Долгополов К.Н., Потеха В.Л., Любимов Д.Н. Трибология геомодифицированных смазочных материалов: монография. — Гродно: ГГАУ, 2013. — 430 с.
3. Лазарев С.Ю. О концептуальных вопросах исследований в области трибологии природных минеральных материалов. М.: Труды ГОСНИТИ. — Т. 124, Ч. 2. — С. 47—52.
4. Павлов О.Г. Инновационная технология безразборного ремонта узлов трения промышленного оборудования и автотехники. Инженерный Клуб Санкт-Петербурга, 2013. — № 3. — С. 42—45.
5. Пустовой И.Ф. 14-летний опыт Питерской РВС-технологии. М.: Труды ГОСНИТИ, 2011. — Т. 107, Ч. 2. — С. 38—40.
6. Чечет В.А. Избирательный способ ремонта агрегатов машин. М.: Труды ГОСНИТИ, 2011. — Т. 107, Ч. 2. — С. 34—37.
7. Шабанов А.Ю. Очерки современной автохимии, мифы или реальность. СПб., 2004. — 216 с.
8. Yuansheng J. and Shenghua L. Superlubricity of in situ generated protective layer on worn metal surfaces in presence of $Mg_6Si_4O_{10}(OH)_8$ / Superlubricity. Edited by Ali Erdemir Argonne National Laboratory. — Argonne, USA and Jean-Michel Martin Ecole Centrale de Lyon, Lyon, France. Elsevier B.V., 2007. — P. 445—469.

ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

УДК 629.3.017

МЕТОД ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТОПЛИВНЫХ ФОРСУНОК АККУМУЛЯТОРНЫХ СИСТЕМ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЕЙ

Кандидаты техн. наук **МЕЛЬНИКОВ А.Н., ГОНЧАРОВ А.А., ФЕДОТОВ А.М.**
Оренбургский ГУ (mlnikov@rambler.ru)

Показана актуальность совершенствования методов диагностики пьезоэлектрических форсунок топливных систем "коммон рейл". Разработана математическая модель взаимосвязи выходных параметров топливных форсунок — напряжения и сопротивления со структурным параметром — степенью засорённости форсунки. Разработан алгоритм диагностирования пьезоэлектрических форсунок. Установлен характер зависимости сопротивления форсунки от изменения проходного сечения, а также предельные значения диагностического параметра.

Ключевые слова: *аккумуляторная топливная система, "коммон рейл", топливные форсунки, метод диагностирования.*

Melnikov A.N., Goncharov A.A., Fedotov A.M.

METHOD OF DIAGNOSING OF FUEL NOZZLES OF POWER SUPPLY SYSTEMS "COMMON RAIL" OF DIESEL EN-GINES

The urgency of improving the diagnostic methods of piezoelectric fuel injectors for the Common Rail system is shown. The mathematical model of interrelation of output parameters of fuel nozzles — tension and resistance with structural parameter — nozzle contamination degree is developed for the solution of an objective. The algorithm of diagnosing of piezoelectric nozzles is developed for practical implementation of theoretical provisions. The character of the dependence of the resistance of the injector on the change in the flow section is established, as well as the limiting values of the diagnostic parameter.

Keywords: *Common Rail system, fuel injection nozzles, diagnosing method.*

На сегодняшний день около 70 % выпускаемых дизелей оснащаются топливной системой "коммон рейл". При всех своих достоинствах и преимуществах перед традиционными системами — сокращение расхода топлива и улучшение экологических показателей — такие двигатели имеют и свои недостатки. В частности, при эксплуатации аккумуляторных топливных систем выше трудоёмкость поиска и устранения неисправностей. Проведённый анализ неисправностей автотранспортных средств, оснащённых такими системами питания, показал, что на долю системы питания приходится 13,4 % отказов. От этого числа на долю пьезоэлектрических форсунок — 29,7 % неисправностей.

При этом существующими методами диагностирования несложно выявить неисправную форсунку, однако они не позволяют в полной мере оценить количественную характеристику её технического состояния. Поэтому весьма актуальны разработка и применение новых методов диагностирования пьезоэлектрических форсунок.

В целях разработки нового метода диагностирования пьезоэлектрических топливных форсунок проведён анализ их конструкции (рис. 1) и составлена принципиальная схема работы (рис. 2). Для таких форсунок характерны следующие неисправности: обрывы электрических цепей; деформация пьезоэлемента; износ сопряжения игла-корпус распылителя; отложения продуктов окисления топлива на рабочих поверхностях элементов форсунок; износ в сопряжениях переключающего клапана.

Расход топлива через форсунку $Q_{общ}$ складывается из двух частей (формула 1 в таблице): цикловой подачи топлива ($Q_ц$) и "управляющей" дозы ($Q_{об}$). Первая поступает через распылитель в цилиндр двигателя, а вторая идёт в магистраль обратного слива топлива. При этом справедливо выражение 2, где $\{Q_{общ}\}$ — максимальный возможный расход топлива исправной форсунки.

av0318.fm Page 35 Thursday, March 15, 2018 12:53 PM

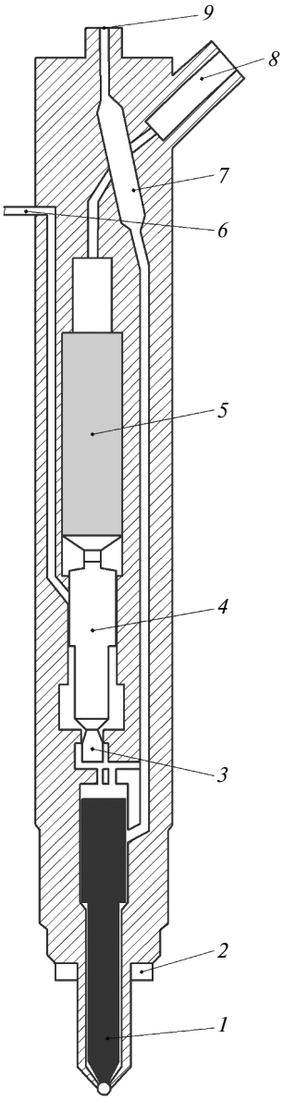


Рис. 1. Устройство пьезоэлектрической форсунки:

1 — игла форсунки; *2* — уплотнение; *3* — переключающий клапан; *4* — поршень толкателя; *5* — пьезоэлемент; *6* — сливной канал; *7* — сетчатый фильтр; *8* — электрический разъём; *9* — нагнетательный канал

Обеспечение $Q_ц$ происходит создаваемым давлением P_1 за счёт пьезоэлектрического кристалла с длиной $L + \Delta L$. Кристалл, расширяясь на величину ΔL, резко давит на толкатель, связанный со следящим поршнем. Последний открывает клапан, преодолевая силу сжатия запорной пружины и давления топлива в обратной магистрали, топливо с постоянной площадью сечения S_1 создавая давление P. Под давлением топлива в нагнетательной магистрали игла распылителя поднимается, открывая распылительные отверстия площадью сечения S_2 и, соответственно, на площадь поверхности конуса иглы перераспределяется давление в значение P_2. Исходя из вышесказанного, представленные величины можно преобразовать в зависимость 4. Рабочий ход кристалла пьезоэлемента осуществляется за счёт увеличения его длины под действием тока. Взаимосвязь физических и геометрических параметров кристалла описывается зависимостью 5.

Загрязнение ведёт к уменьшению проходного сечения распылителя S_2, вследствие чего происходит уменьшение расхода топлива $Q_ц$ через форсунку (формула 6). Уменьшение сечения отверстий распылителя приведёт к увеличению давления топлива в сливной магистрали. Учитывая взаимосвязь физических и геометрических параметров кристалла, устанавливается зависимость 7, которая в свою очередь определяет диагностическую взаимо-

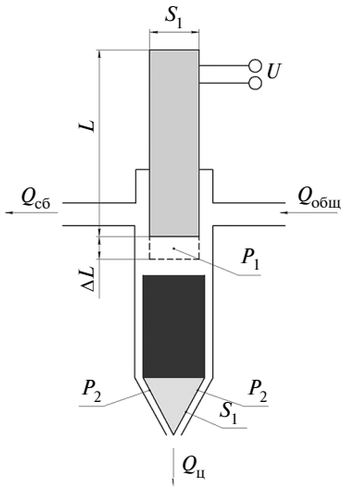


Рис. 2. Принципиальная схема работоспособности пьезоэлектрической форсунки:

S_1 — площадь сечения пьезоэлемента, м; S_2 — площадь сечения отверстий распылителя, м; L — длина пьезоэлемента, м; U — напряжение в разъёме, В; P_1 — давление топлива в сливной магистрали, МПа; P_2 — давление топлива в нагнетательной магистрали, МПа; ΔL — изменение длины пьезоэлемента, м; $Q_{общ}$ — подача топлива, л/мин; $Q_{об}$ — слив топлива, л/мин; $Q_ц$ — цикловая подача топлива, л/мин

№	Формула	Примечания
1	$Q_{общ} = Q_ц + Q_{об}$	—
2	$Q_{общ} < \{Q_{общ}\}$	—
3	$Q_{общ} \to P_1 \to (L + \Delta L)S_1$	P_1 — давление в нагнетательной магистрали, МПа; L — длина пьезоэлемента в спокойном состоянии, мм; ΔL — изменение длины пьезоэлемента, мм; S_1 — площадь поперечного сечения пьезоэлемента, мм^2
4	$\frac{P_1}{S_1} = \frac{P_2}{S_2}$	—
5	$R = \rho \frac{L}{S_1}$	ρ — удельное сопротивление кристалла, Ом · м; R — сопротивление кристалла, Ом
6	$S_{2общ} = S_2 + \Delta S_2$	ΔS_2 — изменение проходного сечения форсунки, мм^2
7	$\Delta R = \rho \frac{\Delta L}{S_1}$	—
8	$\frac{P_1}{\frac{\Delta R}{\rho \Delta l}} = \frac{P_2}{S_2 + \Delta S_2}$	—
9	$R = R_н - \Delta R$	$R_н$ — значение сопротивления новой форсунки, кОм
10	$\begin{cases} R = f(\Delta S_2) \\ R \geqslant [R] \end{cases}$	$[R]$ — предельно допустимое значение сопротивления
11	$U = I(R - \Delta R)$	ΔR — изменение сопротивления пьезоэлемента из-за деформации кристалла
12	$\begin{cases} R = 156{,}82\, e^{-0{,}013 \Delta S_2} \\ R \geqslant 132 \text{ кОм} \end{cases}$	—

связь между состоянием пьезоэлемента и сопротивлением форсунки ($\Delta R = f(\Delta S_2)$), описываемую формулой 8. Изменение структурных параметров в процессе эксплуатации приводит к изменению сопротивления форсунки (формула 9). Таким образом, сформулирован комплекс условий для диагностирования форсунок (система 10).

Для срабатывания форсунки на неё подаётся напряжение и постоянное значение силы тока, которые взаимосвязаны законом Ома. Напряжение, необходимое для открывания форсунки, составляет 110...150 В. Следовательно, при изменении сопротивления будет изменятся и выходное напряжение до предельного значения 110 В. С учётом загрязнения и деформации кристалла изменение выходного напряжения будет иметь вид формулы 11.

В соответствии с вышеизложенной математической моделью составлен алгоритм проведения диагностирования, который представлен в виде блок-схемы на рис. 3. Алгоритм диагностирования устанавливает состав и порядок проведения элементарных проверок объекта и правила анализа их результатов.

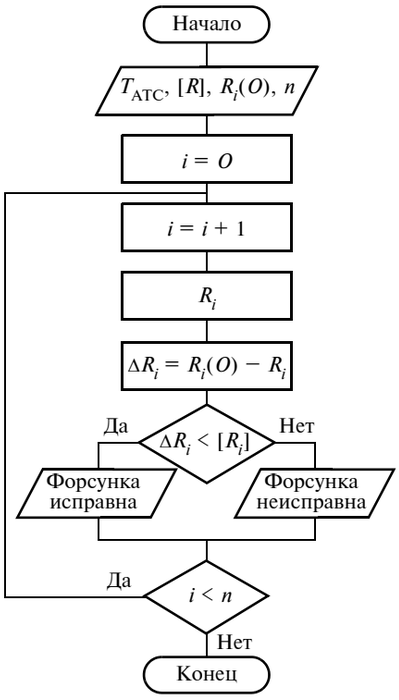


Рис. 3. Алгоритм диагностирования форсунок

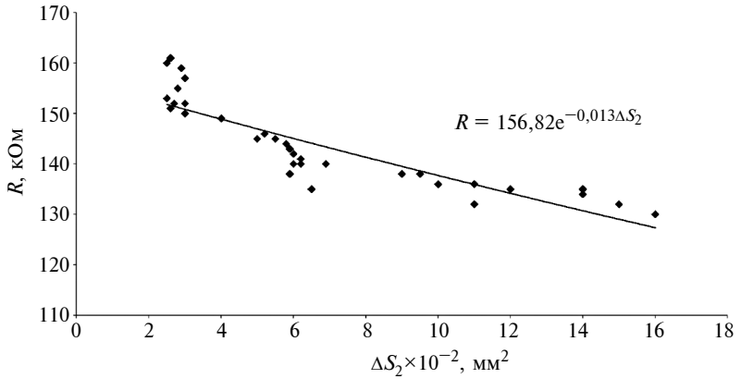


Рис. 4. Зависимость сопротивления форсунки от изменения проходного сечения

Для экспериментальной проверки теоретических положений разработана общая методика проведения экспериментальных исследований, включающая следующие два этапа: установление взаимосвязи между параметрами засорения пьезоэлектрической форсунки и диагностическим параметром — сопротивлением кристалла; и определение предельного значения сопротивления пьезоэлектрического кристалла.

После проведения вышеописанных проверок проводятся исследования форсунок. Для этого устанавливается истинный пробег автомобиля — по одометру и по показаниям сканера. Затем снимаем форсунку, ставим на стенд по проверки производительности и качества распыла. Полученный результат сравнивается с эталонным значением по производительности и оценивается степень засорённости форсунки от пробега. Далее аналитическим способом вычисляется площадь загрязнения в сопряжении игла — распылитель форсунки. Следующий шаг — замер сопротивления пьезоэлектрического кристалла и сопоставление его с пробегом. Заключительным этапом исследования является определение взаимосвязи между засорённостью форсунок и выходным сопротивлением пьезоэлектрического кристалла.

Зависимости диагностических и структурных параметров представлены на рис. 4.

Аналитически по закону Ома и предельному нижнему напряжению открытия форсунки U = 110 В, с учётом условия постоянства тока; установлено, что предельно допустимое значение сопротивления топливной форсунки составляет R = 132 кОм. Таким образом, получено аналитическое выражение 12 для измерения диагностического показателя — сопротивления форсунки, зависящего от изменения её проходного сечения.

Использование представленного метода диагностирования пьезоэлектрических форсунок позволяет не только сократить время диагностирования, но и использовать полученные значения во взаимосвязи с наработкой в целях прогнозирования остаточного ресурса.

Литература

1. Bosch. Системы управления дизельными двигателями. Перевод с немецкого. Издательство "За рулем", 2004. — 480 с.
2. Пинский Ф.И., Ефимов К.В. Математическая модель электрогидравлической форсунки с повышенным быстродействием и с уменьшенными потерями энергии для аккумуляторных топливных систем автомобильных дизелей с микропроцессорным управлением // Известия ТулГУ. — Серия "Автомобильный транспорт". — Тула, 2000. — Выпуск 4. — С. 40—48.
3. Пинский Ф.И., Ефимов К.В. Преимущества использования положительной обратной связи по разности давлений в электрогидравлической форсунке // Наука производству. — Москва, 2000. — № 11. — С. 14—17.
4. Мирошников Л.В. Диагностирование технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях / Л.В. Мирошников, А.П. Болдин, В.И. Пал. — М.: Транспорт, 1977. — 263 с.
5. Яхьяев Н.Я. Основы теории надёжности и диагностика: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Н.Я. Яхьяев, А.В. Кораблин. — М.: Издательский центр "Академия", 2009. — 256 с.
6. Верзаков Г.Ф. Введение в техническую диагностику / Г.Ф. Верзаков, Н.В. Киншт, В.И. Рабинович, Л.С. Тимонен. — М.: Энергия, 1968. — 224 с.

av0318.fm Page 37 Thursday, March 15, 2018 12:53 PM

ИНФОРМАЦИЯ

УДК 343.148.63.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРИ РАССЛЕДОВАНИИ ФАКТОВ МОШЕННИЧЕСТВА В СФЕРЕ ОСАГО

МЕТЛЕВ В.С., канд. техн. наук **ЛЕМЕШКИН А.В.**
Волгоградский ГТУ (met-vadim95@yandex.ru)

Рассматривается проблема, связанная с высоким ростом мошенничества в области автострахования, так называемых "автоподстав". Методика и указания, приведённые в данной статье, помогут экспертам определить, было или нет данное ДТП, относятся ли повреждения к этому ДТП, или же они были получены в другом ДТП, либо нанесены специально в целях получения денежного возмещения со стороны страховой компании.

Ключевые слова: *автомошенничество, экспертиза ДТП, виды столкновений, выплаты по ОСАГО.*

Metlev V.S., Lemeshkin A.V.

APPLICATION OF TECHNICAL EXPERTISE IN THE INVESTIGATION OF FRAUD IN THE AREA OF OSAGO

The article deals with the problem, associated with high growth of fraud in the field of auto insurance, the so-called "auto-support". The methodology and guidelines given in this article will help experts determine whether or not this accident occurred, whether the injuries are related to this accident, or whether they were received in another accident, or specifically to obtain monetary compensation from the insurance company.

Keywords: *car fraud, examination of road accidents, types of collisions, payments on OSAGO.*

В последнее время в России участились случаи мошенничества в сфере автострахования. Катализатором данной проблемы послужило вступление в силу 1 июля 2003 года Федерального закона № 40-ФЗ от 25 апреля 2002 года "Об обязательном страховании гражданской ответственности владельцев транспортных средств", который обязует каждого автовладельца застраховывать свой автомобиль. А в случае ДТП (если это будет являться страховым случаем), автовладельцу выплачивается денежная компенсация. В свою очередь, мошенники, используя лазейки в законодательстве и при помощи сфальсифицированного ДТП, получают денежное возмещение. Таким образом, мошенничество стало реальной угрозой для страховых компаний. Однако главное в этой проблеме — падение доверия к страховым компаниям потребителей, на которых ложится бремя повышения тарифов, более пристального и длительного рассмотрения страховыми компаниями страховых случаев, невозможность купить полис ОСАГО без дополнительных страховок.

Между тем противостоять случаям мошенничества в сфере автострахования можно. Очень многое здесь зависит от эксперта-автотехника, его навыков и знаний, позволяющих повысить качество экспертиз по данным делам, и более быстрого их решения.

Проведение независимой технической экспертизы позволяет установить следующие факты страхового мошенничества после страхового случая: умышленное повреждение потерпевшим неповреждённых элементов транспортного средства, которые на дату страхового случая уже практически выработали свой ресурс и требовали замены; умышленная замена потерпевшим исправных элементов транспортного средства на аналогичные повреждённые элементы от другого транспортного средства; умышленная разукомплектация (демонтаж неповреждённых дорогостоящих или имеющих незначительный износ агрегатов, узлов, систем и деталей) потерпевшим повреждённого транспортного средства и представление на экспертизу аналогичных повреждённых элементов от другого транспортного средства; умышленная разукомплектация потерпевшим и затем уничтожение транспортного средства; умышленная подмена транспортного средства с незначительными повреждениями на идентичное транспортное средство (с другими идентификационными данными и значительными повреждениями); умышленная подмена транспортного средства потерпевшего с незначительными повреждениями на идентичное транспортное средство (с другими идентификационными данными и значительными повреждениями) и затем уничтожение транспортного средства; многократное умышленное совершение потерпевшим дорожно-транспортных происшествий с постоянным повреждением уже повреждённых ранее одних и тех же элементов и зон транспортного средства (после каждого страхового случая транспортное средство не ремонтируется или производится дешёвый косметический ремонт); сговор владельцев транспортных средств, имеющих повреждения, о якобы совершенном дорожно-транспортном происшествии (имитация дорожно-транспортного происшествия); инсценировка повреждения транспортного средства потерпевшего в результате дорожно-транспортного происшествия с участием других застрахованных владельцев транспортных средств.

Одним из доказательств по делам мошенничества в автостраховании является комплексная автотехническая и транспортно-трасологическая экспертиза, основная задача которой состоит в установлении или опровержении факта контактно-следового взаимодействия транспортных средств и выявлении несоответствия повреждений транспортных средств обстоятельствам ДТП (схемы ДТП, объяснения участников дорожного происшествия).

av0318.fm Page 38 Thursday, March 15, 2018 12:53 PM

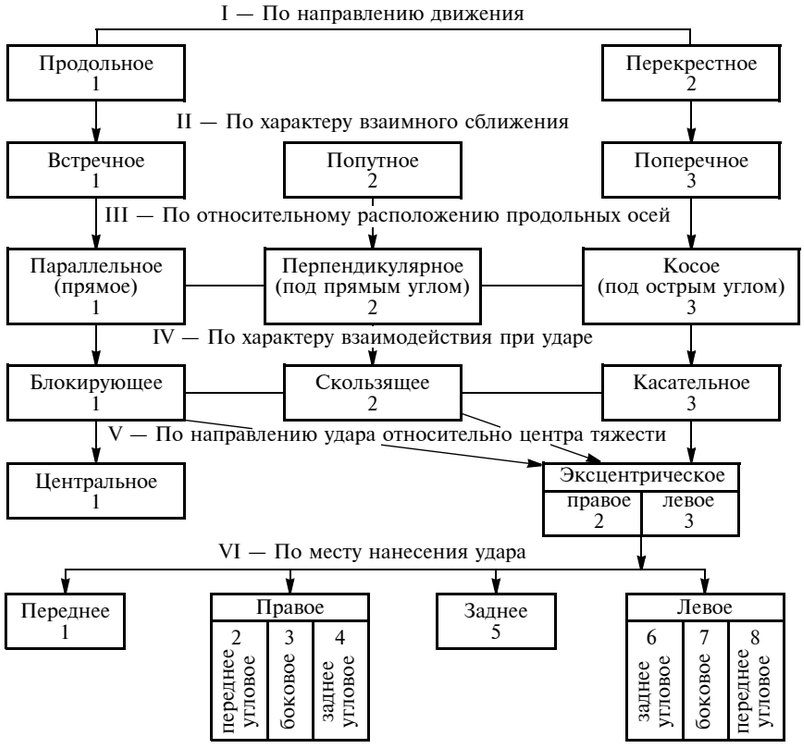


Рис. 1. Классификация признаков, определяющих механизм столкновения ТС

Общая схема работы эксперта-автотехника включает шесть этапов: ознакомление с материалами дела; осмотр повреждённых транспортных средств и места дорожно-транспортного происшествия; постановка вопросов эксперту, на которые нужно дать ответы, для представления о реальном механизме развития ДТП; проведение транспортно-трасологической экспертизы; анализ классификации следов; общий вывод по результатам исследования и ответы на вопросы, поставленные перед экспертом.

Подробнее остановимся на некоторых пунктах. При рассмотрении первичных следов необходимо: классифицировать их по характеру взаимодействия при ударе; месту и высоте положения деформирующей силы; по направлению действия деформирующей силы со стороны следообразующего объекта; попытаться произвести идентификацию следообразующего объекта. Анализ классификации первичных следов должен показать или опровергнуть наличие сходств. Если характер взаимодействия при ударе, место и высота приложения деформирующей силы или направления действия деформирующей силы двух объектов различны, то можно сделать вывод о невозможности контактно-следового взаимодействия двух объектов при данных обстоятельствах [1].

Зачастую в автоподставах участвуют иномарки бизнес-класса. Классическая схема, когда на пустой дороге ночью в БМВ 7-й серии врезается ВАЗ-2106 и наносит повреждения всей правой (левой) стороне автомобиля. Задача эксперта-автотехника — определить и дать заключение, было или нет данное ДТП и соответствуют ли повреждения автомобиля механизму развития ДТП.

Рассмотрим классификацию видов столкновения ТС (рис. 1). Данная схема позволяет эксперту установить направление движения, характер сближения транспортных средств, взаимодействия при ударе, основываясь на фототаблицах повреждённого транспортного средства, и дать заключение после анализа экспертизы [2].

Большинство дел по мошенничеству связаны именно с касательным столкновением автомобилей. Исходя из определения, касательное — это столкновение, при котором вследствие малой величины перекрытия контактировавших частей ТС получают лишь несущественные повреждения и продолжают движение в прежних направлениях (с незначительным отклонением и снижением скорости). При таком столкновении на участках контакта остаются горизонтальные трассы (царапины, притёртости) [3]. Ключевое слово здесь — "горизонтальные трассы", при таких столкновениях повреждения не могут отклоняться от прямой линии, а в делах по мошенничеству повреждения автомобиля идут волнообразно, отклоняясь от прямой линии, что является следствием того, что данное ДТП не могло произойти. Для примера приведём иллюстрацию (рис. 2) с характерными повреждениями левого бока автомобиля, нанесёнными умышленно инструментом (топором, молотком и др.).

Мошенники используют много способов, делая так, чтобы экспертам было тяжело определить механизм повреждений: фотографирования автомобиля под разными углами, подкладывания материалов, отбрасывающих тень на шины протектора, имитируя их порезы. Зачастую при ДТП срабатывают подушки безопасности, в результате чего внутренняя часть обшивки салона подвергается значительным деформациям не только в месте

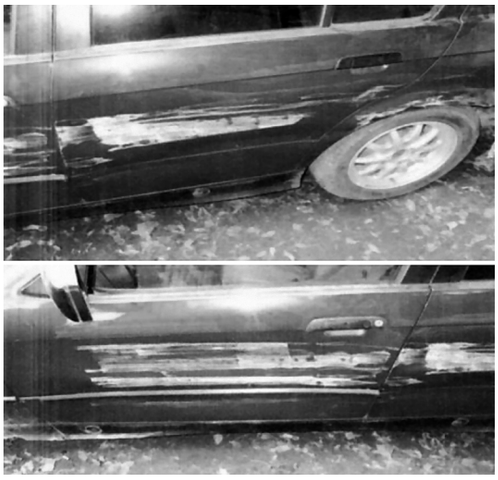


Рис. 2. Повреждения автомобиля, нанесённые собственноручно

выстрела подушки, но и также по всей площади. Однако в делах о мошенничестве мы наблюдаем, что в месте, где установлены подушки, отходят только края обшивки.

Как видим, знания, опыт и качественное выполнение своей работы высококвалифицированным экспертом-автотехником позволяют предотвратить большинство мошенничеств в сфере автострахования, повысить экономическую эффективность страховых компаний и доверие к ним потребителей.

Литература

1. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий в примерах и задачах. Учебное пособие для вузов / Комаров Ю.Я, Ганзин С.В., Жирков Р.А., Клепик Н.К., Комаров Д.Ю. — М.: Горячая линия — Телеком, 2012. С. 219—220.
2. Экспертиза ДТП. Справочник / Евтюков С.А., Васильев Я.В. — СПб.: Издательство ДНК, 2006. С. 185.
3. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий. Иларионов В.А. М.: Транспорт, 1989. С. 5.

Юбилей

И.В. БАЛАБИНУ — 85!

Активнейшему члену редакционной коллегии журнала "АП" — Игорю Венедиктовичу Балабину исполнилось 85 лет со дня рождения.

После окончания Южно-Уральского государственного университета в 1956 году Игорь Венедиктович был направлен на работу в Центральное конструкторско-технологическое бюро (ЦКТБ) колёсного производства. Здесь им создана лаборатория дорожных испытаний, укомплектованная необходимым автомобильным парком и экспериментальным оборудованием, включая подвижную тензометрическую установку, не имеющую аналогов в отечественной и зарубежной технике. По результатам исследований И.В. Балабиным был опубликован ряд статей в журнале "Автомобильная промышленность" и написана первая монография "Автомобильные и тракторные колёса".

Затем, с 1963 г., была учёба в аспирантуре МАМИ, по окончании которой Игорь Венедиктович был направлен на вновь создаваемый Центральный автомобильный научно-исследовательский полигон НАМИ, ставший ныне крупнейшим в Европе центром испытаний автомобильной техники. На Автополигоне им разработаны методические положения по организации испытаний автомобилей, а в 1965 году под его руководством по хоздоговору № 1 проведены первые испытания (ресурсные, автомобилей КрАЗ).

На Автополигоне НАМИ И.В. Балабиным проведена большая работа по организации исследовательской лаборатории шин и колёс, руководителем которой на последующие 25 лет он стал. За эти годы был создан комплекс уникального стендового оборудования, многие из установок которого запатентованы и до сих пор не имеют зарубежных аналогов, а сама лаборатория получила статус Центра межведомственных и государственных испытаний колёс и шин. В лаборатории также велась активная деятельность по разработке новых эффективных методов испытаний автомобильной техники, что явилось основанием для присуждения Игорю Венедиктовичу в составе группы специалистов почётного звания Лауреат Премии Совета Министров СССР за 1990 г. Его деятельность также отмечена четырьмя медалями ВДНХ СССР различного достоинства, памятными знаками и грамотами.

Работу на Автополигоне в это время Игорь Венедиктович совмещал с преподавательской деятельностью в Дмитровском вечернем филиале МАМИ, который был создан по его инициативе и при непосредственном участии для подготовки специалистов-испытателей высшей инженерной квалификации из числа работающей молодежи для Автополигона. С 1993 г. — на должности профессора кафедры "Сопротивление материалов", а затем кафедры "Наземные транспортно-технологические системы" МГТУ "МАМИ".

В целях углубления знаний студентов вуза в теории и конструкции автомобиля профессором Балабиным разработана учебная программа академического курса "Механика колеса мобильной машины", который начиная с 2018 года им впервые в мировой академической практике читается студентам четвёртого курса МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Активно участвует Игорь Венедиктович в работе Советов по присуждению учёных степеней доктора и кандидата технических наук, являясь членом диссертационных советов МГТУ им. Н.Э. Баумана и Московского Политеха; являлся председателем ГАК Братского государственного университета, Горского государственного аграрного университета, членом ГАК МГТУ "МАМИ"; в настоящее время — зам. председателя ГАК МГТУ им. Н.Э. Баумана.

И.В. Балабин — признанный лидер научной школы по теории рабочих процессов, динамики и прочности автотракторных колёс и шин. На его счету: аналитическое решение задачи напряженно-деформированного состояния обода автомобильного колеса, на основе которого разработан и внедрён метод расчёта и проектирования колёс грузовых автомобилей; решение аналитической задачи расчёта спицевого колеса с пневматической шиной (вскрыты ошибки, допущенные Н.Е. Жуковским, и предложен инженерный метод расчёта НДС таких колёс); решение ключевой проблемы аналитического расчёта диска автотракторного колеса, открывшее отдельное направление создания расчётных методов дисков автотракторных колёс различной конфигурации; формулировка в виде аналитической зависимости закона оптимального соотношения углов поворота и наклона управляемых колёс автомобиля, обеспечивающего чистое качение без повышенных энергозатрат и износа шин; решение аналитической задачи соотношения осевой и радиальной сил, возникающих при движении автомобиля по дороге с неровностями (предложена аналитическая зависимость, устанавливающая это соотношение с учётом сцепных свойств дорожного основания); разработка графоаналитического метода силового взаимодействия шины и обода автомобильного колеса; разработка принципиально нового типа движителя дискретного качения, имеющего преимущества перед колёсным и гусеничным движителями в условиях движения по грунтам со слабой несущей способностью; 22 патента и авторских свидетельства; более 250 печатных научных и учебно-методических работ, включая монографию "Автомобильные и тракторные колёса и шины", а также учебные пособия "Конструкционная прочность", "Основы теории упругости", "Основы теории пластичности в приложении к проектированию автотракторных конструкций", "Основы теории ползучести в приложении к проектированию автотракторных конструкций" и др.

По инициативе и при активном участии И.В. Балабина создан Международный научно-технический концерн производителей и потребителей колёсной и шинной продукции, президентом которого он единогласно избран. Проводятся конференции и круглые столы по колёсно-шинной тематике.

В свои 85 лет доктор технических наук, профессор Игорь Венедиктович Балабин по-прежнему полон творческих сил и активно трудится со своими учениками, а также активно сотрудничает с журналом "Автомобильная промышленность". Помимо авторства собственных актуальных статей, ему принадлежит инициатива развития такого формата публикаций, как интервью с руководителями и специалистами отрасли, за что редакция журнала приносит юбиляру особую благодарность с пожеланиями крепкого здоровья и успехов в его дальнейшей столь нужной деятельности!

Содержание

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Дубовик Е.А. — Мотивация и стимулирование персонала предприятия 1
АСМ-факты 5

КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Путинцев С.В., Кириллов А.Г., Ратников А.С. — Обоснование и постановка задачи сравнительного анализа эффективности гладкой и шероховатой внутренних поверхностей цилиндров поршневых двигателей 7
Топалиди В.А. — Классификация способов и средств повышения курсовой устойчивости прицепов 9
Кулько А.П., Кулько П.А. — Энергосберегающая климатическая система автобуса: проблемы и решения . 11
Балабин И.В., Попов С.Д., Чабунин И.С. — К вопросу конструкции обода колеса для шин регулируемого давления воздуха 15

ЭКСПЛУАТАЦИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС АТС

Неволин Д.Г., Ковриков И.Т., Новосёлов В.Л. — Повышение устойчивости, управляемого и плавности хода автопоездов 17
Аралбаев Т.З., Султанов Н.З., Сарайкин А.И. — Повышение производительности системы информационной поддержки водителя автомобиля в условиях дефицита визуальной информации 21
Любимов И.И., Султанов Н.З. — Повышение эффективности функционирования специализированного АТП за счёт оптимизации количества и типа автотранспортно-контейнерного парка 24
Якунина Н.В., Якунин Н.Н., Дрючин Д.А., Легащев С.В. — Моделирование провозной способности городского пассажирского транспорта с учётом возможности улично-дорожной сети 27
Лисенков Д.В., Дунаев А.В. — Организационные особенности применения триботехнических составов для продления ресурса изношенной автотракторной техники 31

ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

Мельников А.Н., Гончаров А.А., Федотов А.М. — Метод диагностирования топливных форсунок аккумуляторных систем питания дизелей 34

ИНФОРМАЦИЯ

Метлев В.С., Лемешкин А.В. — Применение методов технической экспертизы при расследовании фактов мошенничества в сфере ОСАГО 37
Юбилей
И.В. Балабину — 85 39

Главный редактор Н.А. ПУГИН

Зам. главного редактора Р.В. Козырев

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Балабин И.В. — *д-р техн. наук, профессор Московского политехнического университета (МАМИ)*
Бахмутов С.В. — *д-р техн. наук, зам. директора по научной работе ГНЦ "НАМИ"*
Гируцкий О.И. — *д-р техн. наук, профессор, зам. председателя Экспертного совета НАМИ*
Гладков В.И. — *канд. техн. наук, зам. генерального директора по научной работе ОАО "НИИТавтопром"*
Ковригин А.С. — *зам. генерального директора ОАО "АСМ-холдинг"*
Комаров В.В. — *канд. техн. наук, зам. генерального директора ОАО "НИИАТ" по научной работе*
Коровкин И.А. — *канд. экон. наук, исполнительный директор НП "ОАР"*
Котиев Г.О. — *д-р техн. наук, профессор МГТУ имени Н.Э. Баумана*
Круглов С.М. — *зам. генерального директора ОАО "НИИТавтопром"*
Ксеневич Т.И. — *канд. физ.-мат. наук, МГТУ имени Н.Э. Баумана, НИЦ "Русаен"*
Мамити Г.И. — *д-р техн. наук, профессор Горского Агроуниверситета (Владикавказ)*
Марков В.А. — *д-р техн. наук, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана*
Сорокин Н.Т. — *д-р экон. наук, директор ФГБНУ ВНИМС ФАНО России*
Тер-Мкртичьян Г.Г. — *д-р техн. наук, ГНЦ "НАМИ"*
Титков А.И. — *канд. техн. наук, эксперт аналитического центра ОАО "АСМ-холдинг"*
Топалиди В.А. — *канд. техн. наук, ТАДИ*
Филимонов В.Н. — *ответственный секретарь "АП"*

Белорусский редакционный совет:

Альгин В.Б. — *д-р техн. наук, профессор, заместитель директора по научной работе ОИМ НАН Беларуси*
Егоров А.Н. — *генеральный конструктор — начальник НТЦ ПО "БелАЗ"*
Захарик А.М. — *канд. техн. наук, технический директор РУП "МАЗ"*
Кухаренок Г.М. — *д-р техн. наук, профессор БНТУ*
Мариев П.Л. — *д-р техн. наук, директор НТЦ "Карьерная техника" ОИМ НАН Беларуси*
Николаев Ю.И. — *главный конструктор ОАО "МЗКТ"*
Сазонов И.С. — *д-р техн. наук, проф., ректор Болорусско-Российского университета (Могилёв)*
Харитончик С.В. — *д-р техн. наук, доцент БНТУ (Минск)*

Информационный партнёр АНО "НИЦ "Русаен"

Технический редактор *Шацкая Т.А.*
Корректор *Сажина Л.И.*
Сдано в набор 15.02.2018. Подписано в печать 06.03.2018.
Формат 60×88 1/8. Усл. печ. л. 4,9. Бумага офсетная.
Отпечатано в ООО "Канцлер".
150008, г. Ярославль, ул. Клубная, д. 4, кв. 49.
Оригинал-макет: ООО "Адвансед солюшнз".
119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1. Сайт: **www.aov.ru**

ООО "Издательство "Инновационное машиностроение"
Адрес издательства и редакции: 107076, Москва, Колодезный пер., 2а, стр. 2
Телефоны: (915) 412-52-56 и (499) 269-54-98; (495) 785-60-69 (реклама и реализация)
E-mail: avtoprom-atd@mail.ru
www.mashin.ru

Журнал зарегистрирован Министерством РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.
Свидетельство ПИ № 77-7184
Цена свободная.
Журнал рекомендован ВАК РФ для публикации трудов соискателей ученых степеней, входит в международную базу данных *"Chemical Abstracts"*.
За содержание рекламных объявлений ответственность несет рекламодатель.
Перепечатка материалов из журнала "Автомобильная промышленность" возможна при обязательном письменном согласовании с редакцией; ссылка — обязательна.