ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ

Издается с мая 1930 года

УЧРЕДИТЕЛИ:
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ОАО "АВТОСЕЛЬХОЗМАШ-ХОЛДИНГ"

АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

№ 12 • декабрь • 2009

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 658.513.2/.5

Оценка эффективности стратегического планирования предприятия

Ю.А. БОЙКО

МГТУ «МАМИ» (8 495 223-05-23)

Современные экономические условия страны на фоне мирового финансового кризиса определяют необходимость выживания предприятий во всех отраслях экономики, что невозможно без создания системы эффективного управления и планирования, учитывающей влияние внешней среды. Создание эффективной системы стратегического планирования приобретает особую значимость. Отсутствие стройной теории стратегического планирования и управления создает множество проблем для ее практического применения. Одна из ключевых проблем заключается в оценке эффективности действий по стратегическому планированию, в частности, разработанной стратегии, и создании на основе этого эффективной системы стратегического планирования на промышленном предприятии.

Ключевые слова: *стратегическое планирование, эффективная система стратегического планирования, оценка эффективности стратегического планирования, интегральный показатель стратегического планирования, профиль стратегии развития предприятия.*

Boiko U.A.

ESTIMATION OF EFFICIENCY OF STRATEGIC PLANNING AT THE INDUSTRIAL ENTERPRISE

The nowadays economic situation of the country during the world financial crisis leads the enterprises of any branches of economy to survive, which is impossible without creation of system of effective management and planning that must help to protect the enterprises of dangerous environment influence. That's why the creation of effective system of strategic planning at the industrial enterprise is becoming very important. The absence of the complete theory of strategic planning and management creates many problems for its practical application. One of the key problems is an estimation of efficiency of any activities concerning the strategic planning and, as a result of it, the developing strategy. To resolve this problem is possible with the creation of effective system of strategic planning at the industrial enterprise.

Keywords: *strategic planning, the effective system of strategic planning, estimation of efficiency of strategic planning, the integrated indicator of strategic planning, the profile of developing strategy for the industrial enterprise.*

Под эффективной системой стратегического планирования на предприятии понимается такая система, которая способствует достижению его целей и обеспечивает конкурентные преимущества с помощью реализации возможностей и нейтрализации угроз внешней среды, т. е. использует сильные и устраняет (компенсирует) слабые стороны внутренней среды. И чтобы оценить эффективность этой системы, необходимо, очевидно, выбрать те показатели деятельности предприятия, которые в полной мере отражают изменения, связанные с действиями по реализации стратегии.

Такие показатели, в принципе, могут быть как финансовыми, так и нефинансовыми. Но опыт свидетельствует: универсализма здесь нет, у разных предприятий, действующих даже в одной отрасли, они, как правило, существенно различаются. Между тем понятно, что нужна универсальная система показателей стратегического планирования: это упростит, сделает более понятной для работников предприятия, значит, позволит избежать многих ошибок. Подобная система и предлагается вниманию читателей.

Современная теория стратегического планирования, как известно, предусматривает целый набор критериев, которым должна отвечать наиболее оптимальная стратегия. Правда, каждый автор предлагает свои наборы критериев и параметров. Но если внимательно присмотреться, то они, по существу, так или иначе повторяют друг друга.

Например, А.А. Томпсон и А.Дж. Стрикленд [1] предлагают критерии двух видов — обязательные для учета (соответствие внешней и внутренней средам, обеспечение конкурентного преимущества и эффективности) и желательные (полнота охвата всех ключевых аспектов деятельности, внутренняя согласованность составляющих, степень риска, гибкость и т. п.). Первые однозначно влияют на выбор одной из стратегий, вторые — непосредственно влиять не могут. Однако вопрос, по каким показателям необходимо оценивать стратегии, остается открытым.

В 1990 г. Д. Нортон и Р. Каплан провели исследование с целью выявления новых способов повышения эффективности деятельности и достижения целей предприятия и на основе его результатов разработали систему сбалансированных показателей (ССП) [2], которая, используя финансовые и нефинансовые пока-

затели, через параметры деятельности выражает цели предприятия и показывает логические взаимосвязи этих параметров. Она рассматривает следующие основные направления оценки деятельности предприятия: финансовые показатели, отражающие представление акционеров и инвесторов о предприятии; показатели, ориентированные на профессиональный интерес потребителей; бизнес-процессы с учетом их дальнейшей оптимизации; перспективы роста за счет обучения персонала, использования специальных программ и т. д.

Как видим, система Нортона и Каплана полнее предыдущей. Однако у нее есть существенный недостаток: она не выделяет приоритетного показателя оценки эффективности, с помощью которого можно сравнивать различные стратегии.

По мнению многих исследователей, наиболее значимые показатели финансового анализа, которые используются при стратегическом планировании, — доходы до выплаты процентов, налогов и амортизации (EBITDA); прибыль от обычных видов деятельности (прибыль до выплаты процентов и уплаты налогов или операционные доходы, EBIT); чистая операционная прибыль после выплаты налогов (NOPAT); чистый денежный поток (чистое движение денежных средств, NCF); свободный денежный поток (движение денежных средств, FCF); рентабельность инвестированного капитала (ROIC); ожидаемая рентабельность инвестированного капитала (EROIC); средневзвешенная стоимость капитала (WACC); рыночная добавленная стоимость (MVA); экономическая добавленная стоимость (EVA); стоимость операций (приведенное значение свободных денежных потоков, Vop).

Примеры можно продолжить, но они ничего не добавят к сказанному выше. Факт остается фактом: не-

Оценочные параметры стратегического планирования по степени их обобщения				
Нулевой уровень	Первый уровень	Второй уровень	Третий уровень	Четвертый уровень
Интегральный показатель стратегического планирования ($K_{СП}^{инт}$)	Соответствие среде ($K_{Ср}$)	Соответствие предприятия внешней среде ($K_{ВнешСр}$)	Обеспеченность ресурсами; востребованность продукции; конкуренция; движущие силы отрасли; перспективы ее развития	Надежность поставщиков; степень зависимости от них; надежность покупателей; степень их влияния; интенсивность конкурентной борьбы; доля рынка; степень интеграции основных конкурентов; глобализация; экономические тенденции; слияния и поглощения; развитие технологий; изменения в законодательстве и государственной политике; степень неопределенности и риска для бизнеса; стадия жизненного цикла отрасли и общая ее привлекательность
		Соответствие предприятия внутренней среде ($K_{ВнутрСр}$)	Обеспеченность предприятия трудовыми ресурсами и активами	Производительность труда; квалификация персонала; материальные и нематериальные активы; конкурентные возможности; репутация предприятия
	Конкурентное преимущество ($K_{КонкПр}$)	Качество продукции предприятия	Надежность; экологичность; технологичность; безопасность; стандартизация и унификация; экономичность и новизна; патентоспособность и сложность конструкции	Сохраняемость; безотказность; долговечность; ремонтопригодность; токсичность; акустические свойства; трудозатраты при производстве, ремонте, эксплуатации; взрыво- и пожароопасность; безопасность эксплуатационных материалов; травмоопасность; степени стандартизации и унификации; экономичность; новизна; патентоспособность; сложность конструкции
		Предпочтение покупателей	Цена на продукцию, ее узнаваемость и дизайн	Удельная себестоимость; рентабельность основной деятельности; дизайн; узнаваемость продукции покупателем; дифференциация продукции
		Технология производства	Развитие передовых технологий	НИОКР
	Эффективность ($K_{Эф}$)	Показатели: деловой активности предприятия	Прибыльность	Прибыль до выплаты процентов и уплаты налогов (EBIT). Доходы до выплаты процентов, налогов и амортизации (EBITDA). Чистая операционная прибыль после выплаты налогов (NOPAT)
		рентабельности предприятия	Рентабельность инвестированного капитала (РентИК)	Рентабельность инвестированного капитала (ROIC). Ожидаемая рентабельность инвестирования капитала (EROIC)
		стоимости предприятия	Стоимость	Средневзвешенная стоимость капитала (WACC)
			Добавленная стоимость	Рыночная добавленная стоимость (MVA) Экономическая добавленная стоимость (EVA)
		движения денежных потоков	Денежные потоки	Рыночная добавленная стоимость (NCF) Свободный денежный поток (FCF)
			Стоимость операций	Приведенное значение свободных денежных потоков $V_{ор}$

обходим новый механизм оценки стратегии и всей деятельности по стратегическому планированию на предприятии. Причем механизм, который сможет отразить все существенное, связанное с процессом стратегического планирования. И, естественно, нужен такой показатель эффективности деятельности предприятия, который можно использовать в качестве универсального при оценке системы стратегического планирования. Потому что авторы опубликованных работ ни того, ни другого не нашли, а из предлагаемых ими финансовых показателей (которые, безусловно, важны при финансовом анализе предприятия) выбрать приоритетный практически невозможно. Они полезны лишь в совокупности.

Не спасают положение и нефинансовые показатели, которые можно отнести к критериям соответствия среде и обеспечения конкурентного преимущества: их использование при оценке эффективности стратегического планирования тоже дело важнейшее, но — недостаточное.

Наиболее близко к решению рассматриваемой задачи, думается, подошел автор работы [3]. Но и он ограничился одним из показателей, предназначенных для оценки конкурентоспособности предприятия.

Однако решение задачи (как и всякой другой, впрочем) всегда есть. Чтобы убедиться в этом, для начала сведем все параметры стратегического планирования на промышленном предприятии в таблицу, разбив их на пять уровней. За нулевой уровень примем искомый безразмерный интегральный показатель стратегического планирования. Как видно из таблицы, при таком подходе к первому уровню относятся группы показателей соответствия среде, конкурентного преимущества и эффективности, поскольку они наиболее обобщенно характеризуют деятельность предприятия. Второй, третий и четвертый уровни — уже собственно оценочные параметры. Их состав представляет собой набор необходимых и достаточных параметров оценки деятельности по стратегическому планированию, однако, при необходимости, он может быть дополнен другими параметрами, учитывающими специфику конкретного предприятия.

Исходя из всего сказанного выше, автор предлагает оценивать деятельность предприятия по стратегическому планированию с учетом соответствия внешней и внутренней среде, конкурентного преимущества и эффективности с помощью интегрального безразмерного показателя, полученного на основе построения профиля стратегии развития предприятия по оценочным параметрам.

Этот профиль строится по параметрам, входящим в состав набора параметров оценки стратегического планирования, формируемого из показателей всех уровней. Окружность оценочного поля, на котором строится профиль стратегии, делится (см. рисунок) радиальными оценочными шкалами на равные сектора, число которых соответствует числу включенных оценочных параметров. (Параметры, которые трудно выразить количественно, оцениваются экспертно по бальной шкале.) Шкалы секторов градуируются затем так (например, от нуля до единицы), чтобы значения параметров не выходили за пределы оценочного поля.

По мере приближения к центру этого поля значение параметра ухудшается либо, в случае нулевого значения, говорит о его отсутствии. При наличии как минимум одного нулевого значения показателя стратегия считается не соответствующей всем наиболее важным критериям и не подлежит дальнейшему рассмотрению. Однако при этом необходимо учитывать, что для каждого конкретного предприятия существует возможность корректирования обязательных критериев, которые учитывали бы его специфику. (Для предприятий-монополистов в какой-либо отрасли критерии соответствия внешней среде и обеспечения конкурентного преимущества могут отсутствовать частично либо полностью.)

К сказанному нужно добавить следующее. Профиль стратегии строится исходя из того, что параметры оценки стратегического планирования на предприятии имеют равный «вес», поэтому площадь секторов одинакова. Для учета специфики конкретного предприятия и более точной оценки предлагаемой стратегии можно установить приоритетность каждого из показателей, присвоив ему бóльший «вес». Для этого достаточно изменить внутренний угол сектора: при его увеличении площадь поля показателя становится больше, а его «вес», соответственно, увеличивается и наоборот.

В итоге определение интегрального показателя стратегического планирования сводится к простейшей операции — измерению площади, занимаемой на оценочном поле профилем стратегии.

Каждый параметр, представленный на профиле, отображается, как видно из рисунка, сектором, ограниченным окружностью с радиусом, равным числовому значению соответствующего параметра, и вершиной внутреннего угла α_i, определяемого степенью влияния данного параметра.

В примере, приведенном на рисунке, все параметры равнозначны, следовательно, угол $\alpha = 2\pi/n$ (n — число параметров оценки стратегического планирования). Поэтому площадь S_i сектора, «олицетворяющего»

каждый параметр, очевидно, равна $\pi r_i^2/n$, где r_i — радиус окружности (профиля). Площадь же фигуры, вписанной в окружность радиусом $r = 1$, дает формула

$$S_{\text{проф}} = \sum_{i=1}^{n} S_i = S_{\text{проф}} = \sum_{i=1}^{n} S_i = \frac{\pi r_1^2}{n} + \frac{\pi r_2^2}{n} + \ldots + \frac{\pi r_i^2}{n} =$$

$$= \frac{\pi}{n}(r_1^2 + r_2^2 + \ldots + r_i^2) = \frac{\pi}{n}\sum_{i=1}^{n} r_i^2,$$

в которой S_i — площадь i-го сегмента профиля разрабатываемой стратегии; r_i — радиус i-го сегмента профиля разрабатываемой стратегии, равный значению параметра в безразмерном виде.

Интегральный показатель ($K_{\text{СП}}^{\text{инт}}$) стратегического планирования рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{СП}}^{\text{инт}} = \frac{S_{\text{проф}}}{S_{\text{общ}}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} r_i^2}{nr^2} = \frac{\sum_{i=1}^{n} r_i^2}{n}.$$

В случае неравноценности влияния параметров формула для определения площади профиля разрабатываемой стратегии будет иметь вид:

$S_{\text{проф}, N} = \sum_{i=1}^{n} r_i^2 j_i$. В ней j_i — удельный «вес» (влияние) i-го фактора, при этом $\sum_{i=1}^{n} j_i = 1$.

Отсюда и формула для вычисления интегрального показателя стратегического планирования:

$$K_{\text{СП}, N}^{\text{инт}} = \sum_{i=1}^{n} r_i^2 j_i.$$

Использование профиля стратегии развития предприятия позволяет объединить финансовые и нефинансовые характеристики в один безразмерный интегральный показатель стратегического планирования. Более того, дает возможность построить профили нескольких разработанных стратегий на одном оценочном поле и сравнить их с помощью интегральных показателей стратегического планирования. То же самое можно сделать и в отношении стратегий развития предприятий-конкурентов.

Есть в рассмотренной методике и другие достоинства. В частности, она позволяет оценивать результативность работы управляющего персонала, сравнивая профиль за последующие отчетные периоды времени. Кроме того, анализ деятельности многих предприятий показал, что вблизи начала координат профиля стратегии существует так называемая красная зона, попадание в которую для предприятия грозит тяжелыми последствиями.

Литература

1. Артур А. Томпсон-мл., Дж. Стрикленд III. Стратегический менеджмент: Концепции и ситуации для анализа / А.А. Томпсон, А.Д. Стрикленд III. — 12-е изд., пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. 924 с. ISBN 978-5-8459-0407-2.
2. Balanced Scorecard (BSC) в России [Электронный ресурс]. Электрон. дан. Режим доступа: http: //www.balancedscorecard.ru/ Загл. с экрана.
3. Ионов В.И., Тайво М.И. Механизм оценки конкурентоспособности автомобильной продукции двигателестроения / Ионов В.И., Тайво М.И. // Известия МГТУ «МАМИ». Раздел 4. Гуманитарные и социально-экономические науки. 2007. № 2 (4). — С. 270—276.

УДК 658

Удовлетворенность потребителей и ее оценка

Д-р техн. наук Х.А. ФАСХИЕВ

ВЗФЭИ (8 8422 (347) 251-08-23)

Сформулированы принципы и разработана модель управления удовлетворенностью потребителей. Для измерения удовлетворенности потребителей предлагается применить метод профилей, в котором совокупность показателей группируется по схожим признакам, методом профилей определяются комплексные и интегральные значения измеряемой величины. Приведен пример измерения уровня удовлетворенности потребителей автомобильного завода.

Ключевые слова: *потребитель, удовлетворенность, оценка, показатели, модель управления.*

Faskhiev Kh.A.

SATISFACTION OF CONSUMERS AND ITS ESTIMATION

Principles are formulated and the model of management is developed by satisfaction of consumers. It is offered to apply a method of profiles in which set of indicators are grouped in similar signs to measurement of satisfaction of consumers, complex and integrated values of the measured size are defined. The example of measurement of level of satisfaction of consumers of automobile factory is resulted.

Keywords: *the consumer, satisfaction, an estimation, indicators, management model.*

Для успешной деятельности и развития организации необходимо четко представлять потребности клиентов и степень их удовлетворенности. Например, специалисты такой всемирно известной фирмы, как ИБМ, установили: рост коэффициента удовлетворенности их потребителей на 1 % в течение пяти лет приносит 500 млн долл. И, наоборот, из-за несовершенства системы удовлетворения потребителей, по данным аналитиков, фирмы ежегодно теряют от 10 до 30 % своих клиентов [1]. Дело в том, что [2] один разочарованный покупатель может поведать о возникших у него проблемах в среднем еще 35 потенциальным клиентам, и этот вторичный эффект способен разрушительно повлиять на объемы продаж. Яркий пример тому — отечественное легковое автомобилестроение: недовольство потребителей качеством выпускаемых автомобилей привело к уменьшению доли их рынка с 68 % в 2004 г. до 22 % в первом квартале 2009 г. Итог: доля импортных автомобилей возросла с 22 до 51 %. И это в условиях, когда появились «таможенный зонтик», финансовая поддержка государства и есть ценовое преимущество, унаследованное от прежней экономической системы.

Основная причина бедственного положения автозаводов — низкий уровень менеджмента. За последние три—пять лет, до начала экономического кризиса осенью 2008 г., фи-

нансовое положение автозаводов было неплохим. У них были возможности повысить качество выпускаемой продукции, обновить модельные ряды, полнее учитывать требования потребителей. К сожалению, этого не произошло.

Из сказанного выше можно сделать только один вывод: параметром «удовлетворенность потребителя» нужно управлять. Однако у многих наших производителей это управление начинается и завершается оценкой уровня качества АТС. Да и то только потому, что проведения данной процедуры требует сертифицированная система менеджмента качества. Хотя, по логике, результаты такой оценки должны быть началом кропотливой работы над улучшением всех аспектов деятельности предприятия, прежде всего, по тем моментам, по которым клиенты выразили недовольство. Ведь именно по результатам мониторинга преуспевающие предприятия не только устраняют проблемные области своей деятельности, но и предпринимают меры по предвосхищению интересов потребителей. Причем не потребителей в целом, а каждого конкретного из них. Потому что каждый из них в силу индивидуальных различий предъявляет свои требования к товару, а у него, автомобиля, свойства одни и те же для всех. В связи с этим под термином «удовлетворенность потребителя» следует подразумевать индивидуальную оценочную категорию, формирующуюся в результате сравнения в конкретный момент времени комплекса показателей реального «расширенного» товара (услуги) с ожиданиями потребителей. («Расширенный» товар включает два уровня — его сущность и все то, что с ним связано. Например, для автомобиля сущность товара — комплекс технико-экономических показателей, реализованных в нем, а второй — качество и развитость сервиса, реклама, доступность и цена запасных частей, срок поставки после заказа, скидки, лизинг, предоставление другого автомобиля в период ремонта и др.).

Цель управления удовлетворенностью потребителя — достижение того, чтобы как можно у большего числа покупателей ожидания совпали с характеристиками товара, а еще лучше — вызывали восторг. Но для ее достижения необходимо ясно представлять механизм формирования и факторы, влияющие на удовлетворенность потребителя, а также уметь ее измерять, а это непросто (но — возможно): на восприятие товара влияет множество как внутренних (личностных), так и внешних факторов, разные сочетания которых и приводят к неоднозначной оценке одного и того же товара разными покупателями.

Практика показывает, что у успешных на рынке предприятий, как правило, есть программа повышения удовлетворенности потребителей, налажена система периодического ее измерения: исследуется большое (не менее 200) число потребителей; проводятся как количественные, так и качественные исследования; применяются современные методы измерения; работа ведется под постоянным контролем высшего руководства; о результатах оценки информируется коллектив; налажены обратная связь с потребителями и контакт с неудовлетворенными клиентами; фирма никогда ни в чем не обвиняет клиента и компенсирует ему потери, связанные с эксплуатацией неудачной покупки, делает скидки при повторной покупке; по результатам оценки удовлетворенности потребителя оперативно принимает управленческие решения; материально вознаграждение работников увязано с уровнем удовлетворенности потребителей и др.

К сожалению, на многих предприятиях отрасли такие меры не задействованы. Поэтому для них, по мнению автора, будут небезынтересны следующие принципы управления удовлетворенности потребителя, разработанные в теории менеджмента, маркетинга, квалиметрии и подтвержденные практикой.

1. Научная обоснованность модели управления удовлетворенностью потребителя должна устанавливать объективные связи ее содержательных элементов с другими категориями предметной области.

2. Модель управления предусматривает циклическое выявление «узких мест», резервов, тенденций и закономерностей в изменении конъюнктуры рынка, сравнения показателей с аналогичными показателями конкурентов, разработки мероприятий, направленных на повышение показателей предприятия до уровня конкурентов.

3. Непрерывность управления. Его основа — постоянный мониторинг внешней и внутренней сред. Он позволяет менеджменту своевременно выявлять угрозы, тенденции в развитии рынков, товаров, технологий производства и управления, вносить, избегая потерь, корректировки в процесс управления удовлетворенностью потребителя.

4. Ориентированность на потребителя. Она вытекает из цели функционирования предприятия в рыночной (конкурентной) экономике.

5. Комплексность: управленческие решения должны вырабатываться с учетом всех аспектов внешней и внутренней сред предприятия.

6. Совершенствование модели управления удовлетворенностью потребителя в зависимости от изменения условий внешней и внутренней сред.

7. Полнота и достоверность информации.

8. Единообразие, т. е. сравниваемые объекты должны оцениваться по одним и тем же показателям и по одной и той же методике.

9. Правдивость, исключающая «приукрашивание» показателей удовлетворенности потребителей.

10. Релевантность: модель должна соответствовать решаемой проблеме.

11. Диалектичность: модель должна рассматривать изучаемые явления и факторы в их развитии.

12. Соблюдение законов квалиметрии: пригодность, достаточность, уникальность, надежность, квантифицируемость, интегральность, индивидуальность, гибкость, нетрудоемкость, оперативность, улучшаемость, количественность, одинаковость, глобальность, единственность, сравнимость, воспроизводимость, чувствительность, монотонность, точность, динамичность, управляемость, масштабность, экономическая эффективность.

С учетом изложенных выше принципов автор разработал модель управления удовлетворенностью потребителя. Ее суть заключается в поисковых исследованиях, которые позволяют сформировать облик товара, а путем анкетирования — выявить реальный его облик. Реализация новой модели дает возможность принять точное решение о направлениях действий по повышению уровня удовлетворенности потребителя.

Этот процесс ведется в сравнительном аспекте: по одной и той же методике измеряется удовлетворенность потребителя товарами конкурентов и результаты измерения сопоставляются с результатами собственного объекта производства.

Такой подход дает возможность укреплять свои конкурентные позиции на рынке не только за счет собственных нововведений, но и с учетом нововведений конкурентов более полно выявлять приверженность потенциальных покупателей. Действительно, если покупатель предпочитает аналогичный товар конкурента, значит, он нашел у него то, чего нет у меня.

Повышение удовлетворенности потребителя должно вестись непрерывно, по циклу: «проведение опросов—анализ результатов—разработка мероприятий—реализация мероприятий—измерение».

В начале цикла находится измерение уровня удовлетворенности, для чего у предприятия должен быть надежный инструмент измерения. Причем надо отметить, что алгоритм измерения, в общем-то, довольно простой. Однако имеет множество нюансов, которые предопределяют объективность оценки.

Первый из этих нюансов — выбор показателей и их числа, которые комбинируются, воспроизводя «уровень удовлетворенности потребителя». Чтобы решить эту задачу, нужны поисковые исследования. Они чисто качественные и связаны с получением большого объема информации от небольшого числа потребителей. И в то же время они чрезвычайно важны, поскольку позволяют понять, что для потребителей главное, какие вопросы включить в анкету. Но, к сожалению, не более того. Качественное исследование не может быть статистически надежным. Хотя «глубинные интервью», беседы в фокус-группах и способствуют составлению перечня наиболее важных с точки зрения потребителя показателей товара и всего того, что с ним связано. Их, как установил автор, должно быть не менее 40. Но пока этому вопросу на практике не уделяется должного внимания.

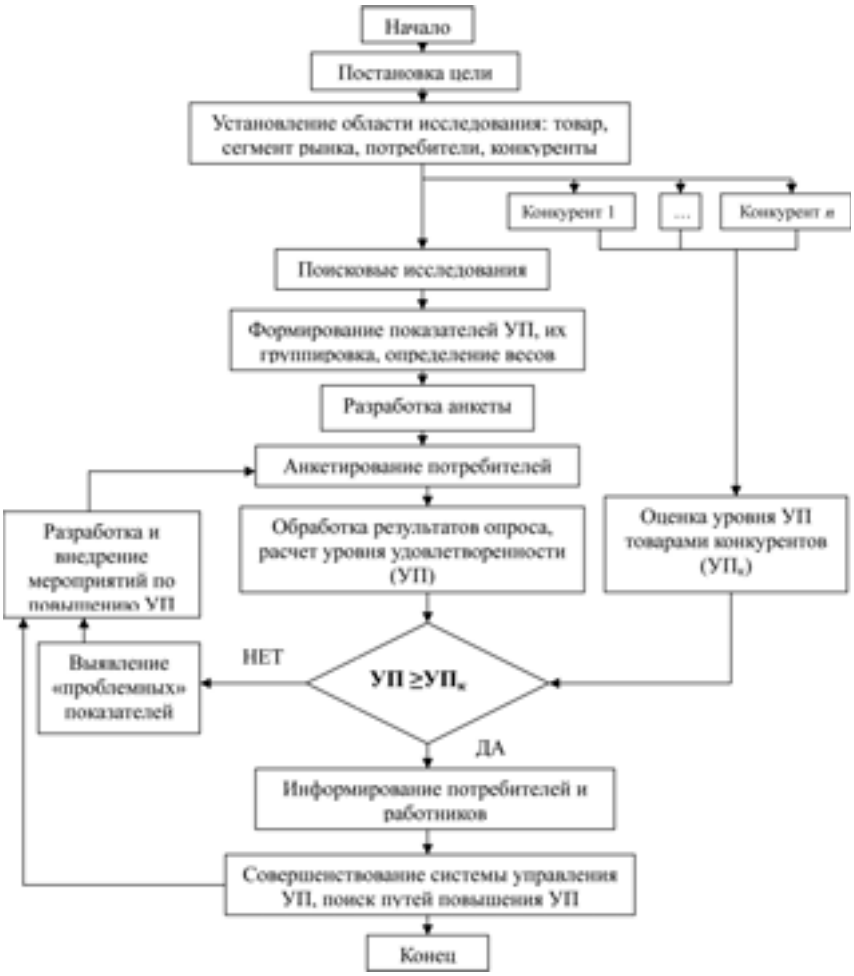
Так, КамАЗ во исполнение требований сертифицированной по ИСО 9000:2000 системы менеджмента качества ежеквартально измеряет удовлетворенность потребителей своими грузовыми АТС. В анкетировании участвуют 150—200 автопредприятий различных отраслей экономики. Кроме того, по 10-балльной шкале оценивается удовлетворенность потребителей продукцией МАЗа, УралАЗа, КрАЗа и зарубежных производителей, но только по 23 показателям, которые сгруппированы по шести признакам — качество (надежность, безопасность, затраты на эксплуатацию, технические характеристики, дизайн, эргономичность, экологичность); гарантийное и сервисное обслуживание (ремонт, доступность, стоимость); силовая установка (качество сборки двигателя, его надежность, ремонтопригодность, расход ГСМ, стоимость и расход запасных частей, легкость управления коробкой передач); персонал (компетентность, оперативность); цена (ценовая политика, цены на запасные части и материалы); поставки (соблюдение сроков, состояние автомобилей, комплектация). Однако среди показателей качества отсутствуют такие важные для потребителей показатели, как приспособленность к условиям эксплуатации, сложность конструкции, эстетичность, функциональность, комфортабельность и др. И это однозначно вызывает их неудовлетворенность. Между тем опыт показывает, что восторг у потребителя вызывает наличие в АТС элементов «волнующего качества», т. е. того, что покупатель и не ожидал. Например, он обнаруживает, что у только что купленного автомобиля в дождь стеклоочистители включаются автоматически.

Преподнесение потребителям таких приятных неожиданностей — прямой путь завоевания их сердец. Правда, при этом остальные показатели качества у товара должны быть на высоте, иначе эти «сюрпризы» могут стать источником раздражения и, как следствие, неудовлетворенности.

Но покупатель — не специалист. Производители же АТС должны математически точно учитывать его «прихоти» и сделать этот учет прозрачным, понятным для потребителя.

Для этого, думается, достаточно сгруппировать инженерные показатели по 5—10 группам и у потребителей в ходе анкетирования установить их приоритеты (весомость). Но можно воспользоваться и методом анализа иерархий. Наконец, при сравнительных оценках АТС не исключается и расчет интегрального показателя удовлетворенности потребителей без учета коэффициентов весомости, так как в этом случае если и допускаем ошибку, то она будет относиться и ко всем АТС-конкурентам. Правда, здесь существует опасность того, что мое АТС превосходит конкурентов по наименее значимым для потребителей признакам. Поэтому оценивать удовлетворенность потребителей все-таки лучше с учетом весомости показателей.

Очень важный момент измерения удовлетворенности потребителей — выбор шкалы измерения. Как правило, при этом используется четырехбалльная шкала: например, «очень удовлетворен», «удовлетворен», «не удовлетворен», «очень не удовлетворен». Причем удовлетворенность выражают в процентах. Однако такая шкала не позволяет «разглядеть» улучшения АТС, происходящие из года в год: изменения в 1—2 % находятся в пределах статистической погрешности вычислений. Поэтому для принятия более обоснованных управленческих решений автор предлагает применять трехуровневую шкалу оценки — «восторг» (2 балла), «удовлетворен» (1 балл), «не удовлетворен» (0 баллов). Причем отделение «восторга» от «удовлетворенности» крайне необходимо: оно позволяет прогнозировать число ло-



яльных потребителей: исследования таких фирм, как «АТ & Т», «Рэнк Ксерокс», «Ройял банк оф Скотланд», показали, что 95 % потребителей, отметивших при опросе «отлично» и «очень удовлетворен», впоследствии становятся лояльными к фирме, что на 30 % больше, чем ответивших «удовлетворен» [2].

Учитывая все, что сказано выше, автор предлагает следующую методику измерения удовлетворенности потребителей, которая базируется на разработанном им же методе профилей измерения качества объектов.

В этом случае подготовка к исследованиям, анкетирование потребителей ведется согласно алгоритму, приведенному на рисунке.

Принятые показатели («восторг» — 2, «удовлетворен» — 1, «не удовлетворен» — 0) группируются по схожим признакам и по ним рассчитываются комплексные групповые показатели, способствуя выявлению «проблемных» областей деятельности предприятия.

Результаты анкетирования обрабатываются с применением аналитического варианта метода профилей, согласно которому абсолютные величины единичных показателей удовлетворенности сначала приводятся к относительным величинам, а затем по формуле

$$УП_i = \frac{Y_{i1}/2 + Y_{i2} + Y_{i3} + ... + Y_{i(n-1)} + Y_{in}/2}{n-1}$$

определяется комплексный групповой коэффициент $У_{ni}$. (В ней n — число единичных показателей в i-й группе; Y_{i1}, Y_{i2}, ..., Y_{in} — относительные величины единичных показателей объекта, входящие в i-ю группу.) Относительные величины для прямых показателей, т. е. увеличивающих уровень удовлетворенности, дает формула $Y_i = \frac{P_{ij}}{P_{ij\max}}$, а обратных — формула $Y_i = \frac{P_{ij\max} - P_{ij}}{P_{ij\max}}$, где P_{ij} _ количественное значение j-го показателя i-й группы; $P_{ij\max}$ — максимальное значение j-го показателя среди сравниваемых объектов.

Интегральный показатель удовлетворенности потребителей i-го производителя определяется (с учетом коэффициентов весомости групп показателей) по формуле

$$УП_к = \sum_{i=1}^{n} УП_i a_i,$$

где $УП_i$ — комплексный показатель $УП$ i-й группы; a_i — коэффициент весомости i-й группы показателей качества, рассчитываемый по методике МАИ [3].

Приведенная модель управления $УП$ была применена для оценки удовлетворенности потребителей грузовыми автомобилями оцениваемого автозавода и трех его конкурентов. Для оценки $УП$ были приняты 47 показателей, которые были разделены на 8 групп. Комплексные показатели внутри групп определялись без учета весов показателей по методу «профилей», а интегральный показатель $УП$ — с учетом весов групп, определенных по методике МАИ. Анализ показал, что оцениваемый объект по $УП$ уступает одному из производителей, были выявлены «сильные» и «слабые» позиции оцениваемого объекта.

Рассмотренная модель управления уровнем удовлетворенности потребителей — эффективный инструмент повышения конкурентоспособности предприятия, так как, только наиболее полно удовлетворяя потребителя, можно укрепить рыночные позиции производителя. Она позволяет выявлять сильные и слабые стороны деятельности предприятия и его товаров, следовательно, дает возможность разрабатывать мероприятия с ориентацией на показатели конкурентов.

Литература

1. Глушакова Т. Замеры удовлетворенности потребителей и управление предприятием / Глушакова Т. http://ateh.ru/conten.
2. Хилл Н. Измерение удовлетворенности потребителей по стандарту ИСО 9000:2000 / Хилл Н., Сельф Б., Роше Г. — М.: Издательский Дом «Технологии», 2004. 192 с.
3. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Саати Т. — М.: Радио и связь, 1989. 316 с.

УДК 62-225.1

Система впуска как резерв улучшения эффективности дизелей

К.С. БЕЛЯЕВ, А.Л. ПЕНКИН

С.-Пб ГУ сервиса и экономики (8 812 568-19-83)

Впускная система оказывает значительное влияние на характер изменения мощности и крутящего момента двигателя внутреннего сгорания. За счет правильного определения размеров трубопроводов и настройки впускной системы можно добиться значительно большего наполнения цилиндров. Одним из основных направлений развития двигателей можно считать развитие процесса смесеобразования и распределения горючей смеси по цилиндрам.

Ключевые слова: *показатель, эксперимент, газ, конфузор модификации, диффузор, дизель, клапан, двигатель, модель, коллектор, аэродинамика, мощность, сопротивление, крутящий момент, слой, смесеобразование, нерегулируемый, трубопровод, скорость, воздушный фильтр, преобразование, впускной канал.*

Beliatv K.S., Penkin A.L.

WAYS IMPROVEMENT WORK GAS MODIFICATION DIESEL ENGINES

The Inlet system renders the significant influence upon nature of the change to powers and turning moment of the engine of internal combustion. To account of the correct determination of the sizes pipe line and adjusting the inlet system possible to obtain vastly greater filling cylinder. One of the main trends of the development of the engines possible to consider the development of the process mixing and distribution to air gas on cylinder.

Keywords: *factor. Experiment, gas, confuser, modification, diffuser, diesel, valve, engine, model, collector, aerodynamics, power, resistance, turning moment, layer, mixing, unregulated, tubing, speed, air filer, transformation, inlet channel.*

К числу систем, определяющих эффективность работы любого ДВС, относится, как известно, система впуска: она определяет степень наполнения цилиндров топливовоздушной смесью, следовательно, мощность и топливную экономичность ДВС.

Этот факт хорошо известен тем, кто имеет дело с автомобильной техникой. Например, каждый автомобилист знает, что воздушный фильтр нужно менять в сроки, которые назначает завод-изготовитель двигателя.

Однако это, так сказать, чисто качественная сторона проблемы. На практике же эта проблема гораздо сложнее. О чем говорит тот факт, что впускные каналы ДВС выполняют двух типов — одно- и двухфункциональными. Причем первый должен обеспечить максимальное наполнение цилиндров свежим зарядом, а второй — еще и получить оптимально необходимую для процесса смесеобразования интенсивность движения воздушного заряда в цилиндре и камере сгорания.

Кто из сторонников рассматриваемых типов прав?

Ответ на этот вопрос дает практика. Особенно появление газовых модификаций дизелей, для которых подогрев свежего заряда оказывается ненужным: в них нет необходимости испарять жидкое дизельное топливо. Это априори означает, что впускные каналы таких ДВС должны отличаться от каналов традиционных дизелей. Вопрос лишь в том, как именно.

Чтобы ответить на него, обратимся к результатам исследования работы впускных каналов традиционных дизелей. Для чего воспользуемся широко применяемой квазистационарной моделью действительного процесса [1]. Такой упрощенный подход оправдан тем, что он упрощает теоретический анализ. Однако следует помнить: он не может дать точной количественной характеристики каналов. Для нее необходимы исследования коэффициента ξ сопротивления в канале при установившемся и неустановившемся потоках.

Попытаемся выполнить такой анализ.

Всю область течения в любом, в том числе впускном, канале можно разделить на прилегающий к поверхности его стенок пограничный слой и основной поток. Причем давно доказано, что пограничный слой в процессе динамического и термодинамического взаимодействия последнего с поверхностью омываемого им канала играет чрезвычайно важную роль. И в этом легко убедиться, если нестационарный процесс, протекающий в потоке, заменить набором стационарных процессов, охватывающих все режимы течения в канале. (Такой способ, что тоже хорошо известно, позволяет получить результаты, вполне приемлемые для решения практических задач.)

И еще одно: как установлено (и не только авторами статьи), в данном случае для сравнительного исследования каналов не имеет значения, по каким параметрам (коэффициенты потерь и расхода, расходная характеристика канала) проводится анализ. Но при сопоставлении результатов различных экспериментов необходимо учитывать лишь то, каким образом получены значения параметров. И здесь не обойтись без некоторых разъяснений.

Так, большинство методов исследования основано на интегральной оценке впускного канала. Но они не дают возможности добиться распределения потерь в канале и тем самым — определить конкретный путь оптимизации его схемы и конструкции.

Однако есть и исключения, позволяющие решать частные задачи. Например, методом построения целесообразного профиля [2] можно определять характеристики потенциального потока идеального газа в канале. Следовательно, получить информацию, которую можно сравнивать с экспериментальной информацией реального (вязкого) потока и, значит, найти пути решения задачи по проектированию проточной части канала, максимально близкой к идеальной. Кроме того, по результату исследования идеального течения — определить распределение скорости у стенок канала для расчета пограничного слоя.

Второе. Потенциальное течение идеальной несжимаемой жидкости описывается известным уравнением Лапласа $\left(\frac{g^2\varphi}{gx^2}+\frac{g^2\varphi}{gv^2}=0\right)$, где v — потенциальная скорость потока.

При этом необходимо отметить, что для решения задачи существуют еще и простые и удобные методы аналогового моделирования. В частности, метод электрогидродинамической аналогии, который основан на формальной аналогии между потенциальным течением жидкости и течением электрического тока. И по точности дает результаты, вполне достаточные для решения практических задач.

Далее. Ясно, что конструкция впускного канала влияет и на структуру потока, и на такие факторы, как неравномерность поля скоростей на входе в канал, форма клапана, его положение и т. д.

Так, не секрет, что при перемещении клапана в головке цилиндра характеристика потока в канале изменяется, причем довольно существенно. И при небольших подъемах клапана течение аналогично течению в конфузорных каналах, а при больших — в трубе. В связи с этим во впускных каналах возможны три варианта течения потока. Первый — безотрывное. Оно наблюдается в каналах с оптимальной гидродинамической формой проточной части и имеет место только при малых подъемах клапана. Второй — с наличием у стенок канала областей нестационарного отрыва пограничного слоя, т. е. отрыва, для которого характерно изменение во времени интенсивности и положения зоны отрыва. Третий — с наличием в потоке проникающих отрывов, которые наблюдаются при относительно больших углах открытия клапана.

Следствием любого из двух последних вариантов отрыва потока от стенок является затенение части клапанной щели. И как результат — появление обратного течения, т. е. из цилиндра во впускной канал.

Но это еще не все. Во впускных каналах возникают и вторичные течения, которые накладываются на основное течение: при переходе от цилиндрической или конфузорной части канала к расширяющейся его части или, наоборот, от конфузорной к цилиндрической возникают дополнительные возмущения, вызывающие неравномерность потока в продольном и поперечном направлениях. Что, согласно закону Бернулли, ведет к дополнительным потерям энергии потока. Причем эти потери зависят от формы канала, т. е. углов его поворота, формы поперечного сечения, изменения поперечного сечения по длине и т. д.

Кроме того, на структуру потока во впускном канале и, следовательно, на потери энергии потока значительное влияние оказывает само наличие впускного коллектора: он создает неравномерное поле скоростей потока на входе в цилиндр. Причем их (скоростей) разница зависит от подъема клапана.

Все, что сказано выше, — результаты исследования структуры потока в газовоздушном тракте не только дизелей, но и ДВС вообще. Особенно — методами визуализации структуры потока (оптический, неоптический и кинетический), которые основаны на регистрации отклонения лучей, проходящих через среду при изменении ее плотности.

Таким образом, можно сделать вывод, что при конструировании впускных коллектора и каналов как газового и традиционного дизелей, так и ДВС вообще необходимо ориентироваться на теорию потенциального потока, законы течения вязкой жидкости, сравнивать параметры потенциального течения и вязкой жидкости, учитывать влияние пограничного слоя.

Теперь о некоторых конкретных вещах.

Известно, что способ смесеобразования в дизелях определяется устройством камеры сгорания: эти ДВС могут быть в вариантах с неразделенными, с непосредственным впрыскиванием топлива и с разделенными камерами (предкамерного впрыскивания и вихревого типа). И разница между ними очень большая.

Так, в дизелях с непосредственным впрыскиванием для наиболее равномерного распределения топлива по всему объему камеры сгорания применяют «многодырчатые» форсунки, создающие не одну, а несколько струй топлива, которые образуют общий факел распыливания. У них относительно небольшая поверхность камеры сгорания, что способствует снижению тепловых потерь и, соответственно, увеличению количества теплоты, превращаемой в полезную работу. Поэтому дизели с непосредственным впрыскиванием отличаются высокой топливной экономичностью и хорошими пусковыми качествами. Однако их работа — очень жесткая, что вызывается высокими темпами нарастания давления p_z.

Это что касается обычных дизелей. Газовые же модификации дизелей фактически можно отнести к двигателям с внешним смесеобразованием: их камеры сгорания заполняются не воздухом, а потом дизельным топливом, а смесью воздуха, газового топлива и оставшихся отработавших газов. Поэтому к анализу их работы нужен особый подход, хотя его принципы остаются теми же, что и в случае традиционного дизеля.

Например, для обеспечения высокого КПД цикла необходимо, чтобы: процессы смесеобразования и сгорания смеси совершались в короткий промежуток времени, а топливо выгорало полностью; для равномерной работы дизеля необходимо оптимизировать процесс смесеобразования и сгорания, что возможно в результате создания направленного движения смеси «газовое топливо+воздух» в камере сгорания.

Очень важный фактор — равномерное распределение свежего заряда по цилиндрам и одинаковое качество смеси, поступающей в цилиндры. Чтобы их обеспечить, впускные системы должны иметь не только пространственную симметрию, но и симметрию во времени, т. е. цикловая подача должна осуществляться по цилиндрам за одно и то же время.

Но это — одна сторона проблемы. В системе топливоподачи дизелей, в том числе газодизелей, существуют волновые явления, которые влияют на коэффициент η наполнения цилиндров. Они — результат цикличного поступления воздуха в цилиндры. И когда впускная система общая для нескольких цилиндров, то волновые явления, протекающие во впускном патрубке одного цилиндра, оказывают влияние на коле-

Фирма-изготовитель	Модель автомобиля	Модель двигателя	Номинальная мощность, кВт (при частоте, мин$^{-1}$, вращения коленчатого вала)	Максимальный крутящий момент, Н·м (при частоте, мин$^{-1}$, вращения коленчатого вала)	Коэффициенты	
					приспособленности	скоростной
«Ауди»	A4, A6, 100	1.9TDI	66 (4000)	202 (1900)	1,282	0,475
BMW	318tds	M41	66 (4400)	190 (2000)	1,327	0,455
«Даймлер-Бенц»	«Лимузин»	E220D	70 (5000)	150 (3100)	1,122	0,62
	«Т»	E300TD	130 (4400)	330 (1600)	1,170	0,364
«Фольксваген»	«Пассат»	1Y1.9	48 (4400)	140 (2200)	1,344	0,500
		AFN1.9	81 (4150)	235 (1900)	1,261	0,458

бательные процессы в патрубках остальных цилиндров. То есть чем больше цилиндров объединяет одна система, тем труднее выполнять ее настройку. У газодизеля — проще, ведь, повторяем, топливу не нужно испаряться. Поэтому использование коэффициента наполнения в расчетах конструкции впускного коллектора газодизеля, как и в случае традиционного дизеля, упрощается. Но как было, так и остается инструментом определения конструктивных и физических параметров, при которых условие газообмена оптимальны.

От коэффициента наполнения зависит также количество топлива, которое можно сжечь за один цикл, т. е. цикловая подача газа. И оно зависит от длины коллектора [1]. Например, в случае серийного четырехтактного бензинового двигателя при длине впускного тракта 450 мм коэффициент наполнения, равный 1,18, достигается на режиме 6000 мин$^{-1}$, с последующим его уменьшением при увеличении частоты вращения коленчатого вала, но наилучший результат [2, 3] достигается при уменьшении этой длины до 400 мм при $n = 6000$ мин$^{-1}$ и продолжает сохраняться до режима $n = 7000$ мин$^{-1}$.

И это понятно. Короткий впускной трубопровод смещает максимум наполнения цилиндров в область высоких частот вращения коленчатого вала, а длинный — обеспечивает хорошее наполнение при низких частотах вращения коленчатого вала.

Надо сказать, что зарубежные производители дизелей и газодизелей, в частности, не оставили без внимания идею изменяемой длины впускного коллектора в бензиновых двигателях. Они начали применять впускные трубопроводы переменной длины. Пример — шестицилиндровый двигатель «Мерседес-Бенц» на модели E 300 D. С помощью двух подвижных заслонок в системе всасывания можно менять частоту колебаний встречного и нагнетаемого воздуха, что оказывает непосредственное влияние на величину крутящего момента двигателя. Благодаря обеим заслонкам при такой системе создаются три различных режима прохода воздуха. Заслонки имеют пневматический привод от вакуумных камер. Разряжение подается через электроклапаны к соответствующей камере.

При впуске воздуха поршни создают сильное разрежение, которое при открытых впускных клапанах вызывает движение воздуха в системе всасывания. Если впускные клапаны внезапно закрываются, то воздух «спружинивает» назад — в трубопроводе всасывания возникает колебание. Его частота зависит от длины трубопровода всасывания, числа оборотов коленчатого вала и фаз газораспределения двигателя. Если колебания входят в резонанс, достигается определенный эффект нагнетания. При помощи заслонок можно создавать условия резонанса в широком диапазоне оборотов.

На дизелях других фирм длина коллектора изменяется с помощью разделительной заслонки, которая управляется электромагнитным клапаном (дизели «Опель Омега», «Пежо», «Ауди» и т. д.).

Такого рода решения заметно улучшают динамические качества, в частности, дизельных легковых автомобилей (см. таблицу). Так, из нее видно, что значения скоростного коэффициента для современных дизелей составляют 0,364—0,620. Сравнивая эти цифры с показателями дизелей предыдущих лет выпуска, можно утверждать, что конструкторам удалось добиться расширения скоростного диапазона устойчивой работы — уменьшения нижнего и верхнего пределов скоростного коэффициента до уровней, при которых дизели по своим динамическим качествам фактически не уступают бензиновым.

В заключение: дальнейшее развитие дизелей и их газовых модификаций будет, безусловно, связано с расширением исследований движения и преобразования газовоздушной смеси в их впускных элементах. Большое значение приобретут расчетные методы, позволяющие на ранних стадиях проектирования находить рациональные конструктивные решения, а также моделировать впускные и выпускные коллекторы для различного типа двигателей. Причем особо острой останется, по-видимому, проблема развития модернизации впускных систем автотракторных дизелей, работающих на газовом топливе. И боле всего — проблема соответствующих инженерных решений.

Литература

1. Соодла У.В. Моделирование впускных каналов сверхбыстроходных четырехтактных двигателей. Таллинский политехнический университет. — 1960.
2. Чжен П. Отрывные явления // П. Чжен. — М.: Мир. — 1972.
3. Драганов Б.Х. Конструирование впускных и выпускных каналов двигателей внутреннего сгорания / Б.Х. Драганов, М.Г. Круглов, В.С. Обухов. — К.: Высшая школа. — 1987.

УДК 661.769.2:621.431.73

Бортовое устройство для получения, хранения и использования водорода в качестве автомобильного топлива

Кандидаты техн. наук Ш.Д. БАТЫРМУРЗАЕВ и Л.Б. ВОЛОДИНА, кандидаты экон. наук Т.Г. ГАМЗАТОВ и М.А. САИДОВ, А.Ш. БАТЫРМУРЗАЕВ, З.М. БАТЫРМУРЗАЕВА

Дагестанский ГТУ (8 722 62-37-15),
Дагестанский филиал ОАО «РусГидро»,
Дагестанский институт народного хозяйства (8 722 67-09-15)

Дана характеристика комплексной установки для получения водорода, электроэнергии и кислорода, а также хранения водорода и его использования в качестве топлива в легковых автомобилях.

Ключевые слова: *водород, кислород, автомобиль, емкость, электроэнергия, наночастицы, фуллерены, гидриды.*

Batirmurzaev Sh.D., Volodina L.B., Gamzarov T.G., Saidov M.A., Batirmurzaev A.Sh., Batirmurzaeva Z.M.

THE COMPLEX ARRANGEMENT FOR GETTING, KEEPING AND USING THE HYDROGEN AS FUEL IN THE MOVING TRAFFIC

The characteristics of complex system putting for getting hydrogen, electric power, oxygen, and also keeping hydrogen and using it as the fuel in the passenger cars are given.

Keywords: *hydrogen, oxygen, car, capacity, electric power, nanoparticles, fullerenes, hybrids.*

Основным сырьем промышленного производства водорода в настоящее время служат природный газ (на его долю приходится 48 % получаемого водорода), нефть (30 %) и уголь (18 %). Доля же водорода, добываемого электролизом воды, составляет лишь 4 % [1]. Между тем если говорить о водороде как о топливе для автомобильных двигателей, то именно электролиз (и только он) и может быть способом, который решает проблему перевода АТС с нефтяного на водородное топливо. Но это, очевидно, должен быть не применяемый сейчас метод, базирующийся на водно-щелочном электролизе. Дело в том, что все устройства, реализующие данный метод для получения водорода в больших количествах, имеют в своем составе довольно вместительную емкость с электролитом, вращающуюся с частотой от 1500 до 12500 мин$^{-1}$. Что на борту движущегося АТС обеспечить довольно проблематично [2].

Понимая это, авторы предлагаемой вниманию читателей статьи пошли по другому пути — создали устройство, позволяющее получить водород, электроэнергию и кислород за счет энергии электромагнитного поля и бесплатной тепловой энергии окружающей среды. Причем устройство достаточно компактное, вполне пригодное для его размещения на борту АТС. В нем вращается не емкость, а только водный раствор электролита, что упрощает конструкцию самого устройства и делает его более безопасным.

Схема разработанного авторами устройства приведена на рис. 1. Как видим, в нее входят диэлектрическая емкость *2*, которая заправляется водным раствором электролита; крышка *3* с тремя (*5*, *6*, *8*) патрубками, предназначенными соответственно для отвода кислорода, водорода и дозаправки емкости. Кроме того, через трубопроводы *5* и *6* проходят электроды *4* и *7*. Емкость *2* размещается внутри электромагнитной катушки *1*, которая, в свою очередь, расположена над плоской спиральной катушкой *9*.

Работает устройство следующим образом.

Включают источник тока и одновременно повышают нагрузку на спиральной катушке *9*. Когда энергия электромагнитного поля в каждой катушке достигает величины 25 кДж [3], под действием электрического поля, которое образуется между кольцевыми патрубками — катодом *4* и анодом *7*, начинается разложение воды на водород и кислород. Уменьшающийся при этом ее уровень восстанавливается путем дозированного поступления раствора электролита через патрубок *8*. Водород и кислород удаляются по патрубкам *5* и *6* соответственно.

Почему именно 25 Дж? Потому что энергия водородной связи воды равна 25 кДж/моль. При электролизе эту связь необходимо разорвать. Что и обеспечивает рассматриваемое устройство.

Для разрушения гидратной оболочки в области дальней гидратации необходимо, чтобы магнитогидродинамическое давление жидкости превышало предельное напряжение сдвига ($\tau_{0,2}$). В данном случае оно составляет 5—15 Па [4]. И подсчитывается оно по формуле № 1 (табл. 1).

Оптимальную величину напряженности ($H_{опт}$) магнитного поля, при которой разрушаются гидратные оболочки, дает формула № 2.

При токе до 10 А и напряжении 12 В, которые может обеспечить бортовой электрогенератор любого современного АТС без снижения работоспособности других потребностей электроэнергии, энергия электромагнитного поля в водном растворе электролита составляет 25—50 кДж. Частота вращения водного рас-

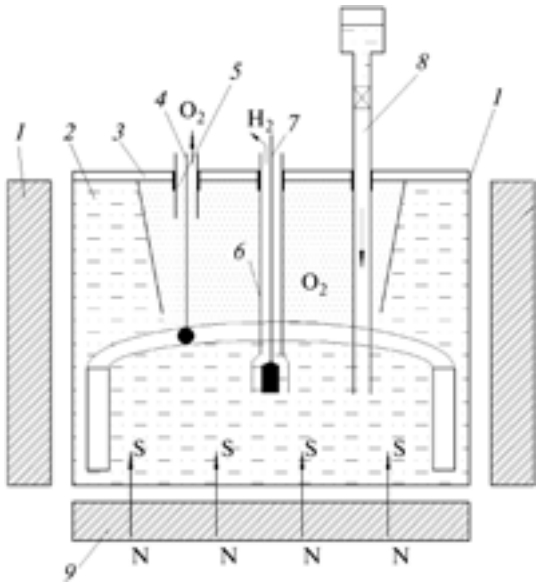


Рис. 1. Схема устройства для получения водорода на борту АТС:
1 — электромагнитная катушка; *2* — диэлектрическая емкость; *3* — крышка; *4* — катод; *5* — патрубок отвода кислорода; *6* — патрубок отвода водорода; *7* — анод; *8* — патрубок подачи воды; *9* — спиральная катушка

твора электролита максимальная в центре емкости *2* и уменьшается к ее периферии. При таком вихревом движении жидкости в магнитном поле ее температура у анода повышается, а у катода, наоборот, понижается. Последнее объясняется тем, что процесс разложения воды на кислород и водород за счет восстановления их ионов сопровождается уменьшением энтальпии раствора. И если не восполнять теплопотери, то раствор замерзнет и процесс прекратится [5]. По этой причине в предлагаемом устройстве предусмотрен подогрев наружной поверхности емкости *2* теплотой из окружающей среды (отработавшими газами двигателя).

Внутри емкости водный раствор электролита под действием энергии электромагнитного поля вращается. При достижении 25—50 кДж водородная связь разрушается. За счет центробежных сил тяжелые отрицательно заряженные частицы кислорода накапливаются на внутренней поверхности емкости, а легкие, положительно заряженные частицы водорода собираются в ее центре. Следовательно, подведенная к устройству из окружающей среды тепловая энергия в результате совершения работы по деформированию гидратных связей ионов в водном растворе электролита полностью преобразуется в потенциальную химическую и электрическую энергии.

Общий КПД устройства существенно больше, чем у известных электролизных устройств: он в среднем равен 0,87—0,93, а выход водорода составляет 10—13 кг/ч.

В процессе разложения воды, входящей в состав электролита, на водород и кислород концентрация электролита увеличивается. Поэтому для поддержания заданного ее значения в электролит добавляется, как сказано выше, вода.

Теперь о параметрах электромагнитных катушек, используемых в устройстве. И начнем с катушки *9*.

Известно, что энергию $W_м$ магнитного поля дает формула № 3. Кроме того, выше уже упоминалось, что при $W_м$ = 25 кДж вода разлагается на водород и кислород. Тогда индуктивность $L_с$, обеспечивающая это разложение, можно подсчитать по формуле № 4. И если учесть, что J = 10 А (см. выше), то L = 500 Гн.

С другой стороны, известно, что L можно найти и по формуле № 5.

Для изготовления катушки, как обычно, используется холоднокатаная лента толщиной 0,02—0,04 мм из железоникелевого сплава 79 НМ. Для него $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн. Площадь соленоида рассчитывается по формуле № 6,

Таблица 1

№ формулы	Формула	Примечания
1	$P_{мгд} = 2\mu\mu_0 \frac{\sigma_r}{\delta_r} Q_x H a_r$	μ — магнитная проницаемость воды; μ_0 — абсолютная проницаемость вакуума; σ_r — поверхностная плотность заряда; δ_r — толщина сольватного слоя; Q_x — скорость движения ионов; H — напряженность магнитного поля; a_r — радиус сферического иона
2	$H_{опт} = \frac{\tau_{0,2}\delta_r}{2\mu\mu_0\sigma_r a_r Q_x}$	$\tau_{0,2}$ — предельное напряжение сдвига
3	$W_м = 0{,}5Ll^2$	L — индуктивность катушки (соленоида); J = 10 А — сила тока в обмотке
4	$L_с = \frac{2W_м}{J}$	—
5	$L = \mu\mu_0 \frac{N^2 S_с}{L_с}$	N — число витков соленоида; $S_с$ — площадь соленоида
6	$S_с = \frac{\pi d_с}{4}$	$d_с$ — диаметр соленоида
7	$N = \sqrt{\frac{L_с l_с}{\mu\mu_0 S_с}}$	l_c — высота соленоида
8	$Q = J^2 Rt = J^2 \frac{U}{J} t = JUt$	R — сопротивление провода; t — время
9	$A = \frac{J^2 L}{2}$	—
10	$W_м = \frac{B^2 V_е}{2\mu\mu_0} = \frac{B^2 l_с S_с}{2\mu\mu_0}$	$B = \frac{\mu\mu_0 NJ}{l_с}$
11	$W_м = \frac{\mu\mu_0 N^2 J^2 S_с}{2l_{спр}} = \frac{\mu\mu_0 I^2 l_с S_с}{2d^2}$	—
12	$JUt_1 = \frac{\mu\mu_0 J^2 l_с S_с}{2d_{пр}^2}$	—
13	$t_1 = \frac{\mu\mu_0 J l_с S_с}{2Ud_{пр}^2}$	—

а число N витков в нем при одинарной обмотке — по формуле № 7.

По конструктивным соображениям примем, что $d_с = 0{,}35$ м и $l_с = 0{,}11$ мм. Тогда $S_с = 0{,}192$ м^2; $N = 39$.

Теперь определим диаметр $d_{пр}$ провода, из которого наматывается соленоид.

Так как $l_с = Nd_{пр}$, то $d_{пр} = \frac{l_с}{N} = \frac{0{,}11}{39} = 2{,}82$ мм.

Очевидно, что затем нужно проверить, пропустит ли этот провод ток 10 А, т. е. будет ли выполняться условие $J/S_{пр} < 2$ А/мм^2.

В нашем случае $J/S_{пр} = 10$ А/6,28 мм^2 = 1,6 А/мм^2, т. е. условие выполняется. Если же учесть ГОСТ на провода, то надо брать $d_{пр}$ не 2,82, а 3 мм. Тогда $J/S_{пр} = 1{,}4$ А/мм^2, что значительно меньше 2 А/мм^2.

Таким образом, получили: $J = 10$ А; $U = 12$ В; $W_м = 25$ кДж; $L_с = 500$ Гн; $d_{пр} = 3$ мм; $d_с = 0{,}35$ м; $N = 39$; $J/S_{пр} = 1{,}4$ А/мм^2.

Основные параметры электромагнитной катушки *1*, в которую устанавливается емкость с электролитом, определяются, в общем-то, в той же последовательности, что и катушки *9*. Но для упрощения примем, что сила тока и индуктивность данного соленоида такие же, как и в спиральной катушке *9*, т. е. $J = 10$ А и $L_с = 500$ Гн, $l_с$ примем равной 0,21 м. Затем по формуле № 7 находим, что $N = 54$, по формуле $d_{пр} = \frac{l_с}{N}$ — диаметр провода: он равен 3,88 мм ≈ 4 мм. Тогда $\frac{l}{S_{пр}} = 0{,}796$ А/мм^2 < 2 А/мм^2.

Высота $l_е$ соленоида принята равной 0,25 м, а диаметр — 0,3 м. Следовательно, объем $V_е$ составляет 0,01766 м^3 (17,66 л). Плотность $\rho_э$ электролита ~1000 кг/м^3, т. е. его масса $m_э = 17{,}66$ кг. Общая масса устройства ≈50 кг.

Найдем количество водорода, которое может давать данный электролизер.

Известно, что работа электрического тока равна количеству Q теплоты, выделяемой проводником, по которому этот ток проходит (формула № 8). Известно также, что работу A электрического тока дает формула № 9 и эта работа совершается за счет энергии магнитного поля, т. е. $W_м$. Тогда $W_м = Q$.

Энергия $W_м$ электромагнитного поля, получаемая внутри катушки *1*, можно записать в виде формулы № 10. Или, с учетом формулы № 7, — в виде формулы № 11.

Подставив в эту формулу численные значения входящих в нее параметров, получили: $W_м = 2{,}21$ Дж.

Определим далее, за какое время t_1 в обмотке катушки *1* выделяется количество теплоты, равное энергии поля внутри нее при $U = 12$ В и $J = 10$ А. Для этого раскроем равенство $Q = W_м$, т. е. запишем его в виде формулы № 12, и решим относительно t_1 (формула № 13).

После подстановки в нее численных значений параметров имеем: $t_1 = 0{,}185$ с.

Аналогично найдем t_2 катушки *9*: $t_2 = 0{,}1978$ с.

Таким образом, за 0,185 с в катушке *1* выделяется 0,0224 м^3 водорода, а за 1 ч — 7,26 м^3; в катушке *9* за 0,1982 с выделяется также 0,0224 м^3, а за 1 ч — 6,77 м^3. В сумме — 14,03 м^3/ч. Тогда за 10 ч будет 140,3 м^3/ч, что составляет 12,63 кг.

Известно, [6] что на 1000 км пути в среднем расходуется 22 кг водорода. Значит, 12,63 кг даже с учетом утечки 1,5—2 кг его хватит на 500—600 км, или при движении со скоростью 80 км/ч на 7 ч.

При $J = 10$ А и $U = 12$ В электроэнергия затрачивается только на преодоление внутреннего омического сопротивления самого устройства. Если же соответствующее этим значениям J и U пороговое значение энергии магнитного поля будет превышено, то избыток последней порождает избыток электрической энергии, т. е. уже внешнюю силовую электрическую энергию. И поскольку плотность тока достигает максимального значения (состояния насыщения), а напряжение неограниченно возрастает, то получающаяся таким образом электроэнергия способна производить работу на внешнем потребителе. Тем самым устройство приобретает свойства термохимического источника (генератора).

Полученный в рассмотренном устройстве водород, в принципе, может храниться либо в баллонах (в сжатом или сжиженном виде), либо в гидридах металлов [2]. Но для АТС приемлем, по мнению авторов, только второй способ: он безопасен. Для его реализации разработаны картриджи, содержащие гидриды металлов и наночастицы, получаемые с использованием компо-

Таблица 2

Параметр	Значение параметра		
	Спиральная катушка	Электромагнитная катушка	Устройство в целом
Энергия электромагнитного поля, кДж			
Высота, м	25	25	50
Площадь, м^2	0,11	0,21	0,32
Диаметр, м^2	0,192	0,192	0,384
Внутренний диаметр, м	0,35	—	—
Диаметр проволоки, мм	3	4	—
Витки:			
число	37,18	52,5	89,68
число рядов	1	1	—
вид укладки	Вплотную	Вплотную	—
Индуктивность, Гн	500	500	1000
Питание:			
ток, А	10	10	20
напряжение, В	12	12	—
Каркас:			
материал	79 НМ	79 НМ	—
толщина ленты, мм	0,2—0,3	0,2—0,3	—
магнитная проницаемость, Тс/Э	150 000	150 000	
Емкость:			
высота, м	—	0,25	—
толщина стенки, мм	—	5	—
внутренний диаметр, м	—	0,3	—
вместимость, л	—	38	—

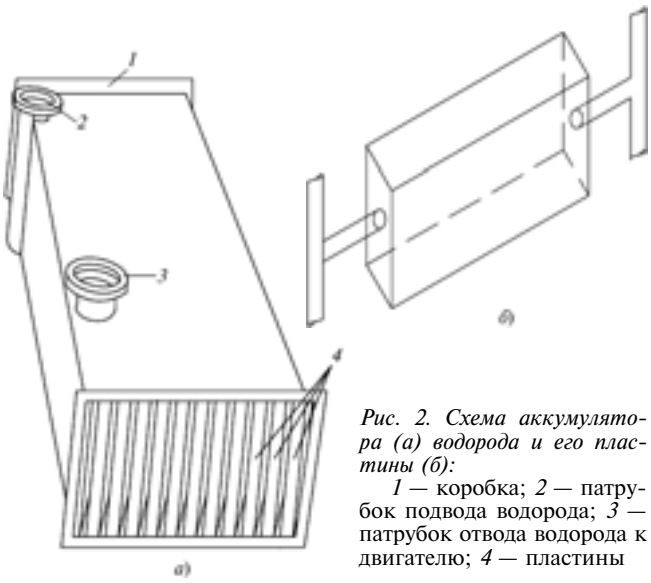


Рис. 2. Схема аккумулятора (а) водорода и его пластины (б):

1 — коробка; *2* — патрубок подвода водорода; *3* — патрубок отвода водорода к двигателю; *4* — пластины

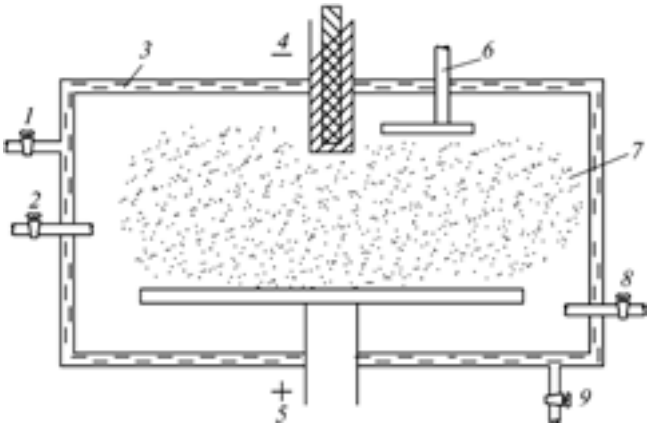


Рис. 3. Схема плазменного синтеза эндоодральных металлофуллеренов, нанопатрубков и наноуглеродных частиц на пластине аккумулятора водорода:

1 — патрубок подвода охлаждающей жидкости (воды); *2* — подвод гелия; *3* — емкость с водяной рубашкой; *4* — катод; *5* — анод; 6 — поджигатель дуги; *7* — пластина; *8* — вакуумный насос; *9* — патрубок отвода охлаждающей жидкости

зитного катода, и состоящие (масс. %) из 10 % FeTi, 5 % Mg_2Ni, 5 % LaNi и 80 % аморфного углерода.

Емкость для хранения водорода представляет собой (рис. 2, *а*) коробку *1* из нержавеющей стали, к наружной поверхности которой приварены патрубки подвода (*2*) и отвода (*3*) водорода. Внутри размещены 50 пластин (рис. 2, *б*), изготовленных путем формования и сушки смеси, состоящей из тонкомолотых гидридообразующих сплавов интерметаллидов, содержащих 30 % FeTi, 29 % Mg_2Ni, 25 % LaNi, 10 % аморфного углерода с удельной поверхностью 2500—3000 $см^2/г$, 4 % кремнийорганической смолы, 2 % алюминиевой пудры и воду. Наружную поверхность пластин травят фторной кислотой на глубину 0,5—1 мм, а затем на ней и внутренней части стенок коробки плазменным напылением синтезируют наноразмерные частицы, эндоэдральные металлофуллерены и углеродные нанотрубки.

Композитный катод, как сказано выше, готовят из тонкомолотых гидридов, смесь которых загружают в заранее просверленное в графитовом стержне катода отверстие, затем сушат в вакууме при температуре 573 K (300 °C) в течение 5 ч и прокаливают (то же в вакууме) при температуре 1273 K (1000 °C) в течение 3 ч.

Гидрид $FeTi\text{-}H_2$ имеет наибольшую сорбционную способность и низкую стоимость, низкотемпературный; $LaNi_5H_{6,7}$ — гидрид дорогой, но он многократно (не менее 3000 циклов) поглощает технический водород (98,5 %) без ухудшения своих сорбционных свойств. Причем он может в один свой объем поглощать до 1450 объемов водорода. Плотность водорода-газа в $LaNi_5$ при давлении 0,25 МПа и комнатной температуре почти вдвое превышает плотность жидкого водорода.

Интерметаллические соединения типа RNi_5 (R — редкоземельный элемент, Ni — никель или кобальт) эффективно поглощают и выделяют водород, причем процесс поглощения идет при сравнительно невысоких (323—373 K, или 50—100 °C).

Аккумулятор водорода набран из 62 коробок. Их общая площадь поглощения водорода составляет 98,3 $м^2$, наружные размеры — 1060×375×5 мм. Водород подается в аккумулятор при атмосферном давлении и ком-

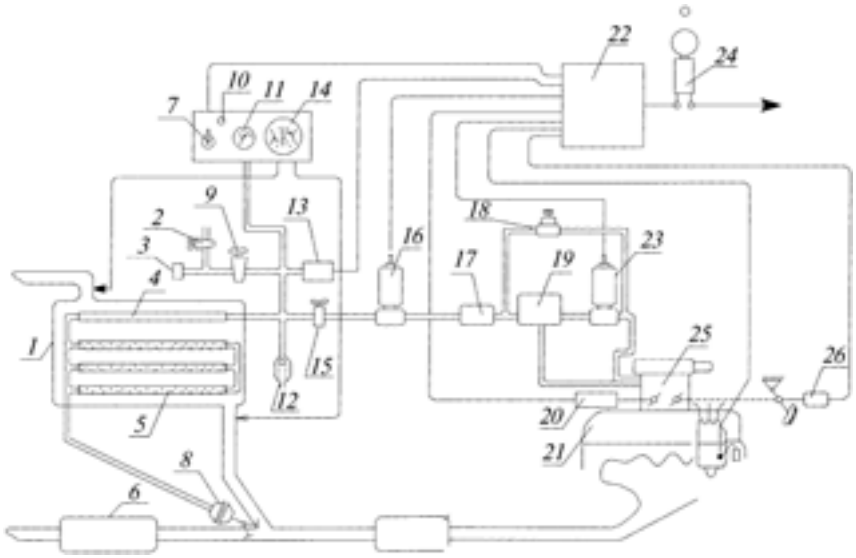


Рис. 4. Схема питания двигателя АТС водородом:

1 — гидридный аккумулятор водорода; *2* — продувочный вентиль; *3* — заправочный штуцер; *4* — накопительная емкость; *5* — элемент гидридного аккумулятора водорода; *6* — глушитель; *7* — тумблер включения блока управления; *8* — регулятор расхода отработавших газов; *9* — заправочный вентиль; *10* — контрольная лампа; *11* — манометр; *12* — клапан аварийного сброса давления; *13* — датчик давления; *14* — указатель температуры отработавших газов в аккумуляторе; *15* — запорный вентиль; *16* — общий электромагнитный клапан; *17* — редуктор давления; *18* — регулируемый жиклер холостого хода; *19* — регулятор расхода водорода; *20* — привод заслонки смесителя; *21* — двигатель; *22* — электронный блок управления; *23* — рабочий электромагнитный клапан; *24* — замок зажигания; *25* — карбюратор-смеситель; *26* — датчик положения дроссельной заслонки

натной температуре, а чтобы его выделить, емкость нагревается до 373—423 К (100—150 °С) отработавшими газами при давлении 0,15—0,2 МПа (1,5—2 кгс/см^2).

Для повторной заправки емкость охлаждают до 288—293 К (15—20 °С), пропуская через нее воду. В случае засорения пространства между коробками его очищают способами, применяемыми для очистки межтрубного пространства в трубчатых теплообменниках.

На рис. 3 дан общий вид устройства для плазменного нанесения эндоэдральных металлофуллеренов, нанотрубок и наноуглеродных частиц на аккумуляторные пластины и внутренние поверхности коробок из нержавеющей стали.

Как видим, оно состоит из емкости с водяной рубашкой *3*; патрубков подвода (*1*) и отвода (*9*) воды для охлаждения емкости; композитного катода *4*; поджигателя *6* дуги; вакуумного насоса *8* для откачки воздуха; анода *5*, на котором устанавливается напыляемая деталь; патрубка *2* для наполнения гелием емкости.

Параметры плазменного напыления следующие: давление гелия — 720 Торр (1 Торр = 1/760 атм. = = 0,00132 атм.); ток дуги — 50 А, напряжение — 80 В.

Расчетное значение массового содержания водорода в 62 пластинах-аккумуляторах — 7,84 %, а в наноразмерных частицах — 12,16 %. Что в целом составляет 20 %, или 9,46 кг.

Подача водорода от аккумулятора в двигатель автомобиля осуществляется способом, предложенным А.И. Мищенко. Его схема приведена на рис. 4.

Таким образом, созданное авторами устройство позволяет получить водород, электроэнергию и кислород непосредственно на борту АТС путем преобразования энергии электромагнитного поля и бесплатной тепловой энергии окружающей среды в химическую и электрическую энергии. Емкость же для хранения водорода с гидридными картриджами легко помещается в багажнике легкового автомобиля, обеспечивая ему пробег 500—600 км со скоростью 80—90 км/ч.

Литература

1. Григорьев С.А., Прембский В.И., Фатеев В.Н., Самсонов Р.О., Козлов С.О. Получение водорода электролизом воды: современное состояние и перспективы // Транспорт на альтернативном топливе. 2008. № 3 (3). — С. 62—69.
2. Система хранения и подачи водорода в силовую установку автомобиля, Патент РФ № 2315903, 27.01.2008.
3. Миненко В.И. Магнитная обработка водно-дисперсных систем. Киев. Техника, 1970. — 165 с.
4. Ефремов И.Ф., Лукашенко Г.М., Усьяров О.Г. — В кн. Поверхностные силы в тонких пленках и дисперсных системах. — М., Наука. 1972. — С. 35—40.
5. Кудымов Г.И. Студенников В.В. «Устройство для преобразования энергии» РФ, Патент № 2174162 С1 С25 В 9/00,1/02, F 02 м 21/02, 27.09.2001 г.
6. Мищенко А.И. Применение водорода для автомобильных двигателей. — Киев: Наук. Думка, 1984. — 143 с.

УДК 629.114.4

Параметры управления фрикционными муфтами ГМП и их влияние на износно-ресурсные характеристики и тепловую нагруженность фрикционов

Канд. техн. наук С.А. РЫНКЕВИЧ

Белорусско-Российский университет (+375 222 26-61-00)

Приведены результаты моделирования тепловой динамики фрикционных муфт гидромеханической передачи автомобиля-самосвала. Выполнена оценка влияния параметров управления фрикционов на износно-ресурсные характеристики и их тепловую нагруженность.

Ключевые слова: *гидромеханическая передача, фрикционная муфта, износ, динамическая и тепловая нагруженность.*

Rynkevich S.A.

A PARAMETERS OF CONTROL FRICTIONS OF THE HYDRO-MECHANICAL TRANSMISSIONS OF THE AUTOMOBILES AND THEY INFLUENCE ON CHARACTERISTICS OF FRAY AND TEMPERATURE LOAD OF THE FRICTIONS

The questions of researches and results of the modeling heat load frictions of the hydro-mechanical transmissions of the automobiles reviewed. Given results of the influence parameters of control frictions of the hydro-mechanical transmissions on characteristics of fray and temperature load of the frictions.

Keywords: *hydro-mechanical transmission, friction, fray, dynamic and heat load.*

В ББРУ проведены математические исследования износно-ресурсных характеристик и тепловой нагруженности фрикционных муфт ГМП. При этом использовались характеристики, приведенные на рис. 1, изменения давлений в цилиндрах фрикционов [1], на котором p_{max} — максимальное давление на поверхности трения фрикционных муфт, p_1 и p_2 — соответственно давление в выключаемой и включаемой фрикционных муфтах, t_{p1} — время сброса давления выключаемой муфты, t_{p2} — время нарастания давления включаемой муфты, $t_з$ — время заполнения включаемой муфты, $t_п$ — время перекрытия передач, определяемое как $t_п = t_{p1} - t_з$. При анализе качества переходных процессов рассматривались показатели, представляющие собой вектор $y = (y_1, ..., y_i)$, $i = \overline{1, n}$ (n — число показателей). Это показатели трех групп — динамической нагруженности трансмиссии, плавности переключения передач и тепловой нагруженности фрикционов.

Динамическая нагруженность ГМП оценивалась по максимальному динамическому моменту M_{y4max} на карданном валу, плавность переключения передач — по максимальному ускорению a_{max} автомобиля за время

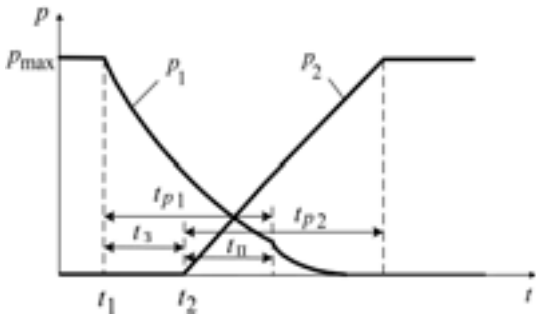


Рис. 1. Характеристики изменения давлений в цилиндрах фрикционов ГМП при переключении передач

переходного процесса, тепловая нагруженность фрикционов — по максимальному значению поверхностной температуры на стальном ($T_с$) и металлокерамическом ($T_м$) дисках, а также по удельной работе $W_{уд}$ и мощности $P_{уд}$ буксования. В качестве варьируемых параметров управления фрикционными муфтами приняты: время t_{p2} нарастания давления включаемой муфты, время $t_п$ перекрытия передач, максимальное давление p_{max} на поверхности трения фрикционных муфт и скорость $v_п$ движения автомобиля, при которой начинается процесс переключения передач. Для получения функциональных зависимостей между показателями качества переходных процессов и варьируемыми параметрами использовался, как обычно в таких случаях, метод планирования многофакторного вычислительного эксперимента.

В качестве объекта исследования был взят самосвал БелАЗ-7555, оснащенный ГМП [2, 3]. Для решения поставленной задачи, как было установлено, в данном случае потребовалась система, состоящая из 10 следующих уравнений:

$$\frac{d\omega_1}{dt} = (M_д - M_{у1} - M_{д1})/J_1;$$

$$\frac{d\omega_2}{dt} = (M_{у1} + M_{д1} - M_н L_н - M_{фбл} L_{бл})/J_2;$$

$$\frac{d\omega_3}{dt} = (M_н K_{тн} L_н + M_{фбл} L_{бл} - M_{у2} - M_{д2})/J_3;$$

$$\frac{d\omega_4}{dt} = \left(M_{у2} + M_{д2} - \frac{M_{ф1} L_{ф1}}{u_{кп1,1}\eta_{кп1,1}} - \frac{M_{ф2} L_{ф2}}{u_{кп2,1}\eta_{кп2,1}}\right)/J_4;$$

$$\frac{d\omega_5}{dt} = (M_{ф1} L_{ф1} u_{кп1,2}\eta_{кп1,2} + M_{ф2} L_{ф2} u_{кп2,2}\eta_{кп2,2} - M_{у3} - M_{д3})/J_5;$$

$$\frac{d\omega_6}{dt} = (M_{у3} + M_{д3} - M_{ф3} L_{ф3} - M_{ф4} L_{ф4})/J_6;$$

$$\frac{d\omega_7}{dt} = (M_{ф3} L_{ф3} u_3 \eta_3 + M_{ф4} L_{ф4} u_4 \eta_4 - M_{у4} - M_{д4})/J_7;$$

$$\frac{d\omega_8}{dt} = \left(M_{у4} + M_{д4} - \frac{M_{у5} + M_{д5}}{u_0 \eta_0}\right)/J_8;$$

$$\frac{d\omega_9}{dt} = \left(\frac{M_{у5} + M_{д5}}{u_к \eta_к} - M_{у6} - M_{д6} - M_{f2}\right)/J_9;$$

$$\frac{d\omega_{10}}{dt} = (M_{у6} + M_{д6} - M_{f1} - M_h - M_w)/J_{10}.$$

(В них ω_i, $i = \overline{1, 1}$ — угловые скорости сосредоточенных масс модели; $M_д$ — момент двигателя; $M_{у\,j}$, $j = \overline{1, 6}$ — моменты ее упругих элементов; $M_{д\,j}$, $j = \overline{1, 6}$ — моменты диссипативных элементов; $M_н$ — момент насосного колеса гидротрансформатора (ГДТ); $K_{тн}$ — коэффициент трансформации ГДТ; $M_{фбл}$ — момент трения фрикционной муфты блокировки ГДТ; $M_{ф1}...M_{ф4}$ — моменты трения фрикционных муфт гидромеханической коробки передач (ГМКП), $u_{кп1,1}$; $u_{кп2,1}$; $u_{кп1,2}$; $u_{кп2,2}$ — передаточные числа пар шестерен, обеспечивающих

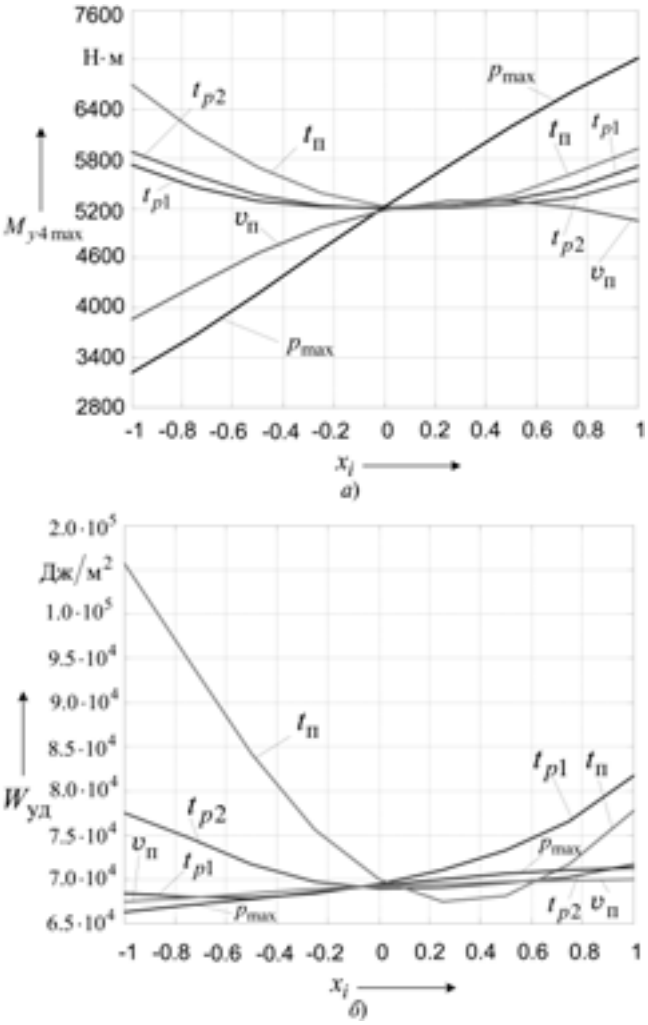


Рис. 2. Изменение $M_{уд\,max}$ (а) и $W_{уд}$ (б) переходных процессов в области варьирования управляемых параметров фрикционных муфт ГМП на режиме переключения 2 → 3

передачу энергии между входным и промежуточным валами ГМКП; $\eta_{кп1,1}$; $\eta_{кп2,1}$; $\eta_{кп1,2}$; $\eta_{кп2,2}$ — КПД этих пар шестерен; u_3, u_4 — передаточные числа пар шестерен понижающего и повышающего диапазонов коробки передач; η_3, η_4 — КПД этих пар шестерен; u_0, $u_к$ — передаточные числа главной и колесной передач; η_0, $\eta_к$ — КПД этих передач; M_{f1}, M_{f2} — моменты сопротивлений качению колес переднего и заднего мостов; M_h и M_w — приведенные моменты сопротивления подъему и воздуха; $L_{бл}$, $L_{ф1}$, ..., $L_{ф4}$ — дискретные функции состояний фрикционных муфт; $L_н$ — дискретная функция состояния гидротрансформатора: $L_н = 1$ при его функционировании; $L_н = 0$ — после его блокирования [2]. Причем функции $L_{бл}$, $L_{ф1}$, ..., $L_{ф4}$ равны единице в процессе включения муфт, а в их замкнутом и выключенном состояниях — нулю.)

«Чувствительность» показателей качества $M_{у4max}$ и $W_{уд}$ к изменению исследуемых параметров показана на рис. 2, *а*, *б*. Они свидетельствуют, что наибольшее влияние на качество процесса включения передач ока-

зывает максимальное давления p_{max} масла в цилиндрах фрикционных муфт, а также время «перекрытия» передач. (Например, зависимости большинства показателей качества от данного параметра имеют экстремальный характер с минимумом при $t_п$ = 0,22÷0,27 с.)

Наиболее чувствительны к варьированию времени $t_п$ переключения показатели тепловой нагруженности фрикциона. Так, изменение $t_п$ от —0,05 до +0,2 снижает удельную работу буксования фрикциона в 2,2 раза. При этом уровни динамических нагрузок на входном валу коробки передач и карданном валу уменьшаются соответственно в 1,27 и 1,32 раза, а максимальное ускорение самосвала в переходном процессе — в 1,37 раза.

Для изучения влияния параметров управления фрикционными муфтами ГМП на износно-ресурсные характеристики фрикционов и их тепловую нагруженность использовались следующие показатели: износ $\Delta_{и.ф}$; его относительная интенсивность $\frac{\Delta_{и.ф}}{\Delta_{и.max}}$; ресурс $t_р$ фрикциона; удельная работа $W_{уд}$ буксования. В качестве варьируемых параметров управления фрикционными муфтами выбраны: $n_п$ (число включений фрикционных муфт до начала предельного изнашивания), а также $t_{р2}$ (время нарастания давления включаемой муфты) и $t_б$ (время буксования фрикциона).

Таблица 1

Обозначение факторов		Уровни факторов		
натуральное	кодированное	−1	0	+1
$t_{р1}$, с	x_1	0,15	0,30	0,45
$t_{р2}$, с	x_2	0,15	0,35	0,55
$t_п$, с	x_3	−0,05	0,2	0,45
p_{max}, МПа	x_4	1,2	1,5	1,8
$v_п$, м/с	x_5	9,7	12,5	15,3

Таблица 2

Номер точки спектра плана	Уровни факторов		
	x_1	x_2	x_3
1	−1	−1	−1
2	1	−1	−1
3	−1	1	−1
4	1	1	−1
5	−1	−1	1
6	1	−1	1
7	−1	1	1
8	1	1	1
9	−1	0	0
10	1	0	0
11	0	−1	0
12	0	1	0
13	0	0	−1
14	0	0	1

Таблица 3

Обозначение факторов		Значения фактора при нулевом уровне	Интервал варьирования фактора, %
натуральное	кодированное		
$n_п$	x_1	15 000	20
$t_{р2}$, с	x_2	0,5	20
$t_б$, с	x_3	0,3	20

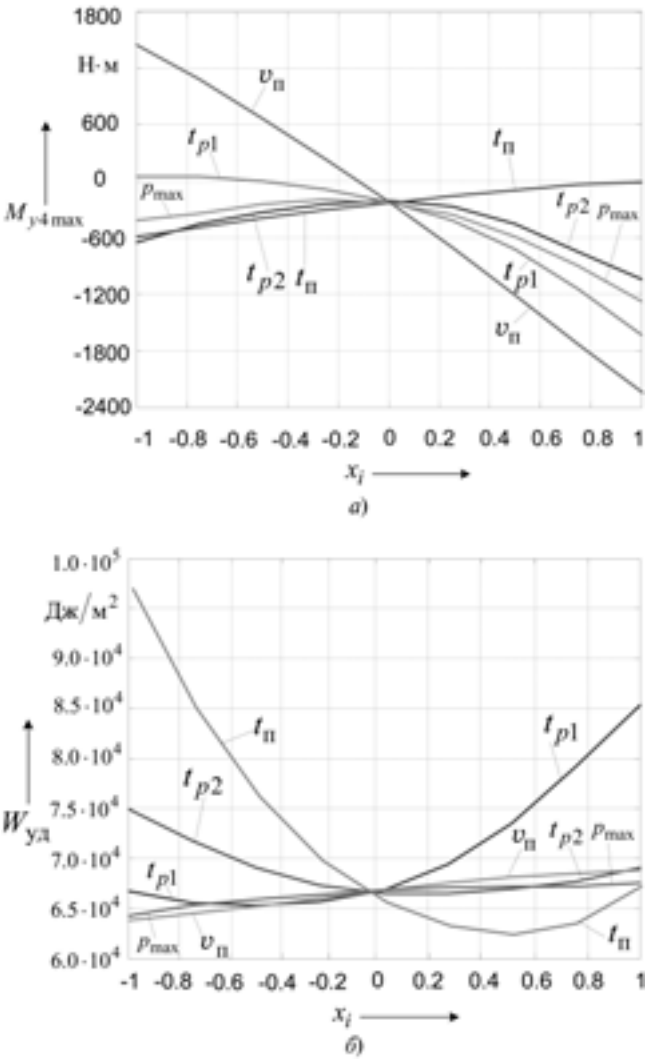


Рис. 3. Изменение $M_{уд\,max}$ (а) и $W_{уд}$ (б) переходных процессов в области варьирования управляемых параметров фрикционных муфт ГМП на режиме 3 → 2

Использовался полный факторный эксперимент с 14 опытами. Матрица спектра плана показана в табл. 2, а соотношения между натуральными и кодированными факторами — в табл. 3.

Полученные для каждого износно-ресурсного показателя y_i (i = 3) регрессионные уравнения имели следующий вид: $y_i = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_1x_2 + b_5x_1x_3 + b_6x_2x_3 + b_1x_1^2 + b_2x_2^2 + b_3x_3^2$, а характер чувствительности этих показателей к изменению исследуемых параметров приведен на рис. 3—4. (Кривые построены по регрессионным уравнениям путем варьирования одного из параметров от −1 до +1 при условии, что остальные параметры находятся на основном уровне.)

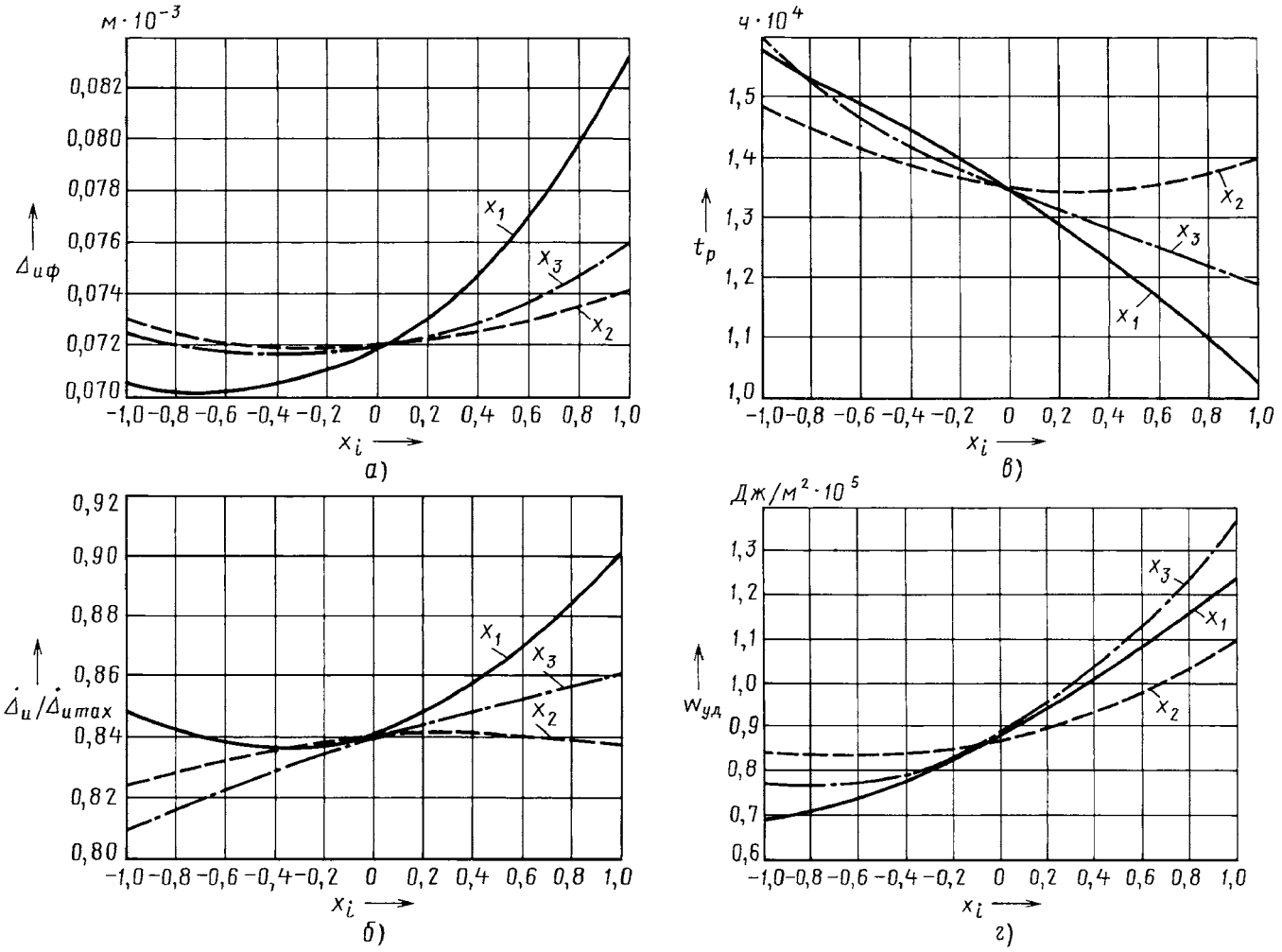


Рис. 4. Зависимости износа фрикционов (а), относительной его интенсивности (б), времени нарастания давления (в) и удельной работы (г) от значений варьируемых параметров

Как следует из этих рисунков, число $n_п$ включений фрикционных муфт до начала предельного изнашивания оказывает наибольшее влияние на величину износа фрикционов и его относительную интенсивность. Тогда как время $t_{р2}$ нарастания давления включаемой муфты влияет на эти показатели мало. Правда, с его ростом в пределах 0,1—0,2 с несколько увеличивается ресурс $t_р$ фрикциона.

Число $n_п$ включений фрикционных муфт до изнашивания значительно (в 1,35—1,5) сокращает ресурс при изменении $n_п$ от 15 000 до 18 000.

Исследованиями установлено, в конце концов, что увеличение значений всех трех параметров (числа $n_п$ включений фрикционных муфт до начала предельного изнашивания, времени $t_{р2}$ нарастания давления включаемой муфты и времени $t_б$ буксования фрикциона в диапазоне изменения уровней варьирования факторов от −1 до +1) приводит к повышению удельной работы $W_{уд}$ буксования на 78 % для первого фактора, на 30 — для второго и на 72 % — для третьего.

Выводы из результатов проведенных исследований: надо учитывать, во-первых, что параметры управления фрикционными муфтами ГМП и эксплуатационные параметры значительно влияют на износно-ресурсные характеристики и тепловую нагруженность фрикционов. При этом число включений фрикционных муфт до начала предельного изнашивания больше всего сказывается на величине износа и относительной его интенсивности. Во-вторых, использование в бортовом диагностировании предложенных регрессионных уравнений позволяет грамотно прогнозировать степень износа фрикционов и величину их остаточного ресурса [4].

Литература

1. Тарасик В.П. Интеллектуальные системы управления автотранспортными средствами / В.П. Тарасик, С.А. Рынкевич. — Мн.: УП «Технопринт», 2004. — 512 с.: ил.
2. Разработать математические модели, провести исследования и анализ процессов функционирования гидравлических приводов системы управления механизмами самосвалов грузоподъемностью 45...60 т и разработать рекомендации по их совершенствованию: отчет о НИР (заключ.) / МГТУ; рук. В.П. Тарасик; исполн.: Н.Н. Горбатенко [и др.]. Могилев, 2000. — 52 с. — № ГР 2000224.
3. Исследование, поставка, монтаж и испытания опытного образца электронной системы управления ГМП для карьерного самосвала БелАЗ-7516: отчет о НИР (заключ.) / Науч. рук. В.П. Тарасик. — Могилев, 2007. — 41 с.
4. Тарасик В.П. Технологии искусственного интеллекта в диагностировании автотранспортных средств / В.П. Тарасик, С.А. Рынкевич. — Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2007. — 280 с.: ил.

УДК 629.017

Неравномерность действия тормозных механизмов и ее влияние на рабочий процесс тормозной системы автомобиля с АБС

Д-р техн. наук А.А. РЕВИН, Д.Ю. КОМАРОВ

ВолгГТУ (8 442 23-00-76)

Изучено влияние неравномерности действия тормозных механизмов переднего моста на рабочий процесс затормаживания колес автомобиля с АБС. Показана зависимость диагностических параметров для определения исправного состояния от различных условий движения при торможении автомобиля.

Ключевые слова: *антиблокировочная тормозная система, бортовой компьютер, датчик, диагностический признак, замедление, неисправность, неравномерность действия тормозных механизмов, проскальзывание колеса, рабочий процесс, тормозная динамичность, тормозная система, тормозной механизм, тормозной привод, тормозной путь, управляемость, устойчивость, экстренное торможение.*

Revin A.A., Komarov D.Y.

THE EFFECT OF NON-UNIFORMITY OF ACTION OF BRAKE MECHANISMS ON THE OPERATION OF THE BRAKING SYSTEM

The article presents the examination on the effect of a nominal deviation of technical condition parameters in a braking system of a vehicle with ABS on a wheel braking exemplified by the non-uniformity of action of brake mechanisms of the front wheel. The article also gives a view of the dependencies of diagnostic parameters for defining the operating condition of the system during the process of vehicle braking at various traffic conditions.

Keywords: *antilock brake system, on-board computer, sensor, diagnostic character, deceleration, defect, non-uniformity of action of brake mechanisms, wheel slip, operation, braking dynamics, braking system, brake, brake gear, braking distance, steer ability, stability, emergency brake application.*

АБС, как известно, обеспечивает экстренное торможение колес автомобиля в области оптимального проскальзывания независимо от типа дорожного покрытия и флуктуаций коэффициента сцепления. Благодаря этому автомобиль без «юза» затормаживается с максимально возможным в определенных дорожных условиях замедлением, сохраняя устойчивость и управляемость. Но лишь при условии, что элементы тормозной системы исправны. При выходе же из строя или нарушении работоспособности любого из них, в том числе элементов самой АБС, эффективность торможения заметно снижается, а в некоторых случаях тормозная система и вовсе перестает оказывать влияние на процесс затормаживания колес. Причем особенно опасно с этой точки зрения, как свидетельствует опыт, снижение коэффициента трения в паре «тормозная колодка—тормозной диск» передних колес: появляется неравномерность действия тормозных механизмов и автомобиль при торможении начинает уводить в сторону. Проблема усложняется еще и тем, что на показатели рабочего процесса могут влиять не только неисправности тормозной системы, но и состояние дорожного покрытия, а также множество других, зачастую трудно учитываемых факторов.

Чтобы предупредить все перечисленное, нужны, очевидно, перечни диагностических признаков, по которым водитель в процессе опробования тормозов перед выездом на маршрут и при служебных торможениях во время движения на маршруте мог бы оценить состояние тормозной системы. Раньше такие перечни были в каждой «Инструкции по эксплуатации и ремонту» любой модели АТС, а сейчас они есть, как правило, только в технической документации, предназначенной для СТО.

Получить такие перечни можно, используя метод «сравнения состояний». Правда, только в лабораторных условиях или путем исследования математических моделей. Что и подтверждает опыт работы с созданной в ВолгГТУ многомассовой математической моделью торможения легкового автомобиля с АБС.

Такая модель обладает 15 степенями свободы. Проведенные на ней исследования экстренного торможения легкового автомобиля среднего класса, оснащенного АБС, при полностью работоспособной системе (далее — эталонная система) на сухом асфальтобетоне и на покрытии типа «микст», а также при снижении эффективности торможения одного из колес переднего моста на 30 и 70 % (достигалось путем уменьшения коэффициента трения пары «тормозная колодка—тормозной диск» при воспроизведении известной зависимости гистерезиса тормозов) дали очень интересные с практической точки зрения результаты. Это подтверждает рис. 1, на котором приведены примеры положений легкового автомобиля на дороге при его экстренном торможении с начальной скорости, равной 40 км/ч.

Так, при торможении на сухом асфальтобетоне (рис. 1, *а*) автомобиль с исправной системой идеально сохраняет направление своего движения, в случае же торможении на покрытии типа «микст» (рис. 1, *б*) и снижении на 70 % эффективности торможения колеса переднего моста (рис. 1, *в*) наблюдаются практически одинаковые внешние проявления: снижается реализация продольного замедления с увеличением тормозного пути, изменяется курсовой угол, появляется боковое смещение центра масс автомобиля. Поэтому возникает вопрос: на основе каких критериев (в том числе субъективных) можно отличить состояние эталонной (исправной) тормозной системы от состояния неисправной, не спутав эти состояния, т. е. не приняв работу эталонной системы при экстренном торможении на поверхностях типа «микст» за работу неисправной системы. И наоборот.

Ответ на него есть. В частности, полученные авторами в ходе исследований (рис. 2) результаты свидетельствуют о том, что метод «сравнения состояний» (сопоставления рабочих процессов эталонной и неис-

Рис. 1. Схемы движения автомобиля, оснащенного АБС, при экстренном его торможении на сухом асфальтобетоне (а), покрытии типа «микст» (б) и в случае снижения тормозной эффективности колес переднего моста на 70 % (в)

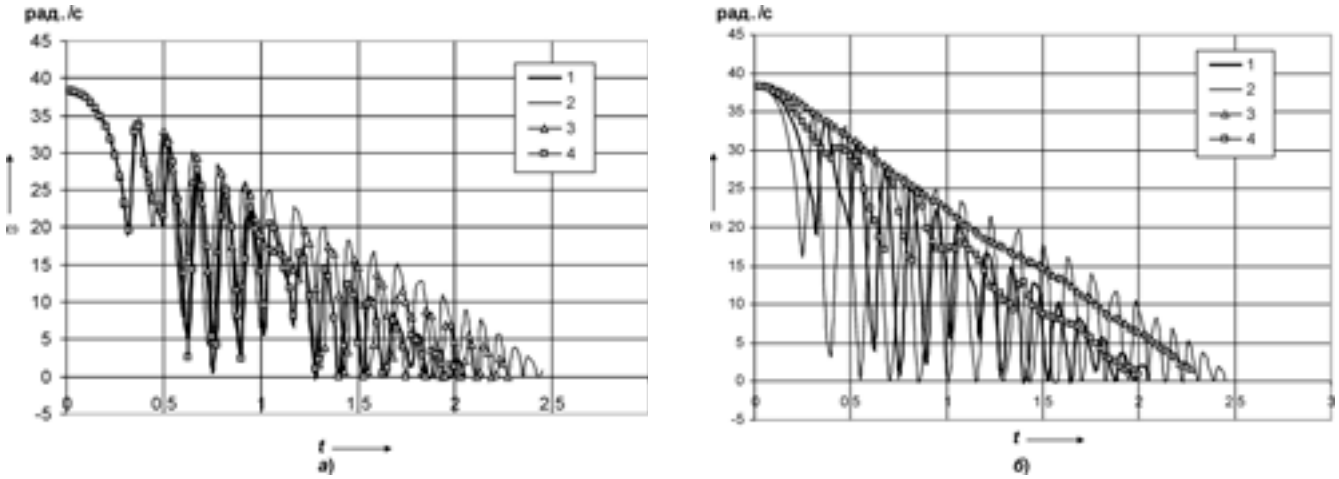


Рис. 2. Зависимость угловой скорости правого эталонного (а) и левого со сниженной тормозной эффективностью (б) колес переднего моста автомобиля, оснащенного АБС, от времени и условий экстренного торможения:

1 — сухой асфальтобетон; *2* — покрытие типа «микст»; *3* — тормозная эффективность снижена на 30 %; *4* — тормозная эффективность снижена на 70 %

правной систем) позволил выявить: при неисправностях тормозной системы правого колеса частота срабатывания АБС снижается, а иногда АБС не срабатывает вообще.

На рис. 3 показана зависимость проскальзывания *S* колес и эффективности торможения от времени. Как видим, в начале торможения все кривые показаний правого колеса и экстренного торможения левого колеса эталонной (исправной) системы на сухом асфальтобетоне совпадают (кривая *2*). Причем кривая *2* делит рисунок на две зоны: то, что располагается выше нее, относится к эталонному торможению колеса при различных состояниях дорожного покрытия, а то, что ниже, указывает на режим движения колеса при снижении эффективности торможения.

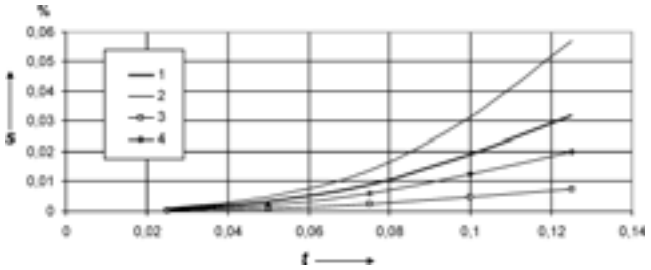


Рис. 3. Зависимость проскальзывания колес переднего моста от времени и условий торможения:

1 — покрытие типа «микст» для левого колеса; *2* — сухой асфальтобетон для левого колеса и любой тип покрытия для правого колеса; *3* — тормозная эффективность левого колеса снижена на 30 %; *4* — тормозная эффективность левого колеса снижена на 70 %

Полученные в ходе исследований динамические характеристики являются основой для разработки перечня диагностических признаков изменения технического состояния тормозной системы, что позволяет не только фиксировать отказы элементов тормозной системы автомобиля с АБС, но и выявлять наличие отклонений параметров технического состояния с определением предполагаемой локальной неисправности на бортовом компьютере. Причем данному подходу способствует и то обстоятельство, что в настоящее время автомобили уже располагают датчиками контроля указанных выше диагностических параметров, и он может быть реализован средствами бортового контроля.

УДК 629.017

Параметры стабилизатора и амортизатора и поперечные колебания кузова автомобиля

Н.В. СЕМЕНОВ, кандидаты техн. наук В.Е. РОЛЛЕ и А.Г. СЕМЕНОВ

Санкт-Петербургский ГПУ (+7 812 297-16-16)

Каким образом жесткость стабилизатора и характеристики амортизатора влияют на поперечные колебания, оцениваемые по значениям угла поперечного крена АТС и углового его ускорения? Считается: чем больше жесткость стабилизатора, тем меньше угол поперечного крена [1]. Но при этом возрастает угловое ускорение и поездка на автомобиле становится менее комфортной. Отсюда второй вопрос: каким должно быть соотношение между жесткостью стабилизатора и комфортабельностью автомобиля? Чтобы ответить на него, в Санкт-Петербургском ГПУ провели специальное исследование, в ходе которого получили формулы частотных передаточных функций системы, отображающей АТС. На эту систему действуют внешние факторы (неровности дорожного профиля), инерционные силы как следствие резкого поворота руля либо центробежные силы как следствие поворота АТС [2]. В качестве примера использования выведенных формул рассмотрим автомобиль малого класса второй группы, характеристики которого, необходимые для расчетов, следующие.

Масса, кг:	
полная	1550
подрессоренная	1454
неподрессоренная передней оси	56
неподрессоренная задней оси	40
Колея колес, мм	1435
Подвеска:	
передняя	пружинная, с амортизационной стойкой типа «Макферсон»
задняя	пружинная, с амортизационной стойкой, на продольных рычагах, с U-образной поперечной балкой
Момент инерции подрессоренной массы в поперечной плоскости, кг · м^2	524
Жесткость упругого элемента, Н/м:	
приведенная к оси переднего колеса	17 000
приведенная к оси заднего колеса	14 000
стабилизатора передней оси	4500
стабилизатора задней оси	9000
Коэффициент демпфирования, Н · с/м:	
приведенный к оси переднего колеса	1500
приведенный к оси заднего колеса	1200
Коэффициент демпфирования шины, Н · с/м	400
Жесткость шины, Н/м	160 000
Плечо крена, м	0,23

Алгоритм же расчета был реализован в виде программы, записанной в среде MathCAD 14. При этом по выражению передаточной функции использовались встроенные функции расчета амплитудно-частотных характеристик и переходного процесса.

В соответствии с задачами исследования были записаны уравнения для передаточных функций изменения угла крена в зависимости от радиуса $R_п$ поворота, боковой силы $P_б$ (резкий поворот) и разности Δy перемещения колес левой и правой сторон. Их окончательный вид при повороте автомобиля с заданным радиусом R дает формула $W(p) = \frac{\psi(p)}{R(p)} = \frac{r\omega^2}{A(P) - 2b\sum_{i=1}^{2}\frac{K_i(p)G_i(p)}{D_i(p)}}$, при резком повороте — $W(P) = \frac{\psi(p)}{R_б(p)} = \frac{r_б\omega^2}{A(P) - 2b\sum_{i=1}^{2}\frac{K_i(p)G_i(p)}{D_i(p)}}$; при движении по дорожным неровностям — $W(p) = \frac{\psi(p)}{\Delta y(p)} = \frac{b\sum_{i=1}^{2}\left[K_i(p)\frac{N_i(p)}{D_i(p)}\right]}{A(p) - 2\sum_{i=1}^{2}\left[K_i(p)\frac{G_i(p)}{D_i(p)}\right]}$.

В этих формулах: $A(p) = p^2 + a_1p + a_2$; $K_i(p) = kp + C_i$; $G_i(p) = g_{1i}p + g_{2i}$; $D_i(p) = p^2 + d_{1i}p + d_{2i}$; $N_i = n_{1i}p + n_{2i}$; $b = \frac{B}{2J_X}$; $a_1 = \frac{B^2}{2J_X}\sum_{i=1}^{2}(k_i)$;

$$a_2 = \frac{B^2\sum_{i=1}^{2}(C_i) + 4\sum_{i=1}^{2}(C_{iст})}{2J_X};\ d_{1i} = \frac{k_ш + k_i}{m_i};\ d_{2i} = \frac{C_i + C_ш}{m_i};\ e_{1i} = \frac{k_i}{m_i};\ e_{2i} = \frac{C_i}{m_i};$$

$$g_{1i} = \frac{Bk_i}{2m_i};\ g_{2i} = \frac{BC_i + 4C_{iст}}{2m_i};\ n_{1i} = \frac{k_ш}{m_i};\ n_{2i} = \frac{C_ш}{m_{iX}};\ r = \frac{Mh_к}{J_X};\ r_б = \frac{h_к}{J}.$$

Крен АТС при резком повороте руля рассматривался как результат единичного воздействия. Соответственно, переходную характеристику $h(t)$ для него можно найти по формуле $h(t) = \frac{2}{\pi}\int_0^\infty \frac{P(\omega)}{\omega}\sin(\omega t)$, в которой $P(\omega)$ — вещественная частотная характеристика.

В процессе исследования изменяли радиус R поворота, жесткость C передней и задней подвесок, коэффициенты k сопротивления амортизаторов, а также жесткость $C_{i.ст}$ стабилизаторов подвески передней и задней осей.

Влияние перечисленных параметров подвески на угловые колебания кузова рассчитывали в следующих режимах: «обгон (движение змейкой)»; «рывок (резкий поворот руля)» и «движение по неровностям». Расчеты выполняли при номинальных параметрах подвески и радиусе поворота R = 20 м. Колебания при воздействии со стороны дороги рассчитывали для дороги с высотой неровностей Δy = 0,02 м. Для наглядного представления влияния характеристик стабилизатора и амортизатора параметры подвески передней и задней осей изменяли одновременно. И получили следующие результаты.

С ростом радиуса поворота, что, впрочем, хорошо известно каждому водителю, угол крена автомобиля уменьшается (рис. 1).

В режиме «обгон» повышение жесткости подвески тоже уменьшает угол крена (рис. 2).

В режиме «рывок» увеличение жесткости подвески тоже уменьшает угол крена. Причем как в установившемся, так и в переходном режимах движения (рис. 3, *а*). Но при движении по неровностям, наоборот, увеличивает угловые колебания кузова и ускорения (рис. 3, *б*).

Жесткость же стабилизатора влияет на поперечные колебания следующим образом.

В режиме «обгон» ее увеличение уменьшает угол крена кузова (рис. 4). Причем как на установившемся, так и на переходном режимах (рис. 5, *а*).

С повышением жесткости стабилизатора число колебаний переход-

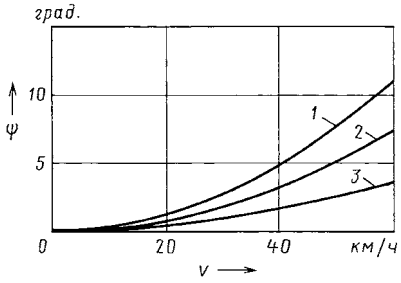


Рис. 1. Зависимость угла крена автомобиля от радиуса его поворота и скорости движения:
1 — R = 10 м; *2* — R = 20 м; 3 — R = = 30 м

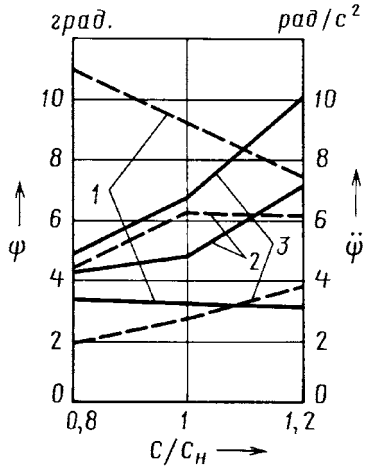


Рис. 2. Зависимость угла крена и углового ускорения кузова автомобиля от соотношения измененной и номинальной жесткостей подвески в различных режимах движения:

1 — обгон; *2* — движение по неровностям; *3* — угловые ускорения при резонансной частоте

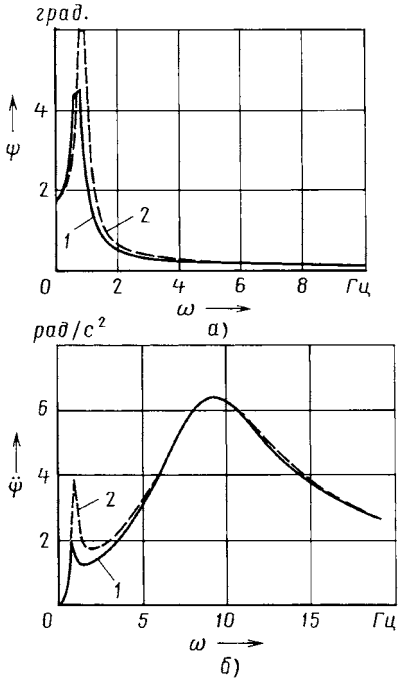


Рис. 3. Зависимости угла крена (а) и углового ускорения (б) кузова автомобиля от времени и частоты внешнего воздействия при различных соотношениях измененной и номинальной жесткостей подвески: 0,8 (кривые 1) и 1,2 (кривые 2)

ного процесса увеличивается. При движении же по неровностям угол крена остается практически неизменным (рис. 5, *б*), а угловые ускорения растут (см. рис. 5, *а*).

Изменение характеристик амортизатора практически не влияет на угол крена кузова (рис. 6). Однако в режиме «рывок» увеличение сопротивления амортизатора несколько снижает угол крена в переходном режиме (рис. 7, *а*) и заметно — число колебаний переходного процесса. При движении же по неровностям рост сопротивления амортизаторов способствует уменьшению как угловых колебаний кузова, так и угловых его ускорений (см. рис. 7, *б*).

Увеличение жесткости стабилизатора довольно резко снижает угол крена кузова. Но при движении по неровностям такое ее изменение ведет к росту углового ускорения кузова.

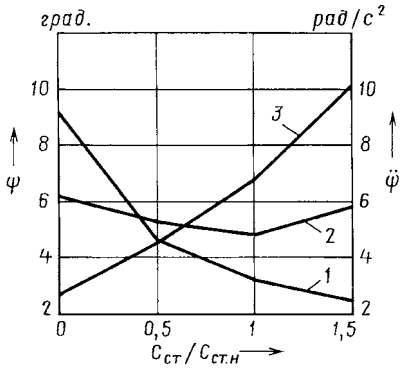


Рис. 4. Зависимость угла крена и углового ускорения кузова автомобиля от соотношения измененной и номинальной жесткостей стабилизатора в различных режимах движения:

1 — максимальный угол крена в режиме «рывок»; *2* — угол крена при движении по неровностям; *3* — угловые ускорения кузова при резонансной частоте

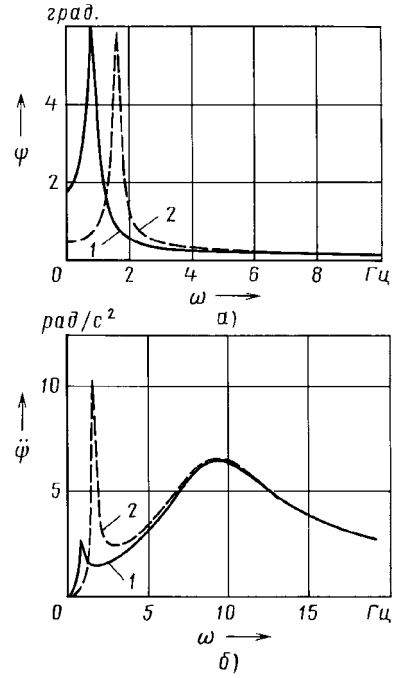


Рис. 5. Зависимости угла крена (а) и углового ускорения (б) кузова автомобиля от времени и частоты внешнего воздействия при отсутствии стабилизатора

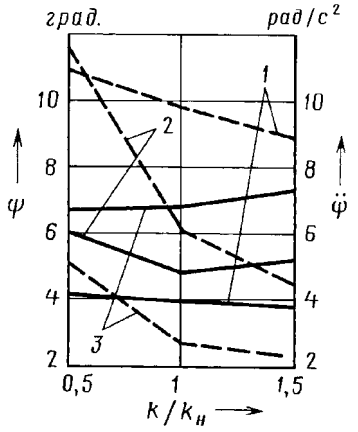


Рис. 6. Зависимость угла крена и углового ускорения кузова автомобиля от коэффициента демпфирования:

1 — максимальный угол крена в переходном режиме; *2* — максимальный угол крена при движении по неровностям; *3* — угловые ускорения кузова при резонансной частоте

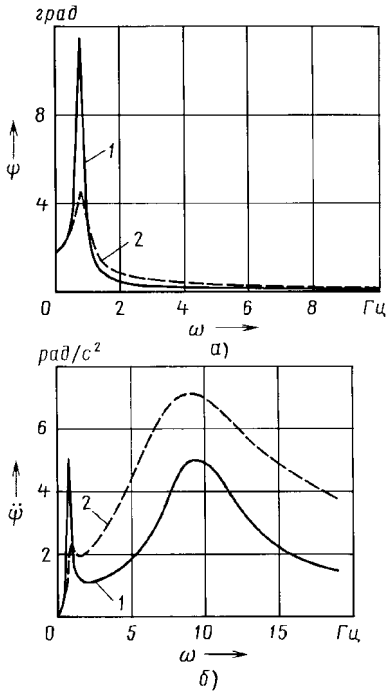


Рис. 7. Зависимости угла крена (а) и углового ускорения (б) кузова автомобиля от времени и частоты внешнего воздействия при различных соотношениях коэффициентов сопротивления амортизаторов: 0,5 (кривые 1) и 1,5 (кривые 2)

Все это, очевидно, нельзя не учитывать при проектировании подвесок АТС.

Литература

1. Раймпель Й. Шасси автомобиля: Элементы подвески / Пер. с нем. А.Л. Карпухина; Под ред. Г.Г. Гридасова. — М.: Машиностроение, 1987. — 288 с.: ил. — С. 146—147.
2. Семенов Н.В., Ролле В.Е., Семенов А.Г. Исследование поперечных колебаний автомобиля // Автомобильная промышленность. 2008. № 7. — С. 31—33.

УДК 629.017

Устойчивость автомобиля против заноса в тяговом режиме движения

Д-р техн. наук М.А. ПОДРИГАЛО, Д.М. КЛЕЦ

Харьковский НАДУ (380-57 700-38-66)

Предложен критерий, связывающий показатели курсовой устойчивости автомобиля против заноса в тяговом режиме и при свободном выбеге с его геометрическими параметрами и условиями сцепления колес с опорной поверхностью.

Ключевые слова: *автомобиль, устойчивость, занос, тяговый режим, движение накатом, скорость, ускорение.*

Podrigalo M.A., Klets D.M.

VEHICLE STABILITY AGAINST DRIFT IN TRACTION MOVEMENT MODE

The criterion connecting indicators of vehicle road-holding ability against drift in the traction movement mode and at coasting with its geometrical parametres and conditions of wheels clutch is offered.

Keywords: *automobile, stability, drift, traction mode, coasting, speed, acceleration.*

Значительная часть ДТП связана, как известно, с потерей АТС устойчивости движения. Но при их расследовании возникают трудности, поскольку в настоящее время практически нет методик, позволяющих численно оценить, как коэффициент сцепления шин с дорогой, геометрические и массовые показатели, аэродинамические характеристики АТС в конкретном случае повлияли на устойчивость его движения. И прежде всего на движение в тяговом режиме и накатом.

Теория пока не дала такого инструмента практике. Хотя исследователи вопросами устойчивости занималась много. И многие. В том числе А.М. Ляпунов, разработавший общую ее теорию; А.С. Литвинов [1], Я.М. Певзнер [2], М.А. Подригало, В.А. Карпенко и др. нашли ответы на общие вопросы этой теории применительно к автомобилю; Я.Х. Закин и Д.А. Антонов в своих трудах рассмотрели проблемы устойчивости АТС при криволинейном движении, а М.В. Байцур и др. — при торможении. В монографии Е.А. Чудакова [3], посвященной вопросам устойчивости автомобиля против заноса, рассмотрено влияние на нее конструктивных и эксплуатационных факторов (колеи, базы, скорости движения, угловой скорости поворота управляемых колес, ускорения и т. п.).

Работы в данном направлении продолжают как в странах СНГ, так и дальнего зарубежья. Примеры тому — массовое внедрение АБС и ПБС, а также все расширяющееся применение ЭСК — электронных систем контроля устойчивости АТС.

Тем не менее, повторяем, рекомендации по количественной оценке устойчивости прямолинейного движения автомобиля в тяговом режиме и накатом в настоящее время отсутствуют. Методы же, которые есть, рассматривают устойчивость АТС либо при заносе, либо по ее запасу на задней оси. И те, и другие позволяют лишь сравнивать автомобили при одинаковом внешнем возмущении. И не более того.

Такова сложившаяся реальность. Чтобы ее изменить, нужны специальные исследования. И авторы их провели. Причем начали с анализа литературных источников и классификации устойчивости автомобиля на основе его результатов. В итоге оказалось, что устойчивость АТС, если ее рассматривать как важнейшее эксплуатационное свойство, имеет два вида — устойчивость его движения по курсу и траектории; устойчивость его положения на опорной поверхности в продольной и поперечной плоскостях. Соответственно, неустойчивость (потеря устойчивости) в первом случае проявляется в виде отклонения от прямолинейного движения и поперечного скольжения, а вторая — в виде буксования ведущих колес и опрокидывания автомобиля.

Кроме того, установлено, что под устойчивостью движения в установившемся режиме следует понимать способность автомобиля самопроизвольно не отклоняться от траектории и параметров этого движения под воздействием внешних и внутренних возмущений, не контролируемых водителем или автоматическим управляющим устройством. И с этой точки зрения она может быть статической, когда автомобиль при возникновении внешних и внутренних возмущений не отклоняется от заданных траектории и кинематических параметров движения, и динамической — заданная траектория и кинематические параметры движения после появления отклонений под воздействием внешних и внутренних возмущений восстанавливаются.

Потеря устойчивости при установившемся прямолинейном движении проявляется в виде заноса задней оси, увода передней оси, буксования ведущих колес, а также невозможности предотвратить наезд на препятствие или опрокидывание автомобиля.

Количественно устойчивость можно оценивать по максимальной величине внешнего или внутреннего возмущения, когда еще сохраняется устойчивое его движение. При этом оцениваемыми параметрами, в принципе, могут быть линейные или угловые перемещения, их скорость или ускорение.

Но поскольку ускорение возникает раньше скорости перемещения, то в качестве критерия устойчивости лучше всего использовать именно линейное или угловое ускорение.

Вот все, что, если коротко, дал анализ литературных источников. Но он, к сожалению, не выявил зависимостей, связывающих тяговые характеристики, геометрические и массовые показатели автомобиля с его устойчивостью против заноса, а главное — критериев, связывающих показатели курсовой устойчивости автомобиля в тяговом режиме и при свободном выбеге с его геометрическими параметрами и условиями сцепления колес с опорной поверхностью.

Между тем, по мнению авторов, такой критерий есть. Это коэффициент $K_{уст}$ устойчивости, равный отношению стабилизирующего момента $M_{стаб}$ к возмущающему моменту $M_{возм}$ (формула № 1 в таблице). Определяется он из уравнения баланса моментов (формула № 2).

Очевидно, что при $K_{уст} > 1$ движение автомобиля устойчиво, при $K_{уст} < 1$ — неустойчиво, а при $K_{уст} = 1$ автомобиль находится на грани выхода из зоны устойчивого движения. Причем это справедливо для автомобилей любой компоновки и при любых режимах движения.

Очень важно и то, что $K_{уст}$ позволяет определять зону устойчивого движения автомобиля. И делается это следующим образом.

В тяговом режиме на ведущих колесах автомобиля возникают касательные реакции, направленные в сторону движения, а на ведомых — реакции, направленные в противоположную сторону.

При этом реакция на ведущих колесах представляет собой разность между тяговой (движущей) силой и силой сопротивления качению, которая равна сумме сил сопротивлений воздушной среды и сопротивления качению (касательных реакций) ведомых колес. Если на ведущих колесах имеется запас по сцеплению, то на них можно создать избыточную тяговую силу, идущую на разгон автомобиля.

Схема сил, действующих на полноприводный автомобиль при движении в тяговом режиме, приведена на рис. 1. На нем: L — база автомобиля; a, b — коорди-

№ формулы	Формула	Примечания
1	$K_{уст} = \dfrac{M_{стаб}}{M_{возм}}$	–
2	$I_z\dot{\omega} = M_{возм} - M_{стаб} = M_{возм}\left(1 - \dfrac{M_{стаб}}{M_{возм}}\right) = M_{возм}(1 - K_{уст})$	I_z — момент инерции автомобиля относительно вертикальной оси; $\dot{\omega}$ — угловое ускорение автомобиля относительно этой оси; $K_{уст}$ — коэффициент устойчивости
3	$K_{уст} = \dfrac{bR_{б2}}{aR_{б1}}$	$R_{б1}$ и $R_{б2}$ — боковые реакции в контакте передних и задних колес с опорной поверхностью
4	$R_{к1} = K_R R_к$; $R_{кz} = (1 - K_R)R_к$	$R_к$ — суммарная касательная реакция на колесах автомобиля; K_R — коэффициент распределения тягового момента между мостами автомобиля
5	$R_к = P_{wx} + m_а\dot{v} = (1 - K_{сц})m_а g f_x + K_x F_x v^2 + v m_а \dot{v}$	$m_а$ — полная масса автомобиля; $\dot{v}$ — линейное его ускорение; K_x, F_x — фактор обтекаемости в горизонтальной плоскости; f_x — коэффициент сопротивления качению колес
6	$R_{б1} = \sqrt{\varphi^2 R_{z1}^2 - R_{к1}^2} = \sqrt{\varphi^2 R_{z1}^2 - K_R^2 R_к^2}$; $R_{б21} = \sqrt{\varphi^2 R_{z2}^2 - R_{к2}^2} = \sqrt{\varphi^2 R_{z2}^2 - (1 - K_R)R_к^2}$	–
7	$R_{z1} = \dfrac{m_а g b - P_{wx}h_w - P_{wz}(a_w + L)}{L} - \dfrac{\delta m_а h}{L}\cdot\dfrac{dv}{dt} = \dfrac{m_а g b - K_x F_x v^2 h_w - K_z F_z v^2 (a_w + L)}{L} - \dfrac{\delta m_а h}{L}\cdot\dfrac{dv}{dt}$; $R_{z2} = \dfrac{m_а g a + P_{wx}h_w + P_{wz}a_w}{L} + \dfrac{\delta m_а h}{L}\cdot\dfrac{dv}{dt} = \dfrac{m_а g a + K_x F_x v^2 h_w + K_z F_z v^2 a_w}{L} + \dfrac{\delta m_а h}{L}\cdot\dfrac{dv}{dt}$	P_{wx} — сила лобового сопротивления; P_{wz} — подъемная сила, действующая на автомобиль; a_w — расстояние от проекции центра масс на горизонтальную плоскость до точки приложения подъемной силы; $K_z F_z$ — фактор обтекаемости вокруг вертикальной оси
8	$K_{уст} = \dfrac{b\sqrt{\varphi^2 R_{z2}^2 - (1 - K_R)^2 R_к^2}}{a\sqrt{\varphi^2 R_{z1}^2 - K_R^2 R_к^2}}$	–
9	$\dot{v} \leqslant \dfrac{\varphi^2 ghb/La}{0{,}5\left(\dfrac{b^2}{a^2} - 1\right)(K_R^2 - \varphi^2 h^2/L^2) - \dfrac{b^2}{a^2}(K_R - 0)} - \dfrac{KFv^2}{m_а} = \dot{v}_{уст_{max}}$	–
10	$\dot{v}_{пред} = K_{сц} g\varphi - \dfrac{KF}{m_а}v^2$	$K_{сц}$ — коэффициент использования сцепного веса автомобиля в тяговом режиме движения
11	$\dot{v} \leqslant \dfrac{2\varphi^2 ghb/La}{1 - \left(1 - \dfrac{b^2}{a^2}\right)\varphi^2 h^2/L^2} - \dfrac{KFv^2}{m_а} = \dot{v}_{уст_{max}}$	–
12	$\dot{v} \leqslant \varphi\sqrt{\dfrac{2gham_а/LbKF}{\left(1 - \dfrac{a^2}{b^2}\right)(1 - \varphi^2 h^2/L^2)}} = \dot{v}_{уст_{max}}$	–
13	$\dot{v} \leqslant \varphi\sqrt{-2ghm_а/LKF} = \dot{v}_{уст_{max}}$	–

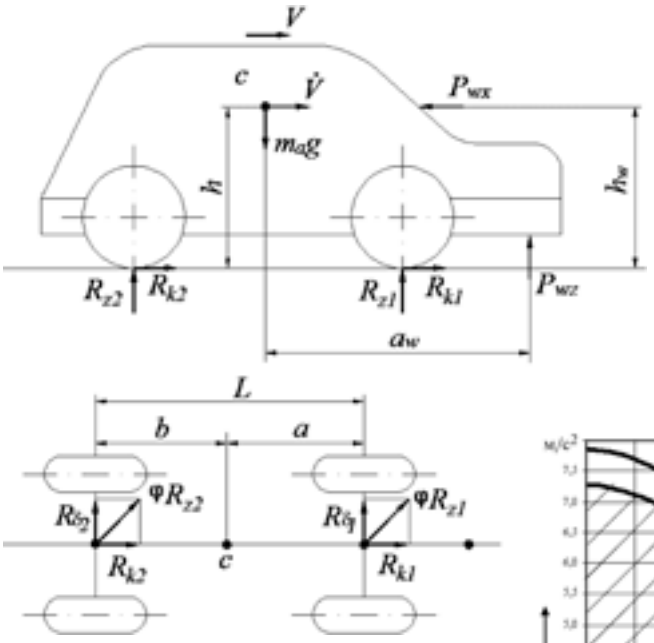


Рис. 1. Схема сил, действующих на полноприводный автомобиль при движении в тяговом режиме

наты проекции его центра масс на горизонтальной плоскости; $R_{\delta 1}$, $R_{\delta 2}$ — боковые реакции дороги на колесах передней и задней осей соответственно; R_{z1}, R_{z2} — вертикальные реакции на колесах передней и задней осей; φ — коэффициент сцепления колес с дорогой; m_a — общая масса автомобиля; g — ускорение свободного падения; v — линейная скорость автомобиля; $\dot{v}$ — линейное его ускорение; h — высота центра масс; $h_w \approx h$ — высота центра аэродинамического давления; P_{wx} и P_{wz} — соответственно сила лобового сопротивления воздуха и подъемная сила, действующая на автомобиль; a_w — расстояние от проекции центра масс на горизонтальную плоскость до точки приложения подъемной силы.

Коэффициент $K_{уст}$ устойчивости автомобиля в данном случае определяется по формуле № 3, а касательные реакции в контакте передних ($R_{к1}$) и задних ($R_{к2}$) колес с дорогой, зависящие от конструкции трансмиссии, т. е. распределения общей тяговой силы между передними и задними колесами, — по формулам № 4.

При $K_R = 1$ суммарную касательную реакцию $R_к$ на колесах автомобиля, входящую в эти формулы, дает формула № 5.

Если при описании сцепных свойств колес за основу принять поляру трения, то боковые реакции $R_{\delta 1}$ и $R_{\delta 2}$ дороги на осях можно определить по формулам № 6, а вертикальные реакции дороги на передней (R_{z1}) и задней (R_{z2}) осях автомобиля (с учетом перераспределения вертикальной нагрузки и $h_w \approx h$) — по формулам № 7.

После подстановки полученных выражений в формулу № 3 и несложных преобразований получаем формулу № 8, а из нее — формулу № 9 для определения зоны устойчивого движения рассматриваемого полноприводного автомобиля. Максимально возможное ускорение $\dot{v}_{пред}$ этого автомобиля дает формула № 10.

Построенные по формуле № 10 зависимости $\dot{v}_{пред} = f(v)$ для двух автомобилей, ВАЗ-21213 и «Ауди А6.1 Кватро», приведены на рис. 2. Там же показаны

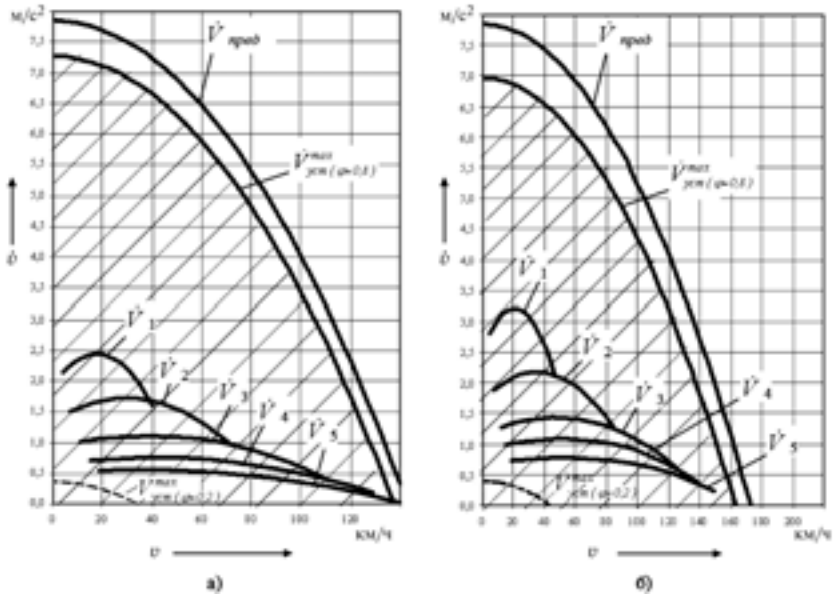


Рис. 2. Зависимости ускорений автомобилей ВАЗ-21213 (а) и «Ауди А6 1.8Т Кватро» (б) при φ = 0,8 и φ = 0,2; зона устойчивого движения заштрихована

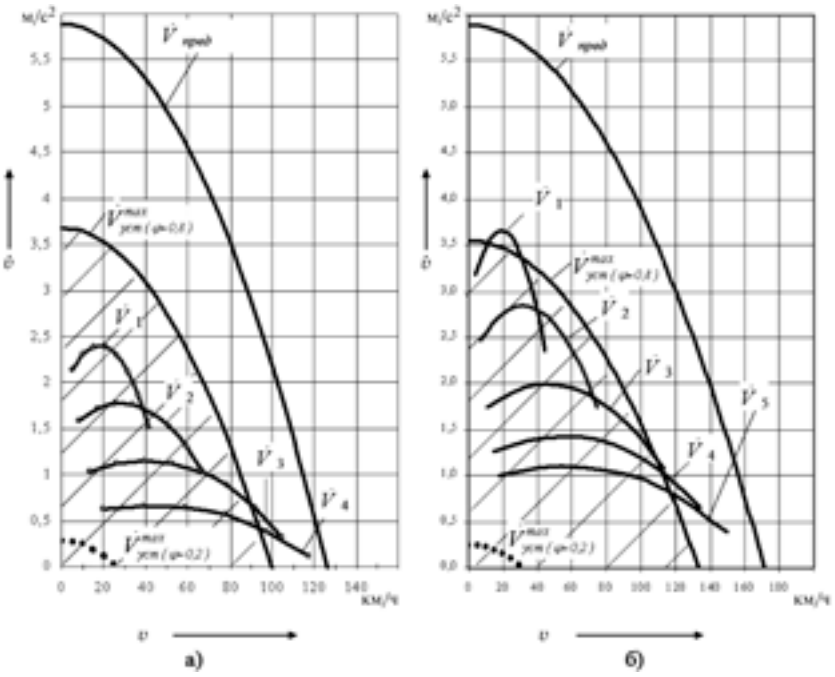


Рис. 3. Зависимости ускорений автомобилей ВАЗ-2101 (а) и БМВ-320i (б) при φ = 0,8 и φ = 0,2; зона устойчивого движения заштрихована

и зависимости $\dot{v}_{уст\ max} = f(v)$, построенные по формуле № 9 при $\varphi = 0{,}8$ и $\varphi = 0{,}2$, реализуемые этими автомобилями. Приведенные на рис. 2 кривые $\dot{v}_1$, $\dot{v}_2$, $\dot{v}_3$, $\dot{v}_4$, $\dot{v}_5$ и $\dot{v}$ представляют собой ускорения исследуемых автомобилей на 1—5 передачах соответственно, полученные в результате анализа тягово-скоростных свойств. Если кривые ускорения $\dot{v}_1$, $\dot{v}_2$, $\dot{v}_3$, $\dot{v}_4$ или $\dot{v}_5$ выходят за пределы кривой $\dot{v}_{уст\ max}$, значит, автомобиль находится в зоне неустойчивого движения. Любое проявление возмущающего воздействия (порыв бокового ветра, боковая неравномерность коэффициентов сцепления колес с дорогой, разность динамических радиусов ведущих колес различных бортов, угловые и линейные смещения ведущих мостов и т. п.) может привести к заносу автомобиля. В таком случае для избежания ДТП необходима установка электронной системы контроля устойчивости либо ограничения мощности двигателя.

Как видим, полноприводные автомобили при больших линейных ускорениях $\dot{v}$ менее устойчивы против заноса, чем при малых. Причем с ростом φ величина $\dot{v}_{уст\ max}$ увеличивается.

Для заднеприводного автомобиля $K_R = 0$, следовательно, формула № 8 приобретает вид № 11. Построенные по ней для автомобилей ВАЗ-2101 и БМВ-320i графики $\dot{v} = f(v)$ — на рис. 3.

Для переднеприводного автомобиля $K_R = 1$ формула № 8 принимает вид формулы № 12, а в случае $a = b$ — формулы № 13 (отрицательный знак в ее подкоренном выражении говорит о том, что движение переднеприводного автомобиля в тяговом режиме устойчиво.)

Из сказанного можно сделать несколько выводов.

1. Тенденция увеличения мощности двигателей приводит к тому, что заднеприводные автомобили зачастую не обладают достаточной устойчивостью против заноса, особенно при интенсивном разгоне и на высоких скоростях движения.

2. Переднеприводные легковые автомобили устойчивы против заноса при любых линейных скоростях и ускорениях, возникающих при разгоне.

3. Полноприводные автомобили достаточно устойчивы против заноса, однако при низких коэффициентах сцепления колес с опорной поверхностью могут выйти из зоны устойчивого движения.

4. Рассмотренная методика оценки устойчивости автомобилей против заноса в тяговом режиме движения позволяет на стадии проектирования обеспечить требуемые показатели, а при экспертных исследованиях ДТП, связанных с потерей устойчивости АТС, — определять их истинные причины.

Литература

1. Литвинов А.С. Управляемость и устойчивость автомобиля. — М.: Машиностроение. 1971. — 416 с.
2. Певзнер Я.М. Теория устойчивости автомобиля. — М.: Машгиз. 1947. — 156 с.
3. Чудаков Е.А. Устойчивость автомобиля против заноса. — М. Машгиз. 1949. — 145 с.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АТС

УДК 629.113.004

Модель функционирования системы текущего ремонта автомобилей

Кандидаты техн. наук Р.Г. ХАБИБУЛЛИН и Д.М. ЛЫСАНОВ,
д-р техн. наук И.В. МАКАРОВА

ИНЭКА (8 8552 58-99-66)

Рассматриваются вопросы разработки алгоритмов функционирования систем текущего ремонта автомобилей на автосервисных предприятиях и построения имитационных моделей, учитывающих основные характеристики потока требований, поступающих на предприятия, технологию проведения работ и организационную структуру предприятия.

Ключевые слова: *текущий ремонт, автосервисное предприятие, имитационная модель, система, заявка, рабочий пост, трудоемкость, эффективность.*

Habibullin R.G., Lysanov D.M., Makarova I.V.

MODEL OF FUNCTIONING OF SYSTEM OPERATING REPAIR OF CARS

Questions of development of algorithms of functioning of systems of operating repair of automobiles at the auto service enterprises and constructions of the imitating models wodels which are taking into account the basic characteristics of a stream of requirements, acting on the enterprises, technology of work and organizational structure of the enterprise are considered.

Key words: *operating repair, the auto service, enterprise, imitating model, system, the application, working post, labour input, efficiency.*

Существуют различные стратегии поддержания работоспособности автомобилей в условиях эксплуатации и доведения параметров технического состояния их агрегатов, узлов и деталей до нормативных значений, но наиболее распространенная из них — техническое обслуживание по наработке.

И общепринято, что производственную мощность системы рассчитывают исходя из трудоемкости ТО и ТР на 1000 км пробега. Однако такой подход, к сожалению, не учитывает вероятностного характера поступления автомобильной техники в СТО и индивидуальной трудоемкости выполняемых работ [1]. А это очень важно.

Например, исследования работы системы ремонта, сложившейся при КамАЗе, показали: поступления автомобилей в ремонт крайне неравномерны по времени. В том числе в течение года, месяца, недели и даже дня. Кроме того, неоднородны и требующиеся ремонтные воздействия, что приводит к большой неравномерности загрузки автоцентра. Со всеми вытекающими отсюда последствиями для последнего.

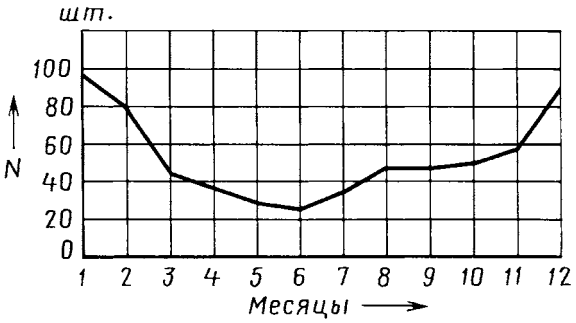


Рис. 1. Изменение числа заявок на ремонт по месяцам года

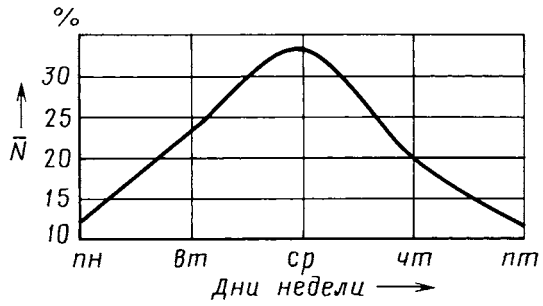


Рис. 2. Изменение числа заявок на ремонт в течение недели

Это хорошо видно из рис. 1—4.

Так, на рис. 1 показано, как изменяется число N автомобилей, поступивших в ремонт по месяцам года. Из него следует: месячная неравномерность имеет сезонный характер. Причем максимум приходится на зимние месяцы, что объясняется более тяжелыми, чем летом, условиями эксплуатации автомобилей. В осенние же и весенние месяцы нагрузка на зону ремонта снижается, а в летние она минимальна (~20 заявок/месяц).

Анализ недельной неравномерности тоже довольно однозначен (см. рис. 2): наибольшее число заявок — в среду. Причем их изменение в общем случае можно описать нормальным законом распределения.

Даже характер изменения среднего числа заявок, поступивших в СТО для проведения ремонтных работ в зависимости от времени суток, свидетельствует о том же. Например, их число в начале смены (см. рис. 3, *а*) растет, а потом — уменьшается. Здесь, конечно, сказывается то, что на утренние часы приходятся невыполненные заявки, которые были поданы в предыдущий день, а также не выполненные по причине занятости необходимых специалистов, отсутствия запасных частей и свободных рабочих постов ремонта. Однако после четырех часов работы всегда наблюдается уменьшение интенсивности потока заявок.

То же самое можно сказать и о трудоемкости заявок (см. рис. 3, *б*).

Обобщенные результаты анализа данных о работе системы постового ТР автомобилей говорят о том, что в общем случае число N заявок на ремонт в течение года подчиняется гамма-закону, трудоемкость T выполнения работ аппроксимируется нормальным законом, а интервал Δt времени между поступлениями автомобилей на ремонт согласуется с показательным законом распределения (см. рис. 3, *в*).

Неравномерность поступления заявок на ремонт, случайный характер продолжительности ремонтных воздействий ведут к неравномерности загрузки ремонтной зоны, что сказывается на экономических показателях ее деятельности. Кроме того, на систему текущего ремонта оказывают влияние различного рода возмущающие факторы — отсутствие запасных частей, выход из строя оборудования, невыход на работу ремонтных рабочих и т. п. Поэтому система текущего ремонта представляет собой, пожалуй, одну из самых сложных динамических систем, характеризующуюся большим числом входных переменных и параметров, которые определяют ее внутреннее состояние [2].

Отсюда и разнообразие методов организации текущего ремонта автомобилей: агрегатно-узловой, индивидуальный и т. д. И здесь очень важно грамотно определить переменные, характеризующие поток заявок, параметры системы ремонта, приведенные на рис. 3, а также продолжительность $T_с$ работы зоны технического ремонта в сутки; необходимое число $X_{ТР}$ постов в этой зоне; число n рабочих на одном посту; число Q постов на площадке ожидания; значение W целевой функции; общие доходы D от услуг; убытки $У_п$ от простоя поста ремонта в течение одного часа и среднемесячная заработная плата $ЗП_{ТР}$ ремонтного рабочего.

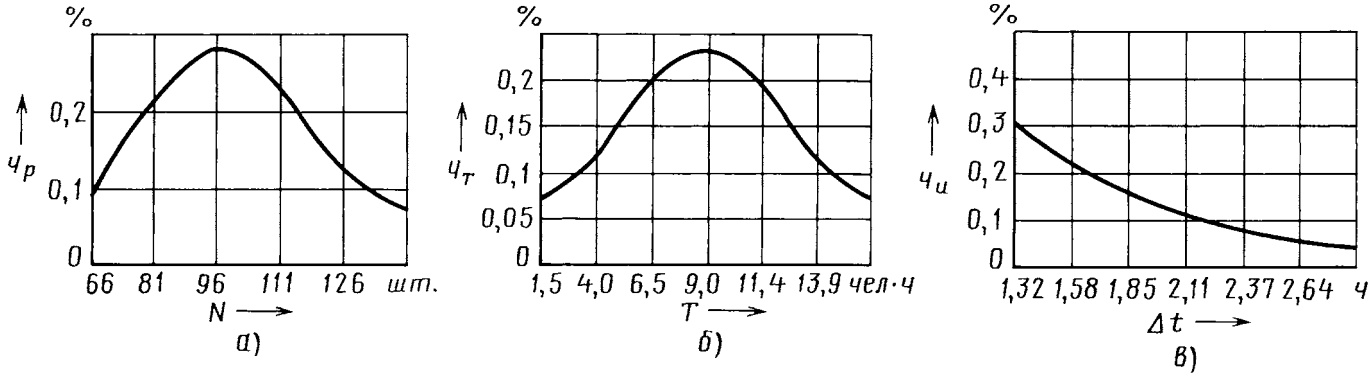


Рис. 3. Частоты поступления заявок на ремонт в течение рабочей смены (а), трудоемкостей ремонта (б) и интервалов времени между заявками (в)

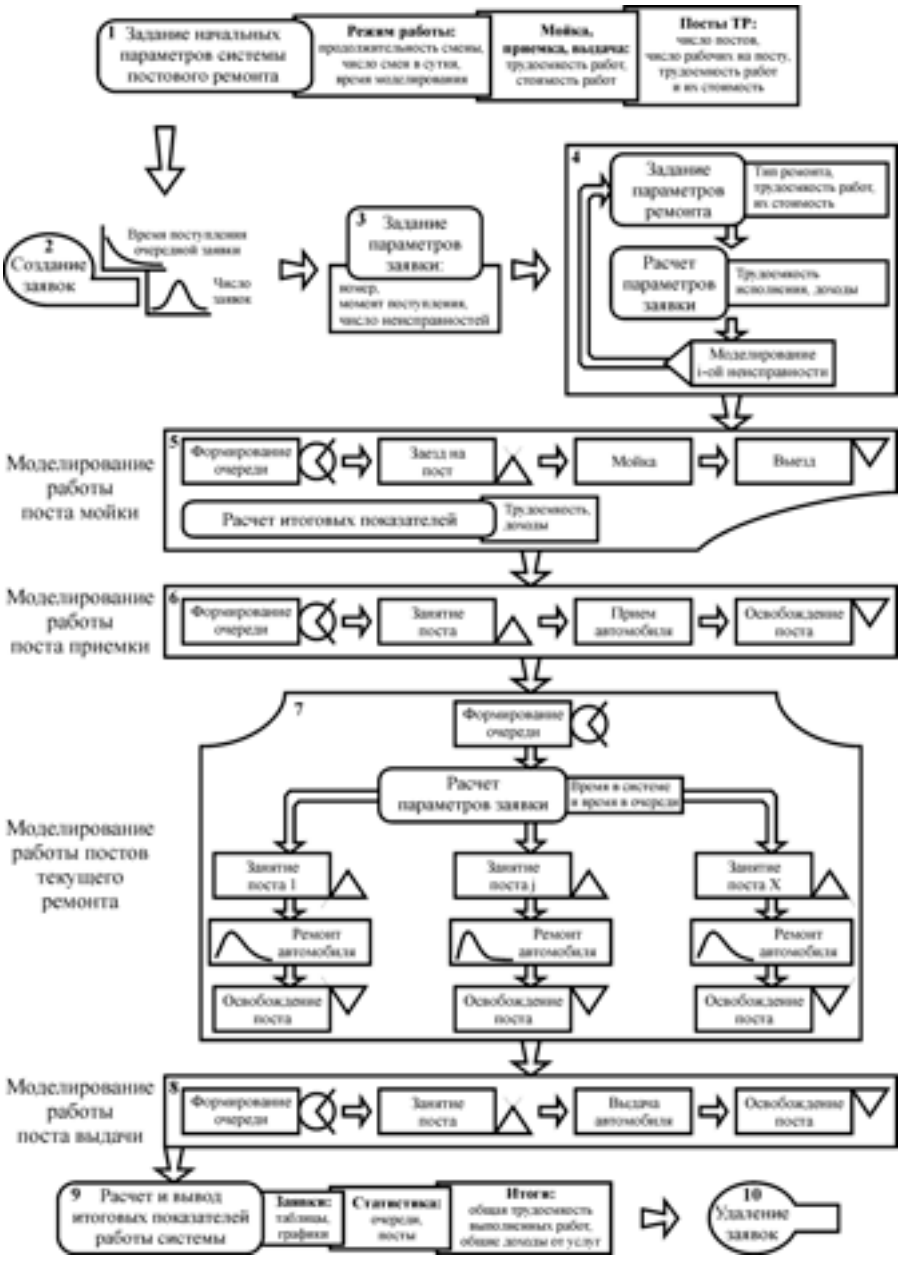


Рис. 4. Алгоритм функционирования системы текущего ремонта автомобилей в СТО

Рассмотрим по рис. 4 структуру и особенности алгоритма, моделирующего постовой текущий ремонт автомобилей.

Как видим, она состоит из 10 блоков.

Блок 1 — начальные параметры, определяющие режим работы системы ремонта, характеристики постов мойки, приемки и выдачи автомобилей, рабочих постов, на которых непосредственно выполняются ремонтные работы (число постов для ремонта и исполнителей на постах, законы распределения трудоемкости и стоимости ремонтных работ).

Блок 2 — организация новых заявок на ремонт и задание их индивидуальных параметров (распределение времени поступления в систему и числа поступающих на ремонт требований.)

Блок 3 — задание дополнительных характеристик заявки (номер, момент времени поступления в систему), а также формирование числа неисправностей одного автомобиля. (Автомобиль при моделировании рассматривается как комплексная заявка, и для восстановления его работоспособного состояния может потребоваться несколько различного рода технических воздействий по ремонту его отдельных узлов и агрегатов.)

Блок 4 — формирование для каждой неисправности типа ремонта. При этом учитываются следующие основные группы ремонтных воздействий: по двигателю, коробке передач, сцеплению, ведущим мостам, рулевому управлению, тормозной системе и электрооборудованию. И считается, что заявки к каждой из групп равновероятны, а внутри группы выявляются конкретные неисправности автомобиля, наиболее часто встречающиеся в процессе эксплуатации.

С учетом выбранного варианта ремонта в соответствии с законом распределения для каждой неисправности определяются трудоемкость и стоимость работ. Затем рассчитываются общая трудоемкость работ по заявке и общие доходы от восстановления автомобиля.

Блок 5 моделирует работу поста мойки. Здесь рассчитываются итоговые показатели по моечным работам. В блоке 6 моделируются работы поста приемки; в блоке 7 — текущего ремонта. Необходимые работы выполняются на X (максимальное количество постов) параллельных универсальных постах; в блоке 8 — работы поста выдачи.

Блок 9 позволяет определить и вывести информацию по всем заявкам, прошедшим через систему постового ремонта, статистические характеристики работы постов системы и очередей перед ними, а также общую трудоемкость и доходы от выполненных работ по ремонту автомобилей.

Блок 10 удаляет заявки из системы и продолжает моделирование до тех пор, пока интервал времени не исчерпан, или завершает моделирование процесса ремонта, если этот интервал исчерпан.

Литература

1. Кузнецов Е.С., Болдин А.П., Власов В.М. Техническая эксплуатация автомобилей. — М.: Наука. 2001. — 535 с.
2. Бедняк М.Н. Моделирование процессов технического обслуживания и ремонта автомобилей. — Киев: Высшая школа, 1983. — 131 с.

УДК 502.3:504.5:621.43.064

Математическое моделирование загрязнения атмосферного воздуха потоком АТС

Канд. техн. наук Л.Х. БАДАЛЯН

Ростовская-на-Дону ГАСХМ (8 863 52-93-51)

В статье рассмотрена математическая модель загрязнения атмосферного воздуха выбросами токсичных и канцерогенных веществ транспортным потоком в зависимости от назначения автомобилей и вида используемого топлива, времени работы двигателей на режимах, кинематических параметров движения автотранспортных средств по уличной дорожной сети.

Ключевые слова: *математическая модель, автотранспортные средства, массовый выброс вредных веществ автомобилями, уличная дорожная сеть, структура транспортного потока.*

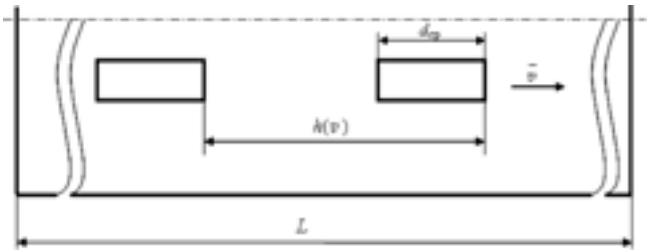
Badalian L.K.

MATHEMATICAL MODELLING OF POLLUTION OF ATMOSPHERIC AIR AT PERFORMANCE OF TRANSPORT WORK BY A STREAM OF AUTOMOBILES

In article the mathematical model of pollution of atmospheric air by emissions of toxic and cancerogenic substances by a transport stream depending on appointment of cars and to kinds of used fuel, an operating time of engines on modes, kinematics parameters of movement of vehicles on a street high system is considered.

Keywords: *mathematical model, vehicles, mass emission of harmful substances by cars, street high system, structure of a transport stream.*

В российском законодательстве пока отсутствуют уже действующие в других странах нормы выбросов для целой гаммы вредных составляющих отработавших газов автомобильных ДВС. Бесконтрольное загрязнение окружающей среды в нашей стране оказывает негативное влияние на здоровье населения, особенно населения городов с интенсивными потоками автотранспортных средств. На экологической обстановке сказывается еще и несовершенство, а также недостаток приборов для измерения масс выбросов отработавших газов и их концентраций в атмосферном воздухе. В связи с чем в обществе все более растет понимание того, что неблагоприятную экологическую ситуацию надо улучшать. Но для этого, очевидно, нужно знать не только качественную, но и количественную оценку проблемы, т. е. уровни загрязнений атмосферы конкретных городов, их районов, улиц. И здесь большую помощь могут оказать математические модели загрязнения окружающей среды.



Движение АТС на участке уличной дорожной сети города (прямоугольниками условно обозначены автомобили):

L — длина участка; $h(\upsilon)$ — пространственный интервал между автомобилями (расстояние между передними бамперами следующих друг за другом АТС); $d_{ср}$ — длина автомобиля

Для простоты вычислений основных характеристик движения по городской дорожной сети мобильных источников загрязнений транспортный поток в таких моделях рассматривается как стационарное явление. То есть считается, что все АТС имеют одинаковые скорости, а их средняя скорость прямо пропорциональна интенсивности движения и обратно пропорциональна плотности транспортного потока. Кроме того, теоретически различают два вида средних скоростей: пространственную υ_s — для АТС, занимающих определенный участок дороги в данный момент времени, и временную υ_t — для АТС, проходящих конкретную точку дороги в течение заданного интервала времени.

Первую из скоростей непосредственно измерить довольно сложно, вторую, наоборот, легко. Тем не менее в качестве одной из основных характеристик модели целесообразно использовать именно среднюю пространственную скорость (даже если учесть, что скорости автомобилей не одинаковы, а являются случайными величинами с произвольным распределением вероятностей). Потому что она, как показывает анализ[1], — средняя гармоническая временная скорость, которая рассчитывается по формуле № 1 (табл. 1).

Такой подход оправдан и тем, что на практике среднюю скорость транспортного потока обычно определяют не измерением скорости каждого автомобиля, а с помощью встраиваемого в поток патрульного автомобиля дорожной службы, а об изменении скоростей автомобилей судят по измеряемой автоматически детекторами интенсивности движения транспорта.

Не менее важной с точки зрения эмиссии отработавших газов характеристикой транспортного потока является число $K_м$ автомобилей на участке, которые, как видно из данной формулы, оказывают влияние на среднюю скорость υ_s автомобилей, и, следовательно, с его помощью можно регулировать движение АТС и выбросов ими загрязняющих веществ. Поэтому рассмотрим технологию его определения.

Взаимосвязь пространственного интервала между автомобилями, перемещающимися со средней скоростью потока, как правило, определяют экспериментально и выражают, например, в виде неприведенного полного квадратного уравнения (формула № 2), которое иллюстрирует рисунок. Из него следует, что $K_м$ можно представить и формулой № 3. Но поскольку $d_{ср} \le L$, то значением этого параметра можно пренебречь, т. е. $K_м$ записать в виде формулы № 4.

Две последние формулы говорят о том, что с увеличением или уменьшением скорости автомобилей соответственно увеличиваются или уменьшаются пространственные интервалы и число АТС на участке уличной дорожной сети (будет изменяться интенсивность движения и плотность автомобилей).

Оставаясь в рамках макромодели, другими словами, придерживаясь условия постоянства скоростей АТС, отметим, что на степень загрязнения атмосферы су-

[1] Иносэ Х., Хамада Т. Управление дорожным движением: пер. с англ. Х. Иносэ, Т. Хамада; под ред. М.Я. Блинкина. — М.: Транспорт, 1983. — 248 с.

Таблица 1

№ формулы	Формула	Примечания
1	$\upsilon_s = \dfrac{K_м}{\dfrac{1}{\upsilon_{t1}} + \dfrac{1}{\upsilon_{t2}} + \ldots + \dfrac{1}{\upsilon_{tn}}}$	$K_м$ — объем движения (число АТС на участке уличной дорожной сети); υ_{ti} — временная скорость i-го АТС
2	$h(\upsilon) = a \cdot \upsilon^2 + b \cdot \upsilon + c$	$h(\upsilon)$ — пространственный интервал между автомобилями
3	$K_м = z\dfrac{L - d_{ср}}{h(\upsilon)}$	z — число полос движения; L — длина участка; $d_{ср}$ — средняя длина АТС в потоке
4	$K_м = zL/h(\upsilon)$	—
5	$\Sigma M_{ijk} = M_{ijk}\lambda_{jk}K_m$	M_{ijk} — массовый расход i-го вредного вещества j-м АТС; λ_{jk} — доля АТС данного типа, использующего топливо данного вида, в транспортном потоке; $j = 1...n$ — тип АТС; $k = 1...m$ — вид используемого топлива
6	$M_{ijk} = \sum\limits_{r=1}^{4} M_{ijkr} \cdot b_{jr}$	$r = 1...4$ — режимы работы двигателя (установившийся, неустановившийся, холостой ход, замедление; b — доля времени работы автомобиля на тех же режимах
7	$\upsilon = \dfrac{n}{\sum\limits_{j=1}^{n} \dfrac{1}{v_j}}$	n — число АТС данного типа в потоке; υ_j — средняя скорость движения АТС

щественно влияет структура транспортного потока: доли содержащихся в нем легковых, грузовых автомобилей, микроавтобусов, автобусов, а также доли этих АТС, работающих на бензине, дизельном и газовом топливах и оснащенных разными системами топливоподачи. Все эти параметры (они скомпонованы в табл. 2) структуры транспортного потока определяются опытным путем и на основании сведений ГИБДД о наличии и техническом состоянии АТС. Необходимы они для расчета мощностей двигателей, следовательно, и объемов вредных выбросов.

Массовый выброс ΣM_{ijk} вредных веществ всеми автомобилями в транспортном потоке рассчитывается по формуле № 5.

Расчет массового выброса i-го вредного вещества АТС транспортным потоком иллюстрирует табл. 3. При этом вредные выбросы по типам АТС представляют собой сумму произведений $M_{ijk}\lambda_{ik}K_м$ по горизонтали, а по видам используемого топлива — по вертикали.

На практике транспортный поток на уличной дорожной сети городов представляет собой не стационарное явление, а прерывающееся средствами управления (светофорами) перемещение АТС. В связи с чем необходимые некоторые «усовершенствования», касающиеся учета долей времени работы двигателей на различных режимах, переводят модель движения передвижных источников загрязнения атмосферы в микромодель. Такое усложнение способствует повышению точности расчета выбросов токсичных и канцерогенных веществ с отработавшими газами.

Что касается массового расхода i-го вредного вещества одним автомобилем, то для него предназначена формула № 6. Для определения масс выбросов i-го вредного вещества транспортным потоком подсчитанное таким образом значение M_{ijk} подставляется в формулу № 5.

Необходимо отметить еще одну вполне очевидную особенность реального транспортного потока, влияющую на массы выбросов загрязнений в атмосферный воздух: разные типы АТС перемещаются не синхронно, а с отличающимися скоростями (как правило, скорости тем выше, чем дальше полоса движения от правого края дороги). Если для каждого типа АТС средние скорости известны (например, определены

Таблица 2

Тип АТС	Доли АТС по видам используемого топлива				$\Sigma\lambda_{наз}$
	дизельное	бензин		газовое	
		карбюратор	инжектор		
Легковой	$\lambda_{лд}$	$\lambda_{лбк}$	$\lambda_{лби}$	$\lambda_{лг}$	$\lambda_л$
Грузовой	$\lambda_{грд}$	$\lambda_{грбк}$	$\lambda_{грби}$	$\lambda_{грг}$	$\lambda_{гр}$
Микроавтобус	$\lambda_{мкд}$	$\lambda_{скбк}$	$\lambda_{мкби}$	$\lambda_{мкг}$	$\lambda_{мк}$
Автобус	$\lambda_{ад}$	$\lambda_{абк}$	$\lambda_{аби}$	$\lambda_{аг}$	$\lambda_а$
$\Sigma\lambda_{тип}$	$\Sigma\lambda_д$	$\Sigma\lambda_{бк}$	$\Sigma\lambda_{би}$	$\Sigma\lambda_г$	1,0

Таблица 3

Массовый выброс вредного вещества по типам АТС	Массовый выброс вредного вещества по видам топлива			
	дизельное	бензин		газовое
		карбюратор	инжектор	
Легковой ($\Sigma M_л$) Грузовой ($\Sigma M_{гр}$) Микроавтобус ($\Sigma M_{мк}$) Автобус ($\Sigma M_а$)	$\left.\begin{matrix} M_{лд}\lambda_{лд} \\ M_{грд}\lambda_{грд} \\ M_{мкд}\lambda_{мкд} \\ M_{ад}\lambda_{ад} \end{matrix}\right\} \times K_м$	$\left.\begin{matrix} M_{лбк}\lambda_{лбк} \\ M_{грбк}\lambda_{грбк} \\ M_{мкбк}\lambda_{мкбк} \\ M_{абк}\lambda_{абк} \end{matrix}\right\} \times K_м$	$\left.\begin{matrix} M_{лби}\lambda_{лби} \\ M_{грби}\lambda_{грби} \\ M_{мкби}\lambda_{мкби} \\ M_{аби}\lambda_{аби} \end{matrix}\right\} \times K_м$	$\left.\begin{matrix} M_{лг}\lambda_{лг} \\ M_{грг}\lambda_{грг} \\ M_{мкг}\lambda_{мкг} \\ M_{аг}\lambda_{аг} \end{matrix}\right\} \times K_м$
ΣM_i	$\Sigma M_д$	$\Sigma M_{бк}$	$\Sigma M_{би}$	$\Sigma M_г$

экспериментально), то среднюю скорость потока следует рассчитывать так же, как по формуле № 1, т. е. по формуле № 7.

Надо признать, что последовательное дополнение и усложнение модели транспортного потока с принятыми допущениями и рядом аппроксимаций реальных свойств системы не столько точно представляют детали процесса, сколько относительно объективно отражают механизм загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспорта. Очевидно, только экологическая сертификация каждого АТС с целью установления зависимостей динамических характеристик трансмиссии, кинематических параметров движения, концентраций вредных веществ в отработавших газах от эффективной мощности или коэффициента избытка воздуха позволит фиксировать и с помощью простых моделей оценивать загрязнение окружающей среды потоком автомобилей.

ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

УДК 65.011.56

Многовариантные производственные задачи: технология автоматизированного решения

Канд. техн. наук Э.В. ЛАЗАРСОН

Пермский ГТУ (+7 342 2-123-927)

Приведено описание усовершенствованной методики решения многовариантных неформализованных задач класса выбора и принятия решений, являющихся наиболее распространенной категорией производственных задач. Для моделирования и решения указанных задач созданы специальные программные средства.

Ключевые слова: *задачи выбора, решение, автоматизация, таблицы соответствий, алгоритмы, программные средства.*

Lazarson E.V.

MULTI-VARIATIONAL INDUSTRIAL PROBLEMS: TECHNOLOGY OF COMPUTER-AIDED SOLUTION

This is Describtion of modern technology of computer-aided solution of multi-variational industrial problems. Special program-means were created to modeling and solution those tasks.

Keywords: *problem of choice, solution, automatisation, table of conformity, algorithm, program-means.*

Масштабы применения вычислительной техники во всех сферах деятельности постоянно возрастают. В частности, ее широко внедряют в научных и проектных организациях, в учебных заведениях; на некоторых крупных предприятиях подготовка производства выполняется с использованием САПР. Однако на производстве большинство специалистов, к сожалению, попрежнему обходятся без компьютеров. И не без причин. Труд специалиста-производственника представляет собой последовательное решение настолько многих и разнообразных задач, что содержание и необходимую последовательность их выполнения определить заранее, как правило, не представляется возможным. В связи с этим на практике удается автоматизировать решение не всего комплекса вопросов, а лишь отдельных, наиболее часто встречающихся задач. Кроме того, практические задачи в своей массе относятся к категории неформализованных, т. е. таких, исходные данные и результаты решения которых нельзя выразить в числовой форме и точный алгоритм этого решения изначально неизвестен. В итоге специалисты решают производственные задачи, опираясь, прежде всего, на свои знания и опыт.

Но при таком субъективном подходе существует большая вероятность принятия неоптимальных и даже ошибочных решений. Поэтому очевидно, что создание доступной для практического использования общей методики автоматизированного решения разнообразных по содержанию задач является актуальным.

Понимая это, специалисты Пермского ГТУ разработали информационную технологию решения задач класса выбора и принятия решений, в которой используются некоторые положения теорий искусственного интеллекта, нечетких множеств, системного анализа и автоматизированного проектирования [1].

Основные положения новой технологии сводятся к следующему.

1. Любая неформализованная задача может быть сформулирована как задача выбора предпочтительного в определенном отношении варианта из нескольких конкурирующих. Правилом предпочтения является соответствие решения заданным условиям задачи.

2. Для решения задачи всегда необходимо проводить сбор и анализ дополнительной информации, отсутствующей в ее условии.

3. Если альтернатив не менее четырех-пяти, выбор неочевиден и требуется учет нескольких факторов, то постановка задачи формализуется в виде таблицы соответствий.

4. Результат решения задачи получают путем обработки данных таблицы соответствий по универсальному алгоритму, однотипному для всех задач.

5. При большом числе альтернатив и вариантов условий задачи ее табличную модель трудно анализировать визуально, поэтому делается это с помощью графсхем алгоритмов выбора решений или специальных программных средств.

6. На основе анализа построенной модели выбирается метод ее корректирования, позволяющий привести ее к виду, приемлемому для пользователя.

7. Во многих случаях в целях упрощения решения сложную задачу целесообразно разделять на несколько более простых и решать их как систему взаимосвязанных подзадач.

8. Для задач выбора из двух-трех альтернатив таблицы соответствий не строят. В этом случае альтернативы

Множество возможных решений $Y = \{y_1, y_2, \ldots y_m\}$ (область прибытия)	Множество условий существования решений $X = \{X_1, X_2, \ldots X_n\}$ (область отправления)
	Связь между условиями и решениями (матрица соответствий)

а

Возможные решения	Условие 1 X_1				Условие 2 X_2					...				Условие n X_n			
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	·	·	·	·	1	2	3	4
Решение 1 y_1		1	1					1						1	1	1	
Решение 2 y_2	1					1									1		1
·																	
·				Значения соответствий													
·																	
Решение m y_m			1		1		1									1	1

б

Рис. 1. Области (а) и общий вид (б) таблицы соответствий T(X, Y)

сравнивают или по частному критерию, выбранному из числа влияющих факторов, или по комплексному критерию, учитывающему значимость нескольких факторов.

9. Успешное решение многих неформализованных задач может быть достигнуто при совместном использовании процедур выбора, расчета и численных оценок.

Исходя из перечисленных принципов, решение задач предусматривает выполнение пяти этапов: отбор вариантов решений, из которых возможен выбор; сбор информации об альтернативах и факторах, влияющих на выбор; построение модели задачи в форме таблицы соответствий; выявление и преодоление возможной неоднозначности решений при некоторых исходных условиях; разработка схемы алгоритмов поиска оптимальных решений и их анализ. Наиболее важным является этап построения моделей задач в форме таблиц соответствий (ТС), предложенных Г. К. Горанским [2].

Эти таблицы, как видно из рис. 1, представляют собой прямоугольную матрицу, разделенную на три области: область прибытия, область отправления и матрицу соответствий. В первую из них помещают возможные варианты решений (альтернативы), из которых затем осуществляется выбор; во второй — указывают условия (влияющие на выбор факторы) и их значения; в третьей — с помощью значений булевой функции (единица или нуль) фиксируется наличие соответствий между значениями условий и решениями. Нули, как правило, в матрицу соответствий не записывают, оставляя клетки пустыми. Все перечисленные понятия кодируют с помощью цифровых и буквенно-цифровых кодов (см. рис 1, *б*). Тем самым формализуются необходимые знания о предметной области задачи.

Каждая таблица представляет собой модель не одной, а множества однотипных по условиям и целям задач, общее число которых равно числу возможных вариантов задания условий выбора решений по таблице соответствий. Формальное решение конкретной задачи сводится к поиску строки (строк) таблицы, в которой для всех без исключения элементов заданного кортежа исходных данных указано наличие соответствий. Название соответствующей строки (строк) в области прибытия показывает решение задачи.

Дополнительно следует иметь в виду, что условия выбора решений X_1, X_2, ..., по существу, являются независимыми переменными, или *входными параметрами*, а возможные решения y_1, y_2, ... — *выходными параметрами*.

Представление моделей задач в форме таблиц соответствий обладает многими достоинствами. Во-первых, алгоритм поиска решений по таблице универсален, не зависит от содержания задачи; во-вторых, при построении таблицы из источников информации извлекается только та, которая минимально необходима для решения задачи, а вся остальная сопутствующая отсеивается. Поэтому табличная форма, как никакая другая, резко «сжимает» исходную информацию (во многих случаях одна таблица способна концентрировать в себе информацию о сотнях и тысячах вариантов решения однотипных по постановке и целям задач).

Но у методики Г.К. Горанского есть недостатки. В частности, по ТС невозможно визуально определить все возможные варианты решений, а значит — оценить качество построенной модели, ее пригодность для практического применения. В связи с этим такие таблицы предлагается анализировать с помощью специальных граф-схем, создаваемых на их базе.

Как это делается, рассмотрим на конкретном примере — таблице, построенной по данным справочника [3] и предназначенной для выбора марки электрода для сварки коррозионно-стойкой стали в зависимости от четырех признанных существенными факторов.

Нетрудно заметить формализованность, простоту и компактность табличной модели. По ней можно определить решение для 108 вариантов возможных условий задачи. Однако проанализировать эти варианты непосредственно по таблице очень сложно. Поэтому на основе таблицы, соответственно, строится граф-схема (рис. 2, *а*) алгоритмов поиска решений, которая, по существу, является аналогом таблицы, но по сравне-

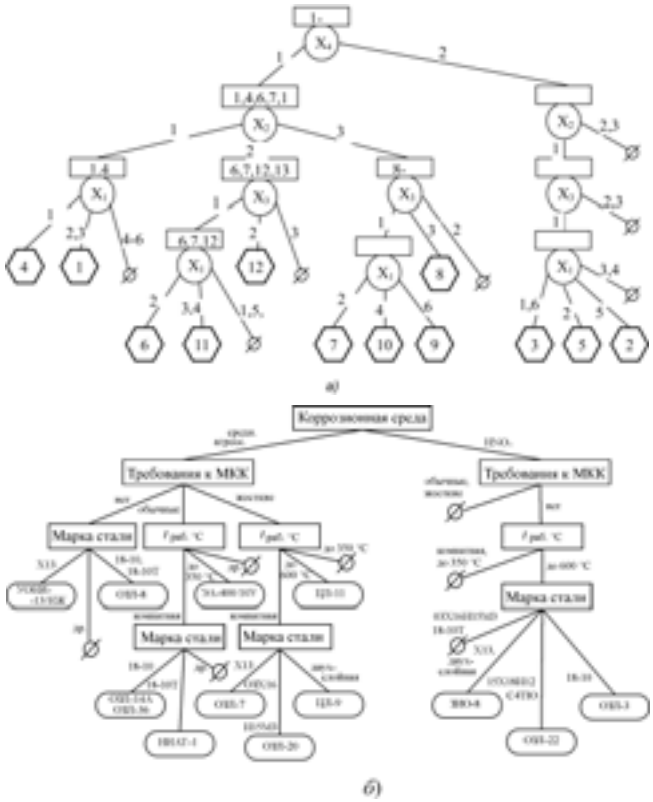


Рис. 2. Представление алгоритмов решения задачи в виде граф-схемы (а) и блок-схемы (б)

нию с ней обладает бóльшей наглядностью: по ней можно видеть, какие условия задачи соответствуют тому или иному решению из области прибытия или отсутствию решения. Это позволяет оценить качество созданной табличной модели и при необходимости откорректировать ее.

Для специалиста, занимающегося анализом качества модели, некоторое неудобство заключается в том, что вершины и дуги графа обозначены кодами и их в процессе анализа приходится постоянно расшифровывать. В связи с этим предложено на основе граф-схем строить блок-схемы (рис. 2, *б*), применив в них натуральные обозначения блоков и связей. Такая блок-схема, безусловно, удобнее: видно все многообразие алгоритмов и логика выбора решений.

Анализ блок-схемы можно проводить как по направлению от корня графа к элементам, так и в противоположном направлении. Так, двигаясь сверху вниз, можно, например, определить: если сварное соединение предназначено для работы в среде средней агрессивности, но к нему не предъявляются требования по стойкости против межкристаллитной коррозии, и если материалом конструкции является сталь типа Х13, то рекомендуется сварка электродами марки УОНИ-13/НЖ. При движении снизу вверх решаются обратные задачи, т. е. можно определить назначение конкретной марки электрода.

Достоинства методики, основанной на моделировании и решении задач выбора с помощью таблиц соответствий, очевидны. Тем не менее на практике они заметного распространения не получили. Причина — затруднения, связанные главным образом с неполнотой и неточностью первичной информации о задачах. Это проявляется на всех этапах решения задачи — от изучения ее условий до анализа полученных результатов. Для преодоления затруднений приходится обращаться к дополнительным источникам информации. Но при этом изначально неизвестно, где можно найти необходимые сведения, что именно следует собирать и в каком виде фиксировать.

Свои трудности имеет построение таблиц соответствий и граф-схем. К примеру, для таблиц наиболее сложный момент — формирование области отправления (отбор влияющих на выбор факторов и формулирование их значений; указание соответствий в матрице таблицы значениями двузначной логики (единица или нуль); в случае граф-схем — ручное их построение. С увеличением числа вводимых в модель параметров размеры граф-схем и их сложность резко возрастают (в экспериментах редко удавалось построить приемлемые по сложности граф-схемы при числе входных параметров, превышающем 5—6, и числе клеток в матрице таблицы больше 600—700).

Однако и это еще не все: наиболее актуальной в общей проблематике решения задач по методике Г.К. Горанского оказалась проблема, которую можно назвать *неоднозначностью решений, генерируемых моделью.* Дело в том, что при некоторых сочетаниях значений входных параметров применяемый алгоритм поиска решений по табличной модели может привести к более чем одному решению. Причем с этим приходится встречаться постоянно, даже при решении самых простых задач.

Чтобы решить данную проблему, потребовалось провести специальное исследование. В результате удалось разработать приемы и методы ее устранения. В частности, предложен новый тип таблицы соответствий: в клетках матрицы такой модели наличие соответствий указывают не с помощью единиц и нулей, а с помощью используемых в теории нечетких множеств степеней принадлежности, которые могут принимать любые значения в пределах от нуля до единицы [4]. Для входных параметров модели, выражаемых натуральными числами (таких, например, как размеры, масса, стоимость и т. п.), строят функции принадлежности и по ним определяют степени принадлежности. Для символьных значений входных параметров последние устанавливают субъективно, на основе бинарных сравнений [1].

Как показывает опыт, модели со степенями принадлежности более информативны, точны и однозначны, чем традиционные таблицы соответствий. Поэтому в ходе работ по автоматизации решения задач выбора, проведенных в Пермском ГТУ, основное внимание было уделено именно новым таблицам соответствий.

Марка электрода	X_1 — марка, группа стали						X_2 — требования к межкристаллитной коррозии			X_3 – T, °С			X_4 — коррозионная среда	
	типа Х13	типа 18-10	типа 18-10Т	03Х16-Н15М3	15Х18Н 12С4ТЮ	двухслойная	нет	обычные	жесткие	комнатная	до 350	до 600	средней агрессивности	HNO_3
ОЗЛ-8, y_1		1	1				1				1		1	
ОЗЛ-3, y_2					1		1			1				1
ЗИО-8, y_3	1					1	1			1				1
УОНИ-13/НЖ, y_4	1						1			1			1	
ОЗЛ-22, y_5		1					1			1				1
ОЗЛ-14а ОЗЛ-36, y_6		1						1		1			1	
ОЗЛ-7, y_7		1							1	1			1	
ЦЛ-11, y_8			1						1			1	1	
ЦЛ-9, y_9				1		1			1	1			1	
ОЗЛ-20, y_{10}				1					1	1			1	
НИАТ-1, y_{11}			1	1				1		1			1	
ЭА-400//10У, y_{12}			1	1				1			1		1	

При выполнении этих работ учитывалось, что относительно легко удается автоматизировать только хорошо формализованные виды работ, т. е. работы типа расчетных и оформительских. Решение же остальных задач автоматизировано пока лишь в небольшой степени. При функционировании САПР система выводит на экран монитора текущую справочную информацию и соответствующие меню, а принятие решений по большинству вопросов возлагается на пользователя. Однако работа с меню — по существу аналог безмашинного выбора наиболее предпочтительного варианта из нескольких возможных. Отсюда и в целом низкий уровень автоматизации проектных операций, и сохранение недостатков ручного проектирования. Во многих развитых странах все более широкое применение находят интеллектуальные компьютерные системы, называемые экспертными, или советующими. Основное их достоинство заключается в возможности использования для решения широкого круга вопросов, в том числе сложных неформализованных задач выбора. Однако создание экспертных систем (ЭС) посильно только коллективам высококвалифицированных специалистов, требует больших трудозатрат и денежных средств.

С помощью продукционных правил, из которых формируют базы знаний ЭС, можно формализовать различные связи между входными и выходными параметрами изучаемых объектов. Аналогичными возможностями обладают и ТС, что привело к созданию программных средств, использующих совместно достоинства обоих названных формализмов: компактность и простоту ТС и полноту содержания знаний в продукционных правилах.

На этой основе разработана специализированная компьютерная система для моделирования и решения задач выбора непосредственно на экране дисплея. При этом в качестве инструмента создания моделей выбрана программа MS Excel, которая предоставляет необходимые визуальные средства работы с ячейками таблиц и встроенный язык программирования (Visual Basic) для реализации вычислительных алгоритмов.

Программа предусматривает создание, редактирование и пользование таблицами соответствий при работе в двух режимах — «Редактирование» и «Решение».

В первом из них оператору предоставляется возможность с помощью простых средств управления построить на экране дисплея таблицу соответствий в таком же виде, что и вручную, без компьютера. Причем кодировать входные и выходные параметры здесь необязательно. Далее следует этап тестирования построенной модели на примерах с разными условиями моделируемой задачи. В процессе работы с программой оператор последовательно указывает курсором значения входных параметров, намеченные в качестве исходных данных задачи, и при каждом таком указании осуществляется подсветка значений и соответствующих им возможных решений.

По мере ввода данных число подсвеченных клеток в области отправления таблицы соответствия возрастает, а число подсвеченных ячеек решений может сокращаться или оставаться неизменным. В последнем случае оператору видно, какие решения при конкретных условиях не разделяются, и он оценивает адекватность построенной модели и принимает решение, следует ли ее корректировать.

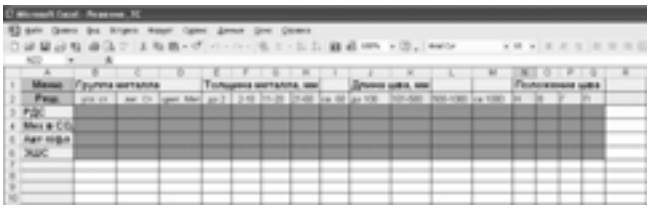


Рис. 3. Вид экрана в задаче выбора способа сварки

При работе с готовой табличной моделью в режиме «Решение» конечный пользователь только указывает курсором значения входных параметров из условия конкретной задачи и сразу видит на экране искомое решение.

Для иллюстрации сказанного на рис. 3 показан вид экрана в условно упрощенной задаче выбора оптимального способа сварки из четырех заданных (ручная дуговая, механизированная в CO_2, автоматическая под флюсом и электрошлаковая) в зависимости от четырех факторов — группы металла, его толщины, длины и положения шва. Там же виден общий вид модели с областями определения всех входных и выходных параметров, который может быть создан разработчиком или получен пользователем для работы. К примеру, если пользователя интересует рациональный способ сварки соединения из углеродистой стали толщиной 30 мм при длине шва 500 мм в нижнем положении, то ввиду простоты модели в заданном случае можно визуально проследить, что по мере ввода перечисленных условий число возможных вариантов будет уменьшаться, и в итоге рекомендуется один способ — механизированная сварка в углекислом газе. Но если в условии задачи записано уменьшить длину шва, то однозначного решения не получится: система укажет возможность применения двух способов сварки — механизированной в среде углекислого газа и ручной дуговой.

В целом можно сказать, что разработанная компьютерная система, по существу, представляет собой оболочку для построения табличных моделей объектно-ориентированных задач выбора независимо от их тематики, не имеет принципиальных ограничений по числу учитываемых альтернатив, входных параметров и их значений и может быть использована для решения задач в разных предметно-ориентированных областях.

Литература

1. Лазарсон Э.В. Теория и методы решения многовариантных неформализованных задач выбора (с примерами из области сварки): монография. — Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008.
2. Автоматизированные системы технологической подготовки производства в машиностроении / под ред. Г.К. Горанского. — М.: Машиностроение. 1976.
3. Сергеев Н.П. Справочник молодого сварщика. — М.: Высшая школа, 2004.
4. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенного решения: пер. с англ. — М.: Мир, 1976.

УДК 629.113/.115

Влияние формирования кластеров автомобильной промышленности на социально-экономическое развитие региона

Д.В. РЕДИН

МГТУ «МАМИ» (495 223-05-23)

Рассмотрены вопросы взаимосвязи темпов развития кластеров автомобильной промышленности и социально-экономических показателей регионов. Проведен корреляционно-регрессионный анализ динамики показателей на примере кластеров Ростовской (ФПГ «Донинвест») и Калиниградской (группа компаний «Автотор») областей.

Ключевые слова: *кластеры автомобильной промышленности, социально-экономические показатели, взаимосвязи, факторные и результативные показатели, коэффициент корреляции, корреляционно-регрессионная зависимость, экономическое развитие территории, уровень жизни населения.*

Redin D.V.

THE INFLUENCE OF CAR MANUFACTURING CLUSTER'S ACTIVITY ON THE REGIONAL SOCIAL AND ECONOMIC DEVELOPMENT

The content of the article includes interrelations of car manufacturing clusters' development and social and economic regional indicators. The correlation-regression analysis of indicators' dynamics has been carried out on an examples of Rostov (FPG «Doninvest») and Kaliningrad («Autotor» business group) regions.

Keywords: *car manufacturing clusters, social and economic indicators, interralations, factorial and productive indicators, correlation factor, correlation and regression dependence, economic development of the region, population standard of living.*

Как показывает практика, наиболее эффективная форма интеграции промышленных высокотехнологичных предприятий — модель, основанная на теории кластеров, которую в 1980-х годах предложил М. П. Портер. При этом в данном конкретном случае под понятием «Кластер» понимается [1] отраслевая и географическая концентрации предприятий-поставщиков, производителей, потребителей, элементов промышленной инфраструктуры и исследовательских организаций, взаимосвязанных в процессе создания прибавочной стоимости. Или [2], что практически то же самое, индустриальные районы, состоящие из предприятий, которые специализируются в определенном секторе производства, локализованы географически и сформированы на базе территориальной концентрации сетей специализированных поставщиков, основных производителей и потребителей, связанных технологической цепочкой.

Концепция кластеров объединила в себе [3] преимущества многих предшествующих теорий — конкурентоспособности, институционализма, инновационного и территориального промышленного развития. Основное ее отличие от более ранних подходов состоит в изучении условий функционирования конкретных предприятий, рассмотрении экономического развития в микроэкономическом контексте. Логически взаимосвязанным с приведенными определениями объединения субъектов экономики в кластер является критерий роста конкурентоспособности его элементов и территории его функционирования. Синергетические отношения позволяют снизить трансакционные издержки, а также придать кластеру как региональной системе свойства, отличные от свойств каждого из входящих в него хозяйственных субъектов.

Учитывая сказанное выше, автор проанализировал взаимосвязь развития кластеров автомобильной промышленности, сформировавшихся на базе автосборочных производств ФПГ «Донинвест» (совместное с южнокорейской компанией «Хёндэ» предприятие по сборке легковых и малых коммерческих автомобилей) и группы «Автотор» (сборочное производство более двух десятков моделей легковых автомобилей ведущих мировых концернов), с показателями социально-экономического развития регионов их расположения (г. Таганрог и Аксайский район Ростовской области и Калининградская область). При этом он попытался из всей группы факторов, определяющих конкурентоспособность территории и кластерного образования, выявить те, динамика которых проявляет наибольшую корреляционную взаимозависимость.

Выполнялась данная работа методом проверки мультиколлинеарности факторов, т. е. парной корреляционной их зависимости между собой, и выявления наиболее значимых из них с помощью коэффициентов корреляции, которые, как известно, характеризуют тесноту связи между результативным признаком (y) и переменной (x). Причем было принято: если мультиколлинеарная зависимость присутствует (коэффициент r_{ij} парной корреляции равен 0,7—0,8), то точность оценки параметров регрессии и, следовательно, оценки взаимной обусловленности значений анализируемых показателей считается ниже допустимой, а если больше 0,8 — приемлемой.

Коэффициент корреляции рассчитывался по формуле:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^{n}((x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y}))}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2\sum_{i=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2}},$$ в которой $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$; $\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i}{n}$;

$\bar{x}$ и $\bar{y}$ — средние арифметические значения переменных; x_i — факторы, оказывающие влияние на результативный признак; y_i — результативный признак; n — число наблюдений.

В процессе сравнительного анализа динамики показателей социально-экономического развития кластеров и территорий за 2001—2005 гг. были определены парные коэффициенты корреляции и в качестве значимых приняты лишь те из факторных показателей, у которых модуль коэффициента корреляции больше 0,8. При этом установлено, что связь между кластерами и территориями довольно неоднозначна.

Так, если взять обобщающий показатель «уровень жизни населения» — долю населения с доходами ниже прожиточного минимума, то его корреляционная взаимозависимость с другими параметрами социально-экономического развития выявлена только в рамках укрупненной единицы анализа, Ростовской области. В рамках же территории кластера (Аксайский район) и ближайшей к нему городской агломерации (г. Таганрог) такой взаимосвязи нет ($|r_{ij}| < 0,8$), что свидетельствует о целесообразности оценки уровня жизни населения только на уровне укрупненной территориальной единицы анализа.

Данный показатель для области взаимосвязан с показателями развития территориального кластера. Например, с объемом выпуска автомобилей ФПГ «Донинвест» — незначительно: ($|r_{ij}| = 0,8416$).

Но показатель «оборот розничной торговли» в стоимостном выражении (учетом инфляции) оказывается значимым и для Ростовской области ($|r_{ij}| = 0,929$), и для Таганрога ($|r_{ij}| = 0,94$), а для рассматриваемого кластера, Аксайского района, степень проявления взаимозависимости существенно слабее: $|r_{ij}| = 0,806$. То есть наибольшая взаимосвязь показателей «уровень жизни населения» и «экономическое развитие территории» наблюдается по укрупненной административно-территориальной единице и на уровне города — центра исследуемого кластера.

Зависимость показателя «уровень жизни населения» от показателя «физический объем реализации продукции организаций общественного питания», наоборот, имеет место исключительно на уровне кластера, Аксайского района, что свиде-

тельствует о возможности использования этого параметра экономического развития только при анализе территорий на уровне районов (кластеров).

По показателю «площадь введенных в эксплуатацию жилых домов» с показателем «уровень жизни» выраженная взаимосвязь выявлена на всех уровнях территориального анализа. Однако наибольшая взаимосвязь имеет место по укрупненным территориальным единицам — Ростовской области ($|r_{ij}| = 0{,}9554$) и г. Таганрог ($|r_{ij}| = 0{,}969$). По территории же кластера $|r_{ij}| = 0{,}885$.

По показателю «общая численность зарегистрированных предприятий и организаций» получено следующее: для Ростовской области $|r_{ij}| = 0{,}8416$, Таганрога — 0,983, Аксайского района — 0,8571. То есть значительная корреляция показателя с уровнем жизни населения имеет место во всех единицах анализа, при этом степень взаимосвязи сокращается от максимальной для территориальной единицы, которой соответствует показатель уровня жизни (Ростовская область), до минимальной по территории кластера (Аксайский район).

Корреляционная зависимость показателей «численность учащихся средних специальных учебных заведений» и «уровень жизни населения» выявлена только в рамках территории кластера, Аксайского района ($|r_{ij}| = 0{,}9722$). По другим же территориальным единицам она отсутствует ($|r_{ij}| < 0{,}8$), что свидетельствует о преобладающем влиянии на развитие среднего профессионального образования территориальных особенностей развития экономического кластера.

Еще один распространенный показатель региональной статистики, характеризующий уровень жизни населения, — число автомобилей, приходящихся на 1 тыс. жителей. И результаты корреляционного анализа показали, что данный показатель довольно жестко связан с объемом производства автомобилей ФПГ «Донинвест» ($|r_{ij}| = 0{,}98$) и среднесписочной численностью работников организаций в расчете на одного жителя (по Аксайскому району ($|r_{ij}| = 0{,}969$), а также с демографическим параметром территории кластера, естественной убылью населения, рассчитанной за предыдущий год ($|r_{ij}| = 0{,}985$).

Таким образом, в целом можно сделать вывод: динамика уровня обеспеченности населения региона легковыми автомобилями, в отличие от рассмотренного выше монетарного показателя уровня жизни, доли населения с доходами ниже прожиточного минимума, в основном зависит от экономического развития территории автомобилестроительного кластера. При этом установлено, что показателем экономического развития территории кластера, в наибольшей степени взаимосвязанным с показателем уровня доходов населения (монетарный показатель уровня жизни), является численность зарегистрированных предприятий и организаций.

На основании рассмотренных выше взаимосвязей кластерных и региональных социально-экономических показателей автор сформировал модель линейной корреляционно-регрессионной зависимости. При этом в качестве результативного признака принял число организаций, зарегистрированных на территории (параметр, характеризующий экономическое развитие региона, в том числе благодаря формированию сектора малого и среднего бизнеса), а в качестве факторных признаков — показатели «уровень жизни» и «потребительская активность» (число легковых автомобилей на 1 тыс. населения), а также «экономическая активность населения региона» (число безработных на 1 тыс. жителей).

Установлено, что по территории автомобилестроительного кластера ФПГ «Донинвест» (Аксайский район) значения коэффициентов корреляции между результативным и факторным показателями следующие: для показателя «число легковых автомобилей на 1 тыс. населения территории» значение коэффициента парной корреляции составило 0,9831; для показателя «число безработных на 1 тыс. жителей» — 0,7386.

Значение коэффициента парной корреляции для самих факторных признаков выразилось цифрой 0,6352, что свидетельствует об отсутствии мультиколлинеарной зависимости.

В общем виде уравнение линейной регрессионной зависимости выглядит следующим образом: $У = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2$. В нем $У$ — функция регрессии (результативный признак), x_1, x_2 — независимые переменные; a_1, a_2 — коэффициенты регрессии; a_0 — свободный член.

После определения хорошо известным методом численных значений коэффициентов a_0, a_1, a_2, a_3 оно приобретает вид: $y = 369{,}19 + 19{,}72x_1 + 5{,}49x_2$, где y — число организаций, зарегистрированных на территории региона, x_1 — число безработных в расчете на 1 тыс. жителей и x_2 — число легковых автомобилей на 1 тыс. жителей Аксайского района.

Коэффициент множественной корреляции приведенных в модели показателей был равен 0,9942, что превышает показатели парных коэффициентов корреляции и свидетельствует о высокой достоверности сформированной линейной модели зависимости и возможности ее использования для моделирования показателей экономической активности рассматриваемого кластера.

И последнее. Рассчитанный для Аксайского района признак общих темпов экономического развития территории и развития малого и среднего бизнеса (число зарегистрированных организаций) находятся в прямой корреляционной зависимости от обобщающего показателя уровня жизни населения, т. е. численности легковых автомобилей на 1 тыс. населения. Однако взаимозависимость результирующего параметра модели (число зарегистрированных организаций) с признаком доли безработного населения региона, в принципе, может иметь как прямой по территории анализируемого кластера, так и обратный характер. В частности, аналогичные модели, сформированные исходя из показателей укрупненных регионов (Ростовская и Калининградская области), свидетельствуют о наличии именно обратной корреляционной зависимости между названными показателями.

Так, из статистических данных по территории автомобилестроительного кластера Калининградской области (группа «Автотор») за период 2001—2005 гг. следует, что значения коэффициентов корреляции между факторными и результативным показателями составили соответственно 0,97 и (−0,722). Мультиколлинеарная зависимость факторов также отсутствует (значение парной корреляции факторных признаков равнялось −0,679), значение коэффициента множественной корреляции (0,974) превышает показатели парных коэффициентов корреляции.

Таким образом, наблюдаемая по укрупненным регионам РФ устойчивая обратная зависимость между числом зарегистрированных организаций и показателем доли безработного населения по выделенным территориям кластерной интеграции имеет прямой характер. Это говорит об определяющей роли малого и среднего бизнеса в развитии кластерных зон (повышение уровня безработицы стимулирует развитие малого бизнеса). В отличие от общей тенденции экономического развития регионов РФ.

Литература

1. Ялов Д.А. Кластерный подход как технология управления региональным экономическим развитием // Портал информационной поддержки малого и среднего производственного бизнеса www.subcontract.ru.
2. Материал ЮНИДО «Cluster development and BDS promotion». Rabelotti, Roberta, «Is There an Industrial District Model»? Footwear Districts in Italy and Mexico Compared? World Development, Vol. 23, № 1 (1995). P. 29—41.
3. Л.С. Марков, М.А. Ягольницер. Исследования наукоемких компаний Новосибирска — кластерный подход // Электронный ресурс Сибирской академии инноваций www.sibai.ru.

Указатель статей, опубликованных в 2009 г.

№

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Батурина Н.А. — Аналитическое обоснование реальной величины дебиторской задолженности 9

Батырмурзаев Ш.Д., Володина Л.Б., Гамзатов Т.Г., Саидов М.А., Батырмурзаев А.Ш., Батырмурзаева З.М. — Бортовое устройство для получения, хранения и использования водорода в качестве автомобильного топлива 12

Беляев К.С., Пенкин А.Л. — Система впуска как резерв улучшения эффективности дизелей 12

Бойко Ю.А. — **Оценка** эффективности стратегического планирования предприятия 12

Даньшина В.А. — Проблемы локализации производства автокомпонентов 5

Даньшина В.А. — Об автобусах для мегаполисов и крупных городов 7

Гниненко А.В. — Государственное регулирование как инструмент повышения конкурентоспособности российского автомобилестроения 10

Желнина Е.В. — Системы управления профессиональной подготовкой персонала в крупных промышленных фирмах . . . 6

Загарин Д.А. — Старт автомобилям дает НИЦИАМТ. 7

Катанаев Н.Т., Симутина М.Н., Козлов Д.И., Басанец П.П. — Обеспечение ресурсами — залог успешного развития автомобилестроительной отрасли 2

Кириллова Л.М. — Уровни развития муниципального пассажирского автомобильного транспорта в России и США 8

Куликова С.В. — Интернет-исследование внешней среды дилера грузовых АТС 1

Лощаков П.А. — Обратные методы расчета как инструмент повышения рентабельности оборотных средств предприятия 6

Москвин Р.К. — Слабого — добей 1

Мочалин С.М., Заруднев Д.И. — О критериях эффективности функционирования логистических цепей поставок при выборе автотранспортных средств 3

Невелев В.А. — Влияние конкурентоспособности отечественных АТС на конъюнктуру их национального рынка 11

Пашков В.И. — Автомобильная промышленность России в 2008 году 3

Пашков В.И. — Автомобилестроение России в первом полугодии 2009 г. 10

Саркисян А.З. — Механизм проектного управления как способ обеспечения высокого темпа развития автомобилестроения 1

Смирнова О.Ю. — Оценка неравномерности спроса на грузовые перевозки в условиях рыночных отношений 4

Шарян Э.Г. — Российский рынок автокомпонентов. Состояние и перспективы 2

Шарян Э.Г. — Конкурентоспособность отечественных производителей автокомпонентов в условиях глобальной среды 9

Шибаков В.Г., Швеёва Е.И. — Информационные технологии как инструмент управления маркетингом на предприятии 8

Шмелев А.П., Шпет В.А., Зиннуров В.Х. — Оценка и отбор посреднического звена (дилеров) для работы на условиях товарного кредита 11

Шушкин М.А. — «Кайдзен» как инструмент обеспечения конкурентоспособности автомобильной фирмы 4

Шушкин М.А. — Формирование стратегии автомобилестроительной фирмы в условиях экономического кризиса 5

Фасхиев Х.А. — Удовлетворенность потребителей и ее оценка 12

АСМ-факты 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12

КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Антипов Ю.А., Барский И.А., Вальехо Мальдонадо П.Р. — Газовые двигатели с искровым зажиганием и газотурбинным наддувом 5

Антипов Ю.А., Вальехо Мальдонадо П.Р., Барский И.А., Шаталов И.К. — КПД гибридной установки с паровым двигателем 11

Антонов И.С., Балашов О.Н., Беликов Г.В. — Результаты исследования крутильной жесткости блоков цилиндров ДВС 11

№

Бадалян Л.Х. — Математическая модель загрязнения воздушной среды автотранспортными средствами 11

Балабин И.В., Надеждин В.С. — Оптимизация углов наклона плоскостей вращения управляемых колес при криволинейном движении — эффективный путь повышения надежности и ресурса несущих узлов автомобиля 4

Балакина Е.В. — Моменты сил в пятне контакта управляемого колеса с опорной поверхностью при различных режимах движения автомобиля 1

Батырмурзаев Ш.Д., Володина Л.Б., Гамзатов Т.Г., Саидов М.А., Батырмурзаев А.Ш., Батырмурзаева З.М. — Бортовое устройство для получения, хранения и использования водорода в качестве автомобильного топлива 12

Барский И.А., Вальехо Мальдонадо П.Р., Шаталов И.К. — Наружные температура, давление и мощность дизеля при разных программах его регулирования 6

Беляев К.С., Пенкин А.Л. — Система впуска как резерв улучшения эффективности дизелей. 12

Благодарный Ю.Ф., Никульников Э.Н. — Оценка пассивной безопасности автобуса при его опрокидывании. 9

Бугаев С.В., Новиков В.А., Коньков М.Ю. — Температурные режимы опытных и серийных шин полноприводных автомобилей КамАЗ и «Урал» 1

Ворогушин В.А. — Устранение эффекта клинения в бесшатунном механизме С.С. Баландина 1

Гайворонский А.И. — Тепловое состояние поршня газожидкостного дизеля и его прототипа 4

Геращенко В.В., Кукишев А.В. — Электронный тахометр с устройством для диагностирования. 3

Геращенко В.В., Яскевич М.Я., Сафранков Е.Н., Кукишев А.В. — Интеллектуальная система бортового диагностирования автомобильных дизелей. 8

Голубев Ю.А. — Расчетная оценка КПД дисковых тормозных механизмов с пневмоприводом 1

Голубев Ю.А. — Математическое описание изменения зазора в дисковом тормозном механизме с пневмоприводом . . . 6

Гончаров В.А. — Повышение эффективности колодочного тормоза мотоцикла 2

Горобцов А.С., Подзоров А.В. — Математическая модель частотно-зависимой характеристики гидравлического амортизатора 7

Грабовский А.А., Дьячков Ю.А., Грабовский А.А. — ДВС на основе КШМ со сдвоенными кинематическими связями 3

Грушников В.А. — Мобильность колесных машин. 10

Дыскин Л.М., Голованова Т.А. — Индивидуальная вентиляция в кабинах транспортных средств 9

Егоров А.В., Сергеев В.Н., Сергеев К.Н., Кудрявцев И.А. — ДВС, дающий возможность рекуперации энергии торможения автомобиля 2

Заяц Ю.А., Голубев Д.С. — Электрогидравлический разряд как способ повышения эксплуатационных свойств дизеля 9

Зотов В.М., Зотов Н.М., Балакина Е.В. — Определение критического процесса торможения автомобильного колеса 9

Иванов С.Н. — Колебания и вибрации трансмиссий автомобилей 8

Карманов К.Н. — Троллейбус ЛиАЗ-5280. 8

Карунин М.А., Устименко В.С., Баранова Е.В. — Системы подрессоривания — основной резерв повышения плавности хода автомобилей многоцелевого назначения. 1

Крохотин Ю.М. — Дизель: проблемы форсирования впрыскивания топлива. 3

Крохотин Ю.М. — Новое семейство электрогидравлических форсунок для дизелей с топливными системами непосредственного действия 6

Крохотин Ю.М. — Варианты повышения скорости срабатывания электрогидравлических форсунок с комбинированным запиранием иглы. 7

Крохотин Ю.М. — Получение стабильных запальных доз дизельного топлива с помощью электрогидравлических форсунок с комбинированным запиранием иглы 8

Крохотин Ю.М. — Управление электрогидравлическими форсунками в топливных системах непосредственного действия 9

Кузнецов Е.В. — Результаты экспериментального исследования ТНВД с электронным управлением 10

Лебедев С.А., Антипенко В.С. — Модульные источники тока для ВАТ 10

№

Лебедев С.А., Антипенко В.С. — Альтернативные источники тока для систем электростартерного пуска ДВС 11
Леонтьев Д.Н., Крамской А.В., Рыжих Л.А., Ломака С.И. — Моделирование статических характеристик тормозных систем как способ выбора рациональных параметров тормозных механизмов 4
Ломака С.И., Рыжих Л.А., Красюк А.Н. Леонтьев Д.Н. — Современные электронно-пневматические рабочие тормозные системы и их особенности 5
Лукшо В.А., Григорьев Л.Ю. — Особенности конструктивных решений газовых двигателей, конвертированных из дизелей 4
Лукьянов Г.З., Осипов Д.Г. — Принципы выбора характеристик подвески военной автомобильной техники 5
Малиновский М.П., Гладов Г.И. — Прогнозирование процесса продольного сближения автотранспортных средств 9
Марков В.А., Кузнецов А.Г., Полухин Е.Е., Павлов В.А. — Система регулирования угла опережения впрыскивания топлива в цилиндр дизеля 2
Марков В.А., Девянин С.Н., Коршунов Д.А., Дробышев О.В. — Оптимизация процесса впрыскивания смесевого биотоплива 5
Марти А.Н., Горелова О.Г., Марти А.А. — Модельный ряд сидений водителя СВМ-68000 10
Мартьянов А.П., Мартьянов С.А. — О потере несущей способности (устойчивости) цилиндрических пружин ступенчатого изменения жесткости 5
Мищенков В.А., Копнин Г.Н. — Троллейбусы: особенности российской системы испытаний и сертификации 7
Набоких В.А., Опарин И.М. — Транзисторные коммутаторы электронных систем зажигания отечественного производства 11
Петров В.Ю. — Легковой автотранспорт будущего: электромобили, водородные или традиционные автомобили? . . . 5
Плавельский Е.П., Никульников Э.Н., Плавельский А.Е. — НИЦИАМТ НАМИ: решение проблем исследования и подтверждение соответствия колесных машин с высоким центром масс и подвижным грузом 7
Погуляев Ю.Д. — О концепциях подачи топлива в дизель . . . 9, 10
Подригало М.А., Клец Д.М. — Устойчивость автомобиля против заноса в тяговом режиме движения 12
Подригало М.А., Клец Д.М. — Устойчивость автомобиля против заноса в тяговом режиме движения 12
Поздеев В.А. — Одноклапанный распределительный механизм 7
Рассоха В.И., Исайчев В.Т., Бондаренко Е.В. — Устройство контроля и регулирования схождения управляемых колес АТС в процессе движения 5
Ревин А.А., Комаров Д.Ю. — Неравномерность действия тормозных механизмов и ее влияние на рабочий процесс тормозной системы автомобиля с АБС 12
Романченко М.И. — Сопротивление деформации шины при качении колеса 7
Рынкевич С.А. — Параметры управления фрикционными муфтами ГМП и их влияние на износно-ресурсные характеристики и тепловую нагруженность фрикционов 12
Рябов И.М., Чернышов К.В., Ковалев А.М. — Виброзащитные свойства двухступенчатой подвески автомобиля 9
Санжапов Р.Р., Балакина Е.В. — Влияние базы автомобиля на устойчивость его движения и управляемость 6
Семенов А.Г., Яугонен В.И. — Преобразование давления в надпоршневом пространстве как способ повышения мощности ДВС 1
Семенов Н.В., Ролле В.Е., Семенов А.Г. — Параметры стабилизатора и амортизатора и поперечные колебания кузова автомобиля 12
Синеговский Г.А., Николаев Ю.И. — Минскому заводу колесных тягачей — 55 лет 6
Сливинский Е.В. — Конструкции, повышающие надежность и ремонтопригодность несущих систем автомобильных полуприцепов 8
Соковиков В.К. — Характеристики электрогидродинамического двигателя 10
Спиридонов А.В., Рябов Г.К. — Вариатор, улучшающий динамику мототранспортных средств 3
Тарабакин В.С., Акимов А.В. — Системы оценки уровня «бодрствования» водителей АТС 2
Тверсков Б.М. — Высокоэффективный демпфер крутильных колебаний 1
Трембовельский Л.Г. — Математические модели главных рабочих полей ДВС 4

№

Трембовельский Л.Г. — Некоторые задачи согласованности систем и автомобиля в целом 6
Трояновская И.П. — Ошибки при описании силового взаимодействия колеса с опорной поверхностью на повороте 8
Тумреев В.Ю. — Критерии выбора конструкции и параметров пневматического сервоусилителя механического управления переключением передач 3
Фигурин В.А., Жуков В.А., Михайлов В.В., Мухин А.Н. — Модернизированная свеча зажигания 2
Цаплин А.И., Бочкарев С.В. — Динамика автомобиля, транспортирующего емкости с жидкостью 3

Читатель предлагает

Богданов В.И. — Автомобиль и его двигатель — возможные перспективы развития 1
Сливинский Е.В. — Модернизированный диафрагменный топливный насос карбюраторных ДВС 10
Токирь Л.А. — Импульсная трансмиссия 3

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АТС

Аринин И.Н., Кириллов А.Г., Харьков А.А. — Система оперативного управления ресурсом шин 3
Бадалян Л.Х. — Математическое моделирование загрязнения атмосферного воздуха потоком АТС 12
Виноградов С.А., Корнилов И.А. — Методика оценки показателей надежности многоосных специальных колесных шасси на этапе эксплуатации 5
Григорьев В.Н. — Оценки эффективности системы технического обеспечения АТП 10
Данилов И.К., Данилов Ю.И. — Бесконтактный индикатор технического состояния дизелей 10
Деменков А.С., Клепик Н.К. — Метод экспертных оценок в задачах организации дорожного движения 3
Иващук О.А. — Экспертная система оценки воздействия автотранспорта на воздушный бассейн городской территории 2
Ишутин А.В. — Пути повышения устойчивости дилера в секторе автосервиса 1
Карманов К.Н. — Главный путь развития городских транспортных систем 11
Комаров В.В., Андрианов Ю.В. — О механизмах реализации норм и правил ТО и ТР, установленных изготовителями АТС 1
Копотилов В.И. — Расход топлива на разгон АТС 3
Курлышев О.В., Потапов А.И. — Алгоритмы диагностирования современных АТС 4
Лаптев Б.Ф. — Некоторые причины потери управляемости автомобилем 4
Лунин А.С. — Экологические аспекты выбора полимерных материалов для деталей автомобилей 10
Малкин В.С., Епишкин В.Е. — Эффективный метод диагностирования усталостных разрушений деталей автомобиля 8
Матлин М.М., Шандыбина И.М., Крейчи Э.Ф. — Неразрушающие методы контроля деталей автомобильной техники 4
Нечаев В.В. — Диагностирование системы электростартерного пуска дизеля 2
Новиков Н.М., Гилевский Р.В. — Прогнозирование технического состояния и определение периодичности контроля армейских АТС 6
Осипов А.Г. — Новые устройства, повышающие достоверность диагностирования тормозных систем АТС 9
Осипов А.Г. — Экономическая оценка методов диагностирования тормозных систем автомобилей 11
Павленко Е.А., Макаров А.М. — Статистические методы диагностирования технического состояния автомобильных транспортных средств 7
Павлишин С.Г. — Определение пропускной способности пунктов технического осмотра АМТС 7
Павлишин С.Г. — Надежность автомобилей КамАЗ в гарантийный период эксплуатации 11
Петров В.В. — Повышение пропускной способности городской дорожной сети 8
Петько В.И., Куконин В.Е., Самута А.М. — Моделирование профиля дороги и его составляющих 4
Разговоров К.И. — Стратегия развития дилерских предприятий технического сервиса автобусов 2
Разговоров К.И. — Оценка технико-экономических показателей деятельности предприятий сервисного обслуживания 4

№

Разговоров К.И. — Методика прогнозирования объемов работ по ТО и ТР автобусов в регионах 8
Разговоров К.И. — Результаты международного мониторинга отказов и неисправностей легковых автомобилей 9
Разговоров К.И. — Методика снижения сверхнормативных простоев автобусов в ремонте 11
Сальников В.И., Лыюров М.В., Мельников О.В., Татаринов А.Ю. — Детские автомобильные удерживающие системы: состояние и пути совершенствования 7
Тапиа К.М., Патрахальцев Н.Н., Казаков С.А. — Методика диагностирования автотранспортного дизеля, работающего в экстремальных условиях окружающей среды 6
Шарупич П.В., Шарупич В.П., Богач К.А. — Определение потребности строительства гаражного автосервиса в населенном пункте 9
Хабибулин Р.Г., Лысанов Д.М., Макарова И.В. — Модель функционирования системы текущего ремонта автомобилей 12
Ходес И.В., Безверхов В.А., Киселев Е.В. — Влияние запаздывания реакции водителя на управляемость АТС 5

ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

Абрамов В.Н., Вялков И.В. — Модель, позволяющая оценить технический уровень автомобильной техники 2
Алиев А.А., Машинин В.В., Шмурнов Е.А. — Для повышения качества штифтовых свечей накаливания 1
Алиев А.А., Машинин В.В., Шмурнов Е.А. — Коррозионностойкая сталь для трубок колен автомобильных телескопических антенн 7
Баурова Н.И. — Имитационное моделирование процессов разрушения полимерных материалов, используемых для диагностирования металлоконструкций 2
Бикулов Р.А., Колесников М.С., Астащенко В.И. — Наследственность строения и свойств чугуна при наплавке и термической обработке толкателей клапанов ДВС . . . 4
Блянкинштейн И.М., Валиханов М.М., Кашура А.С. — Алгоритм и методика исследования погрешностей измерения геометрических параметров АТС «3Д-системами» 11
Веселовский А.А. — Новый способ упрочнения направляющих телескопических гидроцилиндров 10
Виноградов С.А., Корнилов И.А. — Особенности оценки надежности ходовой части многоосных специальных колесных шасси 6
Гулиев Ф.Г. — Расчетная модель прогнозирования зарождения трещин в тормозном барабане грузового автомобиля 1
Гутиев Э.К., Льянов М.С., Мамити Г.И. — Имитационное моделирование испытаний трициклов, оснащенных системами активной безопасности 3
Добрецов Р.Ю., Мазур А.И. — Определение коэффициента сопротивления движению транспортной машины 6
Дьяков И.Ф., Макушев Ф.С., Васильев В.В. — Новый способ повышения износостойкости и прочности деталей АТС . . . 5
Жуков А.А., Жуков В.А., Навоев А.П. — Повышение надежности зубчатых колес привода агрегатов дизелей ЯМЗ 3
Задворнов В.Н., Логунов А.А. — Результаты апробации методики измерения показателя сцепления легковых шин с мокрым дорожным покрытием (поправки серии 01 к Правилам № 117 ЕЭК ООН) 7
Зубков Е.В., Макушин А.А., Бахвалова В.С. — Моделирование режимов работы ДВС с целью получения их переходных характеристик 5
Зюзин А.А., Казьмин Б.Н. — Оценка отклонений формы радиального биения поверхностей вращения 5
Иванов А.М., Ревин А.А., Никульников Э.Н., Балакина Е.В., Барашков А.А., Лосев С.А., Шадрин С.С., Козлов Ю.Н. — Экспериментальная проверка методов оценки эффективности систем динамической стабилизации АТС 7
Иващук О.А. — Интеллектуальные технологии в системах регионального мониторинга экологической безопасности автотранспорта 1
Клубничкин Е.Е. — Конечно-элементное моделирование ходовой системы гусеничной лесозаготовительной машины 2
Козлов Ю.Н. — Экспериментальная проверка методов оценки эффективности систем динамической стабилизации АТС 5
Колмыков В.И., Росляков И.Н. — Низкотемпературная цементация как способ повышения эксплуатационных свойств деталей, восстановленных железнением 4

№

Кончиц А.В. — Оценка измерительной системы при обнаружении несоответствий в автомобильном производстве 4
Костенко А.Ю. — Моделирование передней подвески и рулевого управления автомобиля для расчета его испытаний на удар 2
Кремень З.И., Лебедев А.И., Вострокнутов Д.В. — Круги из эльбора как средство повышения эффективности шлифования кулачков распределительных валов 1
Кульминский А.Ф., Андронов А.В., Лисицкий С.В., Лось А.Я., Соколов А.С., Цыпанов А.Г. — Автоматизированная измерительная система для дорожных испытаний рам лесовозных АТС 8
Лаптев Б.Ф. — О ремонте производственной тары 6
Лазарсон Э.В. — Многовариантные производственные задачи: технология автоматизированного решения 12
Лукьянов К.Ю. — Новый способ снижения волнистости поверхностей прецизионных деталей при суперфинишировании 8
Малышева Г.В. — Новые направления работ в области клеев 4
Мельников А.Ф. — Оценка «информативности» автомобильного стеклоочистителя 2
Мартьянов А.П., Мартьянов С.А. — К расчету валов на устойчивость при сжатии кручением 9
Науменко Б.С., Трегубов А.В. — Наблюдатель для оценивания информационных параметров в оптимальной системе торможения автомобильного колеса и метод его исследования 3
Пархоменко А.Н., Поскачей А.П., Демик В.В. — Построение систем автоматизации многоосных автомобилей . . . 4
Петько В.И., Куконин В.Е., Хитриков С.В., Самута А.М. — Идентификация и моделирование пространственных координат продольного профиля испытательного полигона 9
Ревин А.А., Полуэктов М.В., Радченко М.Г. — АБС и ресурс элементов тормозной системы 10
Редин Д.В. — Влияние формирования кластеров автомобильной промышленности на социально-экономическое развитие региона 12
Савинов Ю.И. — Для снижения стоимости обслуживания станков 6
Степанов А.П., Ермаков Б.Е., Зайцев С.В. — Определение усилий в поворотно-сцепном устройстве плавающих двухзвенных транспортеров при складывании их звеньев в горизонтальной плоскости 8
Тюрин А.Н. — Новый способ углового суперфиниширования шеек коленчатого вала 11
Федотов А.И., Доморозов А.Н. — Причины погрешностей измерения силовых параметров автомобиля при его диагностировании на роликовых стендах 10
Федотов А.И., Портнягин Е.М., Доморозов А.Н. — Стенд и метод контроля процесса торможения автомобиля с АБС 11
Филимонов С.В., Баранов А.С., Филимонов В.И. — Расчетные процедуры при проектировании технологии производства широкополочных профилей 2
Шаршуков К.Г., Капралов С.С. — Методика испытаний шин на барабанном стенде с поверхностью из полимербетона 3
Шибаков В.Г., Панкратов Д.Л., Валиев А.М., Ососков М.А. — Алгоритм проектирования технологических процессов восстановления деталей автомобилей 9
Шибаков В.Г., Панкратов Д.Л., Швеёв А.И., Валиев А.М. — Прошивка как способ восстановления геометрических характеристик деталей 11

ИНФОРМАЦИЯ

В Ассоциации автомобильных инженеров

66-я Международная научно-техническая конференция ААИ 7

За рубежом

Калинковский В.С., Грушников В.А. — О международных требованиях по контролю внутреннего давления в шинах 7
Мещерякова Е.В. — Система стимулирования творческой активности в фирме «Рено» 4
Москвин Р.К., Козырь С.В. — Новинки зарубежного автомобилестроения на «МИМС-2008» 2
Хонеманн Р. — «ФАСтплант» — новое гибкое решение для линии конечной сборки 8
Коротко о разном 5, 6, 8

Б.М. Бунакову — 70

Семьдесят лет исполнилось Борису Михайловичу Бунакову.

Трудовую деятельность он начал в 1957 г. токарем на одном из оборонных заводов, обучаясь одновременно на вечернем отделении техникума. Во время службы в Советской Армии (1958—1961 гг.), пройдя соответствующую подготовку, стал помощником командира взвода ГСМ батальона аэродромного обслуживания (заказ, транспортировка, хранение, заправка топливом, маслами и специальными жидкостями боевых самолетов). Это было первое его знакомство с горюче-смазочными материалами, которые в дальнейшем стали основным делом его жизни.

В 1966 г., по окончании Московского автомеханического института, Б.М. Бунаков был направлен в Центральный научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт (НАМИ), в лабораторию пуска и охлаждения двигателей, занимавшуюся, в частности, изучением влияния моторного масла на их пусковые качества. А уже в 1968 г. — переведен руководителем группы моторных масел в лабораторию долговечности двигателей, руководимую М.А. Григорьевым. Научным наставником Бориса Михайловича стал выдающийся советский химмотолог Константин Сергеевич Рамайя.

Бурное развитие отечественной автомобильной промышленности в шестидесятые-семидесятые годы, освоение нового поколения двигателей вызвало потребность и в новом поколении моторных масел. Работая на стыке двух специальностей — "Двигатели внутреннего сгорания" и "Горюче-смазочные материалы", Борис Михайлович занимается в эти годы оценкой моторных масел с присадками в условиях их работы непосредственно на двигателях, формируя для производителей технические требования к маслам.

В 1973 г. он заканчивает аспирантуру НАМИ и в 1975 г. защищает диссертацию "Исследования особенностей загрязнения и изнашивания деталей автомобильных двигателей на пониженных тепловых режимах".

В тот период развития техники уже стало ясно: объективную оценку качества автомобильных моторных масел можно выполнить главным образом на основе результатов испытаний масел на работающем двигателе, учитывая все разнообразие условий и режимов его работы. Для этого коллектив сектора моторных масел, руководителем которого в 1970 г. становится молодой инженер Б. М. Бунаков, разрабатывает комплекс методик испытаний, критерии оценки качества и специализированное испытательное оборудование. А именно, — одноцилиндровый отсек в размерности надежного и массового двигателя ЗИЛ-130 (установка НАМИ-1, 1972 г.). Первой методикой, отработанной на отсеке, была оценка склонности моторных масел к образованию высокотемпературных отложений, затем — низкотемпературных. (Обе методики в 1975 г. стали Государственными стандартами, а в восьмидесятых годах — Стандартами СЭВ.) Универсальность установки позволила впоследствии проводить на ней также испытания бензинов, оценку их по различным показателям качества, в том числе по токсичности выбросов. В 1986 г. для предприятий отрасли выпущена промышленная партия модернизированных установок НАМИ-1М, которые поставлялись также в страны СЭВ и закуплены для своего исследовательского центра в Великобритании американской фирмой "Лубризол".

Для оценки дизельных моторных масел и топлив сектором моторных масел под руководством Б. М. Бунакова была спроектирована и изготовлена установка НАМИ-2ДК, на базе ЦПГ двигателей КамАЗ, также нашедшая широкое применение в стране и за рубежом. Для оценки антипиттинговых свойств моторных масел сектором созданы методика и установка "кулачок распределительного вала—толкатель СИ-010", позволяющая имитировать нагрузки и температуры в паре кулачок—толкатель и оценивать способность предотвращения моторным маслом питтинга торцев толкателей. Для оценки моющих свойств моторных масел — установка ТКБ, позволяющая определить предельные температуры, при которых масло обеспечивает в реальном двигателе необходимые моющие свойства. Важным направлением в работе Бориса Михайловича являлась также оценка и формирование пакетов присадок к моторным маслам, их оптимизация и участие во внедрении (с привлечением зарубежных фирм "Лубризол", "Кастрол", "Шелл").

Под руководством Б. М. Бунакова в 1974 г. впервые в стране была принята классификация отечественных моторных масел (ГОСТ 17479—74 с различными дополнениями функционирует до настоящего времени). После распада СССР классификация моторных масел была пересмотрена в системе стандартизации Ассоциации автомобильных инженеров России (1998 г.): стандарт СТО ААИ-003—98 включал весь опыт нескольких десятилетий развития химмотологии в нашей стране и современные требования зарубежных стандартов, позволяющий оценивать все без исключения эксплуатационные свойства моторных масел: низкотемпературные и высокотемпературные отложения, антиокислительные, антикоррозионные, противопиттинговые и моющие свойства, а также методы по определению вязкостных свойств, испаряемости, пенообразования, зольности и совместимости с эластомерами.

В 1993 г. Б.М. Бунаковым на базе лаборатории ГСМ НАМИ основано Акционерное общество "НАМИ-ХИМ". Получив творческую и финансовую независимость, Борис Михайлович в течение ряда лет формирует высококвалифицированный коллектив исследователей, почти полностью обновляет исследовательское оборудование, ориентируясь на опыт передовых зарубежных исследовательских фирм-производителей масел, применяет зарубежные методики оценки масел и испытательные стенды. Встраиваясь в мировую систему разработки, испытаний, производства и применения на автомобильном транспорте моторных масел (предвидя вступление страны в ВТО), он создает "Систему добровольной сертификации автомобильных топлив, смазочных материалов и специальных жидкостей", отражающую мировой уровень качества моторных масел и топлив.

Являясь одним из ведущих химмотологов страны, Борис Михайлович ведет огромную научно-общественную работу, он — председатель комитета "Топлива и смазочные материалы" Ассоциации автомобильных инженеров России, член Российского национального комитета по трибологии Российской академии наук, Ассоциации нефтепереработчиков и нефтехимиков, Технического комитета по стандартизации №31 "Нефтяные топлива и смазочные материалы" ОАО ВНИИ НП, Научно-технического совета НАМИ, правления Ассоциации автомобильных инженеров России, действительный член Академии проблем качества РФ.

Б.М. Бунаковым опубликовано более 70 научных трудов, в том числе пять монографий; он автор 15 патентов на изобретения в области химмотологии и испытательного оборудования. Огромный научный потенциал, высокий профессионализм, принципиальность, честность и высокие человеческие качества создают Борису Михайловичу Бунакову всеобщее признание в научных кругах России и за рубежом.

Поздравляя Бориса Михайловича с юбилеем, мы, редакция и редколлегия журнала, товарищи и коллеги желаем ему здоровья, счастья и дальнейших успехов в творческой деятельности.

Содержание

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Бойко Ю.А. — Оценка эффективности стратегического планирования предприятия 1

Фасхиев Х.А. — Удовлетворенность потребителей и ее оценка 4

КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Беляев К.С., Пенкин А.Л. — Система впуска как резерв улучшения эффективности дизелей 8

Батырмурзаев Ш.Д., Володина Л.Б., Гамзатов Т.Г., Саидов М.А., Батырмурзаев А.Ш., Батырмурзаева З.М. — Бортовое устройство для получения, хранения и использования водорода в качестве автомобильного топлива 11

Рынкевич С.А. — Параметры управления фрикционными муфтами ГМП и их влияние на износно-ресурсные характеристики и тепловую нагруженность фрикционов 15

Ревин А.А., Комаров Д.Ю. — Неравномерность действия тормозных механизмов и ее влияние на рабочий процесс тормозной системы автомобиля с АБС 19

Семенов Н.В., Ролле В.Е., Семенов А.Г. — Параметры стабилизатора и амортизатора и поперечные колебания кузова автомобиля 20

Подригало М.А., Клец Д.М. — Устойчивость автомобиля против заноса в тяговом режиме движения 23

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АТС

Хабибуллин Р.Г., Лысанов Д.М., Макарова И.В. — Модель функционирования системы текущего ремонта автомобилей 26

Бадалян Л.Х. — Математическое моделирование загрязнения атмосферного воздуха потоком АТС 29

ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

Лазарсон Э.В. — Многовариантные производственные задачи: технология автоматизированного решения 31

Редин Д.В. — Влияние формирования кластеров автомобильной промышленности на социально-экономическое развитие региона 35

Указатель статей, опубликованных в 2009 г. 37

Главный редактор Н. А. ПУГИН

Заместитель главного редактора В. Н. ФИЛИМОНОВ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

И. В. Балабин, С. В. Бахмутов, О. И. Гируцкий, В. И. Гладков, М. А. Григорьев, Ю. К. Есеновский-Лашков, А. С. Ковригин, Р. В. Козырев (ответственный секретарь), С. М. Круглов, Ю. А. Купеев, Г. И. Мамити, В. А. Марков, А.В. Николаенко, Э. Н. Никульников, В. И. Пашков, Н. Т. Сорокин, А. И. Титков

Белорусский региональный редакционный совет:

М. С. Высоцкий (председатель), В. Б. Альгин (зам. председателя), А. Н. Егоров, Ан. М. Захарик, Г. М. Кухаренок, П. Л. Мариев, Ю. И. Николаев, И. С. Сазонов, С. В. Харитончик

Корректор Т.В. Пчелкина
Сдано в набор 01.10.2009. Подписано в печать 17.11.2009.
Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 4,9. Уч.-изд. л. 7,50. Зак. 977.
Отпечатано в ООО «Подольская Периодика»
142110, Московская обл., г. Подольск, ул. Кирова, 15

ООО «Издательство Машиностроение»
Адрес издательства и редакции:
107076, Москва, Стромынский пер., 4
Телефон (499) 269-54-98, (915) 412-52-56
E-mail: avtoprom@mashin.ru, avtoprom@aport.ru
www.mashin.ru www.avtomash.ru

Журнал зарегистрирован Министерством РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.
Свидетельство ПН № 77-7184
Цена свободная.
Журнал входит в перечень утвержденных ВАК РФ изданий для публикации трудов соискателей ученых степеней.
За содержание рекламных объявлений ответственность несет рекламодатель.

Перепечатка материалов из журнала «Автомобильная промышленность» возможна при обязательном письменном согласовании с редакцией; ссылка — обязательна.