



ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 338.45; 519.816

НАПРАВЛЕНИЕ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ОТРАСЛИ И МЕХАНИЗМЫ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ¹

Канд. экон. наук **А.Ю. ПЛАТКО**,
д-р физ.-мат. наук **М.С. КРАСС**,
д-р техн. наук **Р.Б. СТАТНИКОВ**
МГМУ "МАМИ" (495.223-05-23, доб. 1316),
Финансовый университет при Правительстве РФ
(495.454-25-29)

Обоснована целесообразность выбора эволюционной стратегии развития для автомобильной отрасли как наиболее полно соответствующей принципам устойчивого развития и предполагающей максимальное соблюдение экологических приоритетов. Рассмотрены ограничения, накладываемые данной стратегией на область допустимых экономических решений, а также предложен инструментарий для оценки многоаспектных критериев качества продуктовых инноваций.

Ключевые слова: экономическая стратегия, оптимальное управление, многокритериальный анализ.

Platko A.Yu., Krass M.S., Statnikov R.B.

AREAS OF STRATEGIC DEVELOPMENT OF THE AUTOMOTIVE INDUSTRY AND MECHANISMS TO FIND OPTIMAL DESIGN SOLUTIONS

The feasibility of the choice of an evolutionary development strategy for the automotive industry, as more full with the principles of sustainable development and assuming a maximal compliance with environmental priorities is presented in the paper. We consider the limitations of this strategy in the region of permissible economic decisions, and proposed a multidimensional instrument for assessment quality criteria of product innovation too.

Keywords: economic strategy, optimal control, multi-criteria analysis.

Динамичное развитие автомобилестроения промышленности — неотъемлемая часть промышленной политики любого государства, поэтому поиск и разработка методов оптимального управления биз-

нес-процессами, ориентированными на достижение целевых показателей, представленных в Концепции долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 г., стали одной из актуальнейших задач отраслевой науки.

Причем отправной точкой в этом процессе должно быть определение долгосрочной стратегии поведения предприятий отрасли и подбор математических инструментов и методов, позволяющих создать базу для внедрения перспективных планов и проектов.

Исходя из этой предпосылки, авторы предлагаемой вниманию читателей статьи провели анализ существующих теорий формирования промышленных стратегий и на основе его результатов сформулировали четыре основных подхода к долгосрочному планированию стратегий, применяемых на практике, — ресурсно-ориентированный, системно-ориентированный, сбалансированный и системно-интеграционный. Рассмотрим их.

В основе ресурсно-ориентированного подхода лежит проведение PEST- и SWOT-анализов, которые предусматривают рассмотрение влияния внутренних и внешних факторов на хозяйственную деятельность предприятия и выстраивание плана, предусматривающего использование положительных факторов для усиления рыночных позиций фирмы при одновременном нивелировании отрицательного влияния ее микро- и макроокружения. Одной из наиболее известных в рамках такого подхода теорий стала теория конкурентных преимуществ М. Портера [1], которая позволяет ориентироваться на повышение эффективности не только самого предприятия, но и отрасли в целом. Другими словами, рассматривает предприятие как основной ресурс, который определяет отраслевой успех, обусловленный совместным использованием конкурентных преимуществ предприятий кластерной группы.

В основе второго, системно-ориентированного, подхода заложена концепция, которая сфокусирована на понимании единства и взаимозависимости

¹ Работа выполнена при поддержке научного гранта РГНФ. Тема проекта "Формирование экономического потенциала устойчивого развития промышленных комплексов на базе эколого-экономической оценки инноваций". Номер заявки 12-02-00378 от 28.09.11 г.

экономической и экологической составляющих, и поэтому нуждается в использовании знаний на стыке различных наук (например, таких, как кибернетика, экономическая география, демография, региональная экономика, экономика природопользования, экология и др.). Решение задач при системно-ориентированном подходе носит нелинейный характер и затрагивает многосторонние аспекты жизнедеятельности людей.

Третий подход, сбалансированная система показателей (ССП), в настоящее время практикой стратегического планирования наиболее востребован. Он дает возможность установить причинно-следственные связи между нематериальными активами, вклад которых в создание стоимости носит неявный характер. В качестве обязательных компонентов рассматриваются: финансовая, клиентская составляющие, составляющие внутренних процессов и обучения и развития.

Четвертый подход, системно-интеграционный (системная интеграция), – комплексный подход к формированию и модернизации ИТ-инфраструктуры предприятия и объединение посредством единого информационного пространства [2] всех процессов фирмы в системные блоки.

Но повторяем, наибольшей популярностью в мире пользуется ССП. Хотя надо признать, что проектировщики управленческих решений при реализации ССП и составлении стратегических карт очень часто допускают серьезные ошибки и упускают самый важный аспект при выработке стратегии – анализ потенциала предприятия и рынка. Поэтому результаты получаются поверхностными, и работу приходится неоднократно повторять, находить все новые и новые практические реализации, приемлемые для достижения управленческого решения. Кроме того, данная система объективно беднее метода управления по целям, который является ее прародителем и применяется уже не одно десятилетие [3].

Таким образом, наиболее перспективным с точки зрения стратегического планирования представляется сочетание системно-ориентированного и системно-интеграционного подходов. Именно их совокупность полностью отвечает принципам устойчивого развития и нацелена на оптимизацию существующих бизнес-процессов.

Основой выработки стратегии для автопрома следует считать два аспекта. Во-первых, приверженность интересам клиента; во-вторых, экологизацию, в рамках которой возможно предусмотреть также снижение энергоемкости производства.

Тогда с учетом реализации вероятностного развития событий внутренней и внешней среды можно ориентироваться на три типа строения хозяйственно-экономического развития автомобильной промышленности, которые наиболее логично вытекают из сложившейся ситуации: мобилизация; модернизация; эволюционное развитие. Целевые ориентиры этих типов стратегий различны и далеко не те, что были во времена СССР.

Так, если взять первый тип стратегии, то термин «мобилизация» сейчас приобрел совершенно новое

значение: раньше он понимался как жесткое выполнение плановых показателей, ориентация всех ресурсов на выпуск наиболее дешевых транспортных средств, нацеленная на удовлетворение регионального спроса, ввод в действие резервных промышленных и энергетических мощностей. Современная же его трактовка предусматривает ориентацию на повышение эффективности производства с использованием рыночных механизмов саморегулирования. Она учитывает долгосрочные цели, потенциальные резервы и интерес фирмы в целом, требует финансового обоснования коммерческой привлекательности внедрения, в том числе и технических разработок. Затрагивает она и многоаспектные вопросы рационализации мобильного размещения ресурсов (например, в управлении – при подборе различных методов позиционной работы в переходные периоды; в кадровой политике – при оценке коммуникации в рамках действующей корпоративной культуры; в информационном обеспечении – при использовании преимуществ беспроводных сетей и т.д.). Однако при этом следует иметь в виду, что практическая реализация стратегии мобилизации обязательно приведет к пограничному положению автомобилестроительной отрасли, которое будет характеризоваться относительно невысоким уровнем привлекательности рынка и небольшой долей относительных преимуществ самих предприятий. В итоге потребуются переориентация коммерческих интересов в области с низким уровнем риска и извлечение прибыли из отдельных сторон бизнеса [4]. При неудачном совмещении этих двух условий производство национальных автомобилей может приостановиться.

Второй тип стратегии (модернизация) предусматривает интенсификацию процесса промышленного воспроизводства за счет дифференциации труда и максимальной замены ручного труда машинным, уменьшая энергоемкость части основных средств, переход на новые технологии, в том числе в энергетике; приоритетное развитие демократических методов управления; повышение предпринимательской активности в обрабатывающих производствах, торговле и сфере услуг; выделение науки в качестве производительной силы; обособление экономической деятельности от биоокружения; рост индустриализации. Стратегия обеспечивает более стабильное положение отрасли, но не дает каких-либо особых качеств выпускаемой продукции. Поэтому она не создает долгосрочных заделов и позволяет осуществлять инвестиции только выборочно, в наиболее прибыльные и наименее рискованные мероприятия. Может характеризоваться как стратегия максимального извлечения финансовой прибыли.

Третий тип стратегии (эволюционного развития) выявляет факторы макро- и микросреды, оказывающие влияние на развитие бизнес-системы, и формирует адаптивные механизмы отбора наиболее жизнеспособных форм ведения бизнеса, использует моделирование для уменьшения риска при совершенствовании автомобильной техники и ее компонентов. Она относится к спиральным стратегиям, которые на каждом шагу позволяют принимать корректирующие

меры, чтобы процессы экономического воспроизводства не привели к необратимым экологическим последствиям. Рекомбинация экономических условий вызывает динамическое изменение агентов и востребованности разработок, прежде всего – экономики знаний. Целесообразно использование теории реинжиниринга бизнес-процессов (РБП), имеющего хорошо развитый математический аппарат количественных оценок, в том числе и рисков реструктуризации (экспертные модели).

Стратегия эволюционного развития наиболее близка к современным социально-экономическим ориентирам. Она характеризуется высокой степенью привлекательности рынка и средним уровнем относительных преимуществ организаций. Фирмы отрасли не станут явными лидерами, но при этом не будут отставать от лидеров слишком сильно. Развитие в рамках этой стратегии позволит не только инвестировать средства в отрасль, но и реинвестировать их.

Применение на практике эволюционной стратегии всегда означает сокращение области допустимых экономических решений, вызванных наложением жестких экологических ограничений, и часто требует значительных временных затрат на реализацию.

Так, если подвергнуть анализу мультипликативную производственную функцию $F(x)$ Кобба–Дугласа, имеющую вид формулы № 1 (см. таблицу), то максимум этой функции должен быть определен как оптимальный объем выпуска продукции (формула № 2). Тогда в расчетах должны быть учтены ограничения, обусловленные m видами загрязнений от данного производства. Фиксируются эти ограничения с помощью матрицы интенсивностей загрязнений (формула № 3). В этом случае вектор \bar{z} загрязнений следует определять по формуле № 4.

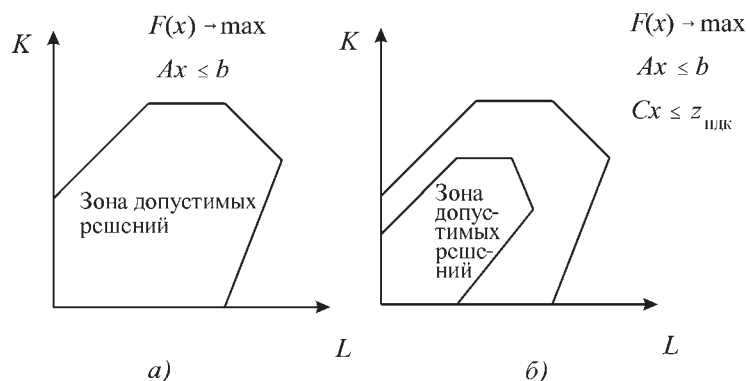
Очевидно, что вектор \bar{z} загрязнений не должен превышать величину предельно допустимых концентраций (ПДК), заданную вектором экологических нормативов \bar{z}^* (также могут быть определены в соответствии с жесткими нормативами поддержания экологического равновесия или предельной техногенной нагрузки территории). Кроме того, возможности производства имеют свои ограничения (они задаются вектором \bar{b}). Есть ограничения и на ресурсы (задаются с помощью матрицы коэффициентов A – так же, как в классической задаче линейного программирования по анализу эффективности использования производственного потенциала предприятия).

В этом случае формируется допустимое множество (формула № 5), на котором возможно определение максимального значения функции выпуска (по формуле № 2). Графическая область допустимых решений будет выглядеть так, как это показано на рисунке.

№ формулы	Формула	Примечания
1	$F(\bar{x}) = a_0 x_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2} \dots x_n^{\alpha_n};$ $\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n = 1$	$F(\bar{x})$ – производственная целевая функция выпуска, использующая n видов ресурсов
2	$F(x_1, x_2, \dots, x_n) = F(x) \rightarrow \max$	–
3	$C_p = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & c_{2n} \\ \dots & \dots & \dots \\ c_{m1} & c_{m2} & c_{mn} \end{pmatrix}$	$c_{ij} \geq 0$ – количество i -го загрязнения, продуцируемое при использовании единицы j -го ресурса
4	$\bar{z} = C_p \bar{x}^T; \quad z_i = \sum_{j=1}^n c_{ij} x_j$	\bar{x} – вектор-строка используемых ресурсов, $i = 1, 2, \dots, m$
5	$\begin{cases} \bar{x} \geq \bar{0}, & \bar{z} \geq \bar{0}, \\ A\bar{x}^T \leq \bar{b}^T, \\ \bar{z} \leq \bar{z}^*. \end{cases}$	–
6	$L_i^* \leq \Psi_i(\bar{L}) \leq L_i^{**}$	$i = 1, 2, \dots, k$
7	$C_j^* \leq \Phi_j(\bar{\Psi}) \leq C_j^{**}$	C_j^*, C_j^{**} – нижняя и верхняя границы критерия $i = 1, 2, \dots, s$

Вид и размеры области допустимых решений в варианте b зависят от технологии использования ресурсов. При старых технологиях область допустимых решений значительно сужается, а при выборе берегающих и экологически чистых технологий практически будет соответствовать области допустимых решений варианта a .

Осуществляя переход к постиндустриальному обществу, уже нельзя ориентироваться на решение классической задачи оптимизации, которая не учитывает экологические ограничения отдельно, а рассматривает их в рамках технологических ограничений



Области допустимых решений в координатах K – капитал, L – труд:
а – без учета экологических ограничений; б – с учетом экологических ограничений

ний (в матрице А), так как экологические ограничения жестко нормируются, считаются априори заданными и не подлежат изменениям в сторону их ослабления по желанию автопроизводителя.

Следовательно, перевод эколого-экономической системы в состояние устойчивого развития характеризуется доминирующим учетом экологических ограничений, лимитирующих величину агрегированной нагрузки на экологическую подсистему, и постепенным редуцированием антропогенного воздействия на уровне предельно допустимого, при котором риски катастрофических и критических явлений будут минимальными.

В этой связи при разработке инноваций возникает необходимость проведения эколого-экономического проектирования и оценки этих инноваций на основе установления конъюнкционных взаимосвязей между техническими, экологическими и экономическими показателями.

Ориентируясь на стратегию эволюционного развития как на приоритетную, рассмотрим инструментарий, который позволяет учесть многоаспектные интересы общества и сохранить баланс между возможными экологическими рисками и доходностью производства.

С математической точки зрения осуществляется поиск оптимального решения в задаче со многими критериями, которая является задачей нелинейного программирования и формулируется следующим образом.

1. Должны быть определены условия функционирования $\Psi_i(\bar{L})$ некоей проектируемой системы в рамках определенных параметрических ограничений L_i^* и L_i^{**} , $i = 1, 2, 3, \dots, k$, где L_i^* – нижняя граница параметра, т.е. наименьшее допустимое его значение, а L_i^{**} – верхняя его граница, т.е. наибольшее допустимое его значение. Тогда можно записать формулу № 6.

2. Должны быть определены критерии качества или оптимальности (функция цели) $\Phi(\Psi) \rightarrow \min$ или $\Phi(\Psi) \rightarrow \max$, где $\Psi = (l_1, l_2, l_3, \dots, l_n)$, а координаты l_1, l_2, \dots, l_n вектора Ψ – независимые переменные, выбираемые при проектировании инновации так, чтобы с учетом ряда заданных или принятых величин (так называемой проектной среды) полностью определить их функциональные показатели.

3. Необходимо задать ограничения на функциональные зависимости и тем самым ограничить область поиска оптимального варианта (формула № 7).

При соблюдении всех введенных ограничений определяются альтернативные варианты проекта с синхронным сочетанием по критериям качества. Так формируется допустимое множество решений. В дальнейшем на этом множестве строится множество Парето-оптимальных решений, которое характеризуется тем, что любое из решений, принадлежащих этому множеству, нельзя улучшить по всем критериям одновременно. Эксперт, т.е. лицо, принимающее решение, выбирает наиболее предпочтительный вариант на множестве Парето.

Многокритериальный анализ допустимого и Парето множеств является решающим для принятия решений. Заметим, что после того, как построено мно-

жество допустимых решений, в ряде случаев возможно представление указанных задач в виде однокритериальных формулировок.

Таким образом, возможен поиск оптимальных эколого-экономических решений еще на стадии проектирования. А проведение декомпозиции по стадиям жизненного цикла инновации позволяет сократить риски роста техногенной нагрузки при производстве, эксплуатации и утилизации объектов автомобилестроения, а также спрогнозировать экономическую эффективность для каждого заинтересованного субъекта хозяйственной деятельности.

Следует особо подчеркнуть, что реализация намеченной экономической стратегии в рамках системной интеграции отдельно взятому производителю может быть невыгодна, так как он заинтересован, прежде всего, в повышении экономической выгоды от своей деятельности и экологические нормы для него остаются делом второстепенным. Но такой подход важен с позиций макроэкономики, когда выпуск может быть отождествлен с валовым выпуском региона или ВВП страны, произведенным на требуемой технологической основе.

Другими словами, благодаря эволюционной стратегии возможен трансформационный переход от интересов экономических объектов микроуровня к интересам объектов макроуровня. А переход к постиндустриальному обществу может быть осуществлен на принципах эгоцентризма и экономической ответственности за принятие управленческих решений, которые нацелены на обеспечение устойчивого развития, сохранение жизнеобеспечивающих ресурсов, минимизацию негативного промышленного воздействия и формирование комфортной жизнедеятельности для ныне живущих и будущих поколений.

Таким образом, вектор стратегического развития указывает на целесообразность выбора эволюционной стратегии, которая неразрывно связана с поддержанием экологического равновесия и направлена на ресурсо- и энергосбережение. Этого вектора следует придерживаться как стратегической линии поведения, поскольку он способен обеспечить лучшее, по сравнению с результатами стратегий мобилизации и модернизации, положение автомобилестроительной отрасли. Реализация предложенного подхода более привлекательна и с инвестиционных позиций, так как предусматривает наивысшую степень приверженности интересам потребителей и завоевание их доверия в долгосрочной перспективе, а также обеспечивает наилучшее соответствие принципам устойчивого развития национальной экономики.

Литература

1. Porter M. The competitive Advantages of Nations. New York. 1990.
2. Панеш А.А. Систематизация концепций стратегического менеджмента. Материалы симпозиума "Стратегическое планирование и развитие предприятий". Секция 1. М.: ЦЭМИ РАН, 2011. С. 122–124.
3. <http://www.e-xecutive.ru/knowledge/announcement/1268221/> В. Токарев. Вы сами этого хотели, или Причины популярности сбалансированной системы показателей.
4. http://www.intalev.ru/agregator/ssp/id_3830/ Б.А. Чуб Концепция стратегического управления General Electric / McKinsey.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

Д-р экон. наук **В.И. ПИВОВАРОВ, О.О. ЧУЛКОВА**
МГМУ "МАМИ" (495.223-05-35)

Рассматриваются история возникновения теории человеческого капитала, а также методы его оценки, разработанные известными экономистами.

Ключевые слова: человеческий капитал, оценка человеческого капитала, методы оценки человеческого капитала, интеллектуальный капитал, персональный капитал.

Pivovarov V.I., Chulkova O.O.

METHODS OF EVALUATION OF HUMAN CAPITAL: HISTORY AND TODAY

The author the history of human capital theory, as well as existing methods for assessing human capital, developed by renowned economists are examined.

Keywords: human capital, human capital assessment, evaluation methods of human capital, intellectual capital, personal capital.

Число организаций, которые используют в своей работе различные технологии, основанные на компьютерной технике, с каждым годом растет. Что, понятно, увеличивает потребность в квалифицированных специалистах, способных работать в области таких технологий. Ибо, по словам Дж. Кимбелла, основой быстроразвивающегося ресурса конкурентной экономики являются высокая квалификация работников, а также их активность и способность воплощать идеи в жизнь. Ему же вторит и руководитель европейского подразделения "Дженерал электрик", вице-президент корпорации К. Сантьяго: "Люди — это единственное конкурентное преимущество, которое есть сегодня у компаний".

Такая точка зрения — факт настоящего времени. Ведь на протяжении многих лет конкурентным преимуществом считались именно и только технологии. Сейчас же положение меняется. Технологии, разумеется, остаются важным фактором, но лишь одним из факторов конкурентоспособности. Потому что в современной информационной среде технологии могут достаточно быстро копироваться конкурентами. Значит, чтобы получить преимущества перед конкурентами, необходимо непрерывно создавать что-то новое, а придумывать это "новое" могут только люди. Поэтому интеллектуальный и человеческий капитал — один из главных составляющих системы управления в любой организации.

И это замечено не сегодня. Еще в 1970-х гг., когда произошли кардинальные изменения в ходе НТР, возникли различные теории, в том числе теория человеческого капитала [1], которую М. Боумен назвал революцией экономической мысли. В ее рамках представлена концепция, которая имела большое значение для изучения таких проблем, как проблемы экономического роста, распределения доходов, рынка труда, инвестиций в систему образования и здравоохранения. И надо сказать, что она получила практическое применение.

Так, ранее, в первой половине XX в., умение добиваться роста производительности физического труда являлось определяющим моментом в борьбе за лидерство страны и происходило разделение труда на исполнительский и управленческий, осуществлялся жесткий контроль операционного производства, преобладала подетальная специализация, а технологии ориентировались на минимальное вмешательство человека в устойчивые технологические процессы. Что, конечно, приводило к определенной экономике на издержках, которые связаны с дополнительным наймом, обучением работников и т.д. Однако во второй половине этого века произошли кардинальные изменения

в технологическом базисе, повлекшие за собой развитие робототехники, наукоемкого производства, основанного на компьютерной технике и современных средствах связи. При этом умственный (интеллектуальный) труд начал выходить на первый план. И сегодня от работников требуются такие качества, как высокое профессиональное мастерство, способность принимать самостоятельные решения, толерантные навыки коллективного взаимодействия, ответственность за качество производимой продукции, творческий подход к выполняемому заданию.

К таким выводам шли долгие годы. Например, родоначальник классической политэкономии У. Петти еще в XVII в. попытался количественно оценить производственные способности человека с точки зрения его роли в создании богатства. Он утверждал, что "...ценность основной массы людей равна двадцатикратному годовому доходу, который они приносят" [2]. (По его мнению, стоимость каждого жителя Англии в то время в среднем составляла 80 ф. ст. Причем взрослый стоил в 2 раза дороже, чем ребенок, а один моряк — трех крестьян.) В XVII в. идеи У. Петти начал развивать А. Смит. Он говорил о том, что работнику принадлежит основная роль в создании богатства. По его словам, увеличение производительности полезного труда зависит прежде всего от повышения ловкости и умения работника, а затем от улучшения машины и инструментов, с помощью которых он работает. Кроме того, Смит начал приравнивать производительные способности человека к элементам капитала, подчеркивая, что "большую ловкость и умение рабочего можно рассматривать с той же точки зрения, как и машины и орудия производства, которые сокращают или облегчают труд и которые хотя и требуют известных расходов, но возмещают эти расходы вместе с прибылью". В связи с этим он подчеркивал, что государство должно гарантировать обязательное образование всему населению. В фонд восстановления затраченной энергии работника А. Смит включал затраты на образование, считая последнее одним из важнейших факторов, повышающих богатство страны [5].

Наконец, Мак-Куллох рассматривал в качестве капитала самого человека, утверждая, что обычный и человеческий капитал схожи, а "инвестиции в человека должны обеспечить в течение будущей жизни доходность, аналогичную другим видам инвестиций, а также нормальную доходность, определяемую рыночной процентной ставкой".

Но все эти положения в течение долгого времени оставались лишь сугубо теоретическими. И только во второй половине XX в. Т. Шульц возвратился к данной теме, а приблизительно тогда же Г. Беккер выпустил в свет свою книгу "Человеческий капитал: теоретический и эмпирический анализ", где довольно четко проявились признаки неоклассического направления, основные положения которого сводятся к следующему. Рынок труда и товарный рынок — всегда конкурентны; рыночная конкуренция обеспечивает равновесие; все субъекты имеют полную информацию; организации нанимают работников до тех пор, пока затраты на последнюю единицу труда не становятся равными затратам на предельный продукт этой единицы труда; хозяйствующие субъекты сначала стремятся к максимизации полезности (в виде заработной платы или прибыли), а затем к максимизации предпочтений; индивиды осуществляют вложения в человеческий капитал, который предопределяет производительность труда, а она — заработную плату, причем производительность зависит от квалификации, профессионализма, опыта, предприимчивости, ответственности, образовательного и интеллектуального уровня работника [3].

Благодаря выводам, сделанным основоположниками и теоретиками теории человеческого капитала, стали создаваться более эффективные мероприятия в системе управления кадрами. Но, несмотря на это, данная теория до сих пор подвергается критике, потому что в ее основе лежит

достаточно субъективная величина — максимизация предельной полезности.

Возникает вопрос: кто прав?

Да, понятие "человеческий капитал" неоднозначно. Например, упоминавший выше основоположник теории человеческого капитала Т. Шульц писал, что "человеческим" его называют потому, что эта форма становится частью человека, а капиталом является вследствие того, что представляет собой источник будущих удовлетворений или будущих заработков либо того и другого. Э. Долан определял человеческий капитал как "капитал в виде умственных способностей, полученных через формальные обучение и образование либо через практический опыт". А.И. Добрынин и С.А. Дятлов говорили о том, что "человеческий капитал — совокупность всех атрибутивных качеств и свойств, производительных способностей и сил, функциональных ролей и форм, рассматриваемых с позиций системной целостности и адекватных современному состоянию общества эпохи научно-технической и социально-информационной революции, включенных в систему рыночных отношений в качестве ведущего фактора общественного производства" [4]. "Человеческий капитал — всеобщая форма экономической жизнедеятельности, итог исторического движения человеческого общества к современному состоянию" — так трактует понятие М. Критский, а в "Экономической энциклопедии" человеческий капитал определяется как "особый вид капиталовложений, совокупность затрат на развитие производственного потенциала человека, повышение качества и улучшение функционирования рабочей силы". И если просуммировать все написанное, то можно сделать вывод: человеческий капитал — совокупность знаний, умений, навыков, физических, умственных способностей человека, которые используются для удовлетворения многообразных потребностей человека и общества в целом и обеспечивают получение дохода в будущем.

В неоклассическом подходе к человеческому капиталу ссылаются на трактовку американского экономиста И. Фишера. Суть его идеи заключалась в том, что "к капиталу может относиться все то, что может генерировать поток доходов в течение определенного периода времени, поэтому запас благ, который накапливается и используется не одновременно, а в течение длительного времени и обеспечивает прирост дохода, рассматривается как капитал". Иначе говоря, способности человека, его знания, умения, навыки являются особой формой капитала, так как имеют своего собственника, требуют определенных затрат для своего формирования, постоянно накапливаются, обладают свойством устаревать, в процессе постоянного производительного использования способны обеспечивать высокий доход своему носителю.

Человеческому капиталу, естественно, присуща не только качественная, но и количественная определенность. Отсюда такие понятия, как стоимость труда, жизни, человеческого капитала, образовательного фонда и т.п. Причем в современной экономике существуют две группы методов измерения человеческого капитала — временные и стоимостные.

Первые оценивают его в годах обучения, т.е. чем большее число чел.-ч. за спиной индивида, тем большим объемом человеческого капитала он обладает. Вторые — это капитализация заработка, создателями которой стали У. Петти и У. Фарр, цена производства (Э. Энгель), комбинированный метод (Т. Витстейн). Но наиболее удачным из них, по мнению авторов статьи, следует считать именно последний, сущность которого сводится к оценке стоимости человека, исходя из производственных затрат и получаемых доходов.

Оценивать человеческий капитал в сфере страхования при исчислении иска на компенсацию за потерю жизни Витстейн предлагал по следующим формулам:

$$C_n^1 = a R_0 \frac{L_0}{L_n} r^n - a R_n; \quad C_n^2 = X R_n \frac{LN}{L_n} P^{N-n} - a R_n.$$

В них a — годовые расходы на потребление, включая образование одного работника определенной профессии; $r = 1 + i$, где i — рыночная процентная ставка; $P = \frac{1}{r} = \frac{1}{1+i}$;

L_n — число людей в возрасте n ; R_n — стоимость ренты человека в возрасте n , приобретенной им в момент своего рождения (для данного r); X — будущий доход на одного человека определенной профессии; N — возраст, в котором человек вступает в трудовую жизнь. Для упрощения работы он предполагал, что годовые расходы на потребление (a) и величина X будущего дохода на человека определенной профессии — постоянные в течение всей жизни индивида, в связи с чем первое уравнение может применяться при оценке стоимости человека в денежных единицах, но при $N > n$ легче использовать второе уравнение, которое основывается на доходах.

Свою формулу для определения денежной стоимости человека определенного возраста предложили Л. Дублин и А. Лотка:

$$V_a = \frac{P_0}{P_a} \left[\sum_{x=b}^{\infty} V^{x-b} P_x (Y_x E_x - C_x) \right].$$

В ней: P_0 — стоимость человека в момент рождения; P_a — стоимость человека в a лет; V^{x-a} — стоимость одного доллара, полученного через $(x-a)$ лет; P_x — вероятность дожития человека до возраста x ; Y_x — годовой заработок в возрасте от x до $x-1$ лет; E_x — доля занятых в производстве в возрасте от x до $x+1$.

Что касается основоположника теории человеческого капитала Г. Беккера, то он оценивал человеческий капитал по формуле:

$$V_a = \sum_{i=1}^n (B - C) (1 + r_{ct})^{-i},$$

в которой V_a — оценка человеческого капитала индивида в возрасте a ; n — возраст, в котором заканчивается активная трудовая деятельность; B — общий доход; C — часть дохода, полученного в результате трудовой деятельности; r_{ct} — процентная ставка (ставка дисконтирования) [1].

Возвращаясь к неоклассическому направлению, обратимся к его представителю, монетаристу М. Фридману, который понимал под человеческим капиталом фонд, обеспечивающий работнику непрерывный доход. Он рассчитывал человеческий капитал по формуле:

$$V_0 = \frac{W_1}{1 + r_d} + \frac{W_2}{(1 + r_d)^2} + \dots + \frac{W_n}{(1 + r_d)^n},$$

где W_i — ожидаемый индивидом годовой доход от использования человеческого капитала; n — срок жизни индивида в годах; r_d — ставка дисконтирования.

Таким образом, непрерывный доход — средневзвешенная величина ожидаемых денежных потоков в будущем. Он выступает как суммарный доход от пяти видов имущества: денег, облигаций, акций, предметов длительного пользования и человеческого капитала.

Литература

1. Беккер Г. Человеческий капитал. США ЭПИ. 1995.
2. Петти В. Экономические и статистические работы. М.: ИНЭКА, 1940.
3. Дятлов С.А. Основы теории человеческого капитала. СПб. 1994.
4. Добрынин А.И., Дятлов С.А., Циренова Е.Д. Человеческий капитал в транзитной экономике: формирование, оценка, эффективность использования. СПб.: Наука, 1999.
5. Максимова В.Ф. Инвестирование в человеческий капитал / уч. пособие МЭСИ, 2004.

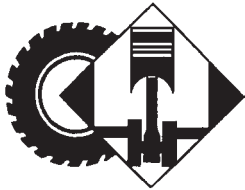


-факты

**ПРОИЗВОДСТВО
АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ
предприятиями России в первом
полугодии 2012 г. (по информации
ОАО "АСМ-холдинг")**

Предприятие-изготовитель	июнь 2012 г.	июнь 2011 г.	прирост, %	январь–июнь 2012 г.	январь–июнь 2011 г.	прирост, %
<i>ГРУЗОВЫЕ АВТОМОБИЛИ</i>						
Всего	17 598	18 691	-5,8	96 543	91 949	+5,0
ЗИЛ, в том числе:	75	—	—	687	—	—
шасси	20	—	—	456	—	—
* Смоленский ААЗ	—	—	—	73	—	—
Петровский завод автозапчастей	26	—	—	45	—	—
ГАЗ, в том числе:	8 403	9 629	-12,7	39 580	39 980	-1,0
шасси	2 801	3 451	-18,8	12 785	14 137	-9,6
АЗ "Урал", в том числе:	750	1 163	-35,5	3 760	4 713	-20,2
шасси	593	514	+15,4	2 321	2 717	-14,6
* САЗ	129	226	-42,9	619	871	-28,9
КамАЗ, в том числе:	3 173	4 370	-27,4	24 823	21 293	+16,6
шасси	1 464	2 111	-30,6	12 508	10 431	+19,9
"КамАЗ-Восток"	—	101	—	13	15	-13,3
"Мерседес-Бенц Тракс Восток"	205	149	+103,0	941	354	+165,8
"Фузо КамАЗ Тракс Рус"	165	1 942	+10,7	1 054	670	+57,3
УАЗ	1 821	—	-6,2	11 041	12 907	-14,5
"Соллерс-Исудзу"	120	—	—	138	969	+602,2
"Форд Соллерс Елабуга"	1 096	—	—	3 763	—	—
"Соллерс-Елабуга"	—	103	—	986	4 049	-75,6
"Бау Мотор Корпорейшн"	176	103	+70,9	930	464	+100,4
"Автомобили и моторы Урала" (АМУР), в том числе:	—	29	—	8	90	-91,1
шасси	—	23	—	2	59	-96,6
"ОАГ" ("ИжАвто")	450	325	+38,5	2 165	1 831	+18,2
БАЗ	8	11	-27,3	58	57	+1,8
"Вольво Восток"	612	407	+50,4	3 049	2 105	+44,8
"МЗ Тонар"	11	—	—	45	—	—
"ИВЕКО-АМТ"	26	67	-61,2	235	293	-19,8
ПСА "ВИС-авто"	349	221	+57,9	1 791	1 368	+30,9
ТагАЗ	—	1	—	791	141	+461,0
"Скания-Питер"	129	139	-7,2	534	504	+6,0
Мценский завод "Коммаш"	—	—	—	1	2	-50,0
"Комацу мэнүфэкчуринг Рус"	3	—	—	6	—	—
* Другие предприятия Санкт-Петербурга, в том числе:	11	8	+37,5	35	37	-5,4
"ЭРМЗ "Спецтранс"	—	4	—	8	23	-65,2
"Кузбасс-авто"	—	24	—	99	144	-31,2
* "Шебекинский завод автоспецоборудования"	9	6	+50,0	11	19	-42,1
* "Бецема"	109	54	+101,9	619	480	+29,0
* Великолукский завод "Лесхоз-маш"	1	—	—	4	1	+300,0
* "Филиал Машзавод"	2	—	—	3	1	+200,0
* "Спектр авто"	60	98	-38,8	340	372	-8,6
* "Чайка-НН"	80	105	-23,8	415	500	-17,0
* РИАТ	73	39	+87,2	356	138	+158,0
<i>ЛЕГКОВЫЕ АВТОМОБИЛИ</i>						
Всего	167 152	148 192	+12,8	958 310	814 977	+17,6
ЗИЛ	—	—	—	1	1	0,0

Предприятие-изготовитель	июнь 2012 г.	июнь 2011 г.	прирост, %	январь— июнь 2012 г.	январь— июнь 2011 г.	прирост, %
ВАЗ	44 782	47 764	-6,2	266 213	294 584	-9,6
ОАГ ("ИжАвто")	3 279	7 124	-54,0	13 882	19 354	-28,3
ПСА "Бронто"	26	27	-3,7	171	203	-15,8
"Супер-авто"	705	535	+31,8	3 515	2 594	+35,5
"ГМ-АвтоВАЗ"	5 246	4 587	+14,4	30 962	24 715	+25,3
"Автогор"	22 410	19 183	+16,8	123 358	113 787	+8,4
"Автофрамос"	14 700	12 621	+16,5	83 303	70 354	+18,4
ИМС (Московская обл.)	1 856	1 268	+46,4	10 539	6 686	+57,6
УАЗ	3 090	2 891	+6,9	16 316	13 845	+17,8
"Форд Соллерс холдинг", "Форд Соллерс Елабуга"	—	197	—	1 608	637	+152,4
"Соллерс-Набережные Челны"	—	1 300	—	—	7 401	—
"Соллерс-Елабуга"	—	—	—	207	1 092	-81,0
"Соллерс-Дальний Восток"	2 853	2 487	+14,7	14 857	11 228	+32,3
ТагАЗ	730	2 588	-71,8	5 801	12 891	-55,0
АК "Дервейс"	3 710	2 373	+56,3	19 920	13 637	+46,1
"Чеченавто"	140	98	+42,9	538	321	+67,6
"Форд Мотор Компани"	10 727	7 864	+36,4	61 021	47 666	+28,0
Предприятия Санкт-Петербурга**	32 771	20 627	+58,9	190 441	99 458	+91,5
"Фольксваген груп рус"	15 770	10 790	+46,2	89 175	55 867	+59,6
"ПСМА Рус"	4358	3868	+12,7	26 482	18 655	+42,0
<i>АВТОБУСЫ</i>						
Всего	4 858	4 380	+10,9	25 266	18 419	+37,2
ЗИЛ	—	—	—	2	3	-33,3
НефАЗ	68	58	+17,2	270	270	0,0
ГАЗ	1 553	1 083	+43,4	6 869	5 885	+16,7
АЗ "Урал"	40	80	-50,0	337	524	-35,7
ПАЗ	1 051	838	+25,4	4 815	4 446	+8,3
ЛиАЗ	141	79	+78,5	999	439	+27,6
ГолАЗ	5	29	-82,8	38	148	-74,3
КАвЗ	45	39	+15,4	336	437	-23,1
НАЗ	927	1 256	-26,2	6 367	1 757	+262,4
"Форд Соллерс Елабуга"	31	—	—	144	—	—
"Соллерс-Елабуга"	—	—	—	5	1 212	-99,6
"Бау Моторс Копорейшен"	—	15	—	4	37	-89,2
ВАП "Волжанин"	22	37	-40,5	396	73	+442,5
"Мичуринский автобус"	—	3	—	—	6	—
"СТ Нижегородец"	614	340	+80,6	2 504	1 433	+74,7
ПКФ "Луидор"	353	347	+1,7	1 948	1 051	+85,3
ТагАЗ	—	170	—	166	591	-71,9
"Кузбасс-авто"	8	2	+300,0	66	64	+3,1
<i>ТРОЛЛЕЙБУСЫ</i>						
Всего	20	21	-4,8	80	99	-19,2
ЛиАЗ	—	—	—	6	—	—
"Тролза"	12	7	+71,4	32	51	-37,3
"Транс Альфа Электро"	8	7	+14,3	26	9	+188,9
Башкирский ТЗ	—	7	—	16	33	-51,5
Примечания: * — На шасси других отечественных изготовителей. ** — "Дженерал Моторз Авто", "Тойота Мотор Мануфэчуринг Россия", "Хёндэ Мотор Мануфэчуринг Рус", "Ниссан Мэнфэчуринг Рус"						



КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

УДК 623.093

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ БРОНИРОВАННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

К.Г. РОССИХИН, канд. техн. наук **В.В. СЕЛИФОНОВ**
МГМУ "МАМИ" (495 223-05-23, доб. 12-04)

Рассмотрены способы изготовления бронированных автомобилей, классификация бронирования и его влияние на массу автомобиля.

Ключевые слова: бронированные автомобили, классификация, влияние, масса.

Rossihin K.G., Selifonov V.V.

REGULARITIES CONSTRUCTION OF ARMoured VEHICLES

Methods of manufacturing of armoured vehicles, the classification of armoring and its influence on weight of vehicle are considered.

Keywords: armoured vehicles, classification, influence, weight.

Первые бронированные автомобили стали изготавливать в начале XX в., а широкое применение они нашли во время первой мировой войны. Так, считается, что первый реальный бронеавтомобиль собрал в 1902 г. английский инженер Ф. Симмс. Затем их начали разрабатывать и строить и в Австро-Венгрии, и в Германии, и в России, где к началу 1917 г. на вооружении армии стояло уже 400 бронемашин, причем половина из них была российского производства. Выпускал эти машины Путиловский завод в Петрограде на шасси американского грузового автомобиля "Гарфорд". Вторую половину составляли английские бронемшины "Остин", поставка которых была налажена с 1915 г., но они заметно уступали нашим бронеавтомобилям по качеству (частые поломки трансмиссии, слабая броня, ограниченные секторы ведения огня). Поэтому пришлось переоборудовать их на том же Путиловском заводе (был разработан новый корпус, усилены рама и ведущий мост, колеса оснащались пуленепробиваемыми шинами).

Спустя некоторое время бронировать стали и легковые автомобили. Они должны были и продолжают до сих пор служить незаметной, но надежной защитой людям, которые занимают наивысшее положение в обществе или в силу своих полномочий исполняют обязанности, связанные с большой степенью риска.

Процесс бронирования такого автомобиля может быть оригинальным (заводским) и послезаводским — выполняемым специализирующимися в этой области организациями.

Положительные стороны заводского бронирования — минимальное увеличение массы автомобиля при достаточно качественном бронировании, тягово-скоростные и топливно-экономические характеристики, параметры и работа систем, максимально приближенные к тем, которые присуще обычной базовой модели. Минусы — изначально высокая цена, которая диктуется не только расходами на разработку специальной усиленной подвески, рулевого управления, тормозной системы и расходами на их замену, но и мелкосерийностью производства, из-за чего занимают им лишь крупные автомобилестроительные фирмы. Например, такие, как "ДаймлерКрайслер", БМВ, "Ауди".

Послезаводское бронирование, наоборот, выполняют очень многие фирмы, поскольку оно проще, базовый авто-

мобиль, выбранный или поставленный заказчиком, разбирается, методом "листового наложения" или "капсульным способом" бронируется и собирается вновь с максимальным сохранением деталей кузова и салона. Естественно, масса такого автомобиля резко возрастает, что столь же резко ухудшает, по сравнению с базовым вариантом, его потребительские свойства.

Уровень броневой защиты легковых автомобилей, поступающих главным образом из Германии, оценивается по национальным (DIN) или общеевропейским (CEN) стандартам. И если исходить из этого, то в России и странах СНГ принято заказывать автомобили с уровнем защиты не ниже В6 — варианта, обеспечивающего защиту от всего западного легкого стрелкового оружия, включая штурмовую винтовку G3 под патрон 7,62×51 с пулей со свинцовым сердечником, которая по мощи существенно превосходит наиболее распространенный в мире автомат Калашникова АКМ или АК-74 и наиболее приближен к СВД в варианте патрона с ЛПС (легкая пуля стальная).

Но в последнем случае это требует глубокой и дорогостоящей модернизации ходовой части и ряда других систем автомобиля. В связи с чем наиболее распространенным на Западе уровнем защиты считается В4, обеспечивающий защиту от всего существующего там короткоствольного оружия со стандартным боеприпасом. Правда, специально для России и стран СНГ, где реальную угрозу для такой защиты представляют не только любые модификации автомата Калашникова, но и отечественный пистолет ТТ, в последнее время стали делать усиленные варианты уровня В4 (ТТ), В4+ (АКМ) и В4 ++ (АК-74), последний из которых уже ближе к европейскому В5. Заметно возросла у нас и заинтересованность в защите по классу В7, гарантирующему защиту от пули той же штурмовой винтовки G3, причем даже со стальным термоупрочненным сердечником.

Качество защиты автомобиля определяется, прежде всего, тщательностью проектирования броневой защиты по наиболее вероятным направлениям нападения, в том числе перекрытия технологических отверстий в кузове, предназначенных для электропроводки, дверных проемов, а также компьютерного блока управления двигателем и аккумуляторной батареи. Очень внимательно производители относятся к защите жалюзи радиатора, топливному баку, колесам и т.д. И эта тщательность начинается с выбора защитных материалов и правильного их применения. Надо отметить, что таких материалов в распоряжении разработчиков сейчас недостаточно много, их поставляют на рынок множество независимых производителей. Это пулестойкие сталь и алюминий (они занимают первое место по частоте применения). Причем сталь используется там и тогда, когда вероятная угроза может заключаться в том, что нападение осуществляется с применением автоматов, пулеметов и винтовок. В частности, броня от автоматной угрозы требует эквивалента 3 мм специально закаленной стали, а против пулеметов винтовочного калибра — 10 мм. Алюминиевая же броня используется тогда, когда не ожидается ничего более мощного, чем пули диаметром 9 мм. И это во многих отношениях компромисс защиты, удобства, практичности и цены.

На втором месте стоят керамика и пластмасса, армированная стекловолокном.

Керамика — это, так сказать, "кадиллак" среди пуленепробиваемых материалов: она чрезвычайно прочна и эффективна, но, к сожалению, очень дорогая. Пластмасса гораздо дешевле и армированная стекловолокном обладает высокой сопротивляемостью пулям. Иногда эта пластмасса применяется в сочетании с керамикой.

Есть у них и другие безусловные достоинства. Например, акриловые соединения прозрачны, как стекло, но прочнее его и легче; поликарбонаты также прозрачны, очень устойчивы на излом, намного прочнее и акриловых соединений, и стекла, но, как и они, поддаются царапанию. Кроме того, акриловые соединения и поликарбонаты огнеопасны.

Очень интересны с рассматриваемой точки зрения пуленепробиваемые ткани — кевлары. Они, конечно, используются главным образом в производстве пулезащитной одежды, но в 1972 г. их впервые предложили применять и в качестве волокна для укрепления радиальных шин, а в настоящее время они уже стали неотъемлемой частью внутренней отделки легкового бронированного автомобиля. Но их массовому внедрению препятствует то, что у них очень большой объем.

Защитные материалы в основном делятся на непрозрачную броню (сталь, алюминий, керамика), многослойные полимеры (кевлар, нейлон, фибerglass) и многослойные пулестойкие стекла. Традиционно толщина каждого из них указывает на уровень защиты от определенного оружия.

Так, для успешного противостояния автомату Калашникова с обычной пулей ПС калибра 7,62×39 мм достаточно металлической брони толщиной 5—4,5 мм, пулестойкого стекла — 29—33 мм, полимера — 20—25 мм. Если же расчет ведется на более мощное оружие (скажем, тот же Калашников, но с пулями термоупрочненными или бронебойными), автомобиль должен иметь только броню как минимум толщиной 8—10 мм, что, как уже упоминалось, ведет к увеличению его массы со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Конечно, фирмы—изготовители таких автомобилей с этим борются. Например, используют новейшие материалы — такие, как полимеры "Дайнима", масса которых при толщине в 5 мм соизмерима с массой картона, причем один их слой способен противостоять "Марними 44", а три—четыре (15—20 мм) — обычному автомату Калашникова.

При более высоком уровне защиты применяется сэндвич из тонкой брони, керамики и полимеров. Однако такой материал купить готовым на рынке невозможно, поэтому внедряют его лишь те фирмы, у которых есть своя лаборатория по разработке и испытаниям подобных композиций.

В этом сэндвиче каждый из слоев выполняет свою работу. Керамика, благодаря своей твердости, первой "встречает" и останавливает термоупрочненную или бронебойную пулю, но без тонкой полоски брони она не гарантирует защиту на 100 %. Полимерный слой необходим для полной остановки фрагментов керамики и брони. Следовательно, для каждого конкретного заказа приходится разрабатывать материал, который на 100 % защищает от определенных боеприпасов и, кроме того, имеет запас прочности. Например, для последней модели "Майбах" предполагается лишь один уровень защиты от боеприпаса "Марним 44" со свинцовой оболочечной пулей, который по мощности выше, а по пробивной способности примерно равен нашему ТТ и заметно уступает новым pistolетам — "Гюрза" и "Трач" с боеприпасами 9×19 мм и 9×21 мм с пулей 7Н21.

Вот и весь прогресс. Потому что чем автомобиль технологичнее, тем он менее доступен для переделок — даже в условиях завода-изготовителя и при сколь угодно высоких затратах.

Тем не менее современный бронированный легковой автомобиль как минимум имеет полное бронирование пространства между двигателем и пассажирским салоном от лобового стекла до пола, включая все пространство под приборной панелью и в месте расположения педалей. Имеет он и укрепленные металлические перегородки или керамические панели для защиты радиатора, которые могут отклонить, а может, и остановить пули.

Теперь о частностях.

Ясно, что следует защищать не только, скажем, сам радиатор спереди и сверху, но также и его шланги, а также шланги гидравлической системы, бензопроводов, элементы электрооборудования, в том числе и провода. Но такая дополнительная защита требует подачи дополнительного воздуха на радиатор и установки вентилятора радиатора не с четырьмя, а восемью и более лопастями. В результате — увеличенный расход топлива.

И еще один вопрос: так как кевлар — наиболее гибкий из защитных материалов, то где он наиболее эффективен?

Ответ на него уже дал опыт. Оказалось, что панели из него можно устанавливать и за обшивкой крыши, и за дверными панелями. Однако его листы должны заходить друг за друга с нахлестом не менее полутора дюймов, потому что в автомобиле, как и в пулезащитной одежде, швы — самое слабое звено.

Дополнительные панели можно также размещать за задним сиденьем, под ковром на полу и сиденьями и под крышкой багажника, если в багажнике размещается, например, оборудование связи. Иначе говоря, внутреннее пространство автомобиля, которое должно и может быть надежно защищено от прострела через дверные и оконные проемы, пол и потолок, двери, все вертикальные плоскости по периметру, т.е. салон со всех сторон, кевлары могут защитить.

Однако дело этим не исчерпывается. Для надежной защиты необходимы вставки безопасности во всех колесах для езды на пробитых шинах, защита бензобака от взрыва и протечки топлива. И не только. Вся эта дополнительная масса тяжким бременем ложится на коробку передач, поэтому для нее необходим маслоохладитель. Не обойтись и без дополнительной защитной пластины под ее корпусом: она не только отклонит пули, но и предохранит коробку от ударов о камни и край тротуара, если во время нападения автомобилю придется "выскочить" на них.

Фирмы—изготовители на свои бронированные легковые автомобили, как правило, устанавливают прорезиненный, высокопрочный, самозатягивающийся бензобак. Это — дорогое, но хорошее дополнение, практически исключает возгорание моторного топлива при всякого рода повреждении. Очень внимательно они относятся и к трубопроводу, идущему от бензобака к двигателю.

На многих бронированных автомобилях начали устанавливать усиленные бамперы, особенно передний. И это разумно: если существует необходимость в бронировании, значит существует и необходимость в бамперах, позволяющих осуществлять таран.

Что касается нынешних и потенциальных базовых автомобилей для бронирования, то здесь доминируют американские шасси: они прочны, сравнительно дешевы и не очень насыщены элементами электроники. Тем не менее и такое шасси перед бронированием обычно усиливают. Кроме того, усилению подвергается также и кузов — стойки крыши, петли дверей, сами двери, места их крепления. В результате заказчик получает надежный в эксплуатации

автомобиль с хорошей грузоподъемностью и повышенным ресурсом.

Особое место в рассматриваемых автомобилях занимает так называемое прозрачное бронирование. Например, пулестойкие стекла — всегда изогнутые, повторяющие контуры, но — многослойные, серийные, обладающие хорошей светопрозрачностью и не дающие искажений, при этом лобовые и задние — всегда с электроподогревом и поликарбонатной прослойкой для безопасного удержания их фрагментов при наружном обстреле. Ведь для защиты от огнестрельного оружия небольшого калибра достаточно одного слоя стекла толщиной 10 мм, а от оружия большего калибра (скажем, дробовиков и винтовок) требуется уже два-четыре таких слоя, скрепленных особым связующим веществом и соединенных с основой. В результате может получиться 5 или 8 см очень тяжелого стекла.

Серийные дверные стекла, устанавливаемые на автозаводе, выполняют, как известно, из бесколочного стекла. Но в рассматриваемом варианте приходится тоже применять несколько слоев, соединенных так, чтобы при обстреле мелкие осколки не ранили людей в салоне. Причем здесь возможны и слои стекла, и/или тонированные слои пластика, что повышает потенциал безопасности и не мешает стеклам подниматься и опускаться. Однако такая защита, если судить строго, в общем-то, не делает стекло пуленепробиваемым. Она лишь "помогает" отклонять пули и сдерживать осколки. Пуленепробиваемое же стекло достигает толщины до трех дюймов и требует переделки дверей.

В последнее время пытаются повысить прочность стекла. Например, с помощью специальных "бронирующих" пленок толщиной 5–35 мкм с очень сложной структурой, в которых основные усиливающие функции выполняет клеевой слой. Такие стекла, оклеенные в несколько слоев бронирующими пленками, выдерживают удар кирпичом и выстрел из пистолета, а также удары осколков ручной гранаты, разорвавшейся рядом с автомобилем. К тому же, эти пленки не горят, с них нельзя на расстоянии снять информацию ни оптическим, ни электромагнитным способами.

Приспособлений, обеспечивающих быстрый уход с места обстрела при пробитых шинах, тоже много. Это шины типа "Мишлен PAX", различные внутренние металлические или пластиковые вставки и клеевая защита, диски из особо пуле- и взрывоустойчивого материала и т.п. Все они рассчитаны на обеспечение в аварийных ситуациях (прострел, прокол, разрыв шины) продолжение движения автомобиля на расстояние до 70–100 км.

И последнее. Бронирование утяжеляет автомобиль, что замедляет его разгон и ухудшает торможение, затрудняет управление на крутых поворотах, а если, например, слишком сильно утяжелить верхнюю часть его корпуса, он может стать неустойчивым, начнет качаться, "зарываться носом" и даже переворачиваться; слишком же большая масса как передней, так и задней частей тоже может стать причиной неустойчивости движения, в том числе заноса. Значит, управлять им должен лишь водитель, прошедший дополнительное обучение.

УДК 629.01.66

СТАРТЕР-ГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВС

Д-р техн. наук **Е.М. ОВСЯННИКОВ**,
канд. техн. наук **П.Н. КЛЮКИН**
МГМУ "МАМИ" (7. 915. 425 26 40)

*Приведен анализ конструкций и особенностей работы стартер-генераторных устройств для автомобильных двигателей.
Ключевые слова: стартер-генератор, система "стоп-старт", гибридный автомобиль.*

Ovsiannikov E.M., Klyukin P.N.

STARTER-GENERATING DEVICES FOR ENGINES OF CARS

Analysis of constructions and features of operation a starter-generating of devices for engines of cars is resulted.

Keywords: starter-generator, stop-start system, hybrid automobile.

Стартер-генераторное устройство в любом его исполнении, начиная от самого простого его варианта, системы "стоп-старт", и заканчивая вариантом, где оно выполняет функции тяговой электрической машины, — одно из основных устройств любого гибридного автомобиля. Но какой бы не был вариант, он всегда дает автомобилю-гибриду определенные преимущества перед автомобилем традиционного исполнения. Их (преимущества) в общем случае можно свести к следующему: возможность применять ДВС несколько меньшей мощности; меньший расход топлива; более низкие тепловое и звуковое излучения, выброс вредных веществ с отработавшими газами ДВС; более высокий КПД силовой установки; сохранение рекуперированной тормозной энергии автомобиля, а также энергии, высвобождаемой при его

движении на дорожных спусках; повышенные динамические качества автомобиля за счет более благоприятной, чем у ДВС, характеристики электродвигателя, что, в свою очередь, позволяет использовать в системе привода ведущих колес автомобиля бесступенчатую или малоступенчатую передачу.

Пример структуры гибридной силовой установки, выполненной по параллельной схеме, приведен на рис. 1. Она применена на автомобиле "Мерседес S-400".

В этой установке ДВС через сцепление и стартер-генераторное устройство подсоединен к редуктору, передающему крутящий момент через коробку передач и дифференциал к колесам. Причем стартер-генератор выполняет функцию вспомогательного устройства, обеспечивающего дополнительную передачу на вал мощности тогда, когда мощности ДВС для движения автомобиля недостаточно. Но он может обеспечивать движение и самостоятельно. Правда, только при небольших (до 10–15 км/ч) скоростях, что очень эффективно в дорожных пробках. ДВС в этих случаях механически отсоединен от стартер-генератора. При торможении двигателем система переводит стартер-генератор в режим генератора, и кинетическая энергия автомобиля используется для подзарядки аккумуляторных батарей или суперконденсаторов, обеспечивая режим рекуперации.

Функции системы управления со стартер-генераторным устройством зависят от алгоритма ее работы. Но она, в принципе, может обеспечить восемь таких функций: быстрый пуск ДВС (стартерный режим); тяговой режим стартер-генератора (режим "докрут-ки" ДВС); генераторный режим при рекуператив-

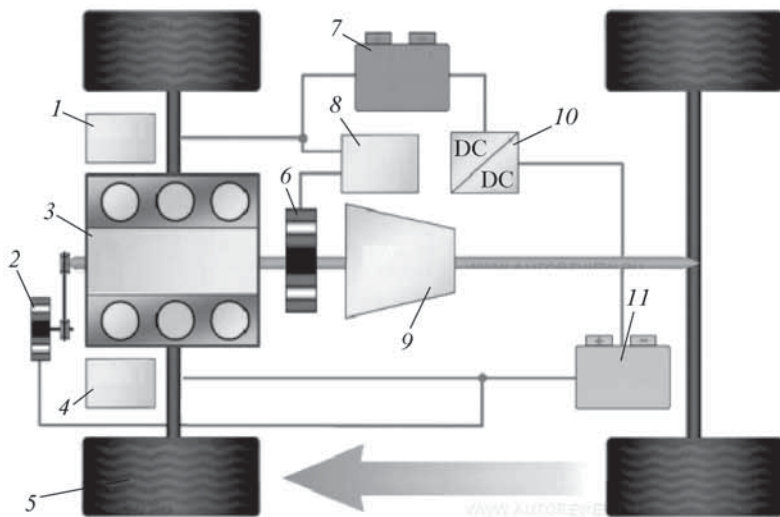


Рис. 1. Схема гибридной силовой установки автомобиля "Mercedes S-400":

1 – электрокомпрессор кондиционера; 2 – электрогенератор; 3 – бензиновый ДВС; 4 – электромотор гидросилителя руля; 5 – колесо автомобиля; 6 – электромотор-генератор; 7 – литий-ионная батарея; 8 – инвертор; 9 – автоматическая коробка передач; 10 – трансформатор; 11 – аккумуляторная батарея

ном торможении и в режиме принудительной рекуперации; режим "стоп–старт"; поддержание оптимальных уровней заряда тяговой аккумуляторной батареи, температуры всех компонентов системы и оптимизация работы ДВС в составе гибридной силовой установки; положительный энергобаланс во всей установке (в режимах "зима", "ночь", "все потребители включены" и т.д.) и для потребителей силового электропривода.

Работы по созданию и совершенствованию автомобильных стартер-генераторных установок начались в конце 1980-х гг. Но сейчас их ведут практически все крупные автомобилестроительные фирмы мира, а признанным лидером в этой области стала японская "Тойота". Именно она была первой из тех, кто применил стартер-генераторы на автомобилях крупносерийного производства.

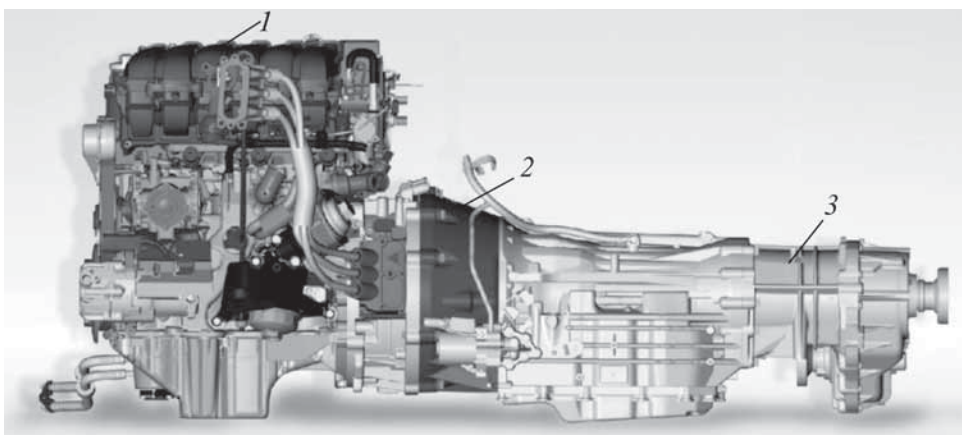


Рис. 2. Схема размещения стартер-генераторной установки на одной оси с ДВС:

1 – ДВС; 2 – стартер-генератор; 3 – коробка передач

Есть определенные успехи и у других фирм – "Хонда", "Ниссан", "Валео", "Пежо-Ситроен", "Фольксваген", "Бош", российских ВАЗ, НАМИ и др. Их разработки, естественно, отличаются по конструктивному исполнению, алгоритмам работы, схемам привода стартер-генератора, а также по компоновке электромашины в трансмиссии.

Есть у них и много общего. В частности, то, что развитие конструкции стартер-генераторов и систем управления ими в основном направлено на улучшение алгоритма управления и расширение функциональных возможностей системы за счет модернизации схемы управления. В результате к настоящему времени существенно повысилась надежность таких устройств, улучшились их рабочие характеристики, минимизировались дополнительные (коммуникационные) потери в электрической машине и силовом преобразователе, повысилась технологичность их изготовления и сборки; упростилась их конструкции, снизилась стоимость. В подтверждение сказанному можно привести такой пример.

После множества предложенных решений по компоновке гибридной силовой установки практика выбрала и наиболее часто применяет вариант, при котором статор электрической машины жестко крепится на картере ДВС, а ротор одновременно играет и роль маховика. Причем в подавляющем большинстве случаев используется компоновка, показанная на рис. 2. То есть стартер-генератор располагается на одной оси с ДВС и коробкой передач (между ними). Почему – понятно: такой вариант позволяет получить высокомоментную электрическую машину без существенной доработки конструкций ДВС и коробки передач.

Конечно, идет поиск и других вариантов. Например, делались попытки применять стартер-генератор как навесной агрегат, приводимый во вращение от ДВС с помощью ременной или зубчатой передачи. Так, британская инженеринговая фирма "Интеграл Пауэртрайн" разработала компактный стартер-генератор постоянного тока нового поколения (мощность 5 кВт) с водяным охлаждением, ременным приводом от коленчатого вала ДВС и двухступенчатым планетарным редуктором, который управляется электромагнитной муфтой. При пуске ДВС в этом редукторе включается понижающая (3,1:1) ступень, облегчая

работу электромотора, а после пуска привод автоматически переключается на прямую передачу. Когда система "стоп—старт" отключает двигатель на светофоре, стартер-генератор продолжает вращаться, приводя насос гидроусилителя руля, компрессор кондиционера и водяной насос, чтобы поддерживать автомобиль в полной готовности к старту.

Довольно интересное решение предлагает и немецкая фирма "Цанфабрик Закс": ее стартер-генератор монтируется на коленчатом валу двигателя вместо маховика ("ДинаСтарт"). Это устройство не только заменяет собой обычные стартер и генератор, но и обладает некоторыми дополнительными функциями. Например, помимо функции "стоп—старт" с очень быстрым (менее 0,4 с) и бесшумным пуском двигателя оно используется также в качестве дополнительного электромотора, помогающего ДВС при разгоне. Его мощность составляет ~10 кВт, максимальный крутящий момент — 100 Н·м. Кроме того, "ДинаСтарт" дает возможность эффективнее применять регенеративное торможение, аккумулируя энергию в аккумуляторе, которая затем используется при работе "ДинаСтарт" в режиме электромотора не только при пуске ДВС, но и при разгоне автомобиля, что дополнительно экономит до 5 % топлива.

"ДинаСтарт" представляет собой достаточно компактное устройство: его внешний диаметр равен 325 мм, а осевая длина — 32 мм (модель SG325L32). Максимальная мощность в режиме стартера достигает 12 кВт, максимальный крутящий момент при холостом пуске ДВС и силе тока 325 А — 220 Н·м.

Эффективность любой системы "стартер-генератор—ДВС" определяется типом применяемой электрической машины. Однако если судить по реальному рынку, то единого решения у ведущих фирм по этому поводу нет: они строят стартер-генераторы на базе собственных типов электрических машин. То есть цельная картина здесь пока не сложилась. По частотности их применения оказалось, что первое место занимает асинхронная машина с короткозамкнутым ротором; второе — синхронная машина с электромагнитным возбуждением; третье — вентильная машина с постоянными магнитами; четвертое — бесконтактная машина; пятое — синхронная машина с постоянными магнитами и шестое — вентильная индукторная машина с самовозбуждением.

Как видим, асинхронная машина с короткозамкнутым ротором — наиболее часто встречающийся в настоящее время стартер-генератор. Ее достоинства заключаются в простоте конструкции, высокой надежности и малой стоимости. Однако у нее есть и конструктивные недостатки — большие потери в роторе, что снижает ее КПД.

И с этой точки зрения синхронная машина с электромагнитным возбуждением предпочтительнее. Но она имеет скользящие контакты на роторе, что делает ее менее надежной. Вентильная же машина с по-

стоянными магнитами тоже неплохая, но у нее нет обмотки возбуждения, что создает сложности при организации регулирования напряжения на выходе генератора стартер-генераторной установки.

И бесконтактная машина хотя и имеет ряд преимуществ перед другими конструкциями, но для нее характерна та же сложность регулирования напряжения на выходе генератора, как и для синхронной машины с постоянными магнитами.

Вентильная же индукторная машина с самовозбуждением вообще встречается крайне редко. Причина — повышенные вибрация и шум. Тем не менее патент на такую машину известен (RU2321765 С1 "Стартер-генератор"). Правда, ее разработчики применили двухфазную вентильно-индукторную машину с электромагнитной асимметрией, упростив тем самым схему управления до четырех ключей. Однако в процентном отношении это почти не сказывается на стоимости системы в целом, ведь на 90 % ее определяет именно силовая электрохимическая часть, поэтому для снижения ее стоимости пришлось исключить из состава ротора машины постоянные магниты. Но сказать, что такие решения сделали данную машину конкурентоспособной по отношению, скажем, к той же асинхронной машине с короткозамкнутым ротором, нельзя. Уже хотя бы потому, что ее вращающееся магнитное поле статора получилось искаженным, а шаг вращения результирующего вектора магнитного поля статора — большим. Что приводит к колебаниям электромагнитного момента, неравномерностям вращения ротора и снижению КПД. Внешне же это проявляется в виде вибрации и шумности машины при работе.

В заключение нельзя не отметить, что управление стартер-генераторной установкой — процесс довольно сложный. Поэтому осуществляется он, как правило, от сигнального процессора, специализирующегося на управлении электродвигателями. Важным элементом схемы являются также усилители мощности (драйверы), служащие для согласования по мощности и напряжению сигналов между системой управления и силовыми ключами.

Таким образом, в настоящее время наблюдается большое разнообразие "гибридизации" автомобилей и ее схем, а следовательно, и достаточно жесткая конкуренция в этой области как между крупными автомобилестроительными, так и небольшими фирмами. Подтверждение тому — тысячи патентов разных стран. Это позволяет сделать следующий прогноз: в ближайшие два-пять лет следует ожидать резкий скачок в серийном и массовом производстве автомобилей со стартер-генератором. Причиной тому служит не только забота производителей об экологии и снижении расхода топлива, но и о собственном имидже.

БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОМОБИЛЯ: ДУАЛИЗМ СОВРЕМЕННЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ТРЕБУЕТ НОВЫХ КЛАССИФИКАЦИЙ

Д-р техн. наук **И.В. БАЛАБИН**,
канд. техн. наук **В.В. БОГДАНОВ**
МГМУ "МАМИ"

Предложен и описан новый подкласс конструктивной безопасности транспортных средств и видоизмененная классификация.
Ключевые слова: конструктивная безопасность, транспортное средство.

Balabin I.V., Bogdanov V.V.

VEHICLES SAFETY: THE DUALISM OF MODERN INTELLCTUAL CAR'S SYSTEMS INDUCES INITIATION OF NEW CLASSIFICATIONS

The new subclass (with its description) of constructive safety of vehicles and new classification is offered.

Keywords: construction's safety, vehicle.

В настоящее время безопасность автомобиля рассматривается [1, 2], как правило, лишь с одной точки зрения – конструктивной его безопасности. Другие же ее аспекты, связанные с взаимодействием АТС с периферией (например, со специальными ограждающими конструкциями дорог; препятствиями различной формы, не являющимися другими АТС, и т.п.), совместная работа систем которых в совокупности с системами автомобиля, безусловно, оказывает существенное влияние на безопасность участников движения, почему-то не учитываются. Хотя термин, введенный А.И. Рябчинским ("безопасность комплекса "человек–автомобиль–дорога–среда") в конце 1970-х гг., если учесть развивающуюся систему спутниковой навигации и создание специальных интеллектуальных систем, позволяющих автомобилю практически без участия водителя держать дистанцию в потоке движения, сбавлять скорость на опасных поворотах и т.п., вновь становится актуальным.

Рассмотрим эту проблему.

Согласно классическим представлениям, конструктивная безопасность автомобиля включает четыре

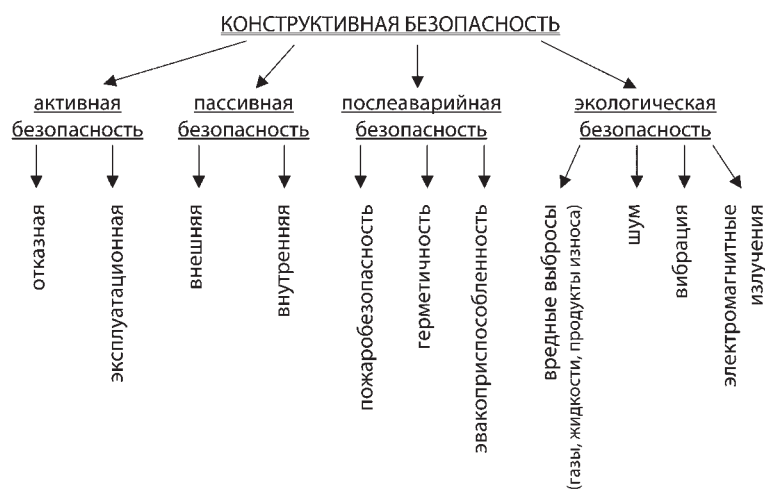


Рис. 1. Структура классического представления о конструктивной безопасности

технические составляющие: активная, пассивная, послеаварийная и экологическая безопасности. Причем под первой понимается свойство автомобиля предотвращать ДТП (снижать их вероятность). Она проявляется в период времени, соответствующий начальной фазе ДТП (условия движения автомобиля и пешеходов перед возникновением опасной ситуации), когда водитель в состоянии изменить характер поведения автомобиля. Под второй – свойство автомобиля снижать уровень тяжести последствий ДТП. Она проявляется в тот период, когда водитель, несмотря на принятые им меры, не может изменить характер движения автомобиля. Ее цель – обеспечить выживание водителя и пассажиров автомобиля, попавшего в ДТП, и свести к минимуму степень их травмирования. Третья – свойство автомобиля уменьшать тяжесть последствий ДТП после полной остановки АТС, попавшего в ДТП. Это свойство характеризуется возможностью быстро ликвидировать последствия происшествия и предотвращать возникновение новых аварийных ситуаций. Наконец, четвертая – свойство автомобиля, позволяющее уменьшать вред, наносимый как участникам движения (водителю и пассажирам), так и окружающей среде в процессе его нормальной эксплуатации, и третьим лицам, вовлеченным в последствия ДТП.

Структура классического представления конструктивной безопасности приведена на рис. 1. Следует отметить, что дальнейшая детализация представленных на рисунке подклассов в ряде случаев не позволяет провести четкую границу между требованиями к подклассам, как упоминается в работе [1], и будет пояснено авторами далее.

Однако современный уровень развития автомобилестроения наводит на мысль о наличии признаков дуализма в этой классификации. Например, если взять такой типичный конструктивный элемент пассивной безопасности, как бампер, то он, в соответствии с принятыми в начале 2000-х гг. ЕЭК ООН нормами, должен уже защищать не только само АТС и находящиеся в нем водителя и пассажиров, но и пешеходов. Значит, служить и элементом активной безопасности. В итоге появились бамперы с надувными подушками безопасности, оснащенные камерами и сканирующими устройствами, благодаря которым предоставляется возможность предотвратить столкновение и избежать ДТП. То есть бампер начал выполнять двойственную функцию безопасности: с одной стороны, он элемент пассивной безопасности, защищающий водителя и пассажиров при столкновении и уменьшающий тяжесть его последствий ДТП, а с другой – элемент активной безопасности, снижающий вероятность травмирования пешехода.

Этот же принцип дуализма в исполнении защитных функций обнаруживается и при анализе ряда других конструктивных элементов автомобиля. Поэтому представляется целесообразным рассматривать конструктивную безопасность автомобиля как состоящую из внешней и внутренней безопас-

ности и лишь затем каждую из них разделять на известные общепринятые подклассы (активная, пассивная и т.д.), причем такое подразделение не будет принципиально противоречить оставшимся классически сформировавшимся подклассам (если исключить из рассмотрения пассивную безопасность по понятным соображениям).

В частности, такой подкласс послеаварийной безопасности, как пожаробезопасность (показатель, характеризующий величину, обратную вероятности риска причинения вреда при возгорании автомобиля и определяемый как конструкцией АТС, так и наличием средств пожаротушения), может принадлежать к внутренней конструктивной безопасности – если иметь в виду травмостроительные материалы и их сопротивление возгоранию, и к внешней – если речь идет о наличии средств пожаротушения. Подкласс герметичность (показатель, характеризующий величину, обратную вероятности риска проникновения воды в салон, кабину, фургон при погружении АТС в воду или затоплении) может быть внешним – если подразумевать непроникновение в салон жидкости или газов, и внутренним – если иметь в виду свойства конструкции (отдельных узлов) АТС предотвращать утечки топлива или электролита и т.п., способные повлечь травмы участников движения. Подкласс эвакуационная приспособленность (показатель, характеризующий возможность быстрой эвакуации пострадавших и оказания первичной медицинской помощи и определяемый как конструкцией замков, дверей, так и наличием запасных выходов, аварийной сигнализации, медицинской аптечки) будет внешним, если речь идет о способности посторонних проникнуть в салон АТС для оказания помощи/эвакуации, либо внутренним, если подразумевается способность водителя/пассажира самостоятельно выбраться из поврежденного АТС.

Содержащиеся в подклассе активная безопасность (АБ) отказная ОБ (обусловленная надежностью функционирования систем автомобиля при внезапных отказах) может также быть внутренней (например, тормозные системы, светотехника и т.п.) и внешней (ограждения безопасности). Эксплуатационная АБ, характеризующая надежностью функционирования систем автомобиля и водителя, подразделима на внешнюю (например, активный круиз-контроль) и внутреннюю (обычный круиз-контроль).

Упомянутые в подклассе экологическая безопасность вредные выбросы, шум, вибрация и электромагнитные излучения наносят вред как находящимся внутри АТС, так и участникам дорожного движения снаружи.

И еще одно очень важное, на взгляд авторов, обстоятельство.

Сейчас автомобили все чаще и шире оснащаются такими интеллектуальными системами, которые на основании собранной различными приборами, причем не обязательно бортовыми, информации либо самостоятельно принимают решение, автоматически вмешиваясь в процесс вождения, либо сигнализируют водителю каким-либо образом о сложившейся дорож-

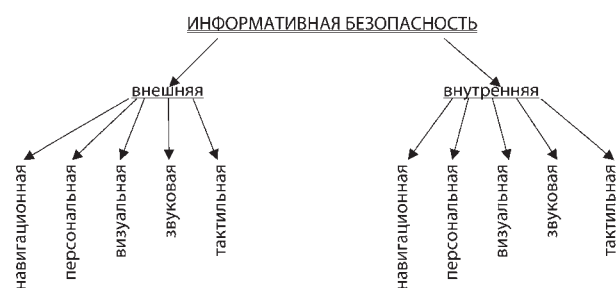


Рис. 2. Структура информативной безопасности

ной ситуации, что в итоге снижает вероятность ДТП. В этой связи, по мнению авторов, было бы вполне оправданно ввести новый подкласс конструктивной безопасности автомобиля – информативную безопасность – свойство автомобиля предотвращать вероятность ДТП за счет упреждающей передачи информации водителю АТС о вероятном ДТП. Следует отметить, что в этот подкласс хорошо вписываются и устройства, существовавшие задолго до появления новейших интеллектуальных систем, обеспечивающих безопасность современного АТС. (Структура такого подкласса приведена на рис. 2, в его состав следует ввести пять подклассов.)

Во-первых, навигационную информативную безопасность, также подразделяющуюся на внешнюю и внутреннюю. Суть первой – предупреждение водителя с помощью сигналов со спутников (например, систем ГЛОНАСС или NAVSTAR GPS) или радиоточек о потенциальной опасности впереди, которую не может предвидеть ни он, ни навигационные карты (пример – информация о случившемся на дороге природном катаклизме, крупном ДТП, гололеде, утечка жидкости из поврежденной автоцистерны на трассе и т.п. Второй – оповещение водителя с помощью бортовых навигационных систем о повышении вероятности ДТП (о превышении рекомендуемого скоростного режима или об опасном рельефе местности впереди и т.п.).

Во-вторых, персональную информативную безопасность, которая может влиять на потенциальные ДТП. К внешней персональной информативной безопасности относится информация о попытке кражи автомобиля, попытке водителя сесть пьяным за руль или о предполагаемой технической неисправности автомобиля, которые обнаруживаются благодаря специальным интеллектуальным устройствам и ретранслируются на приемник-передатчик, а затем передаются сотрудникам соответствующих служб (дорожная полиция или технические службы), которые прибывают на место и блокируют дальнейшие действия водителя. Такого типа устройства уже активно используются крупными транспортными фирмами, они следят за перемещением своих АТС и в случае отклонения от запланированного маршрута, в том числе по корыстным соображениям, и блокируют передвижение АТС. Если электронный чип-ключ комбинированный с алкотестером обнаружил у владельца более положенных промилей алкоголя и заблокировал посредством бортового компьютера двигатель или бортовой компьютер

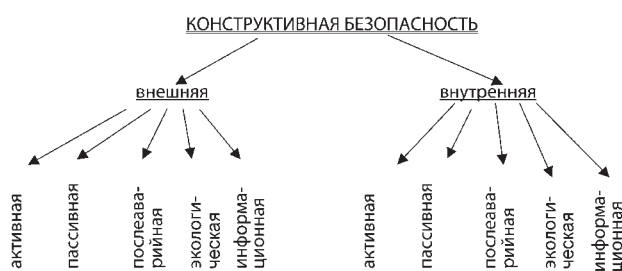


Рис. 3. Структура современного представления о конструктивной безопасности

идентифицировал, что АТС пытаются завести неоригинальным чип-ключом и включил, например, для записи факта угона внутренний видеорегиистратор, уместно говорить о внутренней персональной информативной безопасности.

В-третьих, визуальную информативную безопасность. Эта та информация, которую воспринимает водитель от внешних световых приборов, знаков дорожного движения, светоотражающей маркировки; через лобовое стекло и зеркала, а также от внутренних приборов автомобиля (спидометр/тахометр); со-

общений на бортовые дисплеи сигналов предупреждения об опасности, высвечиваемых на лобовом стекле автомобиля, и т.п.

В-четвертых, звуковую информативную безопасность, внутреннюю – обеспечиваемую с помощью звуковых сигналов от бортовых приборов (о превышении допустимой скорости, не пристегнутом ремне безопасности и т.п.) и внешнюю – отправляемые за пределы автомобиля звуковые сигналы (например, для оповещения пешеходов или водителей других АТС).

В-пятых, тактильную информативную безопасность, передаваемую тактильными сигналами водителю, например, от ребристых полос замедления скорости перед КПП или от "лежащих полицейских" (внутренняя), а также сигналами, поступающими на рулевую колонку, например, при смене полосы движения без включения сигнала поворота, опция "избежание опасности сна за рулем" в современных АТС (внешняя).

Таким образом, принятую в настоящее время структуру конструктивной безопасности автомобиля целесообразно заменить структурой, приведенной на рис. 3. Такая замена, на взгляд авторов, будет способствовать более эффективному обеспечению безопасности на транспорте.

УДК 629.113.004

РАСЧЕТ СКОРОСТНЫХ ПОТЕРЬ В ШИНАХ АВТОМОБИЛЯ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Д-р техн. наук **А.И. ФЕДОТОВ**,
д-р физ.-мат. наук **В.Г. ВЛАСОВ**,
канд. техн. наук **С.Н. КРИВЦОВ**
Иркутский ГТУ (3952. 40–51–36)

Рассматривается методика расчета скоростных потерь в шинах автомобиля, учитывающая характеристики проскальзывания.
Ключевые слова: шина, скоростные потери, коэффициент полезного действия шины, потери мощности, радиус колеса, сопротивление качению, тангенциальная эластичность.

Fedotov A.I., Vlasov V.G., Krivtsov S.N.

CALCULATING OF HIGH-SPEED LOSSES OF AUTOMOBILE TIRES IN EXPLOITATION CONDITIONS

Calculating methodic of speed losses of automobile tires registered of references of slip in is examined.

Keywords: tire, high-speed losses, tire efficiency, power losses, wheel radius, skating resistance, tangential elasticity.

Сравнивая результаты моделирования процессов движения автомобилей в условиях эксплуатации с результатами стендовых и дорожных испытаний, очень часто можно видеть значительные их различия (составляющие 4–12 %). Казалось бы, этого не должно быть: современные математические модели учитывают все нюансы процессов движения АТС. Однако факт есть факт: расчет всегда дает погрешность. И одна из причин тому, как показал выполненный авторами анализ результатов моделирования процессов движения АТС, состоит в том, что все применяемые в настоящее время математические модели не учитывают скоростные потери мощности в шинах ведущих

колес. А они довольно значительные. В этом легко убедиться, рассмотрев формулу КПД шины (формула № 1 в таблице).

Как видим, КПД шин ведущих колес, который выражает силовые и скоростные потери, возникающие в процессе их качения, представляет собой произведение двух сомножителей – $(M_k - M_f) / M_k$ и r_k / r_{k_0} . Первый из них, очевидно, отражает силовые (гистерезисные) потери мощности на трение в шине при ее качении. Рассчитывается он довольно просто и точно [1]. Второй же учитывает скоростные потери мощности, связанные с тангенциальной эластичностью шины, т.е. тот факт, что число сделанных колесом оборотов и пройденный им при этом путь не всегда точно соответствуют друг другу. Поэтому именно с его определением возникают наибольшие трудности, поскольку вычислить кинематический радиус r_k (радиус качения колеса с эластичной шиной), равный отношению $r_k = v_a / \omega_k$, – довольно непросто: r_k зависит от подведенного к колесу крутящего момента M_k , что хорошо видно из рис. 1. Причем следует подчеркнуть, что даже при M_k , соответствующем $\eta_{ш \max}$, потери в шинах достаточно велики. Например, у легковых автомобилей при качении колес в ведомом режиме $\eta_{ш \max} \approx 0,92...0,93$: как минимум 8...7 % мощности их двигателей тратятся на гистерезисные и скоростные потери в шинах. У грузовых же автомобилей $\eta_{ш \max} \approx 0,90...0,87$. То есть потери мощности в их шинах составляют как минимум 10...13 % мощности двигателя.

Из рис. 1 также следует, что при $M_k = 0$ и $\eta_{ш} = 0$. Причина состоит в том, что величина второго сомно-

№ формулы	Формула	Примечания
1	$\eta = \frac{N_m}{N_k} = \frac{R_x v_a}{M_k \omega_k} = \frac{(M_k - M_f) v_a}{r_{k_0} M_k \omega_k} = \frac{(M_k - M_f) r_k}{M_k r_{k_0}}$	N_k – мощность, подведенная к колесу; N_m – мощность, отведенная от колеса; R_x – продольная реакция в пятне контакта; v_a – скорость автомобиля; M_k – крутящий момент, подведенный к колесу; ω_k – угловая скорость колеса; M_f – момент сопротивления качению шины; r_k – радиус качения шины в ведомом режиме, r_{k_0} – кинематический радиус ее качения
2	$r_k = r_{k_0} \pm \lambda M_k$	λ – коэффициент тангенциальной эластичности шины
3	$r_{k_0} = \frac{L}{2 \pi k}$	–
4	$r_{k_0} = r_0 - \sqrt{R_z C_1} - C_2 R_z$	r_0 – радиус свободного, ненагруженного колеса; C_1, C_2 – коэффициенты аппроксимации зависимости $r_{k_0} = f(R_z)$
5	$R_x = R_z f(s) \varphi_{\max}$	φ_{\max} – максимальное значение коэффициента сцепления колеса с опорной поверхностью дороги в области критического его проскальзывания; $f(s)$ – функция проскальзывания
6	$S = 1 - \frac{v_a}{\omega_k r_{k_0}}$	–
7	$\eta = \frac{d f(s)}{d S}$	–
8	$f(s) = \sin[a \arctg(b \cdot S)]$	a, b – коэффициенты
9	$b \cong \frac{(1 + b_1^2) \arctg b_1 - b_1}{K_z (1 + b_1^2) - 1}$	b_1, K_z – коэффициенты
10	$b_1 = \pi / 2 K_z$; $K_z = (\pi - \arctg f_{\text{вд}}) / \eta$	$f_{\text{вд}}$ – коэффициент значения функции проскальзывания при блокировке колеса
11	$R_x r_{k_0} + M_f + M_j - M_k = 0$	M_j – момент от сил инерции
12	$M_\varphi = R_z \varphi_{\max} f(s) r_{k_0}$	–
13	$M_k = M_e i_{\text{тр}} \eta_{\text{тр}}$	M_e – крутящий момент "нетто", развиваемый двигателем; $i_{\text{тр}}$ – передаточное число трансмиссии; $\eta_{\text{тр}}$ – КПД трансмиссии
14	$M_f = R_z f r_{k_0}$	f – коэффициент сопротивления качению
15	$M_j = J_k \frac{d \omega_k}{d t}$	J_k – момент инерции колеса относительно оси его вращения; $\frac{d \omega_k}{d t}$ – его угловое ускорение
16	$\frac{d \omega_k}{d t} = \frac{M_k - M_\varphi}{J_k}$	–
17	$\omega_k = \omega_{k-1} + \frac{d \omega_k}{d t} \Delta t$	ω_{k-1} – значение угловой скорости колеса на предыдущем шаге интегрирования; Δt – приращение времени
18	$S = 1 - \frac{v}{\omega_k r_{k_0}} = 1 - \frac{r_k}{r_{k_0}}$	–
19	$v = \omega_k r_{k_0} (1 - S)$	–

жителя, r_k / r_{k_0} , равна единице, т.е. $r_k = r_{k_0}$, а скоростные потери в шине отсутствуют. С увеличением же подведенного к колесу крутящего момента M_k скоростные потери в шине растут линейно и равномерно (до критического проскальзывания $S_{\text{кр}}$), а множитель r_k / r_{k_0} уменьшается. Затем, при достижении критического проскальзывания $S_{\text{кр}}$, происходит срыв пятна контакта и начинается буксование колеса, в результате чего скоростные потери резко возрастают, и величина множителя r_k / r_{k_0} падает до нуля. Оче-

видно, что с практической точки зрения наибольший интерес представляет именно левая часть графика, поскольку водители стараются не допускать полного буксования ведущих колес. Но, повторяем, трудность измерения кинематического радиуса r_k – главная причина появления значительных погрешностей расчетов параметров движения автомобиля.

Вывод из этого положения обычно предлагается такой: для определения кинематического радиуса r_k колеса использовать формулу № 2. Причем входящее

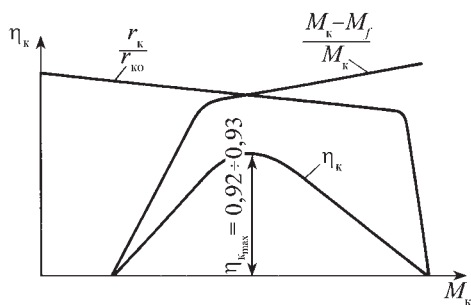


Рис. 1. Зависимость КПД шин ведущих колес автомобиля от подведенного к ним крутящего момента (тяговый режим)

в нее значение радиуса r_{k_0} качения в ведомом режиме определяется эмпирически по следующей методике.

1. Колесо с шиной (с нормативным давлением p_{w1} воздуха в ней) нагружают заданной нормальной нагрузкой R_g и прокатывают по ровной горизонтальной опорной поверхности так, чтобы оно сделало k полных оборотов.

2. Измеряют длину L пройденного шиной пути.

3. По формуле № 3 вычисляют величину радиуса r_{k_0} .

4. Увеличивают величину нормальной нагрузки на колесо и повторяют операции по пп. 1–3.

5. Для полученных значений этой нагрузки, радиуса качения в ведомом режиме и давления в шинах строят (рис. 2) график зависимости $r_{k_0} = f(R_z)$.

6. Результаты полученной эмпирической зависимости $r_{k_0} = f(R_z)$ аппроксимируют нелинейной функцией (формула № 4).

Полученная таким образом формула позволяет достаточно точно определять величину радиуса r_{k_0} качения колеса в ведомом режиме с эластичной шиной.

Но в формулу № 2 входит еще и коэффициент λ , точной методики определения значений которого для широкого спектра наименований, типов, размеров шин и давления воздуха в них до сих пор нет. Поэтому его значение обычно принимают равным от $3 \cdot 10^{-6}$ до $8 \cdot 10^{-6} \text{ Н}^{-1}$. Что, естественно, делает расчеты весьма приблизительными.

Чтобы повысить их точность, авторы предлагают использовать разработанную ими методику.

Так, вычислять продольную реакцию R_x в пятне контакта колеса в случае его плоскопараллельного качения следует по формуле № 5. Входящие в нее параметры иллюстрируют рис. 3 (параметр φ_{\max} , соответствующий максимальному значению коэффициента S' зацепления

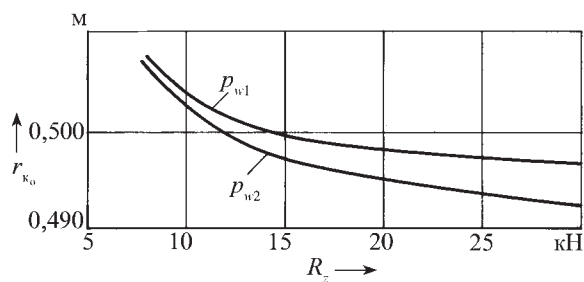


Рис. 2. Зависимость радиуса качения колеса от нагрузки R_z при давлениях воздуха в шине, равных $p_{w1} > p_{w2}$

колеса с опорной поверхностью дороги в области критического ($S_{кр}$) его значения – рис. 3, а, а параметр $f(s)$ функции проскальзывания [нормированная или типовая, $f(s)$ -диаграмма] – рис. 3, б. Причем коэффициент S' проскальзывания пятна контакта шины относительно опорной поверхности дороги в тяговом режиме подсчитывается по формуле № 6.

Для построения функции $f(s)$ используются экспериментальные функции вида $\varphi_x = f(s)$ или $\varphi(s)$ -диаграммы автомобильных шин, полученные либо в дорожных, либо в лабораторных условиях. Затем, чтобы из обычной $\varphi(s)$ -диаграммы получить функцию $f(s)$, ее предварительно нормируют. Для этого по рис. 3, а определяют максимальное значение коэффициента φ_{\max} сцепления шины с опорной поверхностью в области критического проскальзывания, а потом каждую точку $\varphi(s)$ -диаграммы делят на φ_{\max} . Частными от деления являются ординаты графика нормированной функции проскальзывания $f(s)$. (График этой функции представлен на рис. 3, б.)

Для расчета параметров уравнения, аппроксимирующего нормированную функцию $f(s)$ на ее графике (см. рис. 3, б) необходим коэффициент η удельной "жесткости" проскальзывания шины [2, 3], численное значение которого определяют в начальной области $f(s)$ -диаграммы при $S \rightarrow 0$ (формула № 7) или

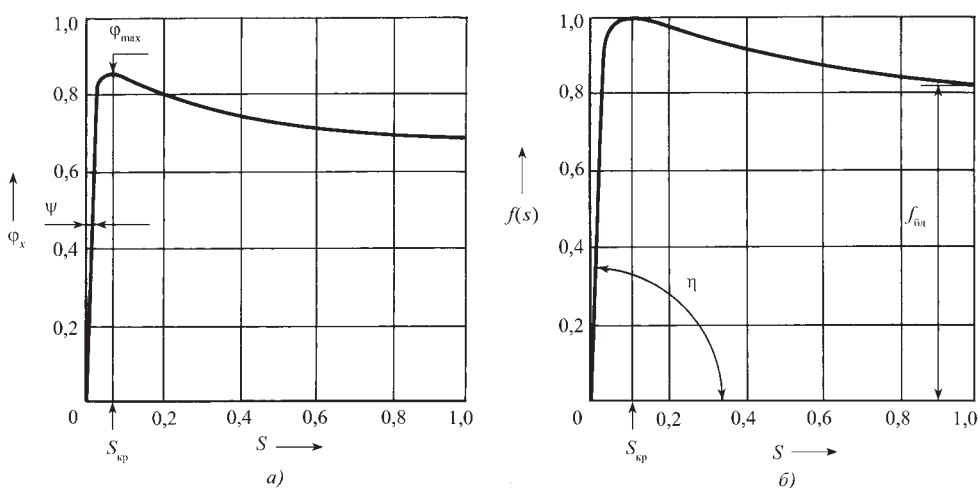


Рис. 3. Экспериментальная зависимость $\varphi(s)$ автомобильной шины (а) и нормированная (б) $\varphi(s)$ -диаграмма

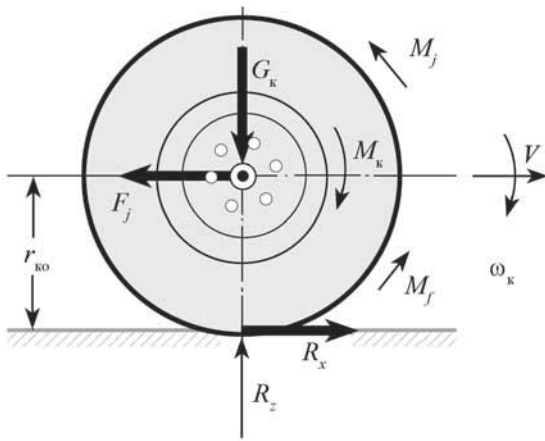


Рис. 4. Расчетная схема силового баланса колеса с эластичной шиной в тяговом режиме

как тангенс угла α наклона графика нормированной функции проскальзывания $f(s)$ в начале координат (у каждого типа шины угол наклона свой). Затем находят величину коэффициента $f_{\text{бл}}$, показывающую значение функции проскальзывания $f(s)$ в конце координат (при блокировании колеса). В результате получается уравнение № 8, аппроксимирующее график нормированной функции $f(s)$, для решения которого принимается, что $a \cong \eta / b$; a значение b дает формула № 9.

В свою очередь коэффициенты b_1 и K_z определяются по формулам № 10.

Теперь, когда для решения уравнения № 8 найдены коэффициенты a и b и для решения уравнения № 5 есть все необходимые параметры, составим расчетную схему (рис. 4) моментов и сил, которые действуют на колесо, работающее в тяговом режиме (без учета сопротивления воздуха в продольном уклоне дороги) и запишем уравнение его динамического равновесия (формула № 11).

Так как момент M_ϕ сцепления колеса с опорной поверхностью представляет собой произведение $R_x r_{k_0}$, то с учетом формулы № 5 можно записать формулу № 12. Подведенный к колесу крутящий момент рассчитывается по известной формуле № 13, а момент M_f сопротивления качения колеса — по формуле № 14.

Инерционность вращательного движения эластичного колеса проявляется в виде инерционного

момента M_j , величина которого находится также по хорошо известной формуле № 15, т.е. по произведению момента J_k инерции колеса относительно оси его вращения на угловое ускорение $d\omega_k / dt$ колеса. Более того, учитывая, что момент M_f сопротивления качению колеса, по сравнению с остальными моментами, входящими в формулу № 11 динамики колеса, работающего в тяговом режиме, очень невелик, оно переписывается в виде уравнения № 16.

Как видим, это уравнение содержит нелинейные функции. Поэтому решается численными методами (формула № 17).

Последовательное решение уравнений № 4–6, 8, 12, 13, 15–17 позволяет определять угловую скорость ω_k колес автомобиля, продольную реакцию R_x и проскальзывание S в пятне контакта шины с опорной поверхностью при известной величине крутящего момента M_k , подведенного к ведущему колесу.

Располагая этой информацией, легко найти скоростные потери в шине. Для этого в отношение v_a / ω_k для расчета скоростных потерь подставим аналогичное ему отношение $r_k / r_{k_0} = v / \omega_k r_{k_0}$ и сравним полученное выражение с формулой № 6.

Нетрудно видеть, что их правые части отличаются друг от друга на единицу. То есть можно записать формулу № 18, из которой легко рассчитать скорость v_a движения автомобиля, если известны угловая скорость ω_k вращения его ведущих колес и проскальзывание S . Это формула № 19.

Таким образом, по предлагаемой методике определить скоростные потери мощности в шинах ведущих колес АТС проще и точнее, если тангенциальную эластичность шин рассчитывать, исходя из их характеристик проскальзывания, отражающих конструктивные и сцепные свойства шин, что поможет конструкторам решать их конкретные задачи.

Литература

1. Динамика системы дорога–шина–автомобиль–водитель / А.А. Хачатуров, В.Л. Афанасьев, В.С. Васильев и др. Под ред. А.А. Хачатурова. М.: Машиностроение, 1976. 535 с.
2. Реежка Н.В. Some recent investigations into dynamics and frictional behavior of pneumatic tires // Phys. Tire tract.: Theory and Exp. New-York–London. 1974.
3. Дик А.Б. Описание характеристик проскальзывания тормозящего колеса. Сб. научн. тр. "Надежность и активная безопасность автомобиля". МАМИ. 1985. С. 205–216.

ВНИМАНИЕ!

Напоминаем: направлять статьи и вести переписку с редакцией быстрее и удобнее с помощью электронной почты.

Наш адрес: avtoprom@mashin.ru; avtoprom@aport.ru

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ СЦЕПЛЕНИЕ С ТОРООБРАЗНЫМИ ОБЪЕМНЫМИ КАМЕРАМИ

Е.А. БЕЛЯЕВ, А.С. ПАНКИН

Пензенский ГУ (8412. 36-82-10)

Представлена конструкция нового автоматизированного сцепления.

Ключевые слова: трансмиссия, сцепление, камера, передача.

Beliaev E.A., Pankin A.S.

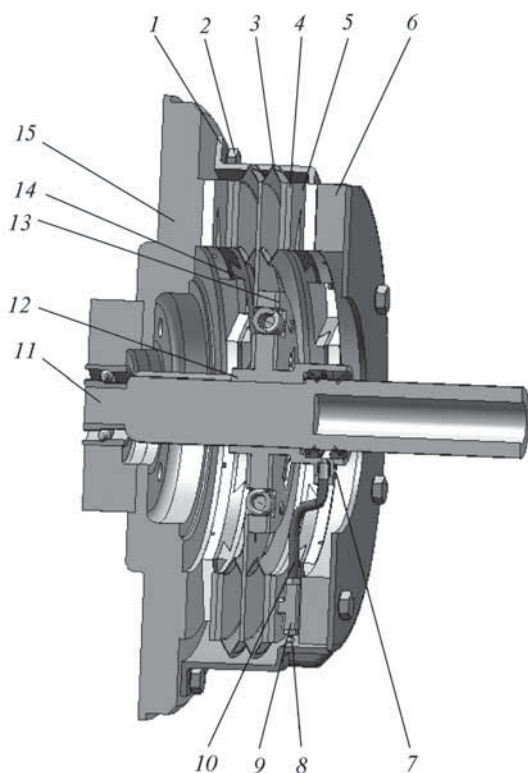
AUTOMATED CLUTCH WITH TOROIDAL VOLUMETRIC CHAMBERS

The design of the automated new clutch is presented.

Keywords: transmission, clutch, chamber, gear.

Создание трансмиссий с автоматическим переключением передач – очевидная тенденция современного автомобилестроения. Вариант такого сцепления разработан, и авторы предлагают его вниманию читателей.

Конструкция нового сцепления состоит (см. рисунок) из кожуха 1, имеющего осевое отверстие и три окна на боковой образующей и прикрепленного к рабочей поверхности маховика 15. На внутренней плоскости кожуха крепится упорное кольцо 6, которое своей рабочей плоскостью обращено к плоскости маховика. На шлицах первичного вала 11 коробки передач смонтирован ведомый диск, представляющий со-



Разрез общего вида автоматизированного сцепления:

1 – кожух; 2 – болт; 3 – камеры; 4 – несущее кольцо; 5 – фрикционная колодка; 6 – упорное кольцо; 7 – сальник; 8 – клапан; 9 – тройник; 10 – шланг; 11 – первичный вал; 12 – ступица; 13 – демпфирующее устройство; 14 – диск-основание; 15 – маховик

бой ступицу 12 со шлицами на внутренней образующей и внутренней цилиндрической полостью с расположенными в ней сальниками 7 отводящего уплотняющего устройства. На передней части ступицы 12 выполнено демпфирующее устройство 13. На периферийной части диска-основания 14, по обе его стороны, прикреплены торообразные объемные камеры 3, на наружных боковых поверхностях которых зафиксированы несущие кольца 4. На торцевых плоскостях этих колец предусмотрены радиальные направляющие в виде "ласточкиного хвоста" для установки и фиксации фрикционных колодок 5. При этом на каждом несущем кольце под углом 120° относительно друг друга установлены по три колодки, являющиеся элементами передачи крутящего момента с маховика 15 и упорного кольца 6 на ведомый диск.

На плоскости несущего кольца 4, между фрикционными колодками 5, выполнено резьбовое отверстие, связывающее полости торообразных объемных камер 3 с тройником 9. В одно из резьбовых отверстий тройника установлен клапан 8 для прокачки системы, а во второе – наконечник гибкого шланга 10 высокого давления, ввернутый в радиальное резьбовое отверстие в стенке цилиндрической полости ступицы 12 ведомого диска – между уплотняющими сальниками 7. Это отверстие связывает канал первичного вала 11 с аналогичным подводным уплотняющим устройством, выполненным в приливе корпуса сцепления и связанным с гидравлической системой нагнетательной магистралью.

Сальники запрессовывают в посадочные места полости ступицы, при этом через радиальное отверстие в теле вала между сальниками обеспечивается связь между осевым каналом первичного вала 11 и шлангом 10 высокого давления.

Источником давления рабочего тела может быть гидравлический насос индивидуальной гидросистемы либо давление масла в системе смазки ДВС или коробки передач.

Автоматическое сцепление работает следующим образом.

В исходном состоянии оно выключено, торообразные объемные камеры 3 заполнены маслом, и вся система прокачана, т.е. из нее через клапан 8 тройника 9 удален воздух.

После пуска двигателя и его частичного или полного прогрева перед трехпозиционным электромагнитным клапаном управления (на рисунке не показан), соединяющим торообразные полости ведомого диска с нагнетательной или сливной магистралью или запирающего эти полости в среднем положении, создается давление. При включении первой передачи и увеличении частоты вращения коленчатого вала ДВС начинается процесс трогания АТС с места. Для этого микроконтроллер подает управляющий сигнал на привод клапана, последний открывается, и давление рабочей жидкости по трубопроводу поступает через штуцер в корпусе сцепления к уплотняющему

устройству, расположенному, как сказано выше, в приводе корпуса сцепления. Далее оно через соединение и центральный осевой канал первичного вала 11 поступает к отводящему уплотняющему устройству в ступице 12 ведомого диска, а затем, через штуцер и шланг 10 высокого давления, тройник 9 – в полость торообразных объемных камер 3. Это давление воздействует на стенки камер и деформирует их, осуществляя поджатие прикрепленных к ним фрикционных колодок 5 к маховику 15 и упорному кольцу 6, обеспечивая плавное включение сцепления.

После трогания АТС на первой передаче и набора определенной скорости микроконтроллер подает команду на включение второй передачи. В результате давление из полостей торообразных объемных камер стравливается. При этом фрикционные колодки 5 отводятся от маховика 15 и упорного кольца 6, обеспечивая разрыв потока мощности, и после выключения первой и включения второй передачи подается команда на включение сцепления.

Включение последующих передач осуществляется аналогично. Однако в случае реализации предлагаемого сцепления при использовании двух первичных валов или ДВС с двумя коленчатыми валами первая и вторая передачи, выполненные на различных валах, включаются одновременно. И после набора скорости на первой передаче происходит отключение одного сцепления и практически мгновенное включение второго, что позволяет переключать передачи без разрыва потока мощности.

Дальше происходит включение третьей, подготавливающей коробку к дальнейшему изменению передаточного числа и увеличению скорости АТС.

При нулевой или отрицательной динамике разгона происходит обратное переключение передач.

Предлагаемое техническое решение позволяет автоматизировать процесс переключения передач механических коробок передач и тем самым повысить потребительские качества автотранспортных средств, что особенно важно для городских автобусов с механическими коробками передач.

УДК 629.4.067.4

ЕЩЕ ОДНО УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВРЕМЕННОГО ПОВЫШЕНИЯ ПРОХОДИМОСТИ АВТОМОБИЛЯ

Д-р техн. наук **В.И. РАССОХА**,
канд. техн. наук **В.Т. ИСАЙЧЕВ**
Оренбургский ГУ (+7.3532. 77-66-35)

Приведено описание конструкции и принципа действия устройства, позволяющего временно использовать стояночную тормозную систему автомобиля как противобуксовочную за счет индивидуального затормаживания буксующего колеса ведущего моста.

Ключевые слова: автомобиль, стояночная тормозная система, противобуксовочное устройство.

Rassokha V.I., Isaichev V.T.

SUPPLEMENTARY DEVICE, TEMPORARY INCREASING CAR PASSABILITY

Description of a construction and the principle of device, allowing to use temporary the parking brake of a car as antitow on account of individual towing wheel braking of axle is given.

Keywords: car, parking brake, antitow device.

Авторами разработано устройство (пат. № 2395414) для временного повышения проходимости АТС, работающее по принципу притормаживания буксующего колеса ведущего моста тормозным механизмом, управление которым может осуществляться водителем из кабины, с его рабочего места (см. "АП". 2011. № 5). Однако оно, несмотря на свою безусловную эффективность, имеет один недостаток – необходимость вмешательства в конструкцию тормозной системы АТС. Поэтому работы над ним продолжились, и в итоге получился вариант, который не требует никаких изменений в серийной конструкции тормозной системы. Кроме того, он оснащен индикатором точности затормаживания буксующего колеса, повышающим эффективность работы устройства и, следовательно, проходимость АТС.

Устройство (рис. 1) включает барабанные колодочные тормозные механизмы задних ведущих колес, рычаги привода тормозной колодки, муфты 14 и 17 крепления тормозного троса, приводные рычаги 9, 12 индивидуального управления торможением ведущего колеса с возвратными пружинами 10 и 13, установленными на неподвижных осях

8 и 15, тормозные троса 6, 18 с вилками, осями и уравнителем и троса управления 5, 11 с жестко установленными на них цилиндрическими шайбами 7, 16, 19 и 20, свободно проходящие соответственно через выполненные в средней части рабочих рычагов горизонтальные цилиндрические отверстия и отверстия нижних концов двуплечих рычагов 1, 3 индивидуального управления торможением каждого ведущего колеса с возвратными пружинами 2, 24 и храповыми механизмами 4, 21, установленными на неподвижных горизонтальных осях 22 и 23. Уравнитель также соединен через тягу, рычаг с оттяжной пружиной, управляющий трос, ролики с рукояткой управления обоими тормозными механизмами с рейкой и защелкой. Работает оно следующим образом.

При буксовании автомобиля водитель путем плавного перемещения рычага 1 (3) индивидуального управления торможением ведущего колеса моста через трос управления 5 (11), приводные рычаги 9 (12) и тормозной трос 6 (18) прижимает тормозные колодки к барабану и создает тормозной момент, приостанавливающий буксующее колесо, при этом на стоящем колесе крутящий момент от двигателя увеличивается.

При использовании рукоятки управления затормаживаются одновременно оба колеса задней ведущей оси. При этом тормозные тросы 6, 18 могут свободно перемещаться в цилиндрических отверстиях приводных рычагов индивидуального управления тормозными механизмами задних ведущих колес.

Таким образом, предлагаемое устройство позволяет затормозить только буксующее колесо и обеспечить возможность выезда АТС за счет временного повышения его проходимости.

Однако выезд АТС при заторможенном буксующем колесе большим тормозным моментом может осуществляться только за счет сцепления стоящего колеса с дорогой, что может быть недостаточно для преодоления сил сопротивления движению. Кроме того, и само заторможенное колесо может, идя юзом, создавать дополнительное сопротивление движению. Поэтому для выезда АТС нужно использовать и сцепление буксующего колеса с дорогой путем создания рациональной величины затормаживающего момента тормозным механизмом.

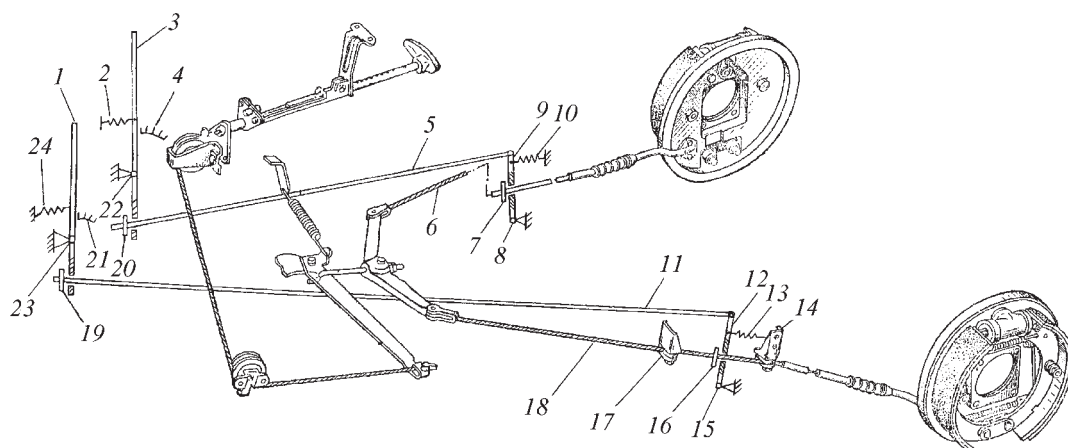


Рис. 1. Схема устройства для временного повышения проходимости буксующего автомобиля:

1, 3 – двуплечие рычаги индивидуального управления торможением ведущего колеса; 2, 10, 13 и 24 – возвратные пружины; 4, 21 – храповики; 5, 11 – троса индивидуального управления торможением ведущего колеса; 6, 18 – тормозные троса; 7, 16, 19 и 20 – шайбы, закрепленные на тросах; 8, 15, 22 и 23 – неподвижные оси; 9, 12 – приводные рычаги индивидуального управления торможением ведущего колеса; 14, 17 – муфты крепления тормозного троса

При этом максимально возможная оптимальная величина тормозного момента, затормаживающего буксующее колесо, может быть определена из выражения $M_3 = M_2 - M_1$, где $M_1 = z_k \varphi_{\min} r_k$ и $M_2 = z_k \varphi_{\max} r_k$ – моменты по сцеплению с дорогой буксующего и стоящего колес соответственно; z_k – нормальная реакция дороги на ведущее колесо; φ_{\min} и φ_{\max} – коэффициенты сцепления с дорогой буксующего и стоящего колес соответственно; r_k – радиус качения ведущих колес. С учетом допущения, что нормальные реакции дороги на ведущие колеса и радиусы качения ведущих колес одинаковы, максимально допустимый затормаживающий момент на буксующем колесе для обеспечения выезда АТС определяется как $M_{3\max} = z_k r_k (\varphi_{\max} - \varphi_{\min})$.

В этом случае максимальная тяговая сила, которая может быть реализована на ведущих колесах без их пробуксовки, составит $P_{k\max} = P_{k\text{лев}} + P_{k\text{прав}}$, где $P_{k\text{лев}}$ и $P_{k\text{прав}}$ – тяговые силы по сцеплению на левом и правом ведущих колесах соответственно: $P_{k\text{лев}} = z_k \varphi_{\min}$; $P_{k\text{прав}} = z_k \varphi_{\max}$. Тогда $P_{k\max} = z_k (\varphi_{\max} + \varphi_{\min})$.

Однако при использовании рассмотренного устройства водитель не может точно дозировать усилие на рычаге управления тормозным механизмом буксующего колеса. В результате тормозной момент, создаваемый на этом колесе, будет либо недостаточным (колесо слегка пробуксовывает), либо избыточным (колесо заблокировано, его сцепление с дорогой не используется для выезда АТС, а максимальная тяговая сила, которая может быть реализована на ведущем мосту, составит $P_{k\max} = P_{k\text{прав}} = z_k \varphi_{\max}$, что значительно меньше, чем при затормаживании буксующего колеса расчетным тормозным моментом). То есть оба случая снижают эффективность устройства.

Чтобы избежать такой неоднозначности, авторы ввели в конструкцию устройства индикатор (рис. 2) точности затормаживания буксующего колеса, указатель которого может быть выведен на приборную панель АТС. Он включает зубчатые венцы 1 из магнитного сплава, закрепленные на тормозных барабанах тормозных механизмов ведущего моста, катушки 2 индуктивности с сердечниками, установленные радиально на тормозных шитах, индикаторную лампочку 4, выключатели 3 и соединительные элементы. Между сердечником катушки и зубьями венца имеется небольшой радиальный зазор. При вращении зубчатого венца при включенном выключателе 3 в катушке индуктивно-

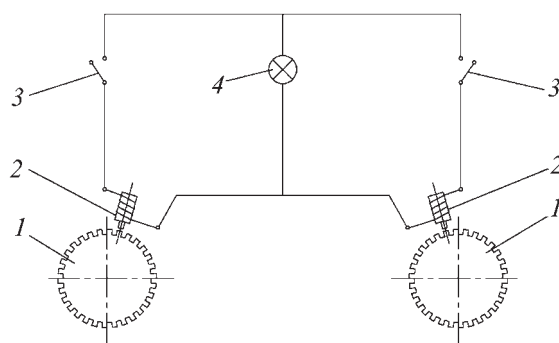


Рис. 2. Схема индикатора точности:

1 – зубчатые венцы; 2 – катушки индуктивности; 3 – выключатели; 4 – индикаторная лампочка

сти наводится ЭДС, и индикаторная лампочка 4 загорается, при остановке зубчатого венца ЭДС в катушке исчезает, а лампочка гаснет. Используется индикатор так.

При буксовании одного из колес ведущего моста АТС водитель переводит выключатель индикатора точности затормаживающего момента буксующего колеса в положение "включено". При этом на клеммах индуктивной катушки этого колеса возникает напряжение, по электрической цепи протекает ток, индикаторная лампочка загорается. Далее водитель плавно перемещает рычаг управления тормозным механизмом буксующего колеса и создает момент, при котором индикаторная лампочка гаснет. Это будет соответствовать оптимальной величине затормаживающего момента буксующего колеса, обеспечивающего использование сцепления обоих ведущих колес ведущего моста с опорной поверхностью для выезда буксующего АТС.

Таким образом, предлагаемое устройство не требует дополнительных затрат энергии от двигателя АТС на его работу и позволяет использовать сцепление обоих ведущих колес ведущего моста с опорной поверхностью для выезда буксующего АТС, что повышает точность и эффективность работы предлагаемого устройства. Его конструкция предельно проста, что делает возможным его изготовление даже в условиях автотранспортного предприятия.



ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АТС

УДК 629.4.072.5.001.85

ОБУЧЕНИЕ ПЕРСОНАЛА В СИСТЕМЕ АВТОТЕХОБСЛУЖИВАНИЯ

Д-р техн. наук **В.И. САРБАЕВ**,
канд. техн. наук **К.И. РАЗГОВОРОВ**
МГИУ (495. 674-07-85)

Описывается образовательный процесс на предприятиях автотехобслуживания, структура его построения. Приводятся результаты оценки эффективности обучения технических специалистов на предприятиях автотехобслуживания.

Ключевые слова: обучение, система автотехобслуживания.

Sarbaev V.I., Razgovorov K.I.

TRAINING IN AVTOSERVICING SYSTEM

The educational process in the auto repair facilities, the structure of its construction is described. The results of evaluating the effectiveness of training technicians for auto repair facilities.

Keywords: training, autoservicing system.

Основная цель обучения в системе автотехобслуживания очевидна — это привитие, как и в другой системе, ее сотрудникам умения реализовывать их производственные обязанности. То есть главным потребителем, на которого ориентируется сфера образовательных услуг, является в первую очередь технический специалист, работающий в автосервисе. Следовательно, тем, кто определяет задачи обучения, необходимо знать и применять чисто педагогические аксиомы. В частности, выяснять индивидуальные особенности обучаемых, и в соответствии с этими особенностями организовывать учебный процесс с тем, чтобы у обучаемых сформировалась устойчивая мотивация к обучению — стойкое стремление к нему. И этому сейчас есть все объективные основания. Уже хотя бы потому, что стремительное увеличение объемов продаж АТС повлекло за собой чуть ли не массовое строительство дилерских предприятий АТО. (Например, в Москве за последние годы число СТОА корпорации "Дженерал Моторс" увеличилось в 2,5 раза — с 7 до 17.) Что потребовало много квалифицированного персонала, причем в сжатые сроки.

Существующие государственные образовательные учреждения оказались не готовыми к этому. Тем более что АТС постоянно конструктивно усложняются, а значит, для их обслуживания нужны специалисты все более высокой квалификации, что породило для всех очевидную проблему необходимости совершенствования системы подготовки кадров именно на уровне дилерских предприятий АТО. Во-первых, потому, что не только дистрибьютор (производитель), но и СТОА несет ответственность за работы, выполненные их сотрудниками; во-вторых, практика подбора персонала для СТОА показала, что найти "готовых" специалистов высокого класса даже в Москве и Московской области, не говоря уже о регионах России, крайне затруднительно.

Таким образом, стало совершенно очевидно, что в настоящее время необходимы современные программы обучения сотрудников СТОА, обеспечивающие решение как минимум двух задач: повышение уровня технической квалификации ИТР и механиков СТОА и подготовка новых сотрудников СТОА, способных предоставить потребителям продукции недорогие, быстрые и высококачественные ремонтные и профилактические услуги в любое удобное время. Другими словами, дать владельцам АТС возможность безопасно и эффективно эксплуатировать свои транспортные средства, сведя к минимуму затраты на их ТО и ТР. Причем эти задачи сейчас приходится решать непосредственно в дилерском предприятии, поскольку государственных учебных комбинатов, профтехучилищ и т.п. практически не осталось.

Отсюда необходимость иметь специалистов, способных и умеющих обучать непосредственно на рабочем месте, которых можно назвать инструкторами (техническими тренерами).

Такой инструктор в процессе обучения ориентируется на уровень квалификации основной части техперсонала или на требования крупных заказчиков АТС. Следовательно, он сам должен пройти обучение в соответствии со схемой, приведенной на рис. 1, которая отражает иерархию взаимодействия технических инструкторов производителя зарубежных АТС, дистрибьютора в Москве и СТОА, а также технических специалистов СТОА. При этом инструктор на всех уровнях должен приобрести умение выявлять объемы и характер производственного опыта и знаний обучаемого, для чего обязан уяснить контекст обучения (все условия профессиональной деятельности обучаемых, в которых будет осуществляться их обучение) и определить возможности использования полученных знаний в процессе обучения, а также привлечь (для более наглядного и достоверного



Рис. 1. Иерархия обучения в системе дилерских предприятий АТО

обучения) индивидуальный профессиональный опыт обучаемых. Причем в профессиональном опыте технических специалистов следует учитывать два момента.

Во-первых, наличие практических навыков в сфере деятельности по эксплуатации, ТО и ТР АТС. Если обучение сотрудника происходит в этих сферах, то его практические навыки могут служить базой для его дальнейшего обучения, источником обучения его коллег и объектом систематизации и теоретического обоснования для придания четкости системе подготовки в данной области обучения.

Во-вторых, для выполнения профессиональных обязанностей необходимо определить уровень компетентности специалистов. Следовательно, здесь важно учитывать наличие определенной предварительной теоретической подготовки обучаемых в области устройства, ТО и ТР АТС на базе учебных заведений.

Но этого, как сказано выше, недостаточно. Например, в настоящее время в Москве готовят специалистов, способных решать технические задачи в сфере автотехобслуживания, 17 высших учебных заведений и 34 колледжа. Если принять, что в среднем каждый вуз и колледж выпускает по 50 специалистов в год, то по городу это составит ~2500 человек. Но в Москве функционирует ~2,2 тыс. зарегистрированных предприятий автосервиса и столько же предприятий, имеющих собственную материальную базу по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей. Получается, что в год готовится в среднем по одному специалисту на два предприятия. Однако число СТОА непрерывно растет. В том числе и для выполнения норм недавно принятого закона о техническом осмотре АТС.

Выявление индивидуальных особенностей обучаемых имеет огромное значение для организации эффективной подготовки специалистов для системы АТО. И здесь необходимо подчеркнуть, что для лю-

дей экстравертивного когнитивного стиля восприятия информации необходимы источники с большим количеством наглядных материалов (иллюстраций, таблиц, схем, рисунков, моделей), а также практические занятия с ними. При обучении же технических специалистов, склонных к быстрым суждениям, исключительно полезны все те формы, которые помогают спланировать учебный процесс и успешно реализовать его.

Задача инструктора любого уровня – оказание помощи обучаемым в их самосовершенствовании. Далее необходимо создать прогностическую функциональную модель компетентности, которую должен достичь в процессе обучения конкретный обучаемый с целью изменения своей жизненной ситуации. (Модель компетентности – это знания, умения, навыки, качество и ценностные ориентации, необходимые для выполнения той или иной технической операции.)

Для успешного управления процессом обучения необходимо классифицировать, изучить и описать основные и вспомогательные рабочие процессы взаимодействия, найти их точки сопряжения и контроля. Основными результатами учебного процесса являются непрерывное улучшение методов решения технических проблем в эксплуатации, уменьшение времени на устранение неисправностей, обеспечение консультационного сопровождения вопросов заказчиков сервисных услуг.

Работы на уровне построения эффективного процесса обучения обычно носят кросс-функциональный характер, поскольку практически во все процессы бывают вовлечены различные специалисты и подразделения СТОА, а также, может быть, некоторые сторонние структуры (заказчики техники). Деятельность всех специалистов должна быть ориентирована, в первую очередь, на обеспечение качества производственных процессов и их результатов в целом. Это требует оптимального взаимодействия структурных подразделений, должностных лиц и других участвующих сторон, прежде всего потребителей, вовлеченных в процесс сервисного обслуживания, установления и непрерывного контроля технико-экономических показателей процесса АТО и его результатов.

Учебный процесс производителя АТС графически может быть выражен так, как это показано на рис. 2. Он, как видим, затрагивает вопросы поиска новых возможностей, направленных на обеспечение высокой квалификации персонала и содержит шесть этапов.

1. Документальная оценка фактических знаний персонала о технологии проведения ТО, а также об устройстве, диагностировании и ремонте АТС. Для выполнения этого этапа предусматривается анкетирование технических специалистов СТОА по нескольким квалификационным уровням.

2. На основании анкетных данных по уровню знаний персонала разрабатывается учебный план, который должен содержать обязательное обучение сотрудников дистрибьютора, СТОА и корпоративных заказчиков АТС (автобусные и грузовые автокомби-

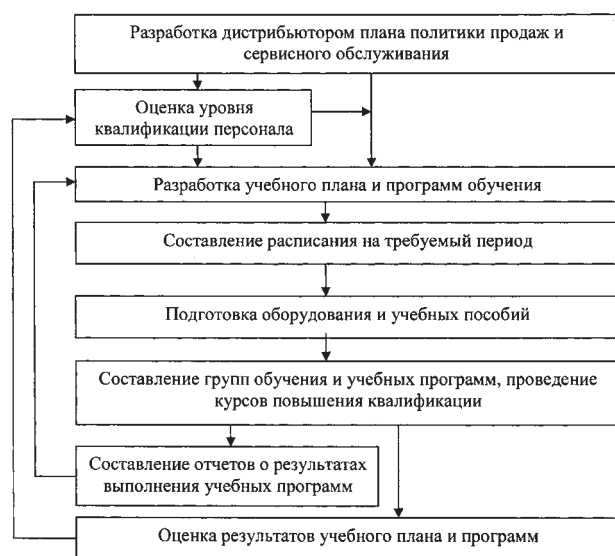


Рис. 2. Структура учебного процесса в области АТО

№ раздела программы	Название разделов	№ обучаемого		1	2	3	4	5	6	Общее число правильных ответов
		Фамилия обучаемого		Исянов	Зиновьев	Коршаков	Сухов	Перевозкин	Галузин	
1	Знание технической литературы	Пре-тест	10	4	8	2	6	5	1	4,3
		Пост-тест	10	4	9	5	8	6	6	6,3
2	Основы измерения	Пре-тест	10	4	8	8	8	9	4	6,8
		Пост-тест	10	7	8	9	9	9	9	8,5
3	Сальники и патрубки	Пре-тест	10	3	5	4	3	2	1	3,0
		Пост-тест	10	4	6	8	8	8	4	6,3
4	Моменты затяжек резьбовых соединений	Пре-тест	10	2	8	5	5	4	2	4,3
		Пост-тест	10	6	8	6	8	5	6	6,5
5	Основы устройства ДВС	Пре-тест	10	2	8	4	8	7	4	5,5
		Пост-тест	10	6	10	8	8	9	9	8,3
	Эффективность обучения	Пре-тест		30 %	74 %	46 %	60 %	54 %	24 %	48 %
		Пост-тест		54 %	82 %	72 %	82 %	74 %	83 %	74 %

наты). Он может быть основан на общих расписаниях (обучения в региональных и зарубежных учебных центрах) фирмы-производителя. В процессе его составления учитывается модельный ряд реализованной в регионах техники, исследуются интересующие технический персонал СТОА и заказчиков вопросы.

3. Составление учебного расписания. При этом необходимо учитывать особенности работы технических центров и время на подготовку инструкторов к тематикам обучения, а также прежний опыт (статистическую хронологию процесса обучения каждого технического специалиста) и анализ результатов обучения.

4. Разработка программ, наглядных пособий и макетов, подбор учебных фильмов, слайдов.

5. Ознакомление обучаемых с теоретической частью и отработка практических навыков на стендах и оборудовании. Причем учебный материал должен быть ориентирован на уровень квалификации сотрудников и зависеть от выполняемых ими технических инструкций и занимаемой должности.

6. Составление отчета, позволяющего производителю АТС оценить уровень квалификации сотрудников исследуемой системы АТО в сфере сервисного обслуживания, точно и быстро определить проблемы, с которыми столкнулись исполнители в процессе обучения, дать соответствующие рекомендации и оказать необходимую поддержку.

При этом следует иметь в виду, что существует два способа оценки результатов обучения: по качеству

самого курса обучения и по степени повышения общего уровня знаний сотрудников СТОА. Первый используется для того, чтобы выяснить, был ли курс понят слушателями. Другими словами, пригодны или непригодны используемые методы обучения, организации учебного процесса, учебные материалы и т.д. Второй же подводит итоги обучения и представляет собой традиционную аттестацию сотрудников в конце учебного периода и сравнение ее итогов с предыдущими итогами. Причем практика работы учебных центров крупнейших производителей АТС в Москве показала, что наилучшим способом эффективности обучения является анкетирование.

И учебные программы обучения технических специалистов должны, безусловно, быть на это ориентированы. В частности любой разрабатываемый курс обучения должен содержать его программу, теоретическую и практическую части, контрольное задание.

В качестве примера оценки эффективности можно привести таблицу, в которой даны результаты реализации учебной программы по курсу "Основы сервиса".

В колонках этой таблицы отмечается число правильных ответов участников теста до и после обучения, определялась область их знаний по пяти рассматриваемым в курсе темам. Как видим, после обучения уровень знаний обучаемых повысился, в зависимости от первоначальной их подготовки, в пределах от 8 до 59 %.

КОМПЛЕКСНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГМП

Канд. техн. наук **С.А. РЫНКЕВИЧ**

Белорусско-Российский университет (+375.222. 24-51-21)

Приведена методика комбинированного диагностирования ГМП, основанная на оценке ее параметров с помощью методов "мягких вычислений", математической статистики и регрессионного анализа. Даны результаты исследований. Отмечено, что между механическими и гидравлическими параметрами ГМП существуют определенные взаимосвязи, имеющие различную динамику в конкретных диагностических ситуациях.

Ключевые слова: гидромеханическая передача, идентификация, техническое состояние.

Rynkevich S.A.

A COMPLEX IDENTIFICATION OF THE TECHNICAL OF THE STATE OF THE HYDRO-MECHANICAL TRANSMISSION

The method of combine diagnostic of the technical state of the hydro-mechanical transmission of the automobile are reviewed. Given results of the researches. Show, that between mechanical and hydraulic parameters of the hydro-mechanical transmissions is the definite correlations of the different dynamics on the concrete situations.

Keywords: hydro-mechanical transmission, identification, technical of the state.

При создании алгоритмов для интеллектуальных систем управления и диагностирования гидромеханических передач мобильных машин, в принципе, возможен подход, при котором для регистрируемых параметров по мере наработки объекта формируются гибкие их диапазоны значений и далее зарегистрированные значения сравниваются с их точечными или интервальными оценками. Однако при таком подходе статистическая обработка данных ведется с предварительным допущением о нормальности законов распределения значений регистрируемых параметров, что неблагоприятно сказывается на достоверности оценки технического состояния ГМП, особенно в условиях, когда все машины автопарка новые или имеют неизвестную наработку. Кроме того, одно и то же сочетание изменений различных параметров ГМП может быть вызвано разными причинами, что затрудняет определение адреса неисправности. В связи с этим автор предлагает методику комбинированного диагностирования ГМП, основанную на оценке ее параметров с помощью методов "мягких вычислений", математической статистики и регрессионного анализа.

Эта методика предусматривает поэтапную оценку технического состояния ГМП. И вот почему.

Экспериментальные исследования, проведенные по результатам ручной регистрации, показывают, что в начале эксплуатации, т.е. при сравнительно небольшом числе N измерений ($N = 40...60$), накопленные значения регистрируемых параметров исправно

работающих ГМП не всегда подчиняются нормальному распределению. Следовательно, на первом этапе процесса диагностирования (в начале эксплуатации), когда исходная информация недостаточна и нечетка, техническое состояние ГМП следует оценивать с помощью методов нечеткой логики и нейронных сетей. Конечно, при этом получают довольно грубые оценки параметров технического состояния ГМП, но, несмотря на это, создать первоначальный ее образец по такой неопределенной информации все-таки можно.

Одним из методов оценки технического состояния ГМП является контроль ее диагностических параметров и анализ тенденции их изменения в процессе эксплуатации. Как это делается на рассматриваемом этапе, рассмотрим на примере математической модели состояния ГМП, описываемой нечеткими регрессионными уравнениями (формулы № 1 и 2 в таблице).

Используя статистические экспериментальные нечеткие данные процесса, т.е. входные \tilde{x}_j и \tilde{x}_1, \tilde{x}_2 , а также выходные \tilde{Y} координат модели, определим нечеткие значения параметров \tilde{a}_{ij} (формулы № 1) и \tilde{a}_{rs} (формулы № 2) с использованием нечеткой логики и нейронных сетей (НС). При этом будем учитывать, что нейронная сеть состоит (рис. 1) из соединенных между собой наборов нечетких нейронов и что при решении формул № 1 и 2 входными сигналами сети являются соответственно нечеткие значения переменной $\tilde{X} = (\tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \dots, \tilde{x}_n)$, $\tilde{X} = (\tilde{x}_1, \tilde{x}_2)$, выходом — \tilde{Y} , а в качестве параметров сети выступают нечеткие значения параметров \tilde{a}_{ij} и \tilde{a}_{rs} .

Представим, далее, нечеткие переменные в треугольной форме, функции принадлежности которых вычисляются по формуле № 3.

При решении задачи идентификации параметров \tilde{a}_{ij} и \tilde{a}_{rs} с использованием нейронной сети основная проблема заключается в обучении последней. Для этого воспользуемся методом α -среза.

Допустим, имеются статистические нечеткие входные и выходные данные, полученные экспериментально. На их основе составим пары, предназначенные для обучения сети (\tilde{X}, \tilde{T}) . Для построения модели процесса на вход сети подадим входные сигналы \tilde{X} (рис. 2), а ее выходы сравним с эталонными выходными сигналами \tilde{T} и вычислим значение отклонения \tilde{E} (формула № 4).

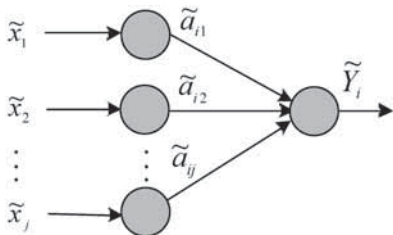


Рис. 1. Модель нейронной сети

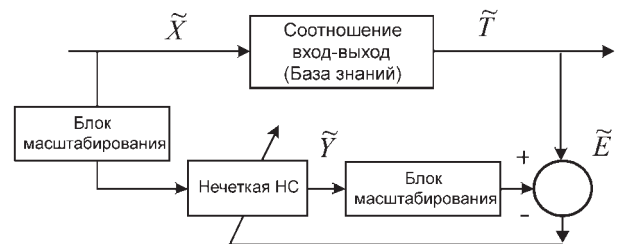


Рис. 2. Схема нейронечеткой идентификации

№ формулы	Формула	Примечания
1	$\tilde{Y}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{a}_{ij} \tilde{x}_j$	\tilde{Y} – выходной сигнал; \tilde{a}_{ij} – искомый нечеткий параметр; $i = 1, m$; \tilde{x}_j – входные координаты модели; n – число выходных воздействий
2	$\tilde{Y}_i = \sum_{r,s} \tilde{a}_{r,s} \tilde{x}_1^r \tilde{x}_2^s$	$\tilde{a}_{r,s}$ – искомый нечеткий параметр; $r = \overline{0, l}$; $s = \overline{0, l}$; $r + s \leq l$; l – размер массива данных по нечетким параметрам
3	$\mu(x) = \begin{cases} 1 - (\bar{x} - x) / \alpha, & \text{если } \bar{x} - \alpha < x < \bar{x}; \\ 1 - (\bar{x} - x) / \beta, & \text{если } \bar{x} < x < \bar{x} + \beta; \\ 0, & \text{если иначе} \end{cases}$	\bar{x} – среднее значение переменной; x – текущее значение переменной; α – левая граница интервала, где x описывается функцией принадлежности; β – правая граница этого интервала
4	$\tilde{E} = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^k (\tilde{Y}_j - \tilde{T}_j)^2$	k – число обучающих; \tilde{T} – эталонный выходной сигнал
5	$E_1 = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^k [y_{j1}(\alpha) - t_{j1}(\alpha)]^2$ $E_2 = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^k [y_{j2}(\alpha) - t_{j2}(\alpha)]^2$	$\tilde{Y}_j(\alpha) = [y_{j1}(\alpha), y_{j2}(\alpha)]$; $\tilde{T}_j(\alpha) = [t_{j1}(\alpha), t_{j2}(\alpha)]$; y_{j1} – выходное значение сети левой части; y_{j2} – выходное значение сети правой части; t_{j1} – эталонное значение сети левой части; t_{j2} – эталонное значение сети правой части
6	$E = E_1 + E_2$	–
7	$a_{r,s1}^H = a_{r,s2}^C + \gamma \frac{\partial E}{\partial a_{r,s}}$	$a_{r,s1}^C, a_{r,s1}^H, a_{r,s2}^C, a_{r,s2}^H$ – старые и новые значения левой и правой частей параметров нейронной сети; $\tilde{a}_{r,s} = [a_{r,s1}, a_{r,s2}]$; γ – скорость обучения
8	$a_{r,s2}^H = a_{r,s2}^C + \gamma \frac{\partial E}{\partial a_{r,s}}$	–
9	$\tilde{Y} = \tilde{a}_{00} + \tilde{a}_{10}\tilde{x}_1 + \tilde{a}_{01}\tilde{x}_2 + \tilde{a}_{11}\tilde{x}_1\tilde{x}_2 + \tilde{a}_{20}\tilde{x}_1^2 + \tilde{a}_{02}\tilde{x}_2^2$	–
10	$\frac{\partial E_1}{\partial a_{001}} = \sum_{j=1}^k (y_{j1} - t_{j1}),$ $\frac{\partial E_2}{\partial a_{002}} = \sum_{j=1}^k (y_{j2} - t_{j2}),$ $\frac{\partial E_1}{\partial a_{101}} = \sum_{j=1}^k (y_{j1} - t_{j1}) x_{11};$ $\frac{\partial E_2}{\partial a_{102}} = \sum_{j=1}^k (y_{j2} - t_{j2}) x_{12};$ $\frac{\partial E_1}{\partial a_{011}} = \sum_{j=1}^k (y_{j1} - t_{j1}) x_{21};$ $\frac{\partial E_2}{\partial a_{012}} = \sum_{j=1}^k (y_{j2} - t_{j2}) x_{22};$ $\frac{\partial E_1}{\partial a_{111}} = \sum_{j=1}^k (y_{j1} - t_{j1}) x_{11} x_{21};$	–

№ формулы	Формула	Примечания
10	$\frac{\partial E_2}{\partial a_{112}} = \sum_{j=1}^k (y_{j2} - t_{j2}) x_{12} x_{22};$ $\frac{\partial E_1}{\partial a_{201}} = \sum_{j=1}^k (y_{j1} - t_{j1}) x_{11}^2;$ $\frac{\partial E_2}{\partial a_{202}} = \sum_{j=1}^k (y_{j2} - t_{j2}) x_{12}^2;$ $\frac{\partial E_1}{\partial a_{021}} = \sum_{j=1}^k (y_{j1} - t_{j2}) x_{21}^2;$ $\frac{\partial E_2}{\partial a_{022}} = \sum_{j=1}^k (y_{j1} - t_{j2})^2 x_{22}^2;$	—
11	$\frac{\partial E_3}{\partial a_{003}} = \sum_{j=1}^k (y_{j3} - t_{j3});$ $\frac{\partial E_3}{\partial a_{113}} = \sum_{j=1}^k (y_{j3} - t_{j3}) x_{13} x_{23};$ $\frac{\partial E_3}{\partial a_{103}} = \sum_{j=1}^k (y_{j3} - t_{j3}) x_{13};$ $\frac{\partial E_3}{\partial a_{203}} = \sum_{j=1}^k (y_{j3} - t_{j3}) x_{13}^2;$ $\frac{\partial E_3}{\partial a_{013}} = \sum_{j=1}^k (y_{j3} - t_{j3}) x_{23};$ $\frac{\partial E_3}{\partial a_{023}} = \sum_{j=1}^k (y_{j3} - t_{j3}) x_{23}^2;$	—
12	$y_i(k) = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j(k)$	$i = \overline{1, m}$; y_i – выходной параметр системы; x_j – входное воздействие; a_{ij} – неизвестные (оцениваемые) коэффициенты влияния
13	$z_{y_i}(k) = y_i(k) + \xi_{y_i}(k);$ $z_{x_j}(k) = x_j(k) + \xi_{x_j}(k)$	$\xi_{y_i}(k), \xi_{x_j}(k)$ – случайные погрешности измерений с Гауссовым законом распределения
14	$E[\xi_{y_i}(k)] = E[\xi_{x_j}(k)] = 0;$ $E[\xi_{y_i}(k) \xi_{y_i}(j)] = D_{y_i} \delta(k, j);$ $E[\xi_{x_j}(k) \xi_{x_j}(l)] = D_{x_j} \delta(k, l)$	—
15	$\delta(k, l) = \begin{cases} 1, & k = l; \\ 0, & k \neq l \end{cases}$	—
16	$y_i(k) = X^T(k) \theta_i$	$k = \overline{1, l}$; $X^T(k) = \ x_1(k), x_2(k), \dots, x_m(k)\ $ – вектор входных координат; $\theta_i^T = \ a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{im}\ $ – вектор оцениваемых коэффициентов
17	$\hat{\theta}_i(k) = \hat{\theta}_i(k-1) + K_i(k)[Z_{y_i}(k) - X^T(k)\hat{\theta}_i(k-1)];$ $K_i(k) = \frac{D_i(k-1)X(k)}{D_{y_i}(k) + \hat{\theta}_i^T(k-1)D_x(k)\hat{\theta}_i(k-1) + X^T(k)D_i(k-1)X(k)};$ $D_i(k) = D_i(k-1) = \frac{D_i(k-1)X(k)X^T(k)D_i(k-1)}{D_{y_i}(k) + \hat{\theta}_i^T(k-1)D_x(k)\hat{\theta}_i(k-1) + X^T(k)D_i(k-1)X(k)}$	$K_i(k)$ – коэффициенты усиления фильтра; $D_i(k)$ – дисперсионная матрица ошибок; $D_x(k)$ – дисперсионная матрица погрешностей входных координат; $D_{y_i}(k)$ – дисперсионная матрица погрешностей выходных координат
18	$y = a_{00} + a_{10}x_1 + a_{01}x_2 + a_{11}x_1x_2 + a_{20}x_1^2 + a_{02}x_2^2$	—

№ формулы	Формула	Примечания
19	$D_{x_4} = \left(\frac{\partial x_1 x_2}{\partial x_1}\right)^2 D_{x_1} + \left(\frac{\partial x_1 x_2}{\partial x_2}\right)^2 D_{x_2};$ $D_{x_5} = \left(\frac{\partial x_1^2}{\partial x_1}\right)^2 D_{x_1} = 4x_1^2 D_{x_1};$ $D_{x_6} = \left(\frac{\partial x_2^2}{\partial x_2}\right)^2 D_{x_2} = 4x_2^2 D_{x_2}.$	—
20	$(\eta_{об})_{исх} = \tilde{a}_1 \tilde{\eta}_0 + \tilde{a}_2 \tilde{\Delta} p_{\phi} + \tilde{a}_3 \tilde{k}_{п.п} + \tilde{a}_4 \tilde{k}_{об} +$ $+ \tilde{a}_5 \tilde{T}_{гмп} + \tilde{a}_6 \tilde{p}_{гп} + \tilde{a}_7 \tilde{p}_{гпт} + \tilde{a}_8 \tilde{t}_6 + \tilde{a}_9 \tilde{H}_6$	—
21	$(\eta_{об})_{тек} = a'_1 \eta_0 + a'_2 \Delta p_{\phi} + a'_3 k_{п.п} +$ $+ a'_4 k_{об} + a'_5 T_{гмп} + a'_6 p_{гп} + a'_7 p_{гпт} + a'_8 t_6 + a'_9 H_6$	—

Значения отклонений для левой (E_1) и правой (E_2) частей находятся по формулам № 5, полного отклонения E — по формуле № 6.

Если для всех обучающих пар значения отклонения E меньше заданного, то обучение (коррекция) параметров сети заканчивается

(рис. 3). В противном случае оно продолжается до тех пор, пока значение E достигнет минимума.

Коррекция параметров сети для левой и правой частей осуществляется по формулам № 7 и 8.

Рассмотрим для формулы № 2 частный случай в виде уравнения регрессии второго порядка (формула № 8). Для его решения построим нейронную структуру, где в качестве параметров сети выступают коэффициенты $\tilde{a}_{00}, \tilde{a}_{10}, \tilde{a}_{01}, \tilde{a}_{11}, \tilde{a}_{20}, \tilde{a}_{02}$. При этом она будет иметь (рис. 4) четыре входа ($\tilde{x}_1, \tilde{x}_1^2, \tilde{x}_2, \tilde{x}_2^2$) и один (\tilde{Y}) выход. И используя эту структуру, проведем обучение параметров сети. В итоге для $\alpha = 0$ получаем формулу № 8. При этом следует отметить, что при отрицательных значениях параметра $\tilde{a}_{r,s}$ формулы № 7 и 8 будут изменять свою форму. Например, формула № 2 примет вид формулы № 9, а формула № 7 коррекции — формулы № 10.

В результате обучения (формулы № 8 и 11) находим параметры сети, с требуемым качеством обучения удовлетворяющие базе знаний (рис. 4).

Исследования показывают, что при $N = 60...120$ распределение отдельных параметров ГМП приближается к нормальному. Поэтому второй этап посвящен оценке технического состояния ГМП с помощью математической статистики. В его ходе приведенные к одному режиму параметры проверяются на

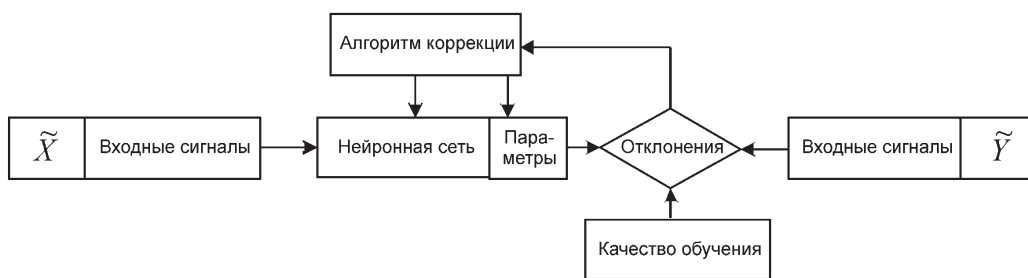


Рис. 3. Схема обучения параметров сети (обучение с обратной связью)

соответствие рассчитанным их возможным и допустимым диапазонам.

Далее с помощью метода наименьших квадратов идентифицируется множественная линейная регрессионная модель изменения технического состояния ГМП. Такие модели в начальном периоде эксплуатации составляются для каждой исправной подконтрольной машины парка. При этом на основе анализа изменения значений коэффициентов регрессии модели по всему парку с помощью математической статистики для них формируются базовые и допустимые диапазоны.

Рассмотрим математическую модель состояния ГМП, описываемую, например, с помощью линейной модели регрессии (формула № 12).

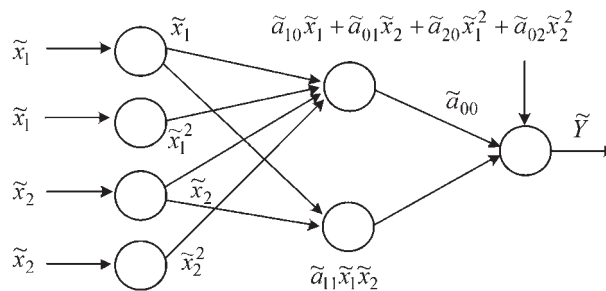


Рис. 4. Структура нейронной сети для уравнения регрессии второго порядка

Пусть уравнения измерений входной (z_{y_i}) и выходной (z_{x_j}) координат модели имеют вид формул № 13. Входящие в них параметры $\xi_{y_i}(k)$ и $\xi_{x_j}(k)$ имеют статистические характеристики, описываемые через оператор E статистического усреднения, в виде формул № 14, где $\delta(k, l)$ – дельта-функция Кронекера (формула № 15).

Для решения подобных задач, как известно, хорошо подходит метод наименьших квадратов. Однако классический его вариант, к сожалению, можно использовать только тогда, когда точно известны значения аргументов x_j . А они, как правило, неизвестны, их приходится измерять. Причем, как всегда, с погрешностью. В итоге метод будет давать неправильные оценки погрешностей. Поэтому для обработки данных в таких случаях целесообразно применять специальные методы, зависящие от вида математической модели и априорной информации относительно значений аргументов и параметров. И рекуррентное применение метода наименьших квадратов во многих случаях дает хорошие результаты. Правда, при этом необходима дополнительная информация об измеряемых параметрах (выходных и входных координатах системы). Но практические примеры показывают, что найденные таким образом зависимости могут не просто отличаться, а существенно отличаться от построенных обычным классическим методом наименьших квадратов.

Прежде чем воспользоваться методом наименьших квадратов рекуррентной формы, который учитывает погрешности входных воздействий, для оценки параметров модели, описываемой формулой № 12, представим ее в векторной форме, т.е. в виде формулы № 16. Алгоритм оценивания параметров этой модели с учетом погрешности входных координат имеет вид формул № 17.

Рассмотрим четкое уравнение регрессии второго порядка с двумя переменными (формула № 18).

Выходные и входные координаты модели (формула № 18) регистрируются измерительной аппаратурой. Случайные погрешности измерений имеют гауссовское распределение, и их статистические характеристики известны (математическое ожидание случайных величин равно нулю). Требуется оценить неизвестные коэффициенты $\hat{a}_{00}, \hat{a}_{10}, \hat{a}_{01}, \hat{a}_{11}, \hat{a}_{20}, \hat{a}_{02}$ формулы № 18 регрессии.

Пусть x_1 и x_2 определяются с погрешностями, дисперсии которых соответственно равны D_{x_1} и D_{x_2} . Тогда погрешности входного воздействия (для их определения воспользуемся методом линеаризации с учетом того, что переменные мало коррелированы) можно определить, предварительно обозначив $x_4 = x_1 x_2$; $x_5 = x_1^2$; $x_6 = x_2^2$, с помощью формул № 19. Затем, найдя средние квадратичные отклонения погрешностей и дисперсионную матрицу погрешностей входных координат и воспользовавшись фильтром (формула № 17), можно оценить коэффициенты формул № 12 и 16.

На третьем этапе ($N > 120$) с помощью метода наименьших квадратов проводится углубленный анализ технического состояния ГМП, суть которого заключа-

ется в составлении фактической модели этого состояния и сравнении фактических коэффициентов влияния с их базовыми или допустимыми диапазонами. И если значения коэффициентов влияния выходят за эти диапазоны, то изменение физического процесса, оказывающего влияние на конкретный параметр работы ГМП, весьма значимо. Иначе говоря, устойчивый выход одного или нескольких коэффициентов влияния за указанные диапазоны является дополнительным признаком неисправности, который позволяет конкретизировать ее адрес и возможную причину.

Достоверность результатов диагностирования на третьем этапе составляет, как показал опыт, 0,95–0,99.

И последнее. Рассмотренный выше метод пригоден и для прогнозирования технического состояния ГМП или ее элементов. В этом случае коэффициенты регрессии аппроксимируются (по ее наработке) полиномами второй или третьей степени, для чего используются метод наименьших квадратов и сплайн-аппроксимация.

Теперь рассмотрим пример использования изложенной выше методики, скажем, для оценки изменения технического состояния гидравлической системы управления ГМП в процессе заводских стендовых ее испытаний.

На предварительном этапе, когда число N измерений не больше 60, состояние гидравлической части ГМП описано нечетким линейным регрессионным уравнением (формула № 1). При этом нечеткая линейная модель ГМП идентифицируется с помощью нейронной сети, структура которой приведена на рис. 4.

За выходной параметр модели, очевидно, целесообразно принять тот, который наиболее важен с точки зрения его влияния на ресурс ГМП. Это обобщенный ($\eta_{об}$) КПД гидравлической системы ГМП. Он, как известно, зависит от многих факторов – объемного КПД ($\tilde{\eta}_0$) насоса, перепада Δp_ϕ давления на фильтре, числа $\tilde{k}_{п.п}$ переключений передач и числа $\tilde{k}_{бл}$ блокировок ГДТ, температуры $\tilde{T}_{гмп}$ масла в ГМП, главного давления $\tilde{p}_{гп}$ в гидросистеме ГМП, давления $\tilde{p}_{гдт}$ в ГДТ, времени \tilde{t}_6 буксования фрикционных включения ступеней и уровня \tilde{H}_6 рабочей жидкости в баке. Отсюда есть все основания записать модель рассматриваемой гидросистемы в виде формулы № 20.

На втором этапе ($N > 60$) для каждого текущего измерения, когда наблюдается нормальное распределение параметров работы ГМП, состояние ГМП с точки зрения КПД описывается линейным регрессионным уравнением, параметры которого оцениваются рекуррентным алгоритмом (формула № 21).

В процессе исследований технического состояния ГМП было установлено, что значения коэффициентов a_i регрессии этого уравнения в процессе эксплуатации, т.е. при росте N , существенно изменяются, что подтверждает рис. 5. Поэтому автор, опираясь на опыт эксплуатации, пришел к выводу, что у каждого

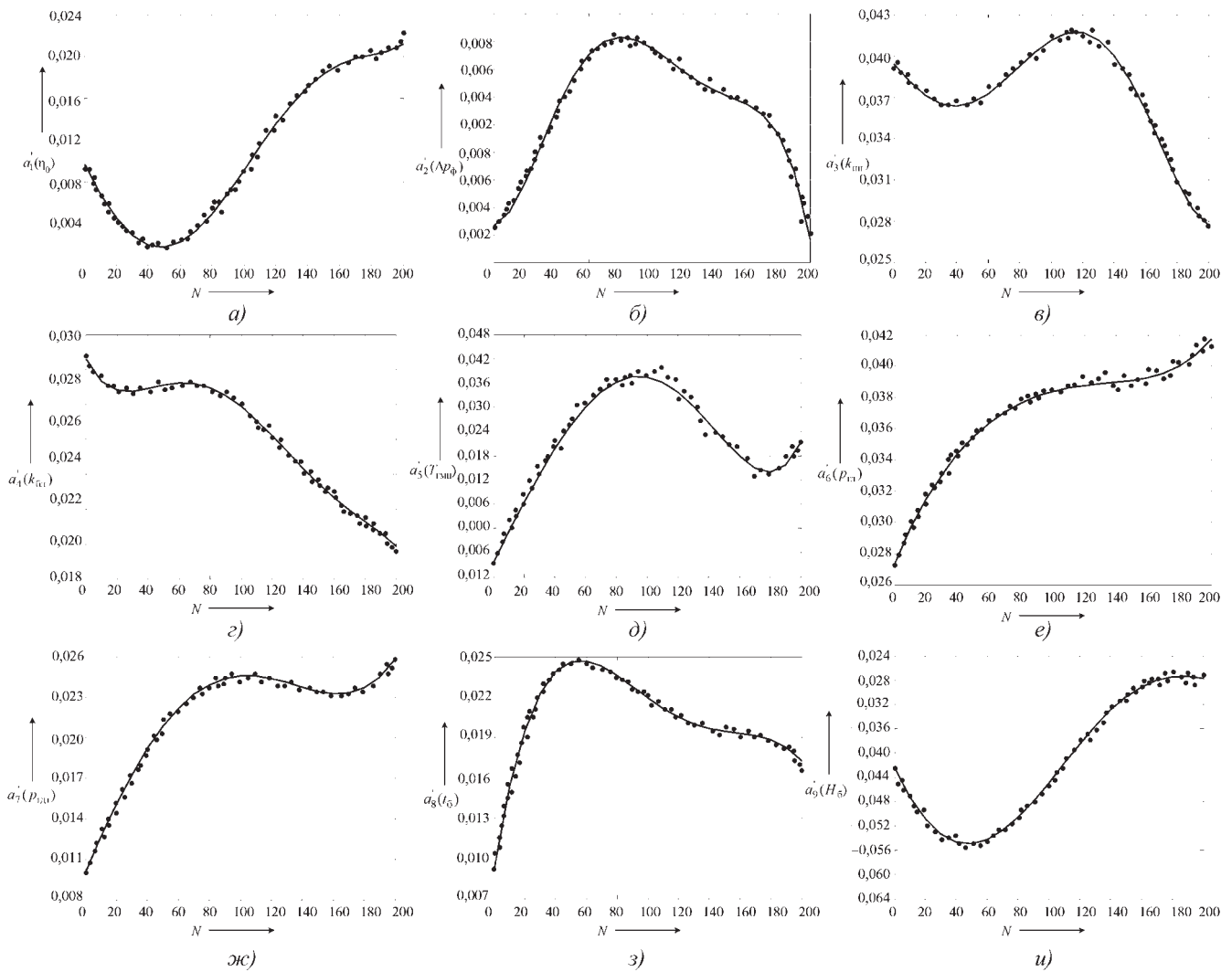


Рис. 5. Зависимость коэффициентов $\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \tilde{a}_3, \tilde{a}_4, \tilde{a}_5, \tilde{a}_6, \tilde{a}_7, \tilde{a}_8$ и \tilde{a}_9 (соответственно а, б, в, г, д, е, ж, з, и) от числа измерений

из факторов есть диапазон изменения, при котором ГМП сохраняет свою работоспособность. То есть существуют предельно допустимые диапазоны изменения. Так, для $\tilde{a}_1 - 0,35 \cdot 10^{-2} \dots 2,1 \cdot 10^{-2}$; $\tilde{a}_2 - 0,12 \cdot 10^{-2} \dots 0,55 \cdot 10^{-2}$; $\tilde{a}_3 - 2,3 \cdot 10^{-2} \dots 4,1 \cdot 10^{-2}$; $\tilde{a}_4 - 1,8 \cdot 10^{-2} \dots 2,9 \cdot 10^{-2}$; $\tilde{a}_5 - 1,2 \cdot 10^{-2} \dots 3,8 \cdot 10^{-2}$; $\tilde{a}_6 - 2,5 \cdot 10^{-2} \dots 4,5 \cdot 10^{-2}$; $\tilde{a}_7 - 0,75 \cdot 10^{-2} \dots 2,8 \cdot 10^{-2}$; $\tilde{a}_8 - 0,6 \cdot 10^{-2} \dots 2,35 \cdot 10^{-2}$ и для $\tilde{a}_9 - 5,4 \cdot 10^{-2} \dots 2,3 \cdot 10^{-2}$.

Таким образом, установлено, что между механическими и гидравлическими параметрами ГМП в конкретных диагностических ситуациях существуют определенные связи, имеющие различную динамику. Причем для различных ситуаций разви-

тия неисправностей и наработки наблюдается разная динамика связей между параметрами ГМП. Что обусловлено наличием или отсутствием воздействующих на техническое состояние ГМП факторов. Следовательно, в любой период эксплуатации ГМП ее состояние характеризуется группой параметров, на значения которых влияют воздействующие факторы.

Рассмотренная методика комбинированного диагностирования позволяет оценивать техническое состояние ГМП, ее элементов и деталей, колесной машины в целом независимо от вида распределения параметров работы и ограниченности объемов и неопределенности информации. Что особенно важно для ранних стадий разработки машин.

МЕТИЛОВЫЙ ЭФИР РАПСОВОГО МАСЛА КАК ТОПЛИВО ДЛЯ АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

Канд. техн. наук **А.А. КОРПАЧ, А.А. ЛЕВКОВСКИЙ**
Национальный транспортный университет, г. Киев
(066. 347-06-88, 280-20-77)

Рассмотрены виды альтернативных топлив для дизелей и иерархия потребительских их качеств.

Ключевые слова: дизель, альтернативные топлива, биодизельные топлива.

Korpatch A.A., Levkovskiy A.A.

METHYL ESTER RAPESEED OIL AS A FUEL FOR TRACTOR DIESEL ENGINE

Considered types of alternative fuels for diesel engines and the hierarchy of it consumer qualities.

Keywords: diesel, alternative fuel, biodiesel fuel.

Давно доказано, что снизить потребление нефтепродуктов и выбросы вредных веществ с отработавшими газами автотракторных дизелей можно путем их перевода с традиционных дизельных топлив на топлива альтернативные. Причем особый интерес, с этой точки зрения, представляют топлива, получаемые из возобновляемых ресурсов.

Таких топлив в настоящее время используется три вида: очищенные растительные масла и животные жиры; механические смеси на основе растительных масел (масло со спиртом или масло с нефтяным дизельным топливом); биодизельное топливо. Они по своим потребительским качествам, естественно, неравноценны. Например, у двух первых очень высокие, по сравнению с дизельными топливом, плотность и кинематическая вязкость, плохие низкотемпературные свойства и повышенная способность к коксованию в процессе сгорания. Поэтому применять их в неадаптированных дизелях нельзя: они очень быстро выходят из строя. Адаптация же, т.е. переделка дизеля, – процесс сложный и дорогостоящий. Отсюда и вывод, который сделали разработчики и производители новых автотракторных дизелей: практический интерес пока что представляют лишь биодизельные топлива, которые получают путем этерификации растительных масел и животных жиров. То есть с помощью химических реакций между триглицеринами (глицериновыми эфирами насыщенными жирными кислотами) и одновалентными спиртами (этанол, метанол) в присутствии кислотных или основных катализаторов. Результат – этиловые или метиловые эфиры жирных кислот и глицерин.

Для получения биодизельных топлив, в принципе, подходят все растительные масла и животные жиры. Но, учитывая экономическую целесообразность (урожайность масличной культуры, выход масла и т.п.), а также эксплуатационные характеристики (плотность, температура застывания), страны с умеренным климатом свой выбор сделали в пользу рапсового масла [1].

Полученные из рапсового масла этиловый и метиловый эфиры имеют почти одинаковую энергоемкость. И это единственное, что их сближает. Все же остальные их характеристики существенно различаются.

Так, вязкость этиловых эфиров выше, чем у метиловых, а точка помутнения, наоборот, ниже; метиловые эфиры обеспечивают дизелю более высокие, чем этиловые, выходную мощность и крутящий момент; при работе дизеля на метиловых эфирах его детали подвержены закоксовыванию в гораздо меньшей степени, чем при работе на эфирах этиловых; этиловые эфиры дают меньшие, чем метиловые, дымность и температуру отработавших газов, они

менее агрессивны к деталям дизеля; метиловые эфиры испаряются слабее, чем этиловые, т.е. их сохраняемость выше. Кроме того, в процессе производства этиловые эфиры менее вредны, чем метиловые. Однако при очистке биодизельного топлива с целью удаления из него излишков спирта возникают сложности, поскольку этанол формирует устойчивую водную эмульсию.

Как видим, у каждого из эфиров есть свои достоинства и недостатки. Однако если оценивать весомость каждого из перечисленных факторов, в том числе и себестоимость, то оказывается, что метиловые эфиры предпочтительнее. Поэтому, именно они, изготавливаемые из рапсового масла (МЭРМ), приобретают все большую популярность в странах Европы. Тем более что их можно применять без внесения значительных конструктивных изменений в топливную аппаратуру серийных дизелей.

Все это хорошо видно из таблицы, в которой приведены физико-химические свойства дизельного топлива и МЭРМ.

Перевод дизеля на метиловый эфир рапсового масла дает, несмотря на близость его физико-химических свойств со свойствами дизельного топлива, ряд эксплуатационных, экономических и экологических последствий.

Так, для эксплуатационных характеристик дизеля это связано, в первую очередь, с увеличенной плотностью и кинематической вязкостью метиловых эфиров: из-за них возрастает активный ход плунжера ТНВД, а значит, и цикловая подача. Последнее же вместе с более интенсивным горением, обусловленным наличием окислителя непосредственно в молекуле топлива, вызывает рост эффективной мощности и крутящего момента дизеля. Но в молекуле МЭРМ меньше углерода, чем в молекуле дизельного топлива. Поэтому часовой и удельный расход топлива получаются больше. Правда, топливную экономичность дизеля, переведенного на МЭРМ, можно несколько улучшить, перерегулировав топливную аппаратуру на более низкие цикловые подачи. Но довести их до уровня, соответствующего работе на дизельном топливе, не удастся.

Метаноловые эфиры заметно повышают износостойкость металлических деталей дизеля, поскольку у них за-

Показатель	Топливо	
	дизельное	МЭРМ
Плотность при температуре 288 К (15 °С), кг/м ³	820...845	860...900
Кинематическая вязкость при температуре 313 К (40 °С), мм ² /с	2,00...4,50	3,50...5,00
Температура К (°С)		
вспышки в закрытом тигле	328 (55)	393 (120)
застывания	243 (-33)	256 (-17)
Теплота сгорания, МДж/кг	41,0...43,5	37,5
Химический состав, %		
углерод	87,0	77,5
водород	12,6	12,0
кислород	0,4	10,5
Цетановое число	45...55	48...51

метно лучше, чем у дизельного топлива, смазывающие свойства и нет серы. Но наличие в МЭРМ остатков метанола, к сожалению, может повредить некоторые резиновые и пластиковые элементы топливной аппаратуры.

Что касается общих экологических показателей дизеля при его работе на МЭРМ, то в целом они улучшаются. Например, выбросы монооксида углерода и несгоревших углеводородов при увеличении нагрузки всегда ниже, чем при работе на дизельном топливе. Причина – увеличение дальности топливного факела и преобладание на этих режимах пристеночного смесеобразования над объемным. Хотя при низких нагрузках все наоборот: выбросы того и другого больше, чем при работе на дизельном топливе.

При переходе с дизельного топлива на МЭРМ температуры в цилиндре возрастают, что, естественно, увеличивает содержание оксидов азота в отработавших газах. Однако этого можно избежать, несколько уменьшив угол опережения впрыскивания.

Для дымности отработавших газов переход на МЭРМ очень благоприятен: она снижается на всех скоростных и нагрузочных режимах.



ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

УДК 621.7

О ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЧИСТЫХ МЕТАЛЛОВ МЕТОДОМ ЖИДКОФАЗНОГО КАРБОТЕРМИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Д-р техн. наук **В.Б. АРЗАМАСОВ**, канд. техн. наук
Э.Е. СМЕРНОВА, **А.А. СТРОЕВ**, **Т.А. РЯБЧИК**
МГМУ "МАМИ", (8.926. 588-51-60)

Рассмотрена целесообразность замены вольфрамовых электродов в плазматронах, применяемых для получения чистых металлов, электродами из лантанированного тантала. Показано, что использование электродов на основе тантала при карботермическом восстановлении металлов увеличивает ресурс работы до 100–120 ч против 25–40 ч, при этом не происходит загрязнения получаемого металла материалом электрода.

Ключевые слова: вольфрамовый электрод, танталовый электрод, плазматрон, плазменная печь, работа выхода, жидкофазное карботермическое восстановление металлов.

Arzamasov V.B., Smirnova E.E., Stroeve A.A., Ryabchick T.A.

ABOUT THE TECHNOLOGY OF OBTAINING METALS USING THE METHOD OF LIQUID CARBOTHERMIC REDUCTION

The feasibility of replacement of tungsten electrodes in plasmatrons, used for obtaining of pure metals, by lanthanum electrodes was studied. It is shown that the use of electrodes on the basis of tantalum with carbothermic reduction of metals increases work function from 25–40 hours to 100–120 hours, meanwhile there is no pollution of received metal by electrode material.

Keywords: tungsten electrode, lanthanum electrode, Plasmatron, plasma are furnace, work function, liquid carbothermic reduction of metals.

Разработчики более мощных плазменных печей и те, кто занимается совершенствованием технологии получения чистых металлов методом жидкофазного карботермического восстановления, неизбежно сталкиваются с проблемой повышения стойкости ка-

Таким образом, использование МЭРМ – выгодно. В результате снижается потребление топлив нефтяного происхождения и улучшаются экологические показатели автотракторных дизелей. Причем без какой-либо доработки серийных их образцов, поскольку все сводится к подрегулировке топливной аппаратуры. Да и то незначительной.

Литература

1. Термодинамічна ефективність та ресурси рідкого біопалива України / Г.М. Забарний, С.О. Кудря, Г.Г. Кондратюк, Г.О. Четверик // Інститут відновлюваної енергетики НАН України. Відділ відновлюваних органічних енергоносіїв. Київ. 2006. – 226 с.
2. Семенов В.Г., Марченко А.П., Семенова Д.У., Ліньков О.Ю. Дослідження фізико-хімічних показників альтернативного біопалива на основі рапсової олії. Машинобудування: Вісник Харківського Державного політехнічного Університету. Збірник наук. праць. Випуск 101. Харків: ХДПУ, 2000. – С. 159–163.
3. Войтов В.А. Техніко-експлуатаційні та екологічні показники дизельних двигунів при застосуванні біодизеля / В.А. Войтов, М.С. Данченко, М.В. Карнаух // Техніка і технологія АПК. 2009. № 1. С. 13–18.

тодов плазматронов. Но учитывая, что при карботермическом восстановлении за счет газовой выделений из расплава в рабочей камере создается углеродосодержащая атмосфера, большой интерес, причем и практический, и научный, представляет именно проблема влияния углеродосодержащей атмосферы на работу катода.

Рассмотрев эту проблему и проведя анализ физико-химических свойств возможных продуктов реакции при взаимодействии поверхности катодов плазматронов с углеродосодержащей средой [1], авторы сделали вывод: ее решение – в замене вольфрамовых электродов электродами из материалов на основе тантала.

Экспериментальная проверка данного вывода в режиме карботермического восстановления ($I = 1,8 + 2,4$ кА; $p = 10^4$ Па) показала, что в работе катодов, по сравнению с эксплуатацией в инертной атмосфере, наблюдается ряд особенностей. Так, было установлено, что вольфрамовые катоды в процессе восстановительной плавки работают с оплавлением, которого не наблюдалось при работе в инертной атмосфере при тех же условиях (ток, давление).

Проведенный же затем металлографический анализ вольфрамовых катодов, отработавших различное время в режиме восстановительной плавки, засвидетельствовал, что на их рабочей поверхности образуется слой карбида вольфрама (W_2C). Его толщина зависит от времени работы катода и после 3–5 ч работы составляет 0,15...0,2 мм, а после 20–40 ч – 0,8...1,0 мм (рис. 1, а). Что доказывает: именно образование карбидной фазы на поверхности рабочего торца катода

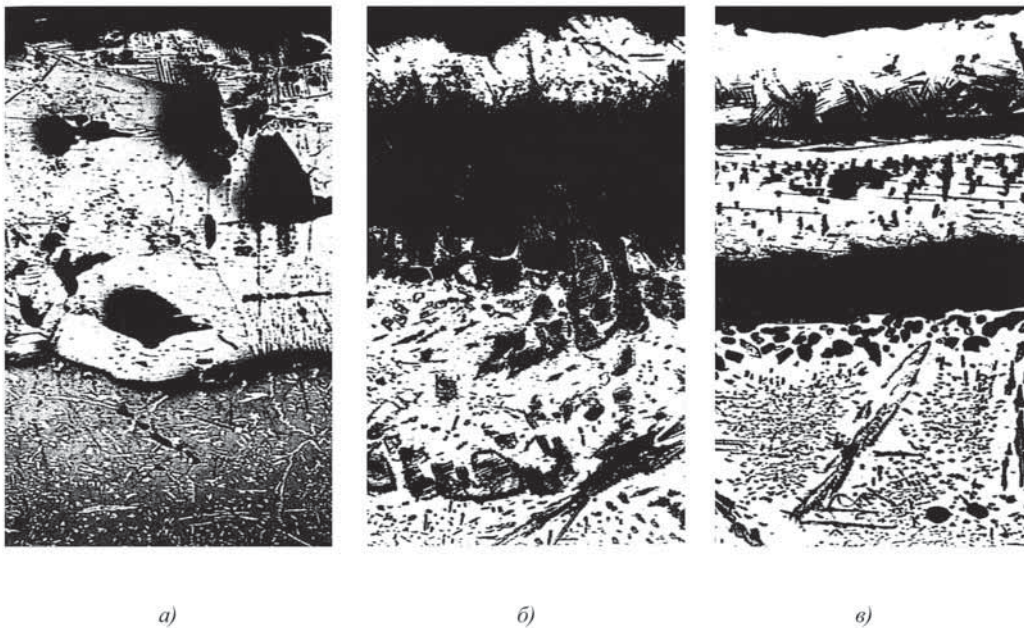


Рис. 1. Карбидные слои W_2C (а), Ta_2C (б) и Ta_2C+TaC (в)

приводит к его оплавлению, так как температура плавления W_2C , равная 3073 К (2800 °С), гораздо меньше температуры плавления основного металла.

Кроме того, по мере образования слоя W_2C задерживается поступление атомов лантана к рабочей поверхности катода, и работа выхода электрона с его поверхности увеличивается до 4,42...4,57 эВ [2], что, опять же, повышает температуру в катодном пятне и вызывает интенсивное оплавление поверхности [3].

Необходимо отметить также и то, что из-за сильной эрозии катодного материала за счет его оплавления вольфрам попадает в ванну с восстанавливаемым

металлом, а это недопустимо при получении чистых материалов.

Металлографический и электронно-графический анализы катодов из сплава $Ta+(0,9 \dots 1,2) \% La_2O_3$, отработавших различное время в режиме карботермического восстановления, тоже выявили наличие карбидного слоя толщиной 0,2...0,6 мм, состоящего из карбида Ta_2C тантала (рис. 1, б). Причем на катодах, проработавших более 5 ч, образуются даже два слоя – внешний, TaC , и внутренний, Ta_2C (рис. 1, в). Во всех случаях танталовые катоды работают без оплавления, и их удельная эрозия оказывается в 2–2,5 раза меньше, чем катодов на основе вольфрама. Причин тому несколько: во-первых, как следует из работы [1], температуры плавления образовавшихся карбидов Ta_2C и TaC выше, чем у чистого тантала: 3673 К (3400 °С) и 4153 К (3880 °С) соответственно против 3273 К (3000 °С); во-вторых, эти карбиды имеют относительно низкие (~3,6...3,8 эВ) значения работы выхода электрона. Поэтому при образовании карбидных слоев Ta_2C или TaC происходит задержка подпитки поверхности электрода атомами лантана, однако значения работы выхода электрона поверхности практически остаются постоянными (рис. 2).

В заключение отметим: судя по данным ВНИИЭТО, использование танталовых катодов вместо вольфрамовых при карботермическом восстановлении тугоплавких металлов увеличивает ресурс работы катода до 100–120 ч против 25–36 ч, при этом не происходит загрязнения получаемого металла материалом катода.

Литература

1. Термодинамические свойства неорганических веществ. Справочник. М.: Атомиздат, 1966. – 460 с.
2. Фоменко В.С. Эмиссионные свойства материалов. Справочник. К.: Наукова думка, 1981. – 339 с.
3. Арзамасов В.Б. Структура, свойства, термическая обработка и области применения высокотемпературных электродных материалов на основе тугоплавких металлов. М.: Машиностроение, 1992. – 75 с.

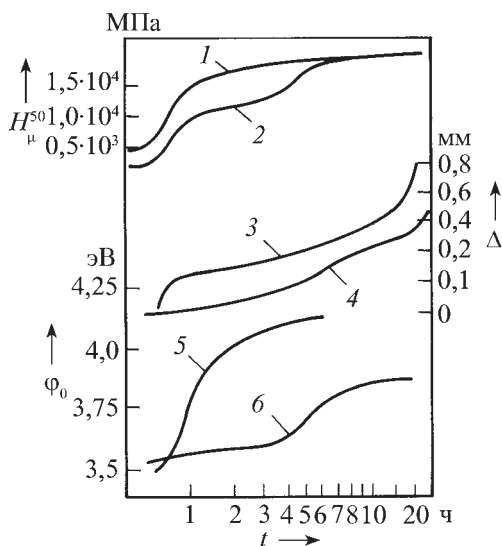


Рис. 2. Зависимость микротвердости H_{μ}^{50} , глубины Δ и работы ϕ_0 выхода электронов поверхностного слоя электродов от времени работы в режиме карботермического восстановления:

1, 3, 5 – электрод из сплава W (1,5 %) и La_2O_3 ; 2, 4, 6 – электрод из сплава Ta (1,2 %) и La_2O_3

СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ВИБРОИЗОЛЯТОРОВ

К.В. ШЕХОВЦОВ, канд. техн. наук А.В. ПОБЕДИН,
д-ра техн. наук М.В. ЛЯШЕНКО и В.В. ШЕХОВЦОВ
Волгоградский ГТУ (8442. 24-81-71)

Рассмотрены схема и конструкция разработанного в Волгоградском ГТУ стенда для испытания виброизоляторов, используемых в подвесках кабин АТС.

Ключевые слова: стенд, виброизолятор, испытания.

Shehovtsov K.V., Pobedin A.V., Liashenko M.V., Shehovtsov V.V.

BENCH FOR TESTING VIBROINSULATORS

The description of the scheme and design of the test bench for testing vibroinsulators intended for use in the vehicles' cabin suspension.

Keywords: bench, vibroinsulator testing.

Предлагаемый вниманию читателей стенд для исследования динамических характеристик виброизоляторов состоит (рис. 1) из балки 1 рамы, выполненной из двутаврового профиля с горизонтальным расположением стенки; стойки 2 оси 3 качания, тоже изготовленной из двутаврового профиля, но с вертикальным расположением стенки; балки 4 качающегося рычага с размещенным на ней грузом 5; стойки 6 регистрирующего устройства 8; спускового устройства 7; верхней (9) с опорными ножками и нижней (11) опорами с опорными ножками 10 и 13 испытуемого виброизолятора 12; болтов 14 крепления опорного основания.

Вдоль продольной оси стенки балки рамы выполнены (рис. 2) парно расположенные отверстия для закрепления опорных ножек 13 нижней опоры 11 испытуемого виброизолятора, а вдоль продольной оси нижней полки балки качающегося рычага (рис. 3) — соответствующие им отверстия для закрепления опорных ножек 10 верхней опоры 9 виброизолятора. Груз 5 (см. рис. 1) представляет собой набор металлических дисков разных диаметра и высоты, т.е. разной

массы, каждый из которых имеет центральное отверстие. Стягивает их болт, нижний конец которого жестко связан с опорой груза. На верхнем конце стягивающего болта установлена гайка, скрепляющая набор надеваемых на него металлических дисков.

В подвеску реального технического объекта, например, кабины АТС, обычно устанавливают не один, а несколько виброизоляторов (рис. 4). При этом доля нагружающего усилия P_{zi} от силы тяжести Q поддрессорируемого объекта, приходящаяся на один виброизолятор, определяется расстояниями L_i от оси z , проходящей через центр масс этого объекта, до вертикальной оси симметрии виброизолятора. Причем в процессе работы подвески она, естественно, может изменяться, поскольку может изменяться плечо действия нагружающего усилия на виброизолятор. И это учтено разработчиками стенда: его конструкция позволяет устанавливать испытуемый виброизолятор на разных расстояниях от стойки 2 оси качания, что при одной и той же массе груза 5 дает возможность воспроизводить соответствующие эксплуатационным условиям нагружения виброизолятора в широком диапазоне изменения плеча действия нагружающего усилия.

Далее. Известно, что виброизоляторы одной и той же конструкции применяют, как правило, в подвесках АТС с разной поддрессорируемой массой. То есть так, что нагружающие усилия от силы тяжести этой массы, приходящиеся на каждый виброизолятор, существенно отличаются. И в конструкции стенда это тоже учтено. За счет того, что груз 5 состоит из набора металлических дисков, число, размеры и масса которых могут варьироваться в достаточно широком диапазоне, стенд позволяет имитировать воздействие на виброизолятор различных по величине нагружающих усилий. Благодаря чему обеспечивается возмож-

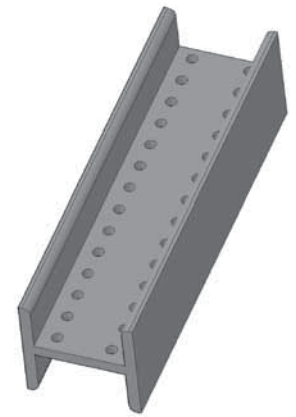


Рис. 2. Балка рамы

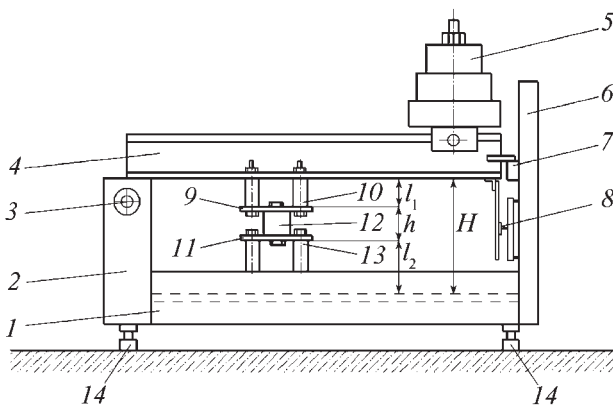


Рис. 1. Схема стенда для испытаний виброизоляторов:

1 — балка рамы; 2 — стойка оси качания; 3 — ось качания; 4 — балка качающегося рычага; 5 — груз; 6 — стойка регистрирующего устройства; 7 — спусковое устройство; 8 — регистрирующее устройство; 9 — верхняя опора виброизолятора; 10 — ее опорная ножка; 11 — нижняя опора виброизолятора; 12 — виброизолятор; 13 — опорная ножка нижней опоры виброизолятора; 14 — болт

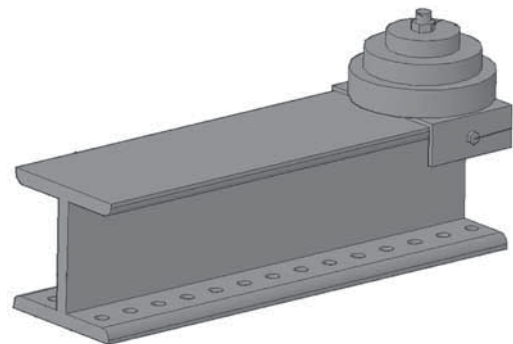


Рис. 3. Балка качающегося рычага

ность воспроизведения условия нагружения виброизоляторов в подвесках АТС с разной подрессориваемой массой.

Известно и то, что в подвески АТС, отличающиеся величиной подрессоренной массы, устанавливают виброизоляторы, близкие по конструкции, но разные по жесткости. Однако бывает и так, что применяют и виброизоляторы оригинальной конструкции.

Разработчики стенда учли и такую возможность: на нем положение испытуемого виброизолятора можно менять по высоте, применяя различные по длине l_1 опорные ножки 10 верхней опоры 9 и l_2 опорные ножки 13 нижней опоры 11 виброизолятора (см. рис. 1). При этом суммарная длина опорных ножек 10 и 13 опор испытуемого виброизолятора должна быть равна расстоянию H по вертикали от нижней полки балки 4 качающегося рычага до стенки балки рамы 1 за вычетом высоты h самого виброизолятора.

Стенд работает следующим образом.

Между верхней (9) и нижней (11) опорами виброизолятора на заданном расстоянии от стойки 2 оси качания размещается испытуемый виброизолятор. При замкнутом спусковом устройстве 7 на балку 4 качающегося рычага (также на заданном расстоянии от стойки 2 оси качания) устанавливается груз 5 заданной массы. При срабатывании спускового устройства 7 под действием силы тяжести балка 4 поворачивается относительно оси 3 качания и через скрепленную с ней верхнюю опору 9 виброизолятора нагружает последний импульсным усилием. Колебания балки 4 фиксируются регистрирующим устройством 8, и осциллограмма процесса затухающих колебаний записывается на диск ЭВМ. Аналитический программный пакет последней записи затухающих колебаний определяет основные параметры виброизолятора (его динамическую и статическую жесткости, величину демпфирования, частоту собственных колебаний и др.) и оценивает его виброизолирующие качества.

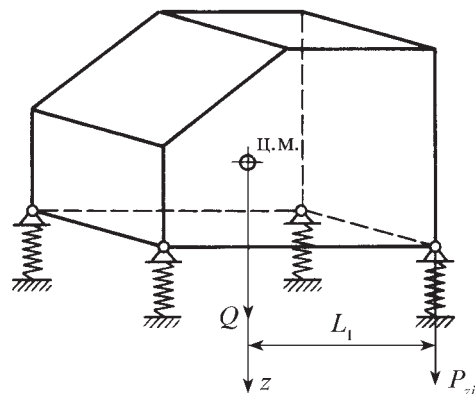


Рис. 4. Схема установки виброизоляторов в подвеске АТС

Таким образом, стенд представляет собой механическую колебательную систему, в качестве упругого элемента которой используется исследуемый виброизолятор. Деформации этого элемента и нагрузка на него с помощью тензометрических датчиков преобразуются в электрический сигнал и подаются для обработки и анализа на ЭВМ, которая рассчитывает частоту собственных колебаний системы, величину демпфирования, динамическую и статическую жесткости виброизолятора и выдает на дисплей эти данные вместе с графиком затухающих колебаний.

Достоинством и новизной конструкции стенда является то, что он позволяет записывать затухающие колебания и по ним определять и сравнивать параметры виброизоляторов различных конструкций. Он, в отличие от известных моделей, способен в широком диапазоне (до 3000 Н) изменять статическую и динамическую нагрузки на виброизолятор, собственную частоту колебаний (до 160 рад./с), испытывать виброизоляторы высотой до 140 мм, менять величину возбуждающего импульса.



-факты

В Федеральной таможенной службе прошла встреча с представителями Объединения автопроизводителей России. Со стороны ФТС России участвовали руководитель ведомства Андрей Бельянинов, первый заместитель ФТС России Владимир Малинин, начальники структурных подразделений ФТС России. Автопроизводителей представлял председатель Объединения, генеральный директор ОАО «КАМАЗ» Сергей Когогин.

Поводом к встрече послужило обращение ОАО «КАМАЗ» в Фе-

деральную таможенную службу. В обращении указывается на факты злоупотреблений и нарушений таможенного законодательства при декларировании участниками ВЭД подержанных автомобилей (товарные позиции ТН ВЭД ТС 8702; 8704). Как правило, это бывшие в эксплуатации автомобили и автобусы китайского, корейского и японского производства.

Наибольшую озабоченность автопроизводителей вызывает недостоверное декларирование года выпуска товара в целях применения нулевой или пониженной ставки таможенных платежей, декларирование товаров с явными признаками занижения таможенной стоимости и товаров с техническими характери-

стиками, не соответствующими требованиям российского законодательства. На все это накладывается несовершенство судебной практики. Как было отмечено на совещании, такие факты имеют место преимущественно в зоне деятельности Дальневосточного таможенного управления, где оформляется большая часть таких автомобилей.

По итогам встречи было принято решение о разработке при содействии Объединения автопроизводителей России и экспертного отраслевого сообщества комплекса совместных мер, которые позволят таможенным органам эффективнее бороться с занижением таможенной стоимости и недостоверным декларированием товаров.

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦИКЛ NEDC И ЕГО СООТВЕТСТВИЕ СОВРЕМЕННЫМ УСЛОВИЯМ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ С БЕНЗИНОВЫМ ДВС

Д-ра техн. наук **С.В. ГУСАКОВ** и **В.А. МАРКОВ**, **Д.В. МЯХРИЧЕВ**
 РУДН; МГТУ имени Н.Э. Баумана (8.495.952-62-47, 8.499.263-69-18)

Рассмотрены стандартный ездовой цикл NEDC и его модификации, позволяющие с большей точностью оценивать экологические качества и эксплуатационную топливную экономичность автомобиля, оборудованного двигателем с искровым зажиганием.

Ключевые слова: ездовой цикл, двигатель внутреннего сгорания, эксплуатация в условиях города, эксплуатация в условиях шоссе, эксплуатационный расход топлива.

Gusakov S.V., Markov V.A., Myakhrichiev D.V.

ESTIMATION OF CONFORMITY OF A TEST CYCLE NEDC TO MODERN CONDITIONS OF OPERATION OF AUTOMOBILES WITH PETROL ICE

Standard drive cycle NEDC and his updating's allowing with the greater accuracy to estimate ecological qualities and operational fuel profitability of a vehicle, equipped by the engine with spark ignition are considered.

Keywords: drive a cycle, the engine of internal combustion, operation in conditions of city, operation in conditions of highway, the operational charge of fuel.

Эксплуатационная топливная экономичность и экологические показатели транспортного средства с ДВС оцениваются при его испытаниях в соответствии с одним из стандартизованных ездовых циклов. Наиболее часто применяемый из них – европейский цикл NEDC, зафиксированный в Правилах № 83 ЕЭК ООН и относящийся к автомобилям полной массой до 3,5 т, т.е. в основном к легковым и грузопассажирским автомобилям.

Этот цикл (рис. 1) состоит из двух характерных фаз, одна из которых (рис. 1, а) имитирует движение автомобиля в городских условиях, а вторая (рис. 1, б) – по шоссе. При этом фаза городского движения (цикл ТСТ-15) повторяется четыре раза, а выбор характера изменения скорости v_a движения транспортного средства основан, согласно директиве 90/С81/01 ЕЭК ООН, принятой в 1999 г., на результатах статистической обработки многочисленных регистраций его движения в городских условиях.

В настоящее время сбор данных по расходу топлива двигателем в реальных условиях эксплуатации особого труда не представляет. Потому что на многих автомобилях (типичный пример – "Рено Логан") есть бортовой компьютер, подключаемый к диагностическому разъему электронного блока управления двигателем и способный регистрировать средний расход топлива. Ежедневные данные

регистрации такого расхода у того же "Рено Логан" на дорогах Москвы и Московской области в виде точек показаны на рис. 2. Эти данные с достоверностью $R^2 = 0,87$ аппроксимируются полиномом шестого порядка (формула № 1 в таблице), что на рис. 2 отражено в виде кривой 1, которая, как видим, дает довольно точное представление о тенденциях изменения расхода топлива в зависимости от скорости движения автомобиля. Информация о путевом расходе топлива, конечно, представляет интерес для водителя транспортного средства, хотя на практике он, как правило, выбирает наибольшую возможную скорость (разумеется, с учетом накладываемых Правилами

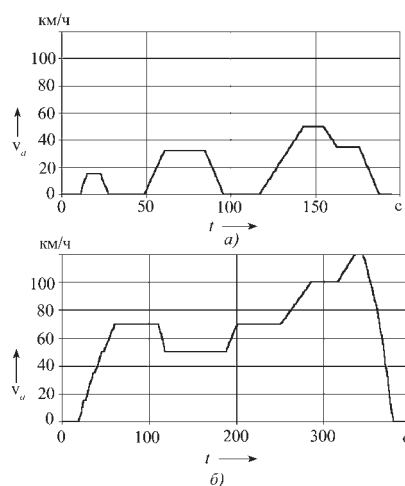


Рис. 1. Городская (а) и дорожная (б) фазы испытательного цикла NEDC

ми дорожного движения ограниченный и реальной дорожной обстановки и, прежде всего, – с учетом наличия транспортных пробок, столь характерных в настоящее время для Москвы и Подмосковья).

Средний эксплуатационный расход G_{cp} топлива можно также оценить и расчетно-экспериментальным методом, суть которого состоит в том, что потребные мощность ДВС и скоростной режим его работы в каждый момент времени рассчитываются, исходя из массы, аэродинамических качеств и других параметров автомобиля, а также условий его движения в соответствии с заданным ездовым циклом. В результате вычислений получается таблица времени работы ДВС в каждой нагрузочно-скоростной зоне поля возможных его режимов работы. Затем, воспользовавшись экспериментальными данными (многопараметровой характеристикой ДВС, представляющей собой зависимость удельного эксплуатационного расхода q_e топлива от крутящего момента M_k и частоты n вращения коленчатого вала) либо таблицей цикловых подач $g_{ци}$ топлива, т.е. зависимостью $g = f(M_k, n)$, определяют искомый средний путевой расход G_{cp} топлива (формула № 2). Эти данные, рассчитанные для различных условий движения, приведены на рис. 3. На этом рисунке, в частности, черными кружками обозначены путевые расходы топлива, соответствующие движению на режимах стандартного цикла NEDC; квадратами – городскому циклу с различным временем простоя в пробках; треугольниками – городскому циклу с увеличенным временем простоя и на 20 % меньшей скоростью движения; ромбами – модифицированному городскому циклу ("разгон–торможение") с различным временем простоя; слабозаштрихованными кружками – модифицированному городскому циклу со сниженной на 20 % скоростью движения; светлыми кружками – модифицированному смешанному циклу с различной долей городской езды. Сплошная кривая представляет собой полиномиальную зависимость для движения в соответствии с режимами стандартного цикла NEDC, а пунктирная – полиномиальную зависимость для модифицированного смешанного цикла движения с различной долей городской езды.

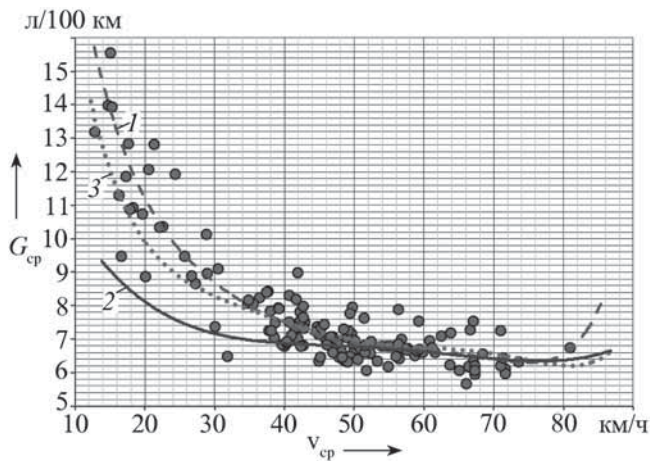


Рис. 2. Результаты регистрации среднего эксплуатационного расхода топлива двигателем автомобиля "Рено Логан" (точки), а также результаты расчета этого же расхода:

1 – по формуле № 1; 2 – по формуле № 3; 3 – по формуле № 4

На рисунке, как видим, есть точки, обозначенные арабскими цифрами. Они символизируют следующее.

Точка 1 соответствует полному циклу движения NEDC, т.е. четырежды повторенной фазе движения по городу и одной фазе движения по шоссе (средняя скорость $v_{cp} = 34,3$ км/ч). Точка 2 получена при моделировании движения только в условиях города (см. рис. 1, а, $v_{cp} = 17,2$ км/ч), а точка 3 – в загородных условиях (см. рис. 1, б, $v_{cp} = 74,5$ км/ч). Точки 4, 5 и 6 характеризуют промежуточные варианты организации движения с сокращенным городским режимом движения: первая точка относится к шоссе плюс трижды повторенная городская фаза ($v_{cp} = 38,6$ км/ч), вторая – к шоссе плюс двойная городская фаза ($v_{cp} = 43,8$ км/ч) и последняя – шоссе плюс один заезд по городской фазе ($v_{cp} = 52,6$ км/ч).

Естественно, чем большее число раз повторяется фаза городского движения, тем ниже получается средняя за цикл скорость движения, а расход топлива, наоборот, больше. И это вполне объяснимо: чем меньше доля городских режимов в цикле, тем больше времени двигатель работает в области частичных нагрузок, т.е. в зонах с низкой эффективностью. В итоге получается: чтобы в цикле NEDC достичь среднего путевого расхода топлива при более высокой средней скорости v_{cp} , скоростной ре-

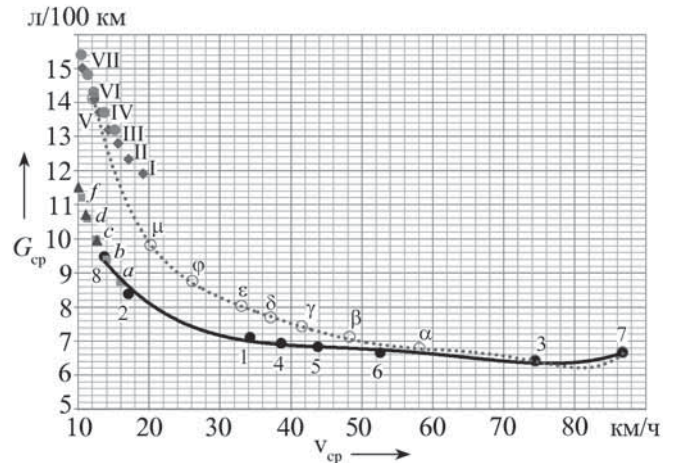


Рис. 3. Зависимость среднего путевого расхода топлива автомобилем "Рено Логан" от средней скорости движения и варианта испытательного цикла

жим этого цикла нужно увеличить на 16,7 %, в том числе максимальная скорость цикла должна возрасти со 120 до 140 км/ч (точка 7 на рис. 3). Более же низкую среднюю скорость получим, уменьшив

скоростной режим на 20 % (точка 8 на рис. 3).

Аппроксимация точек 1–8 полиномом четвертого порядка дает уравнение регрессии в виде формулы № 3, которому на рис. 2 соответ-

№ формулы	Формула	Примечания
1	$G_{cp} = 2,58708 \cdot 10^{-9} v_{cp}^6 - 7,56703 \cdot 10^{-7} v_{cp}^5 + 8,984035 \cdot v_{cp}^4 - 5,585943 \cdot 10^{-3} v_{cp}^3 + 0,195778 v_{cp}^2 - 3,84198 v_{cp} + 42,3007$	v_{cp} – средняя скорость АТС
2	$G_{cp} = \frac{27,8}{L_{NEDC} \rho_{\tau}} \sum_{i=j=1}^{J N_s} t_{ij} g_{e-ij} N_{e-ij} = \frac{1,67}{L_{NEDC} \rho_{\tau}} \sum_{i=j=1}^{J I} t_{ij} g_{\tau,и-ij} n_i$	J, N_s – число интервалов по нагрузке и частоте вращения коленчатого вала ДВС при разбиении возможных режимов работы последнего; L_{NEDC} – путь, проходимый АТС за ездовой цикл; ρ_{τ} – плотность топлива; t_{ij} – время работы ДВС в ij -й зоне нагрузочно-скоростной характеристики; g_{e-ij} – средний эффективный расход топлива; N_{e-ij} – средняя эффективная мощность ДВС; $g_{\tau,и-ij}$ – цикловая подача топлива; n_i – частота вращения коленчатого вала ДВС, соответствующая ij -й зоне нагрузочно-скоростной характеристики
3	$G_{cp} = 9,5984 \cdot 10^{-9} v_{cp}^4 - 2,124 \cdot 10^{-4} v_{cp}^3 + 1,712313 \cdot v_{cp}^2 - 0,60975 v_{cp} + 15,0084$	–
4	$G_{cp} = 2,08389 \cdot 10^{-9} v_{cp}^6 - 6,52535 \cdot 10^{-7} v_{cp}^5 + 8,24823 \cdot 10^{-5} v_{cp}^4 - 5,39411 \cdot 10^{-3} v_{cp}^3 + 0,193952 v_{cp}^2 - 3,73422 v_{cp} + 38,9223$	–

стствует кривая 2. Это позволяет сравнить результаты аппроксимации данных эксперимента (кривая 1) с расчетно-экспериментальной кривой 2, базирующейся на условиях проведения испытаний в соответствии с циклом NEDC. И здесь сразу обращает на себя внимание тот факт, что чем меньше средняя скорость движения автомобиля, тем больше расхождение между практически регистрируемым путевым расходом топлива и прогнозируемым на основе цикла NEDC. Но более объективно сравнить эти две кривые можно с помощью критерия Фишера.

Для 17 наблюдений (средние скорости 10, 15, 20, ..., 85, 90 км/ч) фактическое значение этого критерия равно 9,50, что больше его критического значения (0,33) для 16 степеней свободы и уровня значимости 0,05. Это говорит о том, что формула № 2 описывает данные эксперимента неадекватно.

Отсюда можно сделать вывод: условия движения в городе, заложенные в цикл NEDC, "мягче" имеющих место в настоящее время в реальных условиях. Чтобы убедиться в этом, попытаемся несколько модернизировать городскую фазу движения, "ужесточить" ее. Для чего, во-первых, увеличим (см. рис. 1, а) время простоя автомобиля в пробках, т.е. относительное время работы двигателя на холостом ходу (квадратные точки на рис. 3). При этом строчные латинские буквы на графике соответствуют 5- (а), 10- (b), 20- (c), 30- (d) и 30 %-му (f) увеличению продолжительности этой фазы за счет простоя. Во-вторых, снизим, для тех же условий, на 20 % скоростной режим движения (три треугольные точки на рис. 3, соответствующие

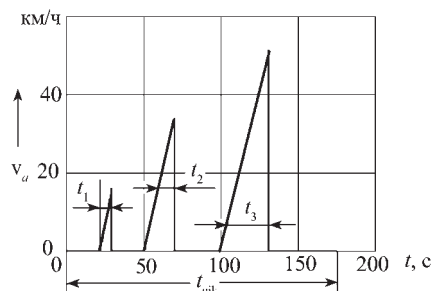


Рис. 4. Фаза городского движения в модернизированном испытательном цикле

5-, 10- и 20 %-му увеличению простоя).

Однако, как это видно из рис. 3, увеличением времени работы двигателя на холостом ходу в пробках и снижением скоростного режима движения тенденцию повышения путевого расхода топлива не объяснить. Значит, городскую фазу цикла NEDC надо еще каким-либо образом модернизировать, например, исключив режимы движения автомобиля с постоянной скоростью. Тогда время разгона на трех участках городской фазы цикла составит ~56 с, а средняя скорость — 17,2 км/ч.

Расчетно-экспериментальные значения путевого расхода топлива при такой средней скорости движения, соответствующие модернизированному городскому циклу с относительной долей простоя в пробках, на рис. 3 обозначены ромбиками и римскими цифрами, которые характеризуют относительное время простоя: I — 0, II — 10, III — 20, IV — 30, V — 40, VI — 50, VII — 70 %. Там же приведены результаты расчета для аналогичных условий со сниженным на 20 % скоростным режимом движения (круглые слабо заштрихованные точки).

Допустим, далее, что базовой фазой городского цикла движения

является модернизированный городской цикл с 50 %-м временем простоя (точка VI на рис. 3), который представлен на рис. 4.

Для моделирования же движения при других средних скоростях можно изменять соотношение фаз городского и загородного движения, меняя число повторений модифицированной фазы городского движения. На рис. 3 это отражено в виде круглых светлых точек, а также с помощью греческих букв: буква α соответствует одному циклу, буква β — двум, γ — четырем, ϵ — пяти, ϕ — восьми и μ — 13 повторениям городской фазы движения. По этим точкам построено уравнение регрессии (формула № 4), которому соответствует пунктирная кривая на рис. 3.

Как видно из рисунка, кривые, описывающие экспериментальные данные и данные, полученные по модернизированному испытательному циклу, располагаются довольно близко друг к другу. Подтверждает адекватность модернизированного цикла и анализ по критерию Фишера: фактическое его значение равно 1,66, что меньше его критического значения (2,33).

Таким образом, можно считать доказанным, что европейский испытательный цикл NEDC, узаконенный Правилами № 83 ЕЭК ООН, не в полной мере учитывает распределение режимов движения автомобиля в условиях современного мегаполиса, а следовательно, и режимов работы его силовой установки, в результате чего могут искажаться результаты оценки эмиссии вредных веществ и путевого расхода топлива. Модернизация же фазы городского движения цикла NEDC позволяет эту проблему полностью устранить.

Вниманию подписчиков!

Оформить подписку на журнал "Автомобильная промышленность" с любого месяца и на любой срок можно непосредственно в издательстве "Машиностроение".



Проведенные недавно на испытательном полигоне Миллбрук в Великобритании независимые исследования показали, что высококачественные синтетические масла для коммерческого транспорта "Мобил Делвак" производства компании "ЭксонМобил" обеспечивают существенную экономию топлива в сравнении с традиционными минеральными. Так, средний показатель роста топливной экономичности для грузовика "ИВЕКО Еврокарго" при движении в городском режиме составил 4,7 %; для грузового автомобиля "Вольво" – 3,0 % в городском режиме и 2,7 при движении по магистрали.

В ходе испытаний оценивались показатели топливной экономичности четырех грузовых автомобилей: двух – "Вольво FM" серии 440 ("Евро-5") с загрузкой до 75 % (полная масса 33 т) и двух "ИВЕКО Еврокарго 75Е" (ЕЕV 16 и "Евро-5") с загрузкой до 50 % (полная масса – 6,2 т). В двигатели всех автомобилей было залито масло "Мобил Делвак 1 LE 5W-30", для задних мостов использовался продукт "Мобиллюб 1 SHC 75W-90", для коробок передач – "Мобиллюб 1 SHC 75W-90" (ИВЕКО) и "Мобил Делвак V30" ("Вольво"). Соответст-

венно, сравнивались масла с минеральными 15W-40 для двигателя, 85W-140 для заднего моста и 80W-90 для коробок передач.

Нетрудно посчитать на сколько, используя новые масла, перевозчики смогут снизить свои затраты на топливо, и на сколько сократится объем вредных выбросов в атмосферу. Кроме того, дополнительную экономию средств ожидают за счет повышенной защиты двигателя и увеличения интервалов между заменами масла.

С 2006 г. ведут свое сотрудничество "Аллисон трансмишнс" и автобусостроительная фирма "Солярис" в разработке экологически безопасных автобусов. Результатом данного партнерства стал выпуск автобусов "Солярис Урбино 18 гибрид". Пять таких автобусов уже курсируют по улицам столицы Норвегии.

Автобусы – сочлененные, укомплектованы системой "Аллисон" серии H50 EP, которая представляет собой запатентованную технологию использования двух мощностных модулей с электрическими моторами мощностью по 75 кВт. За счет работы дизеля мощностью 180 кВт и использова-

ния энергии торможения, модернизированная система H50EP аккумулирует энергию в никель-марганцевых аккумуляторах и позволяет получить самые высокие эксплуатационные характеристики и самый низкий удельный расход топлива. По сравнению с обычными дизельными, в отработавших газах гибридных "Солярисов" отмечено снижение содержания диоксида углерода на 25 %, гидридов на 32, монооксида углерода на 56, а мелкодисперсных твердых частиц на 78 %.

В топ-100 личного рейтинга форума "Инженеры будущего" вошли трое молодых камазовцев. Среди победителей организованного на основе конкурсного отбора Союзом машиностроителей России Второго Международного молодежного промышленного форума – инженер-технолог кузнечного завода Алексей Мартюгин, главный специалист автомобильного завода Андрей Александров и экономист департамента маркетинга Мария Заинкина. Ближе всего к вершине рейтинга приблизился Алексей Мартюгин, занявший пятую строчку и, таким образом, опередивший более тысячи участников форума.

(По информации пресс-службы КамАЗа)

Содержание

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Платко А.Ю., Красс М.С., Статников Р.Б. – Направление стратегического развития предприятий автомобильной отрасли и механизмы поиска оптимальных проектных решений	1
Пивоваров В.И., Чулкова О.О. – Методы оценки человеческого капитала: история и современность	5
АСМ-факты	7

КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Россихин К.Г., Селифонов В.В. – Особенности конструкции бронированных автомобилей	9
Овсянников Е.М., Клюкин П.Н. – Стартер-генераторные устройства для автомобильных ДВС	11
Балабин И.В., Богданов В.В. – Безопасность автомобиля: дуализм современных интеллектуальных систем требует новых классификаций	14
Федотов А.И., Власов В.Г., Кривцов С.Н. – Расчет скоростных потерь в шинах автомобиля в условиях эксплуатации	16
Беляев Е.А., Панкин А.С. – Автоматизированное сцепление с торообразными объемными камерами	20
Рассоха В.И., Исайчев В.Т. – Еще одно устройство для временного повышения проходимости автомобиля	21

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АТС

Сарбаев В.И., Разговоров К.И. – Обучение персонала в системе автотехобслуживания	23
Рынкевич С.А. – Комплексная идентификация технического состояния ГМП	26
Корпач А.А., Левковский А.А. – Метиловый эфир рапсового масла как топливо для автотракторных дизелей	32

ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

Арзамасов В.Б., Смирнова Э.Е., Строев А.А., Рябчик Т.А. – О технологии получения чистых металлов методом жидкофазного карботермического восстановления	33
Шеховцов К.В., Победин А.В., Ляшенко М.В., Шеховцов В.В. – Стенд для испытаний виброизоляторов	35
Гусаков С.В., Марков В.А., Мяхричев Д.В. – Испытательный цикл NEDC и его соответствие современным условиям эксплуатации автомобилей с бензиновым ДВС	37

ИНФОРМАЦИЯ

Коротко о разном	40
------------------	----

Главный редактор Н.А. ПУГИН

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

И.В. Балабин, С.В. Бахмутов, О.И. Гируцкий, В.И. Гладков, М.А. Григорьев, А.С. Ковриин, Р.В. Козырев, С.М. Круглов, Ю.А. Купеев, Г.И. Мамити, В.А. Марков, А.В. Николаенко, Э.Н. Никульников, В.И. Пашков, В.А. Сеин, Н.Т. Сорокин, А.И. Титков, В.Н. Филимонов

Белорусский региональный редакционный совет:

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

Технический редактор Андреева Т.И.

Корректоры: Сажина Л.И., Сонюшкина Л.Е.

Сдано в набор 02.07.2012. Подписано в печать 27.08.2012.

Формат 60×88 1/8. Усл. печ. л. 4,9. Уч.-изд. л. 7,28.

Отпечатано в ООО "Белый ветер".

115407, г. Москва, Нагатинская наб., д. 54, пом. 4.

ООО "Издательство Машиностроение"

Адрес издательства и редакции:

107076, Москва, Стромьинский пер., 4

Телефоны: (915) 412-52-56, (499) 269-54-98

E-mail: avtoprom@aport.ru, avtoprom@mashin.ru

www.mashin.ru www.avtomashin.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.